

ელეუთერ
ანდრონიკაშვილი

ბიობიბლიოგრაფია



ЭЛЕУТЕР
АНДРОНИКАШВИЛИ
БИОБИБЛИОГРАФИЯ

ქეცნოქეცა

• МЦНИЕРЕБ •
1988

Д л е в т е р
А н д р о н и к а ш в и л и

Биобиблиография



ИЗДАТЕЛЬСТВО «МЕЦНИЕРЕБА»

ТБИЛИСИ

1989

ელეფანტი
სნდრონიკაშვილი

ბიოხიმიოლოგია



გამომცემლობა „მედიცინა“

თბილისი

1989

გამოხენილი სამჭოთა ფიზიკოსის, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსის ელფთერ ლუარსაბის ძე ანდრონიკაშვილის ბიობიბლიოგრაფია მოიცავს 1936—1986 წწ. მასალას. ნაშრომში შედის სამეცნიერო-კვლევითი, სამეცნიერო-პოპულარული და მისი რედაქციით გამოცემული შრომები, ლიტერატურა ე. ანდრონიკაშვილის ცხოვრებისა და მოღვაწეობის შესახებ.

ბიობიბლიოგრაფიაში ე. ანდრონიკაშვილის შრომები და ლიტერატურა მის შესახებ განლაგებულია ქრონოლოგიურ-ანბანური რიგით, მისი რედაქციით გამოცემული შრომები — ანბანური რიგით.

ნაშრომს წინ უძღვის ე. ანდრონიკაშვილის სამეცნიერო და საზოგადოებრივი მოღვაწეობის მოკლე მიმოხილვა, აგრეთვე ცხოვრებისა და მოღვაწეობის ძირითადი თარიღები, ერთვის ძირითად შრომათა ანბანური და სხეულთა სიძებელი.

Биобиблиография выдающегося советского физика, академика Академии наук Грузинской ССР Элевтера Луарсавовича Андроникашвили охватывает материалы за 1936—1986 гг. Книга содержит научно-исследовательские, научно-популярные труды и труды, вышедшие под его редакцией, а также литературу о жизни и деятельности Э. Л. Андроникашвили.

В биобиблиографии труды и литература о нем расположены в хронологическо-алфавитном порядке, труды под его редакцией — в алфавитном порядке.

Книге предослан краткий очерк научной и общественной деятельности, за ним следует перечень основных дат жизни и деятельности Э. Л. Андроникашвили. Прилагается алфавитный указатель основных трудов и указатель имен.

ბიობიბლიოგრაფიული სერიის მთავარი სარედაქციო კოლეგია: გ. ჯიბლაძე (მთ. რედაქტორი), ა. აფაქიძე, ლ. გაბუნია, ვ. გომელაური, თ. ონიანი, ა. ცაგარელი, გ. ციციშვილი, შ. ძიძიგური, მ. დარასელია, ჯ. ლომინაძე, ს. ხადური, ნ. გურგენიძე (მდივანი)

შემდგენლები: პ. ასათიანი, მ. ბარკავა, ი. დუდუჩავა
რედაქტორი: ს. ხადური

ბიბლიოგრაფიული რედაქტორი ვ. გოგილაშვილი

Главная редакционная коллегия биобиблиографической серии: Г. Н. Джигладзе (гл. редактор), А. М. Апакидзе, Л. К. Габуния, В. И. Гомелаури, Т. Н. Ониани, А. Л. Цагарели, Г. В. Цицишвили, Ш. В. Дзидзигური, М. К. Дараселия, Дж. Г. Ломинадзе, С. А. Хадури, Н. А. Гургенидзе (секретарь).

Составители: П. Г. Асатиани, М. И. Баркава, И. М. Дудучава

Редактор: С. А. Хадури

Библиографический редактор: В. Г. Гоголашвили.



ელეფთერ ანდრონიკაშვილი

(სამეცნიერო და საზოგადოებრივი მოღვაწეობის მოკლე მიმოხილვა)

ელეფთერ ლუარსაბის ძე ანდრონიკაშვილი დაიბადა 1910 წლის 25 დეკემბერს ქ. ლენინგრადში, ქართველი მეცნიერ-იურისტის და საზოგადო მოღვაწის, ნაფიცი ვეჭილის ლუარსაბ ნიკოლოზის ძე ანდრონიკაშვილის (ანდრონიკოვის) ოჯახში. დედა — ეკატერინე იაკობის ასული მომადლებული იყო ლიტერატურული ნიჭით. იგი წერდა მოთხრობებს, მაგრამ ძალზე იშვიათად აქვეყნებდა მათ, ისიც მხოლოდ ფსევდონიმით.

ელეფთერ ანდრონიკაშვილმა ბავშვობა ლენინგრადში, მოსკოვსა და ტულის გუბერნიაში გაატარა. 1921 წ., საქართველოში საბჭოთა ხელისუფლების დამყარების შემდეგ, ე. ანდრონიკაშვილი მშობლებთან ერთად ქ. თბილისში გადმოვიდა საცხოვრებლად. 1925 წ. იგი ბრუნდება ლენინგრადში, სადაც განაგრძობს სწავლას საშუალო სკოლაში. 1928 წ. შედის ლენინგრადის კალინინის სახელობის პოლიტექნიკური ინსტიტუტის ფიზიკა-მექანიკის ფაკულტეტზე, რომელსაც ამთავრებს 1932 წელს „ფიზიკის“ სპეციალობით. იმავე წელს სამუშაოდ გადადის მოსკოვში, აეროჰიდროდინამიკის ცენტრალურ ინსტიტუტში (ცაგი), სადაც მუშაობს ინჟინრად რენტგენოგრაფიის ლაბორატორიაში. როდესაც ცაგი-ს გამოეყო საავიაციო მასალათა ინსტიტუტი (სმი), მაშინ იქ გადავიდა სამუშაოდ.

1934 წ. ანდრონიკაშვილი თბილისის უნივერსიტეტში მიიწვია დოცენტის თანამდებობაზე. 1935 წ. ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა კანდიდატის სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად მან დაიცვა დისერტაცია თემაზე: „კონდენსირებულ სისტემებში ფაზური გარდაქმნების ცენტრების წარმოქმნის შესახებ“. ავითარებდა რა იმავე თემაზე სტატისტიკურ იდეებს, მან ხელი მოჰკიდა ლითონთა შენადნობებში ფაზურ გარდაქმნათა რენტგენოსტრუქტურულ ანალიზს. ლითონთა აბალი ფაზის ჩანასახების წარმოქმნის თაობაზე დამკვიდრებულ თერმოდინამიკური და სტატისტიკური წარმოდგენების შემოწმების მიზნით ე. ანდრონიკაშვილმა თანამშრომლებთან ერთად შეიმუშავა ლითონთა შენადნობების დისპერსირების მეთოდები.

1938 წ. იგი დაამტკიცეს თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ექსპერიმენტული ფიზიკის მის მიერვე დაარსებული კათედრის გამგედ, იმავე დროს დანიშნეს ფიზიკა-მათემატიკის ფაკულტეტის დეკანის მოადგილედ. 1940 წ. ე. ანდრონიკაშვილი ერთი წლით მიავლინეს სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკის პრობლემათა ინსტიტუტში კვალიფიკაციის ასამაღლებლად. იმ დროს ე. ანდრონიკაშვილის მეცნიერული ინტერესები დაკავშირებული იყო ზეგამტარობის პრობლემასთან, რომელსაც მოგვიანებით კვლავ დაუბრუნდა. 1940 წ. ნოემბერში ახალგაზრდა მეცნიერი ჩაირიცხა სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკურ პრობლემათა ინსტიტუტის დოქტორანტურაში. 1941 წ. სსრკ მეცნიერებათა აკადემიასთან ერთად ე. ანდრონიკაშვილი ევაჟუაციით მიემგზავრება ქ. ყაზანში, მაგრამ იგი წყვეტს დოქტორანტურის კურსს და ბრუნდება საქართველოში,

თავის მოგონებებში ე. ანდრონიკაშვილი წერს: „ზეგამტარობიდან — ფიზიოლოგიურ ოპტიკამდე, თხევად ჰელიუმზე ოცნებიდან — ცოცხალ ორგანიზმზე დამრტყმელ ტალღათა ზემოქმედების შესწავლამდე — ასეთი იყო ნახტომი, რომლის გაკეთებაც მომიხდა სამსახურის ადგილის შეცვლასთან ერთად“. იგი სწავლობდა სიბნელეში ხილვადობის პრობლემას, თვალის ადაპტაციის სიჩქარეს სწრაფად მოძრავი მანათობელი წერტილის დაკვირვებისას (თვითმფრინავი პროექტორის შექმნა). ე. ანდრონიკაშვილი ფიზიოლოგებთან ერთად იკვლევს ცოცხალი ორგანიზმის სხვადასხვა ქსოვილის დაზიანებათა ხასიათს, ხოლო პარალელურად მათგან დამცველ საშუალებათა ეფექტიანობას.

1944 წ. ე. ანდრონიკაშვილმა მიიღო წერილი პ. კაპიცასგან, რომელმაც იგი მიიწვია ფიზიკის პრობლემათა ინსტიტუტში დაბალი ტემპერატურების ფიზიკის დარგში კვლევის გასაგრძელებლად. ეს იყო ძალზე მნიშვნელოვანი მომენტი მის სამეცნიერო ცხოვრებაში — საქმე ეხებოდა ახალი მეცნიერების — ზედენადობის ფიზიკის დაბადებას.

მას შემდეგ, რაც პ. კაპიცამ თავისი ფუძემდებლური შრომებით ზედენადობა აღმოაჩინა, ხოლო ლ. ლანდაუმ ამ მოვლენის თეორია შექმნა, დღის წესრიგში დადგა საკითხი, — ექსპერიმენტულად დადასტურებულიყო თეორიაში გამოთქმული ვარაუდი, რომ ჰელიუმ II-ში შესაძლებელია ორი დამოუკიდებელი სახის მოძრაობის არსებობა, ამასთან გაეზომათ ჰელიუმ II-ის ზედენადი და ნორმალური კომპონენტების სიმკვრივეთა დამოკიდებულება ტემპერატურაზე. ლანდაუს თეორიის ამგვარი დამტკიცება შესაძლებელი გახდა ცდების სერიით, რომელსაც „ანდრონიკაშვილის ექსპერიმენტი“ ეწოდა.

შემდგომი ექსპერიმენტებით ანდრონიკაშვილმა ფართო სფეროში გაზომა ნორმალური კომპონენტის სიმკვრივის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე. არანაკლები მნიშვნელობა ჰქონდა ნორმალური კომპონენტის სიბლანტის ტემპერატურაზე დამოკიდებულების პირველ გაზომვებს. ამ გაზომვებიდან გამომდინარეობდა ლანდაუს იდეის მართებულობა, რომ ფიზიკური აზრი აქვს მხოლოდ ჰელიუმ II-ის ნორმალური კომპონენტის და არა მისი მთელი მასის, როგორც ასეთის, სიბლანტეს. დამტკიცდა, რომ სიბლანტეს უმთავრესად განაპირობებს არა ატომთა ატომებზე გაბნევა, არამედ თბური აგზნებების — როტონების გაბნევა იმავე ტიპის აგზნებებზე (როტონული სიბლანტე). ექსპერიმენტთა ამავე სერიაში აღმოჩნდა სიბლანტის დაბალტემპერატურული სახეობა, რომელიც ხალატნიკოვის შრომებში ახსნილ იქნა როგორც ფონონურ აგზნებათა როტონებზე გაბნევის შედეგი და რომელსაც „ფონონური“ სიბლანტე ეწოდა. ნორმალური კომპონენტის სიბლანტის გაზომვა მნიშვნელოვანი ფაქტი იყო, რომელიც ადასტურებდა ლანდაუს კონცეფციას კვაზინაწილაკების როლის შესახებ.

ე. წ. „ანდრონიკაშვილის ექსპერიმენტი“ არაერთხელ გაიმეორეს სხვადასხვა დროსა და სხვადასხვა ქვეყანაში არა მარტო ზოგიერთი დებულების დასაზუსტებლად, არამედ ახალ დამოკიდებულებათა მოსაგნებლად. ასეთია; მაგალითად, თხევად ჰელიუმში კრიტიკული სიჩქარის დადგენა, ^3He -ის მინარევთა ეფექტური მასის განსაზღვრა და მრავალი სხვა (ლოს ალამოსი, აშშ; კემბრიჯი, ინგლისი; ოტავა, კანადა; პასადენა, აშშ და სხვ.). ამ ექსპერიმენტულ მეთოდს დღესაც იყენებენ მეცნიერებაში როგორც მაგნიტურ-კვანტური ჰიდროდინამიკის (He^3) კვლევის ერთ-ერთ მეთოდს (რეპი, კორნელი, აშშ).

ორსითხიანი ჰიდროდინამიკის განტოლებათა სისწორე პირველად ანდრონიკაშვილმა შეამოწმა 1948 წ., როდესაც გააანალიზა უწერილეს კაპილარებსა და ზვრელებში ნორმალური და ზედენადი კომპონენტების შემხვედრი დინების ექსპერიმენტული მონაცემები. როგორც უცხოელი, ისე საბჭოთა ავტორების ყველა ექსპერიმენტული გამოკვლევის ანალიზი, ერთი მხრივ, ორსითხიანი ჰიდროდინამიკისა და, მეორე მხრივ, კვაზინაწილაკების სტატისტიკური ფიზიკის თვალსაზრისით მოცემულია ე. ანდრონიკაშვილის მონოგრაფიულ სტატიამი (თეორიული ნაწილი ე. ლიფშიცის ეკუთვნის), რომელიც ითარგმნა აშშ-ში ინგლისურ ენაზე.

ლ. ლანდაუს თეორიასთან მძაფრმა შეუთანხმებლობამ თავი იჩინა 1948 წელს, როდესაც ანდრონიკაშვილმა განახორციელა მბრუნავი ჰელიუმ II ექსპერიმენტი იმ სახით, როგორც თავდაპირველად ეს თვით ლანდაუს ჰქონდა შემოთავაზებული. ნაცვლად მოსალოდნელი მბრუნავი ჰელიუმ II-ის მენისკის სიღრმისეული ტემპერატურული

დამოკიდებულებისა, იგი, როგორც სავსებით ჩვეულებრივი სიტხე, მოძრაობდა როგორც მთლიანობა. რამდენიმე წლის შემდეგ ასეთივე ექსპერიმენტი დამოუკიდებლად ჩატარდა კემბრიჯშიც.

თითქოსდა მბრუნავი ჰელიუმ II-ის ექსპერიმენტის გაუთვალისწინებელი შედეგი უნდა ახსნილიყო როგორც ზედენადობის ფენომენის გაქრობა ბრუნვის აღებულ სიჩქარის დროს. მაგრამ ე. ანდრონიკაშვილიმა თანამშრომლებთან ერთად ჩატარებული ცდით დაამტკიცა, რომ ჰელიუმ II-ში არსებობას განაგრძობს ისეთი სპეციფიკური მოვლენა, როგორიცაა თერმომექანიკური ეფექტი ნებისმიერ მიღწეულ სიჩქარეთა პირობებშიც. ზედენადობის ფენომენი არა თუ არ ქრებოდა, ნორმალური და ზედენადი კომპონენტების სიმკვრივეთა შეფარდებაც უცვლელი რჩებოდა.

ეს შედეგი მთლიანად აიხსნა ონსაგერ—ფენიმანის თეორიით, რომლითაც კვანტურ ჰიდროდინამიკაში შემოიტანეს ზედენადი კომპონენტის გრიგალების ცნება. ეს გრიგალები დაკვანტულია, რამდენადაც ჰელიუმის ატომის მოძრაობის რაოდენობის მომენტი გრიგალის ლერძის ირგვლივ მოძრაობისას პლანკის მუდმივას ჯერადაა.

1948 წ. ე. ანდრონიკაშვილიმა დაიცვა სადოქტორო დისერტაცია თემაზე: „გამოკვლევები ზედენადობის ჰიდროდინამიკაში“.

ე. ანდრონიკაშვილის ექსპერიმენტულ გამოკვლევებს, რომელთაც საფუძველი დაუდეს თანამედროვე ფიზიკის ახალ დარგს — კვანტურ ჰიდროდინამიკას, 1952 წ. მიენიჭა სსრკ სახელმწიფო პრემია. დისერტაციის დაცვის შემდეგ ელეფთერ ანდრონიკაშვილი დაბრუნდა თბილისში, რათა თავის კოლეგებთან ერთად საძიკველი ჩაეყარა ექსპერიმენტული ფიზიკისათვის — „ის, რისკენაც ასე მიისწრაფოდა საქართველოს მეცნიერი ახალგაზრდობა, ის, რასაც ჩემგან საზოგადოება მოითხოვდა...“ (ე. ანდრონიკაშვილი). 1948 წ. იგი აირჩიეს თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის პროფესორად, 1949 წ. — საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტად. თავისი გამოკვლევები ზედენადობის ფიზიკაში მან შეწყვიტა თბილისში გადმოსვლასთან დაკავშირებით, რადგან მამინ აქ ჯერ კიდევ არ იყო კრიოგენული ექსპერიმენტების ჩატარების შესაძლებლობა.

ამ დღიდან ე. ანდრონიკაშვილის ძირითადმა ინტერესებმა ახალ სფეროში — ელემენტარულ ნაწილაკთა ფიზიკაში გადაინაცვლა. 1949 წ. იგი სათავეში ჩაუდგა იალბუჯის მაღალმთიანი სადგურის დაარსებას კოსმოსური სხივების ფიზიკისა და მაღალი ენერგიების ნაწილაკთა პრობლემებზე სამუშაოდ.

1950 წელს ე. ანდრონიკაშვილი სათავეში ჩაუდგა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიასთან ფიზიკის ინსტიტუტის ჩამოყალიბე-

ბას, რომლის დირექტორია 1951 წლიდან. 1952 წ. იალბუზის ექსპე-
დიციის თანამშრომლებმა პირველად საბჭოთა კავშირში აღრიცხეს
ელემენტარული ნაწილაკები, რომლებსაც შემდგომში „უცნაური“
ეწოდა. 1955 წ. თბილისში შეიქმნა მიწისქვეშა ლაბორატორია,
რომლის მიზანი იყო კოსმოსური სხივების ფართო ატმოსფერუ-
ლი ღვარების (ფალ) შედწევადი კომპონენტის კვლევა. 1956 წ. მო-
წაფეებთან ერთად ჩატარებულმა მაღალი ენერგიების მიუ-მეზონების
სივრცეში განაწილების კვლევამ აჩვენა, რომ მიუ-მეზონები ძირითა-
დად კონცენტრირებულია ღვარის ღეროში ან მის ახლოს და რომ მა-
თი განივი იმპულსი მნიშვნელოვნად ნაკლებია გრძივზე და რიგით არ
აღემატება 10^8 ევ-ს. ეს ეფექტი გაცილებით ადრე დადგინდა. ვიდრე
ანალოგიურ დასკვნებს გააკეთებდნენ ფოტოემულსიის მეთოდისა და
ამაჩქარებლების გამოყენების საფუძველზე.

ე. ანდრონიკაშვილისა და მისი კოლეგების ამ მუშაობამ სათავე
დაუდო გაძლიერებულ ინტერესს მაღალენერგეტიკული ურთიერთო-
ბის შედეგად წარმოშობილი მეორადი ნაწილაკების განივი იმპულსე-
ბისადმი: მეორეული ნაწილაკების განივი იმპულსის სიდიდის მკვეთ-
რი განსხვავება გრძივი იმპულსიდან მიუთითებდა, რომ ელემენტა-
რულ ნაწილაკებს გააჩნიათ გარკვეული შინაგანი სტრუქტურა. ეს ექს-
პერიმენტი დაწვრილებით არის განხილული კოკონის მიმოხილვით.
სტატიაში, რომელიც „Handbuch der Physik“-ში გამოქვეყნდა.

შემდგომში, სხვა მოწაფეებთან ერთად, ე. ანდრონიკაშვილმა გა-
მოიკვლია π -მეზონების, K -მეზონების, ლამბდა- და სიგმა-ჰიპერონების
განივი იმპულსები, რომლებიც რეგისტრირებული იყო კოსმოსური
სხივების შესწავლისას. გაკეთდა დასკვნა იმ ურთიერთქმედებათა მო-
ცულობის რადიუსზე, რომლებშიც ჩნდება უცნაური ნაწილაკები.
არსებითად ეს იყო პირველი იმ სამუშაოთაგან, რომლებშიც სცადეს
ელემენტარულ ნაწილაკთა სტრუქტურის გარკვევა.

ამჟამად ბირთვული ურთიერთმოქმედების კვლევა კოსმოსურ
სხივებში და, კერძოდ, ამჩქარებლებზე, განივი იმპულსების შესწავ-
ლა რჩება ფიზიკის ინსტიტუტისა და ანდრონიკაშვილისა და მისი მო-
წაფეების მიერ დაარსებული მაღალმთიანი ცხრაწყაროს სადგურის
საქმიანობის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მიმართულებად. განივი იმპულ-
სების კვლევა ერთ-ერთი ძირითადი პრობლემაა საერთაშორისო ექს-
პერიმენტ „რისკისა“ სერპუხოვოს ამჩქარებელზე, რომელსაც ახორ-
ციელებს ბირთვული გამოკვლევების გაერთიანებული ინსტიტუტი და
საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკის ინსტიტუტი სო-
ციალისტური თანამეგობრობის ყველა ქვეყნის სხვადასხვა ფიზიკურ-
დაწესებულებათა მონაწილეობით და თანამშრომლობით.

1955 წ. ანდრონიკაშვილს ირჩევენ საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსად. 1956 წ. იგი ასაბუთებს ამიერკავკასიაში ატომური რეაქტორის მშენებლობის აუცილებლობას, ამ ინიციატივას მხარი დაუჭირა ი. კურჩატოვმა და 1957 წლიდან ელეფთერ ანდრონიკაშვილი სათავეში ჩაუდგა კვლევითი ატომური რეაქტორის აგებას. უკვე 1959 წ. ამიერკავკასიაში პირველი ატომური რეაქტორის გაშვებისთანავე იგი ხელმძღვანელობს ახალგაზრდა სპეციალისტთა ჯგუფს, რისი წყალობითაც ამჟამად საქართველოს ჰყავს რეაქტორის ექსპლუატაციის, მყარი სხეულის რადიაციული ფიზიკის, ნეიტრონულ ფიზიკაში რთული გამოთვლებისა და გამრყენებითი ბირთვული ფიზიკის დარგში კვლევის მალაკვალიფიციური სპეციალისტები.

1960—1961 წლებში ანდრონიკაშვილმა და მისმა თანამშრომლებმა ააგეს და ლითონში განახორციელეს საბჭოთა კავშირში პირველი დაბალტემპერატურული მარყუჟი, რომლის დახმარებით შესაძლებელი გახდა საკვლევი ობიექტების დასხივება ბირთვული რეაქტორის აქტიურ ზონაში, დაბალი ტემპერატურის (—190°) პირობებში; შეიქმნა უნიკალური დანადგარების სერია, რომელიც უშუალოდ ბირთვული რეაქტორის აქტიურ ზონაში, ტემპერატურათა ფართო ინტერვალთ, განსაკუთრებული იყო რიგი ფიზიკური და მექანიკური მახასიათებლების გასაზომად. ყოველივე ამან სათავე დაუდო საბჭოთა კავშირში დაბალტემპერატურულ რადიაციულ მასალათმცოდნეობას. მრავალი წლის შემდეგ დაბალტემპერატურულმა მარყუჟებმა გამოყენება პოვეს საბჭოთა კავშირის სხვა ორგანიზაციებშიც.

1960 წ. ანდრონიკაშვილს მიანიჭეს საქართველოს სსრ მეცნიერების დამსახურებული მოღვაწის საპატიო წოდება. იმავე წელს აირჩიეს სიცივის საერთაშორისო ინსტიტუტის I კომისიის წევრად, ქართული მეცნიერული ცხოვრების დიდ მოვლენად იქცა თანამედროვე ფიზიკის მეთაურის, ნობელის პრემიის ლაურეატის ნ. ბორის ჩამოსვლა თბილისში 1961 წელს. იგი ეწვია ფიზიკის ინსტიტუტს. ნ. ბორი, კერძოდ, წერდა: „პროფესორ ანდრონიკაშვილის მიერ ჩატარებული გამოკვლევები დაბალი ტემპერატურების ფიზიკის დარგში. საერთოდ, და, კერძოდ, ზედენადობის საოცარი მოვლენის შესასწავლად ცნობილია მთელ მსოფლიოში“.

ელეფთერ ანდრონიკაშვილმა 1956—1957 წლების მანძილზე განაახლა მუშაობა ზედენადობის სფეროში, როდესაც თბილისში ამუშავდა თხევადი ჰელიუმის მისაღები აპარატურა. ფეინმანის თეორიიდან დაკვანტული გრივალების შესახებ, რომლებიც ჩნდებიან თხევადი ჰელიუმ II-ის ზედენად კომპონენტში, ე. ანდრონიკაშვილმა და მისმა თანამშრომლებმა გამოიტანეს დასკვნები, რომელთა შემოწმებას შეუ-

დგნენ პირველივე შესაძლებლობისთანავე. ამ დროიდან ქართული კრიოგენული სკოლის ინტერესები მჭიდროდაა დაკავშირებული ფეინმანის იდეებთან. ექსპერიმენტულად დადასტურდა, რომ დაკვანტული გრიგალების არსებობის გავლენით მბრუნავ თხევად ჰელიუმ II-ს, მყარი სხეულის მსგავსად, გააჩნია გრეხის მოდული. მისი დისიპატიური თვისებები ანიზოტროპულია: ჰელიუმი, მბრუნავი კონტეინერიდან, რომელსაც ფსკერსა და გვერდით კედელზე ხვრელები აქვს, უფრო სწრაფად გაედინება ბრუნვის ღერძის პარალელური მიმართულებით, ხოლო შედარებით ნელა — ბრუნვის ღერძის პერპენდიკულარული მიმართულებით.

ზედნადი მბრუნავი თხევადი ჰელიუმ II-ის სიბლანტე უფრო დიდი აღმოჩნდა, ვიდრე ნორმალური სითხის — ჰელიუმ I-ის სიბლანტე, რომელიც იმავე სიჩქარით ბრუნავს, თუმცა უძრავ მდგომარეობაში თხევადი ჰელიუმის სიბლანტე მკვეთრად ეცემა λ -წერტილზე უფრო ნაკლებ ტემპერატურამდე გაცივებისას. წარმოიშვა პარადოქსული ცნება „ზედნადი კომპონენტის სიბლანტე“. იგი ისეთივე გამოდგა, როგორც ნორმალური კომპონენტის სიბლანტე. პარადოქსი იმაში მდგომარეობდა, რომ ზედნადი თხევადი ჰელიუმ II, რომელსაც უაღრესად დაბალი სიბლანტე გააჩნია, როგორც გამოირკვა, ბრუნვისას იძენს უფრო მეტ სიბლანტეს, ვიდრე ნორმალური არაზედნადი სითხე. თბილისელ, მოსკოველ და ინგლისელ მეცნიერთა თეორიული გამოკვლევებით დადგინდა, რომ „ზედნადი კომპონენტის სიბლანტე“ დაკავშირებულია ფეინმანისეული გრიგალებისათვის დამახასიათებელ დრეკადობასთან.

ცნობილია, რომ ფეინმანის თეორიას ექსპერიმენტული საფუძველი ჩაუყარა ე. ანდრონიკაშვილის 40-იანი წლების შრომებმა, რომლებიც მან შეასრულა მოსკოვის კრიოგენულ სკოლაში მოღვაწეობის დროს და შემდგომში მანვე განავითარა თავის მოწაფეებთან ერთად. 50—60-იანი წლების მანძილზე.

ნორმალური კომპონენტის სიმკვრივისა და სიბლანტის, გრიგალური გისოსების დრეკადობის, დისიპატიური პროცესების ანიზოტროპიის, გრიგალური გისოსების გარდაქმნისას რელაქსაციის დროის გაზომვის შედეგებმა და სხვა ფაქტებმა, რომლებიც ე. ანდრონიკაშვილმა და მისმა თანამშრომლებმა მოიპოვეს, შესაძლებელი გახადეს ჰელიუმ II-ზე ჩატარებული ექსპერიმენტებით დაედგინათ საბჭოთა თეორეტიკოსების (ა. ბ. მიგდალის, ვ. ლ. გინზბურგის, დ. ა. კირჟნიცის) იდეების მართებულობა იმის შესახებ, რომ ნეიტრონული ვარსკვლავ-პულსარების ბირთვული ნივთიერება წარმოადგენს კვანტური გრიგალებით გამსჭვალულ ზედნად სითხეს.

ვიდრე პ. კაბიცა ზედენადობის მოვლენას აღმოაჩენდა და გამო-
ცვლევდა, ლანდაუ ზედენადობის თეორიას ჩამოაყალიბებდა, ხოლო
ანდრონიკაშვილის, პეშკოვის და სხვ. შრომები ამ თეორიას ექსპერი-
მენტულ საფუძველს შეუქმნიდა — დაბალი ტემპერატურების ფიზი-
კაში გაბატონებული ადგილი ჰოლანდიურ სკოლას ეკავა. საბჭოთა
მკვლევარების შრომების გამოქვეყნების შემდეგ დაბალი ტემპერატუ-
რების ფიზიკის ცენტრმა საბჭოთა კავშირში გადმოინაცვლა და საბ-
ჭოთა კრიოგენული სკოლის ავტორიტეტი საყოველთაოდ დამკვიდრდა.
1972 წლიდან ე. ანდრონიკაშვილი სსრ კავშირს წარმოადგენდა წმინ-
და და გამოყენებითი ფიზიკის საერთაშორისო კავშირის ზედდაბალი
ტემპერატურების კომისიაში.

ე. ანდრონიკაშვილი არის საქართველოში მყარი სხეულის რადია-
ციული ფიზიკის ერთ-ერთი ინიციატორი. ქართული რეაქტორის გა-
შვებამ განაპირობა საქართველოში მყარი სხეულის რადიაციული ფი-
ზიკის ინტენსიური განვითარება. რეაქტორის გაშვებიდან 2 წლის შემ-
დეგ ე. ანდრონიკაშვილი მოხსენებით წარსდგა საერთაშორისო სიმ-
პოზიუმზე პირველი გამოკვლევების შედეგების შესახებ. ანდრონი-
კაშვილმა ჩამოაყალიბა კონცეფცია, რომლის მიხედვით იონური კრის-
ტალების დასხივების შედეგად გაჩენილ წერტილოვან დეფექტებს
საკმაო გადაჯერებისას შეუძლიათ „დაკონდენსირდნენ“ დისლოკაციურ
მარყუჟებად. ამ მოვლენის მკაცრი თეორიულ-ფიზიკური სურათი
ჯერაც არ არსებობს. მიუხედავად ამისა, მანქანური ექსპერიმენტის
დახმარებით ინსტიტუტში დამტკიცდა მოწოდებული პროცესის მარ-
თებულება. შემდგომში კვანძთაშორისი და ვაკანსიური წერტილოვან
დეფექტების კონდენსაციის წარმოდგენებზე დაყრდნობით შესაძლე-
ბელი გახდა აეხსნათ ყველა ახალმიღებული შედეგი.

იმავე პერიოდის შრომებით დამტკიცდა, რომ დისლოკაციის
რღვევას თან სდევს კრისტალურ მესერში მრავალრიცხოვან წერტი-
ლოვან დეფექტთა ინეექცია. მანქანურმა ექსპერიმენტმა ამ შემთხვევა-
შიც შექი მოჰფინა ხაზოვან დეფექტთა წერტილოვან დეფექტებად
გარდაქმნის მექანიზმს.

ამასთან დაკავშირებით ე. ანდრონიკაშვილმა სხვა თანამშრომლებ-
თან ერთად ჩაატარა ექსპერიმენტთა სერია, რომელიც ადგენდა წერ-
ტილოვანი დეფექტებისა და დისლოკაციების ურთიერთობის კანონ-
ზომიერებებს.

მოწაფეებთან ერთად ე. ანდრონიკაშვილმა ჩაატარა რადიაციულად
სტიმულირებული ტრიტიუმის დიფუზიის კვლევა ლითიუმის ფტორი-
დის კრისტალურ გისოსში, რომელიც წინასწარ ნელი ნეიტრონებით
იყო დასხივებული.

ლითუმიის ფტორიდის დასხივება, როგორც გამოკვლევებმა აჩვენეს, სხვადასხვა ტემპერატურის პირობებში წარმოშობს არსებითად განსხვავებულ დეფექტებს კრისტალურ გისოსში. ასეთი დეფექტებია საჭერები მადიფუნდირებელი ტრიტიუმისათვის. ეს შრომები დაედო საფუძვლად როგორც რადიაციულ-სტიმულირებელი, ისე პოსტრადიაციული დიფუზიის პროცესების გაღრმავებულ კვლევას.

განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ე. ანდრონიკაშვილის მიერ შემოთავაზებულ ექსპერიმენტს, როდესაც იონურ კრისტალებს დასხივებდნენ დაძაბულ მდგომარეობაში. კოლეგებთან ერთად ჩატარებული ამ ექსპერიმენტით დადგინდა, რომ დაძაბულ მდგომარეობაში დასხივებისას იხსნება სიმყიფე, დაახლოებით ერთი რიგით მატულობს სიმტკიცე და იმავდროულად მნიშვნელოვნად უმჯობესდება დასხივებული ნიმუშების პლასტიკური თვისებები. ანალოგიური შედეგები მიიღეს მისმა მოწაფეებმა ლითონის კრისტალებისათვის, რითაც დაამტკიცეს, რომ შემჩნეული ეფექტი საერთოა ყველა მყარი კრისტალური სხეულისათვის.

ამჟამად შექმნილია ამ ეფექტის თეორია, რომლის მიხედვით დრეკადი დაძაბულობის ველი გარკვეულ წილად გეზს აძლევს არასიმეტრიულ წერტილოვან დეფექტებს, რომლებიც დასხივების შედეგად წარმოიშობა. ეს ექსპერიმენტები შემდგომში საფუძვლად დაედო სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის მყარი სხეულის რადიაციული ფიზიკის სამეცნიერო საბჭოს მთელ სამეცნიერო პროგრამას, რადგან მათ ცხადყვეს, რომ სხვადასხვა ველის (დრეკადი, ტემპერატურული, ელექტრული, მაგნიტური და ა. შ.) პირობებში დასხივება რადიაციული დეფექტების მოძრაობის მართვისა და ახალი ან წინასწარ დასახული თვისებების მქონე მასალების მიღების საშუალებას იძლევა.

ამავე ექსპერიმენტული მონაცემებიდან გამომდინარეობს დასკვნა, რომ რადიაციისადმი სხვადასხვა მასალის მდგრადობის გამოცდა უნდა ჩატარდეს ისეთ პირობებში, რომლებიც მაქსიმალურად იქნება მიახლოებული საცდელი მასალის მომავალი გამოყენების პირობებთან.

ჩამოთვლილი ფაქტები საეტაპოა მყარი სხეულის ფიზიკის ქართული სკოლის განვითარებაში და მრავალი გამოკვლევების მთავარ საგნად იქცა. ფიზიკის ინსტიტუტის მიერ მყარი სხეულის რადიაციულ ფიზიკაში მოპოვებული სამეცნიერო ავტორიტეტის დადასტურებაა ის, რომ უკვე 1962 წ. იგი ხდება დაბალტემპერატურული რადიაციული მასალათმცოდნეობის სათავეთ ორგანიზაცია საბჭოთა კავშირში, ხოლო 1973 წ. სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმი ე. ანდრონიკაშვილს ავალებს მყარი სხეულის რადიაციული ფიზიკის სამეცნიერო საბჭოს შექმნას და მისი მუშაობის ხელმძღვანელობას. ამ დროისათვის საბჭოს ირგვლივ შემოიკრიბა 114 დაწესებულება, რომლებიც

15 საკავშირო სპინისტროსა და 9 რესპუბლიკურ მეცნიერებათა აკადემიას ექვემდებარებოდნენ.

ე. ანდრონიკაშვილის კონცეფცია არ შემოიფარგლა მხოლოდ მყარი სხეულის ფიზიკით. მან სრულიად ახლებურად გააშუქა ერთი შეხედვით შორს მდგომი დარგი — ბიომაკრომოლეკულების ფიზიკა.

ინტერესი მაკრომოლეკულების ფიზიკისადმი გაჩნდა მას შემდეგ, რაც შესაძლებელი გახდა დაკვირვებოდნენ ბიომაკრომოლეკულებში „წერტილოვანი დეფექტების“ წარმოქმნას (ცალკეული წყალბადური ბმის გაწყვეტა ცილებისა და ნუკლეინის მჟავების მოლეკულაში, მარყუჟის ტიპის „კოლექტიური“ დეფექტები, რომლებიც ახალი ფაზის ჩანასახებს წარმოადგენდნენ). ე. ანდრონიკაშვილი ბიომაკრომოლეკულათა სტრუქტურულ გარდაქმნებს თერმოდინამიკის თვალსაზრისით მკვლევარად ელფეთერ ანდრონიკაშვილი იგონებს: „ჯერ კიდევ 1954 წელს ბიზნად დავისახე შემემოწმებინა ცნობილი მეცნიერი-ფიზიკოსის ერვინ შრედინგერის ჰიპოთეზა, რით განსხვავდება ცოცხალი მატერია, ფიზიკოსის თვალსაზრისით, მკვდარი მატერიისაგან“. ეს პრობლემა შეტად რთულია. მის გადასაწყვეტად სცადეს კალორიმეტრიის მეთოდით ახალი კანონზომიერებების პოვნა.

თავდაპირველად მიკროკალორიმეტრიის საშუალებით ე. ანდრონიკაშვილმა და მისმა მოწაფეებმა განასხვავეს ნორმალური და კიბოთი დაავადებული ქსოვილები, განავითარეს კვლევის კრიოთიოფიზიკური მიმართულება. აღმოჩნდა, რომ კიბოვანი ქსოვილი შეიცავს უფრო მეტ ბმულ ჰიდრატულ წყალს, რომელიც არავითარ ტემპერატურაზე არ იყინება, ვიდრე ნორმალური ქსოვილი, ამჟამად ეს მონაცემები დადასტურდა არა მარტო ქსოვილის, არამედ მოლეკულის დონეზეც.

ნატურიდან დენატურირებულ მდგომარეობაში შიდამოლეკულური ფაზური გარდაქმნის შესწავლა, რასაც ზემოთ ვეხებოდით, შესაძლებელი გახდა მას შემდეგ, რაც ფიზიკის ინსტიტუტში ააგეს დიფერენციალური მასკანირებელი 10^{-7} ვატის მგრძნობელობის მიკროკალორიმეტრი. ამ ტიპის ხელსაწყოებით პირველად მოხერხდა ისეთი მნიშვნელოვანი კონსტანტების გაზომვა, როგორცაა დნმ-ის ორმაგი სპირალის და „კოლაგენის“ ცილოვანი მოლეკულის სამმაგი სპირალის განგრეხვისათვის საჭირო სითბო ტრანსპორტული რნმ მოლეკულების დენატურაციის სითბო და მრავალი სხვა.

მიკროკალორიმეტრიის წყალობით შეიქმნა ბიოლოგიურად მნიშვნელოვან ნივთიერებათა თხევადი მდგომარეობის დიაგრამები ფართო კონცენტრაციის, ტემპერატურისა და ა. შ. დიაპაზონებით.

ზემოთ აღნიშნულ ნაშრომებს მიეძღვნა ე. ანდრონიკაშვილის სტატია — „თანამედროვე ბიოფიზიკის ზოგიერთი პრობლემა სი-

თბური გაზომვების შექმნა“, რომელშიც ჩამოყალიბებულია ფიზიკის ინსტიტუტში შემუშავებული კონცეფცია. იგი კიდევ უფრო განავითარეს ე. ანდრონიკაშვილმა და მისმა მოწაფეებმა, როდესაც იკვლევდნენ დაბალი ტემპერატურების პირობებში დნმ ნატიური ჩოლეკულის და მისი შემადგენელი ნუკლეოტიდების ქაოტური ნარევის ენტროპიათა სხვაობას, რათა უშუალოდ შეემოწმებინათ შრედინგერის პოსტულატი. ამ შრომამ 1985 წ. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის პრემია დაიმსახურა.

ფიზიკის ინსტიტუტში შემუშავებულმა მიკროკალორიმეტრიაში შესაძლებელი გახადა ნორმალურ და კიბოს პრეპარატებს შორის განსხვავების დადგენა როგორც მაკრომოლეკულის დონეზე, ასევე ზემოლექულური სტრუქტურებისა და სუბცელულარული ორგანოების დონეზე.

ე. ანდრონიკაშვილის თაოსნობით და ხელმძღვანელობით დაარსებული ქართული ბიოფიზიკის სკოლის წარმატებები, — წერდა აკადემიკოსი ი. ლიფშიცი, — დაკავშირებულია მის მიერ შექმნილ დიფერენციალური მასკანირებელი მიკროკალორიმეტრიის მეთოდთან, რომელმაც საბჭოთა მეცნიერებს წამყვანი პოზიციები მოუპოვა ბიომაკრომოლეკულათა ექსპერიმენტული თერმოდინამიკის დარგში.

1978 წ. ნაშრომთა ციკლისათვის — „მასკანირებელი მიკროკალორიმეტრია — ბიომაკრომოლეკულათა კვლევის ახალი მეთოდი“ ე. ანდრონიკაშვილს, მოსკოველ კოლეგებთან ერთად, მიენიჭა სსრკ სახელმწიფო პრემია.

ნორმალური და კიბოს პრეპარატების ფიზიკურ (სითბურ) თვისებათა სხვაობის დადგენამ სტიმული მისცა ქიმიური თვისებების განსხვავების კვლევასაც. ამ მიზნით ე. ანდრონიკაშვილმა და მისმა მოწაფეებმა გამოიყენეს ნეიტრონულ-აქტივაციური ანალიზის მეთოდი, რომელიც ფიზიკის ინსტიტუტის ბირთვულ რეაქტორზე განახორციელეს. აქტივაციურმა ანალიზმა გამოავლინა მძიმე ლითონების შემცველობის მკვეთრი სხვაობა სიმსივნური წარმოშობის დნმ უჯრედებსა და ქსოვილებში. შეიქმნა კონცეფცია, რომ კიბოს დაავადებას თან ახლავს ლითონთა მეტალობოლიზმის დარღვევა ბიოლოგიური ფუნქციონირების ყველა დონეზე.

თანამედროვე ფიზიკის ყველაზე აქტუალურ სფეროებში ჩატარებულმა კვლევა-ძიებამ, ზრუნვამ სამეცნიერო კადრების აღზრდისათვის, ახალი ექსპერიმენტული ტექნიკის შექმნამ და დანერგვამ ფიზიკის ინსტიტუტი გადააქცია თანამედროვე ტიპის თავისი ორიგინალური გამოკვლევების მსხვილ სამეცნიერო-კვლევით ცენტრად. ამიტომ იყო, რომ 1969 წელს ინსტიტუტი დაჯილდოვდა შრომის წითელი დროშის

ორდენით. აკადემიკოს ა. ალექსანდროვის აზრით, ინსტიტუტის სახეს ვანსაზღვრავს სამეცნიერო მიმართულებათა სიახლე, ექსპერიმენტთა ჩატარების მაღალი ხელოვნება და როგორც თეორეტიკოს, ისე ექსპერიმენტატორ ფიზიკოსთა კარგი კონტაქტები.

ე. ანდრონიკაშვილი არ შემოფარგლულა მარტოდენ სამეცნიერო მოღვაწეობით. ასევე მნიშვნელოვანია მისი პედაგოგიური საქმიანობა. მისი ხელმძღვანელობით თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში მის მიერვე დაარსებული ექსპერიმენტული ფიზიკის კათედრაზე შექმნილია კარგად აღჭურვილი სასწავლო და სამეცნიერო პროგრამები და ლაბორატორიები. მისი მოწაფეების შრომებმა ფართო აღიარება მოიპოვეს მსოფლიოში. თავის სამეცნიერო-კვლევით, სამეცნიერო-ორგანიზაციულ და პედაგოგიურ მოღვაწეობას ე. ანდრონიკაშვილი უთავსებს ინტენსიურ საზოგადოებრივ საქმიანობას. იგი არაერთხელ აირჩიეს თბილისის საქალაქო საბჭოს დეპუტატად, იყო საქართველოს სსრ II მოწვევის უმაღლესი საბჭოს დეპუტატი, დაჯილდოებულია ლენინის ორდენით, სამი შრომის წითელი დროშის ორდენით, მრავალი მედლით. არის საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის წევრი, ხელმძღვანელობს სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის მყარი სხეულების რადიაციული ფიზიკის სამეცნიერო საბჭოს. გარდა ამისა, არის სსრკ მინისტრთა საბჭოს მეცნიერებისა და ტექნიკის სახელმწიფო კომიტეტის და სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის მოლეკულური გენეტიკის საუწყებათაშორისო სამეცნიერო საბჭოს წევრი, ბიოფიზიკის სამეცნიერო საბჭოს, დაბალი ტემპერატურების ფიზიკის სამეცნიერო საბჭოს, მყარი სხეულის ფიზიკის გაერთიანებული სამეცნიერო საბჭოს, კოსმოსური სხივების ფიზიკის სამეცნიერო საბჭოს ბიუროების წევრი. იგი არის ჟურნალების „ЖЭТФ“, „Биофизика“, „მოამბე“, აგრეთვე „Journal of Low Temperature Physics“, რომელიც აშშ-ში გამოდის — რედაქციების წევრი. ე. ანდრონიკაშვილი ავტორია 170 ნაბეჭდი შრომისა, მათ შორის სახელმძღვანელოების, მონოგრაფიული სტატიებისა და დიდი სამეცნიერო ნარკვევებისა.

„ბავშვობაში, თბილისში, — ამბობს ე. ანდრონიკაშვილი, — ძალიან ადრე გაიღვიძა ჩემში პატრიოტიზმი. სიტყვა შივეცი ჩემს თავს — სარგებლობა მოვეუტანო ჩემს ერს“.

ელეფთერ ანდრონიკაშვილი უხვად თესავს თავის კოლეგებისა და მოწაფეების წიაღში ახალი გამოკვლევების იდეებს. ბევრი მათგანის კონკრეტული მეცნიერული მიღწევა ამ იდეების ნაყოფია.

პ. ა ს ა თ ი ა ნ ი

გ. მ რ ე ვ ლ ი შ ვ ი ლ ი

ი. ნ ა ს ყ ი დ ა შ ვ ი ლ ი

Э. Л. АНДРОНИКАШВИЛИ

(Краткий обзор научной
и общественной деятельности)

Элевтер Луарсабович Андроникашвили родился 25 декабря 1910 г. в г. Ленинграде в семье грузинского ученого-юриста и общественного деятеля, присяжного поверенного Луарсаба Николаевича Андроникашвили (Андроникова). Мать Э. Л. Андроникашвили — Екатерина Яковлевна обладала литературным талантом. Она писала рассказы, но печаталась крайне редко и только под псевдонимом.

Детство Элевтера Луарсабовича прошло в Ленинграде, Москве, Тульской губернии. В 1921 году, после установления Советской власти в Грузии, Элевтер Луарсабович переехал с родителями в г. Тбилиси, где учился в средней школе. В 1925 году возвращается в Ленинград и продолжает учебу в средней школе. В 1928 году поступает в Ленинградский политехнический институт им. Калинина (на физико-механический факультет), который заканчивает в 1932 году по специальности «физика».

В том же году направляется на работу в Москву, в Центральный аэрогидродинамический институт (ЦАГИ), в котором работал в должности инженера рентгенографической лаборатории. После выделения из ЦАГИ самостоятельного Института авиационных материалов (ВИАМ) перешел на работу в ВИАМ.

В 1934 году был приглашен Тбилисским университетом на должность доцента. В декабре 1935 года защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук на тему «Об образовании центров фазовых превращений в конденсированных системах». Развивая статистические идеи на ту же тему, он занялся рентгеноструктурным анализом фазовых превращений в металлических сплавах. Для проверки термодинамических и статистических представлений о характере образования зародышей новой фазы вместе с сотрудниками разрабатывал методы диспергирования металлов и сплавов.

В 1938 году он был утвержден заведующим (организованной им) кафедрой экспериментальной физики ТГУ.

В том же году был назначен заместителем декана физико-математического факультета. С 1940 года Элевтер Луарсабович прикомандировывается к Институту физических проблем АН СССР сроком на один год для повышения квалификации.

В ту пору научные интересы Э. Л. Андроникашвили были связаны с проблемой сверхпроводимости, к которой он вновь возвращается в более поздние годы. В ноябре 1940 года молодой ученый поступил в докторантуру ИФП АН СССР. В 1941 году вместе с Академией наук СССР Э. Л. Андроникашвили эвакуируется в г. Казань, но он прерывает прохождение докторантуры и откомандировывается в распоряжение Академии наук СССР.

В своих воспоминаниях Э. Л. Андроникашвили пишет: «От сверхпроводимости — к физиологической оптике, от мечты о жидком гелии — к изучению действия ударных волн на живой организм, — таков был скачок, который мне пришлось совершить вместе с переменой места работы». Темновое видение, скорость адаптации глаза, следящего за быстро перемещающейся светящейся точкой (самолет в лучах прожектора), он изучал, пока на смену не пришли радары. Затем возникло научное сотрудничество с физиологами и Э. Л. Андроникашвили исследует характер поражения различных тканей животного организма параллельно с эффективностью защитных средств.

Летом 1944 года Элевтер Луарсабович Андроникашвили получает письмо от П. Л. Капицы, в котором он приглашается в Институт физических проблем продолжать исследования в области физики низких температур. Это был очень важный момент в научной жизни Элевтера Луарсабовича — стать у истоков новой науки — физики сверхтекучести.

После основополагающих работ П. Л. Капицы, открывшего сверхтекучесть и создания теории этого явления Л. Д. Ландау, встал вопрос об экспериментальном подтверждении предсказаний теории по поводу возможности существования двух независимых видов движения в гелии II и об измерении температурной зависимости плотностей его сверхтекучей и нормальной компонент. Такое подтверждение теории Ландау было получено с помощью серии опытов, названных «эксперимент Андроникашвили».

В последующих экспериментах Андроникашвили была измерена в широкой области температурная зависимость плотности нормальной компоненты. Не меньшее значение имели первые измерения температурной зависимости вязкости нормальной компоненты. Из этих измерений следовала справедливость идеи Ландау о том, что физический смысл имеет только вязкость нормальной части, а не вязкость

всей массы гелия II, как такового. Этим было доказано, что основной вклад в вязкость дает не рассеяние атомов на атомах, а рассеяние тепловых возбуждений — ротоннов на тепловых возбуждениях того же типа (ротонная вязкость). В этой же серии экспериментов была обнаружена низко-температурная ветвь вязкости, которая была объяснена в работах Халатникова, как результат рассеяния фононных возбуждений на ротонах, и получила название «фононной» вязкости. Измерение вязкости нормальной компоненты явилось важным фактом в утверждении концепции Ландау о роли квазичастиц.

Так называемый «Эксперимент Андроникашвили» был повторен в разные годы и в разных странах не только для уточнения некоторых положений, но и для нахождения новых зависимостей, как, например, критическая скорость в гелии II, определение эффективной массы примесей ^3He и многие другие (Лос-Аламос, США; Кембридж, Англия; Оттава, Канада; Пассадена, США и др.). Этот экспериментальный метод продолжает использоваться в современной науке как один из методов исследований магнитной квантовой гидродинамики (He^3) (Репли, Корнел, США).

Правильность уравнений двухжидкостной гидродинамики была впервые проверена Андроникашвили в 1948 году при анализе экспериментальных данных по встречному протеканию нормальной и сверхтекучей компонент сквозь очень тонкие капилляры и щели.

Анализ всех экспериментальных исследований как зарубежных, так и советских авторов, проведенный с двух точек зрения: двухжидкостной гидродинамики, с одной стороны, и статистической физики квазичастиц, с другой, лег в основу монографической статьи Э. Л. Андроникашвили (теоретическая часть написана Е. М. Лифшицем), переведенной в США на английский язык.

Резкие расхождения с теорией Л. Д. Ландау возникли в связи с осуществлением Э. Л. Андроникашвили в 1948 году эксперимента с вращающимся гелием II в том виде, в каком он был первоначально предложен самим Ландау. Вместо ожидавшейся температурной зависимости глубины мениска вращающегося гелия II он повел себя, как самая обычная жидкость,двигающаяся как целое. Несколько лет спустя, такой же эксперимент был проведен независимо и в Кембридже.

Казалось, что непредвиденный результат эксперимента с вращающимся гелием II должен быть истолкован, как исчезновение феномена сверхтекучести при использованных скоростях вращения. Однако опыт, проведенный Э. Л. Андроникашвили вместе с сотрудником, показал, что такое

специфическое для гелия II явление, как термомеханический эффект, продолжает существовать при любых из достигнутых скоростей. Феномен сверхтекучести не только не исчезал, но даже отношение плотностей нормальной и сверхтекучей компонент оставалось неизменным.

Этот результат был полностью объяснен в рамках теории Онсагера — Фейнмана, внесших в квантовую гидродинамику понятие о вихрях сверхтекучей компоненты. Вихри эти являются квантованными, поскольку момент количества движения атома гелия при движении вокруг ствола вихря является кратным постоянной Планка.

В 1948 году Э. Л. Андроникашвили защитил докторскую диссертацию по теме «Исследования по гидродинамике сверхтекучести».

Экспериментальные исследования Андроникашвили, положенные в основу построения новой главы современной физики — квантовой гидродинамики, в 1952 году были удостоены Государственной премии СССР. После защиты диссертации Элевтер Луарсабович возвращается в Тбилиси с тем, чтобы строить здесь вместе со своими коллегами фундамент экспериментальной физики — «то, к чему тянулась так научная молодежь Грузии, то, чего требовало от меня общество...» (Э. Л. Андроникашвили). В 1948 году он избирается профессором ТГУ, в 1949 году избирается членом-корреспондентом АН СССР. Исследования по физике сверхтекучести были прерваны им в связи с переездом в Тбилиси, где в то время не было еще возможности для криогенных экспериментов.

С этого дня основные интересы Элевтера Луарсабовича переместились в новую для него область физики элементарных частиц. И в 1949 году он возглавляет организацию Эльбрусской высокогорной станции для работы над проблемами физики космических лучей и частиц высоких энергий. В 1950 году Э. Л. Андроникашвили возглавил организацию при Академии наук СССР Института физики и с 1951 года является его директором. Уже в 1952 году сотрудники Эльбрусской экспедиции впервые в СССР зарегистрировали элементарные частицы, получившие впоследствии название «странных». В 1955 году была создана и подземная лаборатория в Тбилиси, целью которой было исследование проникающей компоненты широких атмосферных ливней (ШАЛ) космических лучей. Исследование пространственного распределения мю-мезонов высоких энергий, проведенное совместно с учениками (1956 г.) показало, что мю-мезоны сосредоточены, в основном, в стволе ливня или вблизи от него и что их поперечный импульс значительно меньше продольного и не превышает по порядку 10^8 эв. Этот эффект был

установлен значительно раньше, чем аналогичные заключения были сделаны на основании применения метода фотоэмульсий и с помощью ускорителей.

От этих работ Э. Л. Андроникашвили и его коллег берет начало усиленный интерес к поперечным импульсам вторичных частиц, рождающихся в результате высокоэнергетических взаимодействий. Интерес этот понятен: резкое различие в величине поперечного импульса вторичных частиц, по сравнению с их продольным импульсом, являлось указанием на наличие некоторой внутренней структуры элементарных частиц. Этот эксперимент подробно освещается в обзорной статье Кокони, опубликованной в „Handbuch der Physik“.

Впоследствии вместе с другими учениками Э. Л. Андроникашвили были изучены поперечные импульсы π -мезонов, K -мезонов, лямбда- и сигма-гиперонов, зарегистрированных при изучении космических лучей. Было сделано заключение о радиусе тех объемов взаимодействия, в которых рождаются странные частицы. По существу это были одни из первых работ, в которых предпринимались попытки сделать заключения о структуре элементарных частиц.

В настоящее время исследования ядерных взаимодействий в космических лучах и на ускорителях в частности, изучение поперечных импульсов остается одним из важных направлений деятельности Института физики АН ГССР и его уникальной высокогорной станции Цхра-Цкаро, созданной Андроникашвили с сотрудниками. Проблема поперечных импульсов является одной из основных задач международного эксперимента «РИСК» на ускорителе в Серпухове, осуществляемом коллаборацией, в которую входят ОИЯИ, ИФ АН ГССР и различные физические учреждения стран социалистического содружества.

В 1955 году Э. Л. Андроникашвили избирается академиком АН ГССР. В 1956 году Элевтер Луарсабович обосновывает необходимость строительства ядерного реактора в Закавказье. Эта инициатива получила поддержку И. В. Курчатова, и с 1957 г. Элевтер Луарсабович возглавляет сооружение исследовательского ядерного реактора. Уже в 1959 году сразу после пуска первого в Закавказье ядерного реактора он возглавляет группу молодых специалистов, благодаря чему Грузия в настоящий момент располагает высококвалифицированными специалистами для эксплуатации реактора и в области радиационной физики твердого тела, для сложных расчетов по нейтронной физике и для исследований в области прикладной ядерной физики.

В те же 1960—1961 годы Э. Л. Андроникашвили с сотрудниками была сконструирована и воплощена в металле

первая в СССР низкотемпературная петля, с помощью которой стало возможным облучать исследуемые объекты в активной зоне ядерного реактора в условиях низких температур (-190°C); была создана серия уникальных установок, предназначенных для измерения ряда физических и механических характеристик непосредственно в активной зоне ядерного реактора в широком интервале температур. Все это положило начало развитию в СССР низкотемпературного радиационного материаловедения.

Через много лет низкотемпературные петли нашли применение и в других организациях СССР.

В 1960 году Э. Л. Андроникашвили был удостоен почетного звания заслуженного деятеля науки СССР. В том же году он был избран членом I комиссии Международного института холода. Большим событием в жизни грузинской науки явился приезд в Тбилиси в 1961 году главы современной физики, лауреата Нобелевской премии Н. Бора, посетившего Институт физики. Н. Бор писал, в частности: «Проведенные профессором Андроникашвили исследования в области физики низких температур вообще и в изучении удивительного явления сверхтекучести, в частности, известны во всем мире».

Работы в области сверхтекучести возобновились Элевтером Луарсабовичем в 1956—1957 гг., когда в Тбилиси была пущена в эксплуатацию аппаратура для получения жидкого гелия.

Из упомянутой уже нами выше теории квантованных вихрей, рождающихся в сверхтекучей компоненте жидкого He II, построенной Фейнманом, Э. Л. Андроникашвили с сотрудниками были сделаны выводы, к проверке которых они приступили при первой же возможности.

С тех пор интересы грузинской криогенной школы тесно переплелись с идеями Фейнмана. Экспериментально было показано, что, благодаря наличию квантованных вихрей, вращающийся жидкий гелий-II обладает модулем кручения, как если бы он был твердым телом.

Его диссипативные свойства являются анизотропными: гелий из вращающегося контейнера, имеющего малые отверстия в дне и в боковой стенке, вытекает быстрее в направлении, параллельном оси вращения и медленнее при движении в перпендикулярном по отношению к оси направлении.

Вязкость вращающегося сверхтекучего жидкого гелия-II оказалась больше, чем вязкость гелия-I — нормальной жидкости, вращающейся с той же скоростью, хотя в неподвижном состоянии вязкость жидкого гелия резко падает при охлаждении ниже λ -точки. Родилось парадоксальное понятие

«вязкости сверхтекучей компоненты». Она оказалась того же порядка, что и вязкость нормальной компоненты. Парадокс заключался в том, что сверхтекучий жидкий гелий-II, имеющий самую низкую вязкость, как оказалось, может обладать в состоянии вращения вязкостью большей, чем у нормальной (несверхтекучей) жидкости. Теоретическими исследованиями tilbилеских, московских и английских ученых было установлено, что «вязкость сверхтекучей компоненты» связана с упругими свойствами фейнмановских вихрей.

Таким образом, экспериментальная основа теории Фейнмана была заложена в работах сороковых годов, выполненных Э. Л. Андроникашвили в период его творчества, связанный с московской криогенной школой, и развита в дальнейшем совместно с его учениками в 50-х и 60-х годах.

Результаты, связанные с измерением плотности и вязкости нормальной компоненты, упругих свойств вихревых решеток, анизотропии диссипативных процессов, времен релаксации при перестройках вихревых решеток и др., полученные Э. Л. Андроникашвили с сотрудниками факты, разрешили установить с помощью поставленных на гелии-II экспериментов справедливость идей советских теоретиков (А. Б. Мигдала, В. Л. Гинзбурга и Д. А. Киржница) о том, что ядерное вещество нейтронных звезд-пульсаров представляет собой сверхтекучую жидкость, пронизанную квантованными вихрями.

Если до открытия и исследования явления сверхтекучести Капицей, построения теории сверхтекучести Ландау и создания экспериментальной основы этой теории в работах Андроникашвили, Пешкова и др. доминирующую роль в физике низких температур играла голландская школа, то после указанных работ центр физики низких температур перемещается в СССР, и абсолютно утверждается авторитет советской криогенной школы. С 1972 года Э. Л. Андроникашвили представлял СССР в комиссии по очень низким температурам Международного союза чистой и прикладной физики.

Э. Л. Андроникашвили является одним из зачинателей радиационной физики твердого тела в Грузии. С пуском лужинского реактора началось интенсивное развитие радиационной физики твердого тела в Грузии. Э. Л. Андроникашвили, спустя два года после пуска реактора, уже докладывал о результатах первых исследований на Международном симпозиуме в Вене.

Андроникашвили была сформулирована концепция, согласно которой точечные дефекты, возникающие в результате облучения ионных кристаллов при достаточном пересыщении ими кристаллической решетки, могут «конденси-

роваться» в дислокационные петли. Строгой теоретико-физической картины этого явления не существует и поныне. Однако с помощью машинного эксперимента в институте доказана справедливость предложенного процесса. В дальнейшем с помощью представлений о конденсации точечных дефектов (межузельных и вакансионных) удалось объяснить полученные новые результаты. В работах того же периода было показано, что распад дислокаций сопровождается инжекцией в кристаллическую решетку большого числа точечных дефектов. Машинные эксперименты осветили и в этом случае механизм перехода линейных дефектов в точечные дефекты.

В связи с этим под руководством Э. Л. Андроникашвили была проведена совместно с другими сотрудниками серия экспериментов, в которых устанавливались закономерности взаимодействия точечных дефектов с дислокациями.

Совместно с учениками им были проведены исследования радиационно стимулированной диффузии трития в кристаллической решетке фтористого лития, предварительно облученного медленными нейтронами.

Как показали исследования, облучение фтористого лития при различных температурах приводит к образованию существенно различных дефектов в кристаллической решетке. Такие дефекты являются ловушками для диффундирующего лития. Эти работы легли в основу углубленного исследования процессов диффузии как радиационно-стимулированной, так и пострadiационной.

Особое значение следует придать предложенному Э. Л. Андроникашвили эксперименту, в котором ионный кристалл облучался в напряженном состоянии. Этот эксперимент, проведенный совместно с коллегами, установил, что облучение в напряженном состоянии снимает радиационное охрупчивание и, увеличивая прочностные характеристики примерно на порядок, значительно улучшает пластические свойства облученных образцов. Аналогичный результат для металлических кристаллов был получен его учениками, и тем самым было показано, что наблюдаемый эффект является общим для всех твердых кристаллических тел.

В настоящее время построена теория этого эффекта, согласно которой поле упругих напряжений ориентирует определенным образом несимметричные точечные дефекты, возникающие в результате облучения.

Эти эксперименты в дальнейшем легли в основу целой научной программы Научного совета по радиационной физике твердого тела АН СССР, так как они показали, что облучение в присутствии полей (упругих, температурных, электрических, магнитных и др.) разрешает управлять

движением радиационных дефектов и получать материалы с новыми или заранее заданными свойствами.

На основании этих же экспериментов можно было утверждать, что испытания на радиационную стойкость различных материалов надо проводить в условиях, максимально приближающихся к условиям, при которых испытываемый материал должен работать в готовом изделии. Перчисленные факты стали эталонными в развитии пружинской школы физики твердого тела и явились ключевыми для многих исследований в нашей стране. В результате того научного авторитета, который приобрел Институт физики в области радиационной физики твердого тела, он уже в 1962 г. становится головной организацией СССР по низкотемпературному радиационному материаловедению, а в 1973 году Президиум АН СССР поручает Э. Л. Андроникашвили организовать Научный совет по радиационной физике твердого тела и руководить его работой. За это время вокруг совета сплотилось 114 учреждений, подчиняемых 15 союзным министерствам и 9 республиканским академиям наук.

Развиваемая Э. Л. Андроникашвили концепция не ограничилась физикой твердого тела и позволила по новому взглянуть на далеко отстоящую, с первого взгляда область — физику биомакромолекул.

К физике макромолекул интерес возник в связи с возможностью рассматривать возникновение «точечных дефектов» в биомакромолекулах (разрыв единичных водородных связей в молекуле белков или нуклеиновых кислот, «коллективные» дефекты типа петель, играющих роль зародышей новой фазы). Э. Л. Андроникашвили рассмотрел возможность термодинамического подхода к структурным превращениям биомакромолекул.

Элевтер Луарсабович вспоминает: «Еще в 1954 году я задался целью проверить гипотезу знаменитого ученого-физика Эрвина Шредингера о том, чем живая материя отличается от мертвой, с точки зрения физика». Проблема эта очень сложная. Для ее решения были предприняты попытки найти новые закономерности методом калориметрии.

Вначале микрокалориметрия разрешила Элевтеру Луарсабовичу совместно с учениками найти разницу между нормальными и раковыми тканями. Было развито криобиофизическое направление исследований. Оказалось, что раковая ткань содержит связанной (гидратной) воды, не вымораживаемой ни при каких температурах, больше, чем нормальная. В настоящее время эти данные подтвердились не только на тканевом, но также и на молекулярном уровне.

Внутримолекулярные фазовые превращения из нативного состояния в денатурированное, о которых говорилось выше, оказалось возможным изучать после того, как в Институте физики был сконструирован дифференциальный сканирующий микрокалориметр с чувствительностью 10^{-7} Ватт.

Приборы этого типа разрешили впервые измерить такие важные константы, как теплота раскручивания двойной спирали ДНК, тройной спирали белковой молекулы «коллагена», теплоту денатурации молекул транспортной РНК и многие другие.

Микрокалориметрия разрешила построить диаграммы состояния растворов биологически важных веществ в широких диапазонах концентраций, температур и т. д.

В связи с упомянутыми работами Э. Л. Андроникашвили была написана статья «Некоторые проблемы современной биофизики в свете тепловых измерений», излагающая сложившуюся в Институте физики концепцию. Развитие этой концепции привело Э. Л. Андроникашвили и его учеников к низкотемпературным исследованиям разности энтропий нативной молекулы ДНК и хаотической смеси составляющих ее нуклеотидов. Эта работа была отмечена в 1985 году премией Президиума АН ГССР.

Микрокалориметрия, разработанная в Институте физики позволила установить определенные различия между нормальными и раковыми препаратами как на уровне макромолекул, так и на уровне надмолекулярных структур и субклеточных органелл.

Успехи школы грузинских биофизиков, основанной и руководимой Э. Л. Андроникашвили, связаны, писал академик И. М. Лифшиц, с созданием своего метода — метода дифференциальной сканирующей микрокалориметрии, давшего советским ученым возможность занять лидирующее положение в области экспериментальной термодинамики биомacroмолекул.

В 1978 году за цикл работ «Сканирующая микрокалориметрия — новый метод исследования биомacroмолекул» Э. Л. Андроникашвили был вторично удостоен совместно с московскими коллегами Государственной премии СССР.

Различие физических (тепловых) свойств нормальных и раковых препаратов заставило искать различия и в их химических свойствах. С этой целью Э. Л. Андроникашвили и его учениками был применен нейтронно-активационный анализ, осуществляемый с помощью ядерного реактора Института физики. Активационный анализ обнаружил резкую разницу в содержании тяжелых металлов в ДНК, клетках и

тканях опухолевого происхождения. Создана концепция о том, что рак сопровождается нарушением металлобиоза металлов на всех уровнях биологического функционирования.

Благодаря проведению исследований в наиболее актуальных областях современной физики, заботе о воспитании научных кадров, созданию и внедрению новой экспериментальной техники, Институт физики стал крупным исследовательским центром современного типа со своими оригинальными исследованиями и был удостоен в 1969 году ордена Трудового Красного Знамени. По мнению академика А. П. Александрова, свежесть научных направлений, высокое экспериментальное искусство, хорошие контакты физиков-теоретиков и экспериментаторов определяют лицо института.

Э. Л. Андроникашвили не замкнулся в рамках научного творчества. Столь же значительной является педагогическая деятельность Элевтера Луарсабовича. Под его руководством в Тбилисском государственном университете на созданной им кафедре экспериментальной физики организованы хорошо оборудованные учебные и научные программы и лаборатории. Работы его учеников пользуются широким международным признанием. Свою научно-исследовательскую, научно-организационную и педагогическую деятельность Э. Л. Андроникашвили совмещает с интенсивной общественной деятельностью: он неоднократно избирался депутатом Тбилисского городского Совета, был депутатом Верховного Совета ГССР двух созывов, награжден орденом Ленина, тремя орденами Трудового Красного Знамени, многими медалями. Является членом Президиума АН ГССР. Как уже говорилось, он возглавляет Научный совет АН СССР по радиационной физике твердого тела. Кроме того, является членом Межведомственного Научного совета по молекулярной генетике АН СССР и Госкомитета СМ СССР по науке и технике, членом Бюро Научного совета по биофизике, членом Бюро Научного совета по физике низких температур, членом Бюро Объединенного научного совета по физике твердого тела, членом Бюро Научного совета по физике космических лучей. Состоит членом редколлегии ЖЭТФ, «Биофизика», членом редколлегии «Моамбе», членом редколлегии журнала „Journal of Low Temperature Physics“. издающегося в США. Э. Л. Андроникашвили — автор свыше

170 печатных трудов, среди которых учебник, монографические статьи и крупные научные обзоры.

«В Тбилиси, — говорит Элевтер Луарсабович, во мне очень рано проснулось чувство патриотизма. Я дал себе слово принести пользу моему народу».

Элевтер Луарсабович щедро сеет идеи новых исследований в кругу своих коллег и учеников. Многие их конкретные научные результаты — плодотворные всходы этих идей.

П. Г. Асатиани
Г. М. Мревлишвили
И. А. Наскидашвили

ELEPTER L. ANDRONIKASHVILI

(A Short Review of his Scientific and Public Activities)

Elepter L. Andronikashvili was born on 25 December, 1910 in Leningrad into the family of Luarsab N. Andronikashvili (Andronikov)—a Georgian scholar (barrister) and public figure. E. Andronikashvili's mother Ekaterina Yakovlevna was endowed with a literary talent. She wrote stories but published them very rarely, and only under a pen-name.

Andronikashvili spent his childhood in Leningrad, Moscow and Tula gubernia. In 1921, after the establishment of Soviet power in Georgia, Andronikashvili with his parents moved to Tbilisi where he went to secondary School. In 1925 he returned to Leningrad and continued his studies at a secondary school. In 1928 he entered the physico-mathematical faculty of the Leningrad Kalinin Polytechnical Institute from which he graduated in 1932 as a specialist in physics.

In the same year Andronikashvili was assigned to work as an engineer in the radiographic laboratory at Moscow Central Aero-hydrodynamic Institute (CAHI). After the All-Union Scientific Research Institute of Aviation Materials was constituted as the result of branching of from CAHI he joined the staff of the newly established Institute.

In 1934 Andronikashvili was invited to Tbilisi State University (TSU) to serve as assistant-professor. In December 1935 he defended his candidate's thesis in physico-mathematical sciences: „Concerning the formation of centres of phase changes in condensed systems“. Developing the statistical ideas on the same topic the scientist set to roentgeno-structural analysis of phase changes in metallic alloys. In order to verify thermodynamical and statistical concepts on the character of formation of the generation of a new phase Andronikashvili with his collaborators developed methods of dispersion of metals and alloys.

In 1938 he was appointed Head of the chair of experimental physics (organized by him) at TSU. In the same year the scientist was appointed assistant dean of the physico-mathematical faculty. In 1940 Andronikashvili was attached to the Institute of Physical Problems of the USSR Academy of Sciences for a year to improve his professional skill.

In that period Andronikashvili's scientific interests were connected with the problem of superconductivity, to which he returned in later years.

In 1940 the young scientist took a doctorate course at the Institute of Physical Problems of the USSR Academy of Sciences. In 1941 Andronikashvili—together with the USSR Academy of Sciences—was evacuated to Kazan; he interrupted his doctorate studies and was sent to work at the USSR Academy of Sciences.

Andronikashvili writes in his memoirs: „From superconductivity to physiological optics, from the dream about liquid helium to the study of the effect of shock waves on the living organism—such was the leap I had to make together with the change of my place of work“.

He studied the problem of vision in the dark, the rate of ocular adaptation when following a fast-moving luminous point (an aircraft in the rays of the searchlight), until the advent of the radar.

Then came scientific collaboration with physiologists, and Andronikashvili studied the character of affection of different tissues of the animal organism along with the efficacy of protective means.

In the summer of 1944 Andronikashvili received a letter from P. L. Kapitsa, inviting him to the Institute of Physical Problems to continue his investigations in the field of low temperature physics. That was a very significant point in Andronikashvili's scientific life—he became one of the founders of a new science—physics of superconductivity. After Kapitsa's basic works who had discovered superconductivity and the creation of the theory of this phenomenon by L. D. Landau, the question arose of experimental corroboration of the predictions of the theory on the possible existence of two independent types of motion in helium II, and of measuring the temperature dependence of the densities of its superfluid and normal components. Such corroboration of Landau's theory was obtained by means of a series of tests called „Andronikashvili's experiment“.

In his subsequent experiments Andronikashvili measured in a broad region the temperature dependence of the density of the normal component. Of no less importance were the first measurements of the temperature dependence of the viscosity of the normal component. These measurements confirmed the validity of Landau's idea, viz. that only the viscosity of the normal part is physically relevant and not the viscosity of the entire mass of helium II as such. It was thereby proved that the basic contribution to viscosity is made not by the scattering of the atoms on atoms, but by the scattering of heat excitations on rotons on thermal excitations of the same type (roton viscosity). In these series of experiments a low-temperature branch of viscosity was discovered, which was explained in Khalatnikov's studies as the result of the scattering of the phonon excitations on rotons, being designated „phonon“ viscosity. The measurement of the viscosity of the normal component proved to be important in the confirmation of Landau's conception on the role of quasi-particles.

The so-called „Andronikashvili experiment“ was repeated at various times and in different countries not only with a view to specifying some of its propositions, but also discovering new dependences, e. g. the critical velocity in helium II, determination of the effective mass of the impurities of ^3He (Los Alamos, USA; Cambridge, England; Ottawa, Canada; Pasadena, USA; etc.). This experimental method continues to be used today as one of the methods of studying quantum magnetohydrodynamics (^3He) (Reppy, Cornell, USA).

The correctness of the equations of two-liquid hydrodynamics was first verified by Andronikashvili in 1948 while analysing the experimental data on the counterflow of normal and superfluid components through very thin capillaries and gaps.

An analysis of all experimental studies by foreign as well as Soviet authors—carried out from two points of view: two-liquid hydrodynamics, on the one hand, and statistical physics of quasi-particles, on the other—served as the basis of Andronikashvili's monographic paper (the theoretical part was written by E. M. Lifshits), which was translated into English in the USA.

Sharp differences with Landau's theory arose in connection with the experiment with rotating helium II, carried out by Andronikashvili in 1948.

This experiment was conducted in the same way as had been originally proposed by Landau himself. Instead of the expected temperature dependence of the depth of the meniscus of rotating helium II it behaved as a most ordinary liquid, moving as a whole. Several years later a similar experiment was carried out independently at Cambridge.

It seemed that the unforeseen result of the experiment with rotating helium II should be interpreted as the disappearance of the superfluidity phenomenon at the velocities of rotation used. However, a test conducted by Andronikashvili with a collaborator showed that the thermo-mechanical effect—a specific phenomenon of helium II—continued to exist at any of the velocities attained. The phenomenon of superfluidity not only did not disappear but even the relation of normal and superfluid components remained invariable.

The result was fully explained in terms of the theory of Onsager-Feynman who introduced into quantum hydrodynamics the concept of vortices of the superfluid component. These vortices are quantized because the angular momentum of a helium atom at its movement round the axis of the vortex is multiple of the Planck constant.

In 1948 Andronikashvili defended his doctoral thesis on the topic: „Researches on the hydrodynamics of superfluidity“.

In 1952 Andronikashvili's experimental studies that had served as the basis of quantum hydrodynamics—a new development in modern physics—were awarded the State Prize of the USSR. After defending his thesis, the scientist returned to Tbilisi to lay—in collaboration with his colleagues—the foundation of experimental physics—„for which young Georgian scientists yearned and the public demanded from me...“ (E. L. Andronikashvili). In 1948 he was elected professor of Tbilisi State University and in 1949, corresponding member of the GSSR Academy of Sciences. He interrupted his research into the physics of superfluidity on account of his removal to Tbilisi, where at the times the facilities were not yet available for conducting cryogenic experiments.

From then Andronikashvili's interests shifted to elementary-particle physics—a new area to him. In 1949 he directed the setting up of the Elbrus High-altitude Station designed for work on problems of the physics of cosmic rays and of high-energy parti-

cles. In 1950 he headed the organization of the Institute of Physics at the GSSR Academy of Sciences. From 1951 to the present day Andronikashvili has been its permanent director. Already in 1952, the researchers of the Elbrus expedition recorded—for the first time in the USSR—elementary—later called „strange“—particles. In 1955 a subterranean laboratory was set up in Tbilisi with a view to studying the penetrating component of broad atmospheric showers of cosmic rays. An investigation of the spatial distribution of high-energy mu-mesons, carried out by Andronikashvili in collaboration with his pupils, showed that 1) mu-mesons are concentrated largely in the channel of a shower or close to it, and that their transverse momentum is considerably smaller than its longitudinal counterpart, in order not exceeding 10^8 ev. This effect was established much earlier than analogous conclusions drawn on the basis of the use of the method of photographic emulsions and by means of accelerators.

The increased interest in the transverse momenta of secondary particles appearing as a result of high-energy interactions stems from these studies of Andronikashvili and his colleagues. This interest was understandable. The sharp difference in the size of the transverse momentum of secondary particles in comparison with their longitudinal counterpart served as an indication of the presence of some inner structure of elementary particles. This experiment is discussed in detail in Coconi's review article published in „Handbuch der Physik“.

Later, in collaboration with his pupils Andronikashvili studied the transverse momenta of pi-mesons, K-mesons, lambda- and sigma-hyperons, recorded while studying cosmic rays. A conclusion was drawn on the radius of those volumes of interactions in which strange particles are produced. Actually these were one of the first studies in which attempts were made to determine the structure of elementary particles.

At present research on nuclear interactions in cosmic rays and on accelerators, in particular the study of the transverse momenta, is still one of the major directions of work at the Institute of Physics of the GSSR Academy of Sciences and its unique alpine station at Tskhra-Tsqaro, set up by Andronikashvili and his collaborators. The problem of transverse momenta is one of the basic tasks of the International experiment „RISK“ on the accelerator in Serpukhov. This experiment is carried out by the United Nuclear Research In-

stitute and the Institute of Physics of the GSSR Academy of Sciences in collaboration with the various physical institutions from all the countries of the Socialist Community.

In 1955 Andronikashvili was elected full-member of the GSSR Academy of Sciences. In 1956 he demonstrated the necessity of constructing a nuclear reactor in the Caucasus. This initiative was supported by I. V. Kurchatov and, in 1957, Andronikashvili directed the construction of a research nuclear reactor. Already in 1959, soon after the first nuclear reactor was commissioned in the Caucasus, Andronikashvili headed a group of young specialists; it is due to this that Georgia now has highly trained specialists to operate the reactor and in the field of solid-state radiational physics, for complex computations in neutron physics, and for research on applied nuclear physics.

In 1960-1961, for the first time in the USSR, Andronikashvili and his collaborators constructed and realized in metal a low temperature loop permitting to irradiate the objects under investigation in the fuel core at low temperatures (-190°C); a series of unique installations was designed for the measurement of a number of physical and speed-torque characteristics in the core (of the nuclear reactor) in a wide range of temperatures. All this gave rise to the development of low-temperature radiational material studies.

Many years later low-temperature loops found application in other organizations of the USSR.

In 1960 Andronikashvili was awarded the title of Honoured Scientist of the GSSR.

In the same year he was elected member of the first committee of the International Institute of Cold. The arrival in Tbilisi in 1961 of N. Bohr, doyen of modern physics, Nobel Prize Laureate, was an outstanding event in the life of Georgian science. Concerning his visit of the Institute of Physics, N. Bohr wrote: „Investigations carried out by Prof. Andronikashvili in the field of low temperature physics in general, and in the study of the remarkable phenomenon of superfluidity, in particular, are known all over the world“.

Research in the field of superfluidity was resumed by Andronikashvili in 1956-1957 when instruments for the production of liquid helium were put into operation in Tbilisi.

On the basis of Feynman's above-mentioned theory on quantized vortices engendered in the superfluid component of liquid helium II Andronikashvili and his coworkers drew conclusions and started work on their verification as soon as an opportunity presented itself.

The interests of the Georgian cryogenic school have since become closely interwoven with Feynman's ideas. It was shown experimentally that, owing to the presence of quantized vortices, rotating liquid helium II possesses a torsion modulus, as if it were a solid body.

Its dissipational properties are of anisotropic character: helium flows out of a rotating container with small holes in the bottom and in the side wall faster in the direction to the axis of rotation, and slower when moving in the direction perpendicular to it.

The viscosity of rotating superfluid liquid helium II turned out to be greater than that of helium II—normal liquid rotating with the same speed, although in steady state the viscosity of liquid helium drops drastically when cooled below the λ -point. The paradoxical concept—„viscosity of the superfluid component“—came into being. It proved to be of the same order as the viscosity of the normal component. The paradox lay in the fact that superfluid liquid helium II, which has the lowest viscosity, may possess—in the rotating state—a greater viscosity than has the normal (nonsuperfluid) liquid.

Theoretical studies of Tbilisi, Moscow and British scientists established that the „viscosity of superfluid component“ is linked with the elasticity properties of Feynman's vortices.

Thus, the experimental bases of Feynman's theory were laid by the studies carried out in the 1940s by Andronikashvili in the period of his work related to Moscow cryogenic school and developed subsequently in collaboration with his pupils in the 1950s and 1960s.

The results connected with the measurement of the density and viscosity of the normal component, the elastic properties of vortex lattices, the anisotropy of dissipative processes, relaxation time at the rearrangement of vortex lattices, and other facts obtained by Andronikashvili and his collaborators allowed to establish—with the help of the experiments conducted with helium II—the validity of the ideas of Soviet theorists (Migdal, Ginzburg, Kirzhnits), viz.

that nuclear matter of neutron pulsars constitutes a superfluid liquid pierced by quantized vortices.

Whereas prior to the discovery and study of the phenomenon of superfluidity by Kapitsa, the construction of the theory of superfluidity by Landau, and the creation of the experimental basis of this theory in the work of Andronikashvili, Peshkov, and others the Dutch school of low-temperature physics played the dominant role; after the work just cited the centre of low-temperature physics shifted to the USSR, and the authority of Soviet cryogenic school became absolutely established.

From 1972 Andronikashvili represented the USSR on the Committee on very low temperatures of the International Union of Pure and Applied Physics.

Andronikashvili is one of the initiators of radiation solid-state physics in Georgia. An intensive development of radiation solid-state physics in Georgia began with the start of a Georgian reactor. Two years later after the start of the reactor Andronikashvili reported on the results of the first investigations to an International symposium in Vienna.

Andronikashvili formulated a conception according to which point defects appearing as a result of the irradiation of ionic crystals at an adequate supersaturation of the crystal lattice with them may become condensed into dislocation loops. No rigorous theoretico-physical picture of this phenomenon has hitherto been presented. However, the validity of the proposed process has been proved at the Institute with the aid of a machine experiments. Subsequently, it became possible to explain the obtained new results with the help of the concepts of condensation of point defects (interstitial and vacancy).

In studies of the same period it was shown that the decay of dislocations was accompanied by the injection of a great number of point defects into the crystal lattice. In this case, too, machine experiments shed light on the mechanism of transition of linear defects into point defects.

In this connection a series of experiments was carried out by Andronikashvili and his collaborators in which the regularities of the interaction of point defects with dislocations were ascertained.

In collaboration with his pupils Andronikashvili conducted re-

search into radiationally stimulated diffusion of tritium in a crystal lattice of lithium fluoride irradiated beforehand with slow neutrons.

The investigations showed that radiational treatment of lithium fluoride at different temperatures resulted in the formation of materially different defects in the crystal lattice. Such defects are traps for diffusing tritium. These studies served as the basis for an in-depth investigation of the diffusion processes — both radiationally stimulated and postradiational.

Special mention should be made of an experiment proposed by Andronikashvili in which an ionic crystal is irradiated in stressed state. The above experiment, carried out by Andronikashvili in collaboration with his colleagues, showed that irradiation in stressed state removes radiational embrittlement and, increasing the strength characteristics by an order, materially improves the plastic properties of the irradiated specimens. An analogous result for metallic crystals was obtained by his pupils, proving thereby that the observed effect is common to all crystalline solids.

At present a theory of this effect has been created according to which the field of elastic stresses orientates in a certain way nonsymmetric point defects resulting from irradiation.

Subsequently these experiments formed the basis of a whole scientific programme of the GSSR Academy of Sciences Scientific Council for the radiation physics of solids as it had been shown that irradiation in the presence of fields (elastic, temperature, electric, magnetic) allows to control the motion of radiational defects and to obtain materials with new or preset properties.

On the basis of the same experiments it became possible to assert that radiation stability tests of different materials must be conducted under conditions approximating those under which the material tested must work in the finished product.

The above facts proved momentous in the development of the Georgian school of solid-state physics, being crucial for many researches carried out in our country.

As a result of the scientific authority won by the Institute of Physics in the field of radiational solid-state physics in 1962 it became the leading organization in the USSR in low temperature radiational science of materials. In 1973 the Presidium of the USSR Academy of Sciences entrusted Andronikashvili with setting up a Scientific Council for radiational solid-state physics and to direct

its work. Since then the Council has united 114 institutions belonging to All-Union ministries and 9 republican Academies of Sciences.

The conception developed by Andronikashvili did not confine itself to solid-state physics, but made it possible to examine in a new light the physics of biomacromolecules—a remote area, at first sight.

The interest in the physics of macromolecules arose in connection with the possibility of considering the emergence of „point defects“ in biomacromolecules (breakage of single hydrogen bonds in the molecules of proteins or nucleic acids, loop-type „collective“ defects playing the role of embryos of a new phase). Andronikashvili considered the feasibility of using the thermodynamic approach to the study of the structural changes of biomacromolecules.

The scientist recalls: „As far back as in 1954 I set myself the task of testing the hypothesis advanced by the famous physicist Erwin Schrödinger as to in what does living matter differ from its dead counterpart from the point of view of a physicist“. In order to solve this highly complex problem attempts were made to discover new regularities by the calorimetric method.

At first microcalorimetry enabled Andronikashvili and his pupils to detect the difference between normal and cancerous tissues. The cryobiophysical line of research was developed. Cancerous tissue was found to contain more bound water, not freezing out at any temperature whatsoever, than normal water does. At present these data have been confirmed not only at tissue but at molecular level as well.

The design and construction at the Institute of Physics of a different scanning microcalorimeter with 10^{-7} W sensitivity allowed to study the above-said intramolecular phase changes from native to denatured state.

Devices of this type made it possible to measure for the first time such major constants as the heat of the unwinding of the double helix of DNA, triple helix of the protein molecule of „collagen“, the heat of denaturation of molecules of transport RNA, and many others.

Microcalorimetry helped to plot diagrams of the state of solutions of biologically important substances in wide ranges of concentration, temperature, and so on.

In connection with the studies just cited Andronikashvili wrote a theoretical article: „Some Problems of Modern Biophysics in the Light of Heat Measurements“, setting forth the conception that had taken shape at the Institute of Physics. The development of this conception led Andronikashvili and his pupils to low temperature investigations of the difference of the entropies of the native molecule of DNA and the chaotic mixture of its component nucleotidic.

In 1985 this study was awarded the Prize of the Presidium of the GSSR Academy of Sciences.

The microcalorimetry, developed at the Institute of Physics, permitted to establish certain differences between normal and cancerous preparations both at the level of high molecules and subcellular organelles.

The successes of the school of Georgian biophysicists, established and headed by Andronikashvili, are connected—Academician Lifshits wrote—with the creation of their own method—the method of differentiated scanning microcalorimetry, enabling Soviet scientists to take a leading position in the field of the experimental thermodynamics of biomacromolecules.

In 1978, for the second time, Andronikashvili and his Moscow colleagues were awarded the State Prize of the USSR for the series of studies „Scanning microcalorimetry—a new method of study of biomacromolecules.“

The difference between physical (thermal) properties of normal and cancerous preparations prompted the search of differences in their chemical properties. To this end, Andronikashvili and his pupils used neutron activation analysis carried out with the help of the nuclear reactor of the Institute of Physics. Activation analysis revealed a drastic difference in the content of heavy metals in DNA, in the cells and tissues of cancerous origin. The conception has been developed according to which cancer is attended by a breakdown of the metabolism of metals at all levels of biological functioning.

Owing to research being conducted in the most urgent fields of modern physics, care for the training of scientific personnel, the development and implementation of new experimental technology the Institute of Physics has become a modern major research centre with its original studies, and in 1969 it was decorated with the „Order of the Red Banner of Labour“. In Acad. A. P. Alexandrov's view, the

novelty of scientific trends, high-skilled experimentation, good contacts of both physicists-theorists and experimentators make for the prestige of the Institute.

Andronikashvili's activities have not been confined to scientific work alone; his educational work is no less significant.

Well equipped educational and scientific programmes and laboratories have been set up under his guidance at the chair of experimental physics established by him at the TSU. The studies of his pupils have won international recognition. Andronikashvili combines his scientific research, scientific-organizational and educational work with intensive public activities: he has been repeatedly elected a deputy of Tbilisi City Council, he has been a deputy of the Supreme Soviet of two convocations of the city Council, is decorated with the „Order of Lenin“, three „Orders of the Red Banner of Labour“, and many medals. He is member of the Presidium of the GSSR Academy of Sciences. As stated above Andronikashvili heads the Scientific Council at the GSSR Academy of Sciences for radiational solid-state physics. Besides, he is member of the International Scientific Council for molecular genetics at the GSSR Acad. Sci. and the State Committee for Science and Technology of the Council of Ministers of the USSR, member of the Bureau of the Scientific Council for biophysics, member of the Bureau of the Scientific Council for low temperature physics, member of the Bureau of the Joint Scientific Council on solid-state physics, member of the Bureau for cosmic ray physics. He is member of the editorial board of the „Journal of Experimental and Theoretical Physics“, „Biophysics“, „Moambe“ (Bull. Acad. Sci. GSSR), member of the editorial board of the „Journal of Low Temperature Physics“ published in the USA.

Andronikashvili is the author of more than 170 works including: a text-book, monographic papers, and major scientific reviews.

„In Tbilisi—Andronikashvili says—the sense of patriotism awakened in me very early. I pledged to benefit my people“.

Andronikashvili lavishly produces ideas for fresh research among his colleagues and pupils. Many concrete scientific results obtained by the latter constitute the outcome of these ideas.

P. G. Asatiani

G. M. Mrevlishvili

I. A. Naskidashvili