



524
1976

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

მოაზგე

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 82 ტომ

№ 2

დაბეც 1976 მაი

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

ბულეტენი

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

13177

ტომი 82 ტომ

№ 2

ბაიზი 1976 მაი

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის
ბიბლიოთეკის მისამართი

ს ა რ ე ლ ა ტ ვ ი ო კ ო ლ ე ზ ი ა

- ა. ბოჭორიშვილი, თ. გამურელიძე, პ. გამურელიძე, ი. გვიგინიშვილი (მთ. რედაქტორის მოადგილე), თ. დავითაია, ს. ღურშიშიძე, ა. თავხელიძე, ნ. კეტხოველი, ვ. კუპრაძე, ნ. ლანდია (მთ. რედაქტორის მოადგილე), ვ. მახალდიანი, გ. მელიქიშვილი, ნ. მესხელიშვილი, ვ. ოკუჯავა, ა. ცაგარელი, ჯ. ტიციშვილი, ე. ხარაძე (მთ. რედაქტორი), გ. ხუციშვილი, ნ. ჯავახიშვილი

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- А. Т. Бочоришвили, П. Д. Гамкрелидзе, Т. В. Гамкрелидзе, И. М. Гигинейшвили (зам. главного редактора), Ф. Ф. Давитая, Н. А. Джавахишвили, С. В. Дурмишидзе, Н. Н. Кецохели, В. Д. Купрадзе, Н. А. Ландиа (зам. главного редактора), В. В. Махалдиани, Г. А. Меликишвили, Н. И. Мухелишвили, В. М. Окуджава, А. Н. Тавхелидзе, Е. К. Харадзе (главный редактор), Г. Р. Хуцишвили, А. Л. Цагарели, Г. В. Цицишвили

პასუხისმგებელი მდივანი ჯ. მახარაძე

Ответственный секретарь Г. Е. Махарадзе

ბელმოწერილია დასაბეჭდად 21.5.1976; შვეკ. № 1149; ანწყობის ზომა 7×12; ქალაქის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 16; სააღრიცხვო-საგამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 22,5; უფ 11203; ტირაჟი 1800; ფასი 1 მან.

* * *

Подписано к печати 21.5.1976; зак. № 1149; размер набора 7×12; размер бумаги 70×108; физический лист 16; уч.-издательский лист 18,5; печатный лист 22,5; УЭ 11203; тираж 1800; цена 1 руб.

* * *

გამომცემლობა «მეცნიერება», თბილისი, 380060, კუტუზოვის ქ., 19
Издательство «Мецниереба», Тбилиси, 380060, ул. Кутузова, 19

* * *

საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის სტამბა, თბილისი, 380060, კუტუზოვის ქ., 19
Типография АН Груз. ССР, Тбилиси 380060, ул. Кутузова, 19

შ ი ნ ა ა რ ს ი

მათემატიკა

*ს. კალანდარიშვილი. ერთგვაროვანი და იზოტროპული შემთხვევითი ველების შეფასებათა ძალდებულობის შესახებ	276
*ე. ნადარაია. კლასიფიკაციის ამოცანის ბაიესის რისკის არაპარამეტრული შეფასების შესახებ	280
*ი. ბოკუჩავა. სტაციონარული ნახევრადმარკოვის პროცესის ხდომილობათა შორის ინტერვალთა მიმდევრობის კორელაციური ანალიზისათვის	283
*თ. ქადეიშვილი. ფიბრაკის სპექტრალური მიმდევრობის დიფერენციალების შესახებ	287
-*გ. სალაევო. უწყვეტსიმკვრივიანი კოშის ტიპის ინტეგრალის ზოგიერთი თვისება	292
*ლ. გოგოლაური. სასაზღვრო ამოცანები განზოგადებული პოტენციალური ვექტორისათვის	296
-*ტ. საბუროვა. ფაბერ—შაუდერის სისტემის მიმართ ფურიეს კოეფიციენტების ზოგიერთი თვისებების შესახებ	300
*ს. თოფურია. ერთეულოვანი სფეროს ზედაპირზე განსაზღვრულ ფუნქციათა ლახსის მწკრივად წარმოდგენის შესახებ	303
*ა. ვალფიში. წრფივი და კვადრატული ფორმებით ორი მთელი რიცხვის ერთდროული წარმოდგენის შესახებ	307
*ა. ხარაზიშვილი. ეიტალის სისტემების მიმართ დიფერენცირებადობის შესახებ	312
*ო. წერეთელი. შიდა ფუნქციათა ზოგიერთი თვისებების შესახებ	315

მიქანიკა

*დ. სულაბერიძე, ლ. მახარაძე. ელასტიკური მასალის დრეკადი ამორტიზატორით მომუშავე ჰიდრავლიკური დარტყმის ჩაქრობი მოწყობილობის გაანგარიშება	320
--	-----

დრეკადობის თეორია

*ი. ზონენაშვილი. ცვლადი სიხისტის ელემენტით გამაგრებულ-დაყრდნობილი წრიული ფირფიტის ლუნვა	324
*მ. ბაშელეიშვილი. ტრანსვერსალურად იზოტროპული ტანის პოტენციალების დიფერენციალურ თვისებათა შესახებ	327

კიბერნეტიკა

*ტ. კოკოჩაშვილი. სუბიექტურ ალბათობათა საკითხის შესახებ კარნაპის სქემაში	331
*ბ. შანშიაშვილი. ერთი კლასის არაწრფივი დინამიკური დადებითი უკუკავშირისანი ობიექტების სტრუქტურის ამოცნობის მეთოდი	336
ე. ქისტაური. სასრულმდგომარეობებიანი მარკოვის ერთგვაროვანი პროცესების (სმმმპ) შესაბამისი კოლმოგოროვის დიფერენციალური განტოლებების ამოხსნა საკუთრივი რიცხვებისა და საკუთრივი მატრიცების გამოყენებით	337

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური გვეთენის წერილის რეზიუმეს.

ფიზიკა

- *ა. თუთბერიძე, ფ. თავაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი). ატომების თბური რბევები მყარი ტანის მესერში მარცვლის ზომებსა და მარცვალშორისი შრეების სისქისაგან დამოკიდებულებით 343
- *ი. რატიშვილი. ელექტრონების დამაგნიტებული მდგომარეობა გადაგვარებულ ზონაში 347
- *რ. პოპოვიდი, დ. ქარქაშაძე, ზ. წვერიკმაზაშვილი. უსასრულო მრავალშრიან მესერზე დიფრაქციის ამოცანის რიცხობრივი ამოხსნა (არაორთოგონალური მწკრივების მეთოდი) 352
- *ბ. მალრაძე, ვ. მატვეივი. კონფორმულად ინვარიანტული წვეროების ფუნქციები მასათა უწყვეტი სპექტრის შემთხვევაში 356

ბიოფიზიკა

- *პ. ჯანჭღავა. მატრიცული გატარების მეთოდის გამოყენება სასაზღვრო ამოცანის ერთი სხვაობიანი ანალოგის ამოხსნელად, რომლის საშუალებით აღიწერება კოსმოსური სხივების სიმკვრივის სივრცული ცვლილება 359

ორბანული ქიმიკა

- *კ. ანდრიანოვი (სსრკ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი), ა. ნოლაიდელი, ე. ხუბულავა, ვ. კოპილენვი, ა. კოლჩინა, ლ. ხანანაშვილი, ნ. სიჩგვა. მეთოთხეული ამონიუმის სილოქსანოლატების ურთიერთქმედება ორგანოციკლოსილოქსანებთან 364
- *ა. ნოლაიდელი, ლ. ნაკაიძე, ვ. ცხოვრებაშვილი, ა. გუსევი, ა. კისინი. 1,1-დიფენილეთილენის ჰიდროსილირების თანმხლები რეაქციის შესახებ 368
- *რ. გიგაური, ნ. გურგენიძე, ბ. ჩერნოკალსკი, ო. ბუღდელაძე. ზოგიერთი დიარილარსინოეთინილკარბინოლის ურთიერთქმედება ტრიეთილქლორსილანსა და ქლორიან აცეტლთან 372

ფიზიკური ქიმიკა

- *ლ. უტკინა, რ. ახოზაძე, თ. ტეპლიცაია. ანტრა-(2,3-b)-ბენზო-(d)-თიოფენის კვაზიხაზოვანი სპექტრები 77°K-ზე 376
- *მ. ფანჩვიძე, ლ. მახონინა, ე. ნანობაშვილი. ბისმუტის მარილების წყალხსნარების იმპულსური რადიოლიზი 380

ელემენტარული ქიმიკა

- *გ. მამფორია, დ. გოგიაძე, ი. ბერიკაშვილი. რკინა-ნიკელის სისტემის შენადნობების ანოდური ქცევა ნეიტრალურ და ტუტე ხსნარებში 384
- *ჯ. ჯაფარიძე, ვ. შავგულიძე. ანიონების განმუხტვის კინეტიკური დენის სიდიდეების შესახებ წყალში, სპირტებში და მათ ნარეგებში 387
- *გ. ბავრატიშვილი, რ. ჯანელიძე, ო. საქსაგანსკი, ვ. ჩაგელიშვილი. გერმანიუმის ნიტრიდის ფირების ანოდური დაქანვა 391

ქიმიური ტექნოლოგია

- *ე. სიხარულიძე, თ. გაბადაძე, ლ. ნიკიტინა. ალუნიტიანი დამაბავი ცემენტის სუსპენზიის თხევადი ფაზის შედგენილობის განსაზღვრა ბორის მჟავის დამატებითა და მის გარეშე 395

- *ნ. ჩოჩიშვილი, ვ. მდივანი, რ. ჩაგუნაევა, ვ. ბახტაძე. უიოთურის საბადოებში მოპოვებული მანგანუმის მჩატეფოროვანი მადნის კონცენტრატის აღდგენის შესახებ აზოტწყალბადის ნარევეთ 399
- *ვ. გაფრინდაშვილი, შ. ერისთავი, გ. აზმაიფარაშვილი. ცელესტინის კონცენტრატის დაქლორვის სტატისტიკური კვლევა და ოპტიმიზაცია გამლელალ მასაში 404
- *რ. აგლაძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), დ. ურეკაძე, დ. ქავჭავაძე. მაღალი სისუფთავის კალიუმის პერმანგანატის მიღების ტექნოლოგიური ციკლის დამუშავება 408

ფიზიკური გეოგრაფია

- *ქ. მესხია. დასავლეთ კავკასიონის სამხრეთი ფერდობისა და კოლხეთის მთათა-შორისი ქვაბულის სასაზღვრო ზოლის რელიეფის მორფოსტრუქტურული ანალიზი 411

ბიოლოგია

- *ა. სულაძე. ქ. ევატორიის მიდამოებში გავრცელებული ქვედაპლიოცენური ნალექების ზოგიერთი თავისებურების შესახებ 416
- *თ. ჭანელიძე, ზ. ფაილოძე. ახალი მონაცემები ოკრიბის ამოწევის ჩრდილო-დასავლეთი დამირვის ზოლის ბაიოსური პორფირიტული წყების გეოლოგიის შესახებ 420

პალეონტოლოგია

- *გ. ანანიაშვილი, ზ. ფურცელაძე. დასავლეთ საქართველოს (რაჭა-ლეჩხუმის სინკლინის) თარხნული ნალექების პალინოლოგიური დახასიათება 423
- *ნ. სალუქვაძე. ნუმულიტების ზოგიერთი წარმომადგენელი ს. კალდახვარის (დასავლეთი საქართველო) მიდამოების ზედაოცენური ნალექებიდან 427

მეტალოურგია

- *თ. ჩუბინიძე, ს. ჭაფარაძე, ყ. რუხაძე. თერმულად დამუშავებული ტუბულუსის ქვანახშირის ზოგიერთი ხარისხობრივი მახასიათებლის გამოკვლევა 432
- *ნ. შამბა. სილიციუმის მონოკრისტალებზე წარმონაქმნების მორფოლოგია 435

ენერგეტიკა

- *ლ. ხეინგია. ორი ურთიერთმეგობე უსასრულო ფირფიტის არასტაციონარული თბოგამტარობის სასაზღვრო ამოცანის გადაწყვეტა 440

ელემენტარული მათემატიკა

- *ა. კოტია, გ. ვადაჭკოტია. დატვირთვის დენის სტაბილიზაცია სამსხვიანი სქემით პარამეტრულ დენის წყაროებში 444

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

- *თ. ჩიხლაძე. დრეკადი საფრენი აპარატის კურსით მოძრაობის აბსოლუტური მდგრადობის გამოკვლევა 447
- *ი. მიქაძე. ორმანქანიანი გამომთვლელი კომპლექსის მიერ დავალების შესრულების შესაძლებლობის საკითხისათვის მისი იმედოვნების ვათვალისწინებით 452

მეტყობობა

- *თ. ჯაფარიძე. ნაძენარ-სოჭნარი ტყეების საბურველის გავლენა ნალექების შეკავებაზე 454

ბოტანიკა

- გ. ზამთარაძე. ფერდობის მცენარეულობის ბუნებრივ კომპლექსებს შორის მონაზღვრებისა და ურთიერთდამოკიდებულების შესწავლისათვის საქართველოს სამხრეთ მთიანეთზე 457
- ე. ბაიაშვილი. კერინჩხის — *Prunus spinosa* L. ბუნებრივი ჰიბრიდის მტერის მორფოლოგია 461

მცენარეთა ფიზიოლოგია

- მ. კიკვიძე, შ. ქანიშვილი. ფესვაგარეშე გამოკვების გავლენა ვაზში ნიტრატების შემცველობაზე 465

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

- *ვ. ქელიძე. საკვების ფოლიკულების გრანულოზური და თეკა უჯრედების შრეების რიცხვის ასაკობრივი თავისებურებანი 470
- *თ. ლაბაშვილი. ცირკულატორული ჰიპოქსიის გავლენა ბოცვერის ტენიის ქერქის პირდაპირ პასუხებზე 476
- *გ. აბულაძე. მოძრაობითი რეაქციების რეფლექსური შეჩერება დროის მცირე ინტერვალებით 479

ბიოფიზიკა

- *მ. თოფური, მ. ცარციძე, ბ. ლომსაძე. ღმწ-ს ურთიერთქმედების ზოგიერთ თავისებურებათა შესახებ ვირთავგას ღვიძლის ლიზოსომების მეშვეობით 483
- *ო. ჯიშკარიანი, ნ. კოტრიკაძე, მ. ცარციძე, ბ. ლომსაძე. ინტაქტური და სიმსივნემატარებელი ვირთავგების ლიზიდების ბრუნვითი კორელაციის შესწავლა 488

ბიომიმიკა

- *ნ. წიქარიძე, მ. მოლჩანოვი, ე. ტრუსოვა, გ. ყალიჩაძე. ლიმონის ფოთლების ქლოროფლასტების ლამელარული ცილების ამინომჟავების შედგენილობის შესწავლა 491

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

- მ. კიკნაველიძე. ფიტოალექსინები დაავადებულ მცენარეთა ქსოვილებში 493

მასპირიმენტული მორფოლოგია

- *მ. მშვიდლობაძე. ძვლის ქსოვილის ბიოლოგიური მდგომარეობის ლუმინესცენტურ-მიკროსკოპული შეფასება ნორმის, გასტერილებისა და დაკონსერვების პირობებში 499

მასპირიმენტული მედიცინა

- *ზიგ. ზურაბაშვილი, დ. ბუჩუკური. პალეპერიდოლისა და ამინაზინის მოქმედების ზოგიერთი მექანიზმის შესწავლის საკითხისათვის 503

კალეოპიოლოგია

- *ნ. კვახაძე. *Basiloidae*-ს ოჯახის ახალი გვარი დასავლეთ საქართველოს ბერაისულიდან (*Brachiopoda*) 508

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

С. Г. Каландаришвили. О состоятельности оценок однородных и изотропных случайных полей	273
Э. А. Надарая. О непараметрической оценке байесовского риска в задаче классификации	277
И. В. Бокучава. К корреляционному анализу последовательностей интервалов между событиями стационарного полумарковского процесса	281
Т. В. Кадеишвили. О дифференциалах спектральной последовательности ко-сого произведения	285
В. В. Салаев. Некоторые свойства интеграла типа Коши с непрерывной плотностью	289
Л. А. Гоголаури. Граничные задачи для обобщенного потенциального вектора	293
Т. Н. Сабурова. О некоторых свойствах коэффициентов Фурье по системе Фабера—Шаудера	297
С. Б. Топурия. О представлении функций, определенных на поверхности единичной сферы, рядами Лапласа	301
А. А. Вальфиш. Об одновременном представлении двух целых чисел линейной и квадратичной формами	305
А. Б. Харазишвили. О дифференцировании по системам Витали	309
О. Д. Церетели. О некоторых свойствах внутренних функций	313

МЕХАНИКА

Д. Г. Сулаберидзе, Л. И. Махарадзе. Расчет гасителей гидравлического удара с упругими амортизаторами из эластичного материала	317
---	-----

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

И. А. Зоненашвили. Изгиб круглой пластинки с опорным ребром переменной жесткости	321
М. О. Башелейшвили. О дифференциальных свойствах потенциалов трансверсально-изотропного тела	325

КИБЕРНЕТИКА

Т. Г. Кокочашвили. К вопросу о субъективных вероятностях в схеме Карнапа	329
В. Г. Шанишашвили. Метод опознавания структуры одного класса нелинейных динамических объектов с положительными обратными связями	333
* Е. И. Кистаури. Решение системы дифференциальных уравнений Колмогорова для конечных однородных марковских процессов (КОМП) с применением собственных чисел и собственных матриц	340

* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи.

ФИЗИКА

- А. И. Тутберидзе, Ф. Н. Тавадзе (академик АН ГССР). Тепловые колебания атомов в решетке твердого тела в зависимости от величины зерен и толщины промежуточного слоя 341
- И. Г. Ратишвили. Намагнитенное состояние электронов в вырожденной зоне 345
- Р. С. Поповиди, Д. Д. Қарқашадзе, З. С. Цверикмазашвили. Численное решение задачи дифракции на бесконечной многочисленной решетке 349
- Б. А. Маградзе, В. А. Матвеев. Конформно-инвариантные вершинные функции для случая непрерывного спектра масс 353

ГЕОФИЗИКА

- П. В. Джанджгава. Применение метода матричной прогонки для решения одного разностного аналога граничной задачи, описывающей пространственное изменение плотности космических лучей 357

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- К. А. Андрианов (академик АН СССР), А. И. Ногайдели, Э. И. Хубулава, В. М. Қопылев, А. Г. Колчина, Л. М. Хананашвили, Н. Г. Сычева. Взаимодействие четвертичных аммониевых силоксанолятов с органициклоксилосанамн 361
- А. И. Ногайдели, Л. И. Накаидзе, В. С. Цховребашвили, А. И. Гусев, А. В. Қисин. О сопровождающей реакции гидросилирования 1,1-дифенилэтилена 365
- Р. Д. Гигаури, Н. И. Гургенидзе, Б. Д. Чернокальский, О. О. Бурдуладзе. Взаимодействие некоторых диариларсиноэтинил-карбинолов с триэтилхлорсиланом и хлористым ацетилом 369

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Л. Ф. Уткина, Р. Н. Ахобадзе, Т. А. Теплицкая. Квазилинейчатые спектры антра-(2,3-В)-бензо-(d)-тиофена при 77°K 373
- М. В. Панчвидзе, Л. В. Махонина, Е. М. Нанобашвили. Импульсный радиолнз водных растворов солей висмута 377

ЭЛЕКТРОХИМИЯ

- Г. Ш. Мампорня, Д. Л. Гогичадзе, И. Г. Берикашвили. Анодное поведение сплавов системы железо-никель в нейтральном и щелочных растворах 381
- Дж. И. Джапаридзе, В. В. Шавгулидзе. О величинах кинетического тока разряда анионов в воде, спиртах и их смесях 385
- Г. Д. Багратишвили, Р. Б. Джанелидзе, О. В. Саксаганский, В. А. Чагелишвили. Анодное окисление пленок нитрида германия 389

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- В. Г. Сихарулидзе, Т. Г. Габададзе, Л. В. Никитина. Определение состава жидкой фазы суспензий алуניתового напрягающего цемента с добавкой борной кислоты и без нее 393
- Н. М. Чочншвили, В. М. Мдивани, Р. В. Чагунава, В. Ш. Бахтадзе. О восстановлении концентрата марганцевой легкопористой руды Читурского месторождения азотоводородной смесью 397

В. Н. Гаприндашвили, Ш. Э. Эристави, Г. Л. Азмайпарашвили. Статистическое исследование и оптимизация процесса хлорирования целестинового концентрата в расплаве	401
Р. И. Агладзе (академик АН ГССР), Д. Г. Урекадзе, Д. Ш. Қавзинадзе. Разработка технологического цикла получения перманганата калия высокой чистоты	405

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

Дж. И. Месхиа. Морфоструктурный анализ рельефа пограничной полосы южного склона Западного Кавказиони и Колхидского межгорья	409
---	-----

ГЕОЛОГИЯ

А. И. Суладзе. О некоторых особенностях отложений нижнего плиоцена из окрестностей г. Евпатория	413
Т. В. Джанелидзе, З. А. Пайлодзе. Новые данные о геологии порфириновой свиты байоса на северо-западном погружении Окрибского поднятия	417

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

Г. Д. Ананишвили, Х. Н. Пурцеладзе. Палинологическая характеристика тарханских отложений Западной Грузии (Рачинско-Лечхумская синклиналь)	421
Н. Ш. Салуквадзе. Некоторые представители нуммулитов из верхнеэоценовых отложений окрестностей с. Калдахвара (Западная Грузия)	425

МЕТАЛЛУРГИЯ

Т. А. Чубинидзе, С. Г. Джапаридзе, Д. А. Рухадзе. Исследование некоторых качественных характеристик термообработанного ткибульского каменного угля	429
Н. А. Шамба. Морфология образований на монокристаллах кремния	433

ЭНЕРГЕТИКА

Л. В. Хвингия. Решение краевой задачи нестационарной теплопроводности для двух соприкасающихся бесконечных пластин	437
--	-----

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

А. Қ. Қотия, Г. В. Вадачкория. Стабилизация тока нагрузки в параметрических источниках тока по трехлучевой схеме	441
--	-----

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

Т. М. Чихладзе. Исследование абсолютной устойчивости упругого летательного аппарата при движении по курсу	445
И. С. Микадзе. К вопросу осуществимости выполнения задания двухмашинным вычислительным комплексом с учетом его надежности	449

ЛЕСОВЕДЕНИЕ

Т. М. Джапаридзе. Влияние полога темнохвойных лесов на задержание осадков	453
---	-----

БОТАНИКА

- * Г. К. Замтарадзе. К изучению взаимовлияния и связи смежных природных комплексов растительности склонов Южного нагорья Грузии 460
- * Е. И. Банашвили. Морфология пыльцы естественного гибрида терна -- *Prunus spinosa* L. 462

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

- * М. В. Киквидзе, Ш. Ш. Чанишвили. Влияние некорневой подкормки на содержание нитратов в виноградной лозе 467

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- В. Е. Квливидзе. Возрастные особенности количества слоев гранулезных и тека клеток фолликулов яичника 469
- Т. Ш. Лабахуа. Влияние циркуляторной гипоксии на прямые ответы коры мозга кролика 473
- Г. В. Абуладзе. Рефлекторная задержка двигательных реакций на малые интервалы времени 477

БИОФИЗИКА

- М. А. Топурия, М. А. Царцидзе, Б. А. Ломсадзе. О некоторых особенностях взаимодействия ДНК с мембранами лизосом печени крыс 481
- О. С. Джишкарцани, Н. Г. Котрикадзе, М. А. Царцидзе, Б. А. Ломсадзе. Изучение вращательной корреляции липидов интактных крыс и крыс опухоленосителей 485

БИОХИМИЯ

- Н. В. Цикаридзе, М. И. Молчанов, В. М. Трусова, Г. С. Каличава. Изучение аминокислотного состава ламеллярных белков хлоропластов из листьев лимона 489

МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

- * М. Е. Кикнавелидзе. Фитоалексины в тканях больных растений 495

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

- М. В. Мшвидобадзе. Люминесцентно-микроскопическая оценка биологического состояния костной ткани в норме, при стерилизации и консервации 497

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- Зиг. А. Зурабашвили, Д. А. Бучукури. К вопросу изучения некоторых механизмов действия галоперидола и аминазина 501

ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

- Н. Н. Квахадзе. Новый род семейства *Basiloidae* из берриаса Западной Грузии (*Brachiopoda*) 505

CONTENTS*

MATHEMATICS

S. G. Kalandarishvili. On the consistency of estimates of homogeneous and isotropic fields	276
E. A. Nadaraya. On nonparametric estimation of Bayes' risk in a classification problem	280
I. V. Bokuchava. On the correlation analysis of the series of interarrival time in the stationary semimarkovian process	284
T. V. Kadeishvili. On the differentials of the spectral sequence of a fibre bundle	288
V. V. Salaev. Some properties of the Cauchy type integral with continuous density	292
L. A. Gogolauri. Boundary value problems for a generalized potential vector	296
T. N. Saburova. On some properties of Fourier coefficients over a Faber-Schauder system	300
S. B. Topuria. On the representation of functions determined on the surface of a unique sphere by Laplace series	303
A. A. Walfisz. On the simultaneous representation of two whole numbers by linear and quadratic forms	308
A. B. Kharazishvili. On the differentiation with respect to systems of Vitali	312
O. D. Cereteli. On some properties of inner functions	316

MECHANICS

D. G. Sulaberidze, L. I. Makharadze. Calculation of hydraulic impact dampers with resilient shock absorbers made of elastic material	320
--	-----

THEORY OF ELASTICITY

I. A. Zonenashvili. Bending of a circular plate with a supporting rib of variable rigidity	324
M. O. Basheleishvili. On the differential properties of potentials of a transversal-isotropic body	328

CYBERNETICS

T. G. Kokochashvili. On the subjective probabilities in Carnap's scheme	332
V. G. Shanshiashvili. A structure identification method of a single class of nonlinear dynamic objects with positive feedbacks	336

* The title marked with an asterisk refers to the summary of the article.

- E. I. Kistauri. Solution of Kolmogorov's differential equations for a finite homogeneous Markovian process (FHMP) through eigenvalue numbers and matrices 340

PHYSICS

- A. I. Tutberidze, F. N. Tavadze. Thermal oscillations of atoms in the lattice of a solid body depending on the grain size and thickness of interfacial layer 343
- I. G. Ratishvili. Magnetic state of electrons in a degenerated band 348
- R. S. Popovidi, D. D. Karkashadze, Z. S. Tsverikmazashvili. A numerical solution of the problem of diffraction on an infinite multilayer lattice (method of nonorthogonal series) 352
- B. A. Magradze, V. A. Matveev. Conformally invariant vertex functions in the case of continuous mass spectrum 356

GEOPHYSICS

- P. V. Janjgava. Application of the matrix travel method in solving a difference analogue of a boundary problem describing the spatial variation of cosmic ray density 360

ORGANIC CHEMISTRY

- K. A. Andrianov, A. I. Nogaideli, E. F. Khubulava, V. M. Kopilev, A. G. Kolchina, L. M. Khananashvili, N. G. Sycheva. Interaction of quaternary ammonium siloxanates with organocyclosiloxanes 364
- A. I. Nogaideli, L. I. Nakaidze, V. S. Tskhovrebashvili, A. I. Gusev, A. V. Kisin. On the reaction accompanying 1.1.3.3.-diphenylethylene hydrosilylation 368
- R. D. Gigauri, N. I. Gurgeniidze, B. D. Chernokalski, O. O. Burduladze. The interaction of some diarylarsinoethylcarbinols with triethylchlorosilane and acetyl chloride 372

PHYSICAL CHEMISTRY

- L. F. Utkina, R. N. Aknobadze, T. A. Teplitskaya. Quasi-linear spectra of anthra-(2,3-b)-benzo-(d)-thiophene at 77°K 376
- M. V. Panchvidze, L. V. Makhonina, E. M. Nanobashvili. Pulse radiolysis of aqueous solutions of bismuth salts 380

ELECTROCHEMISTRY

- G. Sh. Mamporia, D. L. Gogichadze, I. G. Berikashvili. Anodic behaviour of alloys of the iron-nickel system in neutral and alkali solutions 384
- J. I. Japaridze, V. V. Shavgulidze. On the values of the kinetic current of anionic discharge in water, alcohols and their mixtures 388
- G. D. Bagratishvili, R. B. Janelidze, O. V. Saksaganski, V. A. Chagelishvili. Anodic oxidation of germanium nitride films 392

CHEMICAL TECHNOLOGY

- V. G. Sikharulidze, T. G. Gabadadze, L. V. Nikitina. Determination of liquid phase composition of alunite stressing cement (ASC) suspension with and without boric acid addition 396
- N. M. Chochishvili, V. M. Mdivani, R. V. Chagunava, V. Sh. Bakh-tadze. Reduction of the concentrate of Chiatura manganese light-weight ore with an H_2/N_2 mixture 399
- V. N. Gaprindashvili, Sh. E. Eristavi, G. L. Azmaiparashvili. Statistical investigation and optimization of chlorination of celestite concentrate in molten masses 404
- R. I. Agladze, D. G. Urekadze, D. Sh. Kavzinadze. Working out a technological cycle of production of high-purity potassium permanganate 408

PHYSICAL GEOGRAPHY

- J. I. Meskhia. Morpho-structural analysis of the boundary between the Colchis intermontane depression and the southern slope of the Greater Caucasus 412

GEOLOGY

- A. I. Suladze. On some peculiarities of the Lower Pliocene sediments near the town of Eupatoria 416
- T. V. Janelidze, Z. A. Pailodze. New data on the geology of the Bajocian porphyritic suite of the north-western submersion zone of the Okriba uplift 420

PALAEONTOLOGY

- G. D. Ananiashvili, Kh. N. Purtseladze. Palynological features of Tar-khanian deposits of Western Georgia (Racha-Lechkhumi syncline) 423
- N. Sh. Salukvadze. Some nummulites from the Upper Eocene deposits of the Kaldakhvara environs (Western Georgia) 428

METALLURGY

- T. A. Chubinidze, S. G. Japaridze, D. A. Rukhadze. Investigation of some qualitative properties of thermally treated pit coal of Tkibuli 432
- N. A. Shamba. The morphology of formations on single crystals of silicon 435

POWER ENGINEERING

- L. V. Khvingia. Solution of a boundary-value problem of nonstationary thermal conductivity for two contacting infinite plates 440

ELECTROTECHNICS

- A. K. Kotia, G. V. Vadachkoria. Load current stabilization in parametric current sources according to a three-branch circuit 444

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- T. M. Chikhladze. Study of the absolute stability of a resilient aircraft during its motion on course 447
- I. S. Mikadze. On the problem of task execution by a twin-computer system with account of its reliability 452

FORESTRY

- T. M. Japaridze. The influence of spruce-fir crown on the retention of precipitation 455

BOTANY

- G. K. Zamtaradze. Toward the study of the spatial distribution and the vegetation zones of the southern highlands of Georgia 460
- E. I. Baiashvili. The morphology of pollen of the natural hybrid of *Prunus spinosa* L. 463

PLANT PHYSIOLOGY

- M. V. Kikvidze, Sh. Sh. Chanishvili. The effect of foliar application on the content of nitrates in grapevine 467

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- V. E. Kvilividze. Age peculiarities of layer quantity of granular and Graafian cells of ovarian follicles 470
- T. Sh. Labakhua. The influence of circulatory hypoxia on the direct cortical responses of a rabbit 476
- G. V. Abuladze. Reflectory delay of motor reactions to short intervals of time 479

BIOPHYSICS

- M. A. Topuria, M. A. Tsartsidze, B. A. Lomsadze. Some peculiarities of DNA interaction with rat liver lysosomal membranes 483
- O. S. Jishkariani, N. G. Kotrikadze, M. A. Tsartsidze, B. A. Lomsadze. Investigation of rolling correlation of lipids in normal and tumorous rats 488

BIOCHEMISTRY

- N. V. Tsikaridze, M. I. Molchanov, V. M. Trusova, G. S. Kalichava. Study of the amino acid composition of chloroplast lamellar proteins from lemon leaves 492

MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

- M. E. Kiknavelidze. Phytoalexins in tissues of diseased plants 496

EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

- M. V. Mshvidobadze. Luminescent-microscopic assessment of the biological state of a normal bony tissue under sterilization and preservation conditions 499

EXPERIMENTAL MEDICINE

- Zig. A. Zurabashvili, D. A. Buchukuri. On some mechanisms of the effect of Haloperidol and Aminazine 503

PALAEOBIOLOGY

- N. N. Kvakhadze. A new genus of the family *Basiliolidae* of the Berriasian of Western Georgia (*Brachiopoda*) 508



С. Г. КАЛАНДАРИШВИЛИ

О СОСТОЯТЕЛЬНОСТИ ОЦЕНОК ОДНОРОДНЫХ И
 ИЗОТРОПНЫХ СЛУЧАЙНЫХ ПОЛЕЙ

(Представлено академиком И. Н. Векуа 14.1.1976)

Рассмотрим действительную гауссовскую случайную функцию векторного параметра $t = (t_1, t_2, \dots, t_N)$

$$\xi(t) = \theta(t) + \eta(t), \quad t \in T_0, \quad (1)$$

на множестве T_0 в N -мерном пространстве R^N , где $\theta(t)$, $t \in T_0$ — некоторая детерминированная функция, а $\eta(t)$, $t \in T_0$ — случайные величины из некоторого гауссовского однородного и изотропного поля с нулевым средним значением. При этом будем предполагать, что возможные значения функционального параметра $\theta = \theta(t)$, $t \in T_0$ образуют некоторое линейное пространство Θ . нас будут интересовать оценки неизвестной функции $\theta = \theta(t)$, построенные по $\xi(t)$, $t \in T_0$.

Как известно (см. [1]), если поле $\eta(t)$ однородное и изотропное, тогда его корреляционная функция имеет вид

$$M\eta(t)\overline{\eta(s)} = B(\rho) = 2^{(N-2)/2} \Gamma\left(\frac{N}{2}\right) \int_0^\infty \frac{I_{(N-2)/2}(\lambda\rho)}{(\lambda\rho)^{(N-2)/2}} dF(\lambda), \quad (2)$$

где ρ — расстояние между точками t и s , $F(\lambda)$ — ограниченная неубывающая функция на $(0, +\infty)$, а само поле допускает следующее представление:

$$\eta(t) = c_N \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{l=1}^{h(m, N)} S^{(m, l)}(\rho_1, \dots, \rho_{N-2}, \varphi) \int_0^\infty \frac{I_{m+(N-2)/2}(\lambda r)}{(\lambda r)^{(N-2)/2}} Z^{(m, l)}(d\lambda), \quad (3)$$

где $(\rho_1, \dots, \rho_{N-2}, \varphi)$ — полярные координаты точки t , $S^{(m, l)}(\rho_1, \dots, \rho_{N-2}, \varphi)$ — ортонормированные сферические гармоники степени m ,

$$h(m, N) = (2m + N - 2) \frac{(m + N - 3)!}{(N - 2)! m!}, \quad Z^{(m, l)}(\cdot) —$$

последовательность гауссовских аддитивных функций множества, такая, что

$$MZ^{(m, l)}(A) = 0,$$

$$MZ^{(m, l)}(A_1) Z^{(p, q)}(A_2) = \delta_m^p \delta_l^q F(A_1 \cap A_2),$$

3. შიშველი ნიკ. ზაქ. აღიკ.
 სტატისტიკური ცენტრის
 მისამართი: ...

$$c_N^2 = 2^{N-1} \Gamma\left(\frac{N}{2}\right) \pi^{N/2}.$$

Пусть $T_0 = V_B$ — шар с радиусом B в R^N , а через $W_2(F)$ обозначим гильбертово пространство, элементами которого являются последовательности функций $\varphi = \{\varphi^{(m,l)}(\lambda)\}$, $0 \leq \lambda < \infty$, $m=1, 2, \dots$, $l=1, 2, \dots, h(m, N)$ со скалярным произведением

$$\langle \varphi_1, \varphi_2 \rangle_F = \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{l=1}^{h(m, N)} \int_0^{\infty} \varphi_1^{(m,l)}(\lambda) \overline{\varphi_2^{(m,l)}(\lambda)} dF(\lambda). \quad (4)$$

Будем предполагать также, что распределения вероятностей P_θ случайного поля $\xi(t)$, $t \in T_0$ при всех значениях функционального параметра $\theta \in \Theta$ эквивалентны между собой. Это равносильно тому (см. [1]), что для любого $\theta(t)$ существует $\varphi_\theta = \{\varphi^{(m,l)}(\lambda)\}$ из $W_2(F)$, такая, что

$$\theta^{(m,l)}(r) = c_N^2 \int_0^{\infty} \varphi_0^{(m,l)} \frac{I_{m+(N-2)/2}(\lambda r)}{(\lambda r)^{(N-2)/2}} dF(\lambda), \quad 0 \leq r \leq B, \quad (5)$$

где $\theta^{(m,l)}(r)$ — коэффициенты Фурье $\theta(r, \cdot)$ по системе сферических гармоник.

Обозначим через W_0 подпространство в $W_2(F)$, образованное указанными в (5) элементами. Формула (5) устанавливает взаимно-однозначное соответствие $\theta \in \Theta \leftrightarrow \varphi_\theta \in W_0$ и позволяет рассматривать Θ как гильбертово пространство со скалярным произведением

$$\langle \theta_1, \theta_2 \rangle = \langle \varphi_{\theta_1}, \varphi_{\theta_2} \rangle_F. \quad (6)$$

При такой интерпретации Θ всякий элемент $\theta = \theta(t)$, $t \in T_0$ из этого гильбертова пространства можно представить в виде $\theta = \sum_k a_k \theta_k$, где $\theta_1, \theta_2, \dots$ — некоторый базис в Θ и $a_k = \langle \theta, \theta_k^* \rangle$, $k=1, 2, \dots$ ($\theta_1^*, \theta_2^*, \dots$ — сопряженная система к $\theta_1, \theta_2, \dots$), что дает возможность свести задачу об оценке элемента $\theta \in \Theta$ к оценке числовых коэффициентов $a_k = \langle \theta, \theta_k^* \rangle$, $k=1, 2, \dots$ каждый из которых является линейным непрерывным функционалом от θ .

Можно показать, что наилучшая оценка произвольного линейного функционала $a = a(\theta)$ от $\theta \in \Theta$, представимого по формуле Рисса в виде

$$a(\theta) = \langle \theta_a, \theta \rangle = \langle \varphi_a, \varphi_\theta \rangle_F, \quad \theta \in \Theta \quad (7)$$

описывается следующей формулой (ср. [2]):

$$\hat{a} = c_N \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{l=1}^{h(m, N)} \int_0^{\infty} \varphi_a^{(m,l)}(\lambda) Z^{(m,l)}(d\lambda).$$

Величина \hat{a} является несмещенной оценкой $M_\theta a = \hat{a}(\theta)$, $\theta \in \Theta$, а ее дисперсия равна

$$\|\varphi_a\|_F^2 = c_N^2 \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{l=1}^{h(m, N)} \int_0^{\infty} |\varphi^{(m, l)}(\lambda)|^2 dF(\lambda).$$

Рассмотрим последовательность наилучших оценок \widehat{a}^n , $n = 1, 2, \dots$ для функционала (7) по расширяющимся наблюдениям $\xi(t)$, $t \in T_n$ на множестве T_n , где T_n представляет собой N -мерный шар с радиусом B_n . При каждом n упомянутые наилучшие оценки \widehat{a}^n (по $\xi(t)$, $t \in T_n$) имеют вид

$$\widehat{a}^n = c_N \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{l=1}^{h(m, N)} \int_0^{\infty} \varphi_{a^n}^{(m, l)}(\lambda) Z^{(m, l)}(d\lambda),$$

где $\varphi_{a^n}^{(m, l)}(\lambda)$ определяется аналогично $\{\varphi^{(m, l)}(\lambda)\}$ в формуле (5), когда $0 \leq r \leq B_n$.

Пусть $T = \bigcup T_n$. Известно (см. [2], гл. III, теорема 8), что состоятельные оценки имеются для линейных функционалов $a = a(\theta)$, $\theta \in \Theta$ тогда и только тогда, когда все вероятностные распределения P_θ , $\theta \in \Theta$ величины $\xi(t)$, $t \in T$ взаимно сингулярны.

Используя результаты [1], имеем следующую теорему:

Теорема 1. *Состоятельные оценки имеются для всех линейных функционалов $a(\theta)$, $\theta \in \Theta$ тогда и только тогда, когда ни одна из функций $\theta = \theta(t)$, $t \in T$ из Θ не удовлетворяет условию*

$$\sum_{m=0}^{\infty} \sum_{l=1}^{h(m, N)} \int_0^{\infty} |\varphi^{(m, l)}(\lambda)|^2 dF(\lambda) < +\infty,$$

где $\{\varphi^{(m, l)}(\lambda)\}$ соответствует $\theta(t)$ по формуле (5) при $0 \leq r \leq \sup B_n$.

Если допустим, что $F'(\lambda) = f(\lambda)$ существует и $\frac{f(\lambda)}{\lambda^{N-1}}$ ограничена на $(0, +\infty)$, то будет иметь место

Теорема 2. *Состоятельные оценки имеются для всех линейных функционалов $a(\theta)$, $\theta \in \Theta$ тогда и только тогда, когда ни одна из функций $\theta = \theta(t)$, $t \in T$ не может быть продолжена на все пространство R^N таким образом, чтобы преобразования Фурье—Бесселя $\psi^{(m, l)}(\lambda)$ функций $\theta^{(m, l)}(r) r^{(N-1)/2}$ удовлетворяли условию*

$$\sum_{m=0}^{\infty} \sum_{l=1}^{h(m, N)} \int_0^{\infty} \frac{|\psi^{(m, l)}(\lambda)|^2 \lambda^{N-1}}{f(\lambda)} d\lambda < \infty.$$

Обозначим через Θ_0 бесконечномерное подпространство всех $\theta(t)$, $t \in T$, для которых выполняется (5), когда $0 \leq r \leq \sup B_n$. Доказывается

Теорема 3. *Для того чтобы наилучшие оценки функционала $a = a(\theta)$, $\theta \in \Theta_0$ были состоятельны, необходимо и достаточно, чтобы*

$$\|\varphi_{\theta^n}(\lambda)\|_F \rightarrow \infty \text{ при } n \rightarrow \infty \quad (8)$$

для любого $\theta \in \Theta_0$, такого, что $a(\theta) \neq 0$, $a(\theta) = \langle \varphi_{a^n}, \varphi_{\theta^n} \rangle_F$.

В приложениях, как правило, спектральная мера $dF(\lambda)$ бывает неизвестна, в лучшем случае известна некоторая ее оценка.

Пусть истинная спектральная мера есть $dF_0(\lambda)$, а $dF(\lambda)$ — некоторая ее оценка, такая, что $dF_0(\lambda)/dF(\lambda) < 1$. Рассмотрим указанные ранее оценки \hat{a}^n (построенные по псевдоспектральной мере $dF(\lambda)$). Это несмещенные линейные оценки (называемые псевдонаилучшими, см. [2]). При $F'(\lambda) = f(\lambda) = 1$ это обычные оценки наименьших квадратов.

Когда мера $dF(\lambda)$ абсолютно непрерывна относительно меры $dF_0(\lambda)$, тогда полученные выше теоремы 1—3 остаются справедливыми в отношении псевдонаилучших оценок.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 15.1.1976)

მათემატიკა

ს. კალანდარიშვილი

ერთგვაროვანი და იზოტროპული შემთხვევითი ველების
 შეფასებათა კალდებულობის შესახებ

რეზიუმე

მოცემულია აუცილებელი და საკმარისი პირობები საუკეთესო და ფსევდოსაუკეთესო შეფასებათა ძალდებულობის შესახებ გაუსის ერთგვაროვანი და იზოტროპული ველების შემთხვევაში.

MATHEMATICS

S. G. KALANDARISHVILI

ON THE CONSISTENCY OF ESTIMATES OF HOMOGENEOUS AND ISOTROPIC FIELDS

Summary

The necessary and sufficient conditions are given for the consistency of best and pseudobest estimates in the case of Gaussian homogeneous and isotropic fields.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. И. Ядренко. Теория вероятностей и математическая статистика, вып. 7, 1972.
2. Ю. А. Розанов. Труды МИ АН СССР, 108, 1968.



Э. А. НАДАРАЯ

О НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ БАЙЕСОВСКОГО РИСКА
 В ЗАДАЧЕ КЛАССИФИКАЦИИ

(Представлено академиком И. Н. Векуа 26.12.1975)

Как известно, задача классификации формулируется следующим образом: имеется наблюдение над случайной величиной (с. в.) X со значениями в евклидовом p -мерном пространстве E_p , относительно распределения которой известно, что оно есть P_1 или P_2 , где P_1 и P_2 заданы *a priori* и требуется указать (классифицировать), к какому именно распределению P_1 или P_2 относится наблюдение. Эта задача классификации резко осложняется, если *a priori* распределения P_1 и P_2 неизвестны, а даны лишь независимые наблюдения над случайными величинами $X^{(1)}$ и $X^{(2)}$, имеющими распределения P_1 и P_2 соответственно. Возникающей здесь проблеме классификации посвящено довольно много работ (см., например, для библиографии [1, 2]).

Настоящая заметка дополняет результаты работы [1] изучением сильной состоятельности оценки байесовского риска. Построенная при этом эмпирическая область классификации в некоторой метрике асимптотически приближается к неизвестному оптимальному множеству.

1. Сбозначим P вероятностную меру на σ -алгебре B_p борелевских множеств из E_p , имеющую плотность $f(x)$, $x = (x_1, x_2, \dots, x_p)$, по лебеговой мере l . Пусть имеется выборка $X_i, i = \overline{1, n}$, из генеральной совокупности X , распределенной с плотностью $f(x)$. Рассмотрим непараметрическую оценку плотности $f(x)$, основанную на весовой функции W ,

$$f_n(x) = a_n^{-p} \int_{E_p} W\left(\frac{x-u}{a_n}\right) dF_n(u), \quad (П)$$

где W —некоторая плотность распределения, удовлетворяющая условиям работы [3], $F_n(x)$ —выборочная функция распределения, а a_n —последовательность положительных чисел, таких, что $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = 0, \lim_{n \rightarrow \infty} na_n^p = \infty$.

Лемма [3]. Если $f(x) \in L_2(E_p)$ и ряд $\sum_{n=1}^{\infty} n \exp\{-\gamma na_n^{2p}\}$ сходится при любом $\gamma > 0$, то при $n \rightarrow \infty$ почти наверное (п. н.) $\|f_n - Ef_n\| \rightarrow 0$ ($\|\cdot\|$ —норма пространства $L_2(E_p)$).

Теорема 1. Если $f(x) \in L_2(E_p)$ и $a_n = a_0 n^{-\alpha}, 0 < a_0 < \infty, 0 < \alpha < \frac{1}{2p}$, то при $n \rightarrow \infty$ последовательность мер $\{P_n\}$ сходится по вариации к мере



$\rho(\mathbf{P}_n, \mathbf{P}) = \sup_{A \in B_p} |\mathbf{P}_n(A) - \mathbf{P}(A)| \rightarrow 0$ п. н., где \mathbf{P}_n — вероятностная мера, соответствующая $f_n(x)$.

Доказательство. Обозначим

$$K_n(x) = a_n^{-p} \int_{B_x} W\left(\frac{u}{a_n}\right) dt, \quad B_x = \prod_{i=1}^p (-\infty, x_i).$$

Пусть $F(x)$ — функция распределения с. в. X . Легко заметить, что $f_n(x)$ и $Ef_n(x)$ — плотности распределений $F_n(x) * K_n(x)$ и $F(x) * K_n(x)$ соответственно (* — знак свертки). Известно, что $F_n(x)$ сходится к $F(x)$ п. н. равномерно по $x \in E_p$. $K_n(x)$ сходится к вырожденному в 0 распределению. Следовательно, $F_n(x) * K_n(x)$ сходится к $F(x)$ п. н. Далее, для любого $\varepsilon > 0$ существует в E_p конечный интервал I_p , такой, что $\mathbf{P}(\bar{I}_p) < \frac{\varepsilon}{4}$, $\bar{I}_p = E_p \setminus I_p$. Тогда в силу сходимости $F_n(x) * K_n(x)$ и $F(x) * K_n(x)$ к $F(x)$ можно найти такое $N(\omega)$, что для всех $n \geq N(\omega)$

$$A_n^{(1)} = \int_{\bar{I}_p} f_n(x) dl < \frac{\varepsilon}{2}, \quad A_n^{(2)} = \int_{\bar{I}_p} Ef_n(x) dl < \frac{\varepsilon}{2}.$$

Из леммы и неравенства Шварца следует, что

$$A_n^{(3)} = \int_{I_p} |f_n(x) - Ef_n(x)| dl \rightarrow 0 \text{ п. н.},$$

а так как $Ef_n(x)$ сходится к $f(x)$ почти всюду, то, по теореме Шеффе [4],

$$A_n^{(4)} = \int_{E_p} |Ef_n(x) - f(x)| dl \rightarrow 0 \text{ при } n \rightarrow \infty.$$

Из этих соотношений и неравенства

$$\rho(\mathbf{P}_n, \mathbf{P}) = \frac{1}{2} \int_{E_p} |f_n(x) - f(x)| dl \leq \frac{1}{2} (A_n^{(1)} + A_n^{(2)} + A_n^{(3)} + A_n^{(4)})$$

следует утверждение теоремы.

2. Пусть на B_p заданы две вероятностные меры \mathbf{P}_1 и \mathbf{P}_2 , имеющие плотности $f_1(x)$ и $f_2(x)$ соответственно по лебеговой мере.

Байесовское правило $\delta(X)$ классификации состоит в следующем: наблюдение X принадлежит генеральной совокупности Γ_1 или Γ_2 с распределениями \mathbf{P}_1 и \mathbf{P}_2 соответственно в зависимости от того,

$$X \in E_0 = \{x : f_1(x) - cf_2(x) \geq 0\} \text{ или } X \in \bar{E}_0 = E_p \setminus E_0,$$

где $c = c_2(1 - \pi)/c_1\pi$, причем c_1 и c_2 — цены ошибочной классификации, а π и $1 - \pi$ — априорные вероятности, связанные с Γ_1 и Γ_2 . Предположим, что c известно.

В классе всех разбиений пространства E_p на два непересекающихся множества Ω_1 и Ω_2 , $\Omega_1 \cup \Omega_2 = E_p$, средние потери (риск) неправильной классификации равны

$$R(\chi_{\Omega_1}) = \int_{E_p} [c_1 \pi (1 - \chi_{\Omega_1}(x)) f_1(x) + c_2 (1 - \pi) \chi_{\Omega_1}(x) f_2(x)] dl,$$

где χ_{Ω} — индикатор множества Ω .

Байесовский риск определяется как $R^* = \min_{\Omega \in B_p} R(\chi_{\Omega}) = R(\chi_{E_0})$.

Пусть теперь $f_1(x)$ и $f_2(x)$ неизвестны; тогда байесовское решающее правило обычно нельзя определить и, следовательно, нельзя аналитически посчитать байесовский риск. Однако если имеются достаточно правильно классифицированные данные (обучающие выборки) объемов n_i из Γ_i , $i=1, 2$, то можно эмпирически определить класс непараметрических решающих правил $\delta_n(X): X \in \Gamma_1$, если $X \in E^{(n)} = \{x: f_{n_1}(x) - c f_{n_2}(x) \geq 0\}$, и $X \in \Gamma_2$, если $X \in E_p \setminus E^{(n)}$, где $n = (n_1, n_2)$ и $f_{n_i}(x)$ — оценки типа (П) плотности $f_i(x)$. Риск, соответствующий правилу $\delta_n(X)$, обозначим $R_n = R(\chi_{E^{(n)}})$.

Разность рисков R_n и R^* удовлетворяет следующему неравенству [1]:

$$0 \leq R_n - R^* \leq 2c_1 \pi \rho(\mathbf{P}_{n_1}, \mathbf{P}_1) + 2c_2 (1 - \pi) \rho(\mathbf{P}_{n_2}, \mathbf{P}_2), \quad (1)$$

где \mathbf{P}_{n_i} — мера, соответствующая $f_{n_i}(x)$.

Если $f_i(x)$ и a_{n_i} (a_{n_i} есть параметр, входящий в оценку $f_{n_i}(x)$) удовлетворяют условию теоремы 1 (т. е. $f_i(x) \in L_2(E_p)$, $a_{n_i} = a_0 n_i^{-\alpha_i}$, $0 < \alpha_i < \frac{1}{2p}$), то из неравенства (1) получаем, что риск R_n , соответствующий решающему правилу $\delta_n(X)$, сходится п. н. к R^* при $n_1, n_2 \rightarrow \infty$:

$$R_n \rightarrow R^* \quad \text{п. н.} \quad (2)$$

За меру расхождения между E_0 и $E^{(n)}$ примем $d(E_0 \Delta E^{(n)}) = \max[\mathbf{P}_1(E^{(n)} \Delta E_0), \mathbf{P}_2(E^{(n)} \Delta E_0)]$, ($E^{(n)} \Delta E_0$ — симметрическая разность). Обозначим $B_0 = \{x: c_1 \pi f_1(x) - c_2 (1 - \pi) f_2(x) = 0\}$ и предположим, что $\mathbf{P}_i(B_0) = 0$, $i = 1, 2$. Легко заметить, что

$$\begin{aligned} 0 \leq R_n - R^* &= \int [c_1 \pi f_1(x) - c_2 (1 - \pi) f_2(x)] [\chi_{E_0}(x) - \chi_{E^{(n)}}(x)] dl = \\ &= \int_{E^{(n)} \Delta E_0} |c_1 \pi f_1(x) - c_2 (1 - \pi) f_2(x)| dl. \end{aligned} \quad (3)$$

Мера $\mathbf{P} = \mathbf{P}_1 + \mathbf{P}_2$ ($\mathbf{P}_i(A) = \int_A f_i(x) dl$, $A \in B_p$) абсолютно непрерывна

относительно меры μ :

$$\mu(A) = \int_A |c_1 \pi f_1(x) - c_2(1 - \pi) f_2(x)| dl, \quad A \in B_p.$$

Действительно, пусть $A \in B_p$, $A \cap B_0 = \emptyset$ и $\mu(A) = 0$, тогда $I(A) = 0$; значит, $P_i(A) = 0$, т. е. $P(A) = 0$. Наконец, пусть $B_0 \cap A \neq \emptyset$ и $\mu(A) = 0$, тогда $I(A - B_0) = 0$ и, следовательно, $P(A) = 0$. Стало быть, $P \ll \mu$. Стсюда и из (2), (3) следует

Теорема 2. Если $f_i(x) \in L_2'(E_T)$ и $a_{n_i} = a_0 n_i^{-\alpha_i}$, $0 < \alpha_i < \frac{1}{2p}$, то $P(E^{(n)} \Delta E_0) \rightarrow 0$ п. н. при $n_1, n_2 \rightarrow \infty$ и тем самым $d(E^{(n)} \Delta E_0) \rightarrow 0$ п. н. при $n_1, n_2 \rightarrow \infty$.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 26.12.1975)

მათემატიკა

ბ. ნადარაია

კლასიფიკაციის ამოცანის ბაიესის რისკის არაპარამეტრული
შეფასების შესახებ

რეზიუმე

დამტკიცებულია განაწილების სიმკვრივის არაპარამეტრული შეფასების ვარიაციით კრებადობა და მასთან დაკავშირებული ბაიესის რისკის ძლიერად კრებადობა.

MATHEMATICS

E. A. NADARAYA

ON NONPARAMETRIC ESTIMATION OF BAYES' RISK IN A CLASSIFICATION PROBLEM

Summary

The strong consistency of the estimator of Bayes' risk in a classification problem is investigated. The constructed empirical region of classification asymptotically tends, in a certain metric, to the unknown optimal set.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Y. Ryzin. Sankhya, ser-A, vol. 28, part 2, 3, 1966.
2. С. А. Айвазян, З. И. Бежаева, О. В. Староверов. Классификация многомерных наблюдений. М., 1974.
3. Э. А. Надарая. Теор. вероят. и ее примен., т. XVIII, № 4, 1973.
4. H. A. Scheffe. Ann. Math. Stat., 18, № 3, 1947.



И. В. БОКУЧАВА

К КОРРЕЛЯЦИОННОМУ АНАЛИЗУ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ
 ИНТЕРВАЛОВ МЕЖДУ СОБЫТИЯМИ СТАЦИОНАРНОГО
 ПОЛУМАРКОВСКОГО ПРОЦЕССА

(Представлено академиком И. Н. Векуа 23.12.1975)

1. Рассмотрим полумарковский процесс с двумя различными типами интервалов между событиями; длины этих интервалов X_i , $i = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$, считаются взаимнонезависимыми случайными величинами, имеющими при каждом значении i плотность распределения $f_1(x)$ или $f_2(x)$, ($x \geq 0$) в зависимости от того, является ли X_i интервалом первого или соответственно второго типа. Причем будем считать, что по выборочному значению x_i случайной величины X_i невозможно определить, к какому из типов интервалов она принадлежит. Предполагается, что если X_i — интервал первого типа, то вероятность того, что X_{i+1} будет интервалом второго типа, равна $1 - \alpha_1$, а если X_i — интервал второго типа, то вероятность того, что X_{i+1} будет интервалом первого типа, равна $1 - \alpha_2$, где $0 < \alpha_1, \alpha_2 < 1$. Стационарное распределение, связанное с переходной матрицей вероятностей

$$P = \begin{pmatrix} \alpha_1 & 1 - \alpha_1 \\ 1 - \alpha_2 & \alpha_2 \end{pmatrix},$$

имеет вид $\pi_1 = (1 - \alpha_2)/(1 - \beta)$, $\pi_2 = (1 - \alpha_1)/(1 - \beta)$, где $\beta = \alpha_1 + \alpha_2 - 1$, а вектор $\Pi = (\pi_1, \pi_2)$ является решением матричного уравнения $\Pi = \Pi P$.

При приведенных выше предположениях последовательность случайных величин X_i , $i = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$, является стационарным в узком смысле временным рядом.

Имеет место

Теорема 1. Пусть $\int_0^{\infty} x^4 f_j(x) dx < \infty$, $j = 1, 2$. Тогда

$$1) E(X_\tau) \equiv \mu = \pi_1 \mu_1 + \pi_2 \mu_2, \text{ где } \mu_j = \int_0^{\infty} x f_j(x) dx, \quad j = 1, 2.$$

$$2) E(X_\tau X_{\tau+s}) \equiv b_s = \mu^2 + \varepsilon^2 \beta^s + (\pi_1 \sigma_1^2 + \pi_2 \sigma_2^2) \delta_{0s}, \quad s = 0, 1, 2, \dots$$

$$\text{где } \varepsilon^2 = \pi_1 \pi_2 (\mu_1 - \mu_2)^2, \quad \sigma_j^2 = \int_0^{\infty} (x - \mu)^2 f_j(x) dx, \quad j = 1, 2.$$



$$3) E(X_\tau X_{\tau+s} X_{\tau+t}) = \begin{cases} \mu b_s + \gamma_{t-s} l_s, & s \neq t \neq 0, \\ \mu b_0 + \gamma_t l_0, & s = 0 \neq t \text{ или } s = t, \\ \mu b_0 + \gamma_s l_0, & t = 0, s \neq 0, \\ E(X_\tau^3), & s = t = 0, \end{cases}$$

где $\gamma_s = b_s - \mu^2$, $l_s = l'_s / (\mu_1 - \mu_2)$, $l'_s = (\sigma_1^2 - \sigma_2^2) \delta_{0s} + (\mu_1 - \mu_2) [\mu + \beta^s (\pi_2 \mu_1 + \pi_1 \mu_2)]$, $s, t = 0, 1, 2, \dots$

$$4) E(X_\tau X_{\tau+s} X_{\tau+t} X_{\tau+t+s}) = \begin{cases} b_s^2 + \gamma_{t-s} l_s^2, & s \neq t \neq 0, \\ b_s^2 + \gamma_{t+s} l_s^2, & t = 0 \text{ или } s = 0, s \neq t, \\ \mu b_0 + 2\mu l_0 \gamma_t + g_0 \gamma_{2t}, & s = t \neq 0, \\ E(X_\tau^4), & s = t = 0, \end{cases}$$

где $g_0 = l'_0 - b_0 + 2(\sigma_2^2 + \mu_2^2)$, $s, t = 0, 1, 2, \dots$

5) Четвертый совместный кумулянт для интервалов $X_\tau, X_{\tau+s}, X_{\tau+t}, X_{\tau+t+s}$ имеет вид

$$K(s, t) = \begin{cases} p^2 \gamma_s \gamma_t - \gamma_t^2 - \gamma_{t+s} \gamma_{t-s}, & s \neq t \neq 0, \\ r^2 \gamma_{t+s} - 2\gamma_{t+s}^2, & s = 0 \text{ или } t = 0, s \neq t, \\ p^2 \gamma_t^2 + \gamma_{2t} (\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2\gamma_0), & s = t \neq 0, \\ \alpha_4, & s = t = 0, \end{cases}$$

где $p = \sqrt{\pi_1/\pi_2} - \sqrt{\pi_2/\pi_1}$, $r = l_0 - 2\mu$, $\alpha_4 = E(X_\tau - \mu)^4 - 3\gamma_0^2$, $s, t = 0, 1, 2, \dots$

2. Пусть нам заданы выборочные значения x_1, \dots, x_n случайных величин X_1, \dots, X_n и требуется оценить ковариационную функцию γ_t . В качестве оценки γ_t мы рассматриваем статистику вида c_t , являющуюся выборочным значением случайной величины

$$C_t = \frac{1}{n} \sum_{s=1}^{n-t} (X_s - \bar{\mu})(X_{s+t} - \bar{\mu}), \quad t = 0, 1, \dots, n-1,$$

где $\bar{\mu} = (X_1 + \dots + X_n)/n$.

Оказывается, что имеет место

Теорема 2. При указанных выше условиях случайный m -мерный вектор $[V\sqrt{n}(c_0 - \gamma_0), V\sqrt{n}(c_1 - \gamma_1), \dots, V\sqrt{n}(c_{m-1} - \gamma_{m-1})]$ при $n \rightarrow \infty$ имеет нормальное распределение с нулевым математическим ожиданием и ковариационной матрицей

$$R = (r_{t,u}), \quad t, u = 0, 1, 2, \dots, m-1, \quad (1)$$

где

$$\begin{aligned} n \text{Cov}(c_t, c_{t+u}) &\approx r_{t,u} = \left(2\gamma_0 + \varepsilon^2 u - \varepsilon^2 \frac{1-3\beta^2}{1-\beta^2}\right) \gamma_u + p^2 \left(u + \frac{1+\beta}{1-\beta}\right) \gamma_u \gamma_t + \\ &+ \left(\frac{2-3\beta^2}{1-\beta^2} - 2t-u\right) \gamma_t \gamma_{t+u} + (\pi_2 - \pi_1) (\sigma_1^2 - \sigma_2^2) \gamma_{t+u} + (\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \gamma_0) \gamma_{2t+u} - \\ &- \frac{1}{1-\beta^2} \gamma_{t+u} \gamma_{t+2u}, \quad t, u = 1, 2, \dots, m-1, \end{aligned}$$

$$n D(c_0) \approx r_{0,0} = E(X_T - \mu)^4 - \gamma_0^2 + 2r^2 \varepsilon^2 \frac{\beta}{1-\beta},$$

$$n D(c_t) \approx r_{t,0} = \gamma_0^2 + 2\varepsilon^4 \frac{\beta^2}{1-\beta^2} + \left(\frac{1-3\beta^2}{1-\beta^2} - 2t \right) \gamma_1^2 + \left(r^2 + 2\rho^2 \varepsilon^2 \frac{\beta}{1-\beta} \right) \gamma_t + 2(\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \gamma_0) \gamma_{2t}, \quad t = 1, 2, \dots, m-1, \quad (2)$$

$$n \text{Cov}(c_0, c_u) \approx r_{0,u} = 2\theta_1 - \theta_2 / (\mu_1 - \mu_2) - 3\mu(t_0 - \mu) \gamma_u - 2u\gamma_0 \gamma_u + (u-1) [(p^2 + 2)\varepsilon^2 + \sigma_1^2 + \sigma_2^2] \gamma_u + 2 \frac{\beta}{1-\beta} |p^2 \varepsilon^2 + (\pi_2 - \pi_1)(\sigma_1^2 - \sigma_2^2) \gamma_u, \quad u = 1, 2, \dots, m-1,$$

$$\theta_j = \int_0^{\infty} x^j f_j(x) dx, \quad j = 1, 2.$$

Для доказательства теоремы 2 мы используем утверждение предельной теоремы 1.1 в [1], касающееся общих (необязательно линейных) стационарных в узком смысле процессов. При проверке справедливости условий этой теоремы в рассматриваемом нами случае мы существенно опираемся на теорему 1. Заметим, что из теоремы 1 следует, в частности, что случайный процесс X_i , $i=0, \pm 1, \pm 2, \dots$, не является линейным. Поэтому формулы для дисперсии оценки c_t , предложенные в [2], для рассматриваемого нами случая несправедливы. Тем не менее, если в выражении (2) t устремить к бесконечности, легко убедиться, что для больших значений t (2) совпадает с формулой для дисперсии c_t , приведенной в [3] (стр. 108), вычисленной по методу [2].

Академия наук Грузинской ССР
Институт экономики и права

(Поступило 26.12.1975)

ათმეაბიბაა

О. ზოკუჩავა

სტაციონარული ნახევრადმარკოვის პროცესის ხდომილობათა შორის ინტერვალთა მიმდევრობის კორელაციური ანალიზისათვის

რეზიუმე

განხილულია ორმდგომარეობიანი სტაციონარული ნახევრადმარკოვის პროცესი. გამოთვლილია ხდომილობათა შორის ინტერვალთა პირველი ოთხი რიგის მომენტები. მტკიცდება კორელაციური ასიმპტოტური ნორმალურობა.

I. V. BOKUCHAVA

ON THE CORRELATION ANALYSIS OF THE SERIES OF
INTERARRIVAL TIME IN THE STATIONARY SEMIMARKOVIAN
PROCESS

Summary

The stationary semimarkovian process with two states is considered. The moments of the first four orders of the series of interarrival time intervals are obtained. The asymptotic normality of the correlogram is proved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Бенткус. Лит. матем. сб., XII, № 3, 1972.
2. M. S. Bartlett. J. R. Stat. Soc. (Suppl.), 8, 1946, 27—41.
3. Д. Кокс, П. Люис. Статистический анализ последовательностей событий. М., 1969.

Т. В. КАДЕИШВИЛИ

О ДИФФЕРЕНЦИАЛАХ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ КОСОГО ПРОИЗВЕДЕНИЯ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 9.12.1975)

Известна теорема Вейшу Ши [1], обобщающая теорему Фаделя—Гуревича [2], которая утверждает, что если в косом произведении структурная группа G ($n-1$) связана, то в спектральной последовательности расслоения дифференциалы $d^r = 0$ при $r < n$, а при $n \leq r \leq 2n - 2$ вычисляются через некоторые характеристические классы ассоциированного главного расслоения. Теорема Фаделя—Гуревича вычисляет только первый нетривиальный дифференциал d^n .

Для простоты, с целью избавления от трудностей со знаками, гомологии будем рассматривать с коэффициентами в Z_2 , хотя в действительности достаточно предполагать их свободными.

Настоящая статья, во-первых, передоказывает теорему Ши и, во-вторых, обобщает их на высшие размерности: строятся коцепи из $C^*(B, H_*(G))$, выражающие дифференциалы d^r спектральной последовательности расслоения с помощью некоторых полилинейных отображений. В размерностях $n \leq r \leq 2n - 2$ эти коцепи являются коциклами, содержащимися в классах из теоремы Ши, а вышеупомянутые полилинейные отображения — просто произведением.

В работе Н. А. Берикашвили [3, 4] доказано существование коцепи (представителя преддифференциала расслоения) $h = h^2 + h^3 + \dots$ $h^r \in C^r(B, \text{Hom}(H_*(F), H_*(F)))$, с помощью которой вычисляются дифференциалы спектральной последовательности расслоения. С этой точки зрения теорема Ши утверждает, что для расслоения с $(n-1)$ -связной структурной группой $h^r = 0$ при $r < n$, а при $n \leq r \leq 2n - 2$ выражаются через коциклы из $C^r(B, H_{r-1}(G))$.

Пусть $\xi = (X, p, B, G)$ — главное G -расслоение, F — G -пространство, а $\eta = (E, p, B, F)$ — ассоциированное косое произведение со слоем F .

Обозначим через $C^* = C^*(H_*(G), H_*(G))$ коцепной комплекс Хохшильда кольца $H_*(G)$ с коэффициентами в самом себе: коцепями из C^i являются i -линейные отображения $f^i : H^*(G) \otimes \dots \otimes H_*(G) \rightarrow H_*(G)$, а кограничный оператор действует следующим образом: $\delta f^i(a_1, \dots, a_{i+1}) = a_1 \cdot f^i(a_2, \dots, a_{i+1}) + \sum_b f^i(a_1, \dots, a_b \cdot a_{b+1}, \dots, a_{i+1}) + f^i(a_1, \dots, a_i) \cdot a_{i+1}$.

В комплексе C^* можно определить \cup и \cup_1 умножения следующим образом: для $f \in C^i$ и $g \in C^j$

$$f \smile g(a, \dots, a_{i+j}) = f(a_1, \dots, a_i) \cdot g(a_{i+1}, \dots, a_{i+j}); f \smile_1 g(a_1, \dots, a_{i+j-1}) = \\ = \sum_k f(a_1, \dots, a_k, g(a_{k+1}, \dots, a_{k+i}), \dots, a_{i+j-1}).$$

Справедливы обычные формулы $\delta(f \smile g) = \delta f \smile g + f \smile \delta g$ и $\delta(f \smile_1 g) = \delta f \smile_1 g + f \smile_1 \delta g + f \smile g + g \smile f$.

Пусть теперь $\bar{C}^* = C^*(C^*(B, H_*(G)), C^*(B, H_*(G)))$ — комплекс Хохшильда кольца $C^*(B, H_*(G))$ с коэффициентами в самом себе. Существует отображение $\mu: C^* \rightarrow \bar{C}^*$, которое сопоставляет $f \in C^i$ следующее i -линейное отображение: для $b_k \in C^*(B, H_*(G))$ (μf) (b_1, \dots, b_i) является i -кратным обычным произведением элементов $b_k, k=1, \dots, i$, при спаривании коэффициентов f .

Назовем скреживающей коцепью Хохшильда элемент $f = f^2 + f^3 + \dots \in C^*$ со свойством $\delta f = f \smile_1 f$. Множество таких коцепей обозначим через N . Определим подмножество $L \subset N \times C^*(B, H_*(G))$ так: $L = \{(f, h_0), f \in N, h_0 \in C^*(B, H_*(G)) \mid \delta h_0 = h_0 \cdot h_0 + \sum_i (\mu f^i)(h_0, \dots, h_0)\}$.

Определение отображения $\alpha: L \rightarrow D(B, H_*(G))$. Как известно, $D(B, H_*(G))$ является фактор-множеством множества скреживающих коцепей $M(B, H_*(G)) = \{h = h^2 + h^3 + \dots, h^i \in C^i(B, \text{Hom}(H_*(G), H_*(G))) \mid \delta h = h \smile h\}$. Так как модули $H_n(G)$ свободны, элемент h однозначно определяется набором $\{h(a) \in C^*(B, H_*(G)), a \in I\}$, где I — множество свободных образующих $H_*(G)$. Возьмем $(f, h_0) \in L$, определим $h \in M(B, H_*(G))$ равенствами: $h = \{h(a), a \in I\}$, $h(a) = h_0 \cdot a + \sum_i (\mu f^i)(h_0, h_0, \dots, h_0, a)$. Можно

проверить, что $\delta h = h \smile h$. Определим $\alpha(f, h_0)$ как класс элемента h в $D(B, H^*(G))$.

Рассмотрим теперь множество троек $\bar{L} = \{(f, h_0, \bar{f})\}$, где $(f, h_0) \in L$, $\bar{f} = \bar{f}^2 + \bar{f}^3 + \dots$, $\bar{f}^i: H_*(G) \otimes \dots \otimes H_*(G) \otimes H_*(F) \rightarrow H_*(F)$ и выполняется условие $(\alpha): \sum_{s+t=i} \bar{f}^s(a_1, \dots, a_k, f^t(a_{k+1}, \dots, a_{k+t}), \dots, x) + \sum_{s+t=i} \bar{f}^s(a_1, \dots, a_{i-t}, \bar{f}^t(a_{i-t+1}, \dots, x)) = \delta \bar{f}^i(a_1, \dots, x)$.

Каждое полилинейное отображение \bar{f}^i порождает отображение $(\mu \bar{f}^i): C^*(B, H_*(G)) \otimes \dots \otimes C^*(B, H^*(G)) \otimes C^*(B, H^*(F)) \rightarrow C^*(B, H_*(F))$.

Определение отображения $\beta: \bar{L} \rightarrow D(B, H^*(F))$. Определим $\beta(f, h_0, \bar{f})$ как класс скреживающей коцепи $\bar{h} \in M(B, H_*(F))$, $\bar{h} = \{\bar{h}(a), a \in I\}$ (I — множество свободных образующих $H_*(F)$), где $\bar{h}(a) = h_0 \cdot a + \sum_i (\mu f^i)(h_0, \dots, h_0, a)$. Условие (α) позволяет проверить, что $\delta \bar{h} = \bar{h} \smile \bar{h}$.

Группа G и действие $G \times F \rightarrow F$ определяют (не однозначно) некоторую скреживающую коцепь Хохшильда f и элемент \bar{f} , для которых выполняется условие (α) , следующим образом.



Так как группы $H_i(G)$ предполагаем свободными, можно зафиксировать гомоморфизм выбора циклов $g: H_*(G) \rightarrow Z_*(G)$; кроме того, зафиксируем гомоморфизм $\delta^{-1}: B_*(G) \rightarrow C_*(G)$, удовлетворяющий условию $\delta \cdot \delta^{-1} = 1$. Определим гомоморфизм $\varphi: Z_*(G) \rightarrow C_*(G)$ равенством $\varphi(z) = \delta^{-1}(z - g[z])$.

Индуктивно строится последовательность полилинейных отображений $A_i: H_*(G) \otimes \dots \otimes H_*(G) \rightarrow C_*(G)$ и f^i , удовлетворяющих следующим условиям:

$$\begin{aligned} & 1) A_2(a_1, a_2) = g(a_1) \cdot g(a_2); \quad 2) A_i(a_1, \dots, a_i) \in Z_*(G); \\ & 3) f^i(a_1, \dots, a_i) = \{A_i(a_1, \dots, a_i)\}; \quad 4) A_{i+1}(a_1, \dots, a_{i+1}) = g(a_1) \cdot \varphi A_i(a_2, \dots, a_{i+1}) + \\ & \quad + \varphi A_i(a_1, \dots, a_i) \cdot g(a_{i+1}) + \sum_{s, t, k} \varphi A_s(a_1, \dots, f^i(a_{k+1}, \dots, a_{k+t}), \dots, a_{i+1}) + \\ & \quad + \sum_{s, t} \varphi A_s(a_1, \dots, a_s) \cdot \varphi A_t(a_{s+1}, \dots, a_{i+1}). \end{aligned}$$

Теперь построим \bar{f} . Пусть $\bar{g}: H_*(F) \rightarrow Z_*(F)$ — гомоморфизм выбора циклов, $\bar{\delta}^{-1}: B_*(F) \rightarrow C_*(F)$; $\bar{\delta} \bar{\delta}^{-1} = 1$ и $\bar{\psi}: Z_*(F) \rightarrow C_*(F)$; $\bar{\psi}(z) = \bar{\delta}^{-1}(z - \bar{g}[z])$;

\bar{f} вместе с $\bar{A}_i: H_*(G) \otimes \dots \otimes H_*(G) \otimes H_*(F) \rightarrow C_*(F)$ можно построить индуктивно из условий:

$$\begin{aligned} & 1) \bar{A}_2(a, x) = g(a) \cdot \bar{g}(x); \quad 2) \bar{A}_i(a_1, \dots, a_{i-1}, x) \in Z_*(F); \\ & 3) \bar{f}^i(a_1, \dots, a_i, x) = \{\bar{A}_i(a_1, \dots, x)\}; \quad 4) \bar{A}_{i+1}(a_1, \dots, a_i, x) = g(a_1) \cdot \bar{\psi} \bar{A}_i(a_2, \dots, x) + \\ & \quad + \varphi A_i(a_1, \dots, a_i) \cdot \bar{g}(x) + \sum_{s, t, k} \bar{\psi} \bar{A}_s(a_1, \dots, f^i(a_{k+1}, \dots, a_{k+t}), \dots, x) + \\ & \quad + \sum_{s, t} \bar{\psi} \bar{A}_s(a_1, \dots, \bar{f}^i(a_{t+1}, \dots, x)) + \sum_{s, t} \varphi A_s(a_1, \dots, a_s) \cdot \bar{\psi} \bar{A}_t(a_{s+1}, \dots, x). \end{aligned}$$

Теорема. Для построенных \bar{f} и \bar{f} существует коцепь $h_0 = h_0^2 + h_0^3 + \dots$, $h_0^r \in C^i(B, H_{i-1}(G))$, такая, что $(f, h_0, \bar{f}) \in \bar{L}$; $\alpha(f, h_0)$ является преддифференциалом расслоения ξ , а $\beta(f, h_0, \bar{f})$ — преддифференциалом расслоения η .

В частности, если группа G $(h-1)$ -связна, получаем результат Ши: $h_0^r = 0$ для $r < n$ и, следовательно, $h^r = 0$; для $n \leq r \leq 2n - 2$ имеем $h^r(a) = h_0^r \cdot a$, а h_0^r являются коциклами.

Академия наук Грузинской ССР
Тбилисский математический институт
им. А. М. Размадзе

(Поступило 12.12.1975)

მათემატიკა

თ. ჯაფარიძე

ფიზრაციის სპექტრალური მიმდევრობის დიფერენციალების შესახებ
რეზიუმე

ფიზრაციისათვის (E, p, B) რომლის სტრუქტურული ჯგუფია G , ნაჩვენებია არსებობა კოჭაჰეებისა $h_0 = h_0^2 + h_0^3 + \dots$, $h_0^r \in C^i(B, H_{i-1}(G))$, რომელთა საშუალებით გამოითვლება ამ ფიზრაციის სპექტრალური მიმდევრობის დიფერენციალები. კერძოდ, მიიღება შიის ერთი თეორემა [1].

T. V. KADEISHVILI

 ON THE DIFFERENTIALS OF THE SPECTRAL SEQUENCE
 OF A FIBRE BUNDLE

Summary

The existence of the cochains $h_0 = h_0^2 + h_0^3 + \dots$, $h_0^i \in C^i(B, H_{i-1}(G))$ is shown for the fibre bundle (E, p, B, F) with the structure group G . Using these cochains, one can compute the differentials of the spectral sequence of (E, p, B) . In particular, Shih's theorem [1] is obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. W. Shih. Inst. hautes et sci., Publ. math. Fr., № 13, 1962.
2. E. Fadell, W. Hurewicz. Ann. Math., 68, 2, 1958, 314—347.
3. Н. А. Берикашвили. Сообщения АН ГССР, 51, № 1, 1968.
4. Н. А. Берикашвили. О дифференциалах спектральной последовательности. Автореферат, Тбилиси, 1971.



В. В. САЛАЕВ

НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ИНТЕГРАЛА ТИПА КОШИ
 С НЕПРЕРЫВНОЙ ПЛОТНОСТЬЮ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Гегелия 24.11.1975)

Рассмотрим особый (сингулярный) интеграл

$$\bar{f}(t) = \frac{1}{\pi i} \int_{\gamma} \frac{\bar{f}(\xi) - f(t)}{\xi - t} d\xi + f(t), \quad t \in \gamma,$$

где γ — замкнутая жорданова спрямляемая кривая.

Обозначим

$$A_{\gamma} = \{f \in C_{\gamma} \mid \bar{f}(t) \in C_{\gamma}\},$$

где C_{γ} — множество непрерывных на γ функций.

Известно, что если $f \in A_{\gamma}$, γ — окружность, то интеграл типа Коши

$$F(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma} \frac{f(\xi)}{\xi - z} d\xi$$

является интегралом Коши по своим угловым граничным значениям (теорема В. И. Смирнова, см. [1]).

Отсюда следует, что A_{γ} инвариантно относительно оператора $\bar{f}(t)$ и, очевидно, A_{γ} — наибольшее подмножество из C_{γ} , инвариантное относительно оператора $\bar{f}(t)$.

В работах В. В. Иванова [2] доказано, что если γ — окружность, то множество A_{γ} является банаховым пространством в норме

$$\|f\|_{A_{\gamma}} = \|F^{+}(t)\|_{C_{\gamma}} + \|F^{-}(t)\|_{C_{\gamma}},$$

где $F^{+}(t)$, $F^{-}(t)$ — предельные значения функции $F(z)$ соответственно изнутри и извне γ , при этом норма оператора $\bar{f}(t)$ равна единице.

Отметим еще теорему М. М. Заманского [3]. Если γ — окружность, то, для того чтобы $f \in A_{\gamma}$, необходимо и достаточно, чтобы интеграл

$$\int_{\gamma/\gamma_{\varepsilon}(t)} \frac{\bar{f}(\xi) - f(t)}{\xi - t} d\xi$$

равномерно по $t \in \gamma$ сходилась при $\varepsilon \rightarrow 0$, где $\gamma_{\varepsilon}(t)$ — дуга кривой γ с центром в точке t длины 2ε .

Теорема В. И. Смирнова устанавливает связь между особым интегралом в классе A_γ и интегралом типа Коши; теорема М. М. Заманского позволяет рассмотреть оператор $\bar{F}(t)$ как сильный предел последовательности линейных ограниченных операторов, действующий в C_γ ; теорема В. В. Иванова, наряду с теоремой В. И. Смирнова, показывает, что оператор $\bar{F}(t)$ в C_γ с областью определения A_γ является замкнутым оператором. Последнее следует из того, что норма $\|f\|_{A_\gamma}$ эквивалентна норме $\|f\|_{C_\gamma} + \|\bar{F}\|_{C_\gamma}$.

В данной статье показано, что перечисленные выше результаты верны и для случая кусочно-гладких k -кривых.

Пусть $t, \tau \in \gamma$. Через $s(t, \tau)$ обозначим не большую из длин дуг, стягивающих точки $t, \tau \in \gamma$. Кривая γ называется k -кривой, если существует постоянная $k \geq 1$, такая, что $s(t, \tau) \leq k|t - \tau|$. Обозначим через γ^+ множество точек, внутренних по отношению к γ , через l — длину кривой γ .

Пусть $z \in \gamma^+$, обозначим

$$\mathcal{L}_{\rho(z, \gamma)}(f, t, z) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma} \frac{f(\xi)}{\xi - z} d\xi - \left(f(t) + \frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma/\gamma_{\rho(z, \gamma)}(t)} \frac{f(\xi) - f(t)}{\xi - t} d\xi \right),$$

$$\rho(z, \gamma) = \inf_{\xi \in \gamma} |z - \xi|.$$

Теорема 1. Пусть γ — замкнутая k -кривая, $f \in C_\gamma$. Тогда при $|z - t| \leq \frac{l}{4}$, $z \in \gamma^+$

$$|\mathcal{L}_{\rho(z, \gamma)}(f, t, z)| \leq c \left(\int_{\rho(z, \gamma)}^{|z-t|} \frac{\omega_f(\xi)}{\xi} d\xi + |z-t| \int_{|z-t|}^{l/2} \frac{\omega_f(\xi)}{\xi^2} d\xi \right),$$

где постоянная $c > 0$ зависит лишь от γ ,

$$\omega_f(\delta) = \max_{s(t, \tau) \leq \delta} |f(t) - f(\tau)|.$$

Определение 1. Пусть γ — замкнутая жорданова спрямляемая кривая и t — такая точка кривой γ , в которой существует касательная. Множество точек $z \in \gamma^+$, для которых zt наклонена к нормали в точке t под углом ϕ , где $|\phi| \leq \frac{\pi}{2} \theta$, $\theta \in (0, 1)$, обозначим через $P(t, \theta)$. Обозначим $O_\delta(t) = \{z \mid |z - t| \leq \delta\}$. Система множеств $\{P(t, \theta) \cap O_\delta(t)\}$ при фиксированных t, θ и переменном δ образует базис фильтра, который назовем некасательным фильтром Привалова в точке t .

Очевидно, точка t является пределом фильтра Привалова в точке t .

Определение 2. Пусть γ — замкнутая жорданова спрямляемая кривая и t — точка кривой γ , такая, что существует постоянная $c \geq 1$, при которой точка t является предельной точкой множества $s(t, c) = \{z \in \gamma^+ \mid |z - t| \leq c\rho(z, \gamma)\}$. Система множеств $\{s(t, c) \cap O_\delta(t)\}$ образует базис фильтра, который назовем некасательным фильтром s в точке t .



Пусть γ — замкнутая жорданова спрямляемая кривая и t — точка кривой, в которой существует касательная. Тогда для любого некасательного фильтра Привалова в точке t существует некасательный фильтр s в точке t , его мажорирующий, и, обратно, для любого некасательного фильтра s в точке t существует его мажорирующий некасательный фильтр Привалова.

Определение 3. Пусть γ — замкнутая жорданова спрямляемая кривая. Некасательный фильтр s в точке t назовем равномерно некасательным на γ , если существуют постоянные $c \geq 1$, $\delta_0 > 0$, такие, что для любого $t \in \gamma$ и любого $\delta \leq \delta_0$

$$s(t, c) \cap \{z \mid |z - t| = \delta\} \neq \emptyset.$$

Теорема 2. Для любой кусочно-гладкой k -кривой существует равномерно некасательный фильтр.

Теорема 3. Пусть γ — k -кривая и постоянная $c \geq 1$ такая, что множества $s(t, c) \cap O_\delta(t)$ образуют равномерно некасательный на γ фильтр. Тогда $\mathcal{L}_{\rho(z, \gamma)}(f, t, z)$ равномерно по $t \in \gamma$ стремится к нулю при z , стремящемся к t , и $z \in s(t, c)$.

Ниже всюду предполагается, что γ — замкнутая кусочно-гладкая k -кривая.

Теорема 4. Если $f(t), \bar{f}(t) \in C_\gamma$, то $F(z) \in E_1$.

Следствие. Если $f(t) \in C_\gamma$, то интеграл $F(z)$ типа Коши представим интегралом Коши через свои угловые граничные значения.

Теорема 5. Пусть $f \in A_\gamma$. Тогда $F(z)$ непрерывна в $\gamma^+ \cup \gamma$.

Теорема 6. Если $f \in C_\gamma$, то $\bar{f} \in C_\gamma$ тогда и только тогда, когда

$$\int_{\gamma_\varepsilon(t)} \frac{f(\xi) - f(t)}{\xi - t} d\xi$$

равномерно по $t \in \gamma$ стремится к нулю при $\varepsilon \rightarrow 0$.

Теорема 7. Пусть $f \in C_\gamma$. Тогда если $\bar{f} \in C_\gamma$, то существует $\bar{\bar{f}}(t)$ и $\bar{\bar{f}}(t) = f(t)$.

Замечание. В условиях теоремы 6 если $\bar{f} \in C_\gamma$, $\exists \bar{\bar{f}}$ и $\bar{\bar{f}} = f$, то интеграл типа Коши $F(z)$ представим интегралом Коши по своим угловым граничным значениям.

На основании теоремы 6, наряду с уже введенной нормой, в A_γ можно ввести следующую норму

$$\|f\|_{A_\gamma}^* = \|f\|_{C_\gamma} + \sup_\varepsilon \left\| \int_{\gamma/\gamma_\varepsilon(t)} \frac{f(\xi) - f(t)}{\xi - t} d\xi \right\|_{C_\gamma}.$$

Теорема 8. $\langle A_\gamma, \|\cdot\|_{A_\gamma}^* \rangle$ — банахово пространство. Оператор $\bar{f}(t)$ действует из $\langle A_\gamma, \|\cdot\|_{A_\gamma}^* \rangle$ в $\langle A_\gamma, \|\cdot\|_{C_\gamma} \rangle$ и ограничен.

Теорема 9. $(A_V, \|\cdot\|_{A_V})$ — банахово пространство. Оператор $\bar{f}(t)$ действует из $(A_V, \|\cdot\|_{A_V})$ в $(A_V, \|\cdot\|_{A_V})$ и ограничен.

Азербайджанский государственный университет
им. С. М. Кирова

(Поступило 11.12.1975)

МАТЕМАТИКА

3. САЛАЕВИ

უწყვეტნიმკვერნიანი კოვოს ტივის ინტეგრალის ზოგიერთი თვისება

რეზიუმე

დამტკიცებულია, რომ თუ სინგულარული ინტეგრალური გარდაქმნის სახე და წინასახე უწყვეტია, მაშინ სათანადო კოვოს ტივის ინტეგრალი, გავრცელებული უბან-უბან უწყვეტ წირზე, წარმოდგენადია თავისი კუთხური სასაზღვრო მნიშვნელობებით. დადგენილია კოვოს ტივის ინტეგრალის მისწრაფების სიჩქარე თავისი სასაზღვრო მნიშვნელობებისაკენ. მოცემულია ამ შედეგების გამოყენების გზა ინვარიანტული კლასის დადგენისათვის.

MATHEMATICS

V. V. SALAEV

SOME PROPERTIES OF THE CAUCHY TYPE INTEGRAL WITH CONTINUOUS DENSITY

Summary

It is shown that if the image and preimage of a singular integral are continuous then the Cauchy type integral on a piecewise-smooth curve without cusps can be represented by the Cauchy type integral by means of its angular boundary values. The estimation of velocity of tending to zero is obtained in the main lemma of I.I. Privalov for Cauchy integrals with continuous density. These results are used for describing the largest subset of the set of continuous functions with respect to the Cauchy singular operator.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. И. Привалов. Граничные свойства аналитических функций. М.—Л., 1950.
2. В. В. Иванов. ДАН СССР, 114, № 5, 1957, 945.
3. М. М. Zamansky. C. r. Acad. Sci, 228, 1949, 460—461.

Л. А. ГОГОЛАУРИ

ГРАНИЧНЫЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ ОБОБЩЕННОГО
 ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ВЕКТОРА

(Представлено академиком Н. П. Векуа 8.12.1975)

Рассматривается система уравнений

$$\begin{aligned} \operatorname{div} U + (A \cdot U) &= 0, \\ \operatorname{rot} U + [U \times B] &= 0, \end{aligned} \quad (1)$$

где $A(a_1, a_2, a_3)$ и $B(b_1, b_2, b_3)$ — заданные постоянные векторы, $U[u_1(p), u_2(p), u_3(p)]$ — искомый вектор, $p = p(x_1, x_2, x_3)$ — точка трехмерного евклидова пространства. Система (1) была рассмотрена в работе [1]. U называем обобщенным потенциальным вектором. Как известно [1], система (1) легко приводится к виду

$$\begin{aligned} \operatorname{div} V + (H \cdot V) &= 0, \\ \operatorname{rot} V + [V \times H] &= 0, \end{aligned} \quad (1')$$

где $H = \frac{1}{2}(A + B) = H(a, b, c)$. Нетрудно убедиться в том, что любое решение системы (1') можно представить в виде

$$V = \operatorname{grad} \varphi - H \varphi, \quad (2)$$

где φ — решение уравнения

$$\Delta \varphi - |H|^2 \varphi = 0. \quad (3)$$

Пусть D^+ — трехмерная область, ограниченная поверхностью Ляпунова S ; D^- — дополнение $D^+ + S$ до полного пространства. Рассмотрим граничную задачу: определить в области D^+ непрерывно дифференцируемое решение системы (1') по граничному условию

$$V_n|_S = f(q), \quad (4)$$

где $f(q)$ — заданная на S непрерывная функция, V_n — проекция вектора V на внешнюю нормаль к поверхности S в точке q . Ниже будет показано, что решение этой задачи существует и определяется единственным образом.

Задача (1')—(4) в силу (2) приводится к следующей граничной задаче: определить в области D^+ регулярное решение уравнения (3) по граничному условию

$$\frac{\partial \varphi}{\partial n} - H_n \varphi \Big|_S = f(q), \quad (5)$$

где $f(q)$ — заданная на S непрерывная функция.



Из известной формулы Грина для любых функций φ и ψ , непрерывно дифференцируемых в замкнутой области $D^+ + S$ и имеющих непрерывные вторые производные в D^+ , получаем

$$\int_{D^+} \psi (\Delta \varphi - |H|^2 \varphi) d\tau + \int_{D^+} (\text{grad } \psi - H \psi) (\text{grad } \varphi - H \varphi) d\tau = \\ = \int_S \psi \left(\frac{\partial \varphi}{\partial n} - H_n \varphi \right) dS. \quad (6)$$

Если в этой формуле взять $\psi = \exp \{ax_1 + bx_2 + cx_3\}$, то для произвольного решения φ уравнения (3) получим условие

$$\int_S \exp \{ax_1 + bx_2 + cx_3\} \left(\frac{\partial \varphi}{\partial n} - H_n \varphi \right) dS = 0. \quad (7)$$

Если $\psi = \varphi = \varphi_0$, где φ_0 — решение однородной задачи, соответствующей задаче (3) — (5), то из формулы (6) будем иметь

$$\int_{D^+} |\text{grad } \varphi_0 - H \varphi_0|^2 d\tau = 0.$$

Отсюда

$$\varphi_0 = c_0 \exp \{ax_1 + bx_2 + cx_3\}, \quad (8)$$

где c_0 — произвольная постоянная.

Таким образом, решение задачи (3) — (5), если оно существует, определяется с точностью до слагаемого вида (8), а решение задачи (1') — (4), согласно формуле (2), определится однозначно, так как $\text{grad } \varphi_0 - H \varphi_0 = 0$.

Перейдем теперь к доказательству существования решения поставленной задачи. Будем искать решение задачи (3) — (5) в виде потенциала простого слоя

$$\varphi(p) = \frac{1}{2\pi} \int_S v(q) \frac{\exp \{-|H|r\}}{r} dS_q, \quad (9)$$

где $r = r(p, q)$, $p \in D^+$, $q \in S$; $v(q)$ — искомая функция, непрерывная в смысле Гельдера. Из граничного условия (5) для определения $v(q)$ получим интегральное уравнение Фредгольма

$$v(p) + \frac{1}{2\pi} \int_S v(q) \left[\frac{\partial}{\partial n_p} \frac{\exp \{-|H|r\}}{r} - H_n(p) \frac{\exp \{-|H|r\}}{r} \right] dS_q = f(p). \quad (10)$$

Соответствующее ему сопряженное однородное уравнение имеет вид

$$\mu(p) + \frac{1}{2\pi} \int_S \mu(q) \left[\frac{\partial}{\partial n_q} \frac{\exp \{-|H|r\}}{r} - H_n(q) \frac{\exp \{-|H|r\}}{r} \right] dS_q = 0. \quad (11)$$

Легко показать, что функция $c_0 \exp \{ax_1 + bx_2 + cx_3\}$, где c_0 — произвольная постоянная, является решением уравнения (11). Пусть $v_0(p)$ — собственная функция уравнения (10). Нетрудно убедиться в том, что других отличных от нуля решений, линейно независимых от v_0 , уравнение (10) не имеет [2]. Следовательно, и уравнение (11) имеет единственное ненулевое решение $c_0 \exp \{ax_1 + bx_2 + cx_3\}$. По теореме Фредгольма, необходимым и достаточным условием разрешимости уравнения (10), а вместе с тем, и задачи (1') — (4) будет

$$\int_S \exp \{ax_1 + bx_2 + cx_3\} f dS = 0.$$

Таким образом, необходимое условие разрешимости задачи (1')—(4), следующее из условия (7), является также достаточным.

Общее решение уравнения (10) будет $v(p) = v_1(p) + c_1 v_0(p)$, где $v_1(p)$ — частное решение уравнения (10). Из формулы (9) следует $\varphi = \varphi_1 + \varphi_0$, где

$$\varphi_0(p) = \frac{1}{2\pi} \int_S v_0(q) \frac{\exp \{-|H|r\}}{r} dS_q,$$

но так как φ_0 — решение однородной задачи (3)—(5₀), а последняя имеет единственное решение, то $\varphi_0 = c_1 \exp \{ax_1 + bx_2 + cx_3\}$. Таким образом, доказано и существование решения поставленной задачи.

Рассматривая задачу (1')—(4) для области D^- , нетрудно убедиться в том, что эта задача всегда разрешима и решение ее определяется единственным образом.

Рассмотрим граничную задачу: пусть область D^+ ограничена замкнутой гладкой поверхностью S , Γ — замкнутая гладкая линия на S , Γ_0 — ее проекция на плоскости OX_1X_2 , которая ограничивает двумерную область D_2 изменения координат (x_1, x_2) точек трехмерной области D^+ . Требуется определить регулярное решение системы (1') в области D^+ , которое удовлетворяет граничным условиям

$$\begin{aligned} u_3|_S &= f, \\ \alpha u_1 + \beta u_2|_\Gamma &= \varphi, \end{aligned} \quad (12)$$

где f и φ , α , β — заданные непрерывные функции на S и Γ соответственно.

Функция u_3 , как решение уравнения вида (3) [1], определяется единственным образом, если известны ее граничные значения на S . Подставляя u_3 в систему (1'), получаем для u_1 и u_2

$$\begin{aligned} u_1(x_1, x_2, x_3) &= e^{cx_3} \left[v_1 + \int \left[\frac{\partial u_3}{\partial x_1} - au_3 \right] e^{-cx_3} dx_3, \right. \\ u_2(x_1, x_2, x_3) &= e^{cx_3} \left[v_2 + \int \left[\frac{\partial u_3}{\partial x_2} - bu_3 \right] e^{-cx_3} dx_3, \right. \end{aligned} \quad (13)$$

где $v_1(x_1, x_2)$ и $v_2(x_1, x_2)$ — произвольные решения обобщенной системы Коши — Римана:

$$\frac{\partial v_1}{\partial x_1} + \frac{\partial v_2}{\partial x_2} + av_1 + bv_2 = 0, \quad (14)$$

$$\frac{\partial v_2}{\partial x_1} - \frac{\partial v_1}{\partial x_2} + bv_1 - av_2 = 0.$$

Из условия (12) на основании (13) получаем для v_1 и v_2

$$\alpha_0 v_1 + \beta_0 v_2|_{\Gamma_0} = \varphi_0, \quad (15)$$

где $\alpha_0, \beta_0, \varphi_0$ — заданные на Γ_0 функции. Итак, для обобщенной аналитической функции $v_1 - iv_2$ имеем обобщенную задачу Римана—Гильберта с граничным условием (15). Эта задача всесторонне изучена в монографии [3]. Зная v_1 и v_2 из (13) можно определить искомые функции u_1 и u_2 .

Академия наук Грузинской ССР
Тбилисский математический институт
им. А. М. Размадзе

(Поступило 11.12.1975)

მათემატიკა

ლ. გოგოლაური

სასაზღვრო ამოცანები განზოგადებული პოტენციალური
ვექტორისათვის

რეზიუმე

პოტენციალთა თეორიისა და ინტეგრალურ განტოლებათა მეთოდების გამოყენებით განხილულია რამდენიმე სასაზღვრო ამოცანა განზოგადებული პოტენციალური ვექტორისათვის.

MATHEMATICS

L. A. GOGOLAURI

BOUNDARY VALUE PROBLEMS FOR A GENERALIZED POTENTIAL VECTOR

Summary

Some boundary value problems for a generalized potential vector are considered by the potential theory methods and integral equations.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. И. Оболашвили. Сообщения АН ГССР, 73, № 1, 1974.
2. С. Г. Михлин. Лекции по линейным интегральным уравнениям. М., 1959.
3. И. Н. Векуа. Обобщенные аналитические функции. М., 1959.



Т. Н. САБУРОВА

О НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВАХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ФУРЬЕ
ПО СИСТЕМЕ ФАБЕРА—ШАУДЕРА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижншвили 15.2.1976)

Система Фабера—Шаудера $\{\varphi_m(x)\}_{m=0}^{\infty}$, соответствующая множеству двоично-рациональных чисел отрезка $[0,1]$, как известно, является базисом в $C_{[0,1]}$, т. е. каждая функция $f \in C_{[0,1]}$ представляется единственным образом в виде равномерно сходящегося на $[0,1]$

ряда $\sum_{m=0}^{\infty} a_m(f) \varphi_m(x) = f(x)$. При этом для коэффициентов Фурье—Фабера—

Шаудера $\{a_m(f)\}_{m=0}^{\infty}$ справедлива оценка $a_m(f) = O\left(\omega\left(\frac{1}{m}, f\right)\right)$, где

$\omega(\delta, f) = \sup_{\substack{x_1, x_2 \in [0,1] \\ |x_1 - x_2| < \delta}} |f(x_1) - f(x_2)|$ —модуль непрерывности функции f .

Если теперь $\omega(\delta)$ —модуль непрерывности (см. [1]) и $\{H_\omega \equiv f \in C_{[0,1]} : \omega(\delta, f) = O(\omega(\delta))\}$, то, очевидно, для $f \in H_\omega$

$$a_m(f) = O\left(\omega\left(\frac{1}{m}\right)\right). \quad (1)$$

В случае, когда $\omega(\delta) = \delta^\alpha$ ($0 < \alpha < 1$), верно и обратное (см. [2]). Именно, если для числовой последовательности $\{a_m\}$ выполнено условие

$a_m = O\left(\frac{1}{m^\alpha}\right)$, то существует $f \in C_{[0,1]}$, такая, что

$$a_m = a_m(f) \quad (2)$$

и $f \in \text{Lip } \alpha$ (для $\alpha=1$ можно гарантировать существование функции $f \in \text{Lip } \alpha$ при любом $\alpha \in (0,1)$, для которой выполнено (2)). Эти результаты частично отвечают на следующий общий вопрос: в каких случаях для данной числовой последовательности $\{a_m\}$ можно гарантировать существование функции $f \in C_{[0,1]}$, имеющей своими коэффициентами Фурье по системе Фабера—Шаудера эту последовательность, и если такая функция существует, то каковы ее свойства, например, когда можно утверждать, что f принадлежит данному классу H_ω .

Такого рода вопросы рассматривались многими авторами для тригонометрической системы, системы Хаара и т. д. В предлагаемой статье, которая является продолжением серии работ, посвященных изучению системы Фабера—Шаудера (см. [3—5]), решаются задачи, также касающиеся этого общего вопроса.

Для удобства изложения полученных результатов введем следующие классы числовых последовательностей: a — класс последовательностей коэффициентов Фурье—Фабера—Шаудера функций из $C_{[0,1]}$; a_ω — класс последовательностей коэффициентов Фурье—Фабера—Шаудера функций из H_ω ; наконец каждой непрерывной, не убывающей на $[0,1]$ функции g с $g(0)=0$ поставим в соответствие класс числовых последовательностей $\{a_m\}$, для которых выполнено условие $a_m = O\left(g\left(\frac{1}{m}\right)\right)$ (будем в дальнейшем такие функции g называть мажорантами, а соответствующие классы числовых последовательностей обозначать c_g). Если в качестве мажоранты взять модуль непрерывности $\omega(\delta)$, то из определения и (1) вытекает, что $a_\omega \subset a$ и $a_\omega \subset c_\omega$, но, вообще говоря, классы a , a_ω и c_ω не совпадают. Теперь сформулированные выше результаты можно перефразировать следующим образом: если $\omega(\delta) = \delta^\alpha$, то $c_\omega \subset a$ при $0 < \alpha \leq 1$ и $c_\omega = a_\omega$ при $0 < \alpha < 1$. В общем случае оказываются справедливы следующие теоремы.

Теорема 1. Если задана мажоранта g , то для вложения $c_g \subset a$

необходимо и достаточно, чтобы
$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{g\left(\frac{1}{n}\right)}{n} < \infty.$$

Теорема 2. Если задан модуль непрерывности $\omega(\delta)$, то для равенства

$$c_\omega = a_\omega \quad (3)$$

необходимо и достаточно, чтобы

$$\sum_{k=n}^{\infty} \omega\left(\frac{1}{2^k}\right) = O\left(\omega\left(\frac{1}{2^n}\right)\right) \quad (4)$$

и

$$\sum_{k=1}^n 2^k \omega\left(\frac{1}{2^k}\right) = O\left(2^n \omega\left(\frac{1}{2^n}\right)\right). \quad (5)$$

Достаточность условий (4) и (5) в теореме 2 вытекает из результатов Чисельского (см. [6]), причем у него вместо условия (4) рассматривается, очевидно, эквивалентное ему условие

$$\int_0^\delta \frac{\omega(t)}{t} dt = O(\omega(\delta)),$$

а вместо (5) — эквивалентное ему условие

$$\int_\delta^1 \frac{\omega(t)}{t^2} dt = O\left(\frac{1}{\delta} \omega(\delta)\right).$$

Таким образом, теорема 1 описывает все мажоранты g , для которых классы c_g целиком состоят из последовательностей коэффициентов Фурье—Фабера—Шаудера, а теорема 2 — все модули непрерывности $\omega(\delta)$, для которых из условия $a_m = O\left(\omega\left(\frac{1}{m}\right)\right)$ вытекает, что $a_m = a_m(f)$ и $f \in H_\omega$.

При доказательстве теорем 1 и 2 используется лемма, которую мы приведем ниже, предварительно напомнив определение системы Фабера—Шаудера: $\varphi_0(x) = 1$, при $x \in [0, 1]$; $\varphi_1(x) = x$ при $x \in [0, 1]$;

$$\varphi_2(x) = \begin{cases} 2x & \text{при } x \in \left[0, \frac{1}{2}\right], \\ 2(1-x) & \text{при } x \in \left(\frac{1}{2}, 1\right]; \end{cases} \quad (6)$$

если же $m = 2^k + l$ ($k \geq 1$, $1 \leq l \leq 2^k$), то $\varphi_m(x)$ равна 0 при $x \in [0, 1] \setminus \left(\frac{l-1}{2^k}, \frac{l}{2^k}\right)$, 1 при $x = \frac{2l-1}{2^{k+1}}$ и линейна на отрезках $\left[\frac{l-1}{2^k}, \frac{2l-1}{2^{k+1}}\right]$, $\left[\frac{2l-1}{2^{k+1}}, \frac{l}{2^k}\right]$.

Лемма. Пусть $F_k(x) = \sum_{m=2^k+1}^{2^{k+1}} \varphi_m(x)$ ($k \geq 0$), тогда $F_k\left(\frac{1}{3 \cdot 2^n}\right) = \frac{2^{k+1}}{3 \cdot 2^n}$ при $0 \leq k \leq n$ и $F_k\left(\frac{1}{3 \cdot 2^n}\right) = \frac{2}{3}$ при $k > n$.

Доказательство. Продолжим $\varphi_2(x)$ периодически с периодом единица на всю числовую ось, тогда $F_k(x) = \varphi_2(2^k x)$. Принимая во внимание (6), отсюда следует, что если же $0 \leq k \leq n$, то $F_k\left(\frac{1}{3 \cdot 2^n}\right) = \varphi_2\left(\frac{2^k}{3 \cdot 2^n}\right) = \frac{2^{k+1}}{3 \cdot 2^n}$; если же $k > n$, то $F_k\left(\frac{1}{3 \cdot 2^n}\right) = \varphi_2\left(\frac{2^k}{3 \cdot 2^n}\right) = \varphi_2\left(\frac{2^{k-n}}{3}\right) = \varphi_2\left[\frac{(3-1)^{k-n}}{3}\right] = \varphi_2\left(p + \frac{(-1)^{k-n}}{3}\right)$, где p — целое. Теперь для доказательства леммы осталось заметить, что $\varphi_2\left(p + \frac{(-1)^{k-n}}{3}\right) = \varphi_2\left(\frac{(-1)^{k-n}}{3}\right)$, но $\varphi_2\left(\frac{1}{3}\right) = \frac{2}{3}$ и $\varphi_2\left(-\frac{1}{3}\right) = \varphi_2\left(\frac{2}{3}\right) = \frac{2}{3}$. Таким образом, лемма доказана.

Далее, приведем ряд следствий, доказательство которых опирается на теорему 2.

Следствие 1. Если для модуля непрерывности $\omega(\delta)$ имеет место равенство (3), то существуют положительные константы A, B и $\alpha < \beta < 1$, такие, что $B\delta^\beta \leq \omega(\delta) \leq A\delta^\alpha$.

Следствие 2. Если для модуля непрерывности $\omega(\delta)$ существуют положительные константы C_1, C_2 и $\delta_0 \leq 1$, такие что $1 < C_1 \leq \frac{\omega(2\delta)}{\omega(\delta)} \leq C_2 < 2$ при $\delta \in (0, \delta_0)$, то имеет место равенство (3).

Рассмотрим теперь для данной функции $f \in C_{[0,1]}$ модуль гладкости $\omega_2(\delta, f) = \sup_{\substack{0 < h < \delta \\ h < x < 1-h}} |f(x+h) + f(x-h) - 2f(x)|$. Для $\omega_2(\delta, f)$ также справедливы следующие следствия.

Следствие 3. Если для данного модуля непрерывности $\omega(\delta)$ выполнены условия (4) и (5), то из $a_m(f) = O\left(\omega\left(\frac{1}{m}\right)\right)$ следует, что $\omega_2(\delta, f) = O(\omega(\delta))$.

Однако в общем случае это не так:

Следствие 4. Если для модуля непрерывности $\omega(\delta)$ выполнено условие (5) и не выполнено условие (4), то существует функция $f \in C_{[0,1]}$, такая, что $a_m(f) = O\left(\omega\left(\frac{1}{m}\right)\right)$, но $\omega_2(\delta, f) \neq O(\omega(\delta))$.

Следствия 3 и 4 интересно сопоставить с тем фактом, что для любой функции $f \in C_{[0,1]}$ справедлива оценка $a_m(f) = O\left(\omega_2\left(\frac{1}{m}, f\right)\right)$.

Московский институт
стали и сплавов

(Поступило 19.2.1976)

მათემატიკა

ბ. საბუროვა

ფაბერ—შაუდერის სისტემის მიმართ ფურიეს კოეფიციენტების
ზომიეროთი თვისებების შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია მომენტთა პრობლემა ფაბერ—შაუდერის სისტემის მიმართ. შესწავლილია აგრეთვე კავშირი ფუნქციათა ფურიე—ფაბერის კოეფიციენტებსა და ამ ფუნქციების სტრუქტურულ თვისებებს შორის.

MATHEMATICS

T. N. SABUROVA

ON SOME PROPERTIES OF FOURIER COEFFICIENTS OVER A
FABER-SCHAUDER SYSTEM

Summary

The problem of moments for the Faber-Schauder system is considered. The relation between Fourier-Faber-Schauder coefficients and structural properties of the functions is also studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. М. Никольский. ДАН СССР, 52, № 3, 1946, 191—194.
2. Z. Ciesielski. Bull. Acad. Polon. Sci., Ser. Math., 8, № 4, 1960, 217—222.
3. П. Л. Улянов. Матем. заметки, 7, № 4, 1970, 431—442.
4. Т. Н. Сабурова. Изв. АН СССР, сер. матем., 36, № 2, 1972, 401—422.
5. Т. Н. Сабурова. Матем. заметки, 18, № 3, 1975, 357—367.
6. Z. Ciesielski. Bull. Acad. Polon. Sci., Ser. Math., 8, № 3, 1960, 141—144.



С. Б. ТОПУРИЯ

О ПРЕДСТАВЛЕНИИ ФУНКЦИИ, ОПРЕДЕЛЕННЫХ НА ПОВЕРХНОСТИ ЕДИНИЧНОЙ СФЕРЫ, РЯДАМИ ЛАПЛАСА

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 12.1.1976)

Вопросы представления (в том или ином смысле) измеримых функций одного переменного рядами по тем или иным системам функций достаточно хорошо изучены. Современное состояние этого вопроса подробно изложено в работах [1—6].

В предлагаемой статье изучен вопрос представления измеримой и почти всюду конечной функции, определенной на поверхности единичной сферы S рядом Лапласа, а именно, доказывается теорема, которая является аналогом известной теоремы, доказанной Н. Н. Лузиным [7] для функции одной переменной.

Обозначим через D оператор Лапласа на сфере, т. е.

$$D = \frac{1}{\sin \vartheta} \cdot \frac{\partial}{\partial \vartheta} \left(\sin \vartheta \frac{\partial}{\partial \vartheta} \right) + \frac{1}{\sin^2 \vartheta} \cdot \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2}.$$

Обобщенный оператор Лапласа $D^* f(P)$ функции $f(P) = f(\vartheta, \varphi)$, ($0 \leq \vartheta \leq \pi$; $-\pi \leq \varphi \leq \pi$) в точке P определяется равенством ([8], стр. 288)

$$D^* f(P) = \lim_{r \rightarrow 0} \frac{\frac{1}{|C(P; r)|} \int_{C(P; r)} f(Q) dQ - f(P)}{\sin^2 r/2},$$

где $C(P; r)$ есть окружность на сфере S с центром в точке P и радиусом r .

Рассмотрим ряд Лапласа

$$\sum_{m=0}^{\infty} Y_m(\vartheta, \varphi), \quad (1)$$

где $Y_m(\vartheta, \varphi)$ — сферическая гармоника порядка m .

Из членов ряда (1) составим ряд

$$\sum_{m=1}^{\infty} \Omega Y_m(\vartheta, \varphi) = - \sum_{m=1}^{\infty} \frac{Y_m(\vartheta, \varphi)}{m(m+1)}. \quad (2)$$

Оператор Ω определяется равенством ([8], стр. 293)

$$\Omega f(P) = \int_S f(Q) G(P, Q) dQ,$$

$$G(P, Q) = \frac{1}{2\pi} \lg \sin \frac{PQ}{2}.$$

Допустим, что (2) является рядом Фурье—Лапласа функции $F(P) = F(\vartheta, \varphi) \in L(S)$. Ряд (1) называется R -суммируемым к значению $Y_0(\vartheta, \varphi) + S(\vartheta, \varphi)$ в точке $P(\vartheta, \varphi)$, если ([8], стр. 289)

$$D^*F(\vartheta, \varphi) = S(\vartheta, \varphi).$$

Из работы ([8], стр. 296) вытекает

Теорема А. Если $f(P) \in L(S)$, то ее ряд Фурье—Лапласа суммируем методом R во всех L -точках этой функции к $f(P)$.

Пусть $f \in L(S)$, $f(r, P) = \frac{1}{4\pi} \int_S f(Q) p(r, \gamma) dQ$ — ее интеграл Пуассона.

Если (1) является рядом Фурье—Лапласа функции $f(P)$, то он называется суммируемым методом Абеля в точке $P_0(\vartheta_0, \varphi_0)$ к числу S (или кратко: суммируемым A к числу S), если

$$\lim_{r \rightarrow 1} f(r, P_0) = S.$$

Лемма. Пусть $f(P)$ — произвольная измеримая и почти всюду конечная функция на S . Тогда существует такая непрерывная функция $F(P)$, что почти всюду на S $D^*F(P) = f(P)$.

Справедлива следующая

Теорема. Если $f(P)$ почти везде конечная измеримая функция на S , то существует ряд Лапласа (1), который почти всюду на S суммируем к $f(P)$ как методом A , так и методом R .

Доказательство. Пусть $f(P)$ есть измеримая функция на S , конечная почти всюду. В силу леммы существует такая непрерывная функция $F(P)$, что почти всюду на S $D^*F(P) = f(P)$. Пусть (1) есть ряд Фурье—Лапласа функции $F(P)$. Дифференцируя формально ряд (1) почленно, получаем ряд Лапласа

$$\sum_{m=0}^{\infty} D Y_m(\vartheta, \varphi) = - \sum_{m=1}^{\infty} m(m+1) Y_m(\vartheta, \varphi). \quad (3)$$

Теперь покажем, что ряд (3) почти всюду на S суммируем к $f(P)$ как методом A , так и методом R .

Обозначим через $U(r, \vartheta, \varphi)$ среднее Абеля ряда (3). Легко проверить, что

$$U(r, \vartheta, \varphi) = \frac{1}{4\pi} \int_S F(Q) D p(r, \gamma) dQ.$$

Отсюда в силу теоремы 1 из работы ([9], стр. 20) следует, что ряд (3) почти всюду на S суммируем методом A к $f(P)$.

Далее, во всех точках $P \in S$, где существует конечная $D^*F(P)$, ряд (3) суммируем методом R в точке P к $D^*F(P)$, но $D^*F(P) = f(P)$ почти всюду.

Как вытекает из схемы доказательства, вышеприведенная теорема справедлива для любого $n(n \geq 3)$ -мерного евклидова пространства.

Нам неизвестно следующее: 1) остается ли верной доказанная выше теорема для случая, когда $f(P) = +\infty$ или $f(P) = -\infty$ на множестве положительной меры, 2) справедливы ли аналогичные утверждения для метода (C, α) , $\alpha \geq 0$ и будет ли α зависеть от размерности пространства.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 15.1.1976)

მათემატიკა

ს. თოფურია

ერთეულოვანი სფეროს ზედაპირზე განსაზღვრულ ფუნქციის
ლაპლასის მწკრივად წარმოდგენის შესახებ

რეზიუმე

შევისწავლეთ ერთეულოვან სფეროს ზედაპირზე განსაზღვრული ზომადი და თითქმის ყველგან სასრული ფუნქციის ლაპლასის მწკრივად წარმოდგენის საკითხი. მიღებულია თეორემა, რომელიც წარმოადგენს ნ. ლუზინის ([7], გვ. 236) მიერ ერთი ცვლადის ფუნქციისათვის დამტკიცებული ცნობილი თეორემის ანალოგს.

MATHEMATICS

S. B. TOPURIA

ON THE REPRESENTATION OF FUNCTIONS DETERMINED ON THE SURFACE OF A UNIQUE SPHERE BY LAPLACE SERIES

Summary

The representation of measurable and a.e. finite functions determined on the surface of a unique sphere by Laplace series is investigated. A theorem is obtained which is an analogue of the one proved by N. N. Luzin ([7]; p. 236) for a one-variable function.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. Е. Меньшов, П. Л. Ульянов. Вестник МГУ, 2, 1970, 30—40.
2. П. Л. Ульянов. УМН, 19:1, 1964, 3—69.
3. П. Л. Ульянов. УМН, 27:2, 1972, 3—52.
4. Л. В. Жижиашвили. УМН, 28:2, 1973, 65—119.
5. А. А. Талалян. УМН, 15:5, 1960, 77—141.
6. А. А. Талалян. Математический анализ, 1970. М., 1971, 5—64.
7. Н. Н. Лузин. Интеграл и тригонометрический ряд. М.—Л., 1951.
8. W. Rudin. Trans. Am. Math. Soc. 68, 1950, 287—303.
9. С. Б. Тоपुरия. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 7 (147), 1971, 17—23.



А. А. ВАЛЬФИШ

ОБ ОДНОВРЕМЕННОМ ПРЕДСТАВЛЕНИИ ДВУХ ЦЕЛЫХ
 ЧИСЕЛ ЛИНЕЙНОЙ И КВАДРАТИЧНОЙ ФОРМАМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 18.12.1975)

В предлагаемой статье рассматривается система диофантовых уравнений

$$\begin{aligned} q(x_1, \dots, x_s) &= n, \\ l(x_1, \dots, x_s) &= m, \end{aligned} \quad (1)$$

где

$$q = q(X) = q(x_1, \dots, x_s) = \sum_{i,k=1}^s q_{ik} x_i x_k = X^T Q X$$

— положительно определенная квадратичная форма с симметрической матрицей $Q = (q_{ik})$ и определителем $D = \det q$; $X^T = (x_1, \dots, x_s)$;

$$l = l(X) = l(x_1, \dots, x_s) = \sum_{i=1}^s c_i x_i = C^T X \quad (2)$$

— целочисленная линейная форма; $C^T = (c_1, \dots, c_s)$. Не нарушая общности, можно считать, что q — собственно целая форма, т. е. ее матрица Q целочисленна, и что q и l — примитивные формы:

$$\text{о. н. д. } (q_{ik}) = 1, \quad \text{о. н. д. } (c_1, \dots, c_s) = 1. \quad (3)$$

Цель работы — получение и исследование асимптотической формулы для числа решений $r(q, n; l, m)$ системы (1) в целых числах x_1, \dots, x_s при $s \geq 5$.

Большинство исследований ([1, 2] и цитированная в [3] литература) имеет целью получение для различных частных случаев q и l «точных» (неасимптотических) формул для функции $r(q, n; l, m)$. Наиболее исследованным здесь является случай диофантовой системы

$$\begin{aligned} x_1^2 + \dots + x_s^2 &= n, \\ x_1 + \dots + x_s &= m. \end{aligned} \quad (4)$$

В частности, различными методами были получены сравнительно простые «точные» формулы для числа решений $r_s(n, m)$ системы (4) в случае $3 \leq s \leq 8$. При $s \geq 8$ для $r_s(n, m)$ была получена асимптотическая формула в [3].

Получение и исследование асимптотической формулы для $r(q, n; l, m)$ сводятся к задаче о представлении (из данного класса вычетов) чисел квадратичной формой от $(s-1)$ -й переменной.

Теорема 1. 1) Если выполнено условие (3), то найдется унимодулярное целочисленное преобразование

$$X = VY, \quad \det V = 1, \quad Y^T = (y_1, \dots, y_s),$$

переводящее систему (1) в эквивалентную ей систему диофантовых уравнений

$$\begin{aligned} q'(y_1, \dots, y_s) &= n, \\ l'(y_1, \dots, y_s) &= y_s = m, \end{aligned} \quad (5)$$

где $q' = q'(Y) = q(VY)$ — квадратичная форма, эквивалентная форме q с матрицей $Q' = V^T Q V$, $\det q' = \det q = D$.

2) Пусть

$$\bar{q}' = \sum_{i, k=1}^s \bar{q}'_{ik} y_i y_k \quad (6)$$

— форма, взаимная с q' , т. е. \bar{q}'_{ik} — алгебраическое дополнение элемента q'_{ik} ;

$$\Delta_k = \bar{q}'_{sk} (k = 1, \dots, s), \quad \Delta = \Delta_s, \quad N = \Delta n - Dm^2. \quad (7)$$

Далее, пусть

$$\varphi(y_1, \dots, y_{s-1}) = q'(y_1, \dots, y_{s-1}, 0) \quad (8)$$

— положительно определенная квадратичная форма определителя Δ ; $r(\varphi, \Delta N; \Delta; -m\Delta_1, \dots, -m\Delta_{s-1})$ — число решений диофантовой системы

$$\begin{aligned} \varphi(z_1, \dots, z_{s-1}) &= \Delta N \\ (z_1, \dots, z_{s-1}) &\equiv (-m\Delta_1, \dots, -m\Delta_{s-1}) \pmod{\Delta}. \end{aligned} \quad (9)$$

Тогда

$$r(q, n; l, m) = r(\varphi, \Delta N; \Delta; -m\Delta_1, \dots, -m\Delta_{s-1}), \quad (10)$$

при этом $\Delta = \bar{q}(c_1, \dots, c_s)$, где \bar{q} — форма, взаимная с q , а c_i — коэффициенты формы (2).

Задача (9) исследована в гл. III монографии [4]. Это позволяет с помощью теоремы 1 построить и проанализировать асимптотическую формулу для $r(q, n; l, m)$.

Особый ряд задачи (1) определим равенством

$$H(q, n; l, m) = \prod_p \chi_p(q, n; l, m), \quad (11)$$

где бесконечное произведение берется по всем простым числам p ,

$$\chi_p(q, n; l, m) = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{\rho(p^t; q, n, l, m)}{p^{(s-2)t}};$$

здесь $\rho(p^t; q, n; l, m)$ — число решений системы сравнений

$$\begin{aligned} q(x_1, \dots, x_s) &\equiv n \pmod{p^t}, \\ l(x_1, \dots, x_s) &\equiv m \pmod{p^t}. \end{aligned}$$

Далее, пусть $H(\varphi, \Delta N; \Delta; -m\Delta_1, \dots, -m\Delta_{s-1})$ — особый ряд задачи (9).

Обозначим через \mathfrak{B}_φ множество исключительных простых чисел (см. [4], стр. 72) формы φ .

Теорема 2. 1) Имеем

$$H(q, n; l, m) = \Delta^{s-3} H(\varphi, \Delta N; \Delta; -m\Delta_1, \dots, -m\Delta_{s-1}). \quad (12)$$

2) Пусть

$$L = \Delta(n - q'_{ss} m^2), \quad p^{w_p} \parallel 4\Delta^2 L. \quad (13)$$

Тогда если $s \geq 5$ и система сравнений

$$\begin{aligned} q(x_1, \dots, x_s) &\equiv n \pmod{8L}, \\ l(x_1, \dots, x_s) &\equiv m \pmod{\Delta} \end{aligned} \quad (14)$$

разрешима, то

$$H(q, n; l, m) \gg N^{-\varepsilon} \prod_{p \in \mathfrak{B}_\varphi} p^{-\left(\frac{s}{2} - \frac{s}{2}\right)w_p}, \quad (15)$$

где постоянные, входящие в символ \gg , зависят только от q, l и произвольного вещественного числа $\varepsilon > 0$.

С помощью теоремы 1 настоящей статьи и теоремы 2 гл. III монографии [4] может быть доказана

Теорема 3. Пусть $s \geq 5$. Тогда при $N \rightarrow \infty$

$$r(q, n; l, m) = \frac{\pi^{\frac{s-1}{2}}}{\Delta^{\frac{s}{2}-1} \Gamma\left(\frac{s-1}{2}\right)} N^{\frac{s-3}{2}} H(q, n; l, m) + O\left(N^{\frac{s}{4} - \frac{1}{2} + \varepsilon}\right), \quad (16)$$

где $H(q, n; l, m)$ — особый ряд (11) задачи (1); постоянные, входящие в O , зависят только от q, l и произвольного вещественного числа $\varepsilon > 0$.

Академия наук Грузинской ССР
Тбилисский математический институт
им. А. М. Размадзе

(Поступило 19.12.1975)

მათემატიკა

ა. პალფიშვილი

წარმოადგინა და კვადრატული ფორმებით ორი მთელი რიცხვის ერთდროული წარმოდგენის შესახებ

რეზიუმე

მიღებული და შესწავლილია ასიმპტოტური ფორმულა ორი მთელი რიცხვის s კვადრატული ($s \geq 5$) წრფივი და კვადრატული ფორმებით ერთდროული წარმოდგენისათვის. შრომაში მოცემული ამოცანის შესაბამისი სინგულარული მწკრივის შეფასება იძლევა ასიმპტოტური ფორმულის არატრიალობის პირობას.

A. A. WALFISZ

ON THE SIMULTANECUS REPRESENTATION OF TWO WHOLE
NUMBERS BY LINEAR AND QUADRATIC FORMS

Summary

The asymptotic formula for the number of simultaneous representations of two whole numbers by linear and quadratic forms in s variables ($s \geq 5$) is obtained and investigated. The estimate for the singular series of the problem gives the condition of non-triviality of the asymptotic formula.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. G. Pall. Quart. J. Math., 2, № 6, 1931.
2. G. Pall. Duke Math. J., 8, № 1, 1941.
3. А. З. Вальфиз. УМН, т. 7, вып. 6 (52), 1952.
4. А. В. Малышев. Труды Матем. ин-та им. В. А. Стеклова АН СССР, т. 65, 1962.



А. Б. ХАРАЗИШВИЛИ

О ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИИ ПО СИСТЕМАМ ВИТАЛИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 8.1.1976)

Пусть E —основное базисное множество (см. [1]), S — σ -алгебра частей E , μ — σ -конечная неотрицательная мера на S . Будем говорить, что семейство $P \subset S$, состоящее из множеств со строго положительными мерами, покрывает множество $X \subset E$ в смысле Витали, если, какова бы ни была точка $x \in X$, найдется последовательность $(Z_k)_{k \in N}$ элементов из P , такая, что $(\forall k) (k \in N \Rightarrow) x \in Z_k$ и $\lim_{k \rightarrow \infty} \mu(Z_k) = 0$. Семейство $P \subset S$ будем назы-

вать фундаментальным в пространстве E , если это семейство покрывает E в смысле Витали. Наконец, фундаментальное семейство P назовем системой дифференцирования в E , если для всякого счетно-аддитивного абсолютно непрерывного отображения $\Phi : S \rightarrow R$ почти всюду в E имеет место равенство $\Phi'_P(x) = f(x)$, где Φ'_P —производная отображения Φ по системе P , а f —производная Радона—Никодима отображения Φ (см. [2—4]).

Лемма 1. Для того чтобы фундаментальное в E семейство P было системой дифференцирования, необходимо и достаточно выполнение следующих двух независимых условий:

1) $(\forall Y) (Y \in S \Rightarrow)$ почти каждая точка множества Y является для Y точкой плотности относительно P ;

2) для любой неотрицательной счетно-аддитивной абсолютно непрерывной функции $\Theta : S \rightarrow R^+$ почти везде в E справедливо соотношение $\bar{\Theta}'_P(x) < +\infty$.

Семейство $P \subset S$, фундаментальное в E , будем называть системой Витали, если $(\forall X)(\forall \varepsilon)(\forall P')(X \subset E \ \& \ \mu^*(X) < +\infty \ \& \ \varepsilon > 0 \ \& \ P' \subset P \ \& \ P'$ есть покрытие множества X в смысле Витали \Rightarrow) существует дизъюнктивная последовательность $(Z_k)_{k \in N} \subset P'$, для которой $\mu^*(X \setminus \bigcup_{k \in N} Z_k) < \varepsilon$.

Лемма 2. Пусть P — система Витали в E . Тогда условие 1), фигурирующее в лемме 1, влечет за собой условие 2). В частности, P представляет собой систему дифференцирования в E тогда и только тогда, когда P удовлетворяет соотношению 1).

З а м е ч а н и е. Можно показать, что для системы Витали P условие 1) леммы 1 эквивалентно конъюнкции нижеприводимых независимых друг от друга соотношений:

а) $(\forall Z)(Z \in P \Rightarrow)$ почти все точки из Z служат для Z точками плотности относительно P ;

б) $(AY)(\forall \varepsilon)(Y \in S \ \& \ \varepsilon > 0 \Rightarrow)$ найдется последовательность $(Z_k)_{k \in N}$ элементов из P , такая, что $\mu(Y \Delta (\bigcup_{k \in N} Z_k)) < \varepsilon$.

Если в качестве E взять n -мерное евклидово пространство E_n ($n \geq 2$), а в качестве μ — классическую лебеговскую меру I_n , то легко привести пример системы Витали, состоящей из прямоугольных параллелепипедов с ребрами, параллельными соответствующим осям координат, для которой выполняется соотношение б) и нарушается соотношение а). В связи с этим обстоятельством заменим для пространства E_n в определении покрытия в смысле Витали равенство $\lim_{k \rightarrow \infty} \mu(Z_k) = 0$ равенством $\lim_{k \rightarrow \infty} (\text{diam } Z_k) = 0$. Тогда будет иметь место

Лемма 3. Для лебеговской меры I_n всякая система Витали является системой дифференцирования.

Пусть P_n — семейство всех открытых кубов евклидова пространства E_n . В силу классической теоремы Витали о покрытии, P_n представляет собой систему Витали по отношению к любой мере в E_n , служащей продолжением I_n . Кроме того, легко видеть, что если μ — мера в E_n , продолжающая I_n , а P — некоторая система Витали для μ , то объединение P с P_n также является системой Витали для меры μ .

Предложение 1. Пусть μ — мера в пространстве E_n , служащая продолжением I_n . Семейство P_n тогда и только тогда будет системой дифференцирования для μ , когда каждое μ -измеримое множество представляется в виде $(X \cup X') \setminus X''$, где X — измеримая в смысле Лебега часть пространства E_n , а X' и X'' — множества μ -меры нуль.

Обозначим через D_n группу всех изометрических преобразований евклидова пространства E_n , а через M_n — класс всех тех D_n -инвариантных мер μ в пространстве E_n , для которых $\mu([0, 1]^n) = 1$ и семейство P_n служит системой дифференцирования. Класс M_n естественным образом упорядочивается соотношением $R\xi\mu, \mu'\xi : \mu'$ продолжает μ . При этом очевидно, что обычная борелевская мера в E_n является наименьшим элементом класса M_n . Исходя из предложения 1 и результата Улама о неизмеримости в узком смысле кардинального числа 2^{\aleph_0} , можно доказать, что класс M_n не обладает максимальными элементами.

Предложение 2. При $n \geq 1$ в евклидовом пространстве E_n существуют мера μ и система Витали P для этой меры, которые удовлетворяют следующим соотношениям:

(а) $\mu \in M_n$;

(б) $P_n \subset P$;

(в) P есть система дифференцирования для μ ;

(г) найдется счетно-аддитивная неотрицательная функция Θ , заданная на области определения μ , не имеющая производной (относительно P) ни в одной точке некоторого μ -измеримого множества со строго положительной мерой.

Коротко наметим доказательство сформулированного предложения. Методом трансфинитной индукции легко определяется разбиение $\{A, B\}$ пространства E_n , обладающее следующими свойствами:

- (1) $(\forall g)(g \in D_n =) (\text{Card}(g(V) \Delta A) < 2^{\aleph_0} \ \& \ \text{Card}(g(B) \Delta B) < 2^{\aleph_0})$;
 (2) множества A и B I_n -массивны в E_n .

Пусть, далее, S означает σ -алгебру таких частей E_n , которые представимы в виде $(A \cap X) \cup (B \cap Y)$, где X и Y — произвольные борелевские подмножества евклидова пространства E_n .

Положим

$$\mu((A \cap X) \cup (B \cap Y)) = I_n(X),$$

а затем продолжим стандартным образом отображение μ на множество всех неcontinуальных частей пространства E_n . Ясно, что этим самым мы получим D_n -инвариантную меру, принадлежащую к классу M_n . В качестве системы Витали P для построенной меры возьмем семейство подмножеств E_n , имеющих один из следующих видов:

$$A \cap K, K,$$

где K — произвольный открытый куб в E_n . С помощью леммы 2 легко устанавливается, что семейство P представляет собой систему дифференцирования для меры μ . Если теперь определить на S функцию Θ равенством

$$\Theta((A \cap X) \cup (B \cap Y)) = I_n(Y),$$

то в каждой точке $x \in A$ будем иметь

$$\bar{\Theta}'_p(x) = 1, \quad \underline{\Theta}'_p(x) = 0,$$

т. е. счетно-аддитивное отображение Θ не дифференцируемо относительно системы P ни в одной точке множества A .

З а м е ч а н и е. Из леммы 3 и предложения 1 непосредственно вытекает, что, какова бы ни была мера μ из класса M_n , всякая система Витали для μ является также ее системой дифференцирования. С другой стороны, в силу классической теоремы Лебега (см. [3]) каждая счетно-аддитивная функция, заданная на борелевских подмножествах пространства E_n , почти везде в E_n имеет конечную производную относительно любой фиксированной системы Витали для меры I_n . Таким образом, предложение 2 в точной форме выражает тот факт, что упомянутая теорема Лебега связана с более глубокими свойствами лебеговской меры, чем свойство согласованности для этой меры двух типов дифференцирования абсолютно непрерывных функций.

Лемма 4. Пусть (E, S, μ) — пространство с σ -конечной мерой, $(A_i)_{1 \leq i \leq m}$ — конечное разбиение множества E на μ -массивные части A_i , $\bar{\mu}$ — продолжение меры μ , задаваемое с помощью равенства

$$\bar{\mu}((A_1 \cap X_1) \cup \dots \cup (A_m \cap X_m)) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \mu(X_i),$$

где X_1, \dots, X_m — произвольные μ -измеримые подмножества E .

Тогда если f — любая $\bar{\mu}$ -измеримая функция на пространстве E , то существует семейство $(f_i)_{1 \leq i \leq m}$ μ -измеримых функций, такое, что $(\forall i) (1 \leq$

$(\leq i \leq m) f|_{A_i} = f_i|_{A_i}$). Причем если f μ -интегрируема на E , то f_i ($1 \leq i \leq m$) можно подобрать μ -интегрируемыми на пространстве E .

Предложение 3. При $n \geq 1$ в E_n существуют мера μ и система Витали P для μ , такие, что выполняются нижеприводимые соотношения:

(а) μ D_n -инвариантна и служит продолжением I_n ;

(б) $P_n \subset P$;

(в) $(\forall Y)(\forall y)(Y \subset E_n \ \& \ Y \ \mu\text{-измеримо} \ \& \ y \in Y \Rightarrow) y$ не есть точка плотности множества Y относительно системы P ;

(г) каково бы ни было неотрицательное счетно-аддитивное абсолютно непрерывное (относительно μ) отображение Θ , почти везде в E_n $\overline{\Theta}'_P(x) < +\infty$.

Для доказательства предложения 3 достаточно определить искомую меру μ при помощи равенства

$$\mu((A \cap X) \cup (B \cap Y)) = \frac{1}{2} (I_n(X) + I_n(Y)),$$

где $\{A, B\}$ — разбиение пространства E_n , рассмотренное выше, а X и Y — произвольные I_n -измеримые подмножества E_n ; при этом в качестве системы Витали P надо будет взять семейство всех частей E_n , имеющих один из следующих видов:

$$A \cap K, B \cap K, K,$$

где K — любой открытый куб в пространстве E_n . Воспользовавшись леммой 4, немедленно придем к нужному результату.

Тбилисский государственный университет
 Институт прикладной математики

(Поступило 9.1.1976)

მათემატიკა

ა. ხარაზიშვილი

ვიტალის სისტემების მიმართ დიფერენცირებადობის შესახებ
 რეზიუმე

ლებეგის ზომის სხვადასხვა ინვარიანტული გაგრძელებებისათვის გამოკვლეულია ვიტალის სისტემების მიმართ თვლად-ადიტიური ფუნქციების დიფერენცირებადობის საკითხი.

MATHEMATICS

A. B. KHARAZISHVILI

ON THE DIFFERENTIATION WITH RESPECT TO SYSTEMS OF VITALI

Summary

The question of the differentiation of the σ -additive functions with respect to systems of Vitali is considered for some invariant extensions of the Lebesgue measure.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Бурбаки. Теория множеств. М., 1965.
2. П. Халмош. Теория меры. М., 1953.
3. С. Сакс. Теория интеграла. М., 1949.
4. Г. Е. Шилов, Б. Л. Гуревич. Интеграл, мера и производная. М., 1967.

О. Д. ЦЕРЕТЕЛИ

О НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВАХ ВНУТРЕННИХ ФУНКЦИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 4.11.1975)

Функция f , аналитическая в единичном круге $K = \{z : |z| < 1\}$, называется внутренней функцией, если $|f(z)| < 1$ при $z \in K$ и $|\lim_{r \rightarrow 1} f(re^{i\theta})| = 1$

п. в. (почти всюду) на $T = [0, 2\pi)$ в смысле меры Лебега μ (см., например, [1], стр. 92). Класс внутренних функций обозначим через Σ . Если $f \in \Sigma$, то через \tilde{f} будем обозначать борелевскую функцию $\tilde{f}: T \rightarrow T$, удовлетворяющую условию $\exp(i\tilde{f}(\theta)) = \lim_{r \rightarrow 1} f(re^{i\theta})$ п. в. на T .

Теорема 1. Пусть $f \in \Sigma$ и $f(0) = a$. Тогда для любого борелевского множества $E \subset T$

$$\mu \tilde{f}^{-1}(E) = \int_E \frac{1-r^2}{1-2r \cos(\eta-\theta) + r^2} d\eta, \quad re^{i\theta} = a. \quad (1)$$

В частности, если $f(0) = 0$, то отображение $\tilde{f}: T \rightarrow T$ является сохраняющим меру отображением интервала T .

В классе Σ справедлива следующая теорема единственности:

Теорема 2. Пусть $f_k \in \Sigma$ и $f_k(0) = \tau$, $k=1, 2$. Пусть, кроме того борелевское множество $E \subset T$ удовлетворяет условию

$$\int e^{i\theta} d\theta \neq 0, \quad \varphi_a^{-1}(E) \quad (2)$$

где φ_a — автоморфизм круга K , $\varphi_a(0) = a$. Тогда если $\varphi_a^{-1} \tilde{f}_1^{-1}(E) = \varphi_a^{-1} \tilde{f}_2^{-1}(E)$, то $f_1 = f_2$.

Имея в виду применения, укажем общие формулировки теорем 1 и 2. Пусть G — односвязная область, отличная от \mathbb{C} . Обозначим через $\Sigma(G)$ множество функций f , аналитических в K и удовлетворяющих условиям: 1) $f: K \rightarrow G$, 2) $\lim_{r \rightarrow 1} f(re^{i\theta}) \in FrG$ почти для всех $\theta \in T$. Заметим, что для аналитических функций f , отображающих K в G , предел $\lim_{r \rightarrow 1} f(re^{i\theta})$ существует п. в. Это следует из теоремы Фату и из того хорошо извест-

(1 Здесь и всюду в дальнейшем равенство двух множеств понимается с точностью до множества меры нуля.)



ного обстоятельства, что с помощью элементарных однолистных отображений область G можно отобразить на ограниченную область. Существенным в определении класса $\Sigma(G)$ является условие 2).

Если $f \in \Sigma(G)$, то произвольную борелевскую функцию, определенную на T и совпадающую п. в. на T с пределом $\lim_{r \rightarrow 1} f(re^{i\theta})$, будем обозначать

той же буквой f .

Из теоремы Римана о конформной эквивалентности круга K и G и из теорем 1 и 2, легко следуют следующие теоремы:

Теорема 1'. Пусть $f \in \Sigma(G)$ и $f(0) = \zeta$. Тогда для произвольного борелевского множества $E \subset Fr G$

$$\mu f^{-1}(E) = \mu \varphi_{\zeta}^{-1}(E),$$

где φ_{ζ} — функция, осуществляющая конформное отображение K на G , $\varphi_{\zeta}(0) = \zeta$.

Теорема 2'. Пусть $f_k \in \Sigma(G)$, $f_k(0) = \zeta$, $k=1, 2$, и борелевское множество $E \subset Fr G$ удовлетворяет условию

$$\int_{\varphi_{\zeta}^{-1}(E)} e^{i\theta} d\theta \neq 0.$$

Тогда если $f_1^{-1}(E) = f_2^{-1}(E)$, то $f_1 = f_2$.

Известна следующая теорема, принадлежащая Стейну и Вейсу [2]: Пусть $e \subset T$ — произвольное борелевское множество. Тогда функция распределения $y \rightarrow \mu\{\theta : \tilde{\chi}_e(\theta) > y\}$, $y \in \mathbf{R}$, зависит лишь от меры множества e . Здесь $\tilde{\chi}_e$ — сопряженная к функции χ_e . Известно также аналогичное утверждение для функций, сопряженных к сингулярным неотрицательным мерам: если ν — конечная сингулярная относительно μ неотрицательная борелевская мера, то функция распределения $y \rightarrow \mu\{\theta : \tilde{\nu}(\theta) > y\}$, $y \in \mathbf{R}$, зависит лишь от $\nu(T)$. Здесь

$$\tilde{\nu}(\theta) = \frac{1}{2\pi} \int_T \operatorname{ctg} \frac{t-\theta}{2} d\nu(t)$$

(см., например, [3] и [4], где дано обсуждение обеих этих теорем).

Обе эти теоремы являются следствиями теоремы 1'. Действительно, теорему Стейна и Вейса мы получим, если рассмотрим класс $\Sigma(G)$, где $G = \{z : 0 < \operatorname{Re} z < 1\}$, и заметим, что функция

$$\tilde{f}(z) = \frac{1}{2\pi} \int_T \frac{e^{i\theta} + z}{e^{i\theta} - z} \chi_e(\theta) d\theta, \quad z \in K,$$

принадлежит классу $\Sigma(G)$. Аналогично получаем и теорему о сингулярных мерах: функция

$$F(z) = \frac{1}{2\pi} \int_T \frac{e^{i\theta} + z}{e^{i\theta} - z} d\nu(\theta), \quad z \in K,$$

принадлежит $\Sigma(\mathbf{C}_+)$, $\mathbf{C}_+ = \{z : \operatorname{Re} z > 0\}$.

Таким образом, обе эти теоремы по существу являются теоремой 1 о внутренних функциях (очевидно, что сама теорема 1 может быть выведена из любой этих теорем).

Отметим, наконец, следующие теоремы, первая из которых является следствием теоремы 2'.

Теорема 3. Пусть ν_1 и ν_2 — сингулярные неотрицательные конечные борелевские меры и y — произвольное действительное число. Тогда если $|\theta : \tilde{\nu}_1(\theta) > y| = |\theta : \tilde{\nu}_2(\theta) > y|$, то $\nu_1 = \nu_2$, если $y \neq 0$, и $\nu_1 = c\nu_2$ при некотором неотрицательном c , если $y = 0$.

Теорема 4. Пусть $e \subset T$ — борелевское множество, $0 < \mu e < 2\pi$, и $V > 0$. Тогда для любых a и b , $-\infty \leq a < b \leq \infty$, удовлетворяющих условию

$$\mu e = 2 \left(\operatorname{arctg} \frac{b}{V} - \operatorname{arctg} \frac{a}{V} \right)$$

$(\operatorname{arctg} (\pm \infty) = \pm \frac{\pi}{2})$, существует единственная неотрицательная сингулярная мера ν , такая, что $\nu(T) = 2\pi V$ и $|\theta : a < \tilde{\nu}(\theta) < b| = e$.

Академия наук Грузинской ССР
 Тбилисский математический институт
 им. А. М. Размадзе

(Поступило 28.11.1975)

მათემატიკა

მ. წამბათაძე

შიდა ფუნქციონის ზოგიერთი თვისების შესახებ

რეზიუმე

ფუნქციას, რომელიც ანალიზურია ერთეულოვან წრეში $K = \{z : |z| < 1\}$, ეწოდება შიდა ფუნქცია, თუ $|f(z)| < 1$, როცა $z \in K$ და $|\lim_{r \rightarrow 1} f(re^{i\theta})| = 1$ თ. ყ.

(თითქმის ყველგან) $T = [0, 2\pi)$ ინტერვალზე ლებეგის μ ზომის აზრით (იხ., მაგალითად, [1], გვ. 92). შიდა ფუნქციათა კლასი აღენიშნოთ Σ -თი. თუ $f \in \Sigma$, მაშინ \tilde{f} აღნიშნავს ბორელის ფუნქციას, $\tilde{f} : T \rightarrow T$, რომელიც აკმაყოფილებს პირობას $\exp(i\tilde{f}(\theta)) = \lim_{r \rightarrow 1} f(re^{i\theta})$ თ. ყ. T -ზე. ნაშრომში ჩამოყალიბებულია შემდეგი თეორემები:

თეორემა 1. ვთქვათ, $f \in \Sigma$ და $f(0) = a$. მაშინ ბორელის ნებისმიერი $E \subset T$ სიმრავლისათვის სამართლიანია (1) ტოლობა. კერძოდ, თუ $f(0) = 0$, მაშინ $\tilde{f} : T \rightarrow T$ არის ზომის შემნახავი ასახვა.

თეორემა 2. ვთქვათ, $f_k \in \Sigma$ და $f_k(0) = a$, $k = 1, 2$. ვთქვათ, გარდა ამისა, ბორელის სიმრავლე $E \subset T$ აკმაყოფილებს (2) პირობას, სადაც φ_a არის K წრის ავტომორფიზმი, $\varphi_a(0) = a$. მაშინ $f_1 = f_2$ თუ $\mu(\tilde{f}_1^{-1}(E) \Delta \tilde{f}_2^{-1}(E)) = 0$.

O. D. CERETELI

ON SOME PROPERTIES OF INNER FUNCTIONS

Summary

An inner function is a function f , which is analytic in the unit disc $K = \{z : |z| < 1\}$ and for which $|f(z)| < 1$, $z \in K$, and $|\lim_{r \rightarrow 1} f(re^{i\theta})| = 1$ a. e. on $T = [0, 2\pi)$ in the sense of Lebesgue measure μ (see e. g. [1] p. 92). The class of inner functions is denoted by Σ . If $f \in \Sigma$ then \tilde{f} will denote Borel function, $\tilde{f}: T \rightarrow T$, which satisfies the condition $\exp(i\tilde{f}(\theta)) = \lim_{r \rightarrow 1} f(re^{i\theta})$ a. e. on T .

The following theorems are stated:

Theorem 1. Let $f \in \Sigma$ and $f(0) = a$. Then for every Borel set $E \subset T$ (1) is valid. In particular, if $f(0) = 0$, then \tilde{f} is measure-preserving transformation on T .

It is noted that the theorem of Stein and Weiss [2] is essentially the stated theorem for inner functions.

Theorem 2. Let $f_k \in \Sigma$, $f_k(0) = a$, $k = 1, 2$. Let some Borel set $E \subset T$ satisfy the condition (2), where φ_a is an automorphism of K , $\varphi_a(0) = a$. Then $f_1 = f_2$ if $\mu(\tilde{f}_1^{-1}(E) \Delta \tilde{f}_2^{-1}(E)) = 0$.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. Гофман. Банаховы пространства аналитических функций. М., 1963.
2. E. M. Stein, G. Weiss. J. Math. Mech., 8, № 2, 1959, 263—284.
3. О. Д. Церетели. Труды симпозиума по механике сплошной среды и родственным проблемам анализа. (Тбилиси, 23—29. IX.1971), т. 1, 241—254.
4. О. Д. Церетели. Современные проблемы математики, т. 7, М., 1975, 18—57.



Д. Г. СУЛАБЕРИДЗЕ, Л. И. МАХАРАДЗЕ

РАСЧЕТ ГАСИТЕЛЕЙ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО УДАРА С УПРУГИМИ АМОРТИЗАТОРАМИ ИЗ ЭЛАСТИЧНОГО МАТЕРИАЛА

(Представлено академиком А. А. Дзидзигури 19.2.1976)

В настоящей статье на основе совместной работы трубопровода и гасителя гидравлического удара (ГУ) выведены теоретические зависимости для определения необходимого количества (объема) амортизирующих элементов. Рассмотрена система, в которой в качестве источника энергии использован центробежный насос, а для гашения ГУ использованы гасители с упругими шлангами и сферическими шарами из эластичного материала, которые заполнены воздухом. Сперва проведем анализ для расчета гасителя с упругим шлангом.

Рассмотрим случай, когда в трубопроводе возникает прямой ГУ, т. е. когда перекрытие сечения трубопровода при движении потока происходит мгновенно. Максимальное превышение давления над давлением установившегося режима обозначим через ΔP .

При ГУ жидкость входит в гаситель, сжимает упругий шланг и воздух, расположенный в нем. Действие живых сил уменьшается за счет упругой работы расширения стенок трубопровода и корпуса гасителя, сжатия рабочей среды, упругого сжатия шланга и воздуха, расположенного в последнем, а также работы сил трения при сжатии шланга.

Работу, затраченную на расширение стенок трубопровода при изменении давления на ΔP , можно определить следующей зависимостью:

$$A_1 = \frac{\omega l r}{\delta E} \Delta P^2, \quad (1)$$

где r , δ , l — соответственно радиус, толщина и длина трубопровода, м; $\omega = \pi r^2$ — площадь поперечного сечения, м²; E — модуль упругости трубопровода, Н/м².

Работа на сжатие рабочей среды при изменении давления на ΔP равна

$$A_2 = \frac{\omega l}{2 E_0} \Delta P^2, \quad (2)$$

где E_0 — модуль упругости рабочей среды, Н/м².

В дальнейшем при анализе будем пренебрегать расширением стенок гасителя и сжатия рабочей жидкой среды в гасителе, так как объем гасителя гораздо меньше, чем объем трубопровода.

Работу, затраченную на сжатие шланга длиной l_1 и внутренним радиусом r_1 , при изменении давления на ΔP , для тонкостенных шлангов, когда $r_1/\delta_1 > 10$, можно определить по формуле

$$A_3 = \frac{1}{2} \pi r_1^2 l_1 \Delta P^2 \left(E_n + \frac{E_1 \delta_1}{2 r_1} \right)^{-1}, \quad (3)$$

где δ_1 —толщина шланга, м; E_1 —модуль упругости шланга, Н/м².

E_n —модуль упругости воздуха, Н/м². Для политропного процесса $E_n = \kappa P$ (κ — показатель политропы; P — давление, под которым находится воздух в шланге, Н/м²).

Подразумевается, что гаситель присоединен к магистральному трубопроводу в непосредственной близости от запорного органа, где при установившемся режиме имеется давление P_0 . При возникновении ГУ процесс изменения состояния воздуха подчиняется политропному закону. Работа, затраченная на сжатие воздуха внутри шланга при изменении давления на ΔP , определяется по формуле

$$A_4 = \frac{P'_0}{\kappa - 1} W_{ш} \left[\left(\frac{P'_0 + \Delta P'}{P'_0} \right)^{\frac{\kappa - 1}{\kappa}} - 1 \right], \quad (4)$$

где $W_{ш}$ —внутренний объем шланга, м³.

Работа, затраченная живыми силами на преодоление сил трения в трубопроводе при изменении объема шланга на W , определяется по формуле

$$A_5 = K P_{тр} W = K P_{тр} \left[1 - \left(\frac{P'_0}{P'_0 + \Delta P'} \right)^{\frac{1}{\kappa}} \right] W_{ш}, \quad (5)$$

где $K=0,7$ по Энгелу, $P_{тр}$ —потери напора при установившемся режиме, Н/м².

Для рассматриваемого случая уравнение живых сил запишется в следующем виде:

$$\rho \omega l \frac{v_0^2}{2} = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5. \quad (6)$$

Если шланг, расположенный в корпусе гасителя, наполнен воздухом под атмосферным давлением, с учетом (1), (2), (3), (4) и (5) формула (6) примет вид

$$W_{ш} = \frac{\omega l (\rho^2 v_0^2 a^2 - \Delta P^2) (2 \rho a^2)^{-1}}{\frac{\Delta P^2}{2} \left(E_n + \frac{\delta_1 E_1}{2 r_1} \right)^{-1} + \frac{P'_0}{\kappa - 1} \left[\left(1 + \frac{\Delta P'}{P'_0} \right)^{\frac{\kappa - 1}{\kappa}} - 1 \right] + K P_{тр} \left[1 - \left(\frac{P'_0}{P'_0 + \Delta P'} \right)^{\frac{1}{\kappa}} \right]}, \quad (7)$$

где

$$r'_1 = r_1 \sqrt{\frac{P_n}{P'_0}}; \quad P'_0 = P_n + \frac{E_n}{E_n + \frac{\delta_1 E_1}{2 r_1}} (P_0 - P_n); \quad \Delta P' = \frac{E_n \Delta P}{E_n + \frac{\delta_1 E_1}{2 r_1}};$$

ρ —плотность рабочей среды, кг/м³; a —скорость распространения волны удара в трубопроводе, м/сек; v_0 —скорость движения потока рабочей среды при установившемся режиме, м/сек.

Аналогичным рассуждением можно получить расчетную зависимость при использовании толстостенных шлангов, т. е. для случая, когда $r_1/\delta_1 = r_n/\delta_1 < 10$:

$$W'_{ш} = \frac{\omega l (\rho^2 v_0^2 a^2 - \Delta P^2) (2 \rho a^2)^{-1}}{2 r_n'^2 (r_n'^2 - r_n'^2)^{-1} \Delta P^2} + \frac{1}{E_1 + 2 E_n [(r_n'^2 + r_n'^2) (r_n'^2 - r_n'^2)^{-1} + \mu]} + \frac{1}{z-1} \left[\left(1 + \frac{\Delta P'_1}{P'_0} \right)^{\frac{1}{z}} - 1 \right] + KP_{тр} \left[1 - \left(\frac{P'_0}{P'_0 + \Delta P'} \right)^{\frac{1}{z}} \right] \quad (8)$$

где

$$r_n' = r_n \left\{ 1 - \frac{\Delta P}{E_1} \cdot \frac{2(1 - \mu^2) + E_1 E_n^{-1} [(r_n^2 + r_n^2) (r_n^2 - r_n^2)^{-1} - \mu]}{E_n^{-1} E_1 + 2 [(r_n^2 + r_n^2) (r_n^2 - r_n^2)^{-1} + \mu]} \right\};$$

$$r_n' = r_n \left\{ 1 - \frac{\Delta P 2 r_n^2 (r_n^2 - r_n^2)^{-1}}{E_1 + 2 E_n [(r_n^2 + r_n^2) (r_n^2 - r_n^2)^{-1} + \mu]} \right\};$$

$$P'_0 = P_a + \frac{4 r_n^2 (r_n^2 - r_n^2)^{-1} (P_0 - P_a)}{E_1 + 2 E_n [(r_n^2 + r_n^2) (r_n^2 - r_n^2)^{-1} + \mu]};$$

$$\Delta P' = \frac{4 r_n'^2 (r_n'^2 - r_n'^2)^{-1} \Delta P E_n}{E_1 + 2 E_n [(r_n'^2 + r_n'^2) (r_n'^2 - r_n'^2)^{-1} + \mu]}.$$

r_n и r_n' —соответственно наружный и внутренний радиусы, м; r_n' и r_n' —соответственно наружный и внутренний радиусы шланга при давлении P_0 ; μ —коэффициент Пуассона для материала шланга.

Длина упругого шланга, объем, занимаемый им в гасителе, и объем корпуса последнего определяются соответственно по формулам

$$l_1 = \frac{W_{ш}}{\pi r_1^2}, \quad W' = \pi l_1 (r_n'^2 - r_n'^2), \quad V = \phi (W_{ш} + W'), \quad (9)$$

где $\phi = 1,1 \div 1,2$ —коэффициент неравномерности заполнения полости корпуса гасителя шлангом.

Аналогично вышеприведенному анализу можно получить расчетные зависимости для гасителя, в котором в качестве амортизатора используются упругие сферические шары из эластичного материала. Анализ проведен только для тонкостенных шаров, так как на практике распространения получили именно такие шары, т. е. для случая $r_1/\delta_2 = r_n/\delta_2 > 10$. В таком случае формула для определения внутреннего объема шаров, расположенных в корпусе гасителя, имеет вид

$$W_{ш} = \frac{\omega l (\rho^2 v_0^2 a^2 - \Delta P^2) (2 \rho a^2)^{-1}}{2 r_1'^2 (r_1'^2 - r_1'^2)^{-1} \Delta P^2} + \frac{1}{E_n + \frac{2}{3} \frac{\delta_1 E_1}{r_1'}} + \frac{1}{z-1} \left[\left(1 + \frac{\Delta P'_1}{P'_1} \right)^{\frac{1}{z}} - 1 \right] + KP_{тр} \left[1 - \left(\frac{P'_1}{P'_1 + \Delta P'} \right)^{\frac{1}{z}} \right] \quad (10)$$

где

$$r'_1 = r_1 \sqrt[3]{\frac{P_1}{P'_1}}; \quad P'_1 = P_1 + E_n (P_0 - P_a) \left(E_n + \frac{2}{3} \frac{\delta_1 E_1}{r_1} \right)^{-1};$$

$$\Delta P' = \Delta P \left(E_n + \frac{2}{3} \frac{\delta_1 E_1}{r'_1} \right)^{-1} E_n;$$

r_1 — радиус шара, когда давление снаружи атмосферное, а внутри его P_1 , м;
 r'_1 — радиус шара при статическом давлении P_0 , м.

Количество упругих сферических шаров, объем упругого эластичного материала их стенок и объем корпуса гасителя можно определить соответственно по формулам

$$n = \frac{W_m}{\frac{4}{3} \pi r_1^3}, \quad W' = \frac{4}{3} \pi n [(r_1 + \delta_1)^3 - r_1^3], \quad V = \psi_1 (W' + W_m), \quad (11)$$

где $\psi_1 = 1,2 \dots 1,4$ — коэффициент неравномерности заполнения полости корпуса гасителя шарами.

Справедливость полученных расчетных зависимостей проверена как в лабораторных, так и в промышленных условиях.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт горной механики

(Поступило 26.2.1975)

შეჯამება

დ. სულაბერიძე, ლ. მახარაძე

ელასტიკური მასალის ღრეკადი ამორტიზატორით მომუშავე
 ჰიდრაულიკური ღრეკების ჩამკრობი მოწყობილობის გაანგარიშება
 რეზიუმე

თეორიული ანალიზის საფუძველზე მიღებულია დამოკიდებულებები ჰიდრაულიკური ღრეკების ჩამკრობი მოწყობილობის გაანგარიშებისათვის, როდესაც მასში ამორტიზატორად გამოყენებულია ღრეკადი შლანგი (11) ან ღრეკადი სფერო (13).

MECHANICS

D. G. SULABERIDZE, L. I. MAKHARADZE

CALCULATION OF HYDRAULIC IMPACT DAMPERS WITH
 RESILIENT SHOCK ABSORBERS MADE OF ELASTIC MATERIAL

Summary

On the basis of theoretical analysis the dependences have been obtained for calculating the necessary volumes of a hydraulic impact damper with a flexible hose (11) or ball (13) as the shock absorber.



И. А. ЗОНЕНАШВИЛИ

ИЗГИБ КРУГЛОЙ ПЛАСТИНКИ С ОПОРНЫМ РЕБРОМ
 ПЕРЕМЕННОЙ ЖЕСТКОСТИ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 27.2.1976)

1. Рассмотрим тонкую изотропную плиту, срединная плоскость которой занимает внутренность окружности L радиуса $R=1$, подкрепленную упругим опорным кольцом переменного сечения.

Плита нагружена произвольной поперечной нагрузкой.

В полярных координатах (r, Θ) граничные условия на L для функции прогибов W имеют вид [1]

$$W = 0, \quad [\delta_1(\Theta) + \nu] \frac{\partial W}{\partial r} - \frac{\partial}{\partial \Theta} \left[\delta_2(\Theta) \frac{\partial^2 W}{\partial r \partial \Theta} \right] + \frac{\partial^2 W}{\partial r^2} = 0. \quad (1)$$

Здесь $\delta_1(\Theta)$ и $\delta_2(\Theta)$ — переменные относительные жесткости на изгиб и кручение опорного ребра, ν — коэффициент Пуассона материала.

Как известно, общее решение дифференциального уравнения изгиба пластинки имеет вид

$$W = \operatorname{Re} [\bar{z}\varphi(z) + \chi(z)] + W_0, \quad (2)$$

где $\varphi(z)$ и $\chi(z)$ — искомые аналитические функции, W_0 — известное частное решение уравнения изгиба плиты.

В силу равенства (2) граничное условие (1) принимает вид

$$2 \operatorname{Re} [t\varphi''(t) + a(t)\varphi'(t) + b(t)\bar{t}\varphi(t)] = f(t) \quad \text{на } L, \quad (3)$$

где $f(t)$ — известная функция,

$$a(t) = 2/\delta_2(t) - 1 + t\delta_2'(t)/\delta_2(t), \quad b(t) = 1 + [\delta_1(t) + \nu - 1 + t\delta_1'(t)]/\delta_2(t). \quad (4)$$

При разложении известных функций $a(t)$, $b(t)$ и $f(t)$ в степенные ряды соответственно с коэффициентами A_k , B_k , C_k граничное условие (3) сводится к квазирегулярной бесконечной системе линейных алгебраических уравнений относительно коэффициентов a_k разложения искомой функции $\varphi(z)$

$$(n+1)na_{n+1} + \sum_{k=1}^{\infty} [(kA_{n-k+1} + B_{n-k+1})a_k + (kA_{n+k-1} + B_{n+k-1})\bar{a}_k] = C_n, \quad (5)$$

которая решается методом редукции.

2. В качестве примера рассмотрим случай, когда в точках $z_1 = iy_0$ и $z_2 = -iy_0$ приложены нормальные сосредоточенные силы

$P_1 = P_2 = P$, а ребро имеет кусочно-постоянную жесткость на изгиб. В этом случае частное решение W_0 может быть взято в виде [2]

$$W_0 = \frac{P}{16\pi D} \sum_{k=1}^2 [r^2 + y_0^2 + 2ry_0(-1)^k \sin \Theta] \ln \frac{r^2 + y_0^2 + 2ry_0(-1)^k \sin \Theta}{1 + r^2 y_0^2 + 2ry_0(-1)^k \sin \Theta}. \quad (6)$$

Пусть $\delta_2 = \text{const}$, а

$$\delta_1(\Theta) = \begin{cases} c_1, & \text{когда } -\alpha < \Theta < \alpha \text{ и } \pi - \alpha < \Theta < \pi + \alpha, \\ c_2, & \text{когда } \alpha < \Theta < \pi - \alpha \text{ и } \pi + \alpha < \Theta < 2\pi - \alpha. \end{cases}$$

Легко видеть, что все $a_{2k} = 0$, а для определения коэффициентов a_{2k+1} , согласно (5), получаем усеченную систему

$$\sum_{k=0}^N \lambda_{n,k} a_{2k+1} = C_{2n}, \quad (7)$$

где

$$\lambda_{0,0} = \frac{2}{\delta_2} \left\{ (\nu + 1) + \frac{1}{\pi} [2\alpha(c_1 - c_2) + \pi c_2] \right\},$$

$$\lambda_{n,k} = \frac{c_1 - c_2}{\pi \delta_2} \left[\frac{\sin 2(n-k)\alpha}{n-k} + \frac{\sin 2(n+k)\alpha}{n+k} \right], \quad n \neq k, \quad (8)$$

$$\lambda_{n,n} = (2n+1) \left(2n + \frac{2}{\delta_2} - 1 \right) + 1 + \frac{\nu - 1}{\delta_2} + \frac{2\alpha(c_1 - c_2) + \pi c_2}{\pi \delta_2} + \frac{(c_1 - c_2) \sin 4n\alpha}{2\pi n \delta_2},$$

$$C_0 = -\frac{P(1-y_0^2)}{4\pi D} \left\{ \frac{1}{\pi \delta_2} [2\alpha(c_1 - c_2) + \pi c_2] + \frac{1+\nu}{\delta_2} + \frac{1-y_0^4}{\delta_2 y_0^2} I_0 \right\}, \quad (9)$$

$$C_{2n} = -\frac{P(1-y_0^2)}{4\pi D} \left[\frac{(c_1 - c_2) \sin 2n\alpha}{\pi n \delta_2} + \frac{1-y_0^4}{\delta_2 y_0^2} I_n \right], \quad (10)$$

$$I_n = \frac{(-1)^n}{(1+a)\sqrt{1-b^2}} \left(\frac{1-\sqrt{1-b^2}}{b} \right)^{2n}, \quad a = \frac{1+y_0^4}{2y_0^2}, \quad b = \frac{2y_0}{1+y_0}.$$

После решения системы (7) прогибы выражаются в виде

$$W = \sum_{k=0}^N a_{2k+1} (r^{2k+2} - r^{2k}) \cos 2k\Theta + W_0. \quad (11)$$

Дается таблица максимальных значений величин W , M_r , M_θ с точностью до множителя $P/4\pi D$, вычисленных при помощи ЭВМ „БЭСМ-6“ для ряда значений параметров $c_2 = \gamma_1 c_1$, $y_0 = 0,2 \gamma_2$, $\delta_2 = 0,2 c_1$ при $N=30$. Из этой таблицы видно влияние жесткости на изгиб подкрепляющего элемента на максимальные прогибы пластинки и изгибающие моменты.

a	r ₁	T ₁	10			4			1			0,25			
			T ₂	0	1	3	0	1	3	0	1	3	0	1	3
r ₆	0,5 2 20	W _{max}	0,71	0,61	0,25	0,86	0,75	0,30	1,05	0,94	0,39	1,15	1,02	0,43	
			0,56	0,48	0,21	0,64	0,54	0,20	0,80	0,70	0,27	0,93	0,82	0,33	
			0,54	0,46	0,20	0,52	0,43	0,14	0,55	0,46	0,16	0,59	0,50	0,18	
	0,5 2 20	M _{max}	-3,63	-3,42	-1,58	-1,87	-1,76	-1,72	-0,55	-0,62	-0,67	-0,44	-0,51	-1,61	
			-5,77	-6,40	-3,89	-3,72	-3,50	-1,92	-1,21	-1,37	-2,09	-1,22	-1,28	-2,13	
			-10,0	-9,50	-5,77	-5,84	-5,47	-3,19	-1,87	-1,95	-2,94	-2,73	-2,77	-3,16	
	0,5 2 20	M _{0 max}	-1,06	-1,02	-0,68	-0,52	-0,47	0,21	0,84	0,78	0,35	1,18	1,10	0,52	
			-2,67	-2,55	-1,60	-1,39	-1,14	-0,70	0,19	0,18	-0,33	0,83	0,78	0,43	
			-4,19	-3,98	-2,48	-2,32	-2,19	-1,39	-0,48	-0,50	-0,73	-0,85	-0,83	-0,98	
r ₄	0,5 2 20	W _{max}	0,75	0,65	0,25	0,89	0,78	0,31	1,05	0,94	0,39	1,12	1,00	0,42	
			0,58	0,50	0,23	0,66	0,56	0,23	0,80	0,70	0,27	1,02	0,90	0,37	
			0,54	0,46	0,23	0,52	0,41	0,20	0,55	0,46	0,16	0,57	0,48	0,17	
	0,5 2 20	M _{max}	-2,88	-2,70	-1,49	-1,58	-1,48	-1,55	-0,55	-0,62	-1,67	-0,56	-0,63	-1,05	
			-4,94	-4,64	-2,63	-3,04	-2,85	-1,54	-0,87	-0,93	-1,85	-0,95	-1,01	-1,94	
			-6,81	-6,40	-3,70	-4,62	-4,30	-2,31	-1,87	-1,95	-2,61	-3,20	-3,22	-3,45	
	0,5 2 20	M _{0 max}	-0,70	-0,68	-0,47	0,70	0,64	0,25	0,84	0,78	0,35	1,10	1,02	0,47	
			-1,92	-1,82	-1,12	-0,91	-0,85	-0,52	0,19	0,18	-0,33	0,66	0,63	0,35	
			-2,89	-2,73	-1,66	-1,84	-1,72	-0,99	-0,48	-0,50	-0,73	-1,08	-1,00	-1,12	
r ₃	0,5 2 20	W _{max}	0,80	0,70	0,27	0,93	0,82	0,33	1,05	0,94	0,39	1,10	0,98	0,41	
			0,61	0,52	0,24	0,69	0,59	0,22	0,80	0,70	0,27	0,85	0,76	0,30	
			0,54	0,43	0,14	0,52	0,44	0,15	0,55	0,46	0,16	0,56	0,47	0,16	
	0,5 2 20	M _{max}	-2,16	-2,04	-1,22	-1,26	-1,21	-1,40	-0,55	-0,62	-1,67	-0,67	-0,74	-1,75	
			-3,58	-3,35	-1,84	-2,43	-2,27	-1,27	-1,21	-1,27	-2,09	-1,76	-1,79	-2,43	
			-4,73	-4,40	-2,39	-3,58	-3,39	-1,71	-1,87	-1,95	-2,61	-3,55	-3,55	-3,67	
	0,5 2 20	M _{0 max}	1	0,93	0,31	0,87	0,81	0,21	0,84	0,78	0,35	1,01	0,94	0,43	
			-1,26	-1,19	-0,71	0,67	0,60	-0,33	0,19	0,18	-0,33	0,50	0,48	-0,46	
			-1,95	-1,83	-1,06	-1,36	-1,27	-0,70	-0,48	-0,50	-0,73	-1,23	-1,22	-1,21	

Задача о действии одной сосредоточенной силы на плиту с несимметричным ребром постоянного сечения рассмотрена в статье [3].

Тбилисский государственный университет

(Поступило 5.3.1976)

დრეკადობის თეორია

ი. ზონენაშვილი

ცვლადი სიხისტის ელემენტით გამაგრებულ-დაყრდნობილი
წრიული ფირფიტის ლუნვა

რეზიუმე

განხილულია ცვლადი სიხისტის ელემენტით გამაგრებულ-დაყრდნობილი წრიული ფირფიტის ლუნვა. ამოცანა მიიყვანება კვაზირეგულარულ წრფივ ალგებრულ განტოლებათა სისტემაში. მავალითის სახით განხილულია შემთხვევა, როცა ფირფიტა განიცდის ორი შეუქრსული ძალის მოქმედებას, ხოლო საზღვარი გამაგრებულია უბან-უბან მუდმივი სიხისტის ელემენტებით. მშპ „ბისმ-6“-ის საშუალებით გამოთვლილია ფირფიტის ჩაღუნვები და მლუნავი მომენტები პარამეტრების სხვადასხვა მნიშვნელობებისათვის.

THEORY OF ELASTICITY

I. A. ZONENASHVILI

BENDING OF A CIRCULAR PLATE WITH A SUPPORTING RIB
OF VARIABLE RIGIDITY

Summary

The paper deals with the buckling of a circular plate with a supporting rib of variable rigidity. The problem is reduced to the system of quasiregular linear algebraic equations. As an example the case is considered when the plate is subjected to the action of two concentrated forces and the boundary is supported by ribs of piecewise constant rigidity. By means of the computer BESM-6 the plate deflections and bending momenta are computed for different values of parameters.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Н. Савин, Н. П. Флейшман, Пластины и оболочки с ребрами жесткости. Киев, 1964.
2. С. П. Тимошенко, С. Войновский-Крегер. Пластины и оболочки. М., 1963.
3. Л. И. Оширко. «Вісник» Львовського університета, сер. механ.-матем., вып. 9, 1974.



ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

М. О. БАШЕЛЕИШВИЛИ

О ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ СВОЙСТВАХ ПОТЕНЦИАЛОВ
 ТРАНСВЕРСАЛЬНО-ИЗОТРОПНОГО ТЕЛА

(Представлено академиком В. Д. Купрадзе 18.2.1976)

В теории граничных задач статики трансверсально-изотропного упругого тела основную роль играют потенциалы простого и двойного слоя

$$V(x) = \int_S \Gamma(x-y) g(y) dS, \quad (1)$$

$$U(x) = \int_S [P(\partial_y, n) \Gamma(y-x)]' h(y) dS, \quad (2)$$

где $\Gamma(x-y)$ — фундаментальная матрица решений уравнений статики трансверсально-изотропного тела ([1], стр. 564, формула (2.3)), $[P(\partial_y, n) \Gamma(y-x)]'$ — сингулярная матрица решений ([1], стр. 565, формула (2.14)), g и h — трехкомпонентные векторы, S — замкнутая поверхность Ляпунова.

Относительно дифференциальных свойств потенциалов (1) и (2) доказываются следующие теоремы:

Теорема 1. Если S — замкнутая поверхность класса $\mathcal{L}_1(\alpha)^1$, $0 < \alpha \leq 1$, ограничивающая конечную область D^+ ($D^- = E_3 \setminus D^+ \cup S$), $g \in C^{0,\beta}(S)$, то потенциал (1) непрерывен всюду, а его первые производные по декартовым координатам принадлежат классу $C^{0,\beta}(\bar{D}^+) (C^{0,\beta}(\bar{D}^-))$. Эти производные непрерывно продолжимы на S как из D^+ , так и из D^- в каждой точке $z \in S$ и имеют место равенства

$$\left(\frac{\partial V_1}{\partial z_k}\right)^\pm = \pm \nu_k [(B + \nu_1^2 A) g_1 + \nu_1 \nu_2 A g_2 + \nu_1 \nu_3 C g_3] + \frac{\partial V_1}{\partial z_k},$$

$$\left(\frac{\partial V_2}{\partial z_k}\right)^\pm = \pm \nu_k [\nu_1 \nu_2 A g_1 + (B + \nu_2^2 A) g_2 + \nu_2 \nu_3 C g_3] + \frac{\partial V_2}{\partial z_k},$$

$$\left(\frac{\partial V_3}{\partial z_k}\right)^\pm = \pm \nu_k (\nu_1 \nu_3 C g_1 + \nu_2 \nu_3 C g_2 + D g_3) + \frac{\partial V_3}{\partial z_k},$$

где g_1, g_2, g_3 — компоненты вектора g , ν_1, ν_2, ν_3 — компоненты нормали ν в точке z ,

(¹ Определение классов и дифференциальных операторов, встречающихся в тексте, см. в [1].)

$$B = \frac{\beta_1}{\nu_1^2 + \nu_2^2 + a_1 \nu_3^2}, \quad A = \sum_{k=1}^3 \frac{\alpha_k}{\nu_3^2 (\nu_1^2 + \nu_2^2 + a_k \nu_3^2)},$$

$$C = \sum_{k=1}^3 \frac{\gamma_k}{\nu_3^2 (\nu_1^2 + \nu_2^2 + a_k \nu_3^2)}, \quad D = \sum_{k=1}^3 \frac{\delta_k}{\nu_1^2 + \nu_2^2 + a_k \nu_3^2},$$

$\alpha_k, \beta_k, \gamma_k$ и δ_k — коэффициенты матрицы $\Gamma(x-y)$.

Теорема 2. Если S — замкнутая поверхность класса $\mathcal{L}_1(\alpha)$, $0 < \alpha \leq 1$, ограничивающая конечную область D^+ и $h \in C^{0,\beta}(S)$, $0 < \beta < \alpha$, то функция $U_1(x)$, определенная следующим образом:

$$U_1(x) = \begin{cases} U(x), & x \in D^+, \\ -h(x) + U(x), & x \in S, \end{cases}$$

где $U(x)$ — потенциал (2), принадлежит классу $C^{0,\beta}(\bar{D}^+)$.

Теорема 3. Если S — замкнутая поверхность класса $\mathcal{L}_1(\alpha)$, $0 < \alpha \leq 1$, ограничивающая бесконечную область D^- , и $h \in C^{0,\beta}(S)$, $0 < \beta < \alpha$, то функция $U_1(x)$, определенная в виде

$$U_1(x) = \begin{cases} U(x), & x \in D^-, \\ h(x) + U(x), & x \in S, \end{cases}$$

принадлежит классу $C^{0,\beta}(\bar{D}^-)$.

Теорема 4. Если $h \in C^{1,\beta}(S)$ и S — замкнутая поверхность класса $\mathcal{L}_1(\alpha)$, $0 < \beta < \alpha \leq 1$, то первые производные по декартовым координатам потенциала двойного слоя (2) принадлежат классам $C^{1,\beta}(\bar{D}^+)$ и $C^{1,\beta}(\bar{D}^-)$. Эти производные непрерывно продолжимы на S как из D^+ , так и из D^- в каждой точке $z \in S$ и имеют место равенства

$$\left(\frac{\partial U_1}{\partial z_k}\right)^\pm = \mp D_k(\partial_z, \nu) g_1 \pm \nu_k [c_{66} B (a_1 - 1) \nu_3 D_3(\partial_z, \nu) g_1 + (c_{66} + \gamma_0) A \nu_1 \times$$

$$\times \left(\nu_2 \frac{\partial g_1}{\partial S_3} - \nu_1 \frac{\partial g_2}{\partial S_3}\right) + B \left(\delta_0 \frac{\partial g_3}{\partial S_2} - \gamma_0 \frac{\partial g_2}{\partial S_3}\right) + (c_{44} A + \delta_0 C) \nu_1 \nu_3 \times$$

$$\times \left(\frac{\partial g_2}{\partial S_1} - \frac{\partial g_1}{\partial S_2}\right) - (\delta_0 A + c_{44} C) \nu_1 D_3(\partial_z, \nu) g_3] + \frac{\partial U_1}{\partial z_k},$$

$$\left(\frac{\partial U_2}{\partial z_k}\right)^\pm = \mp D_k(\partial_z, \nu) g_2 \pm \nu_k [c_{66} B (a_1 - 1) \nu_3 D_3(\partial_z, \nu) g_2 + (c_{66} + \gamma_0) A \nu_2 \times$$

$$\times \left(\nu_2 \frac{\partial g_1}{\partial S_3} - \nu_1 \frac{\partial g_2}{\partial S_3}\right) + B \left(\gamma_0 \frac{\partial g_1}{\partial S_3} - \delta_0 \frac{\partial g_3}{\partial S_1}\right) + (c_{44} A + \delta_0 C) \nu_2 \nu_3 \times$$

$$\times \left(\frac{\partial g_2}{\partial S_1} - \frac{\partial g_1}{\partial S_2}\right) - (\delta_0 A + c_{44} C) \nu_2 D_3(\partial_z, \nu) g_3] + \frac{\partial U_2}{\partial z_k},$$

$$\left(\frac{\partial U_3}{\partial z_k}\right)^\pm = \mp D_k(\partial_z, \nu) g_3 \pm \nu_k \left[\left(\frac{1-c_{44}D}{\nu_3^2} - \delta_0 C\right) \nu_3 D_3(\partial_z, \nu) g_3 + (c_{44} \nu_3^2 C + \delta_0 D) \left(\frac{\partial g_2}{\partial S_1} - \frac{\partial g_1}{\partial S_2}\right) + (c_{66} + \gamma_0) C \nu_3 \left(\nu_2 \frac{\partial g_1}{\partial S_3} - \nu_1 \frac{\partial g_2}{\partial S_3}\right) \right] + \frac{\partial U_3}{\partial z_k}.$$

Теорема 5. Если замкнутая поверхность $S \in \mathcal{L}_{k+1}(\alpha)$, $h \in C^{n,\beta}(S)$, $0 < \beta < \alpha \leq 1$, $0 \leq n \leq k+1$, то потенциал двойного слоя $U \in C^{n,\beta}(\bar{D}^+)$ и $U \in C^{n,\beta}(\bar{D}^-)$, где k — произвольное целое, неотрицательное число.

Теорема 6. Если замкнутая поверхность $S \in \mathcal{L}_{k+1}(\alpha)$ и $g \in C^{n,\beta}(S)$, $0 < \beta < \alpha \leq 1$, $0 \leq n \leq k$, то потенциал простого слоя $V \in C^{n+1,\beta}(\bar{D}^+)$ и $V \in C^{n+1,\beta}(\bar{D}^-)$.

Теорема 7. В условиях теоремы 4 существуют $(P^{\alpha_0, \beta_0}(\partial_z, \nu) U(z))^+$ и $(P^{\alpha_0, \beta_0}(\partial_z, \nu) U(z))^-$, где $P^{\alpha_0, \beta_0}(\partial_z, \nu)$ — обобщенный матричный оператор ([1] стр. 564), и выполняются равенства

$$(P^{\alpha_0, \beta_0}(\partial_z, \nu) U(z))_1^+ - (P^{\alpha_0, \beta_0}(\partial_z, \nu) U(z))_1^- = 2 \left[(\alpha_0 - \gamma_0) \frac{\partial g_2}{\partial S_3} - (\beta_0 - \delta_0) \frac{\partial g_3}{\partial S_2} \right],$$

$$(P^{\alpha_0, \beta_0}(\partial_z, \nu) U(z))_2^+ - (P^{\alpha_0, \beta_0}(\partial_z, \nu) U(z))_2^- = 2 \left[(\beta_0 - \delta_0) \frac{\partial g_3}{\partial S_1} - (\alpha_0 - \gamma_0) \frac{\partial g_1}{\partial S_3} \right],$$

$$(P^{\alpha_0, \beta_0}(\partial_z, \nu) U(z))_3^+ - (P^{\alpha_0, \beta_0}(\partial_z, \nu) U(z))_3^- = 2(\beta_0 - \delta_0) \left(\frac{\partial g_1}{\partial S_2} - \frac{\partial g_2}{\partial S_1} \right).$$

Если, в частности, $\gamma_0 = \alpha_0$ и $\delta_0 = \beta_0$, то из теоремы 7 получается обобщенная теорема Ляпунова—Гаубера:

Теорема 8. В условиях теоремы 4 существуют $(P^{\alpha_0, \beta_0}(\partial_z, \nu) U(z))^+$ и $(P^{\alpha_0, \beta_0}(\partial_z, \nu) U(z))^-$ и имеет место равенство

$$(P^{\alpha_0, \beta_0}(\partial_z, \nu) U(z))^+ = (P^{\alpha_0, \beta_0}(\partial_z, \nu) U(z))^-.$$

Тбилисский государственный университет

Институт прикладной математики

(Поступило 20.2.1976)

დრეკადოზის თეორია

მ. ბაშელაიშვილი

ტრანსვერსალურად იზოტროპული ტანის პოტენციალების
დიფერენციალურ თვისებათა შესახებ

რეზიუმე

დამტკიცებულია რამდენიმე თეორემა ტრანსვერსალურად იზოტროპული ტანის სტატიკის ძირითად განტოლებათა სისტემის მარტივი და ორმაგი ფენის პოტენციალების დიფერენციალურ თვისებათა შესახებ.

M. O. BASHELEISHVILI

ON THE DIFFERENTIAL PROPERTIES OF POTENTIALS OF A
TRANSVERSAL-ISOTROPIC BODY

Summary

Some theorems with respect to the differential properties of simple and double layer for systems of basic equations of statics of transversal-isotropic body are proved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Д. Купрадзе, Т. Г. Гегелиа, М. О. Башелейшвили, Т. В. Бурчуладзе. Трехмерные задачи математической теории упругости и термоупругости. М., 1976.

Т. Г. КОКОЧАШВИЛИ

К ВОПРОСУ О СУБЪЕКТИВНЫХ ВЕРОЯТНОСТЯХ В СХЕМЕ КАРНАПА

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. К. Чичинадзе 26.2.1976)

При описании системы «человек-машина» решающую роль играют субъективные вероятности.

Рассмотрим классическую схему Карнапа, в которой субъективная вероятность рассматривается как некоторая мера в атрибутивном пространстве [1]. Причем Карнап указывает на неоднозначность выбора этой меры. Это целиком согласуется с теорией де Гроота, согласно которой выбор меры подчиняется некоторому критерию «относительного правдоподобия» [2].

В данной статье предлагаются два метода нахождения функций распределения вероятностей для комбинации «х» и «о» в схеме Карнапа. Согласно первому методу, учитывается корреляционная зависимость между «х» и «о» внутри группы. По аналогии со случайной величиной S , принимающей значения $\pm 1/2$, мы опишем двухместную комбинацию «х» и «о» в схеме Карнапа случайной величиной ξ , принимающей значения ξ_+ и ξ_- . Причем ξ можно представить как линейное преобразование случайной величины S :

$$\xi = aS + b.$$

Любой паре случайных величин ξ_1 и ξ_2 соответствует характеристическая функция вида

$$M(\alpha, \beta) = \langle \exp \{i\alpha\xi_1 + i\beta\xi_2\} \rangle = \exp \{i\alpha b_1 + i\beta b_2\} M(\alpha a_1, \beta a_2), \quad (1)$$

где M — характеристическая функция пары случайных величин S_1 и S_2 [3].

Соответствующая функция распределения вероятностей будет иметь вид

$$F(\xi_1, \xi_2) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{4T^2} \int_{-T}^{+T} \int_{-T}^{+T} M(\alpha a_1, \beta a_2) \exp \{i\alpha(b_1 - \xi_1) + i\beta(b_2 - \xi_2)\} d\alpha d\beta. \quad (2)$$

Общий вид $F(\xi_1, \xi_2)$ имеет громоздкую форму, которую мы не приводим. В частности,

$$F(\xi_{1+}, \xi_{2+}) = \frac{1}{4} \delta\left(\xi_1 - \frac{a_1}{2} - b_1\right) \delta\left(\xi_2 - \frac{a_2}{2} - b_2\right) - \frac{b_1}{2a_1} \delta\left(\xi_1 - \frac{a_1}{2} -$$

$$\begin{aligned}
 & -b_1) \delta \left(\xi_2 - \frac{a_2}{2} - b_2 \right) - \frac{b_2}{2a_1} \delta \left(\xi_1 - \frac{a_1}{2} - b_1 \right) \delta \left(\xi_2 - \frac{a_2}{2} - b_2 \right) + \\
 & + \frac{b_1 b_2}{a_1 a_2} \delta \left(\xi_1 - \frac{a_1}{2} - b_1 \right) \delta \left(\xi_2 - \frac{a_2}{2} - b_2 \right) + (\xi_1) \left[\frac{1}{2a_1} \delta \left(\xi_1 - \frac{a_1}{2} - \right. \right. \\
 & \left. \left. - b_1 \right) \delta \left(\xi_2 - \frac{a_2}{2} - b_2 \right) - \frac{b_2}{a_1 a_2} \delta \left(\xi_1 - \frac{a_1}{2} - b_1 \right) \delta \left(\xi_2 - \frac{a_2}{2} - b_2 \right) \right] + \\
 & + (\xi_2) \left[\frac{1}{2a_2} \delta \left(\xi_1 - \frac{a_1}{2} - b_1 \right) \delta \left(\xi_2 - \frac{a_2}{2} - b_2 \right) - \frac{b_1}{a_1 a_2} \delta \left(\xi_1 - \frac{a_1}{2} - \right. \right. \\
 & \left. \left. - b_1 \right) \delta \left(\xi_2 - \frac{a_2}{2} - b_2 \right) \right] + (\xi_1 \xi_2) \left[\frac{1}{a_1 a_2} \delta \left(\xi_1 - \frac{a_1}{2} - b_1 \right) \delta \left(\xi_2 - \frac{a_2}{2} - b_2 \right) \right].
 \end{aligned} \quad (3)$$

Аналогичный вид имеют $F(\xi_{1+}, \xi_{2-})$, $F(\xi_{1-}, \xi_{2+})$, $F(\xi_{1-}, \xi_{2-})$. Алгоритм расчета данных формул общий и применим для схем Карнапа любой сложности.

Согласно другому методу, учитывается субъективная вероятность, характеризующая «накопление опыта», «обучение» в схеме Карнапа. Поэтому распределения вероятностей можно рассматривать как суперпозицию двух процессов: бернуллиевского и некоторого субъективного.

Соответствующее распределение вероятностей представляется в виде свертки, имеющей следующий вид [4, 5]:

$$P(k) = \sum_{v=0}^n \rho_v \binom{n-v}{k-v} p^{k-v} (1-p)^{n-k}, \quad (4)$$

где ρ_v является субъективным распределением вероятностей. При описании схемы Карнапа с помощью спектральных параметров наиболее сложной является оценка субъективных вероятностей. Если считать окончательное распределение в схеме Карнапа заданным, то, как нетрудно показать, спектральные параметры (субъективные вероятности) имеют вид

$$\begin{aligned}
 \rho_0 &= \frac{P_0}{(1-p)^n}, \\
 \rho_1 &= \frac{(1-p)P(1) - np(P_0)}{(1-p)^n}.
 \end{aligned} \quad (5)$$

$P(0) = P(1) = \dots = P(n)$, так как каждая группа имеет одинаковые вероятности. Поэтому

$$\rho_1 = \frac{1-p-np}{(1-p)^n}. \quad (6)$$

Последняя группа в схеме Карнапа содержит детерминированную последовательность, вероятность которой отлична от нуля. Более того, ее



вероятность совпадает с субъективной вероятностью группы, в которой она находится, и эта вероятность равна $\frac{1}{n+1}$. Подставив это значение в (5), (6) и т. д., получим различные значения ρ_v . Причем всегда $\rho_1 = 0$. Это характеризует абсолютную случайность в распределении «х» и «о» в данной группе. Все значения ρ_v характеризуют процесс «обучения», «накопления опыта» в результате некоторого эксперимента с распределением «х» и «о» по группам.

Для дальнейшего анализа схемы Карнапа рассмотрим информационную дивергенцию [6] как меру обучения:

$$I = \rho_B \ln \frac{\rho_B}{\rho_0}, \tag{7}$$

ρ_B — бернулиевская вероятность, ρ_0 — вероятность данного события.

Согласно (8), (7) примет вид

$$I = \ln \frac{1}{\rho_0}, \tag{8}$$

$$\rho_0 = \frac{1}{(n+1) \left(1 - \frac{1}{n+1}\right)^n}, \tag{9}$$

$$\ln \frac{1}{\rho_0} = \ln(n+1) + n \ln \left(1 - \frac{1}{n+1}\right) = (1-n) \ln(n+1) + n \ln(n),$$

$$I = \ln [(n+1)^{1-n} n^n]. \tag{10}$$

Таким образом, мы получили два вида функций распределения. Так как эти функции распределения дают одинаковые численные значения, можно считать, что они соответствуют одному и тому же критерию «относительного правдоподобия», и, следовательно, выбор их однозначен.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 27.2.1976)

კიზიმინია

ბ. კოკოვაშვილი

სუბიექტურ ალბათობათა საკითხის შესახებ კარნაპის სქემაში

რეზიუმე

განხილულია კარნაპის სუბიექტურ ალბათობათა განაწილების ფუნქციის აგების ორი მეთოდი: კვანტური მახასიათებელი ფუნქციებისა და სპექტრალური წარმოდგენისა.

Т. Г. КОКОЧАШВИЛИ

ON THE SUBJECTIVE PROBABILITIES IN CARNAP'S SCHEME

Summary

The quantum mechanical characteristic function and the spectral representation methods for the construction of Carnap's subjective probabilities are presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Сб. «Инженерная психология». М., 1964.
2. М. де Гроот. Оптимальные статистические решения. М., 1974.
3. Т. Г. Гачечиладзе, Г. Ш. Киртадзе. Сообщения АН ГССР, 77, № 2, 1975, 352.
4. Сб. «Теория передачи сообщений». М., 1956.
5. Сб. «Статистика речи и автоматический анализ речи». Л., 1971.
6. С. С. Кульбак. Математическая статистика и теория информации. М., 1967.



В. Г. ШАНШИАШВИЛИ

МЕТОД ОПОЗНАВАНИЯ СТРУКТУРЫ ОДНОГО КЛАССА НЕЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ С ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМИ ОБРАТНЫМИ СВЯЗЯМИ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 23.1976)

Важнейшим этапом идентификации нелинейных динамических объектов управления является определение структуры модели. Ее выбор определяется типом применения модели и может оказаться решающим фактором успеха или неудачи принятой схемы оценивания параметров и (или) состояний.

Предложено несколько методов опознавания структуры нелинейных динамических объектов. Методы опознавания структуры разомкнутых [1] и замкнутых объектов с положительными обратными связями или так называемых рециркуляционных объектов [2] предусматривают подачу на вход объекта пробного синусоидального воздействия и дальнейший гармонический анализ на выходе объекта. Однако создание синусоидального входного воздействия инфранизкой частоты в промышленных условиях связано с определенными техническими трудностями. В работе [3] дается метод определения структуры нелинейных объектов по реакции системы на ступенчатое воздействие, который справедлив только для разомкнутых объектов.

В настоящей статье предлагается легко реализуемый в промышленных условиях метод опознавания структуры нелинейных объектов с рециркуляционными процессами по переходным функциям.

Математические модели реального промышленного объекта с рециркуляцией можно свести к двум вариантам включения типового линейного аperiodического и нелинейного звеньев [4], которые определяют соответственно два типа объектов данного класса (рис. 1).

Объекты I типа описываются дифференциальным уравнением

$$T \frac{dZ}{dt} + (b - 2cU)Z - cZ^2 = (1 - b)U + cU^2, \quad (1)$$

где T — постоянная времени линейного аperiodического звена, b и c — коэффициенты нелинейного звена, описываемого уравнением

$$\eta = (1 - b)U + cU^2, \quad 1 > b > 0, \quad c > 0.$$

Для построения переходной функции объекта на вход объекта подаем ступенчатое возмущение

$$U = U_0 \cdot 1(t), \quad (2)$$

где U_0 — величина ступенчатого возмущения.

Так как нас интересует уравнение (1) при $t \geq 0$, то задача сводится к решению уравнения

$$T \frac{dZ}{dt} + (b - 2cU_0)Z - cZ^2 = (1 - b)U_0 + cU_0^2, \quad (3)$$

$$Z(0) = 0.$$

Для решения уравнения (3) используем известный метод малого параметра. Будем искать решение (3) в виде ряда

$$Z = Z_0(t) + \mu Z_1(t) + \mu^2 Z_2(t) + \dots, \quad (4)$$

где μ — малый параметр.

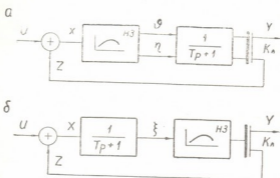


Рис. 1. Основные типы нелинейных рециркуляционных объектов: а — I тип, б — II тип, U — входная величина, Z — рецикл, K_A — классификатор, Y — выходная величина, θ , ξ , η — промежуточные величины

Из условия устойчивости нелинейных рециркуляционных объектов [4] следует, что $c \ll b$. Поэтому можно допустить, что $\mu = c$.

Малость параметра c обеспечивает быструю сходимость решения (4). Поэтому, ограничиваясь двумя членами (4), после ряда преобразований получаем выражение переходной функции объектов I типа

$$Z = \frac{(1-b)U_0 + cU_0^2}{b - 2cU_0} \left(1 - \exp \left\{ -\frac{b - 2cU_0}{T} t \right\} \right) + \frac{c[(1-b)U_0 + cU_0^2]^2}{(b - 2cU_0)^3} \times \\ \times \left[1 - \exp \left\{ -\frac{2(b - 2cU_0)}{T} t \right\} \right] + \frac{2c[(1-b)U_0 + cU_0^2]^2}{T(b - 2cU_0)^2} \times \\ \times t \cdot \exp \left\{ -\frac{b - 2cU_0}{T} t \right\}. \quad (5)$$

Дифференциальное уравнение объектов II типа имеет вид

$$T \frac{dZ}{dt} + 2Z = 2c \left[(X + \beta) \sqrt{\beta^2 + \frac{Z}{c} - \beta^2} \right], \quad (6)$$

где

$$\beta = \frac{1-b}{2c}.$$

Обозначая радикал в уравнении (6) искусственной переменной $V(t)$ и учитывая выражение (2) и что при $Z(0)=0$ $V(0)=\beta$, получаем

$$T \frac{dV}{dt} + V - cV^2 = U_0 + \beta - c\beta^2, \quad (7)$$

$$V(0) = \beta.$$

Решая уравнение (7) методом малого параметра и учитывая, что $Z = cV^2 - c\beta^2$, а также пренебрегая членами второго порядка малости и выше, получаем выражение переходной функции объектов II типа

$$Z = c \left(U_0 + \frac{1-b^2}{4c} \right)^2 - \frac{(1-b)^2}{4c} - 2c \left(U_0 + \frac{1-b^2}{4c} \right) \left[U_0 - \frac{(1-b)^2}{4c} \right] \exp \left\{ -\frac{t}{T} \right\} + c \left[U_0 - \frac{1-b}{4c} \right] \exp \left\{ -\frac{2}{T} t \right\}. \quad (8)$$

Анализируя выражение (5) и (8), приходим к выводу, что при увеличении высоты входного ступенчатого воздействия U_0 уменьшаются показатели экспонент переходной функции объектов I типа (т. е. переходные процессы, вызываемые отдельными экспонентами, будут затягиваться), в то время как показатели экспонент переходной функции объектов II типа не изменяются. Такая зависимость показателей экспонент переходных функций от величины входного ступенчатого воздействия позволяет экспериментально определить принадлежность исследуемого объекта к I или ко II типу.

Показатели экспонент переходной функции исследуемого объекта можно определить с помощью экспоненциальной аппроксимации, в частности методом Прони [5].

Эксперименты, проведенные на электронной модели, собранной на АВМ, полностью подтвердили правильность теоретических выводов.

Предложенный метод опознавания структуры нелинейных объектов с рециркуляцией был использован в промышленных условиях для опознавания структуры барабанной мельницы, работающей в замкнутом цикле с классификатором, обогатительной фабрики ТГМК (г. Тырныауз). Математическая обработка экспериментальных кривых показала, что барабанная мельница представляет собой объект II типа.

Академия наук Грузинской ССР

Институт кибернетики

(Поступило 5.3.1976)

ბ. შანშიაშვილი

ერთი კლასის არაწრფივი დინამიკური დადებითი უკუკავშირანი
 ობიექტების სტრუქტურის ამოცნობის მეთოდი

რეზიუმე

მოცემულია ერთი კლასის არაწრფივი დინამიკური დადებითი უკუკავშირანი-
 ანი ობიექტების სტრუქტურის ამოცნობის მეთოდი, რომელიც ითვალისწი-
 ნებს საკვლევი ობიექტის შესავალზე საფეხუროვანი ფუნქციების მიწოდებას
 და ობიექტის გამოსავალზე მიღებული გარდამავალი ფუნქციების ექსპონენ-
 ციალურ აპროქსიმაციას.

CYBERNETICS

V. G. SHANSHIASHVILI

 A STRUCTURE IDENTIFICATION METHOD OF A SINGLE CLASS
 OF NONLINEAR DYNAMIC OBJECTS WITH POSITIVE FEEDBACKS

Summary

A structure identification method of a single class of nonlinear dynam-
 ic objects with positive feedbacks is suggested. It provides for supplying
 step-by-step effects at the input of the object under investigation and further
 exponential approximation of transfer functions at the output of the object.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. А. Арефьев, А. Ш. Гугушвили, Д. Л. Энделадзе. Автоматика, № 2
1970.
2. А. Ш. Гугушвили, В. Г. Шаншиашвили, Д. Л. Энделадзе. Сообще-
ния АН ГССР, 69, № 1, 1973.
3. В. А. Воронов, А. Н. Марюта. Изв. вузов СССР, Приборостроение, т. XVII,
№ 2, 1974.
4. Б. А. Арефьев. Оптимизация инерционных процессов. Л., 1969.
5. Р. В. Хемминг. Численные методы. М., 1972.



УДК 007:51

კიბრანობა

ბ. ქისტაური

სასრულსაზომობრივობიანი მარკოვის ერთგვარობანი პროცესების (სმმპ) შესაბამისი კოლოზომოროვის დიფერენციალური განტოლებების ამოხსნა საკუთრივი რიცხვებისა და საკუთრივი მატრიცების გამოყენებით

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვ. ჰევენიემ 12.1.1976)

ვთქვათ, მოცემულია სმმპ $\xi(t)$ [1], რომელიც იცვლება უწყვეტი t -დროის ცვლილებისას, $t \in [0, +\infty)$ და ღებულობს მნიშვნელობებს S -ფაზურ სივრცეში. S -სივრცის მდგომარეობათა რაოდენობაა $|S| = n$ და $p_{ij}(t)$ ალბათობებისაგან შედგენილი $P(t)$ სტოქასტური მატრიცი აკმაყოფილებს კოლოზომოროვის პირველ დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემას

$$P'(t) = P(t)P'(0) \quad (1)$$

საწყისი პირობებით

$$P(0) = E, \quad (2)$$

სადაც E არის n -რიგის ერთეულოვანი მატრიცი. $P'(0)$ -ს ეწოდება $\xi(t)$ სმმპ შესაბამისი ინფინიტეზიმალური მატრიცი [2].

ვუძებოთ (1)-ის არანულოვანი, ზოგადი ამონახსნი

$$A e^{\lambda t} \quad (3)$$

სახით, სადაც A არის n -რიგის კვადრატული მატრიცი, ხოლო λ — რაღაც მუდმივია. (3)-ის შეტანით (1)-ში მივიღებთ

$$A \|P'(0) - \lambda E\| = 0, \quad (4)$$

ე. ი. იმისათვის, რომ (3) იყოს (1)-ის ამონახსნი, λ უნდა იყოს $P'(0)$ -ის საკუთრივი რიცხვი, A კი — $P'(0)$ -ის საკუთრივი მატრიცი. [3] მიხედვით, იმისათვის რომ (4)-ს ჰქონდეს $A \neq 0$ ამონახსნი, აუცილებელია და საკმარისი

$$\|P'(0) - \lambda E\| = 0. \quad (5)$$

(5)-ს ეწოდება $P'(0)$ მატრიცის მახასიათებელი განტოლება.

შევნიშნოთ, რომ $\lambda=0$ არის (5)-ის ერთ-ერთი ფესვი. (5)-ის ყველა ფესვის სიმრავლეს ეწოდება $P'(0)$ მატრიცის სპექტრი.

1. მარტივი, ნამდვილი სპექტრის შემთხვევა.

ვთქვათ (5)-ს აქვს განსხვავებული, ნამდვილი ფესვები $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_{n-1}, \lambda_n = 0$. ამ დროს (1)-ის ზოგადი ამონახსნი ვეძებოთ ასეთი სახით:

$$P(t) = \sum_{k=1}^{n-1} c_k A^{(k)} e^{\lambda_k t} + c_n A^{(n)}, \quad (6)$$

სადაც $A^{(k)}, k=1, \dots, n$ არიან (4)-ის ამონახსნები, თუ იქ შევიტანთ $\lambda = \lambda_k, k=1, \dots, n$ ფესვებს. (2) საწყისი პირობების გამოყენებით მივიღებთ

$$\sum_{k=1}^{n-1} c_k A^{(k)} + c_n A^{(n)} = E. \quad (7)$$

ამ სისტემის ამოხსნით (ყოველი i სტრიქონისათვის $i = \overline{1, n}$ c_k კოეფიციენტები $k = \overline{1, n}$ მოიძებნება ცალ-ცალკე, ვინაიდან $p_{ij}(0)$ სხვადასხვა სტრიქონისათვის სხვადასხვაა) და აღნიშვნებით $c_k A^{(k)} = B^{(k)}$ $k = \overline{1, n}$ მივიღებთ

$$P(t) = \sum_{k=1}^{n-1} B^{(k)} e^{\lambda_k t} + B^{(n)}. \quad (8)$$

შევნიშნოთ, რომ განხილული აღნიშვნები სიმარტივისათვის ჩავწერეთ $c_k A^{(k)} = B^{(k)}$ სახით $k = \overline{1, n}$, რაც ვულისხმობს ამ ტოლობების სამართლიანობას $A^{(k)}$ და $B^{(k)}$ მატრიცების ცალკეული სტრიქონებისათვის და შესაბამისი c_k -სათვის.

2. ჯერადი, ნამდვილი სპექტრის შემთხვევა.

ვთქვათ (5)-ის ფესვებია $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_{s-1}, \lambda_s = 0$ ნამდვილი რიცხვები

$$\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_s \text{ ჯერადობებით, } s < n, \sum_{j=1}^s \alpha_j = n.$$

(1)-ის ზოგადი ამონახსნი ვეძებთ ასეთი სახით:

$$P(t) = \sum_{k=1}^s c_k \sum_{l=1}^{\alpha_k} A_l^{(k)} t^{l-1} e^{\lambda_k t}. \quad (9)$$

თუ შევიტანთ (9)-ს (1)-ში, მარტივი გარდაქმნების შედეგად მივიღებთ:

$$A_l^{(k)} = \frac{1}{(l-1)!} A_1^{(k)} \| P'(0) - \lambda_k E \|^{l-1}, \quad l = \overline{2, \alpha_k} \quad (10)$$

$$k = \overline{1, s},$$

$$A_1^{(k)} \| P'(0) - \lambda_k E \|^{\alpha_k} = 0, \quad k = \overline{1, s}. \quad (11)$$

(11)-დან განვსაზღვრავთ $A_l^{(k)}$ -ებს $k = \overline{1, s}$, რომლებიც დაფიქსირდებიან

ალგებრულ განტოლებათა $\sum_{k=1}^s c_k A_l^{(k)} = E$ სისტემის ამოხსნით. აღვნიშნოთ

$c_k A_l^{(k)} = B_l^{(k)}$, $k = \overline{1, s}$, $l = \overline{1, \alpha_k}$ და (10)-დან გამოვთვალოთ

$$B_l^{(k)} = \frac{1}{(l-1)!} B_1^{(k)} \| P'(0) - \lambda_k E \|^{l-1}, \quad l = \overline{1, \alpha_k}. \quad (12)$$

(12)-ის შეტანით (9)-ში სათანადო აღნიშვნების გათვალისწინებით მივიღებთ

$$P(t) = \sum_{k=1}^s \sum_{l=1}^{\alpha_k} \frac{1}{(l-1)!} B_l^{(k)} \| P'(0) - \lambda_k E \|^{l-1} t^{l-1} e^{\lambda_k t}. \quad (13)$$

3. კომპლექსური, მარტივი სპექტრის შემთხვევა.

ვთქვათ (5)-ის ფესვებია $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_{n-1}, \lambda_n=0$, სადაც λ_k განსხვავებული კომპლექსური რიცხვებია, $\lambda_k = \gamma_k + i \delta_k$, $k = 1, n-1$.

(1)-ის ზოგადი ამონახსნი ვეძებთ ასეთი სახით:

$$P(t) = \sum_{k=1}^{n-1} \left[\frac{\Omega^{(k)} e^{\lambda_k t} + \overline{\Omega}^{(k)} e^{\overline{\lambda}_k t}}{2} c_k^{(1)} + \frac{\Omega^{(k)} e^{\lambda_k t} - \overline{\Omega}^{(k)} e^{\overline{\lambda}_k t}}{2i} c_k^{(2)} \right] + c_n \Theta^{(n)}, \quad (14)$$

სადაც $\Theta^{(n)}$ მოიძებნება მარტივი, ნამდვილი სპექტრის ანალოგიურად, ხოლო $\Omega^{(k)}, \overline{\Omega}^{(k)}$ — ალგებრულ განტოლებათა სისტემის ამოხსნით:

$$\Omega^{(k)} \|P'(0) - \lambda_k E\| = 0. \quad (15)$$

აღნიშნით $\Omega^{(k)} = \Theta^{(k)} + iQ^{(k)}$, $k = 1, \frac{n-1}{2}$, მაშინ ეილერის ფორმულის გამოყენებით მივიღებთ

$$P(t) = \sum_{k=1}^{\frac{n-1}{2}} [(c_k^{(1)} \Theta^{(k)} + c_k^{(2)} Q^{(k)}) \cos \delta_k t + (c_k^{(2)} \Theta^{(k)} - c_k^{(1)} Q^{(k)}) \sin \delta_k t] e^{\gamma_k t} + c_n \Theta^{(n)}. \quad (16)$$

$c_k^{(1)}, c_k^{(2)}$ და c_n მუდმივები მოიძებნებიან ალგებრულ განტოლებათა სისტემის

$$\sum_{k=1}^{\frac{n-1}{2}} [c_k^{(1)} \Theta^{(k)} + c_k^{(2)} Q^{(k)}] + c_n \Theta^{(n)} = E \quad (17)$$

ამოხსნით ყოველი სტრიქონისათვის ცალ-ცალკე. აღნიშნით

$$c_k^{(1)} \Theta^{(k)} + c_k^{(2)} Q^{(k)} = G^{(k)}, \quad c_k^{(2)} \Theta^{(k)} - c_k^{(1)} Q^{(k)} = H^{(k)}, \quad k = 1, \frac{n-1}{2}, \quad c_n \Theta^{(n)} = H^{(n)},$$

მივიღებთ

$$P(t) = \sum_{k=1}^{\frac{n-1}{2}} [G^{(k)} \cos \delta_k t + H^{(k)} \sin \delta_k t] e^{\gamma_k t} + H^{(n)}.$$

4. კომპლექსური, ჯერადი სპექტრის შემთხვევა.

ვთქვათ (5)-ის ფესვებია $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_{s-1}, \lambda_s=0$, $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_s$ ჯერადობით,

სადაც $\lambda_k = \gamma_k + i \delta_k$, $k = 1, \frac{s-1}{2}$, $\sum_{j=1}^s \alpha_j = n$.

2 და 3 შემთხვევების გათვალისწინებით ამონახსნი ვეძებთ ასეთი სახით:

$$P(t) = \sum_{k=1}^{\frac{s-1}{2}} \sum_{l=1}^{\alpha_k} \left[\frac{\Omega_l^{(k)} t^{l-1} e^{\lambda_k t} + \overline{\Omega}_l^{(k)} t^{l-1} e^{\overline{\lambda}_k t}}{2} c_k^{(1)} + \frac{\Omega_l^{(k)} t^{l-1} e^{\lambda_k t} - \overline{\Omega}_l^{(k)} t^{l-1} e^{\overline{\lambda}_k t}}{2i} c_k^{(2)} \right] + c_s \sum_{l=1}^{\alpha_s} \Omega_l^{(s)} t^{l-1}. \quad (18)$$

თუ შევიტანთ (18)-ს (1)-ში, მივიღებთ

$$\Omega_l^{(k)} = \frac{1}{(l-1)!} \Omega_1^{(k)} \|P'(0) - \lambda_k E\|^{l-1}, \quad \bar{\Omega}_l^{(k)} = \frac{1}{(l-1)!} \bar{\Omega}_1^{(k)} \|P'(0) - \bar{\lambda}_k E\|^{l-1},$$

$$l = \overline{1, \alpha_k} \quad (19)$$

და

$$\Omega_1^{(k)} \|P'(0) - \lambda_k E\|^{\alpha_k} = 0, \quad \bar{\Omega}_1^{(k)} \|P'(0) - \bar{\lambda}_k E\|^{\alpha_k} = 0, \quad k = \overline{1, \frac{s-1}{2}}. \quad (20)$$

(20) სისტემიდან მოიძებნება $\Omega_1^{(k)}$ (მისგან განისაზღვრება $\bar{\Omega}_1^{(k)}$), $k = \overline{1, \frac{s-1}{2}}$, ხოლო $\Omega_1^{(s)}$ -ის გამოთვლა განვიხილოთ შემოთ. $c_k^{(1)}$, $c_k^{(2)}$ და c_s მუდმივები მოიძებნება ალგებრულ განტოლებათა სისტემის ამოხსნით

$$\sum_{k=1}^{\frac{s-1}{2}} \left[\frac{\Omega_1^{(k)} + \bar{\Omega}_1^{(k)}}{2} c_k^{(1)} + \frac{\Omega_1^{(k)} - \bar{\Omega}_1^{(k)}}{2i} c_k^{(2)} \right] + c_s \Omega_1^{(s)} = E$$

j -ური $j = \overline{1, n}$ სტრიქონისათვის ცალ-ცალკე.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 კიბერნეტიკის ინსტიტუტი

(შემოვიღა 15.1.1975)

КИБЕРНЕТИКА

Е. И. КИСТАУРИ

РЕШЕНИЕ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ
 КОЛМОГОРОВА ДЛЯ КОНЕЧНЫХ ОДНОРОДНЫХ МАРКОВСКИХ
 ПРОЦЕССОВ (КОМП) С ПРИМЕНЕНИЕМ СОБСТВЕННЫХ
 ЧИСЕЛ И СОБСТВЕННЫХ МАТРИЦ

Резюме

Приведены решения системы дифференциальных уравнений Колмогорова для конечных однородных марковских процессов с помощью собственных чисел и собственных матриц инфинитезимальной матрицы — КОМП.

CYBERNETICS

Е. I. KISTAURI

SOLUTION OF KOLMOGOROV'S DIFFERENTIAL EQUATIONS FOR
 A FINITE HOMOGENEOUS MARKOVIAN PROCESS (FHMP)
 THROUGH EIGENVALUE NUMBERS AND MATRICES

Summary

The solution of Kolmogorov's differential equations for a finite homogeneous Markovian process using the eigenvalue numbers and matrices of the infinitesimal matrix of FHMP is found.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Н. Колмогоров. УМН, 5, 1938, 5 —91.
2. Е. Б. Дынкин. Марковские процессы. М., 1963.
3. Ф. Р. Гантмахер. Теория матриц. М., 1967.



А. И. ТУТБЕРИДЗЕ, Ф. Н. ТАВАДЗЕ (академик АН ГССР)

ТЕПЛОВЫЕ КОЛЕБАНИЯ АТОМОВ В РЕШЕТКЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЕЛИЧИНЫ ЗЕРЕН И ТОЛЩИНЫ ПРОМЕЖУТОЧНОГО СЛОЯ

Современные методы исследования внутренней структуры твердых тел показали, что металлы и подавляющее большинство полупроводников имеют мозаичную структуру и состоят из многочисленных зерен, отделенных друг от друга разупорядоченными промежуточными слоями. Вопрос зависимости тепловых колебаний решетки мозаичного твердого тела от величины зерна и толщины промежуточного слоя на сегодняшний день изучен недостаточно полно.

В атомной цепочке с длиной $l+d$, являющейся линейной моделью зерна, возникают колебания с частотами

$$\nu_e = \frac{v}{2l}, \quad \nu_d = \frac{v}{2d}, \quad \nu_{\max} = \frac{v}{2a},$$

где l — средний размер зерна; d — толщина промежуточного слоя; a — межатомное расстояние; v — скорость распространения акустических волн.

Примем, что размеры l всех зерен одинаковы, одинакова также толщина промежуточного слоя d .

В предложенной модели зерно и промежуточный слой (в силу того, что их физические свойства различны) могут быть рассмотрены как самостоятельные колебательные системы.

Тогда при определенной $T = T_d \ll \Theta_D$ в решетке модели в заметном количестве будут все еще возбуждены колебания акустических волн, длина которых превосходит толщину промежуточного слоя d , т. е. в самом зерне, размер l которого намного больше толщины промежуточного слоя.

Колебания же решетки в промежуточном слое вовсе не будут возбуждены, так как в нем не существуют колебания ниже $\nu_d = \frac{v}{2d}$ (см. рисунок, а также таблицу).

Как видно из таблицы, температура, при которой не возбуждены колебания в промежуточном слое d , заметно выше, чем та же температура для зерен.

Структуру кристаллического образца, построенного методом пространственного перемещения элементарной модели зерна $l+d$, можно рассматривать как мозаичную, состоящую из зерен, разграниченных

между собой промежуточными слоями. Причем при довольно низких температурах $T = T_d < \Theta_D$ в образце одновременно будут существовать разграниченные между собой объемы с возбужденной и невозбужденной кристаллической решеткой.

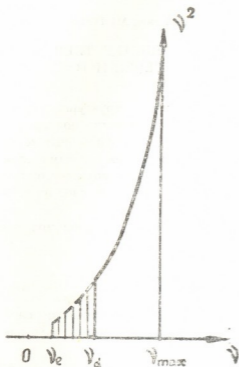


Рис. 1. Частотная диаграмма колебаний решетки твердого тела с мозаичной структурой. При температуре T_d колебания в промежуточном слое вовсе не возбуждены. В зерне колебания все еще возбуждены (заштрихованная часть)

Тут же надо отметить, что вероятность возбуждения колебаний промежуточного слоя при столь низких температурах вследствие неупругих столкновений электронов с фононами равна нулю [1, 2].

Температурная зависимость тепловых колебаний твердого тела с мозаичной структурой от размеров зерен и толщины промежуточного слоя по формулам

$$T_e \approx \frac{a}{l} \theta_D \text{ и } T_d \approx \frac{a}{d} \theta_D$$

Толщина промежуточного слоя, $\text{Å} \times 10^{-8}$ см	Колебания не возбуждены при $T^\circ\text{К}$	Размеры зерен, см	Колебания не возбуждены при $T^\circ\text{К}$
12	75	10^{-4}	0,09
9	100	10^{-5}	0,9

Окончательно можно заключить, что при температуре T_d в кристаллическом теле с мозаичной структурой появляются неоднородности в спектрах колебаний зерна и промежуточного слоя. Указанные неод-

ნოდობის ძიებები უნდა იყოს მკაფიოდ განსაზღვრული კრისტალური სხეულის თვისებების მიხედვით.

Академия наук Грузинской ССР
Институт металлургии

(Поступило 5.2.1976)

ფიზიკა

ა. თუთბერიძე, ფ. თავაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი)

ატომების თბური რხევები მყარი ტანის მისერში მარცვლის ზომიდან და მარცვალშორისი შრების სისქისაგან დამოკიდებულებით

რეზიუმე

მოზაიკური სტრუქტურის მყარ ტანებში, რომლებშიც მარცვლები ერთმანეთისაგან გამოყოფილია მარცვალშორისი შრეებით, დაბალ ტემპერატურებზე წარმოშობა რხევების სპექტრების არაერთგვაროვნება მარცვალსა და მარცვალშორის შრეში.

PHYSICS

A. I. TUTBERIDZE, F. N. TAVADZE

THERMAL OSCILLATIONS OF ATOMS IN THE LATTICE OF A SOLID BODY DEPENDING ON THE GRAIN SIZE AND THICKNESS OF INTERFACIAL LAYER

Summary

At low temperatures heterogeneities appear in the oscillation spectra of the grain and interfacial layer of a crystal body with mosaic structure, leading to a drastic change of the properties of the crystal body.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. Peierls. *Helv. Phys. Acta* 7, 1934.
2. F. Bloch. *Z. f. Phys.* 52, 1928.



И. Г. РАТИШВИЛИ

НАМАГНИЧЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ В ВЫРОЖДЕННОЙ ЗОНЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Р. Хуцишвили 29.1.1976)

Известно, что система коллективизированных электронов в металлах в ряде случаев может обладать спонтанной намагниченностью. Условие появления намагниченного состояния в одной невырожденной зоне было сформулировано еще Стонером [1]. Считается, что критерий Стонера приложим и к случаю вырожденной зоны. При этом обычно предполагается, что электроны в каждой из подзон оказываются намагниченными в равной степени [2]. В настоящей статье показывается, что равная намагниченность подзон может возникнуть лишь в специальных случаях и что в более реалистической ситуации предпочтительнее формирование неравной намагниченности в подзонах.

Рассмотрим систему коллективизированных электронов, находящихся в двукратно вырожденной зоне. Предположим, что $T=0^\circ\text{K}$.

Энергию электронов в приближении Хартри—Фока запишем в следующем виде [3]:

$$E = N \sum_{\nu\sigma} \left\{ E_{\nu\sigma} + \frac{1}{2} \sum_{\nu'\sigma'} [U(\nu\nu') - \delta_{\sigma\sigma'} J(\nu\nu')] n_{\nu\sigma} n_{\nu'\sigma'} \right\}. \quad (1)$$

Здесь N —число атомов в кристалле; ν и ν' —индексы подзон ($\nu, \nu' = 1, 2$);

σ и σ' —индексы спина ($\sigma, \sigma' = \uparrow, \downarrow$); $E_{\nu\sigma} = \int_{\epsilon_f^{\nu\sigma}} E \eta_{\nu\sigma}(E) dE$ —средняя одночастичная энергия на электрон со спином σ , находящийся в ν -й подзоне

$n_{\nu\sigma} = \int_{\epsilon_f^{\nu\sigma}} \eta_{\nu\sigma}(E) dE$ —среднее число частиц со спином σ на узел в ν -й подзоне; $\eta_{\nu\sigma}(E)$ —функция плотности состояний в одной подзоне для частиц с ориентацией спина σ . (Считается, что $\eta_{\nu\sigma}(E) = \eta_{\nu'\sigma'}(E)$); $\epsilon_f^{\nu\sigma}$ —энергия Ферми для соответствующих групп электронов; $U(\nu\nu')$ и $J(\nu\nu')$ —константы кулоновского и обменного взаимодействия. В дальнейшем будем считать [3], что

$$U(11) = U(22) = U(12) = J(11) = J(22) \equiv U > 0, \\ J(12) \equiv J > 0. \quad (2)$$

Вместо набора величин $n_{\nu\sigma}$ введем параметры

$$n = \frac{1}{4}[n_{1\uparrow} + n_{1\downarrow} + n_{2\uparrow} + n_{2\downarrow}], \quad \delta n = \frac{1}{4}[n_{1\uparrow} + n_{1\downarrow} - n_{2\uparrow} - n_{2\downarrow}], \quad (3)$$

$$m = \frac{1}{4}[n_{1\downarrow} - n_{1\uparrow} + n_{2\uparrow} - n_{2\downarrow}], \quad \delta m = \frac{1}{4}[n_{1\uparrow} - n_{1\downarrow} - n_{2\uparrow} + n_{2\downarrow}].$$

Смысл их очевиден: они характеризуют среднее число частиц на узел матрицы, находящихся в ν -й подзоне и имеющих некоторую ориентацию спина (n), среднюю намагниченность на узел (m), среднюю разницу в заселении подзон (δn) и среднюю разницу в намагниченности подзон (δm).

Выразим энергию системы через набор параметров (3).

Определим среднее значение энергии Ферми ε_f^0 из условия

$\int_{\varepsilon_f^0}^{\varepsilon_f^0} \eta_{\nu\sigma}(E) dE = n$. Разложив функцию $\eta_{\nu\sigma}(E)$ в ряд вблизи от точки ε_f^0 , величину $E_{\nu\sigma}$ представим в виде ряда от разности $(n_{\nu\sigma} - n)$. Ограничиваясь в этом разложении первым не исчезающим членом и выражая через параметры (3) и второе слагаемое в формуле (1), энергию системы электронов можно представить в виде суммы двух слагаемых: $E = E_0 + \delta E$, где

$$E_0 = N \sum_{\nu\sigma} \int_{\varepsilon_f^0}^{\varepsilon_f^0} E \eta_{\nu\sigma}(E) dE + 2U \left(3 - \frac{J}{U}\right) n^2, \quad (4)$$

$$\delta E = \frac{2N}{\eta_{\nu\sigma}(\varepsilon_f^0)} \left\{ \left(1 - U \eta_{\nu\sigma}(\varepsilon_f^0) \left(1 + \frac{J}{U}\right)\right) m^2 + \right. \\ \left. + \left(1 - U \eta_{\nu\sigma}(\varepsilon_f^0) \left(1 - \frac{J}{U}\right)\right) ((\delta n)^2 + (\delta m)^2) \right\}. \quad (4')$$

E_0 — это энергия системы, находящейся в ненамагниченном состоянии с равной заселенностью подзон. Очевидно, что необходимым условием существования намагниченного состояния или состояния с неравным заселением подзон является неравенство $\delta E < 0$ при $m \neq 0$ или $\delta n \neq 0$.

Из выражения (4') следует:

(А) если $U \eta_{\nu\sigma}(\varepsilon_f^0) \left(1 - \frac{J}{U}\right) > 1$,

то при $m \neq 0$, $\delta m \neq 0$, $\delta n \neq 0$ получаем $\delta E < 0$;

(В) если $U \eta_{\nu\sigma}(\varepsilon_f^0) \left(1 + \frac{J}{U}\right) < 1$,

то при $m \neq 0$, $\delta m \neq 0$, $\delta n \neq 0$ получаем $\delta E > 0$;

(С) если $U \eta_{\nu\sigma}(\varepsilon_f^0) \left(1 - \frac{J}{U}\right) < 1$, но $U \eta_{\nu\sigma}(\varepsilon_f^0) \left(1 + \frac{J}{U}\right) > 1$,

то $m \neq 0$ при $\delta m = 0$ и $\delta n = 0$ обуславливает $\delta E < 0$,

а $m = 0$ при $\delta m \neq 0$ и $\delta n \neq 0$ обуславливает $\delta E > 0$.

Как видим, если параметры системы удовлетворяют условию (А), то энергетически выгодно, чтобы формирование намагниченного состояния сопровождалось также и неравным заселением подзон ($\delta n \neq 0$), и неравным распределением намагниченности между подзонами ($\delta m \neq 0$). Если же выполняется условие (С), то энергетически выгодным оказывается состояние, где намагниченность равномерно распределена между двумя подзонами (т. е. $m \neq 0$, а $\delta n = 0$ и $\delta m = 0$).

Сравним выполнимость условий (А) и (С). Для реализации условия (С) необходимо, чтобы плотность состояний на уровне Ферми находилась в интервале $(U - J)^{-1} > \eta_{\text{вс}}(\epsilon_f^0) > (U + J)^{-1}$. В работе [3] было показано, что в *d*-металлах выполняется соотношение $(J/U) \ll 1$. Это означает, что интервал допустимых значений $\eta_{\text{вс}}(\epsilon_f^0)$ оказывается очень узким. В то же время для реализации условия (А) достаточно, чтобы $\eta_{\text{вс}}(\epsilon_f^0) > (U - J)^{-1}$. Составляя эти два заключения, приходим к выводу, что в совокупности переходных металлов и сплавов легче найти систему, удовлетворяющую условию (А), чем систему, удовлетворяющую условию (С). Иными словами, среди переходных металлов и сплавов существует большее число систем, где формируется неравная намагниченность в подзонах, чем систем с разной намагниченностью в подзонах. Следует отметить, что формирование неравной намагниченности в подзонах можно интерпретировать и как существование на каждом из узлов решетки двух спинов различной величины. Такая система в рамках модели Гайзенберга была рассмотрена в работе [4].

В заключение проанализируем вопрос о применимости полученных результатов к реальным переходным металлам. Известно, что в кристаллическом поле кубической симметрии происходит расщепление энергетической полосы пятикратно вырожденных состояний *d*-электронов на две частично перекрывающиеся полосы, содержащие трехкратно и двукратно вырожденные состояния электронов. Если уровень Ферми находится в той части *d*-полосы, где преобладают двукратно вырожденные состояния и анализируются явления, обусловленные электронами, находящимися вблизи от поверхности Ферми, то в этом случае допустимо считать, что мы имеем дело с системой коллективизированных электронов, находящихся в двукратно вырожденной зоне [5]. Как известно, к числу металлов, у которых уровень Ферми находится в области двукратно вырожденных электронных состояний, относятся *Ni*, *Pd* и *Pt* [5]. Вследствие этого полученные в настоящей работе результаты оказываются применимыми к этим металлам и к сплавам на их основе.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физики

(Поступило 29.1.1976)

ზიგნა

ი. რატიშვილი

ელექტრონების დამაგნიტებადელი გდგომარეობა გადაგვარებადელ
ზონაში

რეზიუმე

განხილულია ორჯერადად გადაგვარებადელ ზონაში მყოფი კოლექტივიზებულ ელექტრონების სისტემა. ნაჩვენებია, რა პირობებს უნდა აკმაყოფილებ-

დნენ სისტემის პარამეტრები, რომ ელექტრონები აღმოჩნდნენ 1) არადამაგნიტებულ მდგომარეობაში, 2) დამაგნიტებულ მდგომარეობაში, ქვეზონების თანაბარი დამაგნიტებით, 3) დამაგნიტებულ მდგომარეობაში, ქვეზონების არათანაბარი დამაგნიტებით.

PHYSICS

I. G. RATISHVILI

MAGNETIC STATE OF ELECTRONS IN A DEGENERATED BAND

Summary

The state of electrons in a doubly degenerated band is analysed. It is shown what kind of relationship between the system parameters must be realized in the case of formation of a) a nonmagnetic state, b) a magnetic state with equal magnetization of subbands, c) a magnetic state with unequal magnetization of subbands.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. C. Stoner. Proc. Roy. Soc., A 154, 656, 1936.
2. T. Moria. Rendiconti Enrico Fermi Scuola, XXXVII corso, Varenna, 1967, 206.
3. И. Г. Ратишвили. Сб. «Электронные и ионные процессы в твердых телах», VI. Тбилиси, 1973, 134.
4. Л. Максимов, А. Куземский. ФММ, 31, 5, 1971.
5. Б. Маттиас и др. Сб. «Теория ферромагнетизма металлов и сплавов», М., 1963, 444.



Р. С. ПОПОВИДИ, Д. Д. КАРКАШАДЗЕ, З. С. ЦВЕРИКМАЗАШВИЛИ

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ДИФРАКЦИИ НА
 БЕСКОНЕЧНОЙ МНОГОСЛОЙНОЙ РЕШЕТКЕ

(МЕТОД НЕОРТОГОНАЛЬНЫХ РЯДОВ)

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Р. Хуцишвили 10.2.1976)

Одними из интересных в теории дифракции являются задачи дифракции на бесконечных многослойных структурах. Исследование подобных систем, характерные размеры элементов которых соизмеримы с длиной падающей волны, является актуальной проблемой современной электродинамики, хотя изучены они в меньшей мере.

Встречающиеся в литературе решения указанных выше задач в основном теоретического характера, т. е. не доведены до численных расчетов. Лишь в работе [1] получены численные результаты для многослойных решеток из «полос» и однослойной решетки из круговых цилиндров. Некоторые численные результаты для 2- и 3-слойных решеток из круговых цилиндров получены в работе [2]. Все упомянутые результаты получены в основном для дифракционных полей в дальней зоне.

В работе [3] модифицированным методом неортогональных рядов, с целью проверки последнего, решена задача дифракции на одиночном цилиндре бесконечной длины.

В настоящей статье указанным выше методом численно решена задача дифракции электромагнитной волны на бесконечной многослойной решетке из цилиндров.

На рис. 1,а представлена часть исследуемой системы (d — период решетки, h — расстояние между слоями). Для наглядности отдельно показан элемент решетки (рис. 1,б) где a — радиус элемента, a_0 — радиус контура, на котором расположены особые точки, t_n — полярный угол.

Пусть на рассматриваемую систему со стороны полупространства $x > 0$ под произвольным углом Θ падает плоская электромагнитная волна единичной амплитуды E_z -поляризации:

$$E_z^i = \exp[-ik(x \cos \Theta - y \sin \Theta)], \quad (1)$$

$k = 2\pi/\lambda$ — волновое число, λ — длина волны. Поле, пересотраженное от решетки, согласно [3], можно записать в виде

$$E_z^s = \sum_{m=0}^M \exp(ikmh \cos \Theta) \sum_{n=0}^N a_{mn} \sum_{q=-\infty}^{\infty} \exp(ikqd \sin \Theta) H_0^{(1)}(kR_{mnq}), \quad (2)$$

где $R_{mnq} = \sqrt{(x - x_n)^2 + (y - y_n)^2}$ — расстояние до точки наблюдения.

Используя преобразование Пуассона [4], можно привести выражение (2) к более удобному для анализа и счета виду.

Неизвестные комплексные коэффициенты a_{mn} определяем используя метод коллокации для цилиндров с индексом $q=0$ каждого слоя (на рис. 1, б точки, в которых записываются граничные условия, обозначены крестиками):

$$E_z^I + E_z^R \Big|_{\substack{x=x_{\mu\nu}, \quad \mu=0, 1, 2, \dots, M, \\ y=y_{\mu\nu}, \quad \nu=0, 1, 2, \dots, N.}} = 0, \quad (3)$$

Полученную систему из $2(M+1)(N+1)$ линейных алгебраических уравнений численно решаем на ЭВМ. Определив коэффициенты a_{mn} , легко получить значения для амплитуд и фаз дифрагированного электромагнитного поля в ближней и дальней зонах.

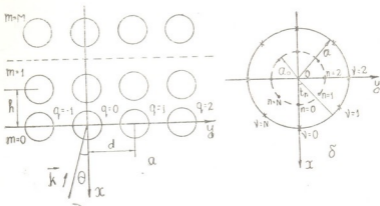


Рис. 1

Предварительные численные расчеты, проведенные для однослойной решетки из круговых цилиндров с целью сравнения с известными результатами [1], дали хорошее согласие с ними. Случай 2- и 3-слойных решеток сверялся с результатами работы [2], что показало полное совпадение в пределах рассматриваемой точности.

Ввиду того что рассматриваемая задача впервые решалась методом неортогональных рядов, были проведены численные эксперименты по определению пределов изменения характеристических параметров системы для получения стабильных результатов.

В работе [3] (случай одного цилиндра) для определенного интервала значений относительного периметра цилиндра ka были найдены оптимальные N — число особых точек и $b = a_0/a$ — отношение радиусов внутреннего и внешнего контуров (см. рис. 1, б).

О сравнении качества сходимости результатов в случае одиночного цилиндра и бесконечной решетки говорить трудно, так как в выражениях поля для последнего появляется бесконечная сумма и точность численных результатов зависит от точности счета указанной суммы. Но некоторые сходства и различия можно проследить.

С увеличением относительного периода решетки увеличивается и относительный периметр ее элемента, так как $ka = \pi \Gamma D$ ($\Gamma = 2a/d$ — коэффициент заполнения решетки), и очевидно, что получение стабиль-

ных результатов связано с увеличением N , так же как и в случае одного цилиндра.

На рис. 2,а показана зависимость минимального значения N_{\min} , при котором можно получить стабильные результаты с точностью $\Delta=10^{-2}$, $\Delta=10^{-3}$ и $\Delta=10^{-4}$, от характеристического параметра $b=a_0/a$ для прошедшего и отраженного полей в дальней зоне. Проверка большей точности не имела смысла, поскольку точность счета бесконечной суммы $\epsilon=10^{-4}$.

Например, для получения результатов с точностью до 4 знаков ($\Delta=10^{-4}$) при $ka=2,2$ можно взять произвольную совокупность значений b и N (очевидно, что значение N должно быть целым) из областей, ограниченных снизу сплошными кривыми. Для требования меньшей точности число указанных совокупностей возрастает (для 3 знаков — области, ограниченные пунктирными кривыми, для 2 знаков — штрих-пунктирными).

Исследуя подобные кривые для широких пределов изменения ka , можно определить общие для всех ka совокупности значений b и N , при которых можно проводить дальнейшие исследования.

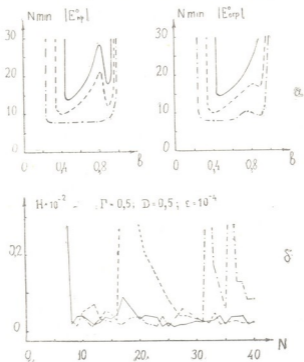


Рис. 2

Если сравнить указанные на рис. 2,а кривые с аналогичными кривыми, полученными для одиночного цилиндра, то можно указать два явных различия: 1) в случае одиночного цилиндра кривые имеют один минимум, в случае же решетки при некоторых значениях ka наблюдаются два ярко выраженных минимума; 2) в случае решетки для определенного значения относительного периметра ka интервал изменения параметра b уменьшается по сравнению с одиночным цилиндром, точнее, нижняя граница интервала сдвигается в сторону



увеличения b . Последнее становится очевидным при анализе следующих результатов.

Рассчитывалось значение амплитуды поля в ближней зоне на самой поверхности элемента решетки. Очевидно, что в точках граничных условий амплитуда поля будет равна нулю. Между указанными точками значение амплитуды поля возрастает и примерно в середине между ними достигает максимума. Значение максимального отклонения амплитуды поля на поверхности элемента

$$H = \max_{0 < t_n < \pi} |E_0 - E_1| \quad (5)$$

(E_0 — значение амплитуды поля в точках граничных условий, E_1 — максимальное значение между ними) в некоторой мере характеризует сходимость результатов решения задачи.

На рис. 2.6 представлена зависимость параметра H от числа особых точек при значениях $b=0,5$ (штрих-пунктирная кривая), $b=0,7$ (сплошная кривая) и $b=0,8$ (пунктирная кривая). Как видно из графика, наиболее оптимальным по всему рассматриваемому диапазону значений N является $b=0,7$ при значении относительного периода $D=0,5$ и коэффициента заполнения решетки $\Gamma=0,5$ (что соответствует $ka \approx 0,8$). В случае одиночного цилиндра значение оптимального b при $ka=0,8$ в несколько раз меньше.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 19.2.1976)

ფიზიკა

რ. პოპოვიდი, დ. დ. კარკაშადე, ზ. ს. ტსვერიკმაზაშვილი

უსასრულო მრავალშრიან მესერზე დიფრაქციის ამოცანის რიცხობრივი ამოხსნა

(არაკოორდინალური მწკრივების მეთოდით)

რეზიუმე

არაკოორდინალური მწკრივების მოდიფიცირებული მეთოდით ამოხსნილია ცილინდრებისაგან შედგენილი უსასრულო მრავალშრიან მესერზე ელექტრომაგნიტური ტალღის დიფრაქციის ამოცანა. მესერის ელემენტის დაახასიათებელი ზომები თანაზომადია დაკეპული ტალღის სიგრძისა.

PHYSICS

R. S. POPOVIDI, D. D. KARKASHADZE, Z. S. TSVERIKMAZASHVILI
A NUMERICAL SOLUTION OF THE PROBLEM OF DIFFRACTION
ON AN INFINITE MULTILAYER LATTICE
(METHOD OF NONORTHOGONAL SERIES)

Summary

The diffraction problem of electromagnetic waves on an infinite multilayer lattice of cylinders is solved by the method of nonorthogonal series. The characteristic sizes of cylinders are commensurable with the incident wavelength.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. П. Шестопалов, Л. Н. Литвиненко, С. А. Масалов, В. Г. Сологуб. Дифракция волн на решетках. Харьков, 1973.
2. Р. С. Поповиди. Решение двумерных дифракционных задач методом коллокации и методом дискретных перензлучателей. Автореферат, Тбилиси, 1973.
3. М. М. Мирианашвили, Р. С. Поповиди, З. С. Цврикмазашвили. Сообщения АН ГССР, 78, № 1, 1975.
4. Е. Титчмарш. Теория функций. М., 1951, 493.



Б. А. МАГРАДЗЕ, В. А. МАТВЕЕВ

КОНФОРМНО-ИНВАРИАНТНЫЕ ВЕРШИННЫЕ ФУНКЦИИ
 ДЛЯ СЛУЧАЯ НЕПРЕРЫВНОГО СПЕКТРА МАСС

(Представлено академиком А. Н. Тавхелидзе 9.2.1976)

В работе [1] были исследованы автомодельные [2] решения уравнений масштабной и конформной инвариантности в случае частиц с нулевой массой.

Как одна из возможностей учета нарушения симметрии обсуждалось представление реальных векторов состояний через суперпозицию векторов, образующих базис неприводимого представления конформной группы с непрерывной массой [3]. В настоящей работе изучены представления конформной группы с $p^2 \geq 0$ и произвольной размерностью $l > 1$ в формализме обобщенного свободного квантованного поля, найдены решения уравнений конформной инвариантности, удовлетворяющие требованиям спектральности и причинности.

В случае непрерывного спектра масс обобщенное свободное эрмитовое и скалярное поле $\Psi_d(x)$ с размерностью d может быть представлено суперпозицией независимых свободных полей с различными массами:

$$\Psi_d(x) = \int d^4p (a_+(p) \exp \{ip \cdot x\} + a_-(p) \exp \{-ip \cdot x\}) = \int_0^\infty dp^2 (p^2)^\alpha \varphi(x, p^2),$$

$$\varphi(x, p^2) = \int \frac{d\tilde{p}}{2p_0} \{b_+(p) \exp \{ip \cdot x\} + b_-(p) \exp \{-ip \cdot x\}\} a_\pm(p) = (p^2)^\alpha b_\pm(\tilde{p}p^2),$$

$b_\pm(p)$ — операторы рождения и уничтожения частицы с массой $p^2 \geq 0$, d — размерность поля, определяющая конечномерное представление конформной группы.

Дифференциальные операторы, определяющие коммутационные соотношения вторично квантованных операторов $b_\pm(p)$ с генераторами масштабных и специальных конформных преобразований задаются выражениями

$$O_d = O_{\tilde{p}} = i(l + p_\mu \partial_\mu^p), \quad l = d - 4 - 2\alpha,$$

$$O_{k_\mu} = -O_{\tilde{k}_\mu} = p_\mu \left(\partial^\nu \partial_\nu - \frac{b}{p^2} \right) - 2(l + p^\nu \partial_\nu^p) \partial_\mu^p, \quad b = 4\alpha(2 + \alpha - d),$$

$$[b_+(p), J] = O_J \left(p \frac{\partial}{\partial p} \right) b_+(p),$$

$$[b_-(p), J] = O_{\tilde{J}} \left(p \frac{\partial}{\partial p} \right) b_-(p), \quad J = p_\mu, M_{\mu\nu}, D, k_\mu.$$



Предполагаем, что $D|0\rangle = k_\mu|0\rangle = 0$, где D и k_μ — генераторы масштабных и специальных конформных преобразований.

Полагая далее $l = -d$ ($b=0$), найдем из требования конформной инвариантности точный вид коммутаторов:

$$\begin{aligned} [a_-(p), a_+(p')] &= (p^2)^{l-2} \delta(p-p'), \\ [b_-(p, l), b_+(p', l')] &= (p^2)^{2-l} \theta(p^2) \delta(p-p') \Gamma(l-1) \delta_{ll'}, \\ [\Psi_l(x), \Psi_l(0)] &= \begin{cases} -i\pi^2 4^l \varepsilon(x_0) (x^2)^{-l}, & l \neq 2 \dots k, \\ -\frac{i\pi^2}{\Gamma(l-1)} (-\square)^{l-2} \frac{\varepsilon(x_0) \delta(x^2)}{x^2}, & l = 2 \dots k. \end{cases} \end{aligned}$$

Заметим, что если определить скалярное произведение с нормой $d\mu(p) = (p^2)^{l-2} d^4p$, то генераторы масштабных и специальных конформных преобразований оказываются эрмитово самосопряженными при произвольных размерностях $l > 1$.

Изучим теперь следствия масштабной и конформной инвариантности для матричных элементов произведений двух скалярных токов между одночастичными состояниями:

$$\begin{aligned} f(x, p, p') &= \langle p|\chi(x)\chi(0)|p'\rangle, \quad p^2 \geq 0, \quad p'^2 \geq 0, \\ |p\rangle &= |l, \vec{p}, p^2\rangle = b_+(p, l)|0\rangle, \quad l > 1. \end{aligned}$$

Предполагаем, что ток $\chi(x)$ имеет размерность d и преобразуется по неприводимому унитарному представлению конформной группы.

Удобно ввести представление

$$f(x, p, p') = (-x^2 - i\varepsilon x_0)^{l-d} \exp[iz_2/2] \Phi(z_1, z_2, \omega, \eta, \zeta),$$

$$z_1 = x(p+p'), \quad z_2 = x(p-p'), \quad \omega = x^2 p \cdot p', \quad \eta = \frac{x^2 p^2}{2}, \quad \zeta = \frac{x^2 p'^2}{2},$$

удовлетворяющее требованиям лоренцевской и масштабной инвариантности [1]. Условие конформной инвариантности выражается как система независимых дифференциальных уравнений для величины Φ :

$$\begin{aligned} z_3 \left(\Phi_{11} + \Phi_{22} + \frac{\Phi}{4} \right) + 2z_1 \Phi_{12} + 2\omega \Phi_{23} + 2\eta (\Phi_{41} + \Phi_{42}) - \\ - 2\zeta (\Phi_{51} - \Phi_{52}) + 2l \Phi_2 = 0, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Phi_{11} + \Phi_{22} + \frac{\Phi}{4} + 2\Phi_{12} + 2(z_1 - z_2) \Phi_{13} + 2(\omega + \zeta) \Phi_{33} + 4\zeta \Phi_{35} + \\ + 2l \Phi_3 - 2\eta \Phi_{44} - 2(l-1) \Phi_4 = 0, \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \Phi_{11} + \Phi_{22} + \frac{\Phi}{4} - 2\Phi_{12} + 2(z_1 + z_2) \Phi_{13} + 2(\omega + \eta) \Phi_{33} + 4\eta \Phi_{34} + \\ + 2l \Phi_3 - 2\zeta \Phi_{55} - 2(l-1) \Phi_5 = 0, \end{aligned}$$

где

$$\Phi_l = \frac{\partial \Phi}{\partial z_l}, \quad \Phi_{lj} = \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z_l \partial z_j}, \quad z_3 = \omega, \quad z_4 = \eta, \quad z_5 = \zeta.$$

Наиболее простые причинные и спектральные решения системы (1) имеют борновский вид:

$$f(x, p, p') = \begin{cases} (-x^2 - ix_0 \varepsilon)^{l-d} \exp \{i(p-p')x/2\} \cos \left(\frac{1}{2} (p+p')x \right), \\ (-x^2 - ix_0 \varepsilon)^{l-d} \exp \{i(p-p')x/2\} \cos \frac{1}{2} (p+p')x \left(\frac{p^2 p'^2 x^4}{2-l} \right)^{2-l}, \\ (-x^2 - ix_0 \varepsilon)^{2-d} \exp \{i(p-p')x/2\} \ln (p^2 p'^2 x^4), \quad l=2. \end{cases}$$

Удобно решать систему (1) используя преобразование Фурье:

$$\Phi(z_1, z_2, z_3, z_4, z_5) = \int du_1 du_2 du_3 du_4 du_5 \exp \{iu_i z_i\} \tilde{\Phi}(u_1, u_2, u_3, u_4, u_5).$$

В результате решения имеем

$$\tilde{\Phi} = u_3^{l-1} (u_3^2 - u_4 u_5)^{l-3} \exp \left\{ \frac{i}{2u_3} \left(u_1^2 - u_2^2 + \frac{1}{4} \right) \right\} F(\alpha, \beta), \quad (2)$$

$$\alpha = \frac{u_1}{u_3},$$

$$\beta = \frac{\left[u_3 \left(u_1 + u_2 - \frac{1}{2} \right) + u_4 \left(u_2 - u_1 - \frac{1}{2} \right) \right] \left[u_3 \left(u_2 - u_1 + \frac{1}{2} \right) + u_5 \left(u_1 + u_2 + \frac{1}{2} \right) \right]}{\left[u_3 \left(u_1 + u_2 + \frac{1}{2} \right) + u_4 \left(u_2 - u_1 + \frac{1}{2} \right) \right] \left[u_3 \left(u_2 - u_1 - \frac{1}{2} \right) + u_5 \left(u_1 + u_2 - \frac{1}{2} \right) \right]}.$$

Как и в работе [1], для выполнения причинности достаточно потребовать $\Phi(z_1, z_2, z_3, z_4, z_5) = \Phi(-z_1, -z_2, z_3, z_4, z_5)$.

Учитывая также эрмитовость токов для функции F , определяющей решение (2), находим следующие свойства симметрии:

$$F(\alpha, \beta) = F\left(-\alpha, \frac{1}{\beta}\right), \quad (-1)^{l-1} F^*(\alpha, \beta) = F(-\alpha, \beta).$$

В дальнейшем ограничимся значениями параметров $d=3$ и $l=2$ и рассмотрим Фурье-образ коммутатора токов:

$$\tilde{f}(q, p, p') = \int d^4 x \exp \{iq \cdot x\} |p| \left[\chi \left(\frac{x}{2} \right), \chi \left(-\frac{x}{2} \right) \right] |p'| = \quad (3)$$

$$= -\pi^3 \int du_1 du_2 \varepsilon(q_0 + (p+p')_0 u_1 + (p-p')_0 u_2) \delta \left[q^2 + (p+p')^2 u_1^2 + (p-p')^2 u_2^2 + 2q(p+p')u_1 + 2q(p-p')u_2 + 2(p^2-p'^2)u_1 u_2 \right] \Psi(u_1, u_2),$$

где

$$\Psi(u_1, u_2) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{du_3}{u_3} \exp \left\{ \frac{i}{2u_3} \left(u_1^2 - u_2^2 + \frac{1}{4} \right) \right\} F \left(\frac{u_1}{u_3}, \frac{4u_2^2 - (2u_1 + 1)^2}{4u_3^2 - (2u_1 - 1)^2} \right). \quad (4)$$

После замены переменных

$$u'_0 = -(p+p')_0 u_1 - (p-p')_0 u_2, \quad u'_3 = -2p_3 \cdot u_2$$

выражение (3) принимает стандартную форму представления Йоста—Лемана—Дайсона, ограничения на носитель весовой функции которого дается неравенством

$$|u'_3| + |u'_0| \leq (p + p')_0/2.$$

Отсюда с необходимостью следует $|u_1| + |u_2| < 1/2$, что с учетом соотношения (4) приводит к ограничению на носитель произвольной функции F :

$$F(\alpha, \beta) = 0, \quad \beta \leq 0, \quad l = 2, \quad d = 3.$$

Академия наук Грузинской ССР
 Тбилисский математический
 институт
 им. А. М. Размадзе

Объединенный институт
 ядерных исследований
 Дубна

(Поступило 12.2.1976)

ფიზიკა

ბ. მაღრაძე, ვ. მათვევი

კონფორმულად ინვარიანტული წვეროების ფუნქციები მასათა
 უწყვეტი სპექტრის შემთხვევაში

რეზიუმე

განზოგადებული სკალარული ველის საფუძველზე აგებულია კონფორმულად ინვარიანტული წვეროების ფუნქციები მასის უწყვეტი სპექტრის შემთხვევაში, ნაპოვნია მათთვის კონფორმული ინვარიანტობის განტოლებათა სისტემის მიზნობრივი და სპექტრალური კერძო ამოხსნები.

PHYSICS

B. A. MAGRADZE, V. A. MATVEEV

CONFORMALLY INVARIANT VERTEX FUNCTIONS IN THE CASE OF CONTINUOUS MASS SPECTRUM

Summary

Conformally invariant vertex functions are constructed on the basis of a generalized free field. Particular solutions for equations expressing conformal invariance have been found, satisfying the causality and spectrality conditions.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. Вицорек и др. ТМФ, 22, № 1, 1975.
2. Н. Н. Боголюбов, В. С. Владимиров, А. Н. Тавхелидзе. ТМФ, 12, 1972, 305.
3. J. Mickelson, J. Niederle. Math. Phys. January 13, № 1, 1972.



П. В. ДЖАНДЖГАВА

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА МАТРИЧНОЙ ПРОГОНКИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ОДНОГО РАЗНОСТНОГО АНАЛОГА ГРАНИЧНОЙ ЗАДАЧИ, ОПИСЫВАЮЩЕЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОТНОСТИ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 9.12.1975)

В [1] для исследования модуляции космических лучей решается линейное дифференциальное уравнение в частных производных эллиптического типа второго порядка в круге с радиусом 1:

$$\rho^2 \frac{\partial^2 V}{\partial \rho^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial \Theta^2} + \left(2\rho - \frac{d}{2} \frac{1 + \sin \Theta}{2 - \sin \Theta} \rho^2 \right) \frac{\partial V}{\partial \rho} + \frac{2 \operatorname{ctg} \Theta (1 - \sin \Theta)}{2 - \sin \Theta} \frac{\partial V}{\partial \Theta} - 1,75 d \frac{1 + \sin \Theta}{2 - \sin \Theta} \rho V = 0, \quad (1)$$

где граничные условия имеют вид:

$$V|_{\rho=1} = 1, \quad V|_{\rho=0} < \infty. \quad (2)$$

Имеется плоская задача, которая решается методом сеток [2] в полярной системе координат (ρ, Θ) . Поскольку задача (1)–(2) симметрична относительно плоскости гелиоэкватора, берется только четверть окружности [1]. Задача приводится к решению системы [1]

$$R_{ik} V_{i+1k} + P_{ik} V_{i-1k} - V_{ik} + S_{ik} V_{ik+1} + Q_{ik} V_{ik-1} = 0, \\ i = \overline{1, n}, \quad k = \overline{1, m}, \quad V_{i0} = V_{i1}, \quad V_{im} = V_{i(m+1)}, \quad i = \overline{1, n+1}, \quad (3)$$

$$V_{nk} = 1, \quad V_{0k} = \frac{1}{3m} \sum_{j=1}^m (4V_{1j} - V_{2j}), \quad k = \overline{0, m},$$

где

$$R_{ik} = A_{ik} \setminus F_{ik}; \quad P_{ik} = C_{ik} \setminus F_{ik}; \quad S_{ik} = D_{ik} \setminus F_{ik}; \quad Q_{ik} = E_{ik} \setminus F_{ik}. \\ C_{ik}, D_{ik}, E_{ik} \text{ и } F_{ik} \text{ определяются формулами (24) работы [1], а} \\ A_{ik} = i^2 + i - \frac{d}{4} \frac{1 + \sin(k-0,5)l}{2 - \sin(k-0,5)l} i^2 h, \quad h = \frac{1}{n+1}, \quad l = \frac{\pi}{2m}.$$

Для решения задачи типа (3) применяется итерационный метод типа Зейделя [1], который требует значительных затрат машинного времени. Поэтому необходимо разработать такой метод, который при прочих равных условиях значительно уменьшит время счета.

Допустим, следует решить систему уравнений

$$\begin{aligned} -B_1 Y_1 + L_1 Y_2 &= -(q\Psi_1 + \Phi_1), \\ M_i Y_{i-1} - B_i Y_i + L_i Y_{i+1} &= -(q\Psi_i + \Phi_i), \\ M_n Y_{n-1} - B_n Y_n &= -(q\Psi_n + \Phi_n), \end{aligned} \quad (4)$$

где Y_i , Ψ_i и Φ_i — вектор-столбцы; M_i , B_i и L_i — квадратные матрицы m -го порядка ($i = \overline{1, n}$); Y_i — искомые векторы; q — искомый скаляр, который удовлетворяет условию

$$q = \varphi(Y), \quad (5)$$

φ — линейная функция; $Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_n)$.

Решение системы (4) ищем в виде

$$Y_i = X_i + q Z_i, \quad i = \overline{1, n}, \quad (6)$$

где X_i и Z_i — вектор-столбцы порядка m .

Если (6) вставим в (4) и коэффициенты при скаляре в обеих частях приравняем друг к другу, получим систему

$$\begin{aligned} -B_1 T_1 + L_1 T_2 &= -G_1, \\ M_i T_{i-1} - B_i T_i + L_i T_{i+1} &= -G_i, \quad i = \overline{2, n-1}, \\ M_n T_{n-1} - B_n T_n &= -G_n, \end{aligned} \quad (7)$$

где $T_i = (X_i, Z_i)$ — искомая матрица, а $G_i = (\Phi_i, \Psi_i)$, которая решается методом матричной прогонки [2].

Процесс решения устойчив по отношению к случайной ошибке, если

$$\|B_1^{-1} L_1\| < 1, \quad \|B_n^{-1} M_n\| < 1, \quad \|B_i^{-1} L_i\| + \|B_i^{-1} M_i\| < 1, \quad i = \overline{2, n-1}, \quad (8)$$

где $\|\cdot\|$ — некоторая норма матрицы [2].

Из (6) имеем

$$Y = X + q Z, \quad (9)$$

где $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$ и $Z = (Z_1, Z_2, \dots, Z_n)$.

d	По Зейделю	Прогонка
0,00	31'14"	6'26"
0,02	30'54"	6'26"
0,05	30'28"	6'26"
0,10	29'53"	6'26"
0,50	26'19"	6'26"
1,00	22'31"	6'26"
2,00	17'45"	6'26"
5,00	10'22"	6'26"

Из последнего и (5) получаем (так как φ — линейная функция) значение

$$q = \varphi(x) \setminus [1 - \varphi(Z)]. \quad (10)$$

Поскольку q найдена, из (9) найдем Y . Таким образом, система (4) — (5) решена.

Если обозначим через

$$Y_i = (V_{i1}, V_{i2}, \dots, V_{im})^T, \quad i = \overline{1, n}, \quad q = V_{0k}, \quad k = \overline{0, m},$$

то система (3) примет вид (4) — (5), где L_{i-1} и M_i будут диагональными матрицами с элементами

$$l_{jj}^{(i-1)} = R_{i-1j}, \quad m_{jj}^{(i)} = P_{ij}, \quad j = \overline{1, m}, \quad i = \overline{2, n},$$

B_i — трехдиагональная матрица с элементами

$$b_{11}^{(i)} = 1 - Q_{i1}, \quad b_{mm}^{(i)} = 1 - S_{im}, \quad b_{jj}^{(i)} = 1, \quad j = \overline{2, m-1},$$

$$b_{j-1j}^{(i)} = -S_{ij-1}, \quad b_{ij-1}^{(i)} = -Q_{ij}, \quad j = \overline{2, m}, \quad i = \overline{1, n},$$

$$\Psi_1 = (P_{11}, P_{12}, \dots, P_{1m})^T, \quad \Phi_m = (R_{n1}, R_{n2}, \dots, R_{nm})^T,$$

а Ψ_{i-1}, Φ_i — нуль-векторы ($i = \overline{2, n}$) и

$$q = \frac{1}{3m} \sum_{j=1}^m (4Y_{1j} - Y_{2j}).$$

После решения (7) найдем q в силу (10) по формуле

$$q = \frac{1}{3m} \sum_{j=1}^m (4X_{1j} - X_{2j}) \left/ \left[1 - \frac{1}{3m} \sum_{j=1}^m (4Z_{1j} - Z_{2j}) \right] \right.$$

Сравнение этого метода с итерационным процессом типа Зейделя [1] показало, что машинное время счета значительно сокращается. Последнее иллюстрируется данными таблицы, в которой приводится машинное время, необходимое для решения задачи (3) с помощью обоих методов на ЭВМ БЭСМ-6, при различных значениях параметра d и когда $n \times m = 29 \times 45$.

Вычисления показали, что для (3) справедливо условие (8) в матричной норме

$$\|A\| = \max_{1 \leq i < m} \sum_{j=1}^m |a_{ij}|.$$

Академия наук Грузинской ССР
Вычислительный центр

(Поступило 26.12.1975)

გამოცემა

ბ. ჯანჯღავა

მატრიცული გატარების მეთოდის გამოყენება სასაზღვრო ამოცანის ერთი სხვაობიანი ანალოგის ამოსახსნელად, რომლის საშუალებით აღიწერება კოსმოსური სხივების სიმკვრივის სივრცული ცვლილება

რეზიუმე

ნაშრომში შემუშავებულია (4) — (5) სახის სისტემის ამოხსნის ზუსტი მეთოდი, რომელიც გამოყენებულია კოსმოსური სხივების სივრცული ცვლილებების

ბის აღმწერი (1)—(2) სასაზღვრო ამოცანის (3) სხვაობიანი ანალოგის ამოსახსნელად. ამ მაგალითზე ნაჩვენებია, რომ მეთოდი საშუალოდ 4-ჯერ ამცირებს თვლის მანქანურ დროს, ვიდრე ზეიდელის ტიპის იტერაციული პროცესი.

GEOPHYSICS

P. V. JANJGAVA

APPLICATION OF THE MATRIX TRAVEL METHOD IN SOLVING A
DIFFERENCE ANALOGUE OF A BOUNDARY PROBLEM DESCRIBING
THE SPATIAL VARIATION OF COSMIC RAY DENSITY

Summary

A method has been developed for solving the system of (4) — (5) type equations. It is used to solve a difference analogue of a boundary problem (3) by digital computer. It is shown that use of the proposed method substantially reduces the time necessary for the computer as compared to the Seidel iterative method.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. И. Дорман, З. Кобилински. Космические лучи, № 13, 1972.
2. А. А. Самарский. Введение в теорию разностных схем. М., 1971.



ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

К. А. АНДРИАНОВ (академик АН СССР), А. И. НОГАИДЕЛИ,
 Э. И. ХУБУЛАВА, В. М. КОПЫЛЕВ, А. Г. КОЛЧИНА,
 Л. М. ХАНАНАШВИЛИ, Н. Г. СЫЧЕВА

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ АММОНИЕВЫХ
 СИЛОКСАНОЛЯТОВ С ОРГАНОЦИКЛОСИЛОКСАНАМИ

(Представлено академиком Х. И. Арешидзе 23.1.1976)

В настоящее время имеется ряд работ, в которых описывается использование четвертичных аммониевых силоксанолятов и оснований в качестве катализаторов реакции полимеризации органициклоксилоксанов [1—5]. Однако отсутствуют сведения об относительной каталитической активности силоксанолятов в зависимости от органического обрамления у азота, а также о влиянии концевых четвертичных аммониевых групп на скорость распада полимерной силоксановой цепи при термодеструкции.

Целью настоящей работы было изучение каталитической активности α , ω -бис(тетраорганоаммоний)диметилсилоксанолятов типа $R_4N - [OSiMe_2]NR_4$, где $R = Me_4, Et_4, (n-Bu)_4, BzMe_3$, при полимеризации органициклоксилоксанов, а также влияния концевой четвертичной аммониевой группы на стабильность силоксановой цепи при термическом воздействии на полимер.

Каталитическая активность силоксанолятов изучалась на примере реакции полимеризации 50% раствора гексаметилциклотрисилоксана в ксилоле при температуре 50°C и концентрации концевых силоксанолятных групп 0,001% в пересчете на азот. Силоксанолят в реакцию вводился в виде ксилольного раствора.

Во всех случаях реакция имеет первый порядок по циклу. Анализ продуктов показал, что реакция имеет неравновесный характер. Выход полимера определялся после вакуумирования навески продукта при 1 мм рт. ст. при 160° и колебался в интервале 96—99%.

Значения констант скоростей, рассчитанных на основании полученных экспериментальных данных, приведены в табл. 1.

Таблица 1

№ п/п	Концевая аммониевая группа	δ	К, сек ⁻¹	Выход полимера
1	Me ₄ N	0,00	3,83 · 10 ⁻³	96,0
2	Et ₄ N	-0,40	4,16 · 10 ⁻³	96,0
3	(n-Bu) ₄ N	-0,48	5,50 · 10 ⁻³	98,5
4	BzMe ₃ N	+0,215	3,34 · 10 ⁻³	99,0

Из таблицы видно, что реакционная способность силоксанолята возрастает с увеличением донорной способности заместителей у ато-

ма азота, т. е. с увеличением нуклеофильности силоксанолята, что естественно, так как реакция имеет нуклеофильный характер.

Влияние концевых четвертичных аммониевых групп на стабильность силоксановой цепи при термическом воздействии на полиорганосилоксаны изучалось на примере полиметилфенилсилоксанового полимера. Выбор полиметилфенилсилоксановой цепи в качестве объекта изучения стабильности силоксановой цепи в присутствии концевых тетраорганоаммониевых групп был обусловлен большой чувствительностью этой цепи к воздействию ионных реагентов. Полимеризация цис-1,3,5-триметил-1,3,5-трифенилциклотрисилоксана проводилась нами α,ω -бис(тетраорганоаммоний)диметилсилоксанолями. 70% раствор цикла в гексане полимеризовался при 70°, концентрация катализатора 0,001% в пересчете на азот концевых четвертичных аммониевых групп.

После полимеризации полимер вакуумировался до постоянного веса (15 часов) при 1 мм рт. ст. и температуре 20°. Из рисунка (рис. 1), видно, что распад полимера начинается в интервале температур 300—340°C, следовательно, реакцию деполимеризации ведут не концевые

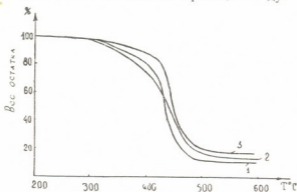


Рис. 1. ТГА полиметилфенилсилоксанов концевыми тетраорганоаммониевыми группами ($n - \text{Bu}$)₄ N (3), Me₄N (1), Et₄N (2)

четвертичные аммониевые группы, которые к этому времени полностью распадаются, на что указывают значения констант скоростей распада этих групп при термическом воздействии [6], а продукты распада этих групп. Так как продуктами распада концевых силоксанолятных групп являются амины и деполимеризующими агентами также являются амины, то их можно расположить по способности к деполимеризации в следующий ряд:



Таким образом, нами было сделано предположение, что основными деполимеризующими агентами являются амины — продукты распада четвертичных аммониевых групп. Отсюда следует, что при проведении термообработки в вакууме и тонком слое, когда амин может улетать из реакционной среды, возможно получение более высокомолекулярного полимера, чем при проведении термообработки полимера без вакуума, когда амин остается в полимере. Для проверки этого вывода нами исследовались ранее полученные полимеры. Как видно из табл. 2, выход полимера и удельная вязкость полимеров, прогретых в вакууме, выше, чем прогретых без вакуума, что полностью подтверждает сделанный вывод.

Влияние конечных тетраорганоаммониевых групп на стабильность полиметилфенилсилоксановой цепи в изотермических условиях при 400° в течение 4 часов изучалось на примере полимеров, полученных

Таблица 2

№ п/п	Концевая аммониевая группа	Т прогрева 160°, P = 1 мм рт. ст., время 6 часов		Т прогрева 200°, P = 760 мм рт. ст., время 5 мин	
		γ _{уд}	Выход, %	γ _{уд}	Выход, %
1	Me ₄ N	2,76	79,6	0,9	71,8
2	Et ₄ N	2,44	73,6	1,13	60,3
3	(n-Bu) ₄ N	3,09	77,2	1,13	59,8
4	BzMe ₃ N	2,09	79,3	1,07	76,9

при полимеризации цис-1,3,5-триметил-1,3,5-трифенилциклотрисилоксана и отвакуумированных от гексана при комнатной температуре по изменению веса образца, а также по выделению газообразных продуктов реакции, состав и количество которых определялись методом ГХ.

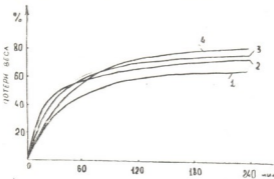


Рис. 2. Et₄N (1), BzMe₃N (2), Me₄N (3), (n-Bu)₄N (4)

Из рис. 2 видно, что наименее стабильными в начале деструкции являются полимеры с концевой тетраметиламмониевой группой и триметилбензиламмониевой группой.

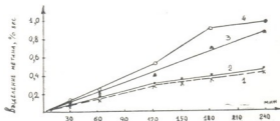


Рис. 3. Термоокислительная деструкция полиметилфенилсилоксанов с концевыми группами BzMe₃N(1), (n-Bu)₄N(2), Me₄N (3), Et₄N (4) при температуре 400°С

Анализ продуктов реакции показал, что в результате изотермической деструкции полиметилфенилсилоксанов идет процесс деполимеризации основной полимерной цепи с образованием метилфенилсилокса-

новых циклов, бензола и метана. Кинетика выделения метана представлена на рис. 3.

Московский институт тонкой
химической технологии
им. М. В. Ломоносова

Тбилисский государственный
университет

(Поступило 26.2.1976)

ორგანული ქიმია

ბ. ანდრიანოვი (სსრკ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი), ა. ნოღაიდელი, ე. ხუბულავა,
ვ. კოპილევი, ა. კოლჩინა, ლ. ხანანაშვილი, ნ. სიჩევა

მომთხზული ამონიუმის სილოქსანოლატების ურთიმერტიკმედება
ორგანოციკლოსილოქსანებთან

რეზიუმე

შეისწავლეთ $R_4N[SiMe_2O]_nNR_4$ საერთო ფორმულის მქონე α , ω -ბის (ტეტრაორგანოამონიუმ) დიმეთილსილოქსანოლატების კატალიზური აქტივობა ორგანოციკლოსილოქსანების პოლიმერიზაციის რეაქციის მიმართ.

გამოვიკვლიეთ აგრეთვე მეოთხეული ამონიუმის ჯგუფის გავლენა მიღებული პოლიორგანოსილოქსანების თერმოსტაბილურობაზე.

ORGANIC CHEMISTRY

K. A. ANDRIANOV, A. I. NOGAIDELI, E. I. KHUBULAVA,
V. M. KOPILEV, A. G. KOLCHINA, L. M. KHANANASHVILI, N. G. SYCHEVA

INTERACTION OF QUATERNARY AMMONIUM SILOXANOLATES WITH ORGANOCYCLOSILOXANES

Summary

The catalytic activity of α , ω -bis(tetraorgano)dimethylsiloxanolates of the type $R_4N[OSiMe_2]_nNR_4$ at the polymerization of organocyclosiloxanes has been studied.

The influence of quaternary ammonium end groups upon the thermostability of the polyorganosiloxane chain has been also studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. K. Kawazumi, H. Maguiama, K. Hashi. J. Chem. Soc. Japan; Ind. Chem. Sect., 66, 1963, 628.
2. К. А. Андрианов, С. Е. Якушкина, И. И. Коротко, Б. Д. Лаврухин, И. И. Петрова. Высокомол. соед., 13А, 1971, 2754.
3. К. А. Андрианов, В. А. Темниковский, Л. М. Хананашвили, Н. А. Ляпина. Высокомол. соед., 14А, 1972, 2235.
4. К. А. Андрианов, Г. Л. Слонимский, В. Ю. Левин, Ю. К. Годовский, И. К. Кузнецова, Д. Н. Цванкин, В. А. Москоленко, Л. И. Кутейникова. Высокомол. соед., 12А, 1970, 1268.
5. А. В. Карлин, В. О. Рейхфельд, Е. Г. Каган, В. Д. Лобков, Ю. А. Южелевский, И. Н. Грицевич. Химия, 98, 1973.
6. S. W. Kantor, A. R. Gilbert. J. Polymer. Sci., 35, 40, 1959.



ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

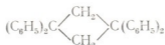
А. И. НОГАЙДЕЛИ, Л. И. НАКАИДЗЕ, В. С. ЦХОВРЕБАШВИЛИ,
 А. И. ГУСЕВ, А. В. КИСИН

О СОПРОВОЖДАЮЩЕЙ РЕАКЦИИ ГИДРОСИЛИЛИРОВАНИЯ
 1,1-ДИФЕНИЛЭТИЛЕНА

(Представлено академиком Х. И. Арешидзе 25.12.1975)

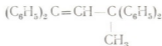
В работе [1] нами сообщалось, что реакция гидросилилирования 1,1-дифенилэтилена в присутствии катализатора Спайера сопровождается образованием кристаллического углеводорода с т. пл. 111—112°C, выход которого существенно зависит от условий и температуры реакционной среды (95—100% при 20°C, 15% при 120°C).

Данные элементного анализа и значение молекулярного веса, сигналы, выявленные в ПМР-спектре полученного соединения, с химическими сдвигами $\delta=1,4$ м. д. (синглет) и $\delta=7,2$ м. д. при интегральном соотношении 4,3:20, отнесенные соответственно к метиленовым и ароматическим протонам, а также отсутствие в ИК-спектрах полос 910 и 1620 см^{-1} , характерных для фрагмента $>\text{C}=\text{CH}_2$ дали нам основание приписать полученному углеводороду структуру 1,1,3,3-тетрафенилциклобутана:



Для полного выяснения структуры указанного соединения был снят масс-спектр, в котором, наряду с молекулярным пиком $[\text{M}]^+$ с m/e 360, были обнаружены фрагменты $[\text{M}-\text{C}_6\text{H}_5]^+$ с m/e 345 и $[\text{M}-\text{CH}_3]^+$ с m/e 383; последний фрагмент не соответствует циклобутановой структуре соединения.

С целью установления реальной структуры димера 1,1-дифенилэтилена было проведено его полное рентгеноструктурное исследование, которое позволило приписать углеводороду структуру 1,1,3,3-тетрафенилбутена-1:



Установлено, что синтезированное соединение кристаллизуется в моноклинной сингонии со следующими параметрами решетки: $a=10,480$ \AA , $b=11,419$, $c=19,534$ \AA , $\gamma=117^\circ 55'$, $z=4$. Пространственная группа $P2_1/b$.

Строение молекулы, длины связей и валентные углы показаны на рис. 1. В бензольных кольцах длины связей нормальные, их средняя длина 1,391 \AA практически совпадает со стандартным значением 1,394 \AA [2].

На наш взгляд, наиболее интересным оказалось строение углеродной цепи С(1)—С(2)—С(3)—С(4). Расстояние между атомами С(1) и С(2) составляет 3,10 Å, связь С(1)—С(2) является двойной, поскольку: а) ее длина 1,32 Å близка к стандартной величине олефиновой связи 1,335 Å [2]; б) атом С(1) имеет тригональную конфигурацию (сумма валентных углов при атоме С(2) 359,7° практически совпадает с идеальным значением 360°).

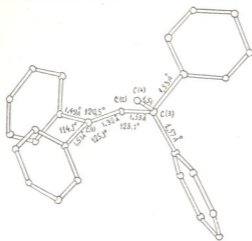


Рис. 1

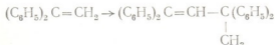
Валентный угол С(1)—С(2)—С(3), по сравнению с его идеальным значением 120°, для sp^2 гибридизованного атома углерода сильно увеличен и достигает величины 128,1°. Это, видимо, связано со стерической перегруженностью молекулы.

Значения валентных углов для sp^3 гибридизованного атома оказались в интервале 104,8—112,3° (идеальный тетраэдрический 109,5°).

Данные ЯМР- C^{13} -спектров полностью соответствуют структуре 1,1,3,3-тетрафенилбутена-1. В частности (рис. 2), выявляются: сигнал с химическим сдвигом $\delta=150,23$ м. д. для углеродного атома системы

$Ph_2C=$; сигналы $\delta=143,93; 140,87; 139,96$ для четвертичных углеродных атомов; набор сигналов при $\delta=129,84; 129,61; 127,84; 127,54; 127,41; 127,06; 126,76; 126,54; 125,59$ м. д. соответственно, характерных для ароматических углеродов, а также сигнал с химическими сдвигами $\delta=49,77$ и $\delta=29,06$ м. д.

На основании вышеизложенного можно совершенно однозначно заключить, что процесс гидросилилирования 1,1-дифенилэтилена сопровождается реакцией димеризации последнего, что приводит к образованию не 1,1,3,3-тетрафенилциклобутана, как предполагалось ранее [1], а 1,1,3,3-тетрафенилбутена-1:



Интересно также отметить, что в ходе процесса, протекающего в присутствии катализатора Спайера совместно каталитическим количе-

ством гидридоорганохлорсиланов, наблюдается изменение окраски реакционной смеси от желтой до зеленой, что, очевидно, связано с восстановлением $Pt^{+4} \rightarrow Pt^{+2}$; (обесцвечивается реакционная смесь и позанный процесс, ибо обнаруженное цветоизменение всегда предшествует реакции димеризации 1,1-дифенилэтилена.

Следует подчеркнуть, что димеризации исходного олефина способствуют органохлорсиланы общей формулы $RSiHCl_2$, где $R=Me, Et, ph$. Их активность в отношении указанного превращения мало зависит от характера заместителя. Менее активным является $HSiCl_3$.

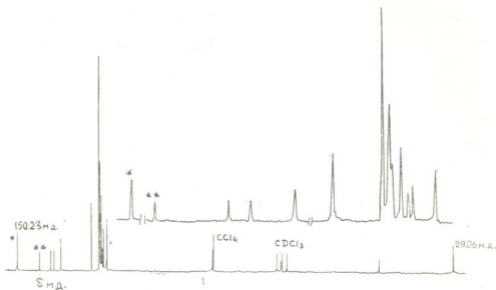


Рис. 2

Несколько иначе ведет себя диметилхлорсилан. В частности, в присутствии $(CH_3)_2SiHCl$ протекает дальнейший восстановительный процесс $Pt^{+4} \rightarrow Pt^{+2} \rightarrow Pt^0$ (обесцвечивается реакционная смесь и появляется черный осадок металлической платины). В это время фактически прекращается реакция димеризации и степень превращения 1,1-дифенилэтилена достигает 5—7%. Соответственно в начале процесса димеризации в спектрах ПМР, снятых непосредственно в ходе реакции, выявляется сигнал при $\delta=1,4$ м. д. (соответствующий CH_3 -группе молекулы 1,1,3,3-тетрафенилбутена-1) и наблюдается рост сигнала вплоть до исчезновения зеленой окраски. После обесцвечивания его интенсивность остается постоянной.

Реакция превращения 1,1-дифенилэтилена проводилась по описанной нами ранее [1] методике.

Спектры ПМР снимались на приборах фирмы «Perkin-Elmer» R-12 В и «Varian» T-60 А в 25% растворе CCl_4 с внутренним эталоном ТМС или ГМДС при рабочей частоте 60 мгц; спектры ЯМР- C^{13} — на приборе фирмы «Bruker» 22.63 МГц- C^{13} в растворе $CDCl_3$ и CCl_4 ; ИК-спектры—на приборе «Perkin-Elmer» 588 в таблетках KBr; масс-спектры — на спектрометре MX-1303. Рентгеноструктурное исследова-

ние проводилось на автоматическом четырехкружном дифрактометре «Хильгер-Уотте».

Тбилисский государственный университет

(Поступило 27.2.1976)

ორგანული ქიმია

ა. ნოგაიდელი, ლ. ნაკაიძე, ვ. ცხოვრებაშვილი, ა. გუშევი, ა. კისინი

1,1-დიფენილეთილენის ჰიდროსილილირების თანმხლები რეაქციის შესახებ

რეზიუმე

ჩვენ ადრე დაედაგინეთ, რომ 1,1-დიფენილეთილენის ჰიდროსილილირების პროცესს სპაიერის კატალიზატორის თანდასწრებით თან სდევს 1,1,3,3-ტეტრაფენილციკლობუტენ-1-ის წარმოქმნა.

ახალი მონაცემებით (პმრ, ბმრ-C13-სპექტრი, მას-სპექტროსკოპია, სრული რენტგენოსტრუქტურული ანალიზი) დადგენილია, რომ გამოყოფილი ნაწარმი წყალბადის სტრუქტურა პასუხობს 1,1,3,3-ტეტრაფენილბუტენ-1-ის აგებულებას.

ნაჩვენებია 1,1,3,3-ტეტრაფენილბუტენ-1-ის სტრუქტურული გეომეტრია.

ORGANIC CHEMISTRY

A. I. NOGAIDELI, L. I. NAKAIDZE, V. S. TSKHOVREBASHVILI, A. I. GUSEV,
A. V. KISIN

ON THE REACTION ACCOMPANYING 1.1.3.3-DIPHENYLETHYLENE HYDROSILYLATION

Summary

In a recent paper the authors reported that the process of 1.1-diphenylethylene hydrosilylation in the presence of Speier's catalyst is attended by the formation of 1.1.3.3-tetraphenylcyclobutane.

In the light of new evidence ($^1\text{H-NMR}$, $^{13}\text{C-NMR}$, mass-spectrometry, general X-ray analysis) it is demonstrated that the isolated hydrocarbon answers the structure of 1.1.3.3-tetraphenylbutene-1.

The parameters of the structural geometry of 1.1.3.3-tetraphenylbutene-1 are presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. И. Ногайдели, Л. И. Накаидзе, В. С. Цховрებაшвили. ЖОХ, 6, 44, 1974, 1763.
2. Interatomic Distances and Configuration in Molecules and Ions. Spec. Publ. № 18, Chem. Soc. London, 1965.



ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Р. Д. ГИГАУРИ, Н. И. ГУРГЕНИДZE, Б. Д. ЧЕРНОКАЛЬСКИЙ,
 О. О. БУРДУЛАДZE

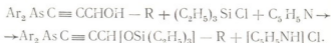
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НЕКОТОРЫХ ДИАРИЛАРСИНОЭТИНИЛ-
 КАРБИНОЛОВ С ТРИЭТИЛХЛОРСИЛАНОМ И ХЛОРИСТЫМ
 АЦЕТИЛОМ

(Представлено академиком Х. И. Арешидзе 29.12.1975)

В последнее время резко возрос интерес к гетероатомным органическим соединениям [1, 2]. Это не случайно, так как в них замена элементов и других функциональных групп дает возможность синтезировать соединения желаемого свойства. В литературе очень мало сведений [3, 4] о производных диариларсинов ацетиленового ряда, несмотря на то, что последние могут представлять практический интерес как физиологически активные вещества [5]. Кроме того, мышьяксодержащие вторичные ацетиленовые спирты, интенсивное исследование которых началось в последние годы [6, 7], имеют три реакционных центра: неподеленная пара электронов у атома мышьяка и связи $C \equiv C$ и $O-H$, которые дают возможность дальнейшего превращения.

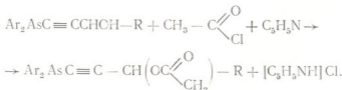
Целью данной работы являлось изучение реакций по оксигруппе мышьякорганических вторичных карбинолов ацетиленового ряда, в частности их взаимодействия с триэтилхлорсиланом и с хлористым ацетилом.

Как оказалось, при взаимодействии диариларсиноэтинилкарбинолов с триэтилхлорсиланом в сухом эфире в присутствии пиридина идет реакция этерификации



Выходы синтезированных этим путем эфиров, а также некоторые их свойства приведены в табл. 1. Они представляют собой жидкости желтоватого цвета, хорошо растворимые в сухом эфире, ТГФ, бензоле и в большинстве органических растворителей.

Аналогичная реакция протекает и между диариларсиноэтинилкарбинолом и хлористым ацетилом:





№ п/п	Ar	R	Выход, %	Т. кип. (Р мм)	d_4^{20}	n_D^{20}	MR _D		Найдено, As %	Формула	Вычислено, As %
							найдено	вычислено			
1	C ₆ H ₅	CH ₃	60,8	186–187 (1)	1,1242	1,5621	118,86	119,29	18,38 18,25 17,32	C ₂₀ H ₂₀ OAs Si	18,20
2	C ₆ H ₅	C ₂ H ₅	68,2	187–189 (1)	1,1261	1,5659	123,21	123,95	17,32 17,36 17,14	C ₂₀ H ₂₄ OAs Si	17,61
3	C ₆ H ₅	C ₂ H ₅	41,7	202–204 (1)	1,0965	1,5534	128,48	128,59	17,46 16,92 16,95	C ₂₀ H ₂₄ OAs Si	17,65
4	C ₆ H ₅	C ₂ H ₅	54,2	230–232 (1)	1,1566	1,5896	138,21	138,78	16,86 16,95 16,86	C ₂₀ H ₂₄ OAs Si	15,82
5	M-CH ₂ C ₆ H ₄	C ₂ H ₅	72,7	205–207 (1)	1,0998	1,5571	132,98	135,34	16,86 16,73 16,39	C ₂₀ H ₂₄ OAs Si	16,52
6	M-CH ₂ C ₆ H ₄	C ₂ H ₅	68,1	225–226 (2)	1,0833	1,5510	137,81	137,89	16,39 16,35	C ₂₀ H ₂₄ OAs Si	16,62



Таблица 2

№ п/п	Ar	R	Выход, %	Т. кип. (Р мм)	d_4^{20}	n_D^{20}	MR _D		Найдено, As %	Формула	Вычислено, As %
							найдено	вычислено			
1	C ₆ H ₅	CH ₃	53,5	172–173* (1)	1,2470	1,5981	92,22	92,60	22,64 22,06 21,17	C ₁₈ H ₁₇ O ₂ As	22,25
2	C ₆ H ₅	C ₂ H ₅	73,2	175–177 (1)	1,2539	1,5970	95,37	96,74	21,17 21,27 20,32	C ₁₉ H ₁₉ O ₂ As	21,37
3	C ₆ H ₅	C ₂ H ₅	44,6	205–206 (2)	1,2115	1,5815	101,3	101,4	20,41 18,49 18,76	C ₁₉ H ₁₉ O ₂ As	20,33
4*	C ₆ H ₅	C ₂ H ₅	58,1	230–232 (1)	1,3799	1,6221	110,54	111,60	19,14 19,37 19,37	C ₂₂ H ₂₁ O ₂ As	18,65
5	M-CH ₂ C ₆ H ₄	C ₂ H ₅	39,2	207–210(2,3)	1,5540	1,5839	105,8	105,0	18,94 18,96 18,86	C ₁₉ H ₁₉ O ₂ As	19,63
6	M-CH ₂ C ₆ H ₄	C ₂ H ₅	43,2	185–187 (A)	1,1748	1,5738	111,2	110,7	18,94 18,86	C ₂₁ H ₂₀ O ₂ As	18,98

* Через 10 дней закристаллизовался. Т. пл. 50–51°.

Эфиры уксусной кислоты, физико-химические константы которых приведены в табл. 2, представляют собой жидкости желтоватого цвета (кроме соединения 6). Они хорошо растворяются в большинстве органических растворителей, легко гидролизуются водой и влагой воздуха, в результате чего появляется запах уксусной кислоты.

Состав и строение синтезированных соединений, кроме элементного анализа, подтверждается ИК-спектрами. После этерификации в ИК-спектрах исчезают полосы поглощения гидроксильных групп в области $3200\text{--}3600\text{ см}^{-1}$ и появляются интенсивные поглощения при 1750 см^{-1} , которое обусловлено валентными колебаниями $\text{C}=\text{O}$ -групп, а также при 1080 см^{-1} , которое характерно для $\text{Si}-\text{O}-\text{C}$ связей.

В спектрах синтезированных соединений обнаруживаются также полосы поглощения, характерные для отдельных связей: 2180 см^{-1} ($\text{C}\equiv\text{C}$), 530 см^{-1} ($\equiv\text{C}-\text{As}$), $700, 1600, 3000\text{--}3100\text{ см}^{-1}$ (C_6H_4).

Таким образом, нами впервые изучено действие мышьяк содержащих вторичных спиртов ацетиленового ряда на триэтилхлорсилан и хлористый ацетил в присутствии пиридина. Показано, что при этом образуются соответствующие эфиры.

Все операции проводили в токе сухого азота или углекислого газа.

Синтез 1-дифениларсинил-3-триэтилсилокси-1-бутин-3-ола. К смеси 5 г ($0,017\text{ М}$) 1-дифениларсинил-1-бутин-3-ола, $2,65\text{ г}$ ($0,033\text{ М}$) безводного пиридина и 100 мл сухого диэтилового эфира при перемешивании добавляли по каплям раствор $2,7\text{ г}$ ($0,018\text{ М}$) триэтилхлорсилана в 15 мл эфира. После двухчасового перемешивания осадок отфильтровывали и промывали диэтиловым эфиром. Из объединенных фильтратов растворитель отгоняли, а остаток фракционировали в токе углекислого газа. Выделено $4,22\text{ г}$ ($60,8\%$) бесцветной жидкости с т. кип. $186\text{--}187^\circ$ (1 мм). n_D^{20} $1,5621$, d_4^{20} $1,1242$. Найдено, %: As $18,38$; $18,25$. $\text{C}_{22}\text{H}_{29}\text{OAsSi}$. Вычислено, %: As $18,20$.

Таким же путем получены и другие кремнемышьякорганические соединения (табл. 1).

Взаимодействие 1-дифениларсинил-1-пентин-3-ола с хлористым ацетилом. К смеси 5 г ($0,017\text{ М}$) 1-дифениларсинил-1-пентин-3-ола и $4,90\text{ г}$ ($0,662\text{ М}$) пиридина в 100 мл сухом диэтиловом эфире при хорошем охлаждении (реакция сильно экзотермична) и перемешивании добавляли по каплям эфирный раствор $2,51\text{ г}$ ($0,0031\text{ М}$) хлористого ацетила. После двухчасового перемешивания осадок отфильтровывали и промывали эфиром. Растворитель отгоняли, а остаток перегоняли в вакууме, что позволило выделить $4,1\text{ г}$ ($72,2\%$) соответствующего эфира уксусной кислоты в виде бесцветной жидкости.

Этим же путем получены и другие эфиры, приведенные в табл. 2.

ИК-спектры исследуемых образцов снимали на спектрометре UR-10 в области $400\text{--}3600\text{ см}^{-1}$ в виде тонкого слоя между пластинками из KBr .

რ. ზიზაური, ნ. გურგენიძე, ბ. ჩერნოკალსკი, ო. ბურდულაძე

ზოგიერთი დიარკილასინოეთილნილკარბინოლის ურთიერთქმედება
ტრიეთილქლორსილანსა და აცეტილქლორიდს

რეზიუმე

ლიტერატურაში მეტად მცირეა ცნობები აცეტილენური რიგის დიარკილასინნაწარმების შესახებ, მიუხედავად იმისა, რომ ისინი ხასიათდებიან შედარებით მაღალი ფიზიოლოგიური აქტივობით. გარდა ამისა, მათ შესწავლას თეორიული მნიშვნელობაც აქვს.

ORGANIC CHEMISTRY

R. D. GIGAURI, N. I. GURGENIDZE, B. D. CHERNOKALSKI, O. O. BURDULADZE

THE INTERACTION OF SOME DIARYLARSINOETHYLCARBINOLS
WITH TRIETHYLCHLOROSILANE AND ACETYL CHLORIDE

Summary

The interaction of arsenic-containing series with triethylchlorosilane and acetyl chloride has been studied. The reaction yielded corresponding ethers and esters.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. Н. Борисов, М. Г. Воронков, Я. Э. Лукевиц. Кремнеорганические производные фосфора и серы. Л., 1968.
2. А. Кирби, С. Уоррен. Органическая химия фосфора. М., 1971.
3. H. Hartmann, H. Niemoeller, W. Reiss, B. Karbstein. Naturwiss. 46, 1959, 321.
4. I. Venaïm, C. r., 261, 1965, 1996.
5. И. Н. Азербает, З. А. Абрамова, Ю. Г. Босяков. УХ, 43, 1974, 1384.
6. К. И. Кузьмин, Л. А. Павлова. ЖОХ, 37, 1967, 1399.
7. К. И. Кузьмин, Л. А. Павлова. ЖОХ, 38, 1968, 1068.

Л. Ф. УТКИНА, Р. Н. АХОБАДЗЕ, Т. А. ТЕПЛИЦКАЯ

КВАЗИЛИНЕЙЧАТЫЕ СПЕКТРЫ АНТРА-(2,3-В)-БЕНЗО-(d)-
 ТИОФЕНА ПРИ 77°K

(Представлено академиком Л. Д. Меликадзе 2.3.1976)

I. Предметом настоящего сообщения является молекула антра-(2,3-в)-бензо-(d)-тиофена.

Формально ее можно рассматривать как производную антрацена, к которому в положение 2,3 присоединен бензтиофен. Известно, что в молекуле антрацена существуют два длинноволновых электронных перехода, поляризованных соответственно вдоль длинной (x) и короткой оси (y) молекулы:



В спектре поглощения молекулы антрацена α -полосы не наблюдаются, так как они скрыты под более интенсивной р-системой полос [1]. Однако введение различных заместителей в положение 1 или 2 может привести к возмущению электронных переходов таким образом, что соответствующие им полосы поглощения будут испытывать некоторый сдвиг. Так, например, в работе Баба и Сузуки [2] было показано, что введение групп —ОН или —NH₂ в положение 1 антрацена приводит к длинноволновому сдвигу р-полос, при этом α -полосы остаются на месте и наблюдаются с коротковолновой стороны от р-полос. При введении указанных заместителей в положение 2 р-полосы не сдвигаются, а с длинноволновой стороны от них появляются α -полосы.

При спектроскопическом исследовании молекулы антра-(2,3-в)-бензо-(d)-тиофена нами была детально исследована структура квазилинейчатых спектров флуоресценции и поглощения. Обсуждается положение α - и р-полос в спектре поглощения.

II. Из рис. 1 видно, что длинноволновая область поглощения антра-(2,3-в)-бензо-(d)-тиофена по форме и интенсивности полос поглощения аналогична соответствующей области антрацена и его замещенных [3].

Длинноволновой сдвиг спектра поглощения антрабензтиофена относительно спектра поглощения антрацена ~ 3500 см⁻¹. Полоса характерного поглощения тиофена 231 нм сдвинута в спектре антрабензтиофена в область 247 нм. В области 290 нм наблюдается еще один интенсивный электронный переход.

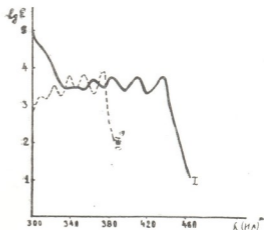
III. Спектр флуоресценции антра-(2,3-в)-бензо-(d)-тиофена в и-уидекане при 77°K насчитывает около 50 линий, которые образуют последовательность дублетов с $\Delta\nu \sim 70$ см⁻¹. Наиболее вероятно, что дублетная структура спектров обусловлена существованием двух типов излучающих центров [4]. Интерпретация спектра флуоресценции представлена в таблице.

№	$\lambda, \text{Å}$	ν, cm^{-1}	$\Delta\nu, \text{cm}^{-1}$	Нерегулярности	№	$\lambda, \text{Å}$	ν, cm^{-1}	$\Delta\nu, \text{cm}^{-1}$	Нерегулярности
1	4357	22942		0^0-0	25	4779	20919		
2	4376	22843	0	0_1-0	26	4802	20819		
3	4389	22779	0	$0_{11}-0$	27	4824	20724		
4	4410	22667	275		28	4829	20702		
5	4419	22623	220; 156	0_1-225	29	4891	20449		$0_1-1415-992$
6	4433	22551	228	$0_{11}-225$	30	4907	20373		$0_{11}-1415-992$
7	4475	22340	503	0_1-500	31	4942	20229		$0_1-1415-1215$
8	4487	22280	409	$0_{11}-500$	32	4972	20147		$0_{11}-1415-1215$
9	4500	22172	671		33	4988	20042	2801	$0_1-2 \times 1415$
10	4532	21900	783; 719	$0_{11}-725$	34	5006	19970	2890	$0_{11}-2 \times 1415$
11	4549	21873	804		35	5121	19911		
12	4555	21847		0^0-395	36	5043	19825	3018	$0_1-1415-1630$
13	4575	21850	993	0_1-992	37	5065	19738	3041	$0_{11}-1415-1630$
14	4587	21793	986	$0_{11}-992$	38	5096	19618		$0_1-2 \times 1415-415$
15	4604	21714	1129	0_1-1135	39	5112	19556		$0_{11}-2 \times 1415-415$
16	4629	21639	1215; 1140	$0_1-1215; 0_{11}-1135$	40	5138	19455		
17	4631	21587	1256	0_1-1256	41	5174	19322		$0_1-2 \times 1415-725$
18	4645	21522	1257	$0_{11}-1256$	42	5195	19244		$0_{11}-2 \times 1415-725$
19	4665	21428	1415	0_1-1415	43	5312	18821		$0_1-2 \times 1415-1215$
20	4679	21366	1413	$0_{11}-1415$	44	5328	18764		$0_{11}-2 \times 1415-1215$
21	4713	21282	1631	$0_1-1631; 0_1-1415-220$	45	5370	18617		$0_1-3 \times 1415$
22	4728	21145	1634	$0_{11}-1631; 0_{11}-1415-220$	46	5397	18524		$0_{11}-3 \times 1415$
23	4758	21011		$0_1-1415-415$	47	5434	18397		$0_1-2 \times 1415-1630$
24	4771	20954		$0_{11}-1415-415$	48	5463	18300		$0_{11}-2 \times 1415-1630$

Спектр поглощения при 77°К схематически представлен на рис. 2.

В длинноволновой области 4388—3897 Å наблюдаются дублеты, аналогичные тем, которые имеются в спектре флуоресценции в том же растворителе. Эта часть спектра поглощения приблизительно зеркально симметрична спектру флуоресценции. Мы относим ее к I электронному переходу. Линии 0—0-перехода имеют длины волн 4388 и 4353 Å и дают начало последовательности колебательных частот: 500, 992, 1300 и 1520 см⁻¹.

Рис. 1. Спектры поглощения: I — антра-(2,3-в)-бензо-(d)-тиофена в н-гексане; II — антрацена в смеси метанола и этанола при 20°С (спектрофотометр «Хитачи»)



Наиболее интенсивным является колебание с частотой 1300 см⁻¹. Оно определяет период спектра в области первого электронного перехода.

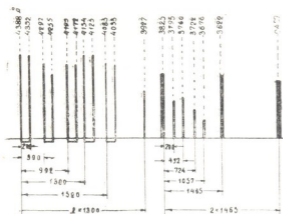


Рис. 2. Схема квазилинейчатого спектра поглощения антра-(2,3-в)-бензо-(d)-тиофена в н-ундекане при 77°К (спектрограф ИСП-30)

Коротковолновая область спектра поглощения (3820—3440 Å) состоит из более диффузных полос, не образующих дублетов. Мы относим ее ко II электронному переходу молекулы антра-(2,3-в)-бензо-(d)-тиофена. Линия 0—0-перехода имеет длину волны 3825 Å.

С наибольшей интенсивностью в спектре II электронного перехода проявляется колебание с частотой 1465 см⁻¹. В спектре II электронного перехода определены частоты 200, 452, 724 и 1057 см⁻¹.

При отнесении полосы в спектре поглощения к тому или иному электронному переходу может служить «мультиплетное» расщепле-

ние. Величина расщепления в пределах одного электронного перехода должна быть одинаковой. Наоборот, в области различных электронных переходов величина «расщеплений» обычно заметно различается [4—6]. Как уже отмечалось выше, в спектре поглощения в области, отнесенной нами к I электронному переходу, наблюдаются дублеты, а в области II — одиночные линии.

Из сопоставления спектров поглощения антрацена и антрабензтиофена при комнатной температуре (рис. 1) следует, что отнесенная нами ко II электронному переходу область поглощения совпадает по положению в шкале длин волн с р-системой полос поглощения молекулы антрацена [1]. Квазилинейчатый спектр поглощения антрабензтиофена в области II электронного перехода начинается линией 3825 Å. Квазилинейчатый спектр антрацена [7] имеет начало в этой же области.

I электронный переход молекулы антрабензтиофена расположен в более длинноволновой области. Можно предположить, что присоединение к антрацену бензола через тиофеновый мостик смещает α-систему полос в длинноволновую область и она наблюдается нами в спектре антрабензтиофена. При сопоставлении колебательных частот молекулы антра-(2,3-в)-бензо-(d)-тиофена и антрацена [7, 8] видно, что большинство антраценовых частот проявляется в спектрах флуоресценции и поглощения антра-(2,3-в)-бензо-(d)-тиофена.

Академия наук Грузинской ССР

Институт физической и
органической химии

(Поступило 5.3.1976)

Московский государственный

университет
им. М. В. Ломоносова

ფიზიკური ქიმია

ლ. უტკინა, რ. ახობაძე, თ. ტეპლიცკაია

ანტრა-(2,3-ბ)-ბენზო-(d)-თიოფენის კვაზიხაზოვანი სპექტრები
77°K-ზე

რეზიუმე

ჩვენატარებთ ანტრა-(2,3-ბ)-ბენზო-(d)-თიოფენის მოლეკულის სპექტროსკოპიული კვლევა. შევისწავლეთ მისი ფლუორესცენციის და შთანთქმის კვაზიხაზოვანი სპექტრების სტრუქტურა. განვიხილეთ შთანთქმის სპექტრებში α-და p-ზოლების მდებარეობა.

PHYSICAL CHEMISTRY

L. F. UTKINA, R. N. AKHOBADZE, T. A. TEPLITSKAYA
QUASI-LINEAR SPECTRA OF ANTHRA-(2,3-b)-BENZO-(d)-
THIOPHENE AT 77°K

Summary

Spectral investigation has been made of the anthra-(2,3-b)-benzo-(d)-thiophene molecule. The structure of fluorescence and absorption of quasi-linear spectra has been studied and the location of α- and p-bands in the absorption spectra discussed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. Клар, Полициклические углеводороды, т. I, М., 1971, 280.
2. Н. Ваба, S. Suzuki. Int. Sympos. Mol. Struct. and Spectroscop. Tokyo, 1962.
3. А. С. Черкасов. ЖОС 6, 1959, 496.
4. Г. М. Свищев. Изв. АН СССР, сер. физ. 27, 1963, 696.
5. Л. А. Климова. ЖОС, 15, 1963, 344.
6. Р. И. Персонов. ЖОС, 15, 1963, 61.
7. Л. Ф. Уткина. Автореферат, М., 1966.
8. Н. Abasbegovic, N. Vicotic, L. Colombo. J. Chem. Phys., 41, 1964, 2545.



М. В. ПАНЧВИДЗЕ, Л. В. МАХОНИНА, Е. М. НАНОБАШВИЛИ

ИМПУЛЬСНЫЙ РАДИОЛИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ СОЛЕЙ ВИСМУТА

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 8.2.1976)

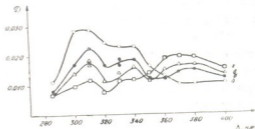
В настоящее время большое внимание уделяется исследованию природы короткоживущих продуктов радиолиза водных растворов солей различных металлов методом импульсного радиолиза, позволяющим характеризовать промежуточные стадии изменения их окислительно-восстановительного состояния [1, 2].

В связи с этим представляет интерес изучение промежуточных продуктов радиолиза солей висмута, могущих образовываться при радиолитическом восстановлении ионов висмута до металла через стадии промежуточных окислительно-восстановительных состояний, данные о которых в литературе отсутствуют. Это и явилось предпосылкой для проведения настоящего исследования.

В работе изучен импульсный радиолиз водных растворов некоторых солей трехвалентного висмута — ацетата, сульфата, хлорида. Облучение проводилось на линейном ускорителе У-12 ИФХ АН СССР с энергией электронов ~ 5 Мэв. Длительность импульса соответствовала 2,3 мксек. Оптические спектры короткоживущих частиц радиолиза регистрировались на быстродействующей спектрофотометрической установке [3]. Растворы облучались в кварцевых ячейках. Дозиметрия проводилась по известной методике [4]. Доза за импульс варьировалась от $2,5 \cdot 10^{17}$ до $2 \cdot 10^{20}$ эв/мл.

Согласно полученным данным, при действии импульса электронов на 0,001 М $\text{Bi}(\text{CH}_3\text{COO})_3$ (рН $\sim 1,5$) в атмосфере аргона в спектре оптического поглощения наблюдаются полосы поглощения при 310 и 340 нм (рис. 1, а), интенсивность которых уменьшается во времени

Рис. 1. Оптические спектры поглощения 0,001 М $\text{Bi}(\text{CH}_3\text{COO})_3$ в аргоновой атмосфере: а — сразу после импульса электронов, б — через 40 мксек после конца импульса, в — через 60 мксек после конца импульса, г — через 450 мксек после конца импульса



после конца импульса (рис. 1, б, в). Через 40 мксек после конца импульса в спектре появляется новая полоса поглощения при 370 нм (рис. 1, б).

Полоса поглощения с максимумом при 310 нм обусловлена радикалом $\dot{\text{C}}\text{H}_2\text{COOH}$, образующимся из уксусной кислоты [5]. Полосу поглощения при 340 нм можно приписать ионам двухвалентного вис-

мута, поглощение же при 370 нм, вероятно, относится к продукту взаимодействия иона висмута с уксусной кислотой с образованием аддукта, концентрация которого увеличивается со временем, на что указывает рост интенсивности полосы при 370 нм во времени после конца импульса.

Образование двухвалентных ионов висмута можно объяснить взаимодействием атомов водорода, возникающих при радиоллизе указанной системы с ионами трехвалентного висмута, тогда как гидроксильные радикалы полностью акцептируются уксусной кислотой. Следует отметить, что ионы двухвалентного висмута погибают по реакции второго порядка с $2k \approx 5 \cdot 10^8$ л/моль·сек с образованием одновалентного висмута.

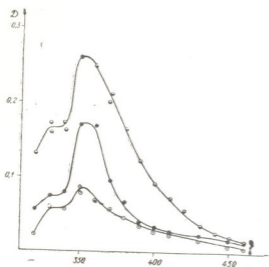


Рис. 2. Оптические спектры поглощения 0,01 М хлорида висмута в воздушной атмосфере: а — сразу после импульса электронов, б — через 10 мксек после конца импульса, в — через 20 мксек после конца импульса

В воздушной атмосфере ионы трехвалентного висмута ведут себя аналогично с той разницей, что константа скорости гибели двухвалентных ионов соответствует $2,5 \cdot 10^9$ л/моль·сек, т. е. значительно больше, чем в атмосфере аргона, что указывает на влияние молекулярного кислорода на скорость гибели ионов Bi^{2+} . Это можно объяснить обратным окислением ионов двухвалентного висмута, образующихся в этих условиях гидроперекисными радикалами.

Иначе ведут себя неорганические соли висмута. В спектре оптического поглощения аэрированного 0,01 М BiCl_3 (рН ~ 1) сразу в конце импульса наблюдается полоса поглощения при 350 нм и «плечо» при 330 нм, относящиеся соответственно к ион-радикалу Cl_2^- и, по видимому, к ионам двухвалентного висмута (рис. 2) [2].

Дихлорид-ионы погибают по реакции второго порядка с константой скорости $\sim 7,5 \cdot 10^9$ л/моль·сек, что согласуется с литературными данными [6]. Ионы двухвалентного висмута также погибают по второму порядку с константой скорости $\sim 1,25 \cdot 10^9$ л/моль·сек.

Интересные данные получены при облучении аэрированного 0,01 М $\text{Bi}_2(\text{SO}_4)_3$ (рН ~ 1). Спектр оптического поглощения этого раствора в конце импульса имеет максимум при 450 нм, обусловленный ион-ради-

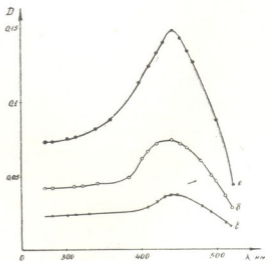
калом SO_4^- . Этот ион образуется в результате взаимодействия ионов HSO_4^- с гидроксильными радикалами [7]:



Через 20 мксек после конца импульса вид спектра не меняется (рис. 3, в). Ионы SO_4^- погибают по второму порядку с константой скорости $2k \approx 1 \cdot 10^9$ л/моль·сек.

Введение этилового спирта — акцептора гидроксильных радикалов вызывает резкое изменение вида спектра. В спектре исчезает поглощение ионов SO_4^- и появляется новая полоса при 290 нм, относящаяся к радикалам $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, образующимся при взаимодействии радикалов OH с молекулами спирта. Гибель спиртовых радикалов подчиняется второму порядку с константой скорости $2k \approx 3 \cdot 10^8$ л/моль·сек, что близко к литературным данным [8]. Кроме этой полосы, в спектре наблюдается поглощение при 340 нм, принадлежащее, по видимому, двухвалентным ионам висмута. В спектре также наблюдается поглощение при 380 нм, вероятно соответствующее продукту взаимодействия ионов висмута с молекулами спирта или серной кислоты.

Рис. 3. Оптические спектры поглощения 0,01 М сульфата висмута в воздушной атмосфере: а — сразу после импульса электронов, б — через 5 мксек после конца импульса, в — через 20 мксек после конца импульса



На основе полученных данных восстановление трехвалентных ионов висмута в хлоридах и сульфатах можно объяснить взаимодействием атомов водорода с ионами Bi^{3+} , тогда как гидроксильные радикалы акцептируются хлорид- и сульфат-ионами с образованием ион-радикалов Cl_2^- и SO_4^- . Последние, взаимодействуя с ионами висмута, могут также образовывать хлориды и сульфаты двухвалентного висмута. Ионы двухвалентного висмута в определенных условиях восстанавливаются до металлического состояния. Металлический висмут идентифицирован как стабильный продукт гамма-радиолиза водно-спиртовых растворов солей висмута [9] методами химического и рентгеноструктурного анализов.

Академия наук Грузинской ССР

Институт неорганической
химии и электрохимии

(Поступило 12.2.1976)

ა. ფანჩვიძე, ლ. მახონინა, ე. ნანობაშვილი

ბისმუტის მარილების წყალხსნარების იმპულსური რადიოლიზი

რეზიუმე

შესწავლილია ბისმუტის აცეტატის, ქლორიდის და სულფატის წყალხსნარების გარდაქმნა იმპულსური რადიოლიზის მეთოდით. დადგენილია, რომ აღნიშნული სისტემების რადიოლიზის შედეგად პროდუქტებს წარმოადგენენ ბისმუტის ორვალენტური იონები, აცეტატის რადიკალები, დიქლორიდ- და სულფატიონ-რადიკალები, ხოლო სტაბილურ პროდუქტს — მეტალური ბისმუტი.

PHYSICAL CHEMISTRY

M. V. PANCHVIDZE, L. V. MAKHONINA, E. M. NANOBASHVILI

PULSE RADIOLYSIS OF AQUEOUS SOLUTIONS OF BISMUTH SALTS

Summary

The transformation of aqueous solutions of bismuth acetate, chloride and sulphate has been investigated by the pulse radiolysis method. It was established that bivalent bismuth ions, acetate radicals, dichloride and sulphate ion-radicals, respectively, are formed as intermediate products of the radiolysis of the above-mentioned systems, metallic bismuth being a stable product.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. I. H. Baxendale, E. M. Fielden, J. P. Keene. Proc. Roy. Soc. 286, № 1406, 1965, 320.
2. N. B. Narhat, K. D. Asmus. J. Phys. Chem. 77, № 5, 1973, 614.
3. А. К. Пикаев, Г. К. Сибирская и др. ДАН СССР, 200, 1971, 383.
4. А. К. Пикаев. Дозиметрия в радиационной химии. М., 1975.
5. P. Neta, M. Simic, E. Hayon. J. Phys. Chem. 73, № 12, 1969.
6. M. E. Hangmuir, E. Hayon. J. Phys. Chem. 71, 1967.
7. B. Lesigne, C. Ferradini, J. Pucheault. J. Phys. Chem. 77, № 17, 1973, 2156.
8. J. A. Taub, I. M. Dorfman. J. Am. Chem. Soc. 84, № 21, 1962, 4053.
9. ლ. ვ. მახონინა, ე. მ. ჩიკვაძე, ე. ნ. ნანობაშვილი. Тез. докл. Симпозиума по радиационной химии водных систем. М., 1973.



ЭЛЕКТРОХИМИЯ

Г. Ш. МАМПОРИЯ, Д. Л. ГОГИЧАДЗЕ, И. Г. БЕРИКАШВИЛИ

АНОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ ЖЕЛЕЗО-НИКЕЛЬ
 В НЕЙТРАЛЬНОМ И ЩЕЛОЧНЫХ РАСТВОРАХ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 29.1.1976)

В последнее время железо, никель и их сплавы успешно используются в качестве исходного материала при получении ферритового сырья электрохимическим методом. Сущность этого метода заключается в получении смеси гидроокисей ферритобразующих компонентов анодным растворением соответствующих металлов и сплавов в растворах хлористого натрия [1—4].

Данные по анодному поведению железо-никелевых сплавов в нейтральном и щелочном растворе хлористого натрия в литературе отсутствуют. Поэтому для выяснения влияния отдельных компонентов на анодное поведение сплавов системы железо-никель были проведены поляризационные исследования.

В качестве объекта исследования были выбраны железо-никелевые сплавы, в которых содержание компонентов изменяли примерно на 10% (см. таблицу).

Характеристика образцов, взятых для исследования

№ сплавов	Состав сплавов, %			
	Расчетный состав		По химическому анализу	
	Железо	Никель	Железо	Никель
1	90	10	87,4	12,6
2	80	20	80,4	19,6
3	70	30	69,1	30,9
4	60	40	59,2	40,8
5	40	60	40,3	59,7
6	40	60	38,5	61,5
7	30	70	27,8	72,2
8	20	80	18,6	81,3
9	10	90	9,3	90,7

Результаты работ [2—4] позволяют считать целесообразным при снятии поляризационных кривых в качестве электролита использовать 1 н. растворы хлористого натрия, едкого натрия и смесь указанных растворов с рН 12.

Кривые, полученные потенциодинамическим методом поляризации железа, никеля и их сплавов, представлены на рис. 1—3.

Из рис. 1 видно, что характер поляризационных кривых в 1 н. растворе хлористого натрия для всех исследуемых сплавов системы железо-никель одинаков. Ход поляризационных кривых отвечает процессу анодного растворения сплавов с постепенным уменьшением актив-

ной поверхности анодов. По мере увеличения содержания никеля в сплавах активное растворение металлов происходит при более положительных значениях потенциалов. При потенциале выше +400 мВ вертикальный ход поляризационных кривых указывает на независимость процесса удаления продуктов анодного растворения от потенциала.



Рис. 1. Анодная поляризация железа, никеля и сплавов железа с никелем в 1 н. растворе хлористого натрия: 1 — сплав № 1; 2 — сплав № 2; 3 — сплав № 3; 4 — сплав № 4; 5 — сплав № 5; 6 — сплав № 6; 7 — сплав № 7; 8 — сплав № 8; 9 — сплав № 9.

Таким образом, анодное растворение сплавов системы железо-никель в 1 н. растворе хлористого натрия протекает без особых затруднений, но со временем на электродах образуются труднорастворимые продукты, что вызывает торможение процесса анодного растворения.

Результаты поляризационных исследований в 1 н. растворе хлористого натрия позволяют разбить железо-никелевые сплавы на две группы.

К первой группе относятся богатые железом сплавы № 1—4, содержащие до 40% никеля (см. таблицу). Согласно диаграмме состояния системы железо-никель, сплавы, содержащие до 6% никеля, имеют структуру ферритового твердого раствора; сплавы с 6—25% никеля имеют мартенситное строение, а сплавы с 30—45% никеля — структуру γ -твердого раствора [5, 6]. Активное растворение этих сплавов с переходом в раствор двухвалентных ионов наблюдается в интервале потенциалов от -400 до +150 мВ.

Ко второй группе относятся сплавы, содержащие более 40% никеля. Согласно диаграмме состояния системы железо-никель [5, 6], сплавы, содержащие более 45% никеля, практически во всех случаях имеют структуру аустенитного твердого раствора и обладают свойствами твердых растворов на основе никеля. Активное растворение этих сплавов с переходом в раствор двухвалентных ионов наблюдается в интервале потенциалов от -150 до +300 мВ.

Таким образом, результаты поляризационных исследований в 1 н. растворе хлористого натрия показали, что все сплавы системы железо-никель в интервале потенциалов от -400 до +300 мВ анодно растворяются с незначительной поляризацией с переходом в раствор ионов двухвалентного железа и никеля. Явление пассивации никеля, железа и железо-никелевых сплавов не наблюдалось. В указанном интервале потенциалов возможно получение смеси гидроокисей заданного состава.

Результаты поляризационных исследований сплавов системы железо-никель в 1 н. растворе едкого натрия отражены на рис. 2. (Кривые снимались непосредственно после катодной активации).

Из представленных данных видно, что по мере смещения потенциала в сторону положительных значений на поляризационных кривых наблюдается один максимум тока, который, очевидно, соответствует образованию фазовых окислов. Для никеля максимум тока наблюдается при потенциале -50 мВ. Интервал потенциалов от -50 до

+550 мв отвечает пассивному состоянию, но различной скорости растворения.

Сплавы системы железо-никель, содержащие до 40% никеля, характеризуются сравнительно высокими отрицательными значениями электродных потенциалов (от -750 до -650 мв). Для этих сплавов максимум анодного тока наблюдается при потенциале -450 мв. По мере смещения потенциала в сторону положительных значений уменьшается скорость анодного процесса. При потенциале +650 мв скорость растворения указанных сплавов минимальна. Вертикальный ход поляризационных кривых в интервале потенциалов от -450 до +650 мв указывает на независимость процесса удаления продуктов растворения от потенциала.

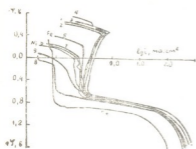


Рис. 2. Анодная поляризация железа, никеля и сплавов железа с никелем в 1 н. растворе едкого натрия. Обозначения те же, что на рис. 1



Рис. 3. Анодная поляризация железа, никеля и сплавов железа с никелем в смеси растворов хлористого натрия и едкого натрия при рН 12. Обозначения те же, что на рис. 1

Сплавы, содержащие более 40% никеля, характеризуются сравнительно низкими начальными электродными потенциалами (от -350 до -20 мв). Характер поляризационных кривых этих сплавов и никеля примерно одинаков.

Следует отметить, что в области потенциалов от +700 до +900 мв поляризационные кривые исследуемых сплавов системы железо-никель совпадают и отвечают перепассивации указанных сплавов.

Результаты поляризационных исследований в 1 н. растворе едкого натрия позволяют разбить железо-никелевые сплавы на две группы.

К первой группе относятся богатые железом сплавы № 1—4, содержащие до 40% железа. Характер поляризационных кривых этих сплавов примерно одинаков. На поляризационных кривых наблюдается один максимум тока в области пассивного состояния. Интервал потенциалов от +700 до +900 мв соответствует области перепассивации.

Во второй группе относятся сплавы, содержащие более 40% никеля. В них потенциалопределяющим является железо.

На рис. 3 представлены результаты поляризационных исследований металлов и сплавов системы железо-никель в смеси 1 н. растворов хлористого натрия и едкого натрия при рН 12.

Сопоставление полученных данных с поляризационными кривыми, снятыми в 1 н. растворах хлористого натрия и едкого натрия, показывает, что на поляризацию влияют как ионы хлора, так ионы гидро-

кисла. Для железо-никелевых сплавов это влияние выражается в том, что ход поляризационных кривых более крутой (влияние OH^- ионов), однако явление пассивации не наблюдается (влияние Cl^- ионов).

Академия наук Грузинской ССР
 Институт неорганической
 химии и электрохимии

(Поступило 30.1.1976)

ელექტროქიმია

ბ. აგვორია, დ. გოგიჩაძე, ი. ბერიკაშვილი

რკინა-ნიკელის სისტემის შენადნობების ანოდური ქცევა
 ნეიტრალურ და ტუბე ხსნარებში

რეზიუმე

შესწავლილია რკინა-ნიკელის შენადნობების პოლარიზაცია ნატრიუმის ქლორიდისა და მწვევე ნატრიუმის 1 ნ. ხსნარებში, აგრეთვე ამ ხსნარების ნარევი, რომლის pH 12.

ELECTROCHEMISTRY

G. Sh. MAMPORIA, D. L. GOGICHADZE, I. G. BERIKASHVILI

ANODIC BEHAVIOR OF ALLOYS OF THE IRON-NICKEL
 SYSTEM IN NEUTRAL AND ALKALI SOLUTIONS

Summary

Polarization of iron-nickel alloy in 1 n sodium chloride, sodium hydroxide and their mixture with pH-12 was studied.

The potential limits are established, where Fe-Ni alloy dissolves into two valent ions and enables to obtain the necessary hydroxide mixture.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. И. Рабкин, С. А. Соскин, Б. Ш. Эпштейн. Ферриты. М., 1968.
2. Сб. «Электрохимия марганца», т. 3. Тбилиси, 1967.
3. Сб. «Электрохимия марганца», т. 4. Тбилиси, 1970.
4. Сб. «Электрохимия марганца», т. 5. Тбилиси, 1975.
5. М. Хансен, К. Андерко. Структура двойных сплавов, т. 2. М., 1962.
6. А. Е. Вол. Строение и свойства двойных металлических систем. М., 1962.



УДК 541.135.6

ЭЛЕКТРОХИМИЯ

Дж. И. ДЖАПАРИДЗЕ, В. В. ШАВГУЛИДЗЕ

О ВЕЛИЧИНАХ КИНЕТИЧЕСКОГО ТОКА РАЗРЯДА АНИОНОВ
 В ВОДЕ, СПИРТАХ И ИХ СМЕСЯХ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 15.3.1976)

Образование ассоциатов в объеме неводных растворов приводит к тому, что при разряде анионов $S_2O_8^{2-}$ в этиленгликоле [1] и в диметилсульфоксиде [2] заряд реагирующей частицы n^* оказывается равным -1 вместо -2 . Уменьшение отрицательной величины заряда реагирующей частицы должно привести к уменьшению сил отталкивания от отрицательно заряженной поверхности электрода и соответственно к увеличению силы тока в минимуме i — φ -кривой. На самом деле наблюдается обратное: в этиленгликоле и диметилсульфоксиде на i — φ -кривых разряда персульфата наблюдаются более глубокие минимумы, чем в водных растворах [1—3]. Уяснение причин наличия глубоких минимумов на i — φ -кривых разряда анионов в неводных растворах играет первостепенную роль для установления зависимости скорости электрохимических процессов от свойств растворителя. В работе [2] более глубокие минимумы в диметилсульфоксиде были объяснены резким уменьшением гетерогенной константы реакций k_S^0 при замене водного раствора неводным.

Нами были рассчитаны формальные константы скорости реакций разряда $S_2O_8^{2-}$ в этиленгликоле. Константа скорости реакций (K) определялась подстановкой в уравнении теории замедленного разряда

$$i = KC_A \exp \frac{\alpha F}{RT} \left(-\varphi + \frac{n + \alpha}{\alpha} \psi_1 \right)$$

экспериментального значения скорости восстановления $S_2O_8^{2-}$ в минимуме i — φ -кривой, взятой из работы [1]. Полученное значение K было подтверждено методом определения константы скорости реакций с использованием исправленной тафелевской зависимости (ИТЗ). Пересечение ИТЗ (кривая взята из работы [4]) с осью ординат в гликолевом растворе $10^{-3} N Na_2S_2O_8 + 10^{-2} N NaClO_4$ дает значение $K = 6 \cdot 10^{-2}$ асм/моль. Это значение очень близко к аналогичному значению в диметилсульфоксиде, где $K = 1,4 \cdot 10^{-2}$ асм/моль [2], и на пять порядков ниже константы скорости реакций в водных растворах.

Гетерогенные константы скорости восстановления аниона $S_2O_8^{2-}$ k_S^0 , рассчитанные при достаточно грубом допущении равенства равновесных потенциалов реакций в воде и неводных растворах равны соответственно $2,5 \cdot 10^{-7}$ см/сек в этиленгликоле, $6,5 \cdot 10^{-7}$ см/сек в диметилсульфоксиде и $5 \cdot 10^{-3}$ см/сек в воде [5]. Таким образом, гетерогенная константа k_S^0 в этиленгликоле, так же как в диметилсульфоксиде, на несколько порядков ниже, чем в соответствующих водных растворах.

Уменьшение K и k_s^0 при замене водного раствора неводным может быть обусловлено как изменением структуры двойного слоя на границе электрод-раствор, так и изменением энергии сольватации в различных растворителях. Последний эффект особенно сильно должен проявляться при разрядах частиц типа персульфата, которые идут с разрывом химических связей. Сольватационные эффекты могут привести к изменению величин равновесного потенциала реакций и энергии реорганизации растворителя.

Уменьшение скорости реакций разряда $S_2O_8^{2-}$, которое наблюдается на рис. 1 при добавлении небольших порций этиленгликоля к водным растворам, должно быть связано в основном с изменением структуры двойного слоя, так как небольшие порции этиленгликоля не могут изменить степень сольватации анионов в объеме раствора. Однако дальнейшее увеличение концентрации этиленгликоля в объеме водного раствора снижает скорость реакций разряда до более низких значений, чем это наблюдается даже в чистых этиленгликолевых растворах (ср. кривые 4 и 6 рис. 1). Это должно быть связано с тем, что величина отрицательного заряда $S_2O_8^{2-}$ в водно-этиленгликолевых смесях больше, чем в безводных этиленгликолевых растворах. Если бы анион $S_2O_8^{2-}$ в этиленгликоле имел заряд $n^0 = -2$, а не -1 , то на $1-\phi$ -кривых, снятых в безводном этиленгликоле, наблюдались бы более глубокие

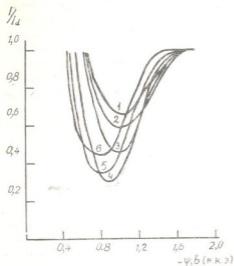


Рис. 1. Зависимость $1/I_d$ от потенциала при восстановлении $10^{-3} N Na_2S_2O_8 + 0,05 N NaClO_4$ в смесях этиленгликоля с водой. Концентрация этиленгликоля (%): 1—0; 2—0,4; 3—10; 4—40; 5—80; 6—100

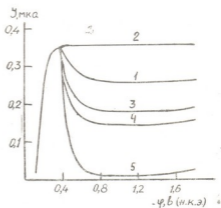


Рис. 2. Зависимость тока от потенциала при восстановлении $10^{-3} N Na_3Fe(CN)_6$ (1) и $10^{-3} N Na_3Fe(CN)_6 + 0,01 N NaClO_4$ (2) в метаноле, а также $10^{-3} N Na_3Fe(CN)_6$ в растворах метанол-вода. Концентрация воды (%): 3—10; 4—50; 5—50

минимумы, чем это в опыте. Таким образом, добавка небольших количеств этиленгликоля к воде вызывает ингибирование процесса восстановления аниона из-за изменения структуры двойного слоя аналогично влиянию нейтральных органических добавок на процесс разряда анионов [6]. Дальнейший рост концентрации этиленгликоля вызывает увеличение глубины минимума на $1-\phi$ -кривой уже из-за умень-

шения константы скорости, вызванное заменой водного раствора неводным. Но уменьшение скорости реакции наблюдается при введении этиленгликоля в воду до концентрации менее чем 40%. Большое содержание этиленгликоля в растворе приводит уже к увеличению силы тока в минимуме 1— φ -кривой. Это объясняется уменьшением величины отрицательного заряда n^* . Из рис. 1 видно, что эффекты уменьшения глубины минимума из-за изменения заряда n^* от -2 до -1 начинают преобладать над эффектами уменьшения константы скорости разряда анионов в неводных растворах при концентрациях этиленгликоля $c \geq 45\%$. Смещение потенциала минимума кривых рис. 1 в область менее отрицательных потенциалов по мере добавления этиленгликоля к воде связано с тем, что п. н. з. ртути в этиленгликоле имеет на 120 мВ более положительное значение, чем п. н. з. ртути в воде [7], а подъем силы тока после минимума в этиленгликоле наблюдается раньше, чем в воде.

При разряде анионов $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$ в растворах двух- и одноатомных спиртов, диэлектрическая постоянная которых более чем вдвое меньше, по сравнению с водой, явление ассоциации ионов в объеме раствора, приводящее к уменьшению заряда реагирующих частиц, значительно сильнее, чем при разряде анионов $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$. Как видно из рис. 2, в безводном метаноле наблюдается лишь незначительный минимум на 1— φ -кривой разряда $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$, даже в отсутствии катионов фона. Это говорит о явлениях сильной ассоциации в объеме метанольных растворов. Введение воды в безводный метанол вызывает резкое уменьшение силы тока в минимуме 1— φ -кривой. Так, при 50% содержания воды в метаноле сила тока в минимуме достигает нулевого значения. Уменьшение скорости реакции, вызванное добавлением воды к метанолу, можно объяснить увеличением отрицательного заряда реагирующих частиц из-за разрушения имеющихся в объеме спиртовых растворов низкозарядных ассоциатов. Аналогичное явление наблюдается при добавлении воды к этиленгликолю в случае разряда $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$. Уменьшение скорости реакции в водно-метанольной среде прослеживается лучше, чем в этиленгликоле, так как диффузионные токи разряда $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$ в метаноле и воде совпадают. При снятии кривых в метаноле над раствором поддерживалась инертная атмосфера. Кривые снимались при 10°C . Метанол марки х.ч. дважды перегонялся, а затем абсолютировался по методике [8]. Методика эксперимента и очистки реактивов дана в работах [3, 9]. Следует отметить, что анион $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$ в метаноле является стабильным во времени.

Академия наук Грузинской ССР
Институт неорганической химии
и электрохимии

(Поступило 18.3.1976)

ელემენტარობიია

პ. ჯაფარიძე, ვ. შავჭავჭავაძე

ანიონების განმუხტვის კინეტიკური დენის სიდიდების შესახებ
წყალში, სპირტებში და მათ ნარევიებში

რეზიუმე

გათვლილია რეაქციის სიჩქარის ფორმალური და ჰეტეროგენული კონსტანტები ეთილენგლიკოლში ანიონ $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ განმუხტვის პროცესისათვის. ეთილენგლიკოლში კონსტანტების მნიშვნელობები რამდენიმე რიგით ნაკლებია

წყალხსნარებთან შედარებით. ეთილენგლიკოლში $S_2O_8^{2-}$ -ის I, φ მრუდზე ღრმა მინიმუმების არსებობის მიზეზია რეაქციის სიჩქარის კონსტანტების დაბალი მნიშვნელობანი. შესწავლილია $Fe(CN)_6^{3-}$ ანიონის განმუხტვის პროცესი უწყლო მეთანოლში და მეთანოლ-წყლის ხსნარებში.

ELECTROCHEMISTRY

J. I. JAPARIDZE, V. V. SHAVGULIDZE

ON THE VALUES OF THE KINETIC CURRENT OF ANIONIC DISCHARGE IN WATER, ALCOHOLS AND THEIR MIXTURES

Summary

The heterogeneous constant of the rate of electrode reaction has been calculated for discharge of $S_2O_8^{2-}$ anions in ethylene glycol. It is shown that the value of the constant is less than is the case in aqueous solutions. It is concluded that the I, φ dependence curve for ethylene glycol solution has a deep minimum due to the low values of the constant of the rate of reaction. The discharge of $Fe(CN)_6^{3-}$ anions was studied in the solutions of anhydrous methanol and methanol-aqueous mixtures.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Дж. И. Джапаридзе, В. В. Шавгулидзе. Электрохимия, 9, 1973, 1390.
2. Н. В. Федорович, М. Д. Леви, Б. Б. Дамаскин, А. В. Шленаков. ДАН СССР, 225, 1975, 148.
3. Дж. И. Джапаридзе, В. В. Шавгулидзе. Электрохимия, 8, 1972, 1837.
4. Дж. И. Джапаридзе, В. В. Шавгулидзе. Электрохимия, 11, 1975, 440.
5. А. Н. Фрумкин, Н. В. Федорович, С. И. Кулаковская, М. Д. Леви. Электрохимия, 10, 1974, 130.
6. М. М. Андрусев, Н. В. Николаева-Федорович, Б. Б. Дамаскин. Электрохимия, 3, 1967, 1094.
7. Дж. И. Джапаридзе, Г. А. Тедорадзе, Ш. С. Джапаридзе. Электрохимия, 5, 1969, 955.
8. Ю. К. Юрьев. Практические работы по органической химии. М., 1961, 57.
9. В. В. Шавгулидзе, Дж. И. Джапаридзе. Сообщения АН ГССР, 74, № 1, 1974, 105.



Г. Д. БАГРАТИШВИЛИ, Р. Б. ДЖАНЕЛИДZE, О. В. САКСАГАНСКИЙ,
 В. А. ЧАГЕЛИШВИЛИ

АНОДНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ПЛЕНОК НИТРИДА ГЕРМАНИЯ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 12.2.1976)

В [1, 2] нами был предложен способ получения тонких пленок нитридов, с помощью которого удалось получить новый диэлектрический материал — нитрид германия (Ge_3N_4), успешно примененный для создания ДП структур на германии и арсениде галлия [1—3].

Важным с практической точки зрения свойством пленок нитрида германия является характерная для класса нитридов высокая химическая стойкость; они нерастворимы (или малорастворимы) во многих сильных щелочах и кислотах. Инертность нитридных пленок к агрессивным средам используется в микроэлектронике для создания стабильных к внешним средам приборов и схем. Однако химическая стойкость нитридов осложняет их избирательное травление, проводимое в присутствии фоторезиста, изготовленного на основе органических полимеров. В сильно агрессивных средах (например, в концентрированной HF , которая является растворителем нитридов) фоторезист разрушается уже за 15—20 сек, вследствие чего искажается (иногда и полностью стирается) конфигурационный рисунок прибора или схемы.

В настоящей статье предложен способ селективного травления тонких пленок нитрида германия, основанный на избирательном превращении Ge_3N_4 в легкорастворимую окисную форму с помощью анодного окисления.

Образцы для исследования представляли собой плоскопараллельные пластины низкоомного ($\rho = 0,5 \text{ ом} \cdot \text{см}$) германия, толщиной около 0,3 мм, на которые способом [1] были нанесены тонкие пленки нитрида германия толщиной около 1000 Å. Степень превращения нитрида германия в двуокись германия определялась с помощью ИК-спектрометра UR-20.

Сущность анодного окисления нитрида германия заключается в следующем: при приложении высокого анодного напряжения к системе $\text{Ge}-\text{Ge}_3\text{N}_4$ —электролит как со стороны полупроводника, так и со стороны электролита происходит инжекция носителей тока (ионов и электронов). Источником катионов (Ge^{+4}) является подложка германия, а источником анионов и электронов — электролит. Миграция катионов сквозь пленку Ge_3N_4 не меняет химического состава пленки. Что же касается ионов кислорода, то они проникают в пленку нитрида и замещают атомы азота, образуя двуокись германия. Азот выделяется на аноде, а освободившиеся электроны обуславливают протекание тока в диэлектрике.

Реакция анодного окисления пленок нитрида германия может быть записана в следующем виде:



Специального обсуждения требует вопрос выбора электролита для анодизации. В [4] для анодного окисления другого представителя класса нитридов — нитрида кремния в качестве электролита использовался водный раствор едкого калия. Однако водно-щелочная среда опасна вследствие загрязнения границы раздела $\text{Ge}_3\text{N}_4\text{-Ge}$ легкоподвижными ионами водорода и гидроксила.

Поэтому анодизация пленок нитрида германия проводилась нами в электролите, представляющем собой безводный раствор пиррофосфорной кислоты в тетрагидрофуруриловом спирте. Ранее этот электролит успешно применялся нами для анодного окисления антимонида индия [5].

Для анодного окисления пленок нитрида германия, нанесенных на подложку германия, оптимальным оказался следующий режим: pH раствора — 2,1, концентрация безводной пиррофосфорной кислоты — 0,25 N, плотность тока — 5 ма/см², анодное напряжение — 240 в, толщина нитридной пленки — 1000 Å, температура — 25°C. Для полной конверсии Ge_3N_4 в GeO_2 данная толщина нитридной пленки является критической. При больших толщинах пленки Ge_3N_4 для полного ее окисления необходимы стравливание окисленного слоя и последующее окисление оставшегося слоя нитрида германия. Замедление скорости превращения $\text{Ge}_3\text{N}_4 \rightarrow \text{GeO}_2$ при толщинах нитридного слоя, превышающих 1000 Å, связано, по-видимому, с затруднением диффузии кислорода через слой GeO_2 .

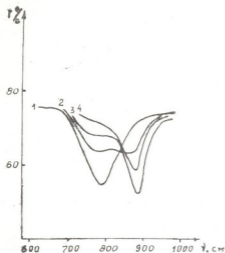


Рис. 1. ИК-спектры пленки Ge_3N_4 ($d=1000$ Å) до (1) и после анодного окисления в течение 20 (2), 30 (3), 120 (4) минут

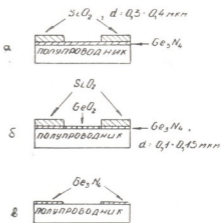


Рис. 2. Последовательность операций при избирательном анодном окислении пленки Ge_3N_4 : а — структура полупроводник — Ge_3N_4 с защитной маской из SiO_2 ; б — анодное окисление Ge_3N_4 в GeO_2 через окна в маске из SiO_2 ; в — структура полупроводник — Ge_3N_4 со вскрытыми окнами

Как видно из рис. 1, в процессе анодного окисления Ge_3N_4 интенсивность максимума поглощения при 780 см^{-1} , соответствующего коле-

банию осциллятора Ge—N в нитриде германия, уменьшается и появляется пик при 880 см^{-1} , ответственный за колебание связи Ge—O в гексагональной модификации двуокиси германия [6]. По истечении 2 часов пик при 780 см^{-1} исчезает, что свидетельствует о полном переходе Ge_3N_4 в GeO_2 . Наличие двух полос в ИК-спектре частично анодированных пленок Ge_3N_4 указывает на существование двух фаз—нитрида и двуокиси германия, а не гомогенной оксинитридной $\text{Ge}_x\text{O}_y\text{N}_z$ фазы, характеризуемой одной полосой [7].

Увеличение концентрации пиррофосфорной кислоты от 0,25 до 0,5 N ускоряет процесс окисления нитрида, однако качество полученных пленок значительно ухудшается — уменьшаются их однородность и адгезия с подложкой.

Полученные анодные окисные пленки являются менее плотными ($3,8\text{—}4,0\text{ г/см}^3$), чем термические или пиролитические ($4,3\text{ г/см}^3$). Они растворимы в концентрированной HF, HCl и 5N NaOH.

Для избирательного окисления нитрида, необходимого в процессах фотолитографии, часть поверхности Ge_3N_4 , не подлежащей окислению, защищалась пленкой SiO_2 (толщина 0,3—0,4 мкм), нанесенной низкотемпературным плазменным распылением, на которой с помощью фотолитографии вытраивались окна (рис. 2,а). В защищенных таким способом местах пленка диэлектрика препятствует прохождению тока через структуру и анодное окисление проводится только в местах, не защищенных пленкой из SiO_2 (рис. 2,б). Ненужные слои SiO_2 и GeO_2 одновременно стравливаются в буферном травителе, в котором нитрид германия не растворяется (рис. 2,в). Рассмотренный процесс избирательного анодного окисления пленок нитрида германия может быть рекомендован для применения в производстве полупроводниковых приборов и интегральных схем.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт кибернетики

(Поступило 13.2.1976)

ელემბრომიხია

ბ. ბაბრატიშვილი, რ. ჯანელიძე, თ. სამსახანსკი, ვ. ჩაბელიშვილი

გერმანიუმის ნიტრიდის ფირების ანოდური დაქანგვა

რეზიუმე

განხილულია გერმანიუმის ნიტრიდის თხელი ფირების სელექციური მოწამვლის მეთოდი, რომელიც დამყარებულია ნიტრიდის შერჩევით ანოდურ დაქანგვაზე უწყლო ელექტროლიტის არეში.

გერმანიუმის ნიტრიდის ფირების შერჩევითი დაქანგვის პროცესი SiO_2 -ის საფარის გამოყენებით შეიძლება რეკომენდებულ იქნეს ნახევარგამტარული ხელსაწყოებისა და ინტეგრალური სქემების წარმოებაში გამოსაყენებლად.

G. D. BAGRATISHVILI, R. B. JANELIDZE, O. V. SAKSAGANSKI,
 V. A. CHAGELISHVILI

ANODIC OXIDATION OF GERMANIUM NITRIDE FILMS

Summary

A method of selective etching of thin germanium nitride films is suggested; it is based on the selective transformation of the nitride into readily soluble oxide form by anodic oxidation in an anhydrous solution of pyrophosphoric acid in tetrahydrofurfuryl alcohol. Selective oxidation of Ge_3N_4 was carried out by using the mask of SiO_2 . The process discussed is recommended for application in the production of semiconductor devices and integrated circuits.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Д. Багратишвили, Р. Б. Джanelидзе, В. А. Чагелишвили. Электронная техника, сер. 2, 1971, 120.
2. G. D. Bagratishvili, R. B. Janelidze, V. A. Chagelishvili. Proc. Int. Conf. on Phys. and Chem. of Heterojunctions and Layer structure, v. 5, Budapest, 1971.
3. Г. Д. Багратишвили, Р. Б. Джanelидзе, Н. И. Курдиани, О. В. Саксаганский. Микроэлектроника, 2, 1973, 173.
4. M. Toda. J Phys. Soc. Japan, 27, 1969, 428.
5. Г. Д. Багратишвили, Р. Б. Джanelидзе, Н. И. Курдиани, О. В. Саксаганский. Микроэлектроника, 1, 1972, 83.
6. Г. Д. Багратишвили, М. Д. Гогешвили, Р. Б. Джanelидзе, В. А. Чагелишвили, Р. Харати. ДАН СССР, 196, 1971, 342.
7. I. Fräns. W. Langheinrich. Solid State Electronics, 14, 1971, 499.



ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

В. Г. СИХАРУЛИДЗЕ, Т. Г. ГАБАДАДЗЕ, Л. В. НИКИТИНА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА ЖИДКОЙ ФАЗЫ СУСПЕНЗИИ
 АЛУНИТОВОГО НАПРЯГАЮЩЕГО ЦЕМЕНТА С ДОБАВКОЙ
 БОРНОЙ КИСЛОТЫ И БЕЗ НЕЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии К. С. Кутателадзе 9.2.1976)

Исследования проводились на алунитовых напряжениях цементах (АНЦ) двух составов. Первый из них не содержал извести, а второй содержал ее в количестве 3%. Оба цемента содержали 17% алунитовой породы, обожженной при 700°C, и 12% гипса.

Содержание в жидкой фазе Al_2O_3 и SO_3 определялось весовым методом по ГОСТу 5382—65, CaO — триланометрическим методом.

Анализ жидкой фазы суспензий проводился как с добавкой борной кислоты, так и без нее (табл. 1, 2).

Таблица 1

Состав жидкой фазы (г/л) суспензий АНЦ (не содержащего извести) с добавкой борной кислоты и без нее

Сроки гидратации	Затворение АНЦ на воде			Затворение АНЦ на растворе борной кислоты		
	CaO	Al_2O_3	SO_3	CaO	Al_2O_3	SO_3
1 час	0,714	0,315	2,528	1,568	0,025	2,358
3 час	0,742	0,255	2,577	1,540	0,020	2,483
5 час	0,658	0,075	2,051	1,470	0,015	2,506
1 сутки	0,728	0,05	2,574	1,470	0,05	2,490

Таблица 2

Состав жидкой фазы (г/л) суспензий АНЦ (содержащего извести) с добавкой борной кислоты и без нее

Сроки гидратации	Затворение АНЦ на воде			Затворение АНЦ на растворе борной кислоты		
	CaO	Al_2O_3	SO_3	CaO	Al_2O_3	SO_3
1 час	1,078	0,01	2,476	1,526	0,05	2,056
3 час	1,022	0,02	2,330	1,386	0,04	2,576
5 час	1,190	0,02	2,584	1,302	0,03	2,558
1 сутки	1,470	0,06	1,905	1,386	0,02	2,154

Данные табл. 1 показывают, что добавка борной кислоты к АНЦ без содержания извести сопровождается резким повышением концентрации CaO в жидкой фазе суспензии, которая к 1 часу гидратации в 2 и более раза выше, чем без добавки борной кислоты.



Повышение концентрации СаО в жидкой фазе приводит к пониженной растворимости алюминатных фаз АНЦ, в результате чего содержание Al_2O_3 в жидкой фазе резко падает. Указанные концентрационные условия приводят к замедлению процессов гидратации, сроков схватывания (табл. 3) вяжущего и кристаллизации этtringита в начальные сроки гидратации (1—5 часов), а пересыщение жидкой фазы по СаО способствует выкристаллизовыванию тонкодисперсного этtringита, что можно видеть при микроскопических наблюдениях.

К суткам гидратации концентрации Al_2O_3 в жидкой фазе суспензии АНЦ (без содержания извести) без добавки и с добавкой борной кислоты выравниваются, а концентрации СаО и So_3 в присутствии борной кислоты остаются более высокими.

Добавка СаО также вносит существенные изменения в состав жидкой фазы (табл. 2). Повышая концентрацию СаО в жидкой фазе, известь уменьшает растворимость алюминатных фаз цемента и снижает содержание в растворе Al_2O_3 , что приводит, в свою очередь, к изменению условий кристаллизации этtringита в исследуемой системе.

Таблица 3

Влияние добавок борной кислоты на физико-механические свойства алунитовых напрягающих цементов, содержащих и не содержащих гашеную известь

Водо-цементное отношение	К-во добавок борной кислоты	К-во добавок гашеной извести, % от веса цемента	Сроки схватывания, час—мин		Линейное расширение (%) через (сутки)					Прочность на сжатие ($кг/см^2$) через (сутки)		
			Начало	Конец	1	3	7	14	28	1	7	28
0,227	нет	нет	0—08	0—13	6,93	7,37	7,41	7,49	7,54	200	460	570
"	0,1	"	0—30	0—42	2,87	3,03	3,13	3,14	3,20	230	440	600
"	0,2	"	0—50	1—38	2,59	2,78	2,85	2,90	2,94	200	520	610
"	0,3	"	1—15	2—00	2,86	3,05	3,13	3,16	3,20	142	440	500
"	0,5	"	1—45	3—37	1,54	1,82	1,90	1,94	1,98	207	410	450
0,257	нет	3	0—10	0—21	нет	0,32	0,60	0,91	1,50	220	317	350
"	0,1	3	0—05	0—20	"	0,41	0,59	0,89	1,32	192	300	350
"	0,2	3	0—06	0—21	"	0,34	0,79	1,00	1,52	175	310	340
"	0,3	3	0—07	0—22	"	0,30	0,87	0,96	1,58	152	312	350
"	0,5	3	0—13	0—27	"	0,44	0,67	1,05	1,54	150	300	350

Примечания: 1. Для изготовления АНЦ применялся алунит, обожженный при $700^{\circ}C$ в течение 45 минут. 2. Состав АНЦ без добавки извести 75% пл.+10% гипса+15% алунита, с добавкой извести 72% пл.+10% гипса+12% алунита+3% извести.

Недостаточное содержание Al_2O_3 в жидкой фазе задерживает реакцию образования этtringита и расширение цемента (табл. 3), а пересыщение жидкой фазы по СаО способствует выделению этtringита преимущественно в тонкодисперсном состоянии. Поэтому при микроскопическом наблюдении процесса гидратации АНЦ с добавкой извести мы не видели микроскопически различных кристаллов этtringита.

Добавка борной кислоты к этому АНЦ, как видно из табл. 2, не вызывает в начальные сроки гидратации существенных изменений в

составе жидкой фазы. При микроскопическом наблюдении также не удалось обнаружить заметных изменений в характере протекания процесса гидратации данного вяжущего. Таким образом, исследование процессов гидратации АНЦ с добавкой извести и без нее при затворении на воде и на растворах борной кислоты показало следующее:

1. Введение извести в состав АНЦ приводит к изменению состава жидкой фазы суспензии — повышает концентрацию CaO и снижает концентрацию Al_2O_3 и, как следствие этого, изменяет условия кристаллизации этtringита, что, в свою очередь, сказывается на характере развития деформаций расширения АНЦ.

2. Добавка борной кислоты в АНЦ без содержания извести вызывает существенные изменения в составе жидкой фазы суспензий и в характере кристаллизации этtringита. Наличие в жидкой фазе высокой концентрации CaO и резкое снижение концентрации Al_2O_3 в начальный период сопровождаются замедлением гидратации вяжущего и кристаллизации этtringита, а также выделением последнего в тонкодисперсном состоянии.

3. Добавка борной кислоты в АНЦ с содержанием извести не вызывает существенных изменений в составе жидкой фазы и в характере протекания процесса гидратации и кристаллизации этtringита.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 19.2.1976)

ქიმიური ტექნოლოგია

3. სიხარულიძე, თ. ბაბაღაძე, ლ. ნიკიტინა

ალუნიტიანი დამაბავი ცემენტის სუსპენზიის თხევადი ფაზის
შედგენილობის განსაზღვრა ბორის მჟავის დამატებითა და მის
ბარეშე

რ ე ზ ი უ მ ე

ალუნიტიანი დამაბავი ცემენტების შედგენილობაში კირის შეტანა იწვევს სუსპენზიის თხევადი ფაზის ცვლილებას — ზრდის CaO კონცენტრაციას და ამცირებს Al_2O_3 კონცენტრაციას, ამის შედეგად ხდება ეტრინგიტის კრისტალიზაციის პირობების შეცვლა, რაც, თავის მხრივ, გავლენას ახდენს ამ ცემენტების გაფართოების დეფორმაციის ხასიათზე.

ალუნიტიან დამაბავ ცემენტებზე (როცა იგი არ შეიცავს კირს) ბორის მჟავის დამატება იწვევს არსებით ცვლილებებს როგორც სუსპენზიის თხევადი ფაზის შედგენილობაში, ისე ეტრინგიტის კრისტალიზაციის პირობებში.

თხევად ფაზაში CaO მაღალ კონცენტრაციას და Al_2O_3 კონცენტრაციის შემცირებას საწყის პერიოდში თან ახლავს ცემენტის ჰიდრატაციისა და ეტრინგიტის კრისტალიზაციის შენელება და წვრილდისპერსულ მდგომარეობაში მისი გამოყოფა.

კირის შემცველ ალუნიტიან დამაბავ ცემენტებზე ბორის მჟავის დამატება არ იწვევს არსებით ცვლილებებს თხევადი ფაზის შედგენილობაში ჰიდრატაციის პროცესის მიმდინარეობასა და ეტრინგიტის კრისტალიზაციაში.

V. G. SIKHARULIDZE, T. G. GABADADZE, L. V. NIKITINA

DETERMINATION OF LIQUID PHASE COMPOSITION OF ALUNITE
STRESSING CEMENT (ASC) SUSPENSION WITH AND WITHOUT
BORIC ACID ADDITION

Summary

Introduction of lime into ASC composition causes changes in the liquid phase composition of suspension, i. e., increases CaO concentration and reduces Al_2O_3 concentration, this resulting in the change of ettringite crystallization conditions, which, in its turn, affects the character of deformation progress of ASC expansion.

Addition of boric acid to ASC without lime content causes considerable changes in the composition of liquid phase of suspension and in the character of ettringite crystallization. High CaO concentration in liquid phase and abrupt decrease of Al_2O_3 concentration in the initial period is followed by retardation of binder hydration and ettringite crystallization as well as by precipitation of the latter in fine-dispersion condition.

Addition of boric acid to ASC with lime content does not cause considerable changes in the composition of liquid phase and in the character of the hydration process run and ettringite crystallization.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Н. М. ЧОЧИШВИЛИ, В. М. МДИВАНИ, Р. В. ЧАГУНАВА, В. Ш. БАХТАДЗЕ

О ВОССТАНОВЛЕНИИ КОНЦЕНТРАТА МАРГАНЦЕВОЙ
 ЛЕГКОПОРИСТОЙ РУДЫ ЧИАТУРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
 АЗОТОВОДОРОДНОЙ СМЕСЬЮ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 3.2.1976)

Концентрат марганцевой легкопористой руды Чиатурского месторождения (КМЛПР) принадлежит к типам окисленных руд и проявляет высокую активность в процессе очистки горючих газов от сернистых соединений. Предварительными опытами была установлена необходимость восстановления КМЛПР перед применением.

Процесс восстановления исследовали на дериватографе системы F. Paulik, J. Paulik, L. Erdey со слегка измененной конструкцией [1]. Измерения проводили как в изотермическом, так и в неизотермическом режиме нагрева. При неизотермическом режиме нагрева реактор продували азотоводородной смесью при комнатной температуре и начинали разогрев образца в токе восстановителя с постоянной скоростью 5 град/мин. При изотермическом режиме образцы прогревали в токе гелия при 400°C до постоянного веса, снижали температуру до требуемой и впускали азотоводородную смесь.

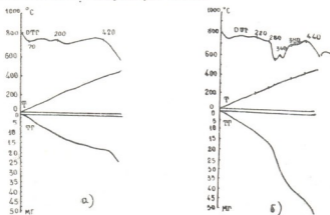


Рис. 1. Дериватограммы КМЛПР, полученные в токе:
 а — гелия, б — азотоводородной смеси

Полученные в средах азотоводородной смеси и гелия дериватограммы КМЛПР даны на рис. 1. Сравнение дериватограмм показывает, что в среде H_2/N_2 появляются добавочные эффекты при температурах 280—320, 340—360 и 380—400°C. Появление добавочных эффектов на кривых ДТГ можно отнести к процессу восстановления образца.

Как видно из рис. 1, восстановление КМЛПР протекает ступенчато в три стадии. С помощью уравнения, предложенного в работе [2], были рассчитаны величины кажущейся энергии активации процессов восстановления в I, II и III стадиях. Результаты расчетов сведены в таблицу. Там же приведены значения порядка реакции и предэкспоненциального множителя в уравнении константы скорости реакции

$$K = Z \exp \{-E/RT\}. \quad (1)$$

Температурный интервал, °C	E ккал/моль	n	$\lg Z$	Примечание
290—330	21,5	1/2	5,606	I стадия
345—380	13,0	2/3	1,728	II стадия
390—420	13,7	2/3	-0,725	III стадия

Величины Z были рассчитаны с помощью уравнения

$$\lg Z = \lg \frac{Ea}{RT_s^2} - \lg n - (n-1) \lg C_s + \frac{E}{2,3 RT_s}, \quad (2)$$

которое можно получить дифференцированием уравнения

$$\frac{dC}{dT} = -\frac{Z}{a} \exp \{-E/RT\} C^n \quad [2] \quad (3)$$

по температуре и приняв, что при максимальной скорости изменения веса $\frac{d^2C}{dT^2} = 0$.

В уравнении (2) приняты следующие обозначения: E — кажущаяся энергия активации, ккал/моль, a — скорость нагрева, град/сек, n — порядок реакции, R — газовая постоянная, T_s и C_s — абсолютная температура и доля непрореагировавшего вещества соответственно при максимальной скорости превращения.

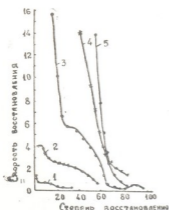


Рис. 2. Зависимость скорости восстановления КМЛПР от степени восстановления при температурах: 1—254, 2 — 290, 3 — 325, 4 — 350, 5 — 400°C

На рис. 2 представлены данные, полученные при исследовании процесса восстановления КМЛПР в изотермическом режиме нагрева. За 100%-ное принято восстановление образца при 400°C до постоянно-

го веса. Скорость восстановления на рис. 2 выражена величиной отклонения кривой ДТГ от базисной линии. Из рис. 2 ясно видно, что восстановление имеет ступенчатый характер, по мере восстановления скорость процесса заметно падает и в зависимости от температуры уменьшается в 15—20 раз, особенно после 60—70%-ного восстановления.

Уменьшение величины кажущейся энергии активации и скорости процесса с ростом степени восстановления указывает на то, что или же происходит диффузионное торможение процесса восстановления, или различные примеси, имеющиеся в КМЛПР, стабилизируют ионы марганца в более окисленном состоянии и тем самым препятствуют их дальнейшему восстановлению.

Так как в работе [3] и нашими предварительными опытами установлена низкая активность невосстановленного КМЛПР в процессе сероочистки, особое внимание следует уделить полноте его восстановления и процесс вести при температурах не ниже 400°C.

Академия наук Грузинской ССР
Институт неорганической
химии и электрохимии

(Поступило 19.2.1976)

ქიმიური ტექნოლოგია

ბ. ჩოჩიშვილი, ვ. მდივანი, რ. ჩაგუნავა, ვ. ბახტაძე

შინათურის საბადოებში მოკონცენტრირებული მანგანუმის მჩატეფორმის მანგანის კონცენტრატის აღდგენის შესახებ აზოტწყალბადის ნარევით

რეზიუმე

თერმოგრავიმეტრიული მეთოდით შესწავლილია მანგანუმის მჩატეფორმის მანგანის კონცენტრატის აღდგენის პროცესი აზოტწყალბადის ნარევით. აღდგენა მიმდინარეობს სამ საფეხურად. პროცესის ბოლოს აღდგენის სიჩქარე საგრძნობლად მცირდება. არაიზოთერმული მეთოდით გამოთვლილია მოჩვენებითი აქტივაციის ენერგია სამივე საფეხურისათვის და დადგენილია, რომ სრული აღდგენისათვის აუცილებელია ტემპერატურა არა ნაკლები 400°C-სა.

CHEMICAL TECHNOLOGY

N. M. CHOCHISHVILI, V. M. MDIVANI, R. V. CHAGUNAVA, V. Sh. BAKHTADZE

REDUCTION OF THE CONCENTRATE OF CHIATURA MANGANESE
LIGHT-WEIGHT CRE WITH AN H₂/N₂ MIXTURE

Summary

The process of the reduction of the title concentrate has been studied by the thermogravimetric method. The reduction is shown to be a three-stage process.

The activation energies are calculated for each stage. The temperature necessary for complete reduction was found to be above 400°C.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. М. Чочишвили, В. М. Мдивани. Тез. докл. конфер. молодых научных сотрудников и аспирантов, посвящ. 250-летию АН СССР. Тбилиси, 1974, 100.
2. В. М. Мдивани, В. П. Мосидзе, Н. М. Чочишвили. Сообщения АН ГССР, 76, № 2, 1974.
3. Я. Г. Бучукури, В. Т. Чагунава, М. И. Мchedlishvili, Н. Я. Бучукури. Изв. АН ГССР, сер. хим., 1, № 3, 1975.



ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

В. Н. ГАПРИНДАШВИЛИ, Ш. Э. ЭРИСТАВИ, Г. Л. АЗМАИПАРАШВИЛИ

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ
 ПРОЦЕССА ХЛОРИРОВАНИЯ ЦЕЛЕСТИНОВОГО КОНЦЕНТРАТА
 В РАСПЛАВЕ

(Представлено академиком Н. А. Ландия 2.3.1976)

При изучении влияния вида восстановителей и расплавов на процесс хлорирования целестина было установлено [1], что высокие показатели могут быть достигнуты при использовании кокса в качестве восстановителя, а эквимольной смеси $SrCl_2-NaCl$ (т. пл. $570^\circ C$) и хлорида стронция (т. пл. $870^\circ C$) — в качестве расплавленной среды.

В настоящей статье приведены результаты исследований по оптимизации процесса хлорирования целестинового концентрата газообразным хлором в расплаве хлоридов металлов. Объектом исследования служил целестиновый концентрат следующего химического состава (%): $SrSO_4-91,24$; $BaSO_4-0,38$; $CaO-1,56$; $SiO_2-2,35$; $Al_2O_3-0,42$; $Fe_2O_3-0,21$.

Схема установки и методика эксперимента хлорирования приведены в работе [2].

При изучении процесса исследовалось влияние следующих переменных параметров: температуры хлорирования (ξ_1), продолжительности хлорирования (ξ_2) и объемной скорости хлора (ξ_3) на степень хлорирования целестинового концентрата (Y).

Для оценки линейных эффектов, характеризующих влияние изучаемых независимых переменных на выход, был реализован полный факторный эксперимент типа 2^3 . Условия планирования эксперимента и результаты опытов приведены в табл. 1, 2.

С использованием данных таблиц определены коэффициенты линейного регрессионного уравнения [3], устанавливающие связь между тремя исследуемыми независимыми переменными и степенью хлорирования целестинового концентрата.

Регрессионные уравнения, описывающие процессы хлорирования концентрата в расплавах $SrCl_2(Y_1)$ и $SrCl_2-NaCl(Y_2)$, имеют следующий вид:

$$Y_1 = 68,1 + 14,4 x_1 + 1,9 x_2 + 4,3 x_3,$$

$$Y_2 = 32,8 + 19,8 x_1 + 5,2 x_2 + 3,9 x_3.$$

Полученные математические модели процессов, согласно критерию Фишера [3], адекватно описывают экспериментальные результа-

Таблица 1

 Планирование эксперимента и результаты опытов хлорирования
 целестинового концентрата в расплаве хлорида стронция

Условия планирования эксперимента				
Уровни факторов	ξ_1 °C	ξ_2 мин	ξ_3 мл/мин·г	Выход
-1	890	40	2,5	Степень хлорирования целестина У, %
0	930	55	10	
+1	970	70	17,5	
План эксперимента и результаты опытов				
№ опытов				
1	-1	-1	-1	42,5
2	-1	-1	+1	60,4
3	-1	+1	-1	48,9
4	-1	+1	+1	62,4
5	+1	-1	-1	81,5
6	+	-1	+1	79,7
7	+	+	-1	82,5
8	+	+	+1	85,9
9	0	0	0	72,3
10	0	0	0	76,6
11	0	0	0	74,5
Расчет и движение вдоль линии кругого восхождения				
Коэффициенты регрессии b_i	14,4	1,9	4,3	
$b_i \times p_i$	576	28,5	32,25	
Шаг, соответствующий изменению на 30	30	1,7	1,7	
Округление	30	2	2	
№ опытов				
12	960	57	12	84,1
13	930	59	14	90,2
14	1020	61	16	95,4
15	1050	63	18	96,5

ты в исследованной локальной области факторного пространства. По знакам и абсолютным величинам коэффициентов можно судить о влиянии исследуемых факторов на выход: увеличение уровней всех факторов в обоих случаях повышает степень хлорирования, причем наибольшее влияние оказывает температура.

Расчет шагов кругого восхождения приведен в нижней части табл. 1, 2. Экспериментальная проверка точек линии кругого восхождения показала, что наивысший уровень хлорирования целестина (-97%) достигается в условиях, соответствующих опытам № 15 (табл. 1): $\xi_1=1050^\circ\text{C}$; $\xi_2=63$ мин; $\xi_3=18$ мл/мин·г и № 19 (табл. 2): $\xi_1=890^\circ\text{C}$; $\xi_2=85,5$ мин; $\xi_3=14,2$ мл/мин·г.

Водные экстракты стронциевых сплавов, полученных по вышеприведенным расчетам, содержат (г/л): Sr—152,6; Ba—0,4; Fe—0,08; Ca—1,1; Al—0,22; Si—1,11 и Sr—85,8; Na—42,1; Ba—0,4; Fe—0,08; Ca—1,1; Al—0,22; Si—1,11 соответственно.

Таблица 2

Планирование эксперимента и результаты опытов хлорирования целестинового концентрата в эквимолярной смеси хлоридов стронция и натрия

Условия планирования эксперимента				
Уровни факторов	ξ_1 °C	ξ_2 мин	ξ_3 мл/мин·Г	Выход
Основной уровень	680	75	10	Степень хлорирования целестина У, %
Нижний уровень -1	600	60	2,5	
Верхний уровень +1	760	90	17,5	
Интервал варьирования	80	15	7,5	
План эксперимента и результаты опытов				
Кодовое обозначение переменных	X_1	X_2	X_3	—
№ опытов				
1	—	—	—	11,4
2	—	—	+	13,6
3	—	+	—	6,0
4	—	+	+	25,9
5	+	—	—	39,4
6	+	—	+	45,5
7	+	+	—	58,8
8	+	+	+	61,1
9	0	0	0	40,3
10	0	0	0	42,2
11	0	0	0	39,5
12	0	0	0	38,5

Расчет и движение вдоль линии круглого восхождения

Коэффициенты регрессии b_i	19,88	5,23	394	
$b_i \times p_i$	1588,8	78,45	29,45	
Шаг, соответствующий изменению на 30	30	1,48	0,56	
Округление	30	1,5	0,6	
№ опытов				
13	710	76,5	10,6	42,2
14	740	78	11,2	51,3
15	770	79,5	11,8	60,2
16	800	81	12,4	72,2
17	830	82,5	13	81,1
18	860	84	13,6	90,5
19	890	85,5	14,2	97,1
20	920	87	14,8	97,4

Полученный из этих рассолов путем кристаллизации продукт содержит 96% $SrCl_2$, 2% $CaCl_2$, 1,7% SiO_2 , 0,4% $BaCl_2$.

Процесс с применением $SrCl_2$ в качестве распада выгодно отличается повышенным содержанием стронция в рассоле, однако при этом температура хлорирования на 150°C выше, чем в случае применения в качестве расплава эквимолярной смеси $SrCl_2-NaCl$.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт неорганической
 химии и электрохимии

(Поступило 25.3.1976)

3. გაზრინდაშვილი, შ. ერისთავი, ზ. აზმაიპარაშვილი

 ცელესტინის კონცენტრატის დაქლორვის სტატისტიკური კვლევა
 და ოპტიმიზაცია გამლღვალ მასაში

რეზიუმე

ექსპერიმენტის დაგეგმვის მათემატიკური მეთოდით აღწერილია ცელესტინის კონცენტრატის დაქლორვის პროცესი პირველი რიგის პოლინომის სახით. $\text{SrCl}_2\text{—NaCl}$ გამლღვალ მასაში შევარჩიეთ კონცენტრატის დაქლორვის ოპტიმალური პირობები, რომლის დროსაც პროდუქტის მაქსიმალური გამოსავალი 97% შეადგენს. მიღებულ პროდუქტში სტრონციუმის ქლორიდის შემცველობაა 96%.

CHEMICAL TECHNOLOGY

V. N. GAPRINDASHVILI, Sh. E. ERISTAVI, G. L. AZMAIPARASHVILI

 STATISTICAL INVESTIGATION AND OPTIMIZATION OF CHLORINATION
 OF CELESTITE CONCENTRATE IN MOLTEN MASSES

Summary

An experimental planning method has been used for mathematical description of the process of chlorination of celestite concentrate. It is expressed in the form of a first degree polynomial. Conditions providing for maximum chlorination of concentrate (97%) in molten $\text{SrCl}_2\text{—NaCl}$ are determined.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ш. Э. Сидamon-Эристави и др. Сообщения АН ГССР, 79, № 3, 1975, 613.
2. B. H. Гаприндашвили и др. Сообщения АН ГССР, 59, № 1, 1970, 81.
3. B. B. Налимов, Н. А. Чернова. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов, М., 1965.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Р. И. АГЛАДЗЕ (академик АН ГССР), Д. Г. УРЕКАДЗЕ,
 Д. Ш. КАВЗИНАДЗЕ

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА ПОЛУЧЕНИЯ
 ПЕРМАНГАНАТА КАЛИЯ ВЫСОКОЙ ЧИСТОТЫ

Технология получения перманганата калия электрохимическим методом, освоенная на Руставском химическом комбинате, осуществляется путем анодного растворения многокомпонентного сплава ферромарганца марки Мн-3 в щелочных растворах калия.

При анодном растворении ферромарганца образуется перманганат калия по реакции



который в дальнейшем из-за низкой растворимости в щелочи постепенно переходит в осадок. В осадок переходят также SiO_2 , $\text{Fe}(\text{OH})_3$, MnO_2 и загрязняют продукт.

Первичный шлак (табл. 1), отделившийся от отработанного раствора, содержит также KOH , K_2CO_3 и CaCO_3 (CaCO_3 в шлак подается от каустифицированных растворов).

Таблица 1

Химический состав сухого первичного шлака

С о д е р ж а н и е, %							
KMnO_4	MnO_2	KOH	K_2CO_3	SiO_2	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	CaCO_3	Влага
86,68	2,37	отсут.	4,21	0,24	2,18	2,85	0,8

Примеси, содержащиеся в первичном шламе, отрицательно влияют на качество продукции. Заметное влияние на чистоту кристаллов KMnO_4 оказывает также состав маточного раствора, в котором регламентом допускается содержание KOH не более 90 г/л.

Существующая технология переработки шлама обеспечивает получение продуктов с содержанием KMnO_4 не более 95,5%, т. е. третьего сорта, предусмотренного ГОСТом 5777—71.

С целью улучшения качества продукции в настоящее время коллективом цеха перманганата калия Руставского химического комбината и сотрудниками отдела электрохимии и электрометаллургии Института неорганической химии и электрохимии АН ГССР проводятся исследования в промышленном масштабе. В статье представлены результаты заводского испытания новой схемы переработки первичного шлама (ПМК сырца) производства перманганата калия, которая предусматривает двухступенчатый отстой концентрированных по пер-

манганату растворов и их горячую фильтрацию (рис. 1). Приведены также данные опытов по установлению влияния концентрации щелочи в маточном растворе на чистоту продукта.

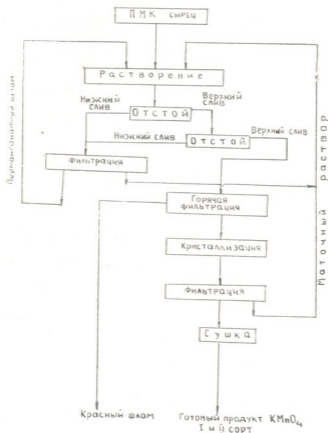


Рис. 1. Технологическая схема получения перманганата калия первого и второго сорта

Первичный шлам с содержанием KMnO_4 в количестве 75—90% растворяется в маточном растворе при температуре 80—90°C. Примерный состав раствора приведен в табл. 2.

Таблица 2

Химический анализ маточного раствора

С о д е р ж а н и е, г/л							
KMnO_4	MnO_2	KOH	K_2CO_3	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	CaCO_3	SiO_2	SiO_2 раст.
58,84	0,28	19,6	62,1	0,40	0,36	0,29	0,23

При каждой операции растворение проводится в течение 30 минут. Затем раствор отстаивается 15—20 минут. Нижний слив — 1/5 часть раствора фильтруется. Осадок идет на повторное растворение, а верхний слив откачивается в бак отстойник. Отстаивание длится в течение

1,5 часа при температуре 80—90°C. После отстоя верхний слив — 5/6 частей раствора подается на центрифугирование для горячей фильтрации. Отфильтрованный раствор поступает в кристаллизатор, а красный шлам промывается конденсатом с целью извлечения KOH, K₂CO₃ и KMnO₄ и выбрасывается. Примерный состав непромытого красного шлама приводится в табл. 3.

Таблица 3

Химический анализ непромытого красного шлама

С о д е р ж а н и е, %							
KMnO ₄	MnO ₂	KOH	K ₂ CO ₃	SiO ₂	Fe(OH) ₃	CaCO ₃	Влага
5,38	26,58	отсут.	8,22	2,25	20,0	24,6	0,24

После кристаллизации суспензия фильтруется. Отфильтрованные кристаллы перманганата калия поступают в сушилку. Сушка продукта происходит глухим паром при давлении 1 атм

Следует подчеркнуть, что при осуществлении этой схемы должное внимание надо уделять соблюдению оптимальной концентрации щелочи в маточном растворе. Известно [1, 2], что перманганат ионы не устойчивы в щелочной среде и разлагаются под воздействием щелочи вплоть до образования MnO₂. Особенно это заметно при нагреве растворов.

Таблица 4

Влияние концентрации щелочи на качество полученного продукта

№ опытов	Содержание KMnO ₄ в первичном шламе, %	Содержание маточного раствора, г/л			Содержание KMnO ₄ в готовом продукте, %
		KOH _{общ}	KOH	K ₂ CO ₃	
1	78,20	78,4	39,2	48,3	96,63
2	80,02	81,2	36,4	55,2	96,46
3	76,90	81,2	42,0	48,3	97,03
4	80,81	98,0	47,6	62,1	97,03
5	85,72	84,0	33,6	62,1	98,04
6	91,28	84,0	33,6	62,1	98,04
7	78,15	92,4	30,8	75,9	98,04
8	79,91	84	28,0	69,0	98,04
9	87,38	70,0	19,6	62,1	98,24
10	79,38	58,8	19,6	48,3	98,45
11	91,52	78,4	30,8	62,1	98,45
12	89,43	78,4	16,8	62,1	98,86
13	89,97	70,0	19,6	55,2	99,07
14	87,06	67,2	28,0	48,3	99,49

В табл. 4 представлены результаты некоторых цеховых анализов, которые показывают, что состав маточного раствора и шлама оказывает влияние на качество продукта, в частности, при высокой концентрации щелочи в растворе содержание KMnO₄ в продукте снижается и наоборот. Поэтому желательно растворение шлама вести при общей щелочности раствора не более 70 г/л.

Спектральный анализ кристаллов перманганата калия (табл. 5) показывает, что в состав готового продукта второго сорта входят соединения кальция, железа в десятых долях, а соединения кремния, магния и никеля — в виде следов. Продукт также содержит MnO₂ в количестве 0,25—0,7%, ионы SO₄²⁻—0,05—0,17%.

Присутствие этих элементов в таком количестве в готовом продукте объясняется некачественной горячей фильтрацией растворов. При этом часть растворов попадает между корпусом и корзиной, откуда раствор самотеком поступает в кристаллизатор. Объем этого раствора зависит от скорости подачи раствора на центрифугу.

Спектральный анализ готового продукта (второго сорта)

Таблица 5

С о д е р ж а н и е							
Si	Mg	Fe	Ca	Mn	Ni	Cu	K
სლ	სლ	მალე	ეჭყ	მწ	სლ	ნეტ	მწ

Таким образом, разработанная схема переработки первичных шламов производства перманганата калия без проведения операции перекристаллизации и использования дополнительных маточных растворов обеспечивает получение продукта с содержанием $KMnO_4$ 98—99%.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт неорганической химии
 и электрохимии

Руставский химический комбинат

(Поступило 26.2.1976)

ქიმიური ტექნოლოგია

რ. აგლადემ (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), დ. ურეკადემ, დ. კავზინადემ

მალალი სისუფთავის კალიუმის პერმანგანატის მიღების
 ტექნოლოგიური ციკლის დამუშავება

რეზიუმე

დამუშავებულია კალიუმის პერმანგანატის წარმოების პირველადი შლამების გადამუშავების ტექნოლოგიური სქემა, რომელიც ითვალისწინებს კალიუმის პერმანგანატის ნაჯერი ხსნარების ორჯერად დაწდომას და ცხელ ფილტრაციას. აღნიშნული ოპერაციების ჩატარება საშუალებას იძლევა 98—99%-მდე გავზარდოს საწარმოს პროდუქტში $KMnO_4$ -ის შემცველობა.

CHEMICAL TECHNOLOGY

R. I. AGLADZE, D. G. UREKADZE, D. Sh. KAVZINADZE
 WORKING OUT A TECHNOLOGICAL CYCLE OF PRODUCTION
 OF HIGH-PURITY POTASSIUM PERMANGANATE

Summary

The process of treatment of the primary slimes of potassium permanganate production, which provides for double-stage settling and hot filtration of potassium permanganate saturated solutions has been worked out. Carrying out the operations outlined permits to increase the content of $KMnO_4$ in the industrial product to 98-99%.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. Ежовская-Тшебятковская, Я. Новойская, М. Вронская. Бюлл. Польской Академии наук, 3, 2, 1954, 451.
2. Л. Д. Петриашвили, Р. И. Агладзе. Сб. «Электрохимия марганца», т. IV. Тбилиси, 1969, 289—289.



УДК 911.2

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

Дж. И. МЕСХИА

**МОРФОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ РЕЛЬЕФА ПОГРАНИЧНОЙ
 ПОЛОСЫ ЮЖНОГО СКЛОНА ЗАПАДНОГО КАВКАСИОНИ
 И КОЛХИДСКОГО МЕЖГОРЬЯ**

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 11.3.1976)

Исследованная территория представлена северной частью Колхидской межгорной впадины и южным склоном Грузинского Кавкасиони. Морфологическая граница между ними совпадает с 800—1000-метровым уступом, окаймляющим Колхидские предгорья с гипсометрическими показателями 150—500 м. Обращает на себя внимание тот факт, что морфологические различия и в крупных и мелких чертах увязываются с внутренней структурной природой исследованного района. Уступ, начиная от р. Техури, соответствует флексурному перегибу в Амзаро-Мухурской подзоне краевых дислокаций Гагра-Джавской зоны (складчатая система южного склона) [1]. В районе Нового Афона и Гагры уступ заканчивается у моря. К востоку от р. Техури флексурный перегиб отклоняется на юго-восток и следует вдоль окраины подзоны «комплекса г. Асхи» (Грузинская глыба). Здесь уступ отделяет южный склон массива Асхи от северной периферии Колхидских предгорий, а западнее — от Центрально-Мегрельского плато, соответствующего Колхидской и Одишской подзоне западного погружения Грузинской глыбы.

Интересующая нас полоса сложена отложениями мела, палеогена, неогена и верхнего плиоцена включительно. Все они участвуют в строении флексуры. Отложения мела и палеогена дислоцированы согласно и круто падают к межгорной впадине под углом 70—80°, образуя флексуру [2]. В сторону Кавкасиони на абсолютной высоте 800—1000 м известняки мела постепенно срезаются рельефом и, одновременно выполаживаясь (15—40°), в приподнятом блоке флексуры поднимаются к поверхности известнякового плато до 1300—2200 м. Они пересекаются каньонобразными долинами рек южного склона Кавкасиони и образуют известняковые массивы [3]. Что касается межгорной впадины, тут слабодислоцированные отложения мела и палеогена перекрыты неогеновым и четвертичным чехлом. Гудаутская, Самурзаканская и Одишская подзоны — это три отдельные синклинорные депрессии, выполненные толщами миоплиоценовых моласс, в различной степени осложненных брахискладками. Одишский синклинорий расположен восточнее р. Ингури, с севера Кавкасиони обособлен флексурным уступом, с юга — приподнятыми до 500—600 м брахиантиклинальными грядами (Абедати, Накалакеви, Эки, Урта, Сатанджио) с падением крыльев 25—50° и более. Синклинорий выполнен миоплиоценовыми известняковыми конгломератами (мэотис-понт), на которых залегают порфиритовые конгломераты, условно датированные как чауда. Северная часть синклинория приподнята, и у подножья флексурного уступа, а также на границе с Самурзаканской подзоной на гребне бра-

хантиклинальной гряды Сатаджио сильно выветрелые порфиритовые конгломераты несогласно налегают на известняки мела (Сатаджио) и известняковые конгломераты мзотис-понта. Порфиритовые конгломераты хотя и дислоцированы относительно слабее, но тоже принимают участие в строении указанных структур [4]. Поверхность несогласия датируется верхним плиоценом. К востоку от горы Абедати к Ахсской флекуре подступают эрозионные предгорья Колхиды (соответствующие Колхидской подзоне). Складки выражены в рельефе прямо [5]. Долины рек южных склонов Кавказиони у пересечения уступа каньонообразные, а в предгорьях плоскодонные, террасированные. Высота склонов долины выше профиля самой высокой террасы в предгорной части всего несколько метров, в брахиантиклиналях несколько десятков метров, а в полосе флексуры достигает нескольких сотен метров [3].

Аналогичная картина прослеживается и западнее на стыке Самурзаканской подзоны с флексурным уступом. В междуречье Кодори-Келасури, на срезанные поверхности антиклинальных структур налегают сильно выветрелые конгломераты, известные в литературе под названием «Чебелдинской морены», хотя генезис этих отложений по сегодняшний день оспаривается [6]. В эти конгломераты врезана самая древняя терраса рр. Кодори и Келасури, сливающаяся в устьевой части р. Келасури с морской чаудинской террасой [6]. В Гудаутской подзоне брахиантиклинали морфологически выражены прямо в виде отдельных холмов и гряд, расположенных кулисообразно и расчлененных эрозией. Северное крыло Самурзаканского синклиниория осложнено прерывистоскладчатыми структурами и брахискладками. Местами поверхности брахиантиклиналей размыты и выражены в рельефе в виде отдельных невысоких гребней с обнаженными ядрами меловых отложений [7], на которые налегают более молодые отложения. Лишь в междуречьях Окуми-Речхи рельеф соответствует антиклинальному поднятию. Долины главных рек у пересечения уступа также каньонообразные, а в предгорье — плоскодонные и террасированные. Высота склонов долины выше профиля самой высокой террасы у пересечения предгорной части всего несколько метров.

Отложения киммерия и порфиритовые конгломераты (Самурзаканская и Одишская подзоны), а также чаудинская морская терраса является основными реперами, с помощью которых удастся датировать возраст поверхностей выравнивания и время их деформации.

Поскольку поверхность выравнивания моложе киммерия (средний плиоцен), она может быть датирована только верхним плиоценом. Несогласное залегание порфиритовых конгломератов на этой поверхности, различное высотное положение соответственно структурам внутри синклиниория, а также нормальный характер профиля самой высокой террасы, выработанной ниже поверхностей выравнивания, дает основание предположить следующее: а) самая древняя из террас в Одишской и в Самурзаканской подзонах чаудинская; б) до выработки этой террасы существовала единая поверхность выравнивания, деформация и поднятие которой происходили в промежутке между верхним плиоценом и формированием самой древней террасы [8]. Размах этого поднятия в районе южного склона намного больше по сравнению с Межгорной впадиной, соответствующие этому поднятию склоны в каньонообразных долинах между массивами достигают 500 м и более, а в межгорной впадине — лишь нескольких метров на плато и нескольких десятков метров на окаймляющих грядах.

Итак, крупным морфологическим единицам соответствуют крупные тектонические единицы ранга зон или подзон, поэтому они представляются морфоструктурами с поверхностями выравнивания на различных гипсометрических уровнях. Границы морфоструктур совпадают с линиями флексур или брахиаantikлиналей, развитых над глубинными разломами, поэтому они хорошо обособлены. Что касается расчленения этих поверхностей эрозией, этот факт не играет существенной роли в выделении морфоструктур [9]. В полосе флексурного уступа известняковые массивы высечены в пределах одной морфоструктуры высшего ранга, поэтому их можно рассматривать как морфоскульптуры. Рельеф же Центрально-Мегрельского плато, а также холмистых предгорий денудационно-аккумулятивный. Однако и на этом участке наблюдается дифференциация движений, обусловившая различное гипсометрическое положение порфиритовых конгломератов на междуречьях [10].

Судя по этим данным можно предположить, что единая верхнеплиоценовая поверхность выравнивания до образования самой высокой террасы обнаруживала наклон в сторону Черного моря и все движения, происходящие в этом промежутке времени, сопровождались эрозией, что позволяет считать морфоструктуры конэрозионными [11].

Морфоструктуры конэрозионного характера, по-видимому, очень распространены на всем Кавказе [11]. В частности, конэрозионные взбросы ограничивают кристаллическое ядро Большого Кавказа с юга и Передовой хребет (на Северном Кавказе) с севера. Крупные конэрозионные разломы развиты вдоль южной границы Южного склона Большого Кавказа и восточнее описанного нами района. Все эти структуры приурочены к глубинным разломам. А. Л. Цагарели [11] склонен объяснить ступенчатость рельефа, столь характерную для Кавказа, существованием подобных молодых конэрозионных разломов.

Роль молодых разломов в формировании рельефа Средней Азии давно установлена. Учитывая приведенный выше материал, можно предположить, что подобные морфоструктуры, вероятно, играют значительную роль и в рельефе Альпийских гор, таких, как Балканы, Карпаты, Гималаи, Кордильеры и др.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 11.3.1976)

ფიზიკური გეოგრაფია

ჯ. მესია

დასავლეთ კავკასიონის სამხრეთი ფარდობისა და კოლხეთის მთათაშორისი ქვაბულის სასაზღვრო ზოლის რელიეფის მორფოსტრუქტურული ანალიზი

რეზიუმე

აღნიშნული სასაზღვრო ზოლი მორფოლოგიურად გამოხატულია საქართველოს ბელტისა და ნაოჭა სისტემას შორის განვითარებული ფლექსურული საფეხურით. როგორც ბელტზე (ოდიშის, სამურზაყანოს, გულაუთის ქვეზონები), ისე ნაოჭა სისტემის სამხრეთ ნაწილში (ამზარა-მუხურის ქვეზონა) — წებელდის მასივზე — გამოფიტული კონგლომერატების არსებობა წყალგამყოფებზე, აგრეთვე ამ კონგლომერატების ქვევით ყველაზე ქველი ტერასული საფეხურის გადაბმა ჩაუღებურ ზღვიურ ტერასათან, მდ. კელასურის ხეობაში, უფლებას გვაძლევს გამოფიტულკონგლომერატებიანი ზედაპირი ზედაპლიოცენურად ჩავთვალოთ, ხოლო ამ ზედაპირების გათვისება კონეროზიული რღვევის შედეგად მივიჩნიოთ.

J. I. MESKHIA

 MORPHO-STRUCTURAL ANALYSIS OF THE BOUNDARY BETWEEN
 THE COLCHIS INTERMONTANE DEPRESSION AND THE SOUTHERN
 SLOPE OF THE GREATER CAUCASUS

Summary

The mentioned boundary morphologically coincides with the flexural step between the Georgian Block and the Folded System. The existence of weathered conglomerates on watersheds at different altitudes on the Block (Odishi, Samurzakano and Gudauta subzones) as well as in the southern part of the Folded System (Amzara-Mukhuri subzone)—in the Tsebelda massif, and the confluence of the oldest terrace below these conglomerates with the marine Chaudian terrace in the Kelasuri valley, allows to refer the surface with weathered conglomerates to the Upper Pliocene and to explain the altitude differences of their position by conrosional faulting.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. Д. Гамкрелидзе. Путеводитель экскурсий. Тбилиси, 1965.
2. «Геология СССР», т. 10, М., 1964.
3. Дж. И. Месхиа. Уч. зап. Азерб. ун-та, № 1, 1972.
4. Дж. И. Месхиа. Сообщения АН ГССР, 63, № 1, 1971.
5. Дж. И. Месхиа. Сообщения АН ГССР, XLIX, № 1, 1968.
6. Дж. И. Месхиа. Труды Грузинского геогр. о-ва, т. XIII, 1975.
7. Н. Е. Астахов. Структурная геоморфология Грузии. Тбилиси, 1972.
8. Дж. И. Месхиа. Уч. зап. Азерб. ун-та, 1970.
9. Дж. И. Месхиа. Сообщения АН ГССР, 67, № 3, 1972.
10. П. Д. Гамкрелидзе, А. Л. Цагарели. МГК, XXIII сессия. Доклады советских геологов. М., 1968.
11. А. Л. Цагарели. МГК, XXIV сессия. Доклады советских геологов. М., 1972.

А. И. СУЛАДZE

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ОТЛОЖЕНИЙ НИЖНЕГО ПЛИОЦЕНА ИЗ ОКРЕСТНОСТЕЙ г. ЕВПАТОРИЯ

(Представлено академиком Л. Ш. Давиташвили 27.2.1976)

Отграничение миоцена от плиоцена, отнесение мэотиса к миоцену или к плиоцену, составляет предмет дискуссий.

В связи с этим совершенно понятно стремление к всестороннему освещению вопросов, касающихся евпаторийского горизонта, выделенного в 1933 г. Л. Ш. Давиташвили [1] в пределах новороссийского подъяруса и являющегося самой нижней частью поитического яруса [2].

При изучении евпаторийского горизонта, представленного в окрестностях г. Евпатория толщей оолитового известняка, мы сочли небезынтесным по мере возможности исследовать постседиментационную историю оолитов. Эта мысль возникла в результате микроскопического изучения шлифов оолитового известняка, показавшего, что вне зависимости от своего местоположения в разрезе, правда небольшой мощности, оолиты существенно не отличаются друг от друга. Тем не менее наблюдаются некоторые особенности, которые, должно быть, обусловлены их постседиментационной историей.



Рис. 1. Оолитовый песок из среднего слоя (ув. в 20 раз).

В истории осадочной породы выделяют два момента: первый — это образование самого осадка и второй — диагенез образованного

осадка. В качестве типичного примера, характеризующего минералообразование, при первом моменте упоминаются оолиты, а сам этот момент называют сингенезом [3].

В толще оолитового известняка прослеживается пачка мощностью в 1 м. Слагающую эту пачку породу из-за почти полного отсутствия цемента было бы вернее именовать оолитовым песком (рис. 1), а не оолитовым известняком, чем она, вероятно, была когда-то, судя по сохранившимся участкам породы (рис. 2).



Рис. 2. Сохранившиеся участки породы в среднем слое
(ув. в 60 раз)

Нижняя и верхняя части всей толщи сложены довольно плотно сцементированными оолитовыми известняками. Различие между ними сказывается в том, что нижние слои слагаются более мелкозернистым материалом, по сравнению с верхним, и не содержат гидроокислов железа, весьма характерных для верхней части разреза.

Нижний слой представлен оолитовым известняком со средним размером оолитов 0,1—0,3 мм. Форма оолитов и псевдоолитов варьирует от сферической до разноэллипсоидальной (рис. 3). В нижних частях разреза преобладает мелкокристаллический карбонатный цемент. Карбонат цемента, по-видимому, более поздней генерации, чем пелитоморфный карбонат, который строит оолиты и псевдоолиты. Наличие этого мелкокристаллического карбоната обусловлена плотность породы в подошве толщи. На общем фоне базального типа цементации выделяются участки, сложенные поровым типом цемента, где зерна оолитов довольно плотно соприкасаются между собой по линейным и волнистым поверхностям. Это хотя и не наблюдается во всех шлифах, все же в какой-то мере характеризует толщу в целом. Аналогичные явления известны для пород, находящихся на определенных стадиях литогенеза, и объясняются гравитационным уплотнением, взаимосвязанным с ростом температуры и давления. В данном случае нет основания считать наблюдающиеся признаки уплотнения результатом гравитационного давления, поскольку эти признаки фиксируются вертикально по всему разрезу, тем более что отложения, перекрывающие всю толщу, не должны были быть мощными. Имея в виду на-

личие этих структурных изменений, надо полагать, что при постседиментационном периоде, возможно даже на относительно ранних стадиях диагенеза, существовали условия, приведшие формирующуюся породу к вышеописанным изменениям [4].

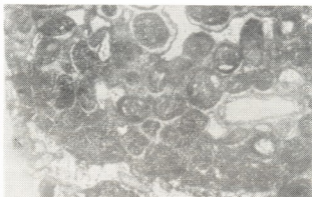


Рис. 3. Оолиты из нижнего слоя (ув. в 20 раз)

Средняя часть толщи оолитов известняка состоит из сравнительно лучше отсортированных оолитов и псевдоолитов размером в 1 мм, с базальным карбонатным цементом, а чаще без цемента. При обработке самих оолитов из этой части разреза 5% раствором уксусной кислоты было установлено, что их карбонатность свыше 97%.

Верхний слой по характеру цемента также несколько отличается от остальных. Здесь преобладающее значение приобретает крупнокристаллический кальцит, возникший, по всей видимости, несколько позднее, так как он интенсивно замещает основное пелитоморфное вещество цемента, о наличии которого можно судить по реликтовым участкам. Необходимо отметить проникновение крупнокристаллического кальцита вовнутрь оолитов. Однако оно не является повсеместным, что возможно свидетельствует об еще не полностью завершеном процессе замещения. К верхней части разреза несколько увеличивается средний размер оолитовых зерен, ухудшается степень отсортированности, появляются оолиты и псевдоолиты с тонкой инкрустационной каемкой, по составу идентичной кальциту цемента. Карбонат, заполняющий ядра оолитов и слагающий псевдоолиты, в ряде образцов в большей или меньшей степени богат примесью пелитового вещества; нередко он обогащен гидроокислами железа.

По своему строению оолиты и псевдоолиты всего разреза отличаются друг от друга — встречаются зерна как с ярко выраженным радиально-концентрическим строением, так и плохо сохранившие начальную, присущую оолитам, структуру. Имеются также оолиты и псевдоолиты со скорлуповатой структурой. Однако все эти строения оолитов мы не можем увязать с местоположением самих оолитов в разрезе.

Судя по вышесказанному, можно отметить, что порода, слагающая оолитовую толщу нижнего плиоцена в окрестностях г. Евпатория, в той или иной мере претерпела постседиментационное развитие, на что указывают наличие частично уплотненных пород, появление тесно соприкасающихся и сдавленных агрегатов и, наконец,

существенные изменения в цементирующем материале, выразившиеся в замещении пелитоморфного карбоната крупнозернистым кальцитом более поздней генерации. Рыхлость оставшегося почти без цемента слоя, расположенного между нижним и верхним хорошо цементированными слоями, мы объясняем постседиментационными и постдиагенетическими процессами. Надо полагать, что средний слой, являющийся в настоящее время совершенно рыхлым образованием, не был таковым после седиментации и диагенеза. Отсутствие цемента в рыхлом слое, видимо, является результатом процессов выщелачивания карбонатного цемента, имевших место после превращения осадка в породу.

Рассмотрение особенностей осадочных пород нижнего плиоцена позволяет подойти к решению некоторых вопросов палеобиологии и стратиграфии раннего понта. В частности, имея ясное представление об осадках, где обитали донные моллюски, подразделяющиеся на эндобионтов и эпибионтов, с большей достоверностью можно судить как об экологии этих организмов, так и о геологической истории самого бассейна.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт палеобиологии

(Поступило 27.2.1976)

ბიოლოგია

ა. სულაძე

ქ. ევპატორიის მიდამოებში გავრცელებული ქვედაკლიოცენური ნალექების ზოგიერთი თავისებურების შესახებ

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია ქვედაკლიოცენური ასაკის ოლითების პოსტსედიმენტაციური და პოსტდიაგენეტური ისტორიის საკითხები.

GEOLOGY

A. I. SULADZE

ON SOME PECULIARITIES OF THE LOWER PLIOCENE SEDIMENTS NEAR THE TOWN OF EUPATORIA

Summary

The paper deals with the history of the post-sedimentary and post-diagenetic history of oolites in the Lower Pliocene beds near the town of Eupatoria (western Crimea). An insight into these data helps the investigator in deciphering some paleobiological and stratigraphical peculiarities of the so-called Eupa'orian beds.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ლ. შ. დავითაშვილი. Информ. сб. ИГРИ, 2, 1933, 113.
2. ლ. შ. დავითაშვილი. Пробл. палеонтол., т. 2—3, 1937, 575.
3. А. Е. Ферсман. Избр. труды, т. 2, М., 1953, 37.
4. Дж. В. Чилингар, Х. Дж. Биссел и К. Х. Вольф. Диагенез и катагенез осадочных образований. М., 1971, 170.



Т. В. ДЖАНЕЛИДЗЕ, З. А. ПАИЛОДЗЕ

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГЕОЛОГИИ ПОРФИРИТОВОЙ СВИТЫ БАЙОСА НА СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ ПОГРУЖЕНИИ ОКРИБСКОГО ПОДНЯТИЯ

(Представлено академиком Г. С. Дзоенидзе 3.3.1976)

Результаты детальных геосъемочных (М 1:50 000) и специализированных геологических работ, осуществленных нами в 1973—1975 гг., а также анализ данных исследователей И. Р. Кахадзе, В. И. Зесашвили, Ш. К. Китовани, Е. К. Вахания и др., послужили основанием по-новому рассмотреть некоторые вопросы геологии порфиритовой свиты байоса на северо-западной периферии Окрибы и смежной территории Лечхума.

Нами детально изучены разрезы этих отложений по р. Цхенисцкали (между сс. Зуби и Гведи), а также бассейна среднего течения р. Риони. В разрезах выделено несколько литологических пачек, которые прослежены по простираанию и увязаны между собой как непосредственно картированием, так и применением в ряде случаев метода дешифрирования аэрофотоснимков. Кроме того, была определена найденная нами хорошо сохранившаяся фауна аммонитов.

Анализ полученной информации позволил нам выявить ряд противоречий, имеющих у предшествующих исследователей в вопросе о строении порфиритовой свиты байоса в рассматриваемом районе. Эти противоречия заключаются в следующем:

И. Р. Кахадзе [1] по р. Цхенисцкали, в окрестностях с. Опитара, на южном крыле Хвамльской антиклинали в разрезе порфиритовой свиты выделяет три биоостратиграфические зоны байоса (*Garantia garantiana*, *Witchellia romani*, *Emileia sauzei*) и допускает под вопросом присутствие и первой зоны байоса (*Witchellia laeviuscula*). Общая мощность разреза, по автору, здесь составляет до 1000 м. Он же отмечает, что в ущелье среднего течения р. Риони мощность обнаженной части порфиритовой свиты байоса составляет до 2800 м, при этом первая нижняя зона здесь не обнажена. Исходя из вышеотмеченного следует полагать, что в северо-западном направлении происходит первичное уменьшение мощности байоса.

Соглашаясь с данными И. Р. Кахадзе о наличии полного разреза байосских отложений в ущелье р. Цхенисцкали и строении южного крыла Хвамльской антиклинали, В. И. Зесашвили [2] допускает на северном ее крыле значительное увеличение мощности байосских образований, определяя ее до 5000 м.

Наличие структурных этажей юры и мела в рассматриваемом районе отмечается большинством предшествующих исследователей. По Д. А. Анджапаридзе, проводившему в 1973 г. геологическую съемку М 1:25 000, несоответствие простираания структур между названными структурными этажами по правому склону р. Цхенисцкали (сс. Опита-
 27. „გეოლოგია“, 82, № 2, 1976

ра и Гведи) составляет $70-80^\circ$, т. е. байосские отложения по простиранию почти перпендикулярны к простиранию меловых образований. Естественно, что при таких соотношениях мощности байосских образований могут казаться значительными (порядка 3—4 км) как на северном, так и на южном крыле Хвамльской антиклинали.

На самом деле геологическая ситуация в данном районе нам представляется в следующем виде:

Окрибское поднятие в пределах порфиритовой юры представляет собой антиклинорий северо-западного простирания, состоящий из ряда четко выраженных, замкнутых брахискладок, нередко с крутыми крыльями. Наиболее приподнятой частью порфиритовой свиты байоса в пределах всей Окрибы является Онченшская брахантиклиналь. В северо-западном направлении на общем фоне погружения порфиритовой свиты отмечается несколько волнообразных, неглубоких складок, имеющих ярко выраженной и значительной является Хвамльская антиклиналь, присводовая часть которой осложнена разрывами. Северные блоки разрывов приподняты, амплитуда не превышает 150 м. К северо-востоку от свода Хвамльской антиклинали, в окрестностях с. Окуреша отмечается синклиальная структура того же ранга. Далее (в том же направлении), у с. Зуби после незначительно антиклинального перегиба байосские отложения постепенно погружаются под нижнемеловыми известняками.

Южное крыло Хвамльской антиклинали слегка гофрировано, отмечаются лишь две неглубокие волнообразные складки (см. рис. 1).

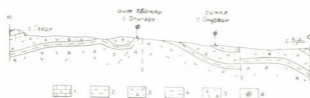


Рис. 1. 1—нижнемеловые отложения, 2—туфопесчаники, песчаники, конгломераты, глин, 3—разнообломочные туфобрекчии, 4 — толстослойные туфы и туфопесчаники, 5—разнообломочные брекчии — самые древние отложения по р. Цхенискали, 6 — места нахождения фауны

Ниже приводится сводный восходящий разрез байосских отложений по р. Цхенискали, составленный на основании детального, послойного изучения этих отложений на обоих крыльях Хвамльской антиклинали.

1. В ядре Хвамльской антиклинали (у с. Опитара, севернее моста через р. Цхенискали) обнажается пачка туфобрекчии роговообманково-лабрадоровых порфиритов с редкими покровами того же состава; размер обломков колеблется в широком диапазоне — от нескольких сантиметров до 1,5 м. Отмечается ряд гидротермально измененных зон. Мощность обнаженной части 100 м.

2. Чередование толсто- и среднеслойных туфопесчаников и граувакковых песчаников с редкими пачками тонкослойных глинистых песчаников, содержащих материал внутрiformационного размыва байосских отложений и в малом количестве кварц и чешуйки биотита. В самой нижней части пачки, на южном крыле Хвамльской антиклинали

найдена фауна *Parkinsonia sybarietes* Weiz. и множества *Parkinsonia* sp. (огр. В. И. Зесашвили, Т. А. Пайчадзе), относящаяся к верхам верхнего байоса 80 м.

3. Толща массивных пород, состоящая из чередования туфобрекчий и покровов (от 1 до 40 м) авгит-лабрадоровых, реже роговообманково-лабрадоровых порфиритов; породы частично альбитизированы и пелитизированы. В верхней части толщи появляются гиперстеновые базальты (видимый Н=50 м). Характерны сильная трещиноватость, наличие гидротермально измененных зон, широкое развитие барит-кальцитовых жил, пиритизированных и лимонитизированных зон, реже полиметаллических рудопроявлений 600—700 м.

4. Чередование средне- и толстослоистых туфопесчаников, микробрекчий аргиллитов. В верхней части (у с. Окурешки) в восходящем порядке отмечаются конгломераты, глины и тонкослоистые, слюдистые песчаники, обогащенные линзочками угля. В основании пачки, в аргиллитах содержится фауна *Parkinsonia cf. orbignyana* Weiz., *Nannolytoceras* sp. ind., *parkinsonia* sp. и др. (огр. Т. А. Пайчадзе), определяющая возраст как верхний байос-баг 100—150 м

Пачка 4 слагает примульдовую часть Окурешской синклинали, а антиклинальный перегиб севернее этой синклинали (у с. Зуби) слагается образованиями пачки 3 приведенного разреза.

Все описанные пачки, за исключением пачки 4, представлены и на южном крыле Хвамльской антиклинали. Пачка 4 на южном крыле данной структуры или перекрыта делювием, или же, что более вероятно, смыта верхнеюрской и нижнемеловой трансгрессиями.

Выделенные нами по р. Цхенисцкали маркирующие горизонты картированием были коррелированы с аналогичными горизонтами бассейна среднего течения р. Риони, где стратификация их несколько облегчена присутствием батских отложений. Из приведенного разреза видно, что по р. Цхенисцкали, где под фаунистически охарактеризованными слоями (верхи верхнего байоса) обнажена лишь 100-метровая пачка туфобрекчий, не вскрыты даже нижние горизонты верхнего байоса, не говоря уже о нижнем байосе. Присутствие здесь более древних образований исключается и тем, что байосские образования по ущ. р. Цхенисцкали расположены на северо-западном погружении Окрибского поднятия. Весь обнаженный разрез байоса по р. Цхенисцкали соответствует самым верхним горизонтам верхнего байоса по р. Риони.

На основании вышеизложенного можно прийти к следующим выводам: р. Цхенисцкали, в пределах рассматриваемого района вскрывает лишь верхнюю часть верхнего байоса; Хвамльская антиклиналь, в ядре которой обнажаются отложения верхнего байоса, является симметричной складкой, на обеих крыльях которой мощность вскрытой части верхнего байоса составляет 1000—1200 м; нет оснований предполагать первичное уменьшение мощностей байосских отложений на северо-западном погружении Окрибского поднятия; наоборот, надо полагать ее увеличение, тем более что в этом направлении в верхах верхнего байоса вулканизм становится более интенсивным; несоответствие простирающихся структурных элементов байоса и мела, исходя из

замеров элементов залегания пород, по нашим данным, составляет не более 15—20°, что соответствует общей геологической ситуации данного района.

Кавказский институт
 минерального сырья

(Поступило 5.3.1976)

გეოლოგია

თ. ჯანელიძე, ზ. ფაილოძე

ახალი მონაცემები ოკრიბის ამოწვევის ჩრდილო-დასავლეთი
 დაძირვის ზოლის ბაიოსურის კორფირიტული წყების გეოლოგიის
 შესახებ

რეზიუმე

მდ. ცხენისწყლის შუა წელის ბაიოსური პორფირიტული წყება ახალი მონაცემებით თარიღდება ზედაბაიოსურის ზედა ნაწილად. ზვამლის ანტიკლინი სიმეტრიული ნაოჭია და ბაიოსურის სიმძლავრე მის ფრთებში 1000—1200 მეტრს არ აღემატება. ცარცული და იურული სტრუქტურული ელემენტების მიმართებათა შორის უთანხმოებაა 15—20°.

GEOLOGY

T. V. JANELIDZE, Z. A. PAILODZE

NEW DATA ON THE GEOLOGY OF THE BAJOCIAN PORPHYRITIC
 SUITE OF THE NORTH-WESTERN SUBMERSION ZONE OF THE
 OKRIBA UPLIFT

Summary

According to new data the Bajocian porphyritic suite of the middle course of the Tskhenistskali river is dated to the upper part of the Upper Bajocian. The Khvamli anticline is a symmetrical fold, the thickness of the Bajocian in both flanks being 1000-1200 m. The inconsistency between the Cretaceous and Jurassic structural trends is 15° to 20°.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Р. Кахадзе. Труды Геол. ин-та, сер. геол., т. III (VIII). Тбилиси, 1947.
2. В. Зесашвили, Е. Николаишвили. Изв. Геол. о-ва Грузии, т. VIII, вып. 1, 2, 1973.



Г. Д. АНАНИАШВИЛИ, Х. Н. ПУРЦЕЛАДЗЕ

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТАРХАНСКИХ
 ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНОЙ ГРУЗИИ (РАЧИНСКО-ЛЕЧХУМСКАЯ
 СИНКЛИНАЛЬ)

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 22.10.1975)

Палинологическим методом тарханские отложения Грузии до настоящего времени не изучались. Поэтому каждый разрез, изученный с этой точки зрения, имеет немаловажное значение.

Для палинологических исследований мы выбрали два разреза в Западной Грузии, охарактеризованные богатым комплексом моллюско-вой фауны и фораминифер.

Разрез у с. Бардиала. В Рачинско-Лечхумской синклина-
 ли [1] тарханский региоярус встречается как в глубоководной, так и в мелководной фациях. Полный и палеонтологически убедительно датированный разрез описан [2] в окр. с. Бардиала (Цагерский район, бассейн р. Цхенисцкали). Здесь выше фаунистически охарактеризованных коцахурских песчаников согласно залегает 24-метровая пачка темно-серых карбонатных песчаных глин с пластами тонкозернистых плотных желтоватых песчаников. Фауна встречается по всей мощности пачки и приурочена в основном к песчаным глинам. Здесь найдены: *Nucula nucleus* L., *Leda subfragilis* R. Höern., *L. fragilis* Chemn., *Arca turonica odichensis* Anan. subsp. nov., *Pteria mira* Zhizh., *Pseudomussium* Reuss, *Ostrea cochlear* Poli, *Modiolus hoernesii* Reuss, *Thyasira flexuosa* (Mont.), *Cardium centumpanicum* Andrus., *Pitar islandicoides* Lam., *Rzehakia socialis* (Rz.), *Abra parabilis* Zhizh., *Hiatella arctica* L., *Corbula gibba* Ol., *Cuspidaria cuspidata* Cl., *Piramidella mitrula* Bast., *Turbonilla brevis* Reuss, *Polinices helicina* Brocc., *Aporrhais pes-pellicani* L., *Nassa tamanensis* David., *Calyptraea chinensis* L., *Spiratella tarchanensis* Kittl., *Quinqueloculina aff. boueana* d'Ord., *Q. boueana plana* O. Djan., *Q. boueana levis* O. Djan., *Sigmoilina tenuis* (Czjzer), *S. mediterraneanensis* Bogd., *S. tenuis tarchanensis* O. Djan.

Стратиграфически выше залегает мощная (около 400 м) толща чокракского возраста.

На основе вышперечисленных форм вмещающие их отложения несомненно являются тарханскими, поскольку среди них встречаем такие характерные виды, как *Nucula nucleus* L., *Pseudamussium denudatum* Reuss, *Ostrea cochlear* Poli, *Modiolus hoernesii* Reuss, *Piramidella mitrula* Bast., *Turbonilla brevis* Reuss, *Polinices helicina* Brocc., *Aporrhais pes-pellicani* L., *Nassa tamanensis* David.

Разрез у с. Чалистави по ущ. р. Намкашурн. Описан в северной части упомянутой выше синклинали. На правом берегу р. Намкашурн, выше с. Чалистави (Цагерский район, бассейн р. Цхенисцкали) над толстослоистыми песчаниками коцахурского региояруса согласно залегает пачка, представленная слабокарбонатными желтоватыми глинистыми песчаниками со *Spiratella* (около 10 м). Выше следует чередование темно-серых сильно карбонатных глин и глинистых песчаников. Богатая фауна сосредоточена в основном в средней и верхней частях и представлена следующими видами: *Nucula nucleus* L., *Leda subfragilis* R. Hoern., *L. fragilis* Chem., *Chlamys domgeri* Mikl., *Pseudamussium denudatum* Reuss, *Ostrea cochlear* Poli, *O. gryphoides* Schloth., *Abra parvibilis* Zizh., *Turbonilla brevis* Reuss, *Polinices helicina* Bracc., *Aporrhais pes-pellicani* L., *Nassa tomanensis* David., *N. restitutiana* Font. и др. Среди этой фауны немало руководящих форм тарханского региояруса, на основе которых твердо установлен возраст вмещающих пород [3].

Выше согласно следуют песчано-глинистые мощные (350—400 м) отложения чокрака.

Послойное палинологическое исследование описанных разрезов выявило пыльцу и споры следующих растений (в %): *Sphagnum* (до 0,6), *Selaginella* (0,5—2,1), *Ophioglossum* (до 1), *Osmunda* (1,9), *Lygodium* (1—2), *L. japonicum* (Thbg.) Sw. (0,5), *Anemia* (0,9—2,1), *Mohria* (до 0,6), *Gleichenia* (0,6—9), *Hymenophyllum* (1,9), *Dicksonia unitotuberata* Purc. (0,5—1,9), *D. antarctica* A. Br., (0,9), *Cibotium guriensis* Purc. (до 1), *Cyathea* (1,3—6,2), *Pteris cretica* L. (0,9—9), *Pteris* (до 5,1), *Anogramma* (до 0,9), *Cystopteris* (до 0,6), *Polypodium* (0,5—1,2), *Leiotriletes* (0,9—2,1), Filicales gen. ind. (2,1), *Abies* (1—3,4), *Picea* (2—5,5), *Cedrus* (0,6—4,1), *Pinus* (1,8—33,3) *Cryptomeria japonica* D. Don. (до 1,8), *Taxodiaceae* (1,4—4), *Podocarpus* (0,5—4,2), *Myrica* (5,5—15,7), *Comptonia* (1,9—9,4), *Pterocarya* (14—10,6), *Juglans* (1,5—6,7), *Platycarya* (0,9—2,9), *Carya* (1,4—4,1), *Engelhardtia* (4—20,8), *Alnus* (2—31,5), *Betula* (1—5,5), *Ostrya* (до 0,5), *Carpinus* (1,3—6,2), *Corylus* (1,3—4,3), *Castanea* (до 0,5), *Castanopsis* (0,9—1,5), *Quercus* (0,5—4), *Ulmus* (1,3—7,5), *Celtis* (1,4—4,2), *Morus* (до 3,7), *Moraceae* (1,3—9,2), *Ficus* (до 1), *Chenopodiaceae* (0,9—4,2), *Lauraceae* (до 2), *Nuphar* (до 1), *Liquidambar* (0,5—1), *Rosaceae* (0,9—2), *Acer* (до 1,5), *Sapindaceae* (1—1,9), *Staphyleaceae* (до 1,9), *Tilia* (0,6—2,1), *Elceagnaceae* (0,6—8,1), *Myrtaceae* (1—1,8), *Cornus* (до 0,5), *Umbelliferae* (до 0,6), *Sapotaceae* (0,9—1), *Symplocaceae* (1,9—2,7), *Oleaceae* (до 1,4), *Viburnum* (до 1,8), *Typha* (до 0,5).

В палинологических спектрах господствуют представители покрытосеменных древесных растений *Engelhardtia*, *Myrica*, *Alnus*, *Ulmus*, *Pterocarya*, *Juglans*, *Moraceae*.

Среди голосеменных доминирует пыльца сем. *Pinaceae* (главным образом *Pinus*). Значительна роль папоротников *Gleichenia*, *Polypodium*, *Pteris*, меньше—*Lygodium*, *Dicksonia*, *Anemia*, *Cyathea*.

Характерно постоянное присутствие пыльцы термофильных растений: *Ficus*, *Myrtaceae*, *Magnoliaceae*, *Symplocaceae*, *Sapotaceae*, *Lauraceae*.

Таким образом, выявленный палинологический комплекс отражает лесную растительность, в составе которой, наряду с теплоумеренными листопадными формами, значительную роль играли вечнозеленые теплолюбивые листовые растения, придающие флоре совместно с множеством различных папоротников термофильный характер.

Имеющиеся данные не дают возможности выяснить, существовали ли в это время смешанные леса с листопадными и вечнозелеными породами или же в зависимости от рельефа суши отдельные экологические группировки (листопадные леса в горах и вечнозеленые на более теплых участках суши). Надо полагать, что совместное нахождение низовой растительности с горными формами не исключает возможности существования вертикальной зональности растительного покрова. Более детально этот вопрос будет освещен в процессе дальнейших исследований.

Академия наук Грузинской ССР
Геологический институт

(Поступило 12.3.1976)

პალეონტოლოგია

ბ. ანანიშვილი, ხ. ფურცელაძე

დასავლეთ საქართველოს (რაჭა-ლეჩხუმის სინკლინის) თარხნული ნალექების პალეონტოლოგიური დახასიათება

რეზიუმე

დასავლეთ საქართველოს თარხნული ნალექების პალეონტოლოგიური შესწავლის შედეგად გამოვლენილია მცენარეულობა, რომელიც გამოირჩევა თბილისის ზომიერი ცვენადფოთლოვან ხე-მცენარეთა სიუხვით. გარდა ამისა, მნიშვნელოვნად არიან გავრცელებულნი მარადმწვანე სითბოსმოყვარე სუბტროპიკულ ხე-მცენარეთა წარმომადგენლები და გვიმრები.

PALAEONTOLOGY

G. D. ANANIASHVILI, Kh. N. PURTSELADZE

PALYNOLOGICAL FEATURES OF TARKHANIAN DEPOSITS OF WESTERN GEORGIA (RACHA-LECHKHUMI SYNCLINE)

Summary

A detailed palynological investigation of Tarkhanian deposits in Western Georgia revealed a rich forest flora in which, along with multiple representatives of temperate deciduous plants, ancient ferns and evergreen subtropical forms played an important role.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. И. Джанелидзе, Геологические наблюдения в Окрибе. Тбилиси, 1940.
2. ბ. ანანიშვილი, საქ. სსრ. მეცნ. აკად. გეოლ. სპ. მოამბე, ტ. 2, ნაკვ. 2, 1961.
3. Г. Д. Ананишвили, АН СССР, сер. геол., т. XIV (XIX), 1964.



УДК 563.125.5(479.22)

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

Н. Ш. САЛУКВАДЗЕ

НЕКОТОРЫЕ ПРЕДСТАВИТЕЛИ НУММУЛИТОВ ИЗ
ВЕРХНЕЭОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОКРЕСТНОСТЕЙ
с. КАЛДАХВАРА (ЗАПАДНАЯ ГРУЗИЯ)

(Представлено академиком И. В. Качаравა 28.1.1976)

Мнения исследователей о стратиграфическом положении лиролеписового горизонта, пользующегося довольно широким развитием на территории Грузии, расходятся. Основная причина трудности установления его возраста заключается, очевидно, в том, что образования этого горизонта далеко не всегда содержат характерные ископаемые организмы. Во время изучения эоценовых отложений в северной части с. Калдахвара, на левом берегу р. Бзыби, нами в верхних слоях указанного горизонта, а также в нижней части залегающих выше верхнефораминиферовых мергелей была найдена нуммулитовая фауна, позволяющая, по нашему мнению, определить возраст вмещающих их пород как верхний эоцен.

Nummulites chavannesi de la Harpe, 1877

Nummulites Bouillei var. *Rüttimeyeri*: [1], табл. VI, фиг. 5—10. *Nummulites chavannesi*: [1], табл. VI, фиг. 22—41; [2], стр. 163—164, табл. XXX, фиг. 12—18; [3], стр. 37—39; [4], стр. 239—240, табл. 1, фиг. 7, 25, 30, 35; [5], стр. 129, табл. VIII, фиг. 9; [6], стр. 173—175, табл. X, фиг. 1, 12, 13, табл. XIII, фиг. 10, табл. XV, фиг. 14; [7], стр. 37—38, табл. I, фиг. 5—9; [8], стр. 19, табл. II, фиг. 7—17; [9], стр. 154—155, табл. II, фиг. 9—12; [10], стр. 65—68, табл. XIII, фиг. 1, 2; [11], стр. 30—31, табл. IX, фиг. 3, 4; [12], стр. 71—72, табл. VI, фиг. 5—7, табл. VII, фиг. 1—3; [13], стр. 228—229, табл. XXXI, фиг. 1—15. *Nummulites rutimeyeri*: [2], стр. 162—163, табл. XXX, фиг. 9—11; [5], стр. 129, табл. VIII, фиг. 10; [7], стр. 38—39, табл. I, фиг. 10, 11.

Мегасферическая форма (А)

фиг. 1—3

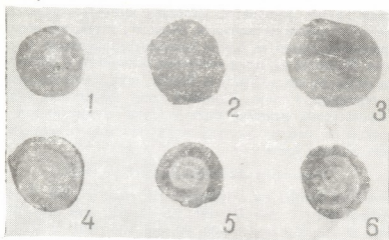
Внешние признаки. В центральной части раковины имеется хорошо выраженный бугорок, от которого отходят радиальные слабо-изогнутые перегородочные линии. Край раковины заостренный, иногда слегка притупленный.

Внутреннее строение. В экваториальном разрезе видна правильно и равномерно раскручивающаяся спираль. Спиральная пластинка тонкая. В последнем обороте ее толщина равна $1/6$ — $1/7$ части

высоты соответствующего спирального канала. Шаг спирали растет довольно быстро. Перегородки в спиральном канале распределены почти равномерно. Они тонкие, в нижней части прямые. По отношению к спиральной пластинке предыдущего оборота перегородки перпендикулярны или слегка наклонны. В верхней части перегородки изгибаются и образуют острый верхний задний угол. Камеры высокие, близкие к прямоугольным в основании и слабо серповидные в верхней части.

Размеры. Диаметр раковины 2,1—2,8 мм, толщина 1,1—1,5 мм. Три оборота приходятся на радиус 1,1—1,2 мм. Величина центральной камеры 0,1—0,175 мм, мегасферы 0,15—0,225 мм. Число перегородок в 1/4 первого оборота 2—3, второго 4—5, третьего 6.

Сравнение. От типичных египетских мегасферических форм грузинские экземпляры отличаются меньшими размерами и меньшим числом оборотов.



Фиг. 1—3. *Nummulites chavannesi* ($\times 10$). форма А. 1, 2—вид поверхности, 3—экват. разр. Фиг. 4—6. *Nummulites incrassatus* ($\times 10$). форма А, экват. разр.

Возраст и распространение. Широко распространен в верхнеэоценовых отложениях ряда стран Европы и Северной Африки. В СССР найден в верхнем эоцене Карпат, Кавказа и др.

Местонахождение, с. Калдахвара.

Nummulites incrassatus de la Harpe, 1883

Nummulites vasca var. *incrassata*: [1], табл. VII, фиг. 27, 28. *Nummulites boucheri* var. *incrassata*: [1], табл. VII, фиг. 52—59. *Nummulites incrassatus*: [3], стр. 32—34; [4], стр. 237—238, табл. I, фиг. 4—6, 9—11, 18, 19, 36; [5], стр. 126—127, табл. VIII, фиг. 1; [14], стр. 11, табл. I, фиг. 18; [6], стр. 169—171, табл. V, фиг. 7, 8, 10—12, табл. VIII, фиг. 13, табл. X, фиг. 2, 4—6, табл. XIV, фиг. 10—12; [15], стр. 143—147, табл. I, фиг. 1—6; [7], стр. 36—37, табл. I, фиг. 1—4; [8], стр. 18, табл. II, фиг. 1—6; [16], стр. 4—6, табл. I, фиг. 1, 2, 5; [17], стр. 92—93, табл. VIII, фиг. 5—8; [18], стр. 39, табл. I, фиг. 11; [13], стр. 220



—224, табл. XXIX, фиг. 8—18, табл. XXX, фиг. 1—5. *Nummulites boucheri*: [5], стр. 127, табл. VIII, фиг. 11. *Nummulites incrassatus ramondiformis*: [15], стр. 147—153, табл. I, фиг. 7—12. *Nummulites incrassatus incrassatus*: [12], стр. 66—70, табл. V, фиг. 10—12, табл. VI, фиг. 1—3; [19], стр. 48—50, табл. I, фиг. 5.

Мегасферическая форма (А)

фиг. 4—6

Внешние признаки. Раковина малой величины, чечевицеобразной формы. Край раковины слабо округлый. В центре иногда наблюдается небольшое светлое пятно. На поверхности имеются радиальные, слабоизогнутые, перегородочные линии.

Внутреннее строение. В экваториальном разрезе видна правильно или почти правильно завитая спираль. Шаг спирали возрастает медленно и равномерно. Толщина спиральной пластинки растет от центра к периферии. Она равна $1/3$ — $1/5$ части высоты соответствующего спирального канала. Перегородки, по сравнению со спиральной пластинкой, тонкие. Они слабо наклонны, в верхней части изогнуты. Верхний задний угол заострен. Перегородки в спиральном канале распределены почти равномерно. Высота камер больше длины. Мегасфера состоит из двух камер. Протокоих округлый, дейтероих полулунной формы.

Размеры. Диаметр раковины 1,9—2,3 мм, толщина 1,0—1,1 мм. Три оборота приходится на радиус 1,0—1,2 мм. Величина центральной камеры 0,125—0,2 мм, мегасферы 0,175—0,25 мм. Число перегородок в $1/4$ первого оборота 2—3, второго 4, третьего 5—6.

Сравнение. Этот вид обнаруживает сходство с *N. atacicus* и *N. globulus*. От последнего отличается большими размерами и менее сжатой спиралью, от *N. atacicus* — меньшим размером центральной камеры, меньшими размерами раковины.

Возраст и распространение. *N. incrassatus* был найден в верхнем эоцене Франции, Швейцарии, Болгарии, Польши, Армении, Крыма и др. Первые представители этого вида появляются в конце среднего эоцена. Он описан также из олигоценовых отложений.

Местонахождение. с. Калдахвара.

Академия наук Грузинской ССР
Геологический институт

(Поступило 29.1.1976)

გეოლოგია

ბ. სალუჰვაძე

ნუმულიტების ზოგიერთი წარმომადგენელი ს. კალდახვარის
(დასავლეთი საქართველო) მიდამოების ზედაოცენური
ნალექებიდან

რეზიუმე

აღწერილია ნუმულიტების ზოგიერთი წარმომადგენელი — *Nummulites chavannesi* de la Harpe და *Nummulites incrassatus* de la Harpe ს. კალდახვარის მიდამოების ზედაოცენური ნალექებიდან.

N. Sh. SALUKVADZE

 SOME NUMMULITES FROM THE UPPER EOCENE DEPOSITS OF
 THE KALDAKHVARA ENVIRONS (WESTERN GEORGIA)

Summary

The description is given of *Nummulites chavannesi* de la Harpe and *Nummulites incrassatus* de la Harpe from the Upper Eocene deposits of the environs of the village of Kaldakhvara (Western Georgia).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ph. de la Harpe. Mem. Soc. Paleontol. Suisse, X, 1883.
2. Ph. de la Harpe. Palaeontographica, 30, 1883.
3. J. Boussac. Etudes paleontologiques sur le Nummulitique Alpin. Paris, 1911.
4. Л. А. Иванов. Спич. Българ. геол. Друж., год XIV, кн. 3. София, 1943.
5. И. В. Качарова. Труды ГИНа АН ГССР, сер. геол., IV (IX), 1948.
6. Г. И. Немков. Материалы по биостратиграфии западных областей Украинской ССР. М., 1955.
7. Э. Белмустаков. Изв. Геол. ин-та Българ. АН, кн. 6, София, 1958.
8. Э. Белмустаков. Ископаемая фауна Болгарии, 6, Палеоген. София, 1959.
9. М. В. Ярцева. Сб. «Палеогеновые отложения Юга Европейской части СССР». М., 1960.
10. Н. Н. Бархатова, Г. И. Немков. Крупные фораминиферы Мангышлака и Северного Приаралья и их стратиграфическое значение. Л.—М., 1965.
11. Б. Ф. Зернецкий. Труды Ин-та геол. наук АН УкрССР, сер. страт. и палеонт., вып. 42, 1962.
12. F. Bieda. Duze otwornice eocenu tatranskiego. t. XXXVII, Warszawa, 1963.
13. Г. И. Немков. Нуммулитиды Советского Союза и их биостратиграфическое значение. М., 1967.
14. L. Doucieux. Ann. geol. Serv. Mines, 13, Paris, 1948.
15. E. Lanterno, V. Roveda. Arch. Sci. Geneve, 10, № 2, 1957.
16. С. М. Григорян. Изв. АН АрмССР, геол. и геогр. науки, XIII, № 3—4, 1960.
17. Г. И. Немков, Н. Н. Бархатова. Труды Геол. музея им. А. П. Карпинского АН СССР вып. V, 1961.
18. Т. А. Мамедов. Изв. АН АзССР, сер. геол.-геогр. наук, № 5, 1965.
19. M. Vanova. Nummulites from the area of Bojnice... Zap. Karpaty, 17, Bratislava, 1972.

Т. А. ЧУБИНИДЗЕ, С. Г. ДЖАПАРИДЗЕ, Д. А. РУХАДЗЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМООБРАБОТАННОГО ТКИБУЛЬСКОГО КАМЕННОГО УГЛЯ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 13.2.1976)

При изыскании новых видов углеродистых восстановителей, предназначенных для производства ферросплавов, следует исходить из специфики технологического процесса плавки в рудотермических печах. Поэтому требуется получение материалов, характеризующихся главным образом высоким электросопротивлением и реакционной способностью. Реакционная способность углеродистого восстановителя, в свою очередь, зависит от химической активности, определяемой характером внутривулканистического строения. Последнее связано с обеспечением широкого доступа газа к его внутренней структуре, что обуславливает более высокую скорость процесса восстановления.

В настоящей статье приведены результаты исследований по определению реакционной способности, истинной и кажущейся плотности и пористости термообработанного ткибульского некоксуемого мало-метаморфизованного каменного угля [1].

Для сравнения были изучены аналогичные свойства коксика, применяемого на Зестафонском заводе ферросплавов, и ангарского полукокса. Технический анализ и химический состав золы исследуемых материалов приводится в табл. 1.

Таблица 1

Технический анализ и химический состав золы углеродистых восстановителей

№ п/п	Наименование материалов	Технический анализ				Химический состав золы					
		Wp	Ac	Vr	Sобщ	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	P
1	Ангарский полукокс	5,3	27,0	5,6	0,91	73,89	13,58	1,13	1,25	9,09	0,04
2	Термообработанный при 600°C ткибульский уголь	3,3	50,3	8,0	1,90	52,32	29,30	3,05	1,50	9,20	0,06
3	Термообработанный при 800°C ткибульский уголь	2,3	54,10	5,80	1,80	52,25	29,40	3,70	1,50	9,10	0,05
4	Коксик	10,0	10,9	2,6	1,60	37,75	27,01	5,36	1,75	27,20	0,17

Реакционная способность изучаемых восстановителей определялась по ГОСТу 10089—62, истинная плотность — пикнометрическим методом, а кажущаяся — парафинированием образца, общая пористость — как отношение разности истинной и кажущейся плотностей к истинной плотности.

Однако определение общей пористости не дает правильного представления о структуре углеродистого материала, так как в зависимости от характера распределения объема пор по их крупности они могут иметь различную поверхность при одинаковой величине общей пористости [2].

Пористое строение углеродистых материалов определялось ртутнопорометрическим методом на установке ПА-3М1 в Институте металлургии АН ГССР [3]. Ртуть при заполнении объема пор преодолевает сопротивление силы, которая численно равна величине произведения периметра поры на поверхностное натяжение ртути и косинус угла смачивания.

При измерении радиуса пор углеродистых восстановителей поверхностное натяжение ртути принималось равным 470 дин/см^2 , а краевой угол смачивания 142° [4]. Результаты исследований представлены в табл. 2.

Таблица 2

Характеристика углеродистых восстановителей

№ п/п	Наименование материалов	Плотность г/см^3		Общая пористость, %	Реакционная способность, мл/г-сек	Объем пор V , $\text{см}^3/\text{г}$	Поверхность пор, S , $\text{м}^2/\text{г}$
		истинная	кажущаяся				
1	Ангарский полукокс	1,820	0,820	55,0	9,8	1,01	500
2	Термообработанный при 600°C ткибульский уголь						
3	Термообработанный при 800°C ткибульский уголь	1,852	0,832	56,1	8,5	0,40	276
4	Коксик	1,535	0,845	56,0	6,0	0,26	180
		1,9.6	0,856	57,7	1,5	0,16	116

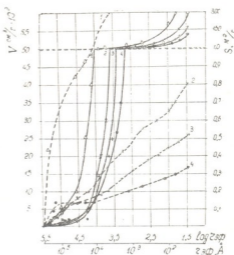
Из табл. 2 видно, что реакционная способность термообработанного (как при 600°C , так и при 800°C) ткибульского угля выше, чем коксика. Наблюдаемые закономерности обусловлены особенностями строения исходного угольного материала и его пиролиза. С повышением степени метаморфизма каменных углей адсорбционная способность и химическая активность достигают минимальных значений у средних членов ряда углей жирных и коксовых.

С другой стороны, увеличение плотности структуры вещества — кокса из углей жирных и коксовых в связи с большей их спекаемостью приводит к увеличению электропроводности и снижению реакционной способности кокса. Чем меньше спекаемость углей, тем менее плотным становится контакт между остаточным материалом исходных угольных зерен или микрокомпонентов в пределах одного зерна и, следовательно, тем больше дефектов в структуре вещества — кокса и тем выше его реакционная способность и электросопротивление. Коксование неспекающихся углей (как газовых, так и тощих, петрографически неоднородных), к которым, в частности, относятся ткибульские угли, обеспечивает получение углеродистых восстановителей с менее упорядоченной пористой структурой. Это позволяет добиться повышенных показателей химической активности и электросопротивления материала.

На рис. 1 представлены порограммы исследованных углеродистых восстановителей. Ввиду большого диапазона крупности измеряемых проб графики построены в полулогарифмическом масштабе.

Как видно из рис. 1, объем и удельная поверхность пор термообработанного (600—800°C) ткибульского угля намного выше, чем коксика. Увеличение внутренней поверхности у слабоспекающихся и неспекающихся углей обусловлено возрастанием пористости и микроотрещиноватости, возникшей при дегазации и усадке в процессе метаморфизма. Неоднородность петрографического состава и твердофазное протекание процесса поликонденсации при термической обработке ткибульских углей обуславливают меньшую возможность образования упорядоченной структуры восстановителя, что способствует повышению его реакционной способности, пропорционально связанной с удельной поверхностью микро- и переходных пор. Следовательно, углеродистые восстановители, которые характеризуются развитой пористостью в области как микропор, так и переходных пор, обеспечивают доступ реагирующих газов в их внутреннюю поверхность, что явствует из кривых, приведенных на рис. 1. Коксик харак-

Рис. 1. Распределение по эффективным радиусам объема (пунктирные линии) и поверхности (сплошные линии) пор: 1—ангарский полукокс, 2 — термообработанный уголь (600°C), 3—термообработанный уголь (800°C), 4 — Кокс



теризуется более развитой макропористостью в области выше 10^4 Å, чем термообработанный уголь. Но он уступает последнему в реакционной способности (табл. 2) из-за пониженного значения микро- и переходных пор (рис. 1). В отличие от коксика и термообработанного угля, ангарский полукокс характеризуется развитой пористостью (особенно микро- и переходных пор), поэтому по реакционной способности он превосходит как коксик, так и термообработанный уголь.

Таким образом, термообработанный некоксующийся высокозольный ткибульский каменный уголь отличается более высокими показателями по реакционной способности и пористости, чем коксик. Учитывая также высокое электросопротивление нового вида углеродистого восстановителя (в 10 раз больше, чем у коксика), его можно рекомендовать взамен коксика при выплавке ферросплавов и особенно кремнеалюминиевых сплавов, так как зола угля содержит в основном окислы кремния и алюминия и его применение частично или полностью позволит исключить из шихты указанных сплавов кремнезем и глиноземсодержащие материалы.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт металлургии

(Поступило 13.2.1976)

თ. ჩუბინიძე, ს. ჯაპარიძე, დ. რუხაძე

თერმულად დამუშავებული ტყიბულის ქვანახშირის ფორმირების
 ხარისხობრივი მაჩვენებლის გამოკვლევა

რეზიუმე

შევისწავლეთ თერმულად დამუშავებული ტყიბულის ქვანახშირის რეაქციის უნარიანობა, ფორიანობა, ქეშმარიტი და მოჩვენებითი ხვედრითი წონა. დავადგინეთ, რომ თერმულად დამუშავებულ ტყიბულის ნახშირს აქვს 5-ჯერ მეტი რეაქციისუნარიანობა, 3-ჯერ მეტი ფორების მოცულობა და 2,5-ჯერ მეტი ფორების ზედაპირი, ვიდრე კოქსს.

METALLURGY

T. A. CHUBINIDZE, S. G. JAPARIDZE, D. A. RUKHADZE

INVESTIGATION OF SOME QUALITATIVE PROPERTIES OF
 THERMALLY TREATED PIT COAL OF TKIBULI

Summary

The reactivity, porosity and real apparent density of thermally treated pit coal of Tkibuli were studied.

Thermally treated Tkibuli coal was found to have reactivity 5 times, pore volume 3 times, and pore surface 2.5 times higher than in coke.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. T. A. Чубинидзе, А. Ю. Арсенишвили, С. Г. Джапаридзе и др. Сб. статей «Технический прогресс электрометаллургии марганцевых и кремнистых ферросплавов». Днепропетровск, 1975.
2. К. К. Шкодин. Труды ЛПИ, № 225, 1964.
3. М. А. Кекелидзе, Д. А. Рухадзе. Груз. НИИТИ, Metallurgia, № 4, 1973.
4. Т. Г. Плаченков. Ртутная порометрическая установка П-3М-1. М., 1966.



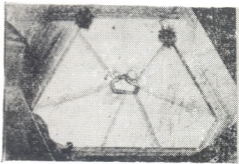
Н. А. ШАМБА

МОРФОЛОГИЯ ОБРАЗОВАНИЙ НА МОНОКРИСТАЛЛАХ КРЕМНИЯ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 22.12.1975)

На поверхности «свободно» застывающего расплава кремния высокой чистоты (99,999 ат.%) при отсутствии шлака на зеркале расплава, малой скорости охлаждения и незначительных температурных градиентах между центром объема расплава и стенками тигля возникают единичные монокристаллы. Такие индивидуумы обычно имеют форму гексагональных пластинок с зеркально гладкой поверхностью (111) (рис. 1).

Рис. 1. Микрофотография верхнего гексагонального основания усеченной пирамиды — монокристалла кремния, образованного на поверхности расплава, X80



Часто монокристаллы имеют значительную высоту и представляют собой пирамиды с усеченными вершинами (рис. 2). При этом пирамиды с нижним основанием гексагональной формы имеют верхнее основание тригональной формы и наоборот. Основание в обоих случаях представляет собой выход плоскости (111). Неусеченные пирамиды с гексагональным основанием (рис. 3) имеют на поверхности



Рис. 2. Микрофотография усеченной пирамиды — монокристалла кремния, образованного на поверхности расплава, X80

шесть ребер и напоминают природные додекаэдронды алмаза [1]. Встречаются также пирамиды с прямоугольным основанием. На усеченных пирамидах такого вида верхнее основание — выход плоскости (110).

На рис. 4 приведена микрофотография тригональной монокристаллической пластинки с незаконченным процессом формирования. Из снимка очевидны анизотропия распределения скоростей роста и неидентичность механизма формирования ее сторон, чем, по всей вероятности, объясняется часто встречающееся наличие на поверхности тригональных и гексагональных монокристаллов шести пересекающихся в центре «рубцов» (рис. 1).



Рис. 3. Микрофотография монокристалла кремния, образованного на поверхности расплава, X80



Рис. 4. Микрофотография верхнего основания усеченной пирамиды — монокристалла кремния, образованного на поверхности расплава, X80

Три таких «рубца» перпендикулярны сторонам треугольной пластинки (или гексагональной), а три являются медианами ее углов. Соответственно структуры «рубцов» обоих типов отличаются между собой.

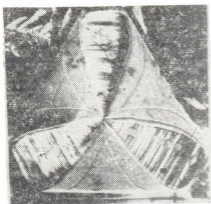


Рис. 5а. Микрофотография верхнего гексагонального основания монокристаллической пирамиды, образованной на поверхности расплава, X80

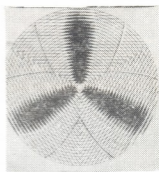


Рис. 5б. Схема сочетания чередующихся концентрических окружностей и треугольников

На поверхности рассматриваемых монокристаллов встречаются образования в виде сходящегося трилистника (рис. 5а). Интересно, что

подобную фигуру можно получить как сосредоточие мест пересечения систематическими чередующимися концентрическими треугольниками, смещенными радиально на равный шаг (рис. 56), что может быть результатом взаимодействия сил поверхностного натяжения и кристаллизационных сил, при этом цикличность процесса, видимо, объясняется периодической добавкой теплоты кристаллизации.

Все рассмотренные выше формы структурно согласуются с элементарными представлениями алмазной упаковки кристаллов и являются проявлением структуры сопряженных тетраэдров, образованных плоскостями (111).

Сухумский физико-технический
институт

(Поступило 9.1.1976)

მეტალურგია

ნ. შამბა

სილიციუმის მონოკრისტალებზე წარმონაქმნების მორფოლოგია

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია ტიგელში გამომდნარი მონოკრისტალური სილიციუმის ზედაპირზე წარმოქმნილი ცალკეული მონოკრისტალების მორფოლოგია.

განხილული ფორმების სტრუქტურა სავსებით ეთანადება ელემენტარულ წარმოდგენებს სილიციუმის კრისტალების ალმასურ წყობაზე.

METALLURGY

N. A. SHAMBA

THE MORPHOLOGY OF FORMATIONS ON SINGLE CRYSTALS OF SILICON

Summary

The morphology of individual single crystals formed on the surface of crucible-melted silicon is discussed.

Analysis of the geometry of defects appearing on the crystal planes allows judgement about the dislocation mechanism of their formation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. И. Шафрановский. Алмазы. М., 1953.



Л. В. ХВИНГИЯ

РЕШЕНИЕ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ДЛЯ ДВУХ СОПРИКАСАЮЩИХСЯ БЕСКОНЕЧНЫХ ПЛАСТИН

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. И. Гомелаури 3.12.1975)

Такого рода задачи встречаются при нестационарном теплообмене наполненной пищевыми продуктами стеклотары, когда передача тепла происходит через доннюю часть стеклотары.

Схема теплообмена двух соприкасающихся бесконечных пластин представлена на рис. 1.

Система двух соприкасающихся тел 1 и 2 — бесконечных пластин, имеющих в начальный момент времени $\tau=0$ одинаковую температуру, равную T_0 , помещается в среду с постоянной температурой T_c . Теплообмен между наружной пластиной 1 и окружающей средой, а также между телами 1 и 2 происходит по законам Ньютона и Фурье. Теплофизические показатели тел 1 и 2 постоянны и не зависят от температуры, времени и координат. Требуется найти температурное поле тел 1— $T_1(z, \tau)$ и 2— $T_2(z, \tau)$.

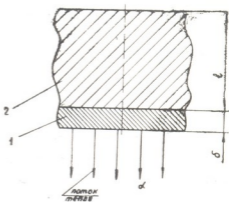


Рис. 1. Схема теплообмена двух соприкасающихся бесконечных пластин

Дифференциальное уравнение теплопроводности можно написать в виде [1]

для тела 1

$$\frac{\partial \theta'_1(z, \tau)}{\partial \tau} = a_1 \frac{\partial^2 \theta'_1(z, \tau)}{\partial z^2}, \quad -\delta \leq z \leq 0, \quad \tau > 0, \quad (1)$$

для тела 2

$$\frac{\partial \theta'_2(z, \tau)}{\partial \tau} = a_2 \frac{\partial^2 \theta'_2(z, \tau)}{\partial z^2}, \quad 0 \leq z \leq l, \quad \tau < 0, \quad (2)$$

где a_1 и a_2 — коэффициенты температуропроводности тел 1 и 2,

$$\theta'_1(z, \tau) = T_1(z, \tau) - T_c \quad \text{и} \quad \theta'_2(z, \tau) = T_2(z, \tau) - T_c.$$

Краевые условия задачи следующие:

$$\Theta'_1(z, 0) = T_0 - T_c, \quad (3)$$

$$\Theta'_2(z, 0) = T_0 - T_c, \quad (4)$$

$$\frac{\partial \Theta'_1(-\delta, \tau)}{\partial z} + \frac{\alpha}{\lambda_1} \Theta'_1(-\delta, \tau) = 0, \quad (5)$$

$$\frac{\partial \Theta'_2(l, 0)}{\partial z} = 0, \quad (6)$$

$$\Theta'_1(0, \tau) = \Theta'_2(0, \tau) \quad \text{и} \quad (7)$$

$$\lambda_1 \frac{\partial \Theta'_1(0, \tau)}{\partial z} = \lambda_2 \frac{\partial \Theta'_2(0, \tau)}{\partial z}, \quad (8)$$

где λ_1 и λ_2 — коэффициенты теплопроводности тел 1 и 2, α — коэффициент теплоотдачи от окружающей среды к пластине 1. Общее решение дифференциального уравнения (1) ищем в виде бесконечной суммы [2]

$$\Theta'_1(z, \tau) = \sum_{n=1}^{\infty} F'_{1n} (D_{1n} \cos \lambda'_n z + E_{1n} \sin \lambda'_n z) \exp(-a_1 \lambda_n'^2 \tau), \quad (9)$$

а уравнения (2)

$$\Theta'_2(z, \tau) = \sum_{n=1}^{\infty} F'_{2n} (D_{2n} \cos \lambda_n^* z + E_{2n} \sin \lambda_n^* z) \exp(-a_2 \lambda_n^{*2} \tau). \quad (10)$$

Полагая в (9) и (10)

$$a_1 \lambda_n'^2 = a_2 \lambda_n^{*2} \quad \text{и} \quad \lambda_n^* = k_n / l, \quad (11)$$

имеем

$$\lambda_n' = k_a \lambda_n^* \quad \text{и} \quad k_a = \sqrt{\frac{a_2}{a_1}}. \quad (12)$$

Из условия (14) получаем

$$E_{1n} = k_a k_n \sin k_a k_n k_l - Bi_{(l)} \cos k_a k_n k_l \quad (13)$$

и

$$D_{1n} = k_a k_n \cos k_a k_n k_l + Bi_{(l)} \sin k_a k_n k_l, \quad (14)$$

а из (16) —

$$D_{2n} = \cos k_n \quad \text{и} \quad E_{2n} = \sin k_n. \quad (15)$$

Здесь

$$Bi_{(l)} = \frac{\alpha}{\lambda_1} l \quad \text{и} \quad k_l = \frac{\delta}{l}. \quad (16)$$

Следовательно, уравнение (10) можно переписать в виде

$$\Theta'_2(z, \tau) = \sum_{n=1}^{\infty} F'_{2n} \cos k_n \left(1 - \frac{z}{l}\right) \exp\left(-a_2 \frac{k_n^2}{l^2} \tau\right). \quad (17)$$

Потребовав выполнение условий (7) и (8) и положив $k_\lambda = \lambda_2/\lambda_1$, получим характеристическое уравнение

$$Bi_{(l)} k_a \cos k_a k_n k_l - k_a^2 k_n \sin k_a k_n k_l - k_a k_n k_\lambda \operatorname{tg} k_n \cdot \cos k_a k_n k_l - Bi_{(l)} \cdot k_\lambda \cdot \operatorname{tg} k_n \sin k_a k_n k_l = 0. \quad (18)$$

Воспользовавшись начальными условиями (3) и (4), определим тепловые амплитуды F'_{1n} и F'_{2n} как коэффициенты ряда Фурье [3].

Таким образом, окончательно можно написать

$$F'_{1n} = \frac{4 E_{1n} (1 - \cos k_a k_n k_l) - 4 D_{1n} \cdot \sin k_a k_n k_l}{E_{1n}^2 (\sin 2 k_a k_n k_l - 2 k_a k_n k_l) - D_{1n}^2 (\sin 2 k_a k_n k_l + 2 k_a k_n k_l) - 4 D_{1n} \cdot E_{1n} \cdot \sin^2 k_a k_n k_l}, \quad (19)$$

$$F'_{2n} = \frac{4 \sin k_n}{2 k_n + \sin 2 k_n}, \quad (20)$$

где

$$F'_{1n} = (T_0 - T_c) F_{1n} \quad \text{и} \quad F'_{2n} = (T_0 - T_c) F_{2n}.$$

Следовательно, решение дифференциального уравнения теплопроводности для данной краевой задачи будет:

$$\Theta_1(z, \tau) = \sum_{n=1}^{\infty} F'_{1n} \cdot \left(D_{1n} \cos k_a k_n \frac{z}{l} + E_{1n} \cdot \sin k_a k_n \frac{z}{l} \right) \times \exp \left(-a_1 k_a^2 \frac{k_n^2}{l^2} \tau \right), \quad (21)$$

а решение уравнения 2 —

$$\Theta_2(z, \tau) = \sum_{n=1}^{\infty} F'_{2n} \cos k_n \left(1 - \frac{z}{l} \right) \exp \left(-a_2 \frac{k_n^2}{l^2} \tau \right). \quad (22)$$

Здесь

$$\Theta = \frac{T - T_c}{T_0 - T_c} \quad \text{при охлаждении}$$

и

$$\Theta = \frac{T_c - T}{T_c - T_0} \quad \text{при нагревании.}$$

Результаты решения данной краевой задачи были использованы для определения температуры помещенных в стеклянную тару пищевых жидкостей при теплообмене с окружающей средой.

Тбилиское головное специальное
конструкторское бюро «Продмаш»
Минлегпищемаша СССР

(Поступило 4.12.1975)

ლ. ხვინგია

ორი ურთიერთშემხები უსასრულო ფირფიტის არასტაციონარული
თბოგაბმარობის სასაზღვრო ამოცანის გადაწყვეტა

რეზიუმე

ამოხსნილია ორი ურთიერთშემხები უსასრულო ფირფიტის გარე ზედა-
პირზე სითბოს გადაცემისას თბოგაბმარობის დიფერენციალური განტოლება.
თბოგადაცემის პროცესი განიხილება რეგულარულ რეჟიმში მეოთხე გვა-
რის სასაზღვრო პირობების გამოყენებით. გამოყვანილია ურთიერთშემხები
სხეულების ტემპერატურათა ველის ფორმულა.

POWER ENGINEERING

L. V. KHVINGIA

SOLUTION OF A BOUNDARY-VALUE PROBLEM OF
NONSTATIONARY THERMAL CONDUCTIVITY FOR TWO
CONTACTING INFINITE PLATES

Summary

The paper presents the solution of a differential equation of thermal
conductivity for two contacting infinite plates on heat exchange with the
surrounding medium over the external surface.

The heat exchange process is considered in steady regime under fourth-
order boundary conditions. The formula of the temperature fields of contact-
ing bodies is deduced.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. В. Лыков. Тепломассообмен. М., 1972.
2. В. И. Левин, Ю. И. Гросберг. Дифференциальные уравнения математической физики. М.—Л., 1951.
3. Л. В. Хвингия, Е. И. Туляков. Труды ВНИЭКИПродмаша, № 31, М., 1972.



А. Қ. ҚОТИЯ, Г. В. ВАДАЧКОРИЯ

СТАБИЛИЗАЦИЯ ТОКА НАГРУЗКИ В ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКАХ ТОКА ПО ТРЕХЛУЧЕВОЙ СХЕМЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии К. М. Барамидзе 2.3.1976)

Предположим, что трехлучевая схема [1] является параметрическим источником тока (ПИТ) по отношению к первой ветви с оптимальным чередованием преобразующих элементов. (Во вторую и третью ветви включены соответственно дроссель и конденсатор с равными по величине реактивными сопротивлениями $X_L = X_C = X$). Предположим дальше, что последовательно с нагрузкой с сопротивлением $r_H + jX_H$ включен дополнительный дроссель с сопротивлением $r_d + jX_d$, связанный с преобразующим дросселем переменной магнитной связью. Пусть \dot{I}_k — комплекс действующего значения тока в ветви k ($k = 1; 2; 3$), комплексное сопротивление которой равно Z_k , \dot{E}_k — комплекс действующих значений э. д. с. той же ветви. Тогда, согласно выражению (1), приведенному в [2], для тока нагрузочной ветви имеем

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{E}_1(Z_2 + Z_3) - \dot{E}_2 Z_3 - \dot{E}_3 Z_2}{Z_2 Z_3 + Z_1(Z_2 + Z_3)} \quad (1)$$

Анализ приведенного выражения показывает, что при соблюдении условия $Z_2 + Z_3 = 0$ можно осуществить шесть вариантов схемы ПИТ при трехлучевом исполнении (см. таблицу).

№ вариантов ПИТ	Наличие источника э. д. с. в ветвях		
	Нагрузки	Индуктивности	Емкости
1	+	+	+
2	—	+	+
3	+	+	—
4	+	—	+
5	—	+	—
6	—	—	+

Для каждого варианта ПИТ степень стабилизации тока нагрузочной ветви наиболее удобно оценивать отношением текущего значения тока нагрузки к номинальному значению, соответствующему номинальному сопротивлению нагрузки, для которого, согласно (1), имеем

$$\dot{\delta} = \frac{Z_1 + Z_0}{Z_1 + Z_0}, \quad (2)$$

где $Z_0 = \frac{Z_2 Z_3}{Z_2 + Z_3}$; Z_1 — сопротивление нагрузочной ветви при номинальном сопротивлении нагрузки.

Согласно (2), при одном и том же значении номинальной нагрузки стабилизирующие свойства всех шести вариантов схемы ПИТ будут одинаковыми. Из выражения (2) очевидно также, что при изменении сопротивления нагрузки абсолютная неизменность тока в нагрузочной ветви достигается в случае, когда $Z_0 = \infty$. В реальном источнике тока это нельзя осуществить из-за конечной добротности преобразующего дросселя.

Обозначим через Q добротность преобразующего дросселя, а через X_M сопротивление магнитной связи между дросселями. Тогда в случае, когда реактивная составляющая нагрузки неизменна, а активная составляющая меняется, при согласном включении дросселей выражение (2) примет вид

$$\dot{\delta} = \frac{n_H + K + Q(1+m)^2 + j(m_1 - 1)}{n + K + Q(1+m)^2 + j(m_1 - 1)}, \quad (3)$$

$$\text{где } n_H = \frac{r_H \cdot \text{НОМ}}{X}; \quad n = \frac{r_H}{X}; \quad K = \frac{r_d}{X}; \quad m = \frac{X_M}{X}; \quad m_1 = \frac{X_H + X_d}{X}.$$

Полученное выражение позволяет оценить стабилизирующие свойства схемы ПИТ по трехлучевой схеме как с регулируемым, так и с нерегулируемым ($m=0$) значением выходного тока.

Как следует из (3), зависимость $\dot{\delta} = f(n)$ имеет падающий характер. Поэтому относительное значение тока при коротком замыкании, получаемое подстановкой в (3), $r_H = 0$,

$$\dot{\delta}_k = \frac{n_H + K + Q(1+m)^2 + j(m_1 - 1)}{K + Q(1+m)^2 + j(m_1 - 1)}, \quad (4)$$

полностью характеризует стабилизирующие свойства схемы ПИТ.

Согласно (4) модуль относительного значения тока

$$\delta_k = \sqrt{1 + \frac{n_H^2 + 2n_H K + 2n_H Q(1+m)^2}{(m_1 - 1)^2 + [K + Q(1+m)^2]^2}}. \quad (5)$$

Как видно, помимо параметров схемы, на точность стабилизации влияет также коэффициент мощности нагрузки.

Согласно (5), при заданных значениях n_H и параметров схемы стабилизация тока нагрузки будет наилучшей в случае, когда $m_1 = 1$, т. е. когда коэффициент мощности нагрузки

$$\cos \varphi = \frac{n_H}{\sqrt{n_H^2 + \left(1 - \frac{X_d}{X}\right)^2}}. \quad (6)$$

Из выражения (5) следует также, что качества стабилизации ПИТ при заданных параметрах схемы повышаются при выполнении условия

$$\left| n_H \operatorname{tg} \varphi + \frac{X_d}{X} - 1 \right| = \max. \quad (7)$$

Очевидно, что стабилизирующие свойства схемы зависят от значений отношения X_d/X . Поэтому рассмотрим отдельные случаи. Предположим, что $X_d = X$. В этом случае, как следует из (6), независимо от номинального значения активной составляющей нагрузки степень стабилизации схемы ПИТ является наихудшей при чисто активном характере нагрузки. Поэтому в указанном случае, согласно (7), включение последовательно с нагрузкой реактивного элемента любого характера будет способствовать повышению стабильности выходного тока нагрузки, а при активно-индуктивном характере нагрузки нужный эффект получается включением последовательно с нагрузкой дополнительного дросселя.

Предположим, теперь, что $\frac{X_d}{X} < 1$. В данном случае при активно-индуктивном характере нагрузки, согласно (7), если $n_H \operatorname{tg} \varphi > 1 - \frac{X_d}{X} = a$, для повышения точности стабилизации ПИТ последовательно с нагрузкой следует включить дополнительный дроссель, в противном случае, т. е. когда $n_H \operatorname{tg} \varphi < a$, — конденсатор. При $n_H \operatorname{tg} \varphi = a$ для повышения точности стабилизации схемы ПИТ нужный эффект получается с применением реактивных элементов любого характера. С очевидно, что при чисто активном характере сопротивления нагрузки соблюдается условие $n_H \operatorname{tg} \varphi < a$, поэтому для улучшения стабильности схемы ПИТ последовательно с нагрузкой следует включить конденсатор.

Рассмотрим случай, когда $\frac{X_d}{X} > 1$. В этом случае как при чисто активном, так и при активно-индуктивном характере нагрузки разность $(n_H \operatorname{tg} \varphi - a)$ всегда положительна ($a < 0$), поэтому для улучшения стабилизирующего свойства схемы ПИТ следует увеличить сопротивление нагрузочной ветви с помощью реактивного дросселя.

Наконец, рассмотрим ПИТ с регулируемым значением выходного тока ($X_d = 0$). В данном случае при чисто активном характере нагрузки, согласно (7), для повышения точности стабилизации схемы последовательно с нагрузкой следует включить конденсатор, а при активно-индуктивном характере нагрузки, если $n_H \operatorname{tg} \varphi \geq 1$, соответственно — дроссель и конденсатор. При $n_H \operatorname{tg} \varphi = 1$ нужный эффект получается с применением реактивных элементов любого характера.

Оценим точность стабилизации ПИТ по трехлучевой схеме при наиболее неблагоприятном случае, когда коэффициент мощности нагрузки удовлетворяет условию (6). В данном случае для возможно максимального значения δ_n , согласно (5), имеем

$$\delta_{A \cdot \max} = 1 + \frac{n_H}{K+Q \left(1 + K_C \sqrt{\frac{X_d}{X}}\right)}, \quad (8)$$

где K_C — коэффициент магнитной связи между дросселями.

Анализируя выражение (8), можно сказать, что стабилизирующие свойства ПИТ по трехлучевой схеме весьма существенно увеличиваются с увеличением добротности преобразующего дросселя и коэффициента магнитной связи между катушками индуктивностей.

В [1] показано, что при оптимальном проектировании ПИТ n_H различна для различных вариантов схемы и максимальное его значение меньше трех. Поэтому для обычно принимаемой добротности ($Q = 30$), согласно (8), точность стабилизации тока нагрузки для всех вариантов ПИТ по трехлучевой схеме оказывается в пределах (8;-10) %.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 5.3.1976)

ოლმებროტექნიკა

ა. კოტია, გ. ვადაჩკორია

დატვირთვის დენის სტაბილიზაცია სამსხვიანი სქემით
პარამეტრულ დენის წყაროებში

რეზიუმე

განხილულია დატვირთვის დენის სტაბილიზაციის საკითხები სამსხვიან პარამეტრულ დენის წყაროების ექვსი შესაძლო ვარიანტისათვის. ნაჩვენებია აღნიშნული სქემების სტაბილიზაციის ხარისხი და მოცემულია რეკომენდაციები სტაბილიზაციის ხარისხის ამაღლებისათვის.

ELECTROTECHNICS

A. K. KOTIA, G. V. VADACHKORIA

LOAD CURRENT STABILIZATION IN PARAMETRIC CURRENT SOURCES ACCORDING TO A THREE-BRANCH CIRCUIT

Summary

The stabilization degree of single-phase parametric current sources is considered according to a three-branch circuit in six possible variants. Depending on the character of load impedance, recommendations are given for the improvement of load current stability.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. К. Котия, Г. В. Вадачкория. Сообщения АН ГССР, 79, № 3, 1975.
2. А. К. Котия, Г. В. Вадачкория. Сообщения АН ГССР, 75, № 2, 1974.



АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

Т. М. ЧИХЛАДЗЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ АБСОЛЮТНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ УПРУГОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ПРИ ДВИЖЕНИИ ПО КУРСУ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. К. Чичинадзе 12.2.1976)

Предположение о том, что летательный аппарат является абсолютно твердым телом, справедливо до тех пор, пока собственные частоты замкнутой системы летательный аппарат — автопилот значительно ниже наименьшей частоты собственных упругих колебаний корпуса летательного аппарата.

В настоящей работе учтено влияние упругих свойств летательного аппарата на динамику его движения по курсу. В этом случае размерность системы дифференциальных уравнений, описывающих динамику упругих летательных аппаратов, становится равной бесконечности, так как при изгибе корпуса появляется неограниченное число степеней свободы в виде мод упругих колебаний [1]. Каждая мода может быть представлена в виде дифференциального уравнения второго порядка.

Уравнения движения системы летательный аппарат—автопилот по курсу имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} \dot{\psi} &= \omega, \\ \dot{\omega} &= -n_1 \psi - n_2 \omega + n_3 \delta, \\ \dot{\delta} &= -\tau \delta + bf(\sigma, t), \\ \dot{\sigma} &= -\rho \sigma + m_1 \psi_u + m_2 \omega_u + m_3 \delta - rf(\sigma, t), \end{aligned} \quad (1)$$

где δ — угол поворота руля, σ — суммарный импульс-сигнал, вырабатываемый автопилотом, $f(\sigma, t)$ — нелинейная и нестационарная обобщенная сила, вырабатываемая сервомотором в зависимости от σ , которая обладает свойством [2]

$$0 \leq \sigma f(\sigma, t) \leq k \sigma^2,$$

$\psi_u = \psi + \sum k_i \psi_i$ — измеряемый автопилотом угол курса в зависимости от мод упругих колебаний ψ_i , удовлетворяющих уравнениям [1]

$$\begin{aligned} \dot{\psi}_i &= \omega_i, \\ \dot{\omega}_i &= -n_{1i} \psi_i - n_{2i} \omega_i + n_{3i} \delta. \end{aligned} \quad (2)$$

(1) и (2) описывает возмущенное движение по курсу упругого летательного аппарата, управляемого автопилотом.

Для получения достаточного условия абсолютной устойчивости положения равновесия этой системы применяем методику метода вектор-

ной функции Ляпунова, разработанную в [3, 4]. Разбиваем начальную систему на независимые подсистемы таким образом, чтобы каждая подсистема являлась экспоненциально устойчивой в большом, т. е. для каждой подсистемы должна существовать положительно-определенная функция V , которая удовлетворяет неравенствам Н. Н. Красовского и производная которой в силу уравнений движения будет отрицательно-определенной функцией [5]. Найдя постоянные Н. Н. Красовского, строим постоянную матрицу $A = \{a_{ij}\}$ векторного неравенства $\dot{V} \leq AV$ с элементами

$$a_{ij} = \begin{cases} -\frac{C_{i3}}{2C_{i2}}, & i = j, \\ \frac{C_{i4}^2 \sum_{l \neq j} k_{li}}{2C_{i3} C_{j1}}, & i \neq j. \end{cases}$$

Исходную систему (1) и (2) разобьем на три независимые подсистемы следующим образом:

$$\begin{aligned} \dot{\psi} &= \omega, \\ \dot{\omega} &= -n_1 \dot{\psi} - n_2 \omega + n_3 \delta, \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \dot{\delta} &= -\tau \delta, \\ \dot{\sigma} &= -\rho \sigma - r f(\sigma, t), \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \dot{\psi}_i &= \omega_i, \\ \dot{\omega}_i &= -n_{1i} \dot{\psi}_i - n_{2i} \omega_i. \end{aligned} \quad (5)$$

Вопрос экспоненциальной устойчивости в большом подсистем (3) и (5) решается функциями Ляпунова в виде квадратичных форм от параметров подсистем

$$2V_1 = a_{11} \dot{\psi}^2 + a_{22} \omega^2 + a_{33} \delta^2 + 2a_{12} \dot{\psi} \omega + 2a_{13} \dot{\psi} \delta + 2a_{23} \omega \delta,$$

$$V_3 = \sum V_{3i}, \quad 2V_{3i} = a_{11}^i \dot{\psi}_i^2 + a_{22}^i \omega_i^2 + 2a_{12}^i \dot{\psi}_i \omega_i,$$

а подсистемы (4) — в виде $2V_2 = \sigma^2$, для которых легко находятся постоянные Н. Н. Красовского и строится постоянная матрица A .

Достаточное условие абсолютной устойчивости положения равновесия исходной системы (1) и (2) получаем в виде алгебраического неравенства, которое является необходимым и достаточным условием устойчивости матрицы векторного неравенства [5].

Таким образом, вопрос исследования абсолютной устойчивости положения равновесия исходной сложной системы сводится к более простой задаче исследования устойчивости постоянной матрицы A .

Академия наук Грузинской ССР
 Институт кибернетики

(Поступило 19.2.1976)

თ. ჩიხლაძე

დრეკადი საზრენი აპარატის კურსით მოძრაობის აბსოლუტური
მდგრადობის გამოკვლევა

რეზიუმე

განხილულია დრეკადი საზრენი აპარატის კურსით ფრენის აბსოლუტური მდგრადობის საკითხი. ამ მოძრაობის ამსახველი სისტემა წარმოადგენს მაღალი ხარისხის დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემას.

აბსოლუტური მდგრადობის გამოკვლევასათვის ვიყენებთ ლიაპუნოვის ვექტორულ მეთოდს. მისი მეშვეობით მაღალი რიგის არაწრფივი სისტემის მდგრადობის ნაცვლად ვწყვეტთ შედარებით მარტივ ამოცანას — ვიკვლევთ ცნობილი მუდმივი მატრიცის მდგრადობის საკითხს. ამ მატრიცის მდგრადობისათვის აუცილებელი და საკმარისი პირობა არის აგრეთვე საწყისი რთული სისტემის აბსოლუტური მდგრადობის პირობაც.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

T. M. CHIKHLADZE

STUDY OF THE ABSOLUTE STABILITY OF A RESILIENT
AIRCRAFT DURING ITS MOTION ON COURSE

Summary

The absolute stability of a resilient aircraft was studied with account of the influence of its resilient features on the dynamics of motion. The dimension of the system of differential equations describing the dynamics of resilient aircraft becomes considerably high.

Study of the absolute stability of such systems is carried out by the method of Liapunov's vector function. Thus the problem of studying the absolute stability of equilibrium position in the complicated system reduces to the simpler problem of the stability of the known constant matrix, this being a sufficient condition for the absolute stability of the initial complicated system.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. С. Шаталов, Ю. И. Топчиев, В. С. Кондратьев. Летательные аппараты как объекты управления. М., 1972.
2. А. М. Летов. Устойчивость нелинейных регулируемых систем. М., 1962.
3. Т. М. Чихладзе. Труды ВВИА им. Н. Е. Жуковского, т. 28, вып. 48, 1973.
4. Т. М. Чихладзе. О стабилизации угловых движений управляемых твердых тел. Автореферат, М., 1974.
5. Е. А. Барбашии. Функции Ляпунова. М., 1970.



АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

И. С. МИКАДЗЕ

К ВОПРОСУ ОСУЩЕСТВИМОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ
 ДВУХМАШИНЫМ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ
 С УЧЕТОМ ЕГО НАДЕЖНОСТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. К. Чичинадзе 30.1.1976)

Рассмотрим систему, состоящую из двух параллельно работающих вычислительных машин (ВМ), совместно решающих определенную задачу.

Предполагается, что время решения задачи является случайной величиной с безгранично делимым распределением, которое разбито на $2n$ одинаковых частей [1]. Нечетные части решаются одной ВМ, а четные — другой. Каждая ВМ может использовать результаты другой. Время, в течение которого полностью выполняются $2i-1$ и $2i$ части, определяет так называемый i -й этап выполнения задачи. Сбои имеют интенсивность λ_1 , а отказы λ_2 и распределены по закону Пуассона. После сбоя потери времени происходят только на пересчеты неправильно сосчитанных этапов. После отказов одной из ВМ происходит потеря времени на пересчет искаженного этапа и на восстановление отказавшей ВМ. Отказ двухмашинного вычислительного комплекса (ВК) сопровождается потерей времени на их восстановление и на пересчет всей программы сначала. Время ремонта отказавшей ВМ распределено по показательному закону с интенсивностью μ . Время решения отдельных частей задачи является независимой случайной величиной с распределением $F(t)$. Потеря времени на образование частей включается во время ее решения.

Для такой модели работы двухмашинного ВК функцию распределения времени решения задачи можно определить решением следующей системы интегральных уравнений [2]:

$$\begin{aligned} \phi_j(t) = & \int_0^t d\Gamma_{n-j+1}^{(2)*}(u) \exp[-2u(\lambda_1 + \lambda_2)] + \sum_{i=1}^{n-j+1} \sum_{k=1}^{n-j-i+2} 2\lambda_2 \mu \int_0^t \Gamma_{i-1}^{(2)}(x_1) \times \\ & \times \exp[-2x_1(\lambda_1 + \lambda_2)] dx_1 \int_0^{t-x_1} \Gamma_{k-1}^{(1)}(x_2) \phi_{j+i+k-2}(t-x_1-x_2) \times \\ & \times \exp[-x_2(\mu + \lambda_2)] dx_2 + \sum_{i=1}^{n-j+1} 2\lambda_2 \int_0^t \Gamma_{i-1}^{(2)}(x_1) \exp[-2x_1(\lambda_1 + \lambda_2)] \times \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 & \times dx_1 \int_0^{t-x_1} \exp[-x_2(\mu + \lambda_2)] d\Gamma_{n-j-i+2}^{(j)}(x_2) + \sum_{i=1}^{n-j+1} \sum_{k=1}^{n-j-i+2} \times \\
 & \times 2\lambda_2^2 \int_0^t \Gamma_{i-1}^{(j)}(x_1) \exp[-2x_1(\lambda_1 + \lambda_2)] dx_1 \int_0^{t-x_1} \Gamma_{k-1}^{(j)}(x_2) \times \\
 & \times \exp[-x_2(\mu + \lambda_2)] dx_2 \int_0^{t-x_1-x_2} \phi_1(t-x_1-x_2-x_3) dG(x_3/x_2) + \\
 & + \sum_{i=1}^{n-j+1} 2\lambda_1 \int_0^t \Gamma_{i-1}^{(j)}(x_1) \phi_{j+i-1}(t-x_1) \exp[-2x_1(\lambda_1 + \lambda_2)] dx_1; \\
 & j = \overline{1, n+1},
 \end{aligned} \tag{1}$$

где $\phi_j(t)$ — функции распределения вероятности то, что решение задачи закончится за время меньше t , если ее решение начнется с j -го этапа при условии, что обе ВМ вначале исправны;

$$\Gamma^{(2)}(t) = P(T_i < t) = P[\max(T_{2i-1}, T_{2i}) < t] = F_{2i-1}(t) F_{2i}(t) = F^2(t);$$

T_i — время, в течение которого полностью выполняются $2i-1$ и $2i$ части (время выполнения i -го этапа) двумя ВМ; n — количество этапов; $\Gamma_{n-j+1}^{(2)*}(u)$, $n-j+1$ -кратная свертка $\Gamma^{(2)}(u)$; $\Gamma_{k-1}^{(j)}(u)$ — вероятность выполнения $k-1$ этапов одной ВМ за время u при наличии сбоев (каждые последовательные две части считаются одним этапом); $dG(x_3/x_2)$ — условная вероятность окончания ремонта первой и второй ВМ, если известно, что первая ремонтируется уже за время x_2 .

Вероятность выполнения за время u одной ВМ $k-1$ этапов при наличии сбоев с интенсивностью λ_1 определяется [1] как

$$\Gamma_{k-1}^{(j)}(u) = \phi_{k-1}^{(j)}(u) - \phi_k^{(j)}(u)$$

где $\phi_i^{(j)}(u)$ — распределение вероятности времени решения задачи, состоящей из i этапов, при условии, что работает одна ВМ и отсутствуют отказы.

Расшифруем подробнее одно из слагаемых (1), скажем четвертое: одна из ВМ первый раз отказала в момент времени x_1 , а сбой не имели место — $2\lambda_2 \exp[-2(\lambda_1 + \lambda_2)x_1] dx_1$; до момента x_1 обе ВМ, работая совместно, выполнили $i-1$ этапов — $\Gamma_{i-1}^{(j)}(x_1)$; за время x_2 отказала и вторая ВМ — $\lambda_2 \exp(-\lambda_2 x_2) dx_2$, которая выполнила $k-1$ этапов при наличии сбоев — $\Gamma_{k-1}^{(j)}(x_2)$; восстановление неисправной ВМ за время x_2 не закончилось — $\exp(-\mu x_2)$; ремонт обеих ВМ занял время x_3 — $dG(x_3/x_2)$ и они одновременно включились в работу, начиная пересчет всей программы сначала и заканчивая ее решение за время $t-x_1-x_2-x_3$ — $\phi_1(t-x_1-x_2-x_3)$.

Применив к (1) преобразование Лапласа — Стильтьеса, получим

$$\begin{aligned} \varphi_j(s) = & s^{-1} \gamma^{n-j+1}(\nu) + 2\lambda_2 \mu (\nu \nu_1)^{-1} [1 - \gamma(\nu)] (1 - b_0) \sum_{i=1}^{n-j+1} \sum_{k=1}^{n-j-i+2} \gamma^{i-1}(\nu) b_0^{k-1} \times \\ & \times \varphi_{j+i+k-2}(s) + 2\lambda_2 [1 - \gamma(\nu)] b_0 [\gamma^{n-j+1}(\nu) - b_0^{n-j+1}] [\nu s [\gamma(\nu) - b_0]^{-1} + \\ & + 2\lambda_1 \nu^{-1} [1 - \gamma(\nu)] \sum_{i=1}^{n-j+1} \gamma^{i-1}(\nu) \varphi_{j+i-1}(s) + \left\{ 2\lambda_2^2 g(s) (\nu_1 \nu)^{-1} [1 - \gamma(\nu)] \times \right. \\ & \left. \times (1 - b_0) \sum_{i=1}^{n-j+1} \sum_{k=1}^{n-j-i+2} \gamma^{i-1}(\nu) b_0^{k-1} \right\} \varphi_1(s); \quad j = \overline{1, n+1}; \end{aligned} \quad (2)$$

где

$$\begin{aligned} \varphi_j(s) &= \int_0^{\infty} \psi_j(t) \exp(-st) dt; \quad f(s) = \int_0^{\infty} \exp(-st) dF(t); \\ \gamma(s) &= \int_0^{\infty} \exp(-st) d\Gamma^{(2)}(t); \quad g(s) = \int_0^{\infty} \exp(-st) dG(x_3/x_2); \\ a_0 &= \lambda_1 p^{-1} [1 - f(p)]; \quad b_0 = f(p) (1 - a_0)^{-1}; \quad \nu = s + 2(\lambda_1 + \lambda_2); \\ p &= s + \lambda_1 + \lambda_2 + \mu; \quad \nu_1 = s + \mu + \lambda_2. \end{aligned}$$

С учетом $\varphi_{n+1}(s) = s^{-1}$ и с помощью несложных преобразований систему (2) можно упростить и свести ее решение относительно $\varphi_j(s)$ к решению следующей системы уравнений:

$$\begin{aligned} a_1 \varphi_j(s) + a_2 \varphi_{j+1}(s) + a_3 \varphi_{j+2}(s) + b \varphi_1(s) &= 0, \\ a_1 \varphi_{n-1}(s) + a_2 \varphi_n(s) + b \varphi_1(s) &= -\frac{a_3}{s} \\ a_1 \varphi_n(s) + b \varphi_1(s) &= \frac{d_n}{s}; \quad j = \overline{1, n-2}, \end{aligned} \quad (3)$$

где

$$\begin{aligned} a_1 &= m_1 b_1 (b_0 - 1); \quad a_2 = b_0 (b_1 - 1) - \gamma(\nu); \quad a_3 = b_0 \gamma(\nu); \\ m_1 &= \lambda_2 \mu (\nu_1 \lambda_1)^{-1}; \quad b_1 = 2\lambda_1 \nu^{-1} [1 - \gamma(\nu)]; \quad d_n = \gamma(\nu) + \lambda_2 b_0 b_1 \lambda_1^{-1}; \\ b &= \lambda_2^2 g(s) b_1 (m_2 - 1) (\lambda_1 \nu_1)^{-1}. \end{aligned}$$

Решение системы (3) относительно $\varphi_1(s)$ можно записать в виде

$$\varphi_1(s) = \left[a_1^n + (-1)^{n-1} b \sum_{k=1}^n c_{k-1} \right] \left[\frac{d_n}{s} c_{n-1} - \frac{a_3}{s} c_{n-2} \right]^{-1},$$

где

$$c_{m-1} = (-a_1)^{m-1} c_{m-1}^*; \quad c_{m-1}^* = \sum_{k=1}^{m-1} A_k c_{m-k-1}^*, \quad m = 2, 3, \dots; \quad c_0^* = 1;$$

$$c_1^* = A_1; \quad c_2^* = \begin{vmatrix} A_1 & A_2 \\ -1 & A_1 \end{vmatrix} \text{ и т. д. } A_1 = -\frac{a_2}{a_1}; \quad A_2 = -\frac{a_3}{a_1}.$$

Зная $\varphi_1(s)$, можно найти все числовые характеристики времени прохождения программы решения задачи через параллельно работающие ВМ с учетом их надежности.

Научно-производственное объединение
электронной вычислительной техники
«Элва»

(Поступило 5.2.1976)

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

ი. მიკაძე

ორმანქანიანი გამოთვლელი კომპლექსის მიერ დავალების შესრულების შესაძლებლობის საკითხისათვის მისი იმედოვნების გათვალისწინებით

რეზიუმე

განხილულია საკითხი ორმანქანიანი გამოთვლელი კომპლექსის მიერ მოცემულ დროში დავალების შესრულების შესაძლებლობის საკითხი, როდესაც მოსალოდნელია გამოთვლელი მანქანების დაზიანებით გამოწვეული დროის დანაკარგები.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

I. S. MIKADZE

ON THE PROBLEM OF TASK EXECUTION BY A TWIN-COMPUTER SYSTEM WITH ACCOUNT OF ITS RELIABILITY

Summary

The possibility of task execution by a twin-computer system with parallel operation over a prescribed period of time with account of the time of re-programming and recovery of the computers after failures is determined.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. С. Микадзе, Р. С. Шелегия. Сообщения АН ГССР, 60, № 3, 1970.
2. И. С. Микадзе. Сообщения АН ГССР, 81, № 2, 1976.



Т. М. ДЖАПАРИДЗЕ

ВЛИЯНИЕ ПОЛОГА ТЕМНОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ НА ЗАДЕРЖАНИЕ ОСАДКОВ

(Представлено академиком В. З. Гулисашвили 8.5.1975)

Задержание осадков кронами деревьев, являясь одной из основных составных частей водорегулирующей роли леса, способствует уменьшению стока, а следовательно, и уменьшению эрозионных процессов в горных условиях. В соответствии с этим вычисляется задержание осадков кронами («влагоемкость леса» по Л. К. Позднякову [1], или, точнее, потери воды на смачивание поверхностей («емкость накопления» по Д. Китреджу [2]). Подробные сведения о распределении осадков в лесу можно найти в трудах В. З. Гулисашвили [3] и А. А. Молчанова [4, 5], где доказаны задержание осадков лесом в зависимости от силы дождя в влияние лесных насаждений на интенсивность дождей.

С целью определения количественных показателей водорегулирующей роли черных лесов нами в 1972—1973 гг. проводились постоянные наблюдения за осадками в поясе елово-пихтовых лесов на гидрологическом стационаре Ахалдабской ЛОС Боржомского района. Состав древостоя: 6 — пихта, 3 — ель 110 (60—170) лет, 1 — граб, бук 40—70 лет, полнота 0,8, уклон 28°, количество стволов на 1 га 720 экземпляров, запас на 1 га 420 м³. Древостой сложный, вертикально сомкнут, трехъярусный. В первом ярусе преобладает пихта, во втором — ель, в третьем — ель, пихта, граб, бук, в подлеске — плющ, бересклет, падуб редкий.

Учет осадков проводился над пологом леса высотой 22 м, над пологом второго яруса 14 м, над пологом третьего яруса 8 м от поверхности почвы с помощью микроклиматической вышки. Кроме того, осадки измерялись у поверхности земли (30 см) на расстоянии от ствола дерева первого яруса 0,5; 3,0 м и в окне диаметром 28 м. Осадки замерялись после каждого дождя в течение мая-октября. При вычислении процента проникновения осадков использовалась упрощенная

формула Китреджа [2] $\frac{(x - x_1) \cdot 100}{x}$ %, где x — количество

осадков на открытой местности (в нашем случае над пологом леса), x_1 — количество осадков над пологом леса.

Из таблицы видно, что процент проникновения осадков сквозь слой растительности зависит не только от силы дождя, но и от гой обстановки, в которой установлен дождемер. Как правило, максимальное задержание осадков наблюдается вблизи ствола, оно становится меньше по мере перехода от средней к внешней части кроны и еще меньше по ее краям, где бывает максимум стекания. По данным Китреджа [2], при небольшом просвете задержание может быть близким к величине его под кронами, тогда как в более обширных просветах с диаметром, равным высоте деревьев, оно может падать до нуля или даже

иметь отрицательное значение при сопоставлении с открытой площадью. Это можно объяснить стеканием осадков с отдельных частей растений, а также проникновением осадков в окно свободно минувшую основную фитомассу.

Проникновение осадков под пологом леса в % от осадков над пологом леса

№ дождемера	Место установки дождемера	Осадки над пологом леса по градациям, мм							Всего проникло за период наблюдения, %
		1,1— —2,0	2,1— —4,0	4,1— —8,0	8,1— —15,0	15,1— —25,0	25,1— —40,0	>40,0	
1	В окне древостоя диаметром 28 м	42	58	73	98	129	107	89	85
2	Над пологом второго яруса высотой 14 м	4	7	16	39	59	85	75	
3	Над пологом третьего яруса высотой 8 м	2	5	15	36	57	79	74	
4	У ствола пихты первого яруса на расстоянии 0,5 м от ствола	0	4	9	24	39	60	53	
5	На расстоянии 3,0 м от той же пихты	0	6	14	29	45	63	58	

Приведенные нами данные по задержанию осадков древесным пологом в окне большого ($D=28$ м) размера вполне подтверждают вышесказанное и вывод многих исследователей о нецелесообразности ведения в горных условиях группово-выборочных рубок с окнами большого размера.

Таким образом, темнохвойные леса Грузии на протяжении вегетационного периода задерживают третью часть осадков. В зоне избыточного увлажнения исключение из общего количества осадков, выпадающих над лесом, третьей их части даст положительный эффект, который может проявиться в снижении поверхностного стока и связанных с ним эрозийных процессов.

Тбилисский институт леса

(Поступило 8.5.1975)

გეოგრაფია

თ. ჯაპარიძე

ნაძვნარ-სოჭნარი ტყეების საბურველის გავლენა ნალექების შეკავებაზე

რეზიუმე

შესწავლილია ნაირხნოვანი, მაღალი სიხშირის (0,8) ნაძვნარ-სოჭნარი ტყეების საბურველის გავლენა მოსულ ნალექებზე. დადგენილია, რომ ასეთ ტყეებს აქვთ თვისება შეაკავონ მოსული ნალექების ერთი მესამედი, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს უხვნალექიანი რაიონებისათვის ზედაპირული ჩამონადენის შემცირებაში.

T. M. JAPARIDZE

THE INFLUENCE OF SPRUCE-FIR CROWN ON THE RETENTION
OF PRECIPITATION

Summary

The influence of the crown cover of forests of different age, high thickness (0.8), three-storey spruce and fir on the retention of precipitation at the heights of 22, 14, 8 and 0.3 m from the soil surface and in a 28 m diameter clearing has been studied. It has been established that such forests can retain 1/3 of the precipitation, which has a positive effect on reducing the surface runoff, particularly in areas of high rainfall.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. К. Поздняков. Гидроклиматический режим лиственничных лесов Центральной Якутии, М., 1963.
2. Д. Китредж. Влияние леса на климат, почвы и водный режим. М., 1951.
3. В. З. Гудисашвили. Общее лесоводство. Тбилиси, 1974.
4. А. А. Молчанов. Гидрологическая роль леса. М., 1960.
5. А. А. Молчанов. Лес и климат. М., 1961.



ბ. ზამთარაძე

ფერდობის მცენარეულობის გუნებრივ კომპლექსებს შორის ხაზობრივი მოსაზღვრეობისა და ურთიერთდამოკიდებულების შესწავლისათვის საქართველოს სამხრეთ მთიანეთში

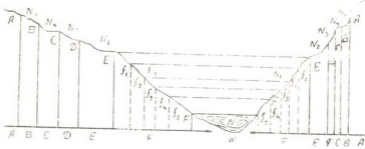
(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. კეცხოველმა 29.1.1976)

ფერდობის მცენარეულობაში ბუნებრივ კომპლექსებს შორის ხაზობრივი საზღვარი არ არსებობს, იგი გარდამავალი ხასიათისაა, მაგრამ ლანდშაფტური და რეგიონალური განკერძოება მის ფარგლებში შეიძლება მეტ-ნაკლებად ხაზობრივი იყოს. უფრო კი ეს საზღვარი ხან ხაზობრივია, ხან ტენილი, ზიგზაგისებრი, დაკლანეილი ან წრისებრი, რკალისებრი და სხვა. ამ შემთხვევაში რელიეფი არა მარტო ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პროცესთა [1] სივრცობრივ განაწილებას განსაზღვრავს, არამედ ბიოგეოცენოტურ ცვლასაც. ასეთი დამოკიდებულება ფიტოცენოზებს შორის მკაფიოდ ჩანს თოვლის ლაქების გარშემო გავრცელებული მშრალი და ტენიანი მდელოების საზღვარზე, სადაც კონტაქტურ ცენოზებთან ერთად მეზობელი, მაგრამ სხვადასხვა გეოგრაფიული წარმოშობის მცენარეულ დაჯგუფებათა ელემენტებიცაა განლაგებული [2]. ამ ტიპის ფიტოცენოზები ჭერ კიდევ გვხვდება საქართველოს სამხრეთ მთიანეთის მაღალმთიან ოლქებში (ქეჩთის, სამსარის, ბახმაროს მთები), განსაკუთრებით ჩრდილო ექსპოზიციის ფერდობებზე. ისინი წარმოადგენენ აუტოხტონური და არქტოალპური ელემენტების რეფუგიუმებს, რომელთა კონფიგურაცია ურთიერთისაგან განსხვავებულია. თოვლის აუზის ცენოზების სივრცე ლოკალურია და მის ირგვლივ გავრცელებული, შედარებით მშრალი მდელოს მცენარეულობის შეტევითი პროცესი (კონკურენცია) ქვაბულის ტენიანი ცენოზებისადმი თანდათან ძლიერდება ამ უკანასკნელის ადგილსამყოფელის შემცირებასთან დაკავშირებით. თვით თოვლის აუზი უმეტესად ტიპური თოვლის ზვავის ტერიტორიაა, მაგარი ატმოსფერული ნალექების აკუმულაციის ადგილი 2800—2900 მეტრზე მდებარეობს ზღვის დონიდან (ბახმარო, საყორნიას მთა). მტრედისფერი ყინულოვანი მასის (N) ფართობი 1500—2000 კვ. მეტრს აღწევს (სურ. 1). მის გარშემო არსებულ მცენარეულობაში გამოიყოფა რამდენიმე ეკოლოგიური რიგი ურთიერთგანსხვავებული ცენოზებისა [3].

პირველი ეკოლოგიური რიგის (N₁) სივანე 30—35 მეტრია, ხასიათდება მარცვლოვნების როლის დაქვეითებით და ნაირბალახების სიმრავლით. აქ გამოიყოფა რამდენიმე ქვერიგი, რომელთა ცენოზები შედგენილობით განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. მთავარი ცენოტიპია *Sibbaldia semiglabra* C. A. Mey. სუბედიფიკატორები პერიოდულად ცვალებადობენ ქვაბულის პერიფერიის მიმართულებით. ისინი ხშირად მთავარი ცენოტიპის რანგშიც აღიან. ასეთებია ხავსი — *Polytrichum alpinum*, *P. juniperinum*, *Senecio taraxacifolius*, *Alchimilla retinervis*. *A. glabricaulis*. *Taraxacum Stevenii*, *Pedicularis*

crassirostris, *Ranunculus oreophylus*, *Plantago saxatilis*, *Companula tridentata*, *Alchimilla abtegens* და სხვა.

ნიდაგი წვრილმარცვლოვანია, სილნარი, მდნობარე თოვლისა და ყინულის წყლით გაუღენილი. წყალი ფერდობის დახრილობის პირდაპირი მიმართულებით გაედინება, ამიტომ ცენტრიპური ჯგუფების ადგილსამყოფელოებს მოგვძოდ, ელიფსისებრი ფორმა აქვთ, რომელთა კონტაქტების ზონაში (f_1 , f_2 , f_3 , f_4 , f_5) მკაცრი კონკურენტული ბრძოლა არ აღინიშნება (სურ. 1) შეუზღუდ-



სურ. 1. ბახმარო, შთა საყორნია, ჩრდ. ფერდობი, 2800—2900 მ ზ. დ.

ეკოლოგიური რიგები ნაზვავი თოვლის ყინულოვანი მასის გარშემო EF—ნაზვავი თოვლის დონე იენის-იელისში. FW—ნაზვავი თოვლის დონე აგვისტო-სექტემბერში

ველი საარსებო პირობების გამო. კონკურენტია შედარებით მკვეთრადაა გამოსახული EF_1 მონაკვეთში, რადგან აქ მშრალი მდელოს ელემენტების გადაადგილება ხდება ქვაბულის სიღრმის AN მიმართულებით.

მეორე ეკოლოგიური რიგის (N_2) სიგანე 15—20 მეტრია. მისთვის დამახასიათებელია ხალების კომპონენტთა სიზშირე, ედიფიკატორია *Sibbaldia semiglabra*, სუბედიფიკატორია *Sibbaldia parviflora*, ხავსის საფარი შემცირებულია. ასევე მცირედ გვხვდება *Gnaphalium supinum*, *Corydalis alpestris* *Anthennaria dioica*, *Alchimilla abtegens*, *Ranunculus oreophylus* და სხვა. მათ შორის კონკურენტული ბრძოლა უფრო ძლიერია და *Sibbaldia parviflora* *Alchimilla erythropoda*, *Minuartia oreina*, *Minuartia ajzoides*, *Thymus rariflorus*, *Thymus collinus*, *Nardus glabriculumis*, *Pimpinella saxifraga*, *Festuca ovina*, *Festuca sulcata*, *Koeleria caucasica*, *Zerna variegata* ქსერომეზოფილური ელემენტების შემოჭრა A წერტილიდან, დასახლება ამაღლებულ მიკრორელიეფზე და გადაადგილება შემდგომ საკონტაქტო ზონაში შედარებით აქტიურია. საერთოდ იგი გარდამავალი ზონაა, ტენიანი ქვაბულიდან მშრალი მდელოებისაკენ, სადაც თავს იყრის ქსერომეზოფილური ელემენტები [2].

მესამე ეკოლოგიური რიგის (N_3) სიგანე 10—12 მეტრია, მდელო საშუალო დაკორდებისაა, მძლავრობენ ქსერომეზოფილური ელემენტები, ედიფიკატორია *Sibbaldia semiglabra*, სუბედიფიკატორია *Sibbaldia parviflora*. მისი თანმხლები კომპონენტები *Nardus glabriculumis*, *Carum caasicum*, *Minuartia oreina*, *Alchimilla erythropoda*, *Alchimilla abtegens* ამაღლებულ მიკრორელიეფზე დასახლებული. ჯერ კიდევ დიდია *Sibbaldia semiglabra*-ს ედიფიკატორული



როლი, მაგრამ *Carex Medwedewii*, *Alchimilla retinervis*, *Alchimilla abtegens*, *Geranium gymnocaulon*, *Taraxacum Stevenii*, *Senecio taraxacifolius*, *Gnaphalium supinum*, *Potentilla gelida*, *Corydalis alpestris* სახეობები, ნიადაგში თოვლის წყლის შემცირებასთან ერთად შესამჩნევად კნინდებიან, ამიტომ C და D რიგის ცენოზთა კონტაქტების ზონაში დომინანტ სახეობათა ცენოტიპური როლი AN მკვეთის მიმართულებით თანდათან მატულობს. ასე რომ ქსერომეზოფილურ კომპონენტთა მიგრაცია ქვაბულისაკენ ადასტურებს მშრალი მდელოს შეტევით პროცესს. საზღვარი C და D ეკოგენეტიკური რიგის ცენოზებს შორის კი სწორხაზოვანს უახლოვდება.

მეთხე ეკოლოგიურ რიგს (N₄) ახასიათებს მშრალი მდელოს ელემენტთა სწრაფვა გაბატონებისაკენ, ედიფიკატორია *Sibbaldia parviflora*, სუბედიფიკატორია *Alchimilla erythropoda*. იშვიათად გვხვდება *Poa alpina*, *Phleum alpinum*, *Taraxacum Stevenii*, *Ranunculus oreophylus* და სხვა. უფრო ხშირია *Potentilla gelida*, ჩადაბლებულ მიკრორელიეფზე *Pedicularis crassirostris* და *Carex Medwedewii*. წინა რიგთან შედარებით მშრალი მდელოს ზოგიერთი კომპონენტი მაღალი რანგის ცენოტიპის როლს ასრულებს.

მეხუთე ეკოლოგიური რიგი (N₅) მშრალ მდელოთა კომპლექსების ზონაა. ქვაბულისათვის დამახასიათებელი ტენის მოყვარული კომპონენტები *Sibbaldia semiglabra*, *Alchimilla retinervis* არ აღინიშნება, ძირითადად წარმოდგენილია მარცვლოვან-ნაირბალახოვანი, ფესვმაგარიან-მარბუქიანი, მარბუქიან-ძიგვიანი და მარცვლოვანი დაჯუფებანი, სადაც მაღალი რანგის ცენოტიპები *Sibbaldia parviflora*, *Alchimilla erythropoda* *Alchimilla abtegens*, *Nardus glabriculumis*, *Festuca ovina*, *Festuca supina* ედიფიკატორებენ. აქ მთავრდება ქვაბულის განაპირა საკონტაქტო ზონა. ამ ეკოგენეტიკურ რიგებში გამოიყოფა სახეობების სამი ჯგუფი: 1) ელემენტები, რომლებიც უმეტესად ქვაბულის ტენიანი ნიადაგებისთვისაა დამახასიათებელი: *Sibbaldia semiglabra*, *Alchimilla retinervis*, *Alchimilla glabriculumis*, *Taraxacum Stevenii*, *Pedicularis crassirostris*, *Senecio taraxacifolius* *Polytrichum alpinum*, *Polytrichum juniperinum* და სხვა; 2) ელემენტები, რომელთა სისწორე ქვაბულიდან მშრალი მდელოსაკენ თანდათან მატულობს: *Sibbaldia parviflora*, *Alchimilla erythropoda*, *Galium cruciata*, *Minuartia ajzoides*, *Carum caucasicum*, *Luzula pseudosudetica*, *Pimpinella saxifraga*, *Nardus glabriculumis*, *Festuca supina*, *Koeleria caucasica* და სხვა; 3) ელემენტები, რომლებიც შეიძლება გვხვდებოდეს როგორც ქვაბულში, ისე მის გარეთ: *Taraxacum Stevenii*, *Ranunculus oreophylus*, *Gnaphalium supinum*, *Anthennaria dioica*, *Corydalis alpestris*, *Draba hyspida* *Carum caucasicum*, *Potentilla gelida*, *Aster alpinus*, *Alchimilla abtegens*, *Galium cruciata*, *Minuartia ajzoides*, *Minuartia oreina*, *Nardus glabriculumis*, *Poa alpina*, *Phleum alpinum*, *Koeleria caucasica* და სხვა.

ამრიგად, აქ ორი მოპირდაპირე ფიტოცენოზი დგას — ქარბი ტენისმოყვარული და ქსერომეზოფილური. მათ შორის ურთიერთობა სტაბილური ხასიათის არ არის და არც საზღვარია ხაზობრივი. მოსაზღვრეობა, ფიტოცენოზების შერწყმა, მათი სასაზღვრო კონტაქტი კლიმატურ პირობებთან ერთად დამოკიდებულია მეზორელიეფის სტრუქტურაზე.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ბოტანიკის ინსტიტუტი

Г. К. ЗАМТАРАДЗЕ

 К ИЗУЧЕНИЮ ВЗАИМОВЛИЯНИЯ И СВЯЗИ СМЕЖНЫХ
 ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ РАСТИТЕЛЬНОСТИ СКЛОНОВ
 ЮЖНОГО НАГОРЬЯ ГРУЗИИ

Резюме

Рассмотрен вопрос о взаимодействии и связи смежных природных комплексов растительности склонов Южного нагорья Грузии. Выявлено, что характер сближения, контакты и взаимопроникновение расположенных рядом фитоценозов зависят как от климатических условий, так и от структуры мезорельефа.

BOTANY

G. K. ZAMTARADZE

 TOWARD THE STUDY OF THE SPATIAL DISTRIBUTION AND
 THE VEGETATION ZONES OF THE SOUTHERN HIGHLANDS
 OF GEORGIA

Summary

The article deals with the question of spatial zonal distribution of separate groupings of xeromesophilous vegetation in the southern highlands of Georgia.

It is shown that the contacts and intracoenotic structures of zonal phytocoenoses are conditioned by climatic and anthropogenic factors.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Ниценко. Бот. ж., 5, 1948.
2. გ. ზამთარაძე. საქ. სსრ მეცნ. აკად. მოამბე, 64, № 3, 1971.
3. ქუცხოველი ი. საქართველოს მცენარეული საფარი. თბილისი, 1960.

ბ. ბაიაშვილი

კვრინჩხის — *PRUNUS SPINOSA* L. ბუნებრივი ჰიბრიდის მტკრის
მორფოლოგია

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვ. მენაბდე 10.12.1975)

კვრინჩხის ციტოლოგიური გამოკვლევის შედეგად გამოიჩვენა, რომ იგი ტეტრაპლოიდური ($2n=32$) ფორმების გარდა, რომლითაც იგი ცნობილი იყო აქამდე, პექსაპლოიდურ ($2n=48$) ფორმებსაც აერთიანებს [1]. ბორჯომის რაიონში აღმოჩენილი ეს პოლიპლოიდური ფორმები მორფოლოგიური ნიშნებისა და ქრომოსომთა რიცხვის მიხედვით ტყემალ-კვრინჩხის ბუნებრივ ჰიბრიდებს უნდა წარმოადგენდნენ.

აქედან გამომდინარე, ამ მცენარეთა ჰიბრიდული ბუნების დასადასტურებლად საჭიროდ ვცანით შეგვესწავლა როგორც კვრინჩხის პოლიპლოიდური ფორმების ($2n=48$), ისე მათი სავარაუდო მშობლების მტკრის მორფოლოგია, მით უმეტეს, რომ *Prunus*-ის გვარის მტკრის მორფოლოგია თითქმის შეუსწავლეია, თუ არ მივიღებთ მხედველობაში ვ. ანდრეევის შრომებს [2, 3], რომლებშიც *Prunus*-ის გვარის ზოგიერთი წარმომადგენლის მტკრის მორფოლოგია მოცემულია თავლში მტკრის შესწავლის შედეგად მიღებულ მონაცემთა საფუძველზე.

მტკრის მარცვლის მორფოლოგია შევისწავლეთ და ყოველგვარი განაზომები ვაწარმოეთ აცეტოლიზური მეთოდით [4] დამუშავებულ მასალაზე; ზოგიერთი მორფოლოგიური ნიშნის დაწვრილებით შესწავლისათვის გამოვიყენეთ სმოლიანინოვა—გოლუბკოვას მეთოდი [5]. ნახატები PA—4 სახატავი აპარატით შესრულდა, 15×40 გადიდებით.

თავდაპირველად განვიხილავთ კვრინჩხის პოლიპლოიდური ფორმების სავარაუდო მშობლების — ტეტრაპლოიდური კვრინჩხის ($2n=32$) და იქვე მონარდი ველური ტყემლის ($2n=16$) მტკრის მორფოლოგიას.

Prunus spinosa L. — კვრინჩხი ($2n=32$) № 7 (ს. ცემი). მტკრის მარცვალი ელიფსურია, სიგრძით $12,39\mu$ ($10,5—14,29\mu$), სიგანით $5,11\mu$ ($6,09—4,2\mu$), ღარები ვიწროა — $2,52\mu$ ($21,1—2,94\mu$) და გრძელი — $12,39\mu$ ($10,5—14,29\mu$), თითქმის პოლუსამდე მიდის. ღარის სიგრძე ემთხვევა პოლარული ღერძის სიგრძეს. ფორის დიამეტრია $1,78\mu$ ($1,47—2,91\mu$). მტკრის მარცვალი სამლარიან-ფორიანია, გვხვდება თხლარიან-ფორიანიც. ექტეგზინის შრე ფორის მიდამოში აწეულია. მტკრის მარცვლები არათანაბარი ზომისაა. დიდი რაოდენობითაა სტერილური მტვერი. მტკრის მარცვლის ზედაპირი წერილმარცვლოვან-ნაკადურია.

Prunus divaricata Ledeb. — ტყემალი ($2n=16$) № 5 (ს. ცემი). მტკრის მარცვლის ფორმა ელიფსურია, სიგრძით $13,49\mu$ ($11,64—15,39\mu$), სიგანით $6,19\mu$ ($5,67—6,72\mu$), სამლარიან-ფორიანია, ღარები ვიწროა — $2,32\mu$ ($1,68—2,94\mu$) და გრძელი — $13,49\mu$ ($11,65—15,32\mu$). ფორის დიამეტრია $1,99\mu$ ($1,05—2,94\mu$), თითქმის პოლუსამდე მიდის. ფორის ადგილას ექტეგზინის შრე საგრძნობლად მალღდება. ახასიათებს თხელი ეგზინა. შესამჩნევია ორშრიანობა. ზედაპირი წერილმარცვლოვან-ნაკადურია.

Prunus spinosa L. — კვრინჩხი ($2n=48$) № 3 (ს. ცემი). მტკრის მარცვალი ელიფსურია, სიგრძით $14,84\mu$ ($13,04—16,58\mu$), სიგანით $7,14\mu$ ($5,67—8,61\mu$). ღარები გრძელია — $14,61\mu$ ($13,04—16,17\mu$) და ვიწრო — $3,67\mu$

(2,73—4,62 μ). მტვრის მარცვლი სამლარიანი, შეინიშნება ოთხი და მეტლარიანი მტვრის მარცვლები. მტვერი არათანაბარი ზომისაა, გვხვდება გიგანტური, ძალიან პატარა და საშუალო ზომის მტვრის მარცვლები. დიდი რაოდენობითაა სტერილური მტვერი. ფორის ნაცვლად აქვს ორა.



სურ. 1. *Prunus divaricata* Ledeb. ტყე-
მალი № 5 ($2n=16$)



სურ. 2. *Prunus spinosa* L. —კვრინხი
ბი № 7 ($2n=32$)

თუ შევადარებთ კვრინხის პოლიპლოიდური ფორმებისა და მათი საყარადლო მშობლების მტვრის მორფოლოგიის შესწავლის შედეგებს, დავინახავთ, რომ ამ მცენარის მტვრის მარცვლი ტყემლისა და კვრინხის მტვრის მარცვალზე უფრო დიდი ზომისაა, ამ მცენარის მტვერში გვხვდება გიგანტური, ოთხი და მეტლარიანი მტვრის მარცვლები. მეტად საყურადღებოა ის, რომ ამ პოლიპლოიდური მცენარის მტვრის მარცვლი ფორას არ შეიცავს, რაც ორივე



სურ. 3. *Prunus spinosa* L. —კვრინხი № 8 ($2n=48$)

მშობლისთვის დამახასიათებელია, და მის ნაცვლად ორა აქვს გამოხატული.

ამრიგად, კვრინხის პოლიპლოიდური ფორმების მტვრის მორფოლოგიაში შენიშნული ახალი ნიშანი (ფორას ნაცვლად ორა), ძისი დიდი ზომა და მკვეთრად გამოხატული მტვრის მრავალფეროვნება (ოთხლარიანი მარცვლები) იძის უფლებას გვაძლევს, რომ ეს ფორმები, რომლებიც ქრომოსომთა რიცხვის ($2n=48$) და მცენარის საერთო მორფოლოგიური ნიშნების მიხედვით ტყემლისა და კვრინხის ნიშნებს აერთიანებენ, ტყემალ-კვრინხის ბუნებრივ ჰიბრიდებდა ჩავთვალოთ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ბოტანიკის ინსტიტუტი

(შემოღდა 12.12.1975)

БОТАНИКА

Е. И. БАИАШВИЛИ

МОРФОЛОГИЯ ПЫЛЬЦЫ ЕСТЕСТВЕННОГО ГИБРИДА ТЕРНА— *PRUNUS SPINOSA* L.

Резюме

В результате проведенных нами исследований морфологии пыльцы полиплоидных форм терна ($2n=48$), собранных в Боржомском районе, установлен ряд морфологических отличий (присутствие оры вместе поры и наличие 4 и более бороздных пыльцевых зерен) от предпологаемых родительских видов *Prunus spinosa* L. и *Prunus divaricata* Ledeb.

Таким образом, по данным морфологии пыльцы, так же как и по морфологическим признакам плода и цитологическим показателям ($2n=48$), гексаплоидные формы терна, надо полагать, являются естественными гибридами между терном и ткемали.



E. I. BAIASHVILI

THE MORPHOLOGY OF POLLEN OF THE NATURAL
HYBRID OF *PRUNUS SPINOSA* L.

Summary

The author's investigation of the morphology of pollen of the polyploid forms of *Prunus spinosa* ($2n=48$), collected in Borjomi district, has shown a number of morphological differences from the presumed parental species—*Prunus spinosa* and *Prunus divaricata* (the presence of ore in place of pore and of four or more furrowed pollen grains). Thus, according to the data on the morphology of pollen as well as to the morphological characteristics of the fruit and cytological indices ($2n=48$), the hexaploid forms of *Prunus spinosa* may be assumed to be natural hybrids between *Pr. spinosa* and *Pr. divaricata*.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ე. ბაიაშვილი. საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის მოამბე, 72, № 3, 1973.
2. В. Н. Андреев. Опытное дело, № 1 (1—7), 1925.
3. В. Н. Андреев. Опытное дело, № 1, 2 (8), 1926.
4. Г. Эрдтман. Морфология пыльцы и систематика растений, Л., 1956.
5. Л. А. Смолянинова, В. Ф. Голубкова. ДАН СССР, т. 75, № 1, 1950.



მ. კიკვიძე, შ. ბანიშვილი

ფისვბარეში ბამოკვიზის ბავლინა ვაზში ნიტრატების შემცველობაზე

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. კეცხოველმა 19.2.1976)

აზოტით მცენარის კვება ბუნებრივ პირობებში ძირითადად ხორციელდება ნიადაგიდან NO_3^- ანიონის ან NH_4^+ კათიონის შთანქმის გზით. უმნიშვნელო რაოდენობით მცენარე შთანქავს აგრეთვე NO_2^- ანიონს. აზოტის ეს მინერალური ნაერთები მცენარეში მოხვედრის შემდეგ განიცდიან მთელ რიგ რთულ გარდაქმნებს, რომლის საბოლოო ეტაპია მათი ჩართვა ცილის მოლეკულაში.

სოფლის მეურნეობის პრაქტიკოსებს შემჩნეული აქვთ, რომ მცენარეს შეუძლია გამოიყენოს საკვები ნივთიერებები არა მარტო ფესვების საშუალებით, არამედ მიწისზედა ორგანოების გზითაც. მცენარეების ფესვგარეშე გამოკვებას ხშირად მიმართავენ. ეს მეთოდი აადვილებს მცენარეების დამატებით გამოკვებას მთელი ვეგეტაციის მანძილზე.

ხვდალასხვა შედგენილობის და კონცენტრაციის საკვები ხსნარებით ფესვგარეშე გამოკვების ფონზე ჩვენ შევისწავლეთ ვაზის ფოთლებში ნიტრატების ცვლილებები.

ნიტრატები განვსაზღვრეთ ნ. დანილოვას მეთოდით [1].

ნ. მაკაროვას, მ. სტეკლოვას და მ. შკოლნიკის [2] მიხედვით ნიტრატები მცენარეში ასრულებენ ენერგიული დამყანგველის როლს, ამიტომ მცენარისათვის წარმოადგენენ არა მარტო აზოტის წყაროს, არამედ ორგანიზმში მიმდინარე ქანგვითი პროცესების კატალიზატორსაც. ნიტრატები მართლაც მეტად ეფექტურ დამყანგველს წარმოადგენს — ყოველ ჯგუფ NO_3^- -ზე, რომელიც NH_4^+ -მდე აღდგება, იქანება ნახშირბადის ორი ატომი და თავისუფლდება 162 კალ. ენერგია [3].

ცდები ჩავატარეთ დილომში გაშენებულ ვენახში ვაზის ჯიშ რქაწითელზე. ფესვგარეშე გამოკვებისათვის გამოვიყენეთ 1% კარბამიდი, 1% კალიუმის ქლორიდი, სუპერფოსფატი შეფარდებით 1/40 და 1/80, ბორდოს სითხე. ხსნარები ავიღეთ როგორც ცალ-ცალკე, ისე კომბინაციების სახით. საკონტროლო მცენარეებს ვასხურებდით წყალს.

ცდის შედეგების განხილვა გვიჩვენებს (ცხრილი 1), რომ ვაზის ფესვგარეშე გამოკვებისათვის გამოყენებული აზოტის, ფოსფორის და კალიუმის შემცველი ხსნარებიდან ნიტრატების რაოდენობას ფოთლებში აღიდებს კარბამიდი და სუპერფოსფატი შეფარდებით 1/40. იმ ვარიანტებში, სადაც შესასხურებლად გამოვიყენეთ კალიუმის ქლორიდიანი ხსნარები, ნიტრატების რაოდენობა შემცირებულია. ყველაზე მცირე რაოდენობით ნიტრატები აღინიშნება ვაზის ფოთლებში, როცა 1% კალიუმის ქლორიდთან ერთად შევასხურეთ ბორდოს სითხე.

საწინააღმდეგო სურათს იძლევა ბორდოს სითხე 1/80 სუპერფოსფატთან კომბინაციაში, აგრეთვე მაშინ, როცა მხოლოდ ბორდოს სითხეა შესხურებული.



ლი. ორივე შემთხვევაში ნიტრატების კონცენტრაცია საკმაოდ მაღალია საკონტროლოსთან შედარებით.

აღსანიშნავია ის გარემოება, რომ ჩვენ საკონტროლოდ აღებული გვქონდა აგრეთვე ის ვაზები, რომლებსაც ვასხურებდით ბორდოს სითხეს. ამ უქანასკნელში კი ნიტრატების რაოდენობა წყლიან საკონტროლოსთან შედარებით გაცილებით მაღალია. ბორდოს სითხის ასეთი გავლენა ნიტრატების შემცველობაზე უნდა აიხსნას სპილენძის უშუალო მონაწილეობით აზოტოვანი ცვლის რეაქციებში — მისი პირდაპირი მონაწილეობის გზით ფერმენტების შედგენილობაში. შეიძლება სპილენძის გავლენა არაპირდაპირიც იყოს მისი მოქმედებით პლანზის ფიზიკურ-ქიმიურ მდგომარეობაზე.

ცხრილი 1

გამოცდების გავლენა ნიტრატების შემცველობაზე ვაზის ფოთლებში

ცდის ვარიანტი	NO ₃ მგ 1 გ მშრალ მასალაზე	% საკონტროლოს მიმართ
საკონტროლო — წყალი	1,5	100
1% კარბამიდი	1,7	113
1% კალიუმის ქლორიდი	1,4	93
1/80 სუპერფოსფატი	1,3	87
1/40 სუპერფოსფატი	1,9	127
საკონტროლო + ბორდოს სითხე	2,1	140
1% კალიუმის ქლორიდი + ბორდოს სითხე	1,0	67
1/80 სუპერფოსფატი + ბორდოს სითხე	2,1	140

ვაზის ფოთლებში ნიტრატების რაოდენობის მომატებაზე არსებით გავლენას ახდენს ცდაში გამოყენებული საკვები ხსნარების კომბინაციები (ცხრილი 2). ეს პირველ ყოვლისა უნდა ითქვას 1% კარბამიდის, 1/80 სუპერფოსფატის და 1% კალიუმის ქლორიდის ნარევეზე. ამ ნარევის შესხურებით ნიტრატების აკუმულირება ვაზის ფოთლებში გაიზარდა საშვერ და უფრო მეტად საკონტროლოსთან შედარებით. შემდეგ ყველაზე მეტი რაოდენობით დაგროვდა ნიტრატები NP-ს ვარიანტში. კალიუმის ქლორიდის და კარბამიდის ნარევი შესხურებულ ვაზებში ნიტრატების რაოდენობა საკონტროლოს უტოლდება.

ცხრილი 2

გამოცდების გავლენა ნიტრატების შემცველობაზე ვაზის ფოთლებში

ცდის ვარიანტი	NO ₃ მგ 1 გ მშრალ მასალაზე	% საკონტროლოს მიმართ
საკონტროლო—წყალი	1,5	100
1% კარბამიდი+1% კალიუმის ქლორიდი	1,5	100
1% კარბამიდი+1/80 სუპერფოსფატი	2,5	166
1/80 სუპერფოსფატი+1% კალიუმის ქლორიდი	1,7	113
1% კარბამიდი+1/80 სუპერფოსფატი+1% კალიუმის ქლორიდი	4,5	300

ჩვენს მიერ აღრე ჩატარებულ ცდებში კარბამიდის ზემოქმედებით განსაზღვრულ იქნა ფერმენტ ნიტრატრედუქტაზას აქტივობა [4]. ფერმენტის ინდუცირება ვაზის ფოთლებში აღნიშნული აზოტის წყაროს გამოყენებით გაიზარდა. ჩვენ მაშინ დავუშვით, რომ რადგან ნიტრატრედუქტაზა ადაპტური ფერმენტია და ინდუცირდება არეში ნიტრატების თანამყოფობისას, კარბამიდის მოქმედებით უნდა გადიდებულიყო ფოთლებში ნიტრატების რაოდენობა, რაც

ამჯერად დადასტურდა. მცენარის ქსოვილებში აზოტის აღდგენილი ფორმის გამოყენებისას მისი დაეანგული ფორმების რაოდენობის მატება უნდა აიხსნებოდეს აზოტოვანი ცვლის პროცესების გაძლიერებით, ან კიდევ ნიტრატების ხელახალი წარმოქმნით გარედან მიწოდებული აზოტის აღდგენილი ფორმებიდან. ნიტრატების წარმოქმნის ამ გზაზე მიუთითებდნენ ჯერ კიდევ ა. ბაზი და შემდეგ თ. ტურჩინი (ციტირებულია მ. გუკოვას მიხედვით [5]).

ამგვარად, ვენახში რქაწითელზე სხვადასხვა საკვები ხსნარების შესხურება უმეტეს შემთხვევაში აღიღებს ვაზის ფოთლებში ნიტრატების რაოდენობას.

გამოყენებული საკვები ხსნარების კომბინაციები ნიტრატების დაგროვებისთვის უფრო ეფექტურ წყაროს წარმოადგენს, ვიდრე ცალ-ცალკე თათოეული მათგანი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ბოტანიკის ინსტიტუტი

(შემოვიღა 26.2.1976)

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

М. В. КИКВИДZE, Ш. Ш. ЧАНИШВИЛИ

ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ НА СОДЕРЖАНИЕ НИТРАТОВ В ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЕ

Резюме

Некорневая подкормка азотом, фосфором и калием плодоносящих лоз сорта Ркацители проводилась двукратно растворами 1% карбамида, 1% хлорида калия, 1/40 и 1/80 концентрации суперфосфата и 1% бордоской жидкости. Питательные растворы применялись как в отдельности, так и в различных комбинациях.

Установлено значительное увеличение содержания нитратов в листьях при применении смеси NPK, а также NP. Некоторое повышение содержания нитратов наблюдалось и при использовании суперфосфата в концентрации 1/40 и карбамида в отдельности.

Предполагается, что возможной причиной возрастания содержания нитратов при использовании карбамида является окисление восстановленных форм.

PLANT PHYSIOLOGY

M. V. KIKVIDZE, Sh. Sh. CHANISHVILI

THE EFFECT OF FOLIAR APPLICATION ON THE CONTENT OF NITRATES IN GRAPEVINE

Summary

Foliar application of the yielding grapevine of Rkatsiteli variety involved the solutions of carbamide, potassium chloride, superphosphate and Bordeaux mixture. Nutrient solutions were applied both separately and in different combinations. The content of nitrates in leaves was found to increase con-

siderably when the mixture NPK and that of NP was applied. Some increase of the content of nitrates was observed also when superphosphate and carbamide were applied separately.

The reasons of the increase of the concentration of nitrates in grapevine leaves as a result of carbamide feeding are discussed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. С. Данилова. Физиол. раст., 10, вып. 4, 1963.
2. Н. А. Макарова, М. М. Стеклова, М. Я. Школьник. Экспериментальная ботаника, сер. 4, вып. 15, 1962.
3. D. J. Arnon. Soil Sci., 44, 2, 1937.
4. შ. ჯანიშვილი, მ. კიკვიძე. საქ. სსრ მეცნ. აკად. მოამბე, 72, 2, 1973.
5. М. М. Гуква. Изв. ТСХА, 72, 2, 1973, № 6, 1971.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

В. Е. КВЛИВИДЗЕ

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КОЛИЧЕСТВА СЛОЕВ
ГРАНУЛЕЗНЫХ И ТЕКА КЛЕТОК Фолликулов ЯИЧНИКА

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 4.1.1976)

В доступной литературе мы не нашли данных, касающихся изменения количества слоев гранулезных и тека клеток в процессе старения; имеются лишь единичные сведения о количестве и толщине слоев названных клеток в раннем периоде онтогенеза [1, 2].

В основу сообщения положены результаты определения количества слоев в гранулезных и тека клетках фолликулов яичника в процессе старения.

Материалом для исследования служили яичники крыс линии «Вистар» в возрасте новорожденных, 2 недели, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 18, 24, 30 и 36 месяцев. Нужно отметить, что животные с возраста 3 месяцев до 12 месяцев включительно циклировали регулярно, с возраста 18 месяцев регулярность половых циклов нарушалась, а в возрастах 24, 30 и 36 месяцев цикличность половой деятельности прекращалась. Яичники фиксировались в 12% водном растворе формалина, заливались в целлоидин, срезы окрашивались гематоксилином и эозином. Производился подсчет количества слоев и тека клеток в растущих и графовых фолликулах.

Данные, полученные в результате количественных исследований, были обработаны методом вариационной статистики.

Результаты подсчета слоев гранулезных клеток растущих фолликулов в процессе старения показывают, что их количество в возрасте новорожденных самое низкое и составляет $1,36 \pm 0,03$, в возрасте 2 месяцев оно достигает $4,50 \pm 0,25$, а затем, по мере увеличения возраста животного, не претерпевает особо выраженных изменений до возраста 12 месяцев включительно. В возрасте 18 месяцев этот показатель достоверно снижен по сравнению с возрастными 6—12 месяцев ($P < 0,02$ и $P < 0,05$ соответственно), а в возрасте 24—30 месяцев снижение прогрессирует.

Подсчетом слоев тека клеток в одноименной оболочке растущих фолликулов установлено, что до возраста 5 месяцев включительно количество слоев тека клеток увеличивается, затем, до возраста 12 месяцев включительно, оно не меняется, в возрасте 18 месяцев вновь увеличивается, а с возраста 24 месяцев уменьшается и в дальнейшем уменьшение прогрессирует.

Данные подсчета слоев гранулезных и тека клеток в графовых фолликулах не показывают особо выраженных изменений по мере увеличения возраста.

Согласно проведенным исследованиям, потенция размножения клеток прогрессивно снижается в гранулезном слое растущих фолликулов после возраста 12 месяцев, а в тека слое после возраста 18 месяцев. Уменьшение числа слоев гранулезных и тека клеток в растущих фол-

ლიკულაზ ობუსოვლივავ უმუნიშენი პოტენციი სოზრევიანი ი როსა ფოლიკულოვ ვ ცელომ.

В результате подсчета слоев гранулезных и тека клеток фолликулов можно сделать следующие заключения: 1) в процессе старения крыс линии «Вистар» уменьшается число слоев гормонально-активных гранулезных и тека клеток; 2) указанные изменения начинаются после возраста 12 месяцев; 3) число слоев гранулезных и тека клеток уменьшается преимущественно в растущих фолликулах; 4) уменьшение числа слоев гранулезных и тека клеток во времени совпадает со снижением потенции роста и созревания фолликулов и предшествует потере репродуктивной функции гонад.

Тбилисский государственный
медицинский институт

(Поступило 27.2.1976)

აღაშიანიისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

3. კვლივიძე

საკვირცხის ფოლიკულებიზ ბრანულოფუტრი და თეკა უჯრედების
შრეების რიცხვის ასაკობრივი თავისებურებანი

რეზიუმე

სხვადახვა ასაკის „ვისტარის“ ჯიშის ვირთაგვის საკვირცხებებში ბრანულოფუტრი და თეკა უჯრედების შრეების რიცხვის განსაზღვრამ გამოავლინა, რომ ორგანიზმის დაბერების პროცესში მიმდინარეობს ჰორმონულად აქტიური ბრანულოფუტრი და თეკა უჯრედების შრეების რიცხვის დაკლება მოზარდ ფოლიკულებში 12 თვის ასაკის შემდეგ. ზემოთ აღნიშნული ცვლილებები თანხედება ფოლიკულების ზრდის და მომწიფების პოტენციის დაქვეითებას, წინ უსწრებს გონადების მიერ რეპროდუქტიული ფუნქციის დაკარგვას.

ბრანულოფუტრი და თეკა უჯრედების შრეების რიცხვის დათვლამ არ გამოავლინა რაიმე განსაკუთრებული ცვლილებები ცხოველის ასაკის მატებასთან დაკავშირებით.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

V. E. KVLIVIDZE

AGE PECULIARITIES OF LAYER QUANTITY OF GRANULAR
AND GRAAFIAN CELLS OF OVARIAN FOLLICLES

Summary

Counting the layers of granular and theca cells of ovarian follicles of Wistar rats of various ages has shown that in the process of aging the number of layers of hormonally active granular and Graafian cells of growing follicles decreases after the age of 12 months. This decrease coincides in time



with the lowering of the potency of maturation and growth of follicles and precedes the loss of gonad reproductive function.

The count of the layers of granular and Graafian cells in follicles failed to reveal any particular alterations with age increase.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ц. В. Гачечиладзе. Анализ действия гонадотропных гормонов по данным морфологического и гистохимического исследования яичников и матки крыс и эндометрия человека. Автореферат. Тбилиси, 1970.
2. Л. С. Георгевская. Морфологический анализ механизма овуляции у млекопитающих животных и человека. Автореферат. Симферополь, 1969.



ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Т. Ш. ЛАБАХУА

**ВЛИЯНИЕ ЦИРКУЛЯТОРНОЙ ГИПОКСИИ НА ПРЯМЫЕ
 ОТВЕТЫ КОРЫ МОЗГА КРОЛИКА**

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Н. Опшани 17.2.1976)

Изменения прямых ответов коры мозга в условиях циркуляторной гипоксии недостаточно изучены. Существует несколько работ, в которых описано влияние недостатка кислорода [1—4] и гипотензии [3] на прямые ответы коры мозга. Изучение действия длительной циркуляторной гипоксии на эффекты одиночных и тетанических раздражений коры мозга и восстановление ответов в постишемическом периоде имеет определенный теоретический и, возможно, практический интерес.

Опыты с ишемией проводились на ненаркотизированных кроликах. Принцип метода вызова циркуляторной гипоксии (ишемии) мозга опубликован [5]. Для усиления потенциалов использовался усилитель переменного тока с постоянной времени 0,7 сек.

По мере развития и углубления циркуляторной гипоксии можно выделить две фазы изменений прямых ответов коры мозга: медленную и быструю. Заметные изменения наблюдались на 2—4-й мин ишемии. ДП и МОП уменьшались, и прогрессивное уменьшение ДП продолжалось в течение 10 мин после начала ишемии (рис. 1). Нужно отметить, что ДП1 и ДП2 сравнивались между собой по величине на 6—7-й мин ишемии и продолжительность их увеличивалась. На протяжении ишемии не только уменьшалась амплитуда ДП, но и выпадали добавочные волны и ответы становились простыми. МОП уменьшался параллельно с ДП. Через 10 мин ишемии величина прямых ответов коры составляла примерно 75% от нормы, после чего прямые ответы быстро ослабевали и исчезали (примерно на 12 мин, рис. 1).

Ответы на раздражения вновь появлялись в период от 3 до 15 мин после восстановления кровообращения. В момент их появления ДП в некоторых случаях составляли 75—80% от исходной величины, т. е. были примерно такой величины, как в ишемическом периоде перед развитием быстрой фазы уменьшения ответов (рис. 1). В течение 35 мин восстановления мозгового кровотока ДП1 и ДП2 постепенно нарастали и восстанавливалось их первоначальное соотношение. Наблюдения длились около 1 часа, и в течение этого периода ответы достигали исходной величины. В некоторых опытах полного восстановления ответов не отмечалось.

Изменения отрицательных сдвигов при тетанических раздражениях и ЭКоГ начинались уже с 1-й мин ишемии. На ЭКоГ отмечалось резкое ослабление активности. Полное исчезновение спонтанной активности происходило на 9-й мин. Отрицательный сдвиг постепенно уменьшался и исчезал на 4-й мин; при этом также отмечались медленная и быстрая фазы его изменений (рис. 2). Нужно отметить значительную разницу времени исчезновения ЭКоГ и отрицательного сдвига: он исчезал значительно раньше. После кратковременного алкалоза

наступал ацидоз, который увеличивался в течение всего периода ишемии, достигая значительной величины (рН 6,45).

Восстановление «спонтанной» ЭКОГ обычно наступало раньше, чем восстановление прямых ответов коры. Нужно отметить, что восстановленные ответы отличались от исходных не только по амплитуде, но и по конфигурации за счет увеличения положительной фазы и замедления фронта нарастания потенциала (рис. 2). После восстановления мозгового кровотока рН еще продолжал падать в течение 4—5 мин, после чего медленно нарастал, и к 50 мин постишемического периода составлял 95% от исходной величины, не меняясь в дальнейшем. Время появления прямых ответов и начало увеличения рН совпадали, но в дальнейшем не было прямой корреляции между этими двумя показателями. Полного восстановления отрицательного потенциала не наступало в течение 2 часов наблюдений.

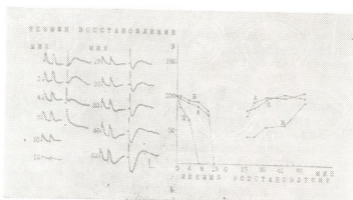


Рис. 1. Изменения ДП и МОП при циркуляторной гипоксии мозга. Слева — осциллограммы одного опыта. Расстояние между раздражающими и отводящими электродами 1,5 мм. ДП вызываются парными стимулами (0,05 мсек, 10 в) с интервалом 70 мсек; МОП вызывается одиночным стимулом (0,05 мсек; 50 в). Калибровка: 0,5 мв и 50 мсек. Цифры слева — время в мин от начала ишемии и от начала восстановления. Справа — графики составлены на основании данных опыта, часть которых представлена слева. Ордината — амплитуда в % к исходной, принятой за 100%; абсцисса — время в мин. А — ДП1; Б — ДП2; В — МОП

Установлены медленная и быстрая фаза изменений импеданса во время выключения кровообращения [7, 8]. Существенное увеличение сопротивления при асфиксии связывают с перемещением ионов Na^+ и Cl^- из внеклеточного пространства в клетки и с уменьшением проводимости, определяемой электролитами внеклеточного пространства.

Две фазы деполяризации корковых нейронов были выделены после окклюзии артерий. Первая прогрессировала медленно и была объяснена постепенным выключением ионных насосов [9]. Вторая, быстрая фаза была объяснена резким увеличением проницаемости мембран к ионам Na^+ и Cl^- , что приводило к значительной быстрой деполяризации нейрона. В наших опытах, как говорилось, была выделена медленная фаза изменений ДП и МОП, очевидно связанная с выключе-

нием ионных насосов. Быстрая фаза уменьшения прямых ответов, можно думать, соответствует фазе возникновения асфиксического потенциала, резкого увеличения импеданса, быстрой деполяризации нейронов.

Уменьшение ДП может происходить также из-за уменьшения выделяющихся квантов медиатора, очевидно, вследствие деполяризации пресинаптических терминалей при гипоксии соответственно данным, полученным на спинном мозге.

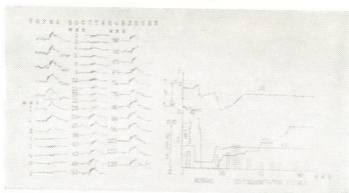


Рис. 2. Влияние циркуляторной гипоксии на ЭКоГ и медленный отрицательный потенциал коры, вызванный ее тетаническим раздражением. Расстояние между раздражающими и отводящим электродами 1,5 мм. Потенциалы вызываются тетаническими раздражениями (20 в, 20 гц, 0,05 мсек). Цифры слева — время в мин от начала ишемии и от начала восстановления. Калибровка: 1 мв и 1 сек. Справа — кривые составлены на основании данных опыта, часть которых представлена слева. Ордината: цифры слева — амплитуда МОП в мв; справа — величины МКТ. Слева от ординаты — калибровка артериального давления (АД) и рН. Столбики — величины МКТ. Абсцисса — время в мин

МОП, который выражает деполяризацию глии, также постепенно ослабевает и затем исчезает, обычно раньше, чем ДП. Падение мембранного потенциала глиальных клеток при гипоксии происходит, по-видимому, также из-за выключения $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ -насоса.

Учитывая представление о гетерогенности мозговой ткани [10], можно заключить, что самые наружные и самые внутренние слои коры являются наиболее чувствительными к гипоксии. В этом случае прямые ответы коры занимают особое положение и их изменения и время исчезновения будут отличаться от других видов электрической активности: после исчезновения прямых ответов спонтанная активность оставалась.

В фазе восстановления отмечалось возвращение импеданса и диаметра апикальных дендритов к нормальной величине [8]. Быстрая фаза восстановления сменялась медленной и, по-видимому, была связана

с медленным восстановлением ионных насосов мембран. Соответственно восстановлению ДП и МОП в постгипоксическом периоде характеризовалось также двумя фазами.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физиологии

(Поступило 19.2.1976)

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

თ. ლაბახუა

ცირკულატორული ჰიპოქსიის გავლენა გოცვერის ტვინის ძირის პირდაპირ პასუხებზე

რეზიუმე

უნარყოზო ბოცვერებზე შევისწავლეთ ტვინის ქერქის პასუხების ცვლილებები მისი ზედაპირის ერთნელობრივი და ტეტანური გალიზიანებისას ტვინის ცირკულატორული ჰიპოქსიის (იშემიის) დროს. 15-წუთიანი ჰიპოქსიის შემთხვევაში ხდება დენდრიტული პოტენციალის ჯერ ნელი, შემდეგ სწრაფი შემცირება და ბოლოს გაქრობა, რაც გამოხატავს აპიკალური დენდრიტების აგზუნების პოსტსინამსურ პოტენციალს. ნელი უარყოფითი პოტენციალები ჩვეულებრივ უფრო ადრე კნინდება, ვიდრე სპონტანური ელექტრული აქტივობა.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

T. Sh. LABAKHUA

THE INFLUENCE OF CIRCULATORY HYPOXIA ON THE DIRECT
 CORTICAL RESPONSES OF A RABBIT

Summary

The changes of responses of the cerebral cortex to single and tetanic stimulation of its surface during circulatory hypoxia (ischemia) of the brain were studied in unanaesthetized rabbits. During 15 min of hypoxia at first there takes place slow, then quick, decrease and abolishment of dendritic potentials (DP representing the EPSP of apical dendrites) and slow negative potentials (SNP representing the depolarization of glial cells). SNPs usually abolish earlier than DPs and much earlier than spontaneous electrical activity. In the period of recovery spontaneous electrical activity appears earlier than SNP, the full recovery of which was not observed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. М. Окуджава. Активность верхушечных дендритов в коре больших полушарий. Тбилиси, 1963.
2. H. T. Chang. *J. Neurophysiol.*, 14, 1951, 1.
3. S. Goldring, J. L. O'Leary. *Fed. Proc.*, 19, 1960, 612.
4. S. Goldring, J. S. Metcalf, H. Huang, J. Shields, J. L. O'Leary. *J. Nerv. Ment. Dis.*, 128, 1959.
5. G. I. Mchedlishvili. *Neuropat. Pol.*, 11, 1973, 249.
6. Г. И. Мchedlishvili, Р. В. Антия, Н. П. Митагвария, Г. В. Амашукели. Сб. «Современные проблемы деятельности и строения центральной нервной системы». Тбилиси, 1972, 159—187.
7. P. Sobotka, E. Gebert. *Pflügers arch. ges. Physiol.*, 326, 1971, 142.
8. A. Van Harrevelde. *Tachibana. J. Physiol.*, 202, 1962, 59.
9. H. Collewijn, A. Van Harrevelde. *Exp. Neurol.*, 15, 1966, 425.
10. Л. З. Певзнер. Сб. «Корреляция кровоснабжения с метаболизмом и функцией». Тбилиси, 1969, 213.



УДК 612.825

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Г. В. АБУЛАДZE

РЕФЛЕКТОРНАЯ ЗАДЕРЖКА ДВИГАТЕЛЬНЫХ РЕАКЦИИ НА МАЛЫЕ ИНТЕРВАЛЫ ВРЕМЕНИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 11.2.1976)

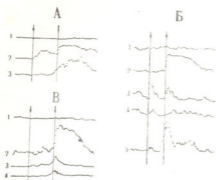
Для понимания организации сложных двигательных актов важное значение имеет вскрытие механизмов относительно простых безусловных и условных моторных реакций на экстерораздражители. В настоящее время показана возможность выработки задержанных вызванных потенциалов, являющихся коррелятами воспроизведения временной связи [1—3]. В данной работе была предпринята попытка обнаружить двигательные компоненты условных задержанных реакций в хроническом опыте на крысах.

Опыты ставились на крысах-самцах линии «Вистар» в хроническом эксперименте. Проводилось наблюдение за двигательными реакциями до и после сочетаний звукового и электрокожного раздражений по методике, подробно описанной ранее [4]. Экспериментальная камера представляла собой легкий гетинаксовый ящик (20×20×30 см) с прозрачной дверцей и с электрифицированным полом. Экспериментальная камера и звукоизолированный бокс, в который она помещалась, были сейсмоизолированы от пола и друг от друга. К камере был жестко прикреплен сейсмодатчик, сигнал которого усиливался усилителем УБП—02, выпрямлялся, сглаживался фильтром с постоянной времени 0,1 сек и усреднялся анализатором АРТ-1000. Условным стимулом (УС) были щелчок (150 мсек) или тон (1500—2000 мсек) одинаковой интенсивности (40 дБ выше порога слышимости) и частоты (200 Гц). Безусловным стимулом (БС) служила серия прямоугольных импульсов, подаваемых на пол камеры (1—2 мА, 100 имп/сек, 2 мсек) общей длительностью 500 мсек. Начала условного и безусловного стимулов разносились на 500 или 750 мсек. Сочетания следовали случайно со средней частотой 6 в минуту. Процедура опыта включала: привыкание — предъявление 20—40 звуковых стимулов; обучение — сочетание звукового и электрокожного раздражителей; тестирование — изолированное предъявление условного стимула после обучения.

Предъявление интактным животным щелчка или тона обычно вызывало общую двигательную ориентировочную реакцию, хотя у некоторых животных она могла отсутствовать. Длительность этой реакции на щелчок была 250 мсек, на тон она всегда была более длительной. Угашение ориентировочной реакции наступало после предъявления 20—30 звуковых раздражителей.

20 и более сочетаний щелчка и электрокожного раздражения, следующих в случайном ритме, вызывали двигательные реакции как на щелчок, так и на болевое раздражение, отставленное в наших опытах на 500 или 750 мсек. Предъявление после обучения изолированного звукового раздражителя приводило к возникновению двигательной реакции с задержкой, близкой отставлению подкрепляющего раз-

дражения при пропуске последнего. Эти задержанные двигательные реакции (ЗДР) без дополнительного подкрепления возникали в ответ на условный раздражитель в течение многих дней при ежедневном тестировании. На рис. А показано возникновение ЗДР после сочетания щелчка и болевого раздражения, разнесенных на 750 мсек. Как можно видеть, через 5 дней после 65 сочетаний в ответ на щелчок возникает ЗДР, совпадающая по времени с двигательной реакцией, ранее возникающей в ответ на болевое раздражение.



Задержанные двигательные реакции у крыс:

Рис. 1. А. Усредненная двигательная активность: 1 — на щелчок (4—6 предъявлений); 2 — при сочетании звукового и электрокожного раздражений (4—6 предъявлений); 3 — на щелчок через 5 суток после 65 сочетаний (1—10 предъявлений). Б. Усредненная двигательная активность: 1 — на щелчок (11—20 предъявлений); 2 — при сочетании звукового и электрокожного раздражений (1—10 предъявлений); 3 — на щелчок через 4 суток после 10 сочетаний (51—60 предъявлений); без тестирования в предыдущие 3 суток; 4 — то же (61—70 предъявлений); 5 — на щелчок через 12 суток после 10 сочетаний и через 7 суток после «напоминания» (21—30 предъявлений). В. Усредненная двигательная активность: 1 — на тон (11—20 предъявлений); 2 — при сочетании звукового и электрокожного раздражений (6—9 предъявлений); 3 — на тон через 24 часа после 10 сочетаний (21—30 предъявлений); 4 — на тон через 5 суток после 10 сочетаний (21—30 предъявлений);

Интервал между началами звукового и электрокожного стимулов (отмечено стрелками) на А и В — 750 мсек, на Б — 500 мсек. Длина трасс 2500 мсек.

В дальнейшем была произведена попытка выработки ЗДР при более массивном и менее длительном обучении, которое состояло в предъявлении 10 сочетаний звукового стимула и БС в течение 1 минуты. Из восьми опытов, где тон через 500 мсек подкреплялся током, в пяти спустя 24 часа после обучения выявилась задержанная реакция с латентным периодом, соответствующим времени отставления подкрепления. Дальнейшее тестирование показало сохранение ЗДР в течение 4—6 дней или более без дополнительного подкрепления или каких-либо воздействий. Эти реакции наблюдались, если тестирование производилось ежедневно и если пропускались 1—2 или несколько дней (рис. Б—1, 2, 3).

В другой серии опытов электрокожное раздражение отставлялось от начала тона на 750 мсек. Основные закономерности проявления ЗДР после 10 сочетаний были теми же, что и в опытах с отставлением на 500 мсек (рис. В).

В тех случаях, когда после выработки не было ЗДР или они многократным тестированием угасали, применялась процедура «напоминания» — предъявление болевого раздражения в экспериментальной камере, не сочетанного с тоном. Обычно после «напоминания» ЗДР возникали или восстанавливались. Однажды выявленная реакция сохранялась длительное время — 10—15 дней (рис. Б—4,5). Следует отметить, что у необученных животных только болевая стимуляция не приводила к появлению каких-либо задержанных реакций.

Таким образом, проведенные опыты показали, что после сочетания звукового раздражения с электрокожным при малом отставлении между ними и небольшом количестве сочетаний суммарная двигательная реакция на звук существенно изменяется. Эти изменения заключаются в появлении двигательных реакций, задержанных по отношению к началу звукового сигнала и совпадающих с началом ранее действующего болевого раздражения, в сохранении их на протяжении длительного времени и в возможности извлечения угашенного следа процедурой «напоминания». Ранее электрографические задержанные реакции при малом отставлении индифферентного и подкрепляющего раздражителей были обнаружены в ряде экспериментов [1, 3, 5, 6]. Адам, Кукорелли [7] произвели попытку в хроническом эксперименте обнаружить двигательный коррелят задержанных условных электроэнцефалографических реакций, однако авторы наблюдали движения визуально и были лишены возможности оценить временные и количественные характеристики условнорефлекторного движения.

Сопоставление характера формирования и воспроизведения задержанных вызванных потенциалов и наших данных о ЗДР в сходной постановке опытов с точной оценкой временных параметров показывает взаимосвязь этих процессов. Рефлекторная задержка при малых отставлениях стимулов указывает на участие механизмов отсчета времени в работе моторных центров, организующих целостное движение.

Тбилисский государственный
институт усовершенствования
врачей

СФ АМН СССР
Институт физиологии

(Поступило 13.2.1976)

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ბ. აბულაძე

მოძრაობითი რეაქციების რეფლექსური შეჩერება დროის მცირე ინტერვალებით

რეზიუმე

ქრონიკულ ცდებში ჩავატარეთ დაკვირვება ვირთაგვების მოძრაობით რეაქციებზე, ბგერის და კანის ელექტრული გაღიზიანების შეუღლებამდე და შეუღლების შემდეგ. გაღიზიანებათაშორისი ინტერვალი იყო 500 და 750 მილიწამი. მოძრაობის რეგისტრაციას ვატარებდით სენსორიალურ ფილაზე. 20 შეუღლების შემდეგ ერთჯერადი სისწირით 6 წამში ბგერით გაღიზიანებაზე ელექტრული გაღიზიანების გარეშე აღმოცენდა ფაზური მოძრაობითი რეაქცია შესაბამისად 500 და 750 მილიწამის შემდეგ. შეჩერებული მოძრაობითი რეაქციები შენარჩუნებული იყო 2—3 კვირის განმავლობაში, მათი დათრგუნვა და აღდგენა შესაძლებელი იყო ისოლირებული ელექტრული გაღიზიანებით.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

G. V. ABULADZE

REFLECTORY DELAY OF MOTOR REACTIONS TO SHORT
INTERVALS OF TIME

Summary

In chronic experiments involving rats motor responses have been observed before and after pairs of sound and electroskin stimuli delayed



with intervals of 500 and 750 msec magnitude. Motor activity was registered seismographically.

Phase motor reactions delayed with the intervals of 500 and 750 msec respectively were registered after 20 pairs with the frequency of 6 min in response to a sound stimulus in the absence of reinforcement. The delayed motor reactions were retained for 2-3 weeks, they could become extinct and could be recovered by the footshock.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. В. Абуладзе, В. И. Масычева. Тез. докл. 3-ей конференции по проблемам памяти и следовым процессам. Пущино, 1974, 3.
2. Р. Ю. Ильюченко. ЖВНД. 24, 6, 1974, 1209.
3. G. Adam. *Interoception and Behavior*. Budapest, Acad. Kiadó 1, 1967.
4. В. П. Леутиц, Г. В. Абуладзе. ЖВНД, 24, 6, 1974, 1306.
5. Г. В. Абуладзе, В. И. Масычева. ЖВНД, 23, 4, 1973, 881.
6. И. А. Корсаков, Р. Ю. Ильюченко, М. А. Гилинский. Физиол. ж. СССР, 7, 1973, 991.
7. G. Adam, T. Kukorelli. *Acta Physiol. Acad. Sci. Hung.*, 36, 1969, 183.



УДК 577.3

БИОФИЗИКА

М. А. ТОПУРИЯ, М. А. ЦАРЦИДZE, Б. А. ЛОМСАДZE

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДНК С МЕМБРАНАМИ ЛИЗОСОМ ПЕЧЕНИ КРЫС

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Н. Ониани 10.11.1975)

Изучение структурной организации мембран лизосом приобретает особое значение ввиду их ведущей роли в патологических процессах. В литературе известны некоторые особенности функциональной активности лизосом, например, мембраны митохондрий и микросом легко подвергаются автоокислению, тогда как в мембранах лизосом этот процесс протекает очень медленно [1, 2]. Изучение взаимодействия полициклических углеводов (ПУ) с мембранами органелл, по-видимому, выявляет специфический рецептор в мембранах лизосом, который при соединении с канцерогенным ПУ дает комплекс с повышенной антиокислительной активностью [3]. Возможно, что в мембранах лизосом существуют и другие типы рецепторов биосубстратов, так как Кубинским и др. было показано, что экзогенная ДНК связывается с мембранами микросом довольно интенсивно [4]. Поэтому, проводя сравнительный анализ структурной организации мембран субклеточных органелл, мы поставили цель изучить в экспериментах природу и механизм связывания ДНК с мембранами лизосом.

Субклеточные органеллы выделяли из печени крыс методом дифференциального центрифугирования [5], а мембраны из микросом и митохондрий получали обработкой их дезоксихолатом натрия (конечная концентрация 0,5%) и последующим осаждением мембран при 29 000 g. Для выделения мембран лизосом их разрушали осмотическим шоком (диализ против воды) в течение суток и вновь центрифугировали при 29 000 g [6].

Таблица 1

Количество ДНК, связанной с мембранами органелл клеток

Типы мембран	Контроль	+ ДНК	
		мкг на 10 мг белка	%
Микросомы	0	63,0	8,34
Митохондрии	43,85	410,0	53,94
Лизосомы	0	0	0

К полученным мембранам клеточных органелл добавляли 1 мг нативной ДНК из селезенки крупного рогатого скота (фирмы «Реахим», содержание ДНК 76%), растворенной в трис-буфере (рН 7,2). После получасовой инкубации центрифугировали в градиенте плотности CsCl с интервалом плотности от 1,14 до 1,22 г/см³ в течение 5 часов при 130 000 g. Во фракции мембран (1,16 г/см³) измеряли количество 31. „მეცნიერებათა“, ტ. 82, № 2, 1976

ДНК по методу Маркова и Цанева [7], а также количество белка по Лоури [8] для определения количества связанного ДНК на единицу массы белка.

В табл. 1 приведены результаты по связыванию ДНК с мембранами микросом, митохондрий и лизосом. Как видно из таблицы, наивысшее связывание наблюдается с мембранами митохондрий (53,94%). Результаты связывания ДНК с мембранами микросом в наших экспериментах вполне совпадают с литературными данными [9]. В мембранах лизосом, как показано и в других экспериментах [1—3], выявляется особое отношение к ДНК, мембраны лизосом при рН 7,2 не связывают экзогенную ДНК.

Для определения природы рецептора ДНК в мембранах митохондрий проводили обработку мембран трипсином для удаления белков, а также водным ацетоном для удаления липидов [10]. В табл. 2 указывается, что удаление белков (25%) из мембран митохондрий вызывает резкое уменьшение связывания ДНК (2,63%), аналогичный эффект наблюдается и при удалении липидов (3,48%).

Полученные экспериментальные данные позволяют заключить, что связывание ДНК не обусловлено отдельно липидами и отдельно белками, а обуславливается их взаимоопределяющей пространственной конфигурацией.

Предполагается, что разница в связывании ДНК с мембранами микросом, митохондрий и лизосом обусловлена различной структурной организацией данных субклеточных мембран.

Таблица 2
Связывание ДНК с мембранами митохондрий

Мембраны	Количество ДНК в мкг на 10 мг белка	Количество связанной ДНК в %
Мембрана, лишенная белка	20	2,63
Мембрана, лишенная липидов	26,5	3,48

Возможно, что структурная организация мембран лизосом при рН 7,2 такова, что происходит перекрывание белок-липидными комплексами активных центров связывания ДНК.

Таблица 3
Количество ДНК, связанной с мембранами лизосом, в зависимости от рН среды

рН	+ ДНК	
	мкг	%
3	169,7	22,3
5	41,2	5,4
7	0	0
8	22,5	2,9

Для подтверждения данного предположения мы изменяли рН инкубационной среды, изменяя при этом структурную организацию лизосомальных мембран. Оказалось, что как постепенное подкисление, так и подщелачивание инкубационной среды постепенно выявляют активный центр связывания ДНК (табл. 3).

Таким образом, сравнительное изучение связывания экзогенной ДНК с мембранами субклеточных органелл показало, что в нормальных условиях структурная организация мембран лизосом резко отличается от структуры мембран других органелл (микросомы, митохондрии) и только процессы ассоциации и диссоциации приводят к выявлению ДНК-связывающих активных центров.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 12.3.1976)

ბიოფიზიკა

მ. თოფურია, მ. ცარციძე, ბ. ლომსაძე

დნმ-ს ურთიმრთველობის ზოგიერთ თავისებურებათა შესახებ
ვირთავას ღვიძლის ლიზოსომების მემბრანებთან

რეზიუმე

აღმოჩნდა, რომ ნორმალური pH-ის დროს ლიზოსომების მემბრანები არ იკავშირებენ დნმ-ს, მაშინ როცა მიკროსომებსა და, განსაკუთრებით, მიტოქონდრიების მემბრანებს ამისი დიდი უნარი აქვთ. საინკუბაციო არის შემყავება ან გატუტიანება იწვევს ლიზოსომების მემბრანების სტრუქტურული ორგანიზაციის შეცვლას, რის შედეგადაც მიშვლდება ის აქტიური ცენტრები, რომლებსაც უნარი აქვთ დაიკავშირონ დნმ. ექსპერიმენტული მონაცემები მოწმობენ, რომ ლიზოსომალური მემბრანები თავიანთი სტრუქტურული აგებულებით საგრძნობლად განსხვავდებიან სხვა ორგანელების მემბრანებისაგან.

BIOPHYSICS

M. A. TOPURIA, M. A. TSARTSIDZE, B. A. LOMSADZE

SOME PECULIARITIES OF DNA INTERACTION WITH RAT LIVER
LYSOSOMAL MEMBRANES

Summary

It has been found that lysosomal membranes do not bind DNA at neutral pH, while microsomes, and particularly mitochondrial membranes, possess a high capacity for such binding. Acidification or alkalinization of the incubation medium pH causes changes in the structural organization of lysosomal membranes, leading to an exposure of the active centres capable of binding DNA. The experimental data obtained suggest that in terms of structure lysosomal membranes substantially differ from other organelle membranes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. I. D. Desai, C. C. Calvert, M. L. Scott. Arch. Biochem. Biophys. 108, 1964, 60.
2. I. D. Desai, P. L. Sawant, A. L. Tappel. Biochem. Biophys. Acta, 86, 1964, 277.

3. Б. Н. Тарусов, Б. А. Ломсадзе, М. А. Царцидзе. ДАН СССР, 178, 6, 1968, 1418.
4. H. Kubinski, P. Gibbs, C. B. Kasper. Biochem. Biophys. Acta, 2, 1972, 281.
5. I. T. Dingle. Lysosomes, Amsterdam-London, 1972.
6. W. Stoffei, G. Neimann, Hoppe-Seylers. Z. physiol. Chem., 355, 6, 1974.
7. «Химия и биохимия нуклеиновых кислот». Под ред. И. Б. Збарского. Л., 1968.
8. O. H. Lowry, N. M. Rosebrough, A. L. Farr, R. I. Randall. Biol. Chem. 193, 1951, 265.
9. H. Kubinski, P. R. Anderson, L. M. Kellicut. Chem-Biol. Interact, 5, 4, 1972.
10. S. Fleisher, B. Fleisher. J. Cell Biol., 32, 1967, 193.

происходит изменение τ_c , а с +8 до +34°C τ_c не изменяется. С +34 до +40°C, а также с +50 τ_c возрастает и происходят фазовые изменения в липидах.

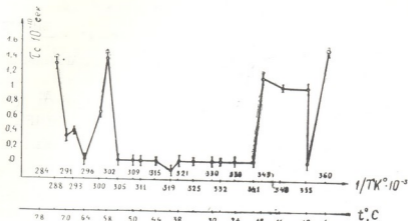


Рис. 1. Кинетика изменения времени корреляции (τ_c) липидов печени интактных животных

Надо отметить, что в липидах, выделенных из печени крыс опухоленосителей, спин-зонд дает сплошную линию спектра при +78°C.

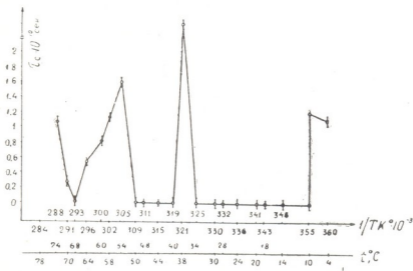


Рис. 2. Кинетика изменения времени корреляции (τ_c) липидов печени крыс опухоленосителей

На рис. 3 отражена кинетика изменения времени вращательной корреляции липидов опухоли. Как видно из рисунка, так же, как и в других случаях, с +4 по +80°C происходят изменения τ_c , а с +10 до +40°C τ_c приходит к минимальному значению. С +40°C происходят температурные переходы при +44; +58 и +68°C. В отличие от липидов печени интактных крыс и крыс опухоленосителей, сигналы спин-

зонда в липидах в данном случае исчезают при $+80^{\circ}\text{C}$ и получается сплошная линия в ЭПР спектре.

Таким образом, рассмотренные рисунки показали, что у липидов печени интактных крыс и крыс опухоленосителей, а также самой опухоли имеются различные фазовые переходы. Во всех трех типах липидов начиная с $+4^{\circ}\text{C}$ наблюдаются одинаковые фазовые переходы. В дальнейшем в липидах интактных животных отмечаются фазовые переходы при $+18^{\circ}\text{C}$, чего не происходит в липидах опухоли и печени опухоленосителей.

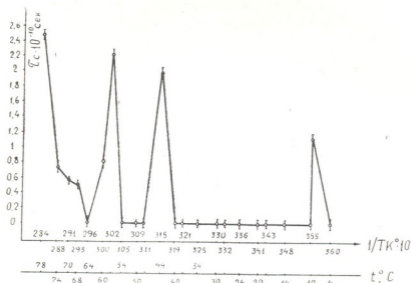


Рис. 3. Кинетика изменения времени корреляции (τ_c) липидов опухоли

Если от $+40$ до $+68^{\circ}\text{C}$ в липидах печени интактных крыс имеются фазовые переходы при $+40$; $+58$ и $+68^{\circ}\text{C}$, то в липидах печени опухоленосителей они понижены и соответствуют $+38$; 54 и $+64^{\circ}\text{C}$. В липидах опухоли фазовый переход, наблюдаемый при $+40^{\circ}\text{C}$ в интактных липидах, повышается и происходит при $+44^{\circ}\text{C}$. Что касается исчезновения сигнала спин-зонда, то в липидах печени интактных и опухолевых крыс оно происходит при $+78^{\circ}\text{C}$, а в липидах опухоли — при $+80^{\circ}\text{C}$.

Полученные результаты хорошо согласуются с данными, полученными другими авторами, которые наблюдали такие же изломы на аррениусовских кривых изменения τ_c [4].

Некоторые авторы считают, что температурные переходы от $+34$ до $+48^{\circ}\text{C}$ вызваны суммарным сигналом липидов и фосфатидилэтаноламина, а от $+50$ до $+54^{\circ}\text{C}$ — кардиолипином [5].

Таким образом, полученные экспериментальные данные указывают на то, что в липидах опухоли наблюдаются изменения физико-химических параметров, которые приводят к изменениям структуры и ионизации молекул липидов, следствием чего является перестройка жидкокристаллической структуры липидов, приводящая к увеличению или к уменьшению фазовых переходов в липидах опухоли и печени опухоленосителя.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 19.3.1976)

ო. ჯიშკარიანი, ნ. კოტრიკაძე, მ. ცარციძე, ბ. ლომსაძე

ინტაქტური და სიმსივნემატარებელი ვირთაგვების ლიპიდების
 ბრუნვითი კორელაციის შესწავლა

რეზიუმე

შესწავლილია ინტაქტური და სიმსივნემატარებელი ვირთაგვების ლიპიდ-
 ლიდან და სიმსივნედიან გამოყოფილი საერთო ლიპიდების ბრუნვითი კორე-
 ლაცია (τ_c) სპინ-ზონდების საშუალებით. აღმოჩნდა, რომ ყველა ზემოაღნიშ-
 ნული ფრაქცია ხასიათდება ერთმანეთისაგან განსხვავებული ფაზური გადას-
 ვლებით 4—80° ტემპერატურულ უბანში.

BIOPHYSICS

O. S. JISHKARIANI, N. G. KOTRIKADZE, M. A. TSARTSIDZE, B. A. LOMSDAZE

INVESTIGATION OF ROLLING CORRELATION OF LIPIDS IN
 NORMAL AND TUMOUROUS RATS

Summary

The rolling correlation (τ_c) of total lipids isolated from livers of normal
 and tumour-bearing rats and from the tumour has been studied in relation to
 the temperature with the use of spin labels. All the fractions studied proved
 to differ from each other by phase transition in 4° C to 80° C temperature
 range.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Поликар. Поверхность клетки и ее микросреда. М., 1975.
2. Г. И. Лихтенштейн. Метод спиновых меток в молекулярной биологии. М., 1975.
3. I. Folch, I. Ascoli, M. Dees, J. H. Heath, F. N. Le Baron. Biol. Chem., 191, 1951, 833.
4. L. Wade, R. Breidenbach, W. M. Lyons James, A. D. Keith. Plant Physiol., 54, № 3, 1974, 320.
5. P. Overaht, H. Trauble. Biochemistry, 12, № 14, 1973, 2625.

Н. В. ЦИКАРИДЗЕ, М. И. МОЛЧАНОВ, В. М. ТРУСОВА, Г. С. КАЛИЧАВА

ИЗУЧЕНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ЛАМЕЛЛЯРНЫХ БЕЛКОВ ХЛОРОПЛАСТОВ ИЗ ЛИСТЬЕВ ЛИМОНА

(Представлено академиком Л. А. Качавели 30.1.1976)

Основная задача работы состояла в сравнительном изучении белков ламеллярной системы хлоропластов здоровых и пораженных грибом *Phoma tracheiphila* лимонных деревьев.

Объектом исследований служили листья лимона сортов Новогузиский и Мейер, а также 5—6-дневные проростки кукурузы сорта Буковинский-3 и 4-дневные проростки фасоли сорта Северная звезда 690.

Условия выделения хлоропластов и препаратов ламеллярной системы описаны ранее [1]. Для включения S^{35} в проростки кукурузы их выращивали в течение 48 часов на видоизмененной минеральной среде Кроне, содержащей в 200 мл раствора 10 мкюри $K_2 S^{35} O_4$ (63 мкюри/мМоль) [2]. Гель электрофорез ламеллярных белков из хлоропластов кукурузы и подготовку S^{35} -белков для последующего определения радиоактивности проводили по методам [1—3]. Радиоактивность образцов измеряли в жидкостном сцинтилляционном счетчике «Интертехник СЛ-30». Ламеллярные белки извлекали из хлоропластов листьев лимона и листьев фасоли по методу [4]. Гидролиз этих белков осуществляли 6 н. HCl в течение 24 часов при 105°C (использовали соотношение белок — 6 н. HCl 1:10000). Аминокислоты гидролизатов очищали от примесей липидной и углеводной природы на ионообменной смоле дауэкс 50×8 в H^+ форме. Гидролизаты белков из хлоропластов листьев лимона анализировали в аминокислотном анализаторе Hd 1200 E (ЧССР), гидролизаты белков из хлоропластов листьев фасоли — в анализаторе KLA-3 фирмы «Хитачи» (Япония).

Для определения молекулярных весов мембранных белков использовали Hd 1200 E (ЧССР), гидролизаты белков из хлоропластов лизоцима (м. в. 14300, Gee Lawson Chemicals LTD, London), рибонуклеазы (м. в. 13200, Reanal, Венгрия) и цитохрома С (м. в. 13000, Reanal, Венгрия).

Ранее уже сообщалось о том, что извлечение липопротеидных комплексов из хлоропластов на холоду кислым 77% этиловым спиртом (рН 3) в модификации [4] является методом количественного выделения ламеллярных белков и отделения их от остальных белков хлоропластов [5]. Продолжение этих исследований в настоящей работе полностью подтвердило опубликованные данные [5]. Результаты сравнительного количественного изучения наборов «обезжиренных» S^{35} ламеллярных белков из препаратов мембран и фракций S^{35} липопротеидных комплексов из препаратов мембран и хлоропластов в целом также говорят о том, что кислый 77% этиловый спирт экстрагирует из хлоропластов белки их ламеллярной системы (табл. 1).

Аналогичные результаты были получены нами при сравнительном исследовании аминокислотного состава суммарных белков мембран из препарата тилакоидов хлоропластов фасоли и фракции липопротен-

Таблица 1

Распределение радиоактивности S^{35} белков мембранной системы хлоропластов кукурузы в полиакриламидном геле (в % от общей радиоактивности белков в гелевых столбиках)

Молекулярный вес белкового компонента	Суммарный белок мембран	Липопротенды из препаратов мембран	Липопротенды из хлоропластов
91200	18,5	27,5	25,2
72500	14,8	14,7	20,9
46800	25,2	23,4	33,2
36300, 28900, 20700,			
16200, 14100	26,6	28,4	9,7
12500, 12900	11,1	5,9	6,8
11800	3,7	0	4,1

дов из целых хлоропластов фасоли (табл. 2). Все это позволило нам приступить к изучению свойств ламеллярных белков хлоропластов из листьев лимона на уровне выделенных из них препаратов липопротендных комплексов. Было установлено, что ламеллярные белки из хлоропластов листьев лимона изученных нами сортов имеют сходный аминокислотный состав. Поражение листьев лимона грибом *Phoma tracheiphila* приводит к значительному изменению аминокислотного состава ламеллярных белков. Характерно, что в ламеллярных белках хлоропластов пораженных деревьев резко уменьшается содержание гидрофобных аминокислот, о чем свидетельствует увеличение коэффициента полярности этих белков (табл. 2). Анализ полученных результатов говорит о том, что в наборах мембранных белков ламеллярной системы хлоропластов листьев лимона, пораженных грибом *Phoma tracheiphila*, по-видимому, имеет место значительное уменьшение содержания липофильных белков ламеллярной системы хлоропластов, сосредоточенных в наиболее гидрофобных участках ламеллярной системы хлоропластов. Естественно, что это обстоятельство не может не сказаться на процессах формирования ламеллярной системы хлоропластов, а следовательно, и на интенсивности процесса фотосинтеза в листьях лимонных деревьев в целом. Пока неясно, направлено ли действие гриба *Phoma tracheiphila* на генетический аппарат растительной клетки или же на его белоксинтезирующую систему, будь то рибосомы цитоплазмы типа 80S или рибосомы хлоропластов типа 70S. Не исключено, однако, что приведенные выше изменения аминокислотного состава могут быть вызваны целым рядом иных причин, не указанных нами. В настоящее время ясно, что задача дальнейших исследований состоит в сравнительном изучении наборов и аминокислотного состава мембранных белков хлоропластов здоровых и пораженных грибом *Phoma tracheiphila* листьев лимона, а также в выявлении тех белков мембран, содержа-

Таблица 2

Аминокислотный состав белков мембран из хлоропластов фасоли и хлоропластов листьев лимона, пораженных и не пораженных грибом *phoma tracheiphila* (мол %)

Аминокислоты	Фасоль		Липопротенды хлоропластов лимона			
	Суммарный белок мембран тилакоидов	Липопротенды хлоропластов	Сорт Новогрузинский		Сорт Мейер	
			Состояние растений			
			Здоровые	Пораженные	Здоровые	Пораженные
Аспарагиновая кислота	9,5	9,4	9,5	11,0	9,9	11,4
Глутаминовая кислота	10,7	10,5	11,7	13,8	12,5	13,7
Аргинин	3,9	4,0	1,8	2,9	2,8	2,9
Лизин	5,3	5,6	5,9	7,6	6,3	7,2
Гистидин	3,3	3,5	1,7	1,8	2,0	2,2
Серин	4,2	4,1	7,3	9,1	7,8	8,9
Треонин	5,2	5,6	5,4	6,3	5,7	6,4
Полярные (сумма)	42,1	42,7	43,3	52,5	47,0	52,7
Глицин	9,1	8,9	12,2	13,9	12,1	12,1
Аланин	8,0	8,6	9,9	11,5	10,4	10,9
Валин	8,2	8,2	11,5	7,8	7,6	6,3
Изолейцин	5,7	5,6	3,9	2,8	3,4	2,4
Лейцин	12,5	12,6	8,2	2,0	9,1	5,5
Пролин	3,4	3,7	5,7	5,8	5,5	5,4
Метионин	1,9	1,7	1,7	0,8	0,4	1,0
Тирозин	3,1	2,8	0,4	0,4	1,0	0,3
Фенилаланин	6,0	5,2	3,2	2,5	3,5	2,6
Неполярные (сумма)	57,9	57,3	56,7	47,5	53,0	46,5
Полярные (неполярные)	0,73	0,75	0,76	1,11	0,88	1,13
Зараженные	29,4	29,5	28,9	35,3	31,5	35,2

ние которых уменьшается в хлоропластах пораженных деревьев и некоторые свойства которых можно предсказать уже на основании данных суммарного аминокислотного анализа выделенных из них липопротендных комплексов.

Институт защиты растений
Грузинской ССР

Академия наук СССР
Институт биохимии
им. А. Н. Баха

(Поступило 12.2.1976)

ბიოქიმიკა

ბ. წიპარაძე, მ. მოლჩანოვი, ვ. ბრუნოვა, ზ. პალიჩავა

ლიმონის ფოთლების ქლოროპლასტების ლამელარული ცილების
ამინომჟავების შედგენილობის შესწავლა

რეზიუმე

შესწავლილია ქლოროპლასტების ლიპოპროტეიდების ამინომჟავების შედგენილობა მწვანე და მოყვითალო-მომწვანო ლიმონის ფოთლებში. ქლოროპლასტების ლიპოპროტეიდებში არაპოლარული ამინომჟავების მაქსიმალური რაოდენობა შეიმჩნევა ნორმალურად მწვანე ფოთლებში. ფოთლებში მწვანე ფერის დაკარგვას მივყევართ ლიპოფილური ცილების შემცველობის შემცირებაზე ქლოროპლასტების ლამელარულ სისტემაში.

N. V. TSIKARIDZE, M. I. MOLCHANOV, V. M. TRUSOVA, G. S. KALICHAVA

STUDY OF THE AMINO ACID COMPOSITION OF CHLOROPLAST
LAMELLAR PROTEINS FROM LEMON LEAVES

Summary

Chloroplast lipoproteins are membraneous proteins of chloroplast lamellar systems. The amino acid composition of chloroplast lipoproteins from normal-green and yellow-green lemon leaves was studied. Changes in the amino acid composition of lipoproteins were observed. The maximal level of apolar amino acids was observed in the chloroplast lipoproteins from green lemon leaves. It is concluded that the degreening process leads to the increase of lipophilic protein content in the chloroplast lamellar system.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. В. Цикаридзе, М. И. Молчанов, В. М. Трусова, Г. С. Каличава. Сообщения АН ГССР, 78, № 3, 1975, 697.
2. М. И. Молчанов, В. М. Трусова. ДАН СССР, 224, 1975, 479.
3. М. И. Молчанов, В. М. Трусова, А. П. Котовская, А. И. Опарин. ДАН СССР, 224, 1975, 242.
4. Э. Н. Безингер, М. И. Молчанов, А. П. Котовская, Н. М. Сисакян. ДАН СССР, 151, 1963, 722.
5. М. И. Молчанов, Э. Н. Безингер. ДАН СССР, 178, 1968, 475.



მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

ა. კიანაშვილიძე

ფიტოალექსინები დაავადებულ მცენარეთა ქსოვილებში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ლ. ყანაველმა 10.3.1976)

ფიტოიმუნიტეტის შესწავლისას დიდი ყურადღება ექცევა ფიტოალექსინებს — ანტიბიოტიკურ ნივთიერებებს, რომლებიც წარმოიქმნებიან უმაღლესი მცენარეების ცოცხალ ქსოვილებში პათოგენური მიკროორგანიზმების მოქმედების პასუხად.

ფიტოიმუნოქიმიის ყველა შემთხვევაში საქმე ეხება იმ პროცესებს, რომლებიც ემყარება პატრონ-მცენარეში პათოგენური აგენტების მოქმედებით გამოწვეულ ნივთიერებათა ცვლის ხარისხობრივ ცვლილებებს. სწორედ ამ ცვლილებათა ხასიათი განისაზღვრება პატრონ-მცენარე — პარაზიტის ურთიერთქმედების საბოლოო შედეგი.

ჯერ კიდევ 1940 წელს კარტოფილის (*Solanum tuberosum*) ტუბერების სოკო *Phytophthora infestans*-ით დასენიანების შედეგად წარმოქმნილი ნეკროზების შესწავლისას მიუღერმა და ბერგერმა [1] წამოაყენეს ჰიპოთეზა, რომლის მიხედვით პარაზიტისა და პატრონ-მცენარის ურთიერთქმედების პროცესში მცენარეში აქტიურდება ან თავიდან წარმოიქმნება არასპეციფიკური ანტიბიოტიკური ფაქტორი, რომელსაც ავტორებმა ფიტოალექსინი უწოდეს (ლათინურად Phyto — მცენარეა, alexo — შეტევის უკუგდებას ნიშნავს). ამავე წელს მათ გამოაქვეყნეს ფიტოალექსინების თეორიის ძირითადი დებულებები, რამაც შემდგომში ექსპერიმენტული დასაბუთება ჰპოვა. მცენარეების უნარი, დასენიანების პასუხად წარმოქმნან ანტიბიოტიკური ნივთიერებები მოგვიანებით დაადგინეს გომიშანმა და სხვ. [2]. მათი მონაცემებით ჯადვარის (*Orchis militaris*) ტუბერების ანათალი, დამუშავებული *Rhizoctonia repens*-ის მეტაბოლიტებით, წარმოქმნიან ფუნგისტატიკურ ნივთიერებას. მსგავსი შედეგები მიიღეს კუკმა და სხვ. [3] *Helminthosporium carbonum*-ით კარტოფილის ტუბერების ინოკულაციის შედეგად.

ფიტოალექსინების პრობლემის შესწავლის შემდგომი განვითარებისათვის ბიძგი იყო მიუღერის [4] ექსპერიმენტები, რომლებშიც ანტიბიოტიკური ფაქტორის პროდუცენტად გამოყენებულ იქნა პარკოსანთა კულტურები. შეპქონდა რა ლობიოს პარკების საგდულეებში ლობიოსათვის არაპათოგენური სოკოების *Sclerotinia fructicola* და *Phytophthora infestans*-ის სპორების სუსპენზია, მიუღერმა გამოყო დიფუზატის აქტიური საწყისი, რომელიც ნეკროზულ ლაქებს წარმოშობდა პარკის შიდა ეპიდერმისზე და ხელს უშლიდა სოკოების სპორების განვითარებას. ეს ნივთიერება შემდგომში იდენტიფიცირებულ იქნა როგორც ქრომანოკუმარანის აღნაგობის იზოფლავონოიდი, რომელსაც ეწოდა ფაზეოლინი ($C_{20}H_{18}O_4$); გამოყოფილია ლობიოდან (*Phaseolus vulgaris* L.) ინფიცირებული *Monilinia fructicola*-ს მიერ, წარმოადგენს 7-ოქსი-3',4'-დიმეთილ-ქრომენილქრომანოკუმარანს [5].

ამჟამად იდენტიფიცირებულია სოკო *M. fructicola*-თი დასენიანებით მიღებულ იქნა პიზატიინი ($C_{17}H_{14}C_6$)—3-ოქსი-7-მეტოქსი-4',5'-მეთილენდიოქსიქრო-

მანოკუმარანი; სოიადან (*Glycine max.*) სოკო *Phytophthora sp.* მიერ ინფიცირების შედეგად გამოყოფილ იქნა ოქსიფაზეოლინი ($C_{20}H_{18}O_3$), რომელიც აღნაგობით წააგავს ფაზეოლინს, წარმოადგენს 3,7-დიოქსი-3', 4'-დიმეთილ-ქრომენილქრომანოკუმარანს; ლიუცერნიდან (*Medicago sativa*) *Helminthosporium turcicum* Pass ინოკულირებით იდენტიფიცირებულ იქნა მედიკარპინი ($C_{16}H_{14}O_4$), რომელიც წარმოადგენს 7-ოქსი-4'-მეტოქსიქრომანოკუმარანს.

ჩამოთვლილი ფიტოალექსინები ეკუთვნიან ქიმიური ნაერთების ერთ კლასს — კუმარანოქრომანებს.

გვხვდება აგრეთვე ტერაპენოიდული ბუნების ფიტოალექსინების ჯგუფი. ესენია: ბატატიდან (*Jpomea batatas*) გამოყოფილი იზომეამარონი ($C_{15}H_{22}O_3$), ინფიცირებული *Ceratocystis fimbriata*-ს მიერ; წიწყაიდან (*Capsicum frutescens*) გამოყოფილი კაპსიდიოლი ($C_{15}H_{24}O_2$), ინფიცირებული სხვადასხვა სოკოებით (*Fusarium oxysporium*, *Botrytis cinerea*), კარტოფილის ტუბერების ნეკროზული ქსოვილიდან გამოყოფილი რიშიტინი ($C_{14}H_{22}O_2$), *Phytophthora infestans*-ის შეუთავსებადი რასით ინფიცირების პასუხად; ლიუბიზინი ($C_{15}H_{24}O_2$), მიღებული *Ph. infestans*-ით დასენიანებული კარტოფილის ტუბერების ნეკროზული ქსოვილიდან.

შესწავლილია ჯადვარის ტუბერებზე *Rhizoctonia repens*-ის მოქმედების შედეგად მიღებული ორქინოლი ($C_{16}H_{16}C_3$) (9,10-დიჰიდრო-2,4-დიმეტოქსი-6-ოქსიფენანტრენი); სტაფილოდან (*Daucus carota*) გამოყოფილი 6-მეტოქსიმელენინი ($C_{11}H_{12}O_4$), ინფიცირებული მისთვის არაპათოგენური *Ceratocystis fimbriata* სოკოთი (3-მეთილ-6-მეტოქსი-8-ოქსი-3,4-დიჰიდროიზოკუმარანი) [5—7].

ცნობილია, რომ ბაქტერიებით დასენიანება მცენარეში იწვევს ფიტოალექსინების წარმოქმნას. ასე მაგალითად, ფაზეოლინი ინდუცირებულ იქნა *Erwinia atroseptica*-ს და *Erwinia carotovora*-ს ბაქტერიების მიერ [8]. კარტოფილისათვის სპეციფიური ძლიერ პათოგენური *Pectobacterium Phytophthorum*-ის ინფიცირებით კარტოფილის ტუბერების ქსოვილებიდან გამოყოფილ იქნა რიშიტინი და ლიუბიზინი [9].

პარაზიტის მიერ გამოყოფილი ნივთიერებები, რომლებიც პატრონ-მცენარის ქსოვილებში გროვდებან, უშუალო მონაწილეობას არ იღებენ ფიტოალექსინების სინთეზში; პარაზიტი წარმოადგენს მათი წარმოქმნის გამომწვევ ინდუქტორს, როგორც ეს ნიშანდებული ნაპირბადის გამოყენებით გვიჩვენებს მიულერმა და ვან დენ ენდემ [10]. მათ აღმოაჩინეს, რომ ფაზეოლინის რადიოაქტიურობა შელავნდება მხოლოდ ცდებში ლობიოს ნიშანდებული ენდოკარპით და არ შელავნდება *Sclerotinia fructicola*-ს ნიშანდებული სპორების გამოყენებისას.

ამგვარად, ფიტოალექსინები წარმოადგენენ მცენარის არასპეციფიკური რეაქციის შედეგს აღმგზნებზე პასუხად, რაც გამოწვეულია მიკროორგანიზმების მეტაბოლიტებით და განიხილება როგორც მიკროორგანიზმებით ინდუცირებული არანორმალურ ნივთიერებათა ცვლის პროდუქტი.

ზოგიერთი ავტორის [10, 11] მონაცემებით ფიტოალექსინების წარმოქმნა შეიძლება გამოწვეული იყოს მცენარეზე ქიმიური ნივთიერებების მოქმედებით. მაგალითად, ბარდის პარკების სათესლე ბუდეების $CuCl_2 (3 \times 10^{-3} M)$ და $HgCl_2 (3 \times 10^{-5} M)$ ხსნარებით შეესებინას წარმოქმნება პიზიტინი დაახლოებით იმ რაოდენობით, რა რაოდენობითაც იგი მიიღება მცენარეში პათოგენური მიკროორგანიზმების მოქმედებისას. კარტოფილის ტუბერების დამუშავება

სპილენძის მიკროდოზებით იწვევს რიშიტინისა და ლიუბიმინის მნიშვნელოვანი რაოდენობით დაგროვებას. კარტოფილის ფოთლებზე სპილენძის მიკროდოზებით შესხურებისას შეიმჩნევა კარტოფილის ფიტოფტორით ნაკლებად დაზიანება, — ფიქრობენ, რომ ეს გამოწვეულია კარტოფილში ფიტოალექსინების პროდუქციების ინტენსივობით.

ექსპერიმენტულად დამტკიცებულია, რომ მიკროორგანიზმების მეტაბოლიტებით ან არაორგანული ქიმიური ნაერთების მოქმედებით მცენარეულ უჯრედში წარმოქმნილი ფიტოალექსინების აღნაგობა და თვისებები დამოკიდებულია მხოლოდ მცენარის სახეობაზე და არა იმ აგენტის ბუნებაზე, რომლის საშუალებით ისინი არიან ინდუცირებულნი. მცენარის ყოველ სახეობას, გვარს და ხანდახან ოჯახს გააჩნია მათი ნივთიერებათა ცვლაზე დამოკიდებული მკაცრად განსაზღვრული ქიმიური ბუნების ფიტოალექსინები. რაც უფრო აქტიურია მცენარეულ უჯრედში ცხოველმყოფელობის პროცესები, მით მეტად შეუძლია მას ფიტოალექსინების წარმოქმნა, მით მეტია უჯრედის ტოლერანტობის ხარისხი როგორც პათოგენური, ისე არაპათოგენური მიკროორგანიზმებისადმი და, შესაბამისად, მეტია მცენარის გამძლეობა.

თუმცა პრაქტიკულად მიმდებარენი ჯიშების გარდაქმნა გამძლე ჯიშებად მომავლის საქმეა, ძნელია იმის უარყოფა, რომ ფიტომუნიტეტის ინდუცირების პრობლემა დგას მცენარეთა დაცვის პრინციპულად ახალი მეთოდის დამუშავებისა და გამოყენების მიჯნაზე.

საქართველოს სსრ სოფლის მეურნეობის სამინისტრო
 მცენარეთა დაცვის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი

(შემოვიღა 12.3.1976)

МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

М. Е. КИКНАВЕЛИДЗЕ

ФИТОАЛЕКСИНЫ В ТКАНЯХ БОЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ

Резюме

На основании данных литературы фитоалексины определены как антибиотические вещества высших растений, практически отсутствующих в интактных тканях и возникающих в ответ на инфицирование паразитарными микроорганизмами, их мегаболитами и рядом химических соединений неорганической природы.

Накопившись в растительных тканях в токсических для микроорганизмов концентрациях, фитоалексины выполняют важную роль в фитоиммунитете, основанном на широко распространенной в растительном мире реакции сверхчувствительности.

Все выделенные и идентифицированные фитоалексины оказались соединениями различной химической природы — фенолами, терпеноидами и др.

Тот факт, что отдельные виды растения продуцируют специфические фитоалексины строго определенной химической природы, свидетельствует о возможности разработки нового метода защиты растений, основанного на индуцировании фитоиммунитета.

M. E. KIKNAVELIDZE

PHYTOALEXINS IN TISSUES OF DISEASED PLANTS

Summary

On the basis of literature data phytoalexins are defined as antibiotic substances of higher plants that are practically absent in intact tissues and appear in response to infection by parasitic microorganisms, their metabolites and a number of chemical compounds of inorganic nature.

Accumulating in plant tissues in concentrations toxic to microorganisms, phytoalexins play an important role in phytoimmunity based on hypersensitivity—a widespread reaction in the vegetable kingdom.

All the isolated and identified phytoalexins proved to be low molecular compounds of different chemical nature—phenols, terpenoids and so on.

The fact that separate plant species produce specific phytoalexins strictly determined by chemical nature points to the possibility of elaborating a new method of plant protection based on induced phytoimmunity.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. K. O. Müller, H. Börger. Arb. biol. Reichsanst. № 23, 1940, 189.
2. E. Gäumann, R. Braun, G. Bazzigher. Phytopathol. 17, 1950, 36—62.
3. I. Kuc, R. Henze, A. Ullstrup, F. Gauchenbuch. J. Am. Chem. Soc. 78, 43, 1956, 3123—3125.
4. K. O. Müller. Phytopathol. Z. 27, №3, 237—254, 1956.
5. Л. В. Метлицкий, О. Л. Озерецковская. Фитоалексины. М., 1973.
6. О. Л. Озерецковская, Н. И. Васюкова, Л. В. Метлицкий. ДАН СССР, № 5, 1969, 1146.
7. Л. В. Метлицкий, О. Л. Озерецковская, О. Н. Савельева, Ю. Т. Дьяков, М. А. Давыдова, Н. И. Васюкова, Г. И. Чаленко. Прикладная биохимия и микробиология, 9, 5, 1973.
8. I. A. M. Cruickshank, D. R. Perrin. Phytopathol. Z. 70, 1971, 209.
9. P. Stholasuta, I. A. Bailey, V. Severin, B. I. Deverall. Physiol. Plant. Pathol. 1, 2, 1971, 177.
10. Б. А. Рубин, Е. В. Арциховская. Биохимия и физиология иммунитета растений. М., 1968, 292.
11. Л. В. Метлицкий, О. А. Озерецковская. Природа, 2, 1975, № 21.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

М. В. МШВИДОБАДЗЕ

ЛЮМИНЕСЦЕНТНО-МИКРОСКОПИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
 БИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОСТНОЙ ТКАНИ В НОРМЕ,
 ПРИ СТЕРИЛИЗАЦИИ И КОНСЕРВАЦИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. М. Гедеванишвили 19.3.1976)

В настоящее время едва ли приходится сомневаться в том, что жизнеспособность трансплантата — очень важная характеристика для успеха пересадки. В равной мере это относится и к аллогенным костным трансплантатам. Отсюда понятно значение определения биологической полноценности эксплантатов.

Одним из достоверных методов оценки функционального состояния клеточных элементов и основного вещества ткани является люминесцентная микроскопия. Принцип использования данного метода заключается в том, что флюорохромы, связываясь с химическими веществами ткани, люминесцируют различными цветами. Причем живые структуры, имеющие стабильное коллоидное состояние, устойчивы к красителю и адсорбируют незначительное количество флюорохрома, что и обуславливает зеленый и желтовато-зеленый цвет свечения. При деструкции тканей и высвобождении реакционноспособных групп из химических соединений концентрация связанного флюорохрома возрастает. Следовательно, люминесценция смещается в сторону длинноволновой части спектра от желтовато-золотистого до оранжево-красного цвета. Нюансы в цветовой гамме люминесценции регистрируют малейшие сдвиги в структурной и химической организации тканей и органов, недоступные другим методам гистологического исследования [1—6].

В настоящей работе представлены результаты люминесцентно-микроскопического изучения костных эксплантатов. Опыты поставлены в пяти сериях. Материал опытов I серии — нормальные кости, II — кости, взятые в нестерильных условиях и подвергшиеся стерилизации в 1% растворе формалина, III — консервированные в 2% растворе формальдегид-сахара, IV — в 50% растворе меда и V — методом замораживания (-70°). Всего изучено 76 эксплантатов. Кости исследовались в различные сроки — от 3 дней до 6 лет. После 2-дневной фиксации в 10% нейтральном формалине материал для декальцинации и фиксации переносился в раствор Версена. Срезы толщиной 8—10 мк, приготовленные на замораживающем микротоме, помещались в 96% спирте, промывались дистиллированной водой и флюорохромировались акридиновым оранжевым в разведении 1:5000 в течение 2—3 минут. Затем препараты просматривались в люминесцентном микроскопе МЛД-1 при использовании синие-фиолетовых светофильтров фс-3 и фс-6 в комбинации с запирающими светофильтрами жс-3 и жс-18, фотографировались на цветные и обычные фотопленки при увеличении 100, 450 и иммерсий.

Анализ наших люминесцентно-микроскопических исследований показал, что свежие нормальные кости люминесцируют зеленым цве-



том. Причем кортикальный слой, костные балки, основное вещество и оссеколагеновые фибриллы люминесцируют темно-зеленым цветом; гаверсовая система, кровеносные сосуды, клеточные элементы крови и костного мозга, остеобласты и остеоциты выделяются блестящим светло-зеленым свечением.

Костные эксплантаты, взятые в нестерильных условиях и подвергшиеся действию 1% формалина в экспозиции от 5 минут до 6 часов, люминесцируют так же, как и свежие нормальные кости. Это значит, что физико-химическое состояние коллоидов стерилизованных костей не претерпевает изменения, т. е. костная ткань сохраняет жизнеспособность.

Костные эксплантаты, консервированные в 2% растворе формальдегид-сахара и 50% растворе меда, в первые 3 дня люминесцируют зеленым цветом. На этом фоне остеоциты и остеобласты выделяются светло-зеленым блестящим свечением.

Консервированные замораживанием (-70°) кости в целом люминесцируют зеленым цветом, остеобласты, остеоциты и гаверсовые системы — с желтоватым оттенком, что говорит о том, что в химической организации этих элементов произошли некоторые сдвиги — деполимеризация ДНП, РНП, КМПС и НМПС.

В срок до 3 месяцев в костной ткани, консервированной в 2% растворе формальдегид-сахара, изменения в интенсивности и характере люминесценции незначительны. На зеленом фоне люминесценции компактной кости и костных балок зеленое свечение остеобластов, остеоцитов, клеток и костного мозга приобретает желтоватый оттенок. В эксплантатах, консервированных в 50% растворе меда, желтоватым цветом светит и основное вещество. В эксплантатах же, консервированных замораживанием, клеточные элементы люминесцируют желтым цветом. Это значит, что в этих костях разыгрываются более грубые дистрофическо-дегенеративные изменения.

В срок от 6 месяцев до 1 года в костных эксплантатах характер и интенсивность люминесценции значительно отклоняются от нормы. В костной ткани, консервированной в 2% растворе формальдегид-сахара, клеточные элементы, гаверсовые системы, губчатая и компактная кость люминесцируют желтоватым цветом. При консервации в 50% растворе меда клетки имеют оранжевое свечение. В замороженных костях клеточные элементы разрушены, сохранившиеся клетки отличаются оранжевым свечением.

В срок от 2 до 3 лет дистрофическо-дегенеративные изменения в консервированной ткани нарастают. Костная ткань, консервированная в 2% растворе формальдегид-сахара, приобретает однородный характер, люминесцирует оранжево-золотистым цветом, и на этом фоне фрагменты костных балок и детриты клеточных элементов выделяются красным свечением. Костная ткань, консервированная в 50% растворе меда, в целом имеет оранжевое свечение, фрагменты костных балок — красное, свечение клеточных элементов отсутствует, бесструктурная субстанция замороженного эксплантата люминесцирует оранжево-красным цветом.

В дальнейшем, в срок до 6 лет, деструктивные изменения в консервированных костях прогрессируют, следовательно, гомогенизированные эксплантаты образуют сплошную зону оранжево-красного свечения.

Закономерно повторяющиеся результаты при люминесцентно-микроскопическом изучении консервированных различными методами костей убедили нас в высокой чувствительности данного метода для



определения жизнеспособности костной ткани. Установлено, что нормальная костная ткань люминесцирует зеленым, светло-зеленым и желтовато-зеленым цветом. При консервации, вследствие дистрофических процессов, происходящих в физико-химической организации костной ткани, характер свечения изменяется — оно приобретает оранжево-красный цвет. Степень изменения люминесценции зависит от методов консервации и большей частью от сроков хранения эксплантатов.

Сходные результаты были получены при изучении консервированных проточным методом костной ткани [3], в твердой углекислоте кожи [4] и различными методами сухожилий [5].

Анализ изменений в характере и степени люминесценции костной ткани показал, что костные эксплантаты биологически наиболее полноценны с первых же дней до 3 месяцев консервации, причем жизнеспособность костной ткани, консервированной в 2% растворе формальдегид-сахара и 50% растворе меда, сохраняется лучше, чем замороженной (-70°).

Институт травматологии
и ортопедии
МЗ ГССР

(Поступило 19.3.1976)

მაკაბრიძის მკვლევართა ინსტიტუტი

მ. მშვიდობაძე

ძვლის ძსოვილის ბიოლოგიური მდგომარეობის ლუმინესცენტურ-
მიკროსკოპული შეფასება ნორმის, გასტერიზაციისა და
დაკონსერვაციის პირობებში

რეზიუმე

შესწავლილია ნორმალური, ფორმალინის 1%-იან ხსნარში გასტერიზებული და გაყინვის მეთოდით (-70°) ფორმალდეჰიდ-შაქრის 2%-იან და თაფლის 50%-იან ხსნარში დაკონსერვებული ძვლის ძირითადი ხივთიერებისა და სტრუქტურული ელემენტების ლუმინესცენციის თავისებურებანი. დადგენილია, რომ სიცოცხლისუნარიან ძვალს ახასიათებს ღია მწვანე, მწვანე და მოყვითალო-მწვანე ნათება. ძვალში დისტროფიულ-რღვევითი პროცესების დროს ლუმინესცენცია მოყვითალო-ოქროსფერი და ნარინჯოვან-წითელი ფერისაა.

აღნიშნულ ფერთა გამის ნიუანსების ანალიზით დადგინდა, რომ ბიოლოგიურად უფრო სრულყოფილია ძვლის ექსპლანტატები, დაკონსერვებული ფორმალდეჰიდ-შაქრის 2%-იან და თაფლის 50%-იან ხსნარში, კონსერვაციის ადრეულ ვადებში (სამ თვემდე).

EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

M. V. MSHVIDOBADZE

LUMINESCENT-MICROSCOPIC ASSESSMENT OF THE BIOLOGICAL STATE OF A NORMAL BONY TISSUE UNDER STERILIZATION AND PRESERVATION CONDITIONS

Summary

The luminescent peculiarities of ground substance and texture elements of a normal bony tissue, sterilized in 1% formalin solution and preserved by freezing (at -70°) in 2% formaldehyde-sugar and 50% honey solutions, have been studied.

Viable bone was found to be characterized by light green, green and yellowish-green luminescence. During dystrophic-destructive processes in the bone luminescence is of yellowish-golden and orange-red colours.

Spectral analysis of the colour hues of luminescence has shown that bone explantats preserved in 2% formaldehyde-sugar and 50% honey solutions are more valuable biologically in the early stages of preservation (up to 3 months).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. В. Брейвис, Ю. М. Васильев. Бюлл. exper. биол., 47, 1959, 3.
2. М. Н. Мейсель, А. В. Гуткина. ДАН СССР, 41, № 3, 1953, 647.
3. П. М. Шорлуян, В. И. Нефедов. Ортоп. травмат. и протез., 11, 1965, 72.
4. И. В. Сабурова, Т. Я. Балаба, Е. М. Месерсон, И. М. Сапелкина, Н. А. Барышникова. Ортоп. травмат. и протез., 2, 1969, 50.
5. М. В. Мшвидобаძე. Ультраструктурные и цитохимические особенности сухожилий в условиях консервации, трансплантации и регенерации. Автореферат, Тбилиси, 1971.
6. А. В. Зеленин. Арх. анат., гист. и эмбр., 40, 1965, 88.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Зиг. А. ЗУРАБАШВИЛИ, Д. А. БУЧУКУРИ

К ВОПРОСУ ИЗУЧЕНИЯ НЕКОТОРЫХ МЕХАНИЗМОВ
 ДЕЙСТВИЯ ГАЛОПЕРИДОЛА И АМИНАЗИНА

(Представлено академиком А. Д. Зурабашвили 5.3.1976)

Рядом исследований установлено, что форменные элементы белой крови больных шизофренией (нейтрофилы и лимфоциты) по сравнению с контрольным материалом (доноры) изменены. Изменены величина нейтрофилов и лимфоцитов (вес и площадь), соотношение ядра и цитоплазмы (индекс Гертвига), обмен ДНК, РНК, полисахаридов и т. д. Целью нашей работы являлось изучение некоторых механизмов действия психофармакологических препаратов (галоперидол, аминазин) на форменные элементы белой крови больных шизофренией.

Материал представлен случаями острой непрерывно текущей (ядерной) формы шизофрении. Кровь бралась из пальца, натошак, делались мазки. Взятие крови проводилось до введения психофармакологических препаратов больным с галлюцинаторно-параноидным синдромом шизофрении, а также через 15, 30 минут, 1, 3 и 5 часов после введения аминазина или галоперидола. Галоперидол вводился больным внутримышечно в количестве 1,5—2,0 г.

Мазки крови изучались с помощью светового и люминесцентного микроскопов. Изучение материала показало, что после введения препарата вес и площадь ядер нейтрофилов значительно возрастают (особенно через 1 час с момента введения препарата), а затем начинают снижаться. Через 5 часов после введения медикаментов ядро продолжает оставаться значительно больше первоначального. Указанный факт касается действия галоперидола и особенно аминазина; при этом изменяется обмен ДНК, полимеризация ДНК, РНК, полисахаридов.

При изучении веса и площади ядра и цитоплазмы, а также индекса Гертвига наше внимание привлекли данные, касающиеся Фельгенположительной реакции у тельц Барра, т. е. полового хроматина. Эти тельца были впервые описаны Барром и Бертрамом около 30 лет тому назад.

Изучение материала показало, что если до введения галоперидола количество тельц Барра у больных шизофренией сравнительно небольшое и приближается к данным, полученным на контрольном материале, то затем, после введения препарата, число их начинает возрастать и уже спустя 15 минут увеличивается почти вдвое. Отмеченное явление сохраняется около 5 часов с момента введения препарата. В течение отмеченного времени удлиняются тельца Барра и появляются вторичные тельца, по краю ядра наблюдается «ворсинчатость».

До введения больному аминазина число X-хромосом в нейтрофилах составляет в среднем 38 (почти вдвое больше, чем до введения препарата), после его введения аминазина количество тельц Барра к 15 минутам равно 56, к 30 минутам — 56, через 1 час — 64. Спустя

3 часа число телец Барра начинает снижаться и составляет 40, а через 5 часов — 32.

Тельца Барра при действии аминазина значительно крупнее, чем при действии галоперидола. Особенно крупные тельца Барра отмечаются к 1 часу с момента введения аминазина. Величина, форма и количество телец Барра в нейтрофилах больных шизофренией отличны от контроля — на контрольном материале они значительно меньше.

Увеличение телец Барра приводит к росту площади ядра, что, по литературным данным, связано со снижением его конденсации. Увеличение размера ядра связано с содержанием белка, в частности кислого. Исследования показали, что кислые белки играют важную роль в регуляции активности гена, преимущественно реактивируя те участки генома, которые были репрессированы гистонами.

Эти данные представляют интерес в связи с общей проблемой взаимоотношения между ядром и цитоплазмой, а также с вопросом, связанным с переносом информации ядра в цитоплазму и обратно.

Сцепленные с X и Y-хромосомами гены у человека могут вызывать различные синдромы: Шершевского—Тернера, Якобсона, Клайнфельдера, овариальной дисгенезии, сверхмета-женский тип и т. д.

Известно, что в X-хромосомах телец Барра содержится глюкозо-6-фосфат, который имеет прямое отношение к пентозофосфатному, фосфоглюколатному или к гексозомонофосфатному пути. Молекулы глюкозо-6-фосфата способствуют целой серии окислительных процессов, которые в конце концов приводят к возвращению энергетической задолженности.

Необходимо помнить, что глюкозо-6-фосфат быстро утилизируется клеткой. Существует равновесие между концентрацией конечного продукта и концентрацией белокобразующей матрицы, т. е. между скоростями транскрипции и трансляции. Сказанное имеет отношение к процессам биосинтеза РНК.

Гексозомонофосфатный путь выгоден клетке тогда, когда необходимо ускорить утилизацию глюкозы, при этом фосфорилирующие механизмы заняты; он нужен клетке в случае подавления гликолитического процесса. Основным свойством его является участие в генерации в цитоплазме макроэргов, в частности в восстановлении обмена НАДФН, который обладает высоким химическим потенциалом, необходимым для различных синтетических процессов. Этот путь особенно важен для синтеза жирных кислот и стероидов (важнейших составных частей цитомембран). Следует отметить, что стероиды играют значительную роль в промежуточном обмене клетки. При этом важна связь стероидов с коферментами и кукаротиноидами-пигментами, имеющими большое значение в метаболизме клетки. Пентозофосфатный путь поставляет пентозы для синтеза нуклеиновых кислот, в частности для синтеза ДНК, который в половом хроматине происходит в z-периоде.

Существует специальный регуляторный механизм, который инактивирует X-хромосомы и изменяет половой хроматин.

Таким образом, галоперидол и особенно аминазин являются антидепрессантами ядра, переводят клетку на пентозофосфатный путь обмена, усиливают генерацию макроэргов и восстановительный синтез жирных кислот и стероидов (основных частей цитомембран). Повышение синтеза стероидов, в свою очередь, приводит к расширению агранулярной эндоплазматической сети, что также связано с интенсивным развитием цитомембраны. Одновременно аминазин действует стати-

чески на лизосомы, укрепляет мембрану лизосом, тормозит выход гидролитических ферментов, которые вызывают деструкцию мембран и ДНК-хромосом.

НИИ психиатрии
им. М. М. Асатиани

(Поступило 5.3.1976)

მაკაპერიდოლის მადიკინა

ზიბ. ზურაბაშვილი, დ. ბუჩუკური

ჰალოპერიდოლისა და ამინაზინის მოქმედების ზოგიერთი მექანიზმის შესავალის საკითხისათვის

რეზიუმე

ჰალოპერიდოლი და, განსაკუთრებით, ამინაზინი თავისი მოქმედებით წარმოადგენენ ბირთვის ანტიდეპრესანტებს. აღნიშნულ პრეპარატებს უჭრედი გადაჰყავთ პენტაფოსფატურ ცელაზე, ისინი აძლიერებენ მაკროერგების გენერაციასა და ციტომემბრანების ძირითადი ნაწილების (ციზომოვანი შეკვებისა და სტეროიდების) სინთეზს. სტეროიდების სინთეზის გაძლიერება იწვევს აგრანულარული ენდოპლაზმატური ბადის გაფართოებას, რაც დაკავშირებულია ციტომემბრანების ინტენსიურ განვითარებასთან. აღსანიშნავია, რომ ამინაზინი სტატიკურად მოქმედებს ლიზოსომებზე, კერძოდ, ამაგრებს მათ მემბრანას და ამუხრუჭებს მათგან ჰიდროლიზური ფერმენტების გამოსვლას. ცნობილია, რომ უკანასკნელი იწვევენ ქრომოსომების ღწმ და მემბრანული სტრუქტურების დესტრუქციას.

EXPERIMENTAL MEDICINE

Zig. A. ZURABASHVILI, D. A. BUCHUKURI

ON SOME MECHANISMS OF THE EFFECT OF HALOPERIDOL AND AMINAZINE

Summary

Haloperidol, and especially, Aminazine, are antidepressants of a nucleus. They switch the cell to the pentosephosphate pathway of metabolism, intensify the generation of macroergs and restoration synthesis of fatty acids and steroids (the main parts of the cytomembranes). The intensification of steroid synthesis results, in its turn, in the expansion of the agranular endoplasmic reticulum, which is also related to the intensive development of cytomembrane. At the same time Aminazine has a statical effect on lysosomes, strengthens the membrane of lysosomes, inhibits the output of hydrolytic enzymes which cause the destruction of membranes and DNA-chromosomes. The material has been studied by the variation-statistical method.



Н. Н. КВАХАДЗЕ

НОВЫЙ РОД СЕМЕЙСТВА *BASILIOLIDAE*
 ИЗ БЕРРИАСА ЗАПАДНОЙ ГРУЗИИ (*BRACHIOPODA*)

(Представлено академиком Л. К. Габуния 4.2.1976)

Семейство *Basiliolidae* Cooper, 1959 охарактеризовано двумя типами круп: раннесерповидными (префальциферовыми) и серповидными (фальциферовыми). Хронологически вначале (поздний палеозой?) возникли формы с префальциферовыми крурами, а позднее (средняя юра) — с фальциферовыми [1].

О существовании представителей родов с фальциферовыми крурами в раннем мелу известно благодаря работам А. С. Моисеева [2], М. В. Попхадзе [3], Т. Н. Смирновой [4] и др. Однако наличие в раннем мелу формы с префальциферовыми крурами нами совместно с В. П. Камышаном [5] отмечается впервые.

В настоящей статье приводится описание нового рода *Kvesanirhynchia* Kvakhadze, gen. nov. и его типового вида *K. tenuicostata* sp. nov. из берриаса Абхазии.

Особенность строения ручного аппарата типового вида рода — наличие префальциферовых круп — дает основание включить его в состав семейства *Basiliolidae* Cooper, 1959, широко распространенного в пределах Средиземноморской палеозоогеографической области.

Намечается родственная связь с *Pseudogibbirhynchia* Ager, 1962, являющимся, возможно, предковым для *Kvesanirhynchia* родом.

Описанный палеонтологический материал хранится в Геологическом отделе Государственного музея Грузии им. С. Н. Джанашиа (ГМГ) под № 334.

Семейство *Basiliolidae* Cooper, 1959

Подсемейство *Basiliolinae* Cooper, 1959

Род *Kvesanirhynchia* Kvakhadze gen. nov.

Название рода от с. Квезани (Восточная Абхазия).

Типовой вид — *K. tenuicostata* sp. nov., берриас; с. Квезани.

Диагноз. Раковины округленно-пятиугольные, ширина преобладает над длиной. Спинная створка более выпуклая, чем брюшная. Поверхность створок покрыта начинающимися у макушки, тонкими, простыми ребрами. Макушка узкая, низкая, слабо загнутая — почти прямая, с узким, макушечным, продольно-овальным фораменом. Синус

брюшной створки широкий, отчетливый. Возвышение спинной створки сравнительно узкое, слабо развитое.

Боковые примакушечные полости маленькие. Наружные замочные пластины узкие, в примакушечной части слабо дорзально наклонены, а в переднем направлении ориентированы горизонтально. Круральные основания толстые. Круры раннесерповидные (префальциферовые). Прослеживающийся почти до середины створки спинной зусептоид низкий и тонкий.

Видовой состав. Типовой вид.

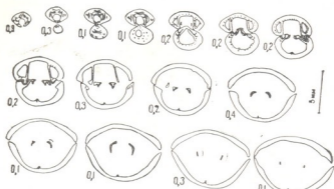


Рис. 1. Серия поперечных срезов через раковину *Kvesanirhynchia tenuicostata* sp. nov.; экз. № 3345; с. Квезани, берриас

Сравнение. По наружному и внутреннему строению раковины описываемый род обнаруживает большое сходство с родом *Lacunossella* Wisniewska, 1932, от которого отличается наличием прямой, узкой и низкой макушкой, простыми, недихотомирующими ребрами, коротким синусом, слабо развитыми дорзальными концами круральных пластин и более простыми и узкими раннесерповидными крурами.

Наличием узких замочных пластин и префальциферовых крур описываемый род обнаруживает наибольшее сходство с раннемеловым родом *Rionirhynchia* Kamyschan et Kvakhadze. Последний характеризуется



Рис. 2. *Kvesanirhynchia tenuicostata* sp. nov.; экз. № 3343; а—брюшная створка, б—спинная створка, в—вид сбоку, г—спереди; с. Квезани; правый берег р. Гализга; берриас. Изображения даны в натуральную величину

гладкой раковиной или немногочисленными реброскладками у лобного края, загнутой макушкой с точечным фораменом. *Kvesanirhynchia*, в отличие от сравниваемого рода, характеризуется почти прямой макушкой, простыми, начинающимися с макушки, тонкими ребрами, опи-

рающимися на дно створки зубными пластинами, присутствием внутреннего ножного воротничка и отчетливого спинного зусептоида.

Kvesanirhynchia по внутреннему строению раковины обнаруживает также большое сходство с ранне- и среднеюрским родом *Pseudogibbirhynchia* Ager, 1962, от которого отличается очертаниями более широких, чем длинных раковин, очень слабо загнутой макушкой, тонкими ребрами и узкими замочными пластинами. Сходство внутренних морфологических признаков наводит на мысль о генетической связи между этими родами, допуская при этом, что далеким предком является *Pseudogibbirhynchia*.

Kvesanirhynchia tenuicostata Kvakhadze sp. nov.

Рис. 1, 2, а—г.

Название вида от лат. *tenuis*—тонкий, *costa*—ребро.

Голотип. ГМГ, № 334/3; Абхазская АССР, р. Галидзга, с. Квезани; берриас.

Диагноз. Округленно-пятиугольные раковины с 20—22 ребрами на каждой створке и 5—6 ребрами в синусе. Ширина обычно превышает длину. Макушка низкая, узкая, почти прямая.

Описание (рис. 1, 2). Раковина маленькая, округленно-пятиугольная, с шириной, несколько превышающей длину. Наибольшие ширина и толщина приходятся на середину раковины. Края раковины слегка уплощенные. Боковые комиссуры прямые, передняя изогнута в виде узкой высокой дуги. Число тонких ребер, начинающихся от макушки, на створках равно 20—22.

Брюшная створка слабо выпуклая, сильно изогнутая в продольном направлении. Неглубокий синус широкий, составляющий чуть больше 1/3 ширины раковины, прослеживается почти до задней трети створки от лобного края. Число ребер на синусе 5—6. Макушка заостренная, узкая, очень слабо загнутая, с закругленными плечиками. Апикальный угол 110—115°. Форамен узкий, продольно-овальный, макушечный. Псевдодельтидий, низкий, трапещевидный.

Спинная створка сильно выпуклая, причем в поперечном направлении изогнута сильнее, чем в продольном. Низкое, слабо выраженное в рельефе створки возвышение прослеживается лишь в ее передней половине. Число ребер на возвышении 5—6.

Внутренний ножной воротничок представляет собой тонкую, вентрально выпуклую пластину. Зубные пластины параллельные, слабо вентрально сходящиеся. Зубы массивные, зазубренные, сапоговидные. Зубчик отчетливый. Наружные замочные пластины узкие. Круральные основания толстые. Круры латерально изогнуты — типа префальцифер. Наружные приямочные гребни низкие. Спинной зусептоид тонкий и длинный.

Размеры в мм и отношения:

№ колл.	Д	Ш	Т	Ш:Д	Т:Д
334/1	11,3	18,8	7,8	1,1	0,69
334/2	12,4	13,5	8,0	1,08	0,64
Голотип 334/3	12,4	13,0	8,5	1,04	0,68
334/4	13,1	14,4	9,8	1,08	0,74

Геологическое и географическое распространение. Берриас Западной Грузии (Абхазия).

Материал 16 раковин; из них 10 целые, а остальные повреждены в разной степени — часто обломаны края створок; с. Квезани, правый склон р. Гализга.

Замечание. В основании нижнемелового разреза окрестностей с. Квезани выделяется брахиоподовый горизонт, обильно содержащий брахиоподы: *Psilothyris abchazica* (Nouts.), *Cyclothyris (Cyclothyris) kvesanensis* (Nouts.), *Terebrataliopsis quadrata mangyschlakensis* Smirnova, «*Terebratula*» sp., совместно с которыми найден новый вид *Kvesanirhynchia tenuicostata*. Берриаский возраст горизонта обоснован аммонитами *Negrelliceras cf. negreli* Math. и *Euthymiceras cf. transfigutabilis* Bog., обнаруженными совместно с брахиоподами [6,7].

Грузинское производственное
 геологическое управление
 «Грузгеология»

(Поступило 13.2.1976)

პალეობიოლოგია

ბ. კვახაძე

BASILIOLIDAE-ს ოჯახის ახალი გვარი დასავლეთ
 საქართველოს ბერიასულშიდან (*BRACHIOPODA*)

რეზიუმე

აღწერილია *Basiliolidae*-ს ოჯახის ახალი ბერიასული გვარი *Kvesanirhynchia* Kvakhadze, gen. nov. და მისი ტიპური სახე *K. tenuicostata* Kvakhadze, sp. nov. გვარი ხასიათდება წვრილი მარტივი რადიალური წიბოებით, თხელი, სუსტად მოხრილი თხემით და პრეფალციფერული კრურებით. უკანასკნელის არსებობით ახალი გვარი მკვეთრად განსხვავდება სხვა ქვედაკარცული გვარებისაგან.

PALAEOBIOLOGY

N. N. KVAKHADZE

A NEW GENUS OF THE FAMILY *BASILIOLIDAE* OF THE
 BERRIASIAN OF WESTERN GEORGIA (*BRACHIOPODA*)

Summary

A new Berriasian genus, *Kvesanirhynchia* Kvakhadze gen. nov., of the family *Basiliolidae* Cooper, 1959, has been identified. It is characterized by prefalcifer crura, simple radial fine costae and a somewhat sharp suberect umbo. The presence of prefalcifer crura distinguishes *Kvesanirhynchia* from all other Lower Cretaceous genera. A new type-species, *Kvesanirhynchia tenuicostata* sp. nov. of this genus is described.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. П. Камышан, Л. И. Бабанова. Среднеюрские и позднеюрские брахиоподы Северо-Западного Кавказа и Горного Крыма. Харьков, 1973.
2. А. С. Моисеев. Уч. зап. ЛГУ, № 34, вып. 7, 1939.
3. М. В. Попхадзе. Труды Ин-та палеобиологии АН ГССР, V, 1960.
4. Т. Н. Смирнова. Атлас нижнемеловой фауны Крыма и Северного Кавказа. М., 1960.
5. Н. Н. Квахадзе. Раннемеловые брахиоподы бассейна среднего течения р. Риони (Западная Грузия) и их стратиграфическое значение. Автореферат, Тбилиси, 1972.
6. К. Ш. Нудубидзе. Труды Геол. ин-та АН ГССР, сер. геол., т. 2 (7), № 2, 1945.
7. Э. В. Котетишвили. Изв. Геол. о-ва Грузии АН ГССР, т. III, вып. 2, 1963.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. В журнале «Сообщения АН ГССР» публикуются статьи академиков, членов-корреспондентов, научных работников системы Академии и других ученых, содержащие еще не опубликованные новые значительные результаты исследований. Печатаются статьи лишь из тех областей науки, номенклатурный список которых утвержден Президиумом АН ГССР.

2. В «Сообщениях» не могут публиковаться полемические статьи, а также статьи обзорного или описательного характера по систематике животных, растений и т. п., если в них не представлены особенно интересные научные результаты.

3. Статьи академиков и членов-корреспондентов АН ГССР принимаются непосредственно в редакции «Сообщений», статьи же других авторов представляются академиком или членом-корреспондентом АН ГССР. Как правило, академик или член-корреспондент может представить для опубликования в «Сообщениях» не более 12 статей разных авторов (только по своей специальности) в течение года, т. е. по одной статье в каждый номер, собственные статьи без ограничения, а с соавторами — не более трех. В исключительных случаях, когда академик или член-корреспондент требует представления более 12 статей, вопрос решает главный редактор. Статьи, поступившие без представления, передаются редакцией академику или члену-корреспонденту для представления. Один и тот же автор (за исключением академиков и членов-корреспондентов) может опубликовать в «Сообщениях» не более трех статей (независимо от того, с соавторами она или нет) в течение года.

4. Статья должна быть представлена автором в двух экземплярах, в готовом для печати виде, на грузинском или на русском языке, по желанию автора. К ней должны быть приложены резюме — к грузинскому тексту на русском языке, а к русскому на грузинском, а также краткое резюме на английском языке. Объем статьи, включая иллюстрации, резюме и список цитированной литературы, приводимой в конце статьи, не должен превышать четырех страниц журнала (8000 типографских знаков), или шести стандартных страниц машинописного текста, отпечатанного через два интервала (статьи же с формулами — пяти страниц). Представление статьи по частям (для опубликования в разных номерах) не допускается. Редакция принимает от автора в месяц только одну статью.

5. Представление академика или члена-корреспондента на имя редакции должно быть написано на отдельном листе с указанием даты представления. В нем необходимо указать: новое, что содержится в статье, научную ценность результатов, насколько статья отвечает требованиям пункта 1 настоящего положения.

6. Статья не должна быть перегружена введением, обзором, таблицами, иллюстрациями и цитированной литературой. Основное место в ней должно быть отведено результатам собственных исследований. Если по ходу изложения в статье сформулированы выводы, не следует повторять их в конце статьи.

7. Статья оформляется следующим образом: сверху страницы в середине пишутся инициалы и фамилия автора, затем — название статьи; справа сверху представляющий статью указывает, к какой области науки относится она. В конце основного текста статьи с левой стороны автор указывает полное название и местонахождение учреждения, где выполнена данная работа.

8. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены по одному экземпляру в конверте; чертежи должны быть выполнены черной тушью на кальке. Надписи на чертежах должны быть исполнены каллиграфически в таких размерах, чтобы даже в случае уменьшения они оставались отчетливыми. Подрисовочные подписи, сделанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном листе. Не следует приклеивать фото и чертежи к листам оригинала. На полях ори-

гинала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена иная иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уместиться на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны чернилами в оба экземпляра текста; под греческими буквами проводится одна черта красным карандашом, под прописными — две черты черным карандашом снизу, над строчными — также две черты черным карандашом сверху. Карандашом должны быть обведены полукругом индексы и показатели степени. Резюме представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

9. Список цитированной литературы должен быть отпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания, а если цитирована книга, — полное название книги, место и год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в сносках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

10. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

11. Автору направляется корректура статьи в сверстном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или напечатать ее без визы автора.

12. Автору выдается бесплатно 25 оттисков статьи.

(Утверждено Президиумом Академии наук Грузинской ССР 10.10.1968; внесены изменения 6.2.1969)

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 19, телефоны 37-22-16, 37-93-42.

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 12 руб.

ს ა ვ ტ ო რ თ ა ს ა უ შ რ ა დ ლ ე ბ ო დ

1. ევრნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა ჯერ გამოუქვეყნებულ შედეგებს. წერილები ქვეყნდება მხოლოდ იმ სამეცნიერო დარგებიდან, რომელთა ნომენკლატურული სია დამტკიცებულია აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ.

2. „მოამბეში“ არ შეიძლება გამოქვეყნდეს პოლემიკური წერილი, აგრეთვე მიმოხილვითი ან აღწერითი ხასიათის წერილი ცხოველთა, მცენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მასში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.

3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიკოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბუთებლად წელიწადში შეუძლია წარმოადგინოს სხვა ავტორთა არაუმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანაავტორებთან ერთად — არაუმეტეს სამი წერილისა. გამოჩალის შემთხვევაში, როცა აკადემიკოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტი წერილის წარდგინას, საკითხს წყვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგენად გადასცემს აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიკოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არაუმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთთა, თანაავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბუთებლად საკვებით მზა სახით, ავტორის სურვილისამებრ ქართულ ან რუსულ ენაზე, ქართულ ტექსტს თან უნდა ახლდეს რუსული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე, ხოლო რუსულ ტექსტს — ქართული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე. წერილის მოცულობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დანოწმებულ ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბილოში ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს ევრნალის 4 გვერდს (8000 სასტამპო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალით გადაწერილ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია დებულობს თავში მხოლოდ ერთ წერილს.

5. აკადემიკოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უპასუხებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.

6. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დანოწმებულ ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დათმობილი საკუთარი გამოკვლევების შედეგებს. თუ წერილში გზადგება, ქვეყნების მიხედვით გადმოცემულია დასკვნის, მაშინ საჭირო არაა მათი გამოკრება წერილის ბოლოს.

7. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი, ქვემოთ — წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმომდგენმა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარცხენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სრული სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.

8. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს თითო ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკაზე შავი ტუშით, წარწერები ნახაზებს უნდა გაუკეთდეს კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემცირების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და ნახა-



ზების დაწებება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდევ ფანქრით უნდა აღნიშნოს ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ცხრილი, რომელიც ეურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მელნით მკაფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ვგზემპლარში; ბერძნულ ასოებს ქვემოთ ყველგან უნდა გაესვას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს — ქვემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრით ნიშნაკებიც (ინდექსები და ხარისხის მაჩვენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

9. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაეუღ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საეურნალო შრომა, ეუჩვენოთ ეურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ეუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერაციაც ეუჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში ევადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად შეუაობს და რა თანამდებობაზე, ეუჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

10. „მოამბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ეურნალებში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

11. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებად შეკრული კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (არაუმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორექტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის

პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუზოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-93-42.

საფოსტო ინდექსი 380060

ხელმოწერის პირობები: ერთი წლით 12 მან.

6 / 100



ՀԱՅԿԱՅԵԱՆ
ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅԱՆ

ՅՆՆՈ 1 ՅՆԵ.
ЦЕНА 1 РУБ.

ИНДЕКС 76181