

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებებით

ალექსანდრე სვილიძე

ურანიზაციული და სამკომპონენტური
ნაერთებისა და სელენიდების სვიატმიწვე
ელემენტებთან მყარი ხსნარების მაგნიტური
ტვისებები

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად
წარდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

თბილისი
2011 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის
ფიზიკის დეპარტამენტის
მყარი სხეულის ფიზიკის მიმართულებაზე

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: _____

რეცენზენტები: _____

დაცვა შედგება ----- წლის “-----“, -----, ----- საათზე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკისა და მართვის
სისტემების ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს კოლეგიის სხდომაზე,
კორპუსი -----, აუდიტორია -----.

მისამართი: თბილისი, კოსტავას №77

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს ბიბლიოთეკაში,
ხოლო ავტორეფერატისა სტუ-ს ვებ-გვერდზე

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი _____

naSromi s zogadi daxasi aTeba

შესავალი. ატომური ტექნიკის, მაღალტემპერატურული ქიმიის, მეტალურგიისა და ნახევარგამტარული ელექტრონიკის დარგების განვითარებამ განაპირობა განსაკუთრებული ფიზიკური და ქიმიური თვისებების მქონე ახალი მასალების შექმნის აუცილებლობა. ამ თვალსაზრისით დიდი მნიშვნელობა აქვს ურანისა და ჰალკოგენების (S, Se, Te) ნაერთების მიღებასა და მრავალმხრივ შესწავლას. ისინი ფართოდ გამოიყენებიან ატომურ რეაქტორებში მაღალტემპერატურულ ბირთვულ საწვავად, აგრეთვე თერმოელექტულ მასალებად, კატალიზატორებსა და კრიოგენულ გამზომ მოწყობილობებში.

თემის აქტუალობა. აქტინიდები - ქიმიური ელემენტების პერიოდულ სისტემაში გარდამავალი მეტალების უკანასკნელი და ურთულესი ჯგუფია. აქტინიდების ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები ძირითადად განისაზღვრებიან მათი ნაწილობრივ შევსებული 5f ორბიტალებით, რომელთა სივრცეში განფენილობის თვალსაზრისით, ეს ელემენტები იმყოფებიან 3d და 4f გარდამავალ ელემენტებს შორის საზღვარზე. მსუბუქი აქტინიდები (U, Np, Pu) განაპირობებენ მრავალი არაჩვეულებრივი მოვლენის გამოვლინებას მათ ნაერთებში, კერძოდ, მასალის ტრივიალური პარამეტრების ანომალურ ტემპერატურულ დამოკიდებულებას, მძიმე ფერმიონების სითხის არსებობას, გიგანტური მაგნიტოკრიტიკული ანიზოტროპიისა და მაგნიტოსტრიქციულ თვისებებს და ა.შ.

ურანის ნაერთების თვისებების ადეკვატური აღწერა თანამედროვე ქვანტური თეორიის წარმოდგენებით დასრულებული არ არის. ურანისათვის 6d, 7s და 5f ორბიტალების ენერჯიების მნიშვნელობები თითქმის ემთხვევა ერთმანეთს. რასაც მიყვავართ sfd ელექტრონების ჰიბრიდიზაციის წარმოდგენამდე. თვისებების აღწერისათვის ერთელექტრონიანი ქვანტური რიცხვები n და l გამოუსადეგარნი ხდებიან, ისხნება რიგი აკრძალვები შიდაატომურ გადასვლებზე. ცნობილია, რომ ურანის სპექტრი შეიცავს ხაზების კოლოსალურ რიცხვს. ეს გარემოება პრაქტიკულად შეუძლებელს ხდის სპექტრის ინტერპრეტაციას.

ურანის ატომში ზედა ენერგეტიკული დონეების დიდი სიმკვრივე მის ფუძეზე ნაერთებში იწვევს ძირითადად კოვალენტურ კავშირებს. ამის გამო აზრი ეკარგება წერტილოვანი მუხტების მიახლოებას კრისტალური ველის თეორიაში და ა.შ.

აქტინიდური მასალების ფიზიკის და ქიმიის განვითარება მჭიდროდ უკავშირდება ტექნიკას. შესაძლებელია ახალი მასალების შექმნა ბირთვული ენერგეტიკისათვის, რეალურია ახალი სტრიქციული და მაგნიტური მასალების მიღების პერსპექტივა და სხვა.

ურანის ბინარული და სამმაგი ნაერთების ჰალკოგენიდებისადმი არსებობს დამოუკიდებელი მეცნიერული ინტერესი მაგნიტური მოვლენების ფიზიკის დარგში, რადგანაც ურანის ატომის ნაწილობრივ შევსებული 5f - ელექტრონული გარსი განაპირობებს ფიზიკური და განსაკუთრებით, მაგნიტური თვისებების მრავალ თავისებურებებს, ურანის შემცველ ნაერთებში. მათში ხორციელდება ფერო - და ანტიფერომაგნიტური ფაზური გარდაქმნები, შედარებით რთული სტრუქტურით ხასიათდება მაგნიტური მოწესრიგება და სხვა.

მიუხედავად მრავალრიცხოვანი თეორიული და ექსპერიმენტული საშუალებებისა, რომლებშიც შესწავლილია ურანის ნაერთების მაგნეტიზმის პრობლემები, დღეისათვის არსებობს რიგი გადაუჭრელი საკითხებისა, რომლებიც დაკავშირებულია ატომთაშორისი ურთიერთქმედების საწყისი მოდელების აგებასთან 5f ელექტრონების მონაწილეობის გათვალისწინებით. აღნიშნულის ერთ-ერთი ძირითადი მიზეზია 5f ელექტრონების ბუნების შესწავლის არასაკმარისი დონე. შესაბამისად გაძნელებულია ურანის ნაერთების, კერძოდ ურანის ჰალკოგენიდების მაგნიტური და ელექტრული თვისებების დიაგნოსტიკა და პროგნოზირება.

პრეციზიული ხელსაწყოთმშენებლობისა და ელექტრონიკაში გამოყენების მაღალი პერსპექტიულობა განაპირობებს ურანის ნაერთების მყარი ხსნარების სტრუქტურისა და მაგნიტური თვისებების კომპლექსურად შესწავლის აუცილებლობასა და აქტუალობას.

ნაშრომის მიზანს წარმოადგენს: ურანის და იშვიათმიწა ჰალკოგენიდების ექსპერიმენტული კომპლექსური კვლევა მაგნიტური და მექანიკური კანონზომიერებების დადგენისათვის ფართო

ტემპერატურულ ინვერვალში 4,2-500 K და მაგნიტურ ველებში 130 კემდე, ახალი მასალების მიღება პრეციზიული ხელსაწყოთმშენებლობისა და ელექტრონიკისათვის. დასახული მიზნის მისაღწევად წარმოდგენილ ნაშრომში გადაჭრილია შემდეგი ამოცანები:

-ურანის ბინარული ნაერთების მყარი ხსნარების ნიმუშების სინთეზირება და რენტგენული დიფრაქციის მეთოდით მათი სტრუქტურული მდგომარეობის გამოკვლევა;

-ურანის ბინარული ნაერთების მყარი ხსნარების მაგნიტური თვისებების შესწავლა ტემპერატურულ ინტერვალში;

ნაშრომის მეცნიერული სიახლე მდგომარეობს შემდეგში:

-პირველად იქნა მიღებული და დეტალურად შესწავლილი ტერნარული ჰალკოგენიდების ფართო კლასი, რომლებიც შეიცავენ ურანისა და იშვიათმიწათა ელემენტების იონებს.

-პირველად შესრულდა ურანის იონის დაბალი ენერგეტიკული დონეების კლასიფიკაცია მონოჰალკოგენიდებსა და მონოპნიკნიდებში.

-პირველად იქნა გამოყენებული ორიგინალური კონსტრუქციის კრიოსტატები დაბალტემპერატურული გაზომვებისათვის.

წინამდებარე ნაშრომში წარმოდგენილი კვლევის შედეგებს უდავოდ გააჩნიათ პრაქტიკული ღირებულება. პირველად იქნა მიღებული და შესწავლილი აქტინიდის იონის შემცველი გიგანტური მაგნიტოსტრიქციის მქონე მასალები, რომელთაც არ გააჩნიათ ჰისტერეზისი. ეს მასალები გამოიყენებიან პრეციზიულ მამოძრავებლად დაბალ ტემპერატურებზე მომუშავე სპეციალურ ოპტიკურ გადამაადგილებელ მოწყობილობებში.

პრაქტიკული ღირებულება. მიღების ტექნოლოგიის, მიკროსტრუქტურის, ელექტროფიზიკური და მაგნიტური თვისებების კვლევის შედეგები მნივწნელოვანია ურანის ფუძეზე დამუშავებული ნაერთების მყარი ხსნარების სტრუქტურული მახასიათებლებისა და ფიზიკური თვისებების დიაგნოსტიკისა და მართვის შესაძლებლობათა დასადგენად. მაგნიტური მახასიათებლების ცვლილებათა დადგენილი კანონზომიერებანი შესაძლებელია გამოყენებული იქნას ურანის შემცველი განსაზღვრული მაგნიტოსტრიქციული მასალებისა და მათ საფუძველზე პრეციზიული ამძრავების დასამუშაველად და

შესაქმნელად. წინამდებარე ნაშრომში გადაჭრილი ამოცანები მნიშვნელოვან წვლილს შეიტანს აღნიშნული პრობლემის გადაწყვეტაში.

დასაცად გამოტანილი ა სამდეგი დებულ ებები :

1. საცდელი ნიმუშების მიღება და რენტგენოსტრუქტურული ანალიზი.
2. გაზომვის მეთოდების სრულყოფისა და მოდერნიზაციის შედეგები.
3. La_2Se_3 და LnSe_3 ტიპის იშვიათმიწა მეტალებისა და სელენიდების ბინარული ნაერთების მაგნიტური თვისებები.
4. Ln_2USe_4 და La_2USe_5 ტიპის იშვიათმიწა მეტალებისა და ურანის სელენიდების ნაერთების მაგნიტური თვისებები.
5. $\text{Dy}_x\text{U}_{x-1}\text{Se}$ მყარი ხსნარების მაგნიტური თვისებები.

ნაშრომის აპრობაცია დისერტაციის ძირითადი შინაარსი მოხსენებული იყო ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის ფიზიკის დეპარტამენტისა და მყარი სხეულების ფიზიკის კოლეგიის სამეცნიერო სემინარების სხდომაზე.

დისერტაციის შინაარსი და ძირითადი შედეგები წარდგენილი იყო 2008 და 2009წ. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტების 76-ე და 77-ე სამეცნიერო ტექნიკურ კონფერენციებზე. 2008წ. ქ. დონის-როსტოვში, რუსეთი. პირველი საერთაშორისო სიმპოზიუმი “Физика низкоразмерных систем и поверхностей” 5-9 сентября, 2008г. ფიზიკა” 2008 წ. 11-й Международный симпозиум «Ordering in Minerals and Alloys». 2008წ. ქ. დონის-როსტოვში, რუსეთი. XI международный симпозиум «Упорядочение в минералах и сплавах том II», 9-15 сентября, 2008г. город Ростов-на-Дону.

2008წ. ქ. სოჩა დ. ლოლ ““Order, Disorder and Properties of Oxides” volume II, 2008, 16-21 of September, 2008 Big Sochi, Russian.

2009 ბათუმი-ქუთაისი, საქართველოს მათემატიკოსთა V ყრილობა
Fifth Congress of Mathematicans of Georgia Abstracts of Contributed Talks, Batumi-
Qutaisi, October 9-12, 2009.

2011 წ. თბილისი, სტუ, საერთაშორისო კონფერენცია, “გამოყენებითი
ფიზიკის აქტუალური საკითხები”. 30 მარტი, 2011. ქ. თბილისი.

პუბლიკაციები: დისერტაციის ძირითადი შედეგები გამოქვეყნებულია
თორმეტი სამეცნიერო ნაშრომში, რომელთა დასახელება მოყვანილია
ავტორეფერატის ბოლოს.

ნაშრომის მოცულობა და სტრუქტურა: დისერტაციის სრული
მოცულობა შეადგენს 138 ნაბეჭდ გვერდს; დისერტაცია შედგება
რეზიუმესაგან (ორ ენაზე), სარჩევისაგან, ნახაზებისაგან, შესავლისაგან,
ორი თავისგან, ილუსტრაციის სახით მოყვანილი 53 ნახაზი,
დასკვნებისა და გამოყენებული ლიტერატურისაგან, ავტორის მიერ
გამოქვეყნებული სამეცნიერო ნაშრომებისაგან, რომლებშიც ასახულია
დისერტაციის ძირითადი შედეგები.

naSromi s Si naarsi

შესავალში დასაბუთებულია დისერტაციის თემის აქტუალობა,
ჩამოყალიბებულია ნაშრომის მიზანი, მისი მეცნიერული სიახლე და
პრაქტიკული მნიშვნელობა, დასახელებულია კვლევის ამოცანები.

პირველ თავში წარმოდგენილია ურანის ბინარული
ჰალკოგენიდების სტრუქტურისა და მაგნიტური თვისებების
ლიტერატურული მიმოხილვა. გაანალიზებულია არსებული მეცნიერული
ინფორმაცია 4f-, 5f- გარდამავალი მეტალებისა და ურანის
ჰალკოგენიდების ელექტრონული სტრუქტურის შესახებ.

დაწვრილებით არის განხილული ურანის ატომის ელექტრონული
სტრუქტურა, მასში 5f, 6d და 7s შრეებს შორის ელექტრონების
გადანაწილება, აგრეთვე d და f ზონების ჰიბრიდიზაციის რეალიზაცია
სხვადასხვა მეტალთან და ჰალკოგენებთან ნაერთებისა და
შენადნობების ფორმირების პროცესში. კრიტიკულად არის განხილული
აქტინოიდური ლითონების ნაერთებში 5f- ელექტრონების
ლოკალიზაციის საკითხი. აღნიშნულია, რომ დღეისათვის ურან-

ჰალკოგენების ნაერთებში ურანის იონების ელექტრული სტრუქტურა საბოლოოდ არ არის დადგენილი.

განხილულია ურანის სელენიდებისა და ჰალკოგენიდების კრისტალური სტრუქტურის თავისებურებები. ურანის ჰალკოგენიდებიდან მხოლოდ მონოჰალკოგენიდების სტრუქტურა არის შესწავლილი ფართო ტემპერატურულ ინტერვალში და დადგენილია, რომ მათ ახასიათებთ კიურის ტემპერატურის ქვემოთ რომბოედრული დამახინჯება. ის მაგნიტური წარმოშობისაა და ძლიერად ვლინდება სტრუქტურაში, რომელშიაც ფერომაგნიტური ურთიერთობა ჭარბობს ანტიფერომაგნიტურს.

დაწვრილებით არის გაანალიზებული Th_3P_4 ტიპის სტრუქტურის ურანის სელენიდი U_3Se_4 და ტელურიდი U_3Te_4 . კერძოდ, წარმოდგენილია 2D წერტილოვანი სიმეტრიის პოლიედრი D_{2d} ოქტავერტიკონის კონფიგურაციის ანალიზი, ურანის გარემომცველი უახლოესი ატომების სივრცული განაწილება ელემენტარულ უჯრედში.

აღნიშნულია, რომ U_3S_5 და U_3Se_5 ნაერთებს ახასიათებთ ორთორომბული სტრუქტურა. U_3Se_5 ნაერთს გააჩნია ერთგვაროვნების კონცენტრაციული არე 1,6-1,8 საზღვრებში, ხოლო U_3S_5 ხასიათდება 1,5-1,67 არეთი.

წარმოდგენილია ურანის დიჰალკოგენიდების სტრუქტურის კრისტალოგრაფიული დახასიათება, მათი კრისტალოგრაფიული მოდიფიკაციების მახასიათებლები - მესრის პარამეტრები, შემადგენელი კომპონენტების ატომების კოორდინატები, გარდამავალი 3d-მეტალებთან ერთად ფორმირებული ნაერთების კრისტალოგომეტრიული შესწავლის შედეგები.

შედარებითი ანალიზის საფუძველზე განხილულია ლიტერატურული მონაცემები კუბური მესრის დამახინჯების მქონე ურანის მრავალაქტინიდურ ნაერთში. აღნიშნულია, რომ მათში ტეტრაგონალური და რომბოედრული დამახინჯების ბუნება ბოლომდე დადგენილი არ არის. კრისტალოგრაფიული და მაგნიტური მახასიათებლების ურთიერთდამოკიდებულების გარკვევისათვის მეტად მნიშვნელოვანია ატომთა შორის კრიტიკული მანძილების ანალიზი ურანის ნაერთებში. გუდენაფის ცნობილი მოსაზრების თანახმად

ატომთა შორის არსებული კრიტიკული მანძილის ზემოთ ელექტრონები ლოკალიზებული არიან, ხოლო ქვემოთ - ელექტრონების ქცევა დელოკალიზებულია. აღნიშნულიდან გამომდინარე ჰილის ცნობილი კონცეფციით დადგენილ იქნა, რომ ატომთა შორის მანძილების ზედა ინტერვალში აქტინიდურ ლითონთაშორის ნაერთებში ადგილი აქვს მაგნიტურ მოწესრიგებას, რაც დასტურდება ურანის შემცველი მრავალი ნაერთის მაგნიტური თვისებების ექსპერიმენტული კვლევის შედეგებით.

წარმოდგენილია ურანის სელენიდებისა და სხვა ჰალკოგენიდების მაგნიტური თვისებების კვლევის შედეგების ანალიზი. თანამედროვე წარმოდგენით ურანის ნაერთების მაგნიტური თვისებების დამოკიდებულება ურანის მაგნიტურად აქტიურ იონებს შორის მანძილზე უპირატესად განპირობებულია 5f-ელექტრონების ლოკალიზაციის ბუნებით. აღნიშნულის თვალსაზრისით საინტერესოა V და VI ჯგუფების ელემენტებთან ურანის ნაერთებში დაბალ ტემპერატურებზე მაგნიტური მოწესრიგების არსებობა. მყარად არის დადგენილი, რომ ურანის მონოჰალკოგენიდები ოთახის ტემპერატურის არეში პარამაგნიტურია და დაბალ ტემპერატურებზე გადადიან ფერომაგნიტურ მდგომარეობაში. პოლიკრისტალური სტრუქტურის ნიმუშების თვისებების შესახებ მონაცემები ხშირ შემთხვევაში ურთიერთაწინააღმდეგოა, მაგრამ ზოგიერთ სტრუქტურაში დამაჯერებლად ითვლება დიდი კრისტალოგრაფიული ანიზოტროპიის არსებობა.

მრავალრიცხოვანი კვლევით დადგენილია, რომ USe და UTe ნაერთებში არსებობს ფერომაგნეტიზმი, რაც ექსპერიმენტულად დადასტურდა USe ნაერთში დაბალ ტემპერატურებზე კუთრი სითბოტევადობის ტაკაჰაშისა და ვესტრუმის ცნობილი გამოკვლევებით.

განხილულია ურანის ჰალკოგენიდების დამაგნიტების ტემპერატურული და ველის დაძაბულობაზე დამოკიდებულებები, დამაგნიტების ანიზოტროპია, სპონტანური მაგნიტური მომენტის დამოკიდებულება მაგნიტური ველის დაძაბულობაზე, პისტერეზისის მთლიანი მარყუჟის ფორმა და მასთან დაკავშირებული მაგნიტური მახასიათებლების ცვლილებები.

არსებული მონაცემების თანამახდ U_3Se_4 ნაერთი 35K ტემპერატურის ზემოთ პარამაგნიტურია; მისი პარამაგნიტური ამთვისებლობა არ ექვემდებარება კიური-ვეისის კანონს, იზრდება ანომალურად ტემპერატურის ამაღლებისას, ამასთან ერთად, დამაგნიტების დამოკიდებულება ველის დაძაბულობაზე წრფივია. აღნიშნული თავისებურებები ძირითადად Th_3P_4 ტიპის სტრუქტურებისთვის არის დამახასიათებელი.

განხილულია Th_3P_4 ტიპის სტრუქტურებში მაგნიტურ მოწესრიგებულ მდგომარეობაში გადასვლის პირობები ლანდაუს ფაზური გარდაქმნების თეორიის ფარგლებში. ფართო ტემპერატურულ ინტერვალში და ძლიერ მაგნიტურ ველებში შესრულებულმა სამუშაოებმა გამოავლინეს სტექიომეტრიული Th_3P_4 ტიპის ნაერთებში ურანის იონის ოთხვალენტიანი მდგომარეობა. დადგენილია, რომ ურანის, სელენიდების და 3d -ელემენტების MU_8X_{17} (M-3d ელემენტი, X-S, Se) ნაერთებში ადგილი აქვს ანტიფერომაგნიტურ მოწესრიგებას. მათში მოწესრიგების ტემპერატურაზე მაღალია მაგნიტური ამთვისებლობა და ემორჩილება კიური-ვეისის კანონს.

სტრუქტურული მახასიათებლებისა და მაგნიტური თვისებების ლიტერატურული მონაცემების ანალიზი გამოყენებულია სადისერტაციო ნაშრომში მიღებული შედეგების განხილვისას.

მეორე თავში წარმოდგენილია ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები და მათი განსჯა. შესწავლილია ურანის იშვიათმიწა, მეტალეტან და d-ელემენტებთან Ln_2USe_4 და Ln_2USe_5 სამმაგი ნაერთების მაგნიტური თვისებების ტემპერატურა და მაგნიტური ველის დაძაბულობაზე დამოკიდებულებები. შესწავლილია აგრეთვე Ln_2Se_3 (Ln-Er, Gd, Ho, Dy, Nd, Ce, Pr, Tb, Ib, La) ტიპის ორმაგი ჰალკოგენიდები და მყარი ხსნარები $Dy Se-USe$ ($Dy_{1-x}U_xSe$).

საკვლევი ნიმუშები მიღებულია ვაკუუმირებული კვარცის ამპულაში მაღალტემპერატურული სინთეზით ნ. კურნაკოვის სახელობის ზოგადი და არაორგანული ქიმიის ინსტიტუტში. ჩატარდა რენტგენოფაზური ანალიზი CuK_{α} გამოსხივებაზე ფხვნილის მეთოდით. რენტგენოგრაფიის გაშიფვრისას გათალისწინებულია შესწორებები

გამოსხივების შთანთქმაზე ნიმუშში და რენტგენული აპარატის კამერის რადიუსზე. კრისტალური მესრის პარამეტრების განსაზღვრის ცთომილება შეადგენდა $\pm 0,0005\text{\AA}$. რენტგენოფაზური ანალიზის საფუძველზე დადგინდა ნაერთებისა და მყარი ხსნარების სტრუქტურული მდგომარეობა, განისაზღვრა ცალკეული ფაზის კრისტალური მესრის პარამეტრების სიდიდეები. Ln_2Se_3 ნაერთებისათვის განისაზღვრა აგრეთვე სიმკვრივის მნიშვნელობები.

დაწვრილებით არის აღწერილი სინთეზირებული ნაერთების ნიმუშების მაგნიტური თვისებების მახასიათებლების გამზომი დანადგარები. გაზომვები შესრულდა ვიბრაციული მაგნიტომეტრის გამოყენებით 4,2-300 K ტემპერატურულ ინტერვალში. აღწერილია ვიბრირებადი მაგნიტომეტრის შემადგენელი კვანძების დანიშნულება და დანადგარის პრინციპული სქემა. საიმედო ექსპერიმენტული მონაცემების მიღების უზრუნველყოფისათვის ვიბრირებად მაგნიტომეტრზე შესრულდა შემდეგი სამუშაოები: დამზადდა საცდელი ნიმუშის დამჭერი, ვიბრირებადი სისტემა, კრიოსტატთან ერთად ამგზნები ელექტრომაგნიტის ზემოთ განხორციელდა დაგრადუირება სპექტროსკოპულად მაღალი სიწმინდის ნიკელზე, რომლის კუთრი დამაგნიტება არის $55,5 \text{ გა.სმ}^3\text{გ}^{-1}$.

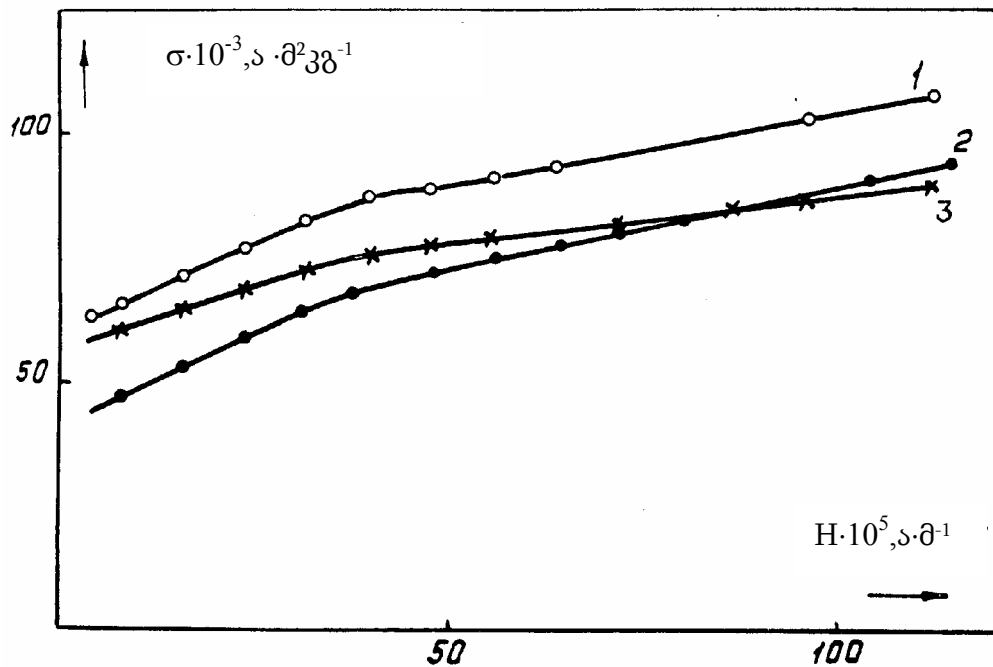
მაგნიტური ამთვისებლობა შესწავლილი იქნა მაღალი მგრძობიარობის ქანქარიან სასწორზე 77-800K ტემპერატურულ ინტერვალში. დაწვრილებით არის განხილული დანადგარის პრინციპული სქემა და ექსპერიმენტის მსვლელობის მარშრუტი. განსაზღვრული იქნა საცდელი ნიმუშების მაგნიტური ამთვისებლობის ფარდობითი სიდიდეები. გაანგარიშებით ნაჩვენებია, რომ ცთომილება მაგნიტური ამთვისებლობის შეფასებაში არ აღემატებოდა 5-6%.

Ln_2Se_3 (Ln-Ce, Pr, Nd, Gd, To, Dy, Ho da Er) ტიპის ნაერთების კუთრი ამთვისებლობის ტემპერატურული დამოკიდებულების გაზომვებმა აჩვენეს, რომ Ce_2Se_3 და Nd_2Se_3 ნაერთებში 77-300K ინტერვალში სრულდება კიური-ვეისის კანონი, ხოლო Pr_2Se_3 -ნაერთში - 50-300K ტემპერატურულ ინტერვალში. კიურის პარამაგნიტური ტემპერატურა უარყოფითია. ეფექტური მაგნიტური მომენტი, მიკუთვნებული

იშვიათმიწა ელემენტის იონზე, ახლოსაა სამკალენტიანი იონის მაგნიტური მომენტის მნიშვნელობასთან.

აღსანიშნავია, რომ 4.2K ტემპერატურის მახლობლობაში მაგნიტური ამთვისებლობის შებრუნებული სიდიდის ტემპერატურული ცვლილება და ასევე დამაგნიტების ველის დაძაბულობაზე დამოკიდებულების გრაფიკი მიუთითებენ საკვლევ ნაერთებში ანტიფერომაგნეტიზმის არსებობაზე.

ნახ. 1. წარმოდგენილია Ce_2Se_3 , Pr_2Se_3 და Nd_2Se_3 ნაერთებში კუთრი დამაგნიტების ცვლილება მაგნიტური ველის დაძაბულობის 130 კე-მდე გაზრდის პირობებში.



ნახ. 1. Ln_2Se_3 ტიპის ნაერთების დამაგნიტების დამოკიდებულება ველის დაძაბულობაზე

1- Ce_2Se_3 , 2. - Pr_2Se_3 , 3. - Nd_2Se_3

ნახაზიდან ჩანს, რომ 50 კე-მდე დაძაბულობის ველში დამაგნიტება განიცდის ზრდას, ხოლო მაღალი დაძაბულობის ქვეშ ის სუსტად იზრდება და მიისწრაფის გაჯერებისაკენ, შესაბამისად სუსტდება ანტიფერომაგნეტიზმი ჩახშობამდე. მძიმე იშვიათმიწა ელემენტების ნაერთებში (Gd_2Se_3 , Tb_2Se_3 , Dy_2Se_3 და Er_2Se_3) მაგნიტურ მოწესრიგებას ადგილი არა აქვს 4,2 K-მდე, მათში $T > 50T$ ინტერვალში სრულდება კიური-ვეირის კანონი, ხოლო პარამაგნიტურ ტემპერატურას

აქვს დადებითი მნიშვნელობა. ნაჩვენებია, რომ საცდელ ნაერთებში პარამაგნიტურ არეში განსაზღვრული ეფექტური მაგნიტური მომენტის მნიშვნელობები ნაკლებია ამავე იშვიათმიწა ელემენტების იზოლირებული სამვალენტიანი იონების მომენტებზე, რაც მოსალოდნელია განპირობებული იყოს ელექტრონების ჰიბრიდიზაცია და კრისტალური ველის გავლენით.

შესწავლილია ურანის მონოსელენიდის (USe) და დისელენიდის (USe_2) მაგნიტური თვისებები. USe -ის კუთრი ამთვისებლობის შებრუნებული სიდიდის ტემპერატურული დამოკიდებულება ექვემდებარება კიური-ვეისის კანონს 180-300K ინტერვალში. ამასთან ერთად გრაფიკზე ვლინდება ტემპერატურის დერძისკენ მიმართული ჩახნეკილობა. ცნობილი თეორიის თანახმად მაგნიტური ამთვისებლობის ცვლილების ასეთი ხასიათი ურანის მონოსელენიდში განპირობებულია ტემპერატურისაგან დამოუკიდებელი ძირითადი T თერმით ოქტაედრული სიმეტრიის კრისტალურ ველში. ნაჩვენებია, რომ დაბალ ტემპერატურაზე კუთრი დამაგნიტების დამოკიდებულება მაგნიტური ველის დაძაბულობის სიდიდეზე USe - სთვის არაწრფივია როგორც დიდი, ასევე საშუალო დაძაბულობის მაგნიტური ველებისათვის. 4,2-100 K ინტერვალში გამოვლენილია დამაგნიტების ჰისტერეზისის მარყუჟი. დადგენილია კოერციტული ძალის ტემპერატურაზე დამოკიდებულების ხასიათი. მიღებული შედეგები მიგვანიშნებენ, რომ ურანის მონოსელენიდში დაბალ ტემპერატურებზე ჩნდება ანტიფერომაგნეტიზმი. აღსანიშნავია, რომ USe -ში ფერომაგნიტური ურთიერქმედება გაცილებით ძლიერია ანტიფერომაგნიტურთან შედარებით, რასაც ადასტურებს ფერომაგნიტური გარდაქმნის მაღალი ტემპერატურის არსებობა (182 K). დამახასიათებელია ისიც, რომ USe ნაერთში ძირითადი გაცვლითი ურთიერთქმედება ხორციელდება გამტარობის ელექტრონებით ირიბი ურთიერქმედების მექანიზმით.

α -ტეტრაგონალური მოდიფიკაციის ურანის დისელენი 90K ტემპერატურის ზემოთ პარამაგნიტურია და მაგნიტური ამთვისებლობის ტემპერატურული დამოკიდებულება ექვემდებარება კიური-ვეისის

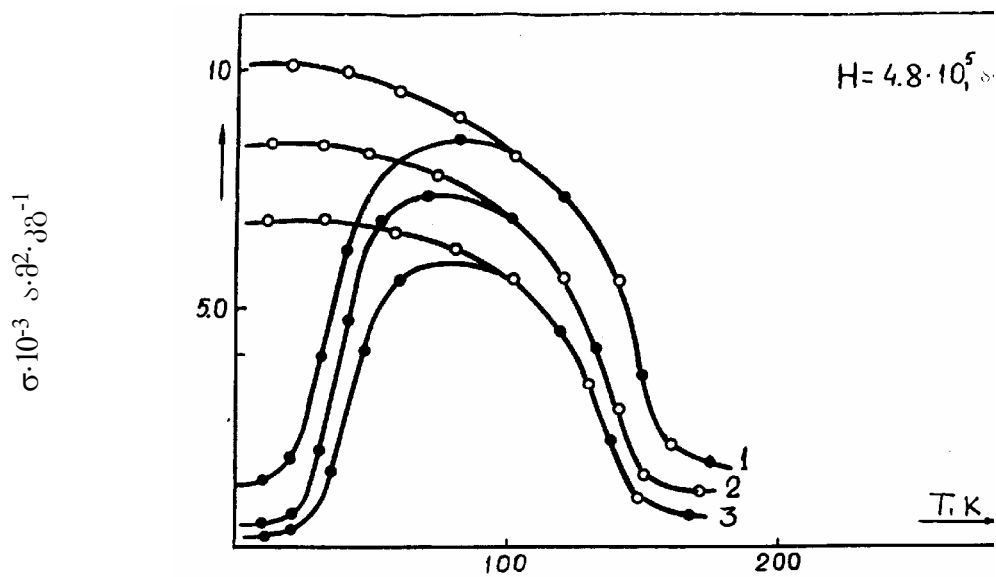
კანონს, ეფექტური მაგნიტური მომენტის მნიშვნელობა ($2,83\mu_B$) შედარებით მაღალია, რაც განპირობებულია ძირითადი და პირველი ენერგეტიკული დონეების სინგლეტურობით. კიურის პარამაგნეტიზმი გადასვლის ტემპერატურის დაბალი სიდიდე ($90K$) სავარაუდოა, რომ გამოწვეულია მაგნიტური მომენტების ურთიერთქმედებით კრისტალურ ველთან. გამოვლენილია USe_2 -ის დამაგნიტების როგორც მაგნიტური ველის დაძაბულობის ფუნქციის წრფივი ხასიათის ცვალებადობა. $20 K$ -ზე მეტი დაძაბულობის შემთხვევაში დამაგნიტების ცვლილება არაწრფივია. USe_2 -ში მოსალოდნელია რთული მაგნიტური სტრუქტურის წარმოქმნა. ეს უკანასკნელი უკავშირდება ურანის ატომის ორი, არაეკვივალენტური პოზიციის არსებობას. არსებითია ასევე ის გარემოება, რომ ურანის დისელენიდში ნეელის წერტილის მდებარეობა მგრძობიარეა მაგნიტური ველის დაძაბულობის სიდიდისადმი. იგი იცვლება 12 -დან $7 K$ -მდე, როდესაც მაგნიტური ველის დაძაბულობა 8 -დან $15 K$ -მდე იმატებს.

წარმოდგენილია Ln_2USe_4 და Ln_2USe_5 ($Ln-La, Ce, Pr, Nd, Eu, Gd$) ტიპის ურანის და იშვიათმიწა მეტალების შერეული სელენიდების მაგნიტური თვისებების შესწავლის შედეგები. გაზომვები შესრულებულია $4,2-800K$ ტემპერატურულ ინტერვალში და $130 K$ დაძაბულობის მაგნიტურ ველში. ექსპერიმენტულმა გამოკვლევებმა აჩვენეს, რომ ყველა შემთავლიანი შერეული ნაერთი პარამაგნიტურია; მათი კუთრი ამთვისებლობის ტემპერატურული დამოკიდებულება ექვემდებარება კიური-ვეისის კანონს. განსაზღვრულია ყველა ნაერთის ერთი მოლეკულის შესაბამისი კიურის ასიმეტრიული ტემპერატურისა და ეფექტური მაგნიტური მომენტის მნიშვნელობები. გამოთქმულია მოსაზრება, რომ Ln_2USe_4 ნაერთებში კუთრი მაგნიტური ამთვისებლობის შებრუნებული სიდიდის ტემპერატურული დამოკიდებულების გადახრა წრფივად ცვლილების მდგომარეობიდან $T < 80K$ ინტერვალში განპირობებულია ოთხვალენტიანი ურანის წვლილით მაგნიტურ მომენტში. საცდელ შერეულ ნაერთებში ორი ტიპის მაგნიტურად აქტიური ატომების არსებობა განაპირობებს ორი მაგნიტური ქვემესრის არსებობას, კერძოდ, ურანისა და იშვიათმიწა მეტალების ატომებისაგან ფორმირებულ ქვემესრებს. მაგნიტური მომენტის ექსპერიმენტული

სიდიდეები მიუთითებენ არსებული ქვემესრის მაგნიტური მომენტების ანტიპარალელურ ორიენტაციაზე.

კუთრი დამაგნიტების დამოკიდებულება მაგნიტური ველისაგან აჩვენებს, რომ დამაგნიტების ნაჯერობის მისაღწევად საჭიროა მაგნიტური ველის დაძაბულობის მაღალი სიდიდეები (>100 კე). $100-130$ K ინტერვალში მიღებული ექსპერიმენტული შედეგების საფუძველზე გამოთვლილი იშვიათმიწა მეტალის იონის მაგნიტური მომენტის სიდიდეები შესაბამისობაშია დაშვებასთან ორი ანტიპარალელური მაგნიტური ქვემესრის შესახებ, სადაც ურანის იონი იმყოფება $U^{4+}(5f)$ ენერგეტიკულ მდგომარეობაში და ხასიათდება $3H_4$ ძირითადი თერმით.

შესწავლილია $Dy_xU_{1-x}Se$ სისტემის მყარი ხსნარების მაგნიტური თვისებები. საცდელი ნიმუშების სტრუქტურაში ურანის ატომების ჩანაცვლებულია დისპროზიუმის მძიმე ატომებით შემდეგი თანმიმდევრობით: 10, 20, ..., 90 მოლ. % Dy. ექსპერიმენტი შესრულდა $4,2-800$ K ტემპერატურეს შუალედში. მაღალი შემცველობის ($\geq 0,5DySe$) მყარი ხსნარები ფერმომაგნიტურია. ურანის იონების დისპროზიუმის იონებით ჩანაცვლებული $Dy_{0,5}U_{0,5}Se$, $Dy_{0,4}U_{0,6}Se$, ..., USe მყარი ხსნარების მაგნიტური ამთვისებლობის შეზღუდვები სიდიდის ტემპერატურული დამოკიდებულების გრაფიკზე გამოვლენილია ჩაზნექილობა ტემპერატურის ღერძისკენ, რის შედეგადაც კიური-ვეისის კანონი სრულდება ტემპერატურის შეზღუდულ ინტერვალში. [ნახ. 2]



Dy-ის მაღალი შემცველობის მყარი ხსნარების კუთრი მაგნიტური ამთვისებლობის ტემპერატურული დამოკიდებულებაზე გამოვლენილია მაქსიმუმი. იმავე ტემპერატურული ინტერვალში ($T < 50K$) კრიტიკული მაგნიტური ველის გრაფიკებზე ჩნდება ასევე მაქსიმუმები. აღნიშნული ხასიათის დამოკიდებულებები ადასტურებენ ანტიფერომაგნიტური მდგომარეობის არსებობას საცდელი მყარი ხსნარების ნიმუშებში. მათში კუთრი მაგნიტური ამთვისებლობის შებრუნებული სიდიდის გრაფიკების წრფივი უბნებისათვის განსაზღვრული იქნა კიურის ასიმპტოტური ტემპერატურა და კონკრეტული შედგენილობის მყარი ხსნარების ერთი მოლეკულისათვის შეფასებულია ეფექტური მაგნიტური მომენტის მნიშვნელობები - დადგენილია, რომ ფორმულურ ერთეულზე განკუთვნილი ეფექტური მაგნიტური მომენტი იზრდება დისპროზიუმის შემცველობის გაზრდით. [ცხრ. 1].

ნაერთი	კიურის ასიმპტოტური ტემპერატურა	კიურის ტემპერატურა T_f ნეელის ტემპერატურა T_N	μ_{eff} (μ_B)
USe	160	178 (T_f)	2,5
Dy _{0,1} U _{0,9} Se	152	150 "	3,26
Dy _{0,2} U _{0,8} Se	122	140 "	4,026
Dy _{0,3} U _{0,7} Se	107	135 "	4,8
Dy _{0,4} U _{0,6} Se	105	110 "	5,15
Dy _{0,5} U _{0,5} Se	15	75	7,37
Dy _{0,6} U _{0,4} Se	0	-	7,94
Dy _{0,7} U _{0,3} Se	-30	-	8,79
Dy _{0,8} U _{0,2} Se	-40	-	9,5
Dy _{0,9} U _{0,1} Se	-47	-	10,1
DySe	-50	-	10,3

ნაჩვენებია, რომ ყველა მყარ ხსნარს ურანის შემცველობით ($x \gg 0,5$) ახასიათებს ფერომაგნიტური მოწესრიგება. ფერომაგნიტური Dy_{0,2}U_{0,8}Se მყარი ხსნარის კუთრი დამაგნიტების ტემპერატურაზე დამოკიდებულების გაზომვებმა მაგნიტური ველის დაძაბულობის სხვადასხვა მნიშვნელობებზე გამოავლინა დამაგნიტების ტემპერატურული მაგნიტური ჰისტერეზისი. აღნიშნულ მყარ ხსნარებში

ვლინდება ასევე მაგნიტოკრისტალური ანიზოტროპია, რაც დამახასიათებელია ურანის მრავალი ბინარული ნაერთისათვის.

განხილულია ფერომაგნეტიკებში ტემპერატურული მაგნიტური ჰისტერეზისის წარმოშობის საკითხი, ნათლად არის დახასიათებული მისი ტიპები: დამაგნიტების ტემპერატურული ჰისტერეზისი, მაგნიტოსტრიქციის ტემპერატურული ჰისტერეზისი, მაგნიტური ამთვისებლობისა და შეღწევადობის, აგრეთვე ჰოლის ეფექტის ტემპერატურული ჰისტერეზისი. ფერომაგნეტიკის გაცივება - გახურების ციკლში დამაგნიტების ჰისტერეზისული ტიპის ცვლილება ფიქსირებულ მაგნიტურ ველში შესაძლებელია განპირობებულია სტრუქტურული გარდაქმნებით ჰეტეროგენურ ფერომაგნიტურ მასალებში, ან ფერომაგნიტური დომენების შეუქცევადი მოძრაობით.

$Dy_0, U_{0,9}Se$ მყარ ხსნარში 80-180 K ინტერვალში გამოვლენილი იქნა დამაგნიტების ტემპერატურული ჰისტერეზისი. ის შესაძლებელია დაკავშირებულია მაგნიტური დომენების საზღვრების შეუქცევადი გადაადგილების პროცესებთან, რამდენადაც იგი ვლინდება ისეთი სიდიდის მაგნიტურ ველებში, რომლებშიც ადგილი აქვს ჩვეულებრივ მაგნიტურ ჰისტერეზისს.

ექსპერიმენტულად დადგინდა, რომ მყარი ხსნარები USe , $Dy_{0,1}U_{0,9}Se$, $Dy_{0,2}U_{0,8}Se$ და $Dy_{0,3}U_{0,7}Se$ დაბალ ტემპერატურებზე ხასიათდებიან მაღალი კოერციტული ძალით. ყველა აღნიშნულ მასალაში გამოვლენილია ტემპერატურული დამაგნიტების ჰისტერეზისი. მათში ტექნიკური დამაგნიტება ხორციელდება დომენების ბრუნვითი მოძრაობის პროცესში. ერთდომენიანი სტრუქტურის გამო ასეთ მასალებში ტექნიკური მაგნიტური ჰისტერეზისი არ ვლინდება, რადგანაც არა აქვს ადგილი დომენებს შორისი საზღვრების წანაცვლებას მაგნიტური ველის ზემოქმედებით.

საცდელი მყარი ხსნარების მაგნიტური თვისებებიდან აღსანიშნავია, რომ დისპროზიუმის მცირე შემცველობის ნიმუშებში 6,4 კე დაძაბულობის ველში გამოვლინდა დამაგნიტების ტემპერატურული ჰისტერეზისი; 1,3კე-მდე დაბაძულობის ველში $Dy_xU_{1-x}Se(x \gg 0,5)$ მყარ ხსნარებში მთელი ტემპერატურულ ინტერვალში არ მიიღწევა ნაჯერობის მდგომარეობა. ასე, მაგალითად $Dy_{0,2}U_{0,8}Se$ მყარ ხსნარში

მაღალი დაძაბულობის (130 კე) ზემოქმედებით არ იქნა მიღწეული დამაგნიტების ნაჯერობა. აღნიშნულის მიზეზია ძლიერი მაგნიტოკრისტალური ანიზოტოპია.

დადგენილია, რომ 4,2 ტემპერატურაზე $Dy_{0,4}U_{0,6}Se$ მყარი ხსნარი ვიწრო ტემპერატურულ ინტერვალში ხასიათდება ჰისტერეზისის მარყუქითა და ნარჩენი კუთრი დამაგნიტების მცირე მნიშვნელობით. ვვარაუდობთ, რომ საცდელ მასალაში ინდუცირებულია ფერომაგნიტიზმი ფერომაგნიტური გარდაქმნის ტემპერატურით 25 K.

გამოკვლევულ $Dy_xU_{1-x}Se$ მყარ ხსნარებში ძირითად ფაქტორად ვლინდება გაცვლითი ურთიერთქმედება, იგი მნიშვნელოვნად იცვლება დისპროზიუმის იონებით ურანის იონების ჩანაცვლებით, რასაც თან ახლავს გამტარობის ელექტრონების კონცენტრაციის ცვლილება. ყველა აღნიშნული გარემოება განაპირობებს კიურის პარამაგნიტური ტემპერატურის ცვალებადობას. ეფექტური მაგნიტური მომენტის მნიშვნელობები განისაზღვრება მაგნიტური იონების ძირითადი ენერგეტიკული მდგომარეობითა და 5f - ელექტრონების კოლექტივიზაციის ხარისხით, რომლის გავლენა მყარ ხსნარში Dy-ის იონების კონცენტრაციის ამალეებისას ავლენს შემცირებისკენ მისწრაფებას.

Zi ri Tadi Sedegebi da daskvnebi

1.1. პირველად იქნა სინთეზირებული ურანის სელენიდების სამკომპონენტო ნაერთები იშვიათმიწამეტალების და ურანის Ln_2USe_4 , Ln_2USe_5 , ნაერთები; სინთეზირებულია $Dy_xU_{1-x}Se$ მყარი ხსნარებისა და Ln_2Se_3 ტიპის იშვიათმიწა ლითონების ბინარული ნაერთები, აგრეთვე USe და USe_2 ნაერთები.

2. შექმნილია ტემპერატურულ ინტერვალში 4,2-800K, 100 კე-მდე დაძაბულობის მაგნიტურ ველებში მოქმედი მაგნიტური თვისებების გამოზომი დანადგარი.

3. განისაზღვრა ყველა სინთეზირებული ნაერთისა და მყარი ხსნარის კრისტალური მესრის პარამეტრები; შესწავლილია ფართო

ტემპერატურულ ინტერვალში (4,2-800K) და მაგნიტური ველის სხვადასხვა მნიშვნელობებზე (0,5-130კე) საკვლევი ნიმუშების მაგნიტური თვისებები.

4. ურანის სელენიდების იშვიათმიწათა ელემენტებთან სამმაგი ნაერთების შესწავლამ აჩვენა, რომ ყველა ნაერთი გამოსაკვლევ ტემპერატურულ ინტერვალში პარამაგნეტიკია; მათში მაგნიტური მოწესრიგება არ არსებობს 4,2K-მდე; კიური-ვეისის კანონი სრულდება ფართო ტემპერატურულ ინტერვალში, ამასთან ეფექტური მაგნიტური მომენტები, ნაერთის ერთ მოლეკულაზე, მიუთითებს ანტიპარალელური ორიენტაციის არსებობაზე ურანის ატომებისა და იშვიათმიწა ელემენტების მაგნიტურ მომენტებს შორის.

5. დადგენილია, რომ მიმე იშვიათმიწა ელემენტების ნაერთების კიურის პარამაგნიტურ ტემპერატურას Q_p აქვს დადებითი მნიშვნელობა და დე ჟენის ფუნქციის პროპორციულია, რაც მიუთითებს გამოკვლეულ ნაერთებში ირიბი გაცვლითი ურთიერთქმედების არსებობაზე იშვიათმიწათა ელემენტების იონებს შორის გამტარობის ელექტრონების საშუალებით; U-U და U-Ln ტიპის სხვა ურთიერთქმედებები უმნიშვნელოდ მცირეა.

6. ეფექტური მაგნიტური მომენტი, მიღებული პარამაგნიტური თვისებების მონაცემებიდან, შეესაბამება ურანის ელექტრონულ კონფიგურაციას $5f^2$, (ძირითადი თერმია 3H_4).

7. თერმოდინამიკური კოეფიციენტების მეთოდით განისაზღვრა კიურის ფერომაგნიტური ტემპერატურა და თერმოდინამიკური კოეფიციენტები α და β . ნაჩვენებია, რომ თერმოდინამიკური თეორია მართებულია ურანის ნაერთებისთვისაც.

8. განისაზღვრა მყარი ხსნარების $Dy_xU_{1-x}Se$ ($x=0,1; 0,2; 0,3; 0,4; \dots 0,9$) მესრის პარამეტრის, ეფექტური მაგნიტური მომენტის μ_{eff} და კიურის ასიმპტოტური ტემპერატურის θ_p კონცენტრაციული დამოკიდებულება.

9.2. ფერომაგნიტურ მყარ ხსნარებს ($x \leq 0,5$) აქვს ჰისტერეზისის ფართო მარყუჟი კოერციტული ძალის მაღალი მნიშვნელობებით. მაღალი მაგნიტურკრისტალური ანიზოტროპიის არსებობის გამო, გაჯერების მიღწევა ვერ მოხერხდა 130 კე მაგნიტურ ველშიც კი.

3. დამაგნიტების ტემპერატურული დამოკიდებულების ანალიზმა აჩვენა, რომ ყველა ფერომაგნიტური მყარი ხსნარი ხასიათდება დამაგნიტების ტემპერატურული ჰისტერეზისით (დტჰ). $\sigma(T)$ და $\sigma(H)$ დამოკიდებულებების ერთობლივი ანალიზით დადგინდა, რომ დტჰ მყარ ხსნარებში დაკავშირებულია დომენური საზღვრების წანაცვლების შეუქცევადი პროცესებთან.

10. Ln_2Se_3 ტიპის ნაერთების გამოკვლევის შედეგებმა აჩვენა, რომ მათთვის მაგნიტური მოწესრიგება არ არის 4,2K-მდე. მსუბუქი იშვიათმიწა ელემენტების ნაერთებში კიურის პარამაგნიტურ ტემპერატურას აქვს უარყოფითი მნიშვნელობა, ხოლო მძიმე ელემენტების შემთხვევაში კი დადებითი; ეფექტური მაგნიტური მომენტი პირველ შემთხვევაში მეტია, მეორეში კი ნაკლები, ვიდრე იშვიათმიწა ელემენტების იზოლირებულ სამგალენტიან იონებში.

11. ურანის შემცველი ნაერთების და მყარი ხსნარების სტრუქტურისა და მაგნიტური თვისებების დადგენილი კანონზომიერებანი შესაძლებელია გამოყენებული იქნას მათ ფუძეზე ახალი ფუნქციონალური მოწყობილობებისა და ხელსაწყოების შესაქმნელად.

Summary

Recently intensive research has been carried out to study the electronic structure and magnetic features of uranium compounds with rare-earth and d-metals, required in various fields of engineering and technologies, such as: high-temperature chemistry, metallurgy, semiconductor devices, as well as their application as special materials. In order to determine the practical usage of uranium compounds we need to define and elaborate the methods for making alloys which require complex research of their fundamental physical characteristics. The solution of this problem will help to reveal and establish control on the electrophysical features of acquired alloys. From the viewpoint of science and practical application, the interest on uranium and thorium intermetal compounds with 3d-metals is very high, as the regulation of their physical consistency and characteristics can enable us to make high magnetostrictive materials as well as deepen the knowledge about the changes of energetic conditions in the electronic shells of 4f and 5f.

It is also important from the practical viewpoint to research structural conditions and magnetic features of uranium compounds within a wide temperature range and magnetic field of various capacities. It is noteworthy, that besides the widescale research of the uranium binary halcogenids magnetism still there remain problems related to 5f electrons. At present it can be explained due to the lack of research on the nature of 5f electron localisation in uranium alloys and compounds.

The present work represents the results obtained after the study of uranium binary and three-component compounds, as well as magnetic features of the uranium selenid solid solutions with rare - earth metals.

Ln_2USe_5 (Ln-Gd,Pr,La,Sm,Ge,Ho) type crystals of uranium compounds have been made in ozone oven in vacuum quartz ampoules. Ln_2USe_4 type compounds samples have been obtained by pressing synthesized powder with subsequent melting. $\text{Dy}_x\text{U}_{1-x}\text{Se}$ solid solution samples have been prepared in vacuum quartz ampoules by annealing. HfU_2Se_2 compound synthesis was carried out in several steps . First was synthesized HfSe and $\beta\text{-USe}_2$. Then a compound of a definite consistency with obtained phases was melted in crucible. Finally, Ln_2Se_5 selenids were obtained after melting the initially synthesized compound in vacuum quartz ampoules.

Microstructural and X-ray-phasal methods enabled to determine the phasal composition and structural condition of the samples of obtained substances and solid solutions. It has been proved that wide range of USSe homogenous individual compounds are formed in βUS_2 and βUSe_2 systems, but only continuous succession of U_3S_5 - U_3Se_5 in U_2S_3 and U_2Se_3 systems.

Magnetic proper lies of uranium selinity triple compounds have been studied as well as analyzed the temperature dependence of magnetization. It has been revealed that each triple paramagnetic compound within the colligated temperature range, lacks magnetic order up to 4,2 K. The capacity of effective magnetic moment on a jingle mode cute of the compound indicates that magnetic moments of uranium atoms and rare-larth elements are in antiparralel orientation to lech other.

Method of thermodynamic coefficients has been used to determine with high precision the curie ferromagnetic temperature. On the basis of analyses of specific magnetizing temperature and magnetic field dependence, an assumption has been made that there exist magnetic domains within narrow boundaries of HfU_2Se_2 compound. It is supposed that in weaken magnetic fields magnetic domains remain

immobile. At high temperature and magnetic field domain boundaries become mobile. It has been resolved that the activity of domain boundaries enables us to find anomalies in the charts of specific magnetizing temperature dependence on the field.

Properties of crystal structures and magnetic features of solid solutions of $D_{y_{1-x}}U_xSe$ ($x=0,1,\dots,0,9$) system has been studied in a wide temperature range which is very important from the viewpoint of in analysis the nature of interaction between rare-earth ions in mixed halcogenids and uranium ions. It has been determined that the part of the given system ($K \geq 5$) are ferromagnetism, while the rest are paramagnetic.

It has been concluded that in paramagnetic area magnetic application of DySe samples is subdued to Curie – Weiss Law. The deviation from this law in a wide temperature range can occur only in the vicinity of Curie ferromagnetic temperature. It has been show, that values of affection magnetic moments determined by measurements given date about the energetic condition and uranium ion electronic structure in the investigated material.

In some solutions, displacement of dysprosium ions with uranium ions determines specific application of reversed value on the chart of temperature dependence and reveals concavity to the temperature axes, relative to which Curie-Weiss law works only in a limited range of temperature.

It has been assumed on the basis of analyses that such deviation from Curie – Weiss law in a wide temperature range is connected under analogy uranium monohalcogenids, with the existence of thermally independent term which is formed under the conditions of octahedron symmetry of crystal frame.

Existing maximum on the temperature dependence of specific magnetic susceptiblity has been analyzed in $D_{y_{1-x}}U_xSe$ ($x \leq 0,5$) compounds, which is connected at the conversion temperature of $T=50K$ into antiferromagnitic condition. Out of the temperature dependence of reversed values of magnetic susceptibility, has been determined the Curie asymptotic temperature. The values of effective magnetic moments has been determined for a single molecule of each definite compound. It has been proved that the value of effective magnetic moment of each molecule grows with the increase of dysprosium in investigated samples. The dependence of determine parametric of effective magnetic moment, as well as of series asymptotic temperature on the consistency has been studied. It has been shown, that the substitutio of uranium atoms with dysprosium and uranium monocelenide decreases Curie asymptotic

temperature and moves to zero in the material with $x=0,6$ consistency. It has been supposed, that in the above mentioned solid solutions the uranium ions are distributed homogeneity in the matrix of solvent as well as, the tend to zero of “exchange” origin curie asymptotic temperature.

The work done mostly with basic issues of the theory about temperature dependent magnetism. It studies in details the variety thermal magnetic hysteresis - magnetization, magnetostriction, Galvan magnetic effect, magnetic perception or penetration, hall effect and other temperature hysteresis's.

The work analyses and studies hysteresis thermomagnetic hysteresis in $D_{y0,1}U_{0,9}Se$ compound within 70-210K temperature range. It has been supposed, that the above motioned types of hysteresis is connected with irreversible process of changes in boundaries of magnetic domains.

Changes inside the domain structure of the sample causes significant changes in magnetostrictive stress, the values of magnetostriction constant, demagnetization field spontaneous magnetization and anisotropy.

It has been determined that, solid solutions of DySe-USE system USE, $D_{y0,1}U_{0,9}Se$, $D_{y0,2}U_{0,8}Se$, $D_{y0,3}U_{0,7}Se$ and also HfU_2Se_3 compound at low temperature are characterized with high coercive strength and they can be attained to high coercivity materials.

Domains only rotate without any shift. In spite of this, weak magnetization hysteresis is observed. That can be explained on the bases of the well-known theory about of small-size domains in the sample.

It has been proved by the experiment that DySe-Use ($x=0,1\dots0,5$) solid solutions have thermal magnetic hysteresis. Magnetisation in DySe-Use ($x\geq0,5$) solid solutions in magnetic fields up to $1\cdot 10^5$ Almy can not reach saturation within the investigated temperature range. High value magnetic stresses are required for the rotation and shift of magnetic domains in $D_{y0,2} U_{0,8}Se$ compound within 4,2-126K range. Due to this in the field of 13 KiloOersted saturation couldn't be reached. Such nature of magnetisation is conditioned by strong magnetocrystalline anisotropy.

Feromagnetic interaction becomes more precise with the uncreasing concentration of DySe in $D_{y1-x}U_xSe$ system. Coercivet value decreases with the decrease of temperature and, remained magnetisation. Coercitivity also decreases with the decrease of uranium mono selenide concentration. Relatively, the Curie temperature is

decreased, that can be explained by the decrease of exchange interaction uranium atoms are replaced with dysprosium ions.

The influence of crystal field during the change of composition is practically permanent, because the crystal and parameters structure doesn't change. The value of effective magnetic moment depends on the basic energetic state of the magnetic ions and on the quality of 5f-electrons collectivization, the influence of which decreases with the increase of dysprosium ions concentration.

The work has revealed the regularity of changes in magnetic features of uranium and rare – earth metal compounds and solid solutions.

In a wide temperature range and 130 kilooersted magnetic strength has been obtained and studied materials with high magnetostriction which lack hysteresis. The obtained results are important for developing precise devices, special optical motive instruments and movable mechanisms.

di s e r t a c i i s Z i r i T a d i S e d e g e b i g a m o q v e y n e b u l i a S e m d e g S r o m e b S i

1. ლ. დარჩიაშვილი, ნ. მამისაშვილი. “ურანის ახალი ნაერთების მაგნიტური თვისებები” საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის 76-ე სამეცნიერო ტექნიკური კონფერენცია. ქ. თბილისი, 2008 წ.

2. ნ. მამისაშვილი, ლ. დარჩიაშვილი, “NaCl სტრუქტურის მქონე ზოგიერთი იშვიათი ელემენტების ინტერმეტალური შენაერთების მაგნიტური თვისებები” საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის 76-ე სამეცნიერო ტექნიკური კონფერენცია. ქ. თბილისი, 2008 წ.

3. ლ. დარჩიაშვილი, ნ. მამისაშვილი, ზ. ჩახხიანი “ $U_3S_{2.5}-U_3Se_{2.5}$ შედგენილობის მქონე მყარი ხსნარების მაგნიტური თვისებები”, საქ. განათლების და მეცნიერების აკადემიის ჟურნალ “მოამბის” დამატება, თბილისი, 2008, №12, 273-277.

4. ლ. დარჩიაშვილი, გ. დარსაველიძე, ზ. ჩახხიანი “ურანის ბინალური ჰალკოგენიდების (US, USe_2) მაგნიტური თვისებები”, სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი “ენერჯია” №2 (50), 2009წ., 113-119.

5. Г. Ш. Дарсавелидзе, З.Б. Чачхиани, Л.К. Дарчиашвили, Л.Л. Габричидзе «Неупругие свойства твердых растворов бинарных соединений урана U_3Se_4 .

U₃Te₄», Труды XI-й международного симпозиума «Упорядочение в Минералах и сплавах», том I, Ростов-на-Дону. 3-5 сентябрь, 2003.

6. Н.А. Мамисашвили, Л. К. Дарчиашвили «Магнитные свойства новых соединений U», Труды XI-й международного симпозиума «Упорядочение в Минералах и сплавах», том I I, Ростов-на-Дону. 2008. 10-15/11с. 88.

7. Н.А. Мамисашвили, Л. К. Дарчиашвили «Магнитные свойства некоторых интерметаллических соединений P3Э со структурой NaCl», Proceedings of the International meeting “Order, Disorder and Properties of Oxides” volume II, 2008, September, Rostov-on-Don-Loo. p. 87

8. З.Б. Чачхиани, Л. К. Дарчиашвили «Магнитные свойства силовых системы Dy_xU_{1-x}Se», Труды XI-й международного симпозиума «Порядок, беспорядок и свойства оксидов» том I I, 2008, с. 214.

9. ლ. დარჩიაშვილი, გ. დარსაველიძე, ზ. ჩახიანი, “Ln₂USe₄ და Ln₂USe₅ ტიპის იშვიათი ელემენტების მეტალების ნაერთების მაგნიტური თვისებების გამოკვლევა”, სტუ. მართვის ავტომატიზებული სისტემები, №2(7) 2009. გვ. 230-234.

10. ზ. ჩახიანი, ლ. დარჩიაშვილი “მაგნიტური კვლევის მეთოდები” III ნაწილი, სტუ, საგამომცემლო სახლი “ტექნიკური უნივერსიტეტი”. 2009. გვ. 107

11. Л. К. Дарчиашвили «Магнитные свойства соединений редкоземельных металлов с селеном», საქ. განათლების და მეცნიერებათა აკადემიის ჟურნალი “მოამბის” დამატება. 2009, №15(3). გვ. 174-181.

12. Z. Chachkiani, L. Darchaishvili “Mathematical Modeling and Calculation Knight Shift on Nuclei in Scandium Compounds”, Fifth Congress of Mathematicans of Georgia Abstracts of Contributed Talks, 2009.