

MUHAMMAD AL-XORAZMIY  
NOMIDAGI TATU FARG'ONA FILIALI  
FERGANA BRANCH OF TUIT  
NAMED AFTER MUHAMMAD AL-KHORAZMI

# “AL-FARG‘ONIIY AVLODLARI”

ELEKTRON ILMIY JURNALI | ELECTRONIC SCIENTIFIC JOURNAL

## TA'LIMDAGI ILMIY, OMMABOP VA ILMIY TADQIQOT ISHLARI



1-SON 1(5)  
2024-YIL

TATU, FARG'ONA  
O'ZBEKISTON



## O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR VAZIRLIGI

MUHAMMAD AL-XORAZMIY NOMIDAGI  
TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI  
FARG'ONA FILIALI

**Muassis:** Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Farg'ona filiali.

**Chop etish tili:** O'zbek, ingliz, rus. Jurnal texnika fanlariga ixtisoslashgan bo'lib, barcha shu sohadagi matematika, fizika, axborot texnologiyalari yo'nalishida maqolalar chop etib boradi.

**Учредитель:** Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада ал-Хоразми.

**Язык издания:** узбекский, английский, русский.

Журнал специализируется на технических науках и публикует статьи в области математики, физики и информационных технологий.

**Founder:** Fergana branch of the Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khorazmi.

**Language of publication:** Uzbek, English, Russian.

The magazine specializes in technical sciences and publishes articles in the field of mathematics, physics, and information technology.

2024 yil, Tom 1, №1  
Vol.1, Iss.1, 2024 y

ELEKTRON ILMIY JURNALI

ELECTRONIC SCIENTIFIC JOURNAL

«Al-Farg'oniylar avlodlari» («The descendants of al-Fargani», «Potomki al-Fargani») O'zbekiston Respublikasi Prezidenti administratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligida 2022-yil 21 dekabrda 054493-son bilan ro'yxatdan o'tgan.

Jurnal OAK Rayosatining 2023-yil 30 sentabrdagi 343-sonli qarori bilan Texnika fanlari yo'nalishida milliy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.

Tahririyat manzili:  
151100, Farg'ona sh.,  
Aeroport ko'chasi 17-uy,  
202A-xona  
Tel: (+99899) 998-01-42  
e-mail: info@al-fargoniy.uz

Qo'lyozmalar taqrizlanmaydi va qaytarilmaydi.

FARG'ONA - 2024 YIL

## TAHRIR HAY'ATI

### **Maxkamov Baxtiyor Shuxratovich,**

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti rektori, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

### **Muxtarov Farrux Muhammadovich,**

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Farg'ona filiali direktori, texnika fanlari doktori

### **Arjannikov Andrey Vasilevich,**

Rossiya Federatsiyasi Sibir davlat universiteti professori, fizika-matematika fanlari doktori

### **Satibayev Abdugani Djunosovich,**

Qirg'iziston Respublikasi, Osh texnologiyalari universiteti, fizika-matematika fanlari doktori, professor

### **Rasulov Akbarali Maxamatovich,**

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona filiali Axborot texnologiyalari kafedrasida professori, fizika-matematika fanlari doktori

### **Yakubov Maksadxon Sultaniyazovich,**

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU «Axborot texnologiyalari» kafedrasida professori, t.f.d., professor, xalqaro axborotlashtirish fanlari Akademiyasi akademigi

### **G'ulomov Sherzod Rajaboyevich,**

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Kiberxavfsizlik fakulteti dekani, Ph.D., dotsent

### **G'aniyev Abdualil Abdualioyevich,**

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Kiberxavfsizlik fakulteti, Axborot xavfsizligi kafedrasida t.f.n., dotsent

### **Zaynidinov Hakimjon Nasritdinovich,**

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Kompyuter injiniringi fakulteti, Sun'iy intellekt kafedrasida texnika fanlari doktori, professor

### **Bo'taboyev Muhammadjon To'ychiyevich,**

Farg'ona politexnika instituti, Iqtisod fanlari doktori, professor

### **Abdullayev Abduljabbor,**

Andijon mashinosozlik instituti, Iqtisod fanlari doktori, professor

### **Qo'ldashev Abbosjon Hakimovich,**

O'zbekiston milliy universiteti huzuridagi Yarimo'tkazgichlar fizikasi va mikroelektronika ilmiy-tadqiqot instituti, texnika fanlari doktori, professor

### **Ergashev Sirojiddin Fayazovich,**

Farg'ona politexnika instituti, elektronika va asbobsozlik kafedrasida professori, texnika fanlari doktori, professor

### **Polvonov Baxtiyor Zaylobiddinovich,**

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona filiali Ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo'yicha direktor o'rinbosari

### **Zulunov Ravshanbek Mamatovich,**

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona filiali Dasturiy injiniring kafedrasida dotsenti, fizika-matematika fanlari nomzodi

### **Saliyev Nabijon,**

O'zbekiston jismoniy tarbiya va sport universiteti Farg'ona filiali dotsenti

### **Abdullaev Temurbek Marufovich,**

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Axborot texnologiyalari kafedra mudiri, texnika fanlar bo'yicha falsafa doktori

### **Zokirov Sanjar Ikromjon o'g'li,**

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona filiali Ilmiy tadqiqotlar, innovatsiyalar va ilmiy-pedagogik kadrlar tayyorlash bo'limi boshlig'i, fizika-matematika fanlari bo'yicha falsafa doktori

Jurnal quyidagi bazalarda indekslanadi:



*Eslatma! Jurnal materiallari to'plamiga kiritilgan ilmiy maqolalardagi raqamlar, ma'lumotlar haqqoniyligiga va keltirilgan iqtiboslar to'g'riligiga mualliflar shaxsan javobgardirlar.*

MUNDARIJA | ОГЛАВЛЕНИЕ | TABLE OF CONTENTS

Umarov Shuxratjon Azizjonovich, Abduqodirov Abdulhay, AXBOROT XAVFSIZLIGI TIZIMLARINI INTELLEKTUALLASHTIRISH MASALALARI	4-10
Ахунджанов Умиджон Юнус угли, ЛОКАЛЬНАЯ КРИВИЗНА КАК СТРУКТУРНЫЙ ПРИЗНАК ВЕРИФИКАЦИИ СТАТИЧЕСКОЙ ПОДПИСИ	11-16
Liu Lingyun, Linear cryptanalysis of the SM4 block cipher algorithm	17-22
Shaxzoda Amanboyevna Anarova, Jamoliddin Sindorovich Jabbarov, Doston Naim o'g'li Muxtorov, FRAKTAL XUSUSIYATLI ORGANLARNING O'LCHOVLARINI ANIQLASH SXEMASINI ISHLAB CHIQUISH	23-28
E.M.Urinov, M.A.Umarov, O'zbek ishora tili harflarini tanib olish algoritmi	29-33
Kengboev Sirojiddin Abray ugli, MATHEMATICAL MODEL OF CALCULATION OF THE TEMPERATURE IN THE CONTACT ZONE OF INTERACTION BETWEEN THE SHUTTLE SOCKET AND THE BOBBIN OF SEWING MACHINES	34-38
Anarova Sh.A., Saidkulov E.A., Haqberdiyev S.N, ZARAFSHON DARYO TARMOG'INI GEOMETIRIK MODELLASHTIRISH	39-43
Xamrakulov Umidjon Sharabidinovich, Ashuraliyev Alisherjon Abdumalikovich, REAL VAQT REJIMIDA NOQAT'IY MA'LUMOTLARNI QAYTA ISHLASHNING ANALITIK MODELLARINI ISHLAB CHIQUISH	44-56
Sharibayev Nosirjon Yusubjanovich, Kayumov Ahror Muminjonovich, TRIKOTAJ TO'QIMALARINING SHAKL SAQLASH XUSUSIYATLARINI RAQAMLI BAHOLASH USULLARI	57-61
Xasanova Maxinur Yuldashbayevna, Yo'ldosheva Dilfuza Shokir qizi, Burxonova Malohat Mamirovna, BAHOLASH NAZARIYASI USULI ASOSIDA AVTOMATIK TIZIMLARNI DIAGNOSTIKALASH ALGORITMLARI	62-68
Улжаев Эркин, Убайдуллаев Уткиржон, Абдулхамидов Азизжон, Нейронные технологии распознавания и классификация степени раскрытия хлопковых коробочек	69-79
Узаков Б.М., Хошимов Б. М, ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ МОДЕЛЕЙ ВИРТУАЛЬНЫХ АНАЛИЗАТОРОВ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ	80-84
Rahmatullayev Ilhom Rahmatullayevich, Umurzakov Oybek, SHA oilasiga mansub xesh funksiyalar tahlili	85-92
Zulunov Ravshanbek Mamatovich, Samatova Zarnigor Nematovna, BULUTLI TEXNOLOGIYALARDA KIBERXAVFSIZLIK TAMINLASHDA CASB YECHIMLARI	93-98
Эргашев Отабек Мирзапулатович, ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ И ИХ РОЛЬ В ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ	99-105
Ёркулов Руслан Махаммади угли, СОСТАВ И СТРУКТУРА МЕЖФАЗНОЙ ГРАНИЦЫ Si /Al(111) И Si/Cu(111)	106-109
Muxtarov Farrux Muhammadovich, KIBERHUQUQ VA KIBERETIKA MADANIYATINING SHAKILLANTIRISHDA "KIBERXAVFSIZLIK ASOSLARI" FANINI O'QITISHNING DOLZARBLIGI	110-115
Asrayev Muhammadmullo Abdullajon o'g'li, Kurbanov Abduraxmon Alishboyevich, Fayziyev Voxid Orzumurod o'g'li, YUZ IFODASINI ANIQLASH MODELLARINI OPTIMALLASHTIRISH: GRADIENTNI OSHIRISH VA UNING GIPERPARAMETRLARNI SOZLASH VA MUNTAZAMLASHTIRISH (REGULARIZATSIYA)DAGI AHAMIYATI	116-122
Polvonov Baxtiyor Zaylobidinovich, Xudoyberdieva Muhayyohon Zoirjon qizi, Abdubannobov Muydinjon Iqboljon o'g'li, G'ulomqodirov Xumoyun O'tkirjon o'g'li, Zaylobiddinov Bekhzod Bakhtiyarjon o'g'li, Ergasheva Gulruxsor Qobiljon qizi, DEVELOPMENT OF PRACTICAL COMPETENCES OF STUDENTS IN NANOTECHNOLOGY AND SEMICONDUCTOR PHYSICS IN HIGHER EDUCATION	123-128
Xudoyqulov Zarifjon Turakulovich, Rahmatullayev Ilhom Rahmatullayevich, Mavjud oqimli shifrlash algoritmlarining qiyosiy tahlili	129-134
Zulunov Ravshanbek Mamatovich, Akhmadjonov Ikhtiyorjon Rovshanjonovich, Ergashev Otabek Mirzapulatovich, THE METHODS OF AUTOMATIC LICENSE PLATE RECOGNITION	135-141
Asrayev Muhammadmullo Abdullajon o'g'li, Fayziyev Voxid Orzumurod o'g'li, Turakulova Shaxnoza Abdurshidovna, Ermatova Zarina Qaxramonovna, Tibbiy tasvirlar ichida alohida qiziqish hududlarini (Region of interest-ROI) avtomatik aniqlash va izolyatsiya qilish	142-146
Rasulov Akbarali Makhamatovich, Ibrokhimov Nodirbek Ikromjonovich, Minamatov Yusupali Esonali ugli, Mukhtarov Farrukh Muhammadovich, BIMETALLIC CLUSTERS AND AREAS OF THEIR APPLICATION	147-150
Uzakov Barxayotjon Muxammadiyevich, Xoshimov Baxodirjon Muminjonovich, O'ZBEKISTON NEFT-GAZ KORXONALARIDA INVESTISIYA LOYIHALARINI MOLİYALASHTIRISH BO'YICHA XORIJ TAJRIBASINI O'RGANISH	151-156
Xalilov Durbek Aminovich, Abduqodirova Mohizoda Ilhomidin qizi, MASOFAVIY TA'LIM TIZIMINI TASHKIL ETISHNING TEXNIK USULLARI	157-160

**MUNDARIJA | ОГЛАВЛЕНИЕ | TABLE OF CONTENTS**

Аллярова Гулмира Холмуратовна, Буронов Нурлибек Рустам угли, Зарипов Шухрат Собиржон угли, Исследование ионно-электронной эмиссии пленок Cs на гранях (110) и (111) монокристаллов молибдена	161-165
Jo'rayev Mansurbek Mirkomilovich, Simsiz sensor tarmoq asosida nozik sug'orish tizimlarini modeli va innovatsion loyihalar	166-172
Zulunov Ravshanbek Mamatovich, Akhmadjonov Ikhtiyorjon Rovshanjonovich, Ergashev Otabek Mirzapulatovich, METHODOLOGY FOR BUILDING LICENSE PLATE RECOGNITION SYSTEMS	173-179
Abduhafizov Tohirjon Ubaydulla o'g'li, Abdurasulova Dilnoza Botirali qizi, IQTISODIY JINOYATLAR VA ULARNING OLDINI OLISH UCHUN DASTURIY MAHSULOTLAR ALGORITMLARINI ISHLAB CHIQISH	180-185
Djurayev Sherzod Sobirjonovich, Ermatova Zarina Qaxramonovna, Linter qurilmasini ishchi qismlarini masofadan boshqarish va nazorat qilish orqali uning samaradorligini oshirish	186-190
Xusanova Moxira Qurbonaliyevna, Sotvoldiyeva Dildora Botirjon qizi, SIGNALLARNI STATISTIK QAYTA ISHLASH	191-195
Xalilov Durbek Aminovich, Qurbonova Gulruxsor Murodjon qizi, Axborotlashgan ta'lim muhitida talabalar mustaqil ishini tadqiqoti va metodikasini takomillashtirish	196-200

## Исследование ионно-электронной эмиссии пленок Cs на гранях (110) и (111) монокристаллов молибдена

Аллаярова Гулмира Холмуратовна  
Каршинский государственный университет, (PhD), доцент,  
Кафедрой теоретической и экспериментальной физики

Бурунов Нурлибек Рустам угли  
Студент 2- курса транспортной логистики  
физического факультета

Зарипов Шухрат Собиржон угли  
Студентка 2 курса магистратуры по  
специальности «Физика».

**Аннотация.** При формировании моноатомного слоя в основном изменяется работа выхода поверхности, а величины  $\nu_{\text{в}}$  и  $\xi_{\text{F}}$ , практически остаются постоянными. В этих условиях параметры ПЭЭ определяются в основном изменением работы выхода поверхности. При переходе к пленке достаточной толщины следует ожидать изменения всех указанных свойств металла и параметры ПЭЭ будут определяться свойствами адсорбированной пленки. В исследованном диапазоне энергий при бомбардировке чистых граней ионами  $\text{Ag}^+$  величина  $\gamma$  слабо зависит от  $E$ , что свидетельствует о потенциальном характере механизма эмиссии. В случае ионов  $\text{Ag}^+$  наблюдается сложная зависимость  $\gamma(E)$ : до  $E=0,5$  кэВ  $\gamma$  уменьшается, а затем монотонно возрастает с ростом  $E$  за счет КЭЭ. Влияние работы выхода поверхности на указанные параметры КЭЭ наиболее заметно при моноатомном покрытии поверхности адатомами и в случае бомбардировки ионами  $\text{He}^+$ . Этот факт свидетельствует о том что основной поставщик эмитируемых электронов при субмонослойных покрытиях – кристаллическая подложка. Поскольку значения для указанных двух состояний близки, отмеченный факт указывает на одинаковое количество возбужденных электронов в кристаллической подложке и в пленки металла- адсорбата.

**Ключевые слова:** электронные эмиссии, субмонослойных, моноатомном бомбардировки ионами.

**Введение.** Потенциальная (ПЭЭ) и кинетическая (КЭЭ) электронные эмиссии металлов, вызываемые бомбардировкой атомными частицами, исследованы неоднократно [1-4]; установлены их закономерности для ряда металлов, сортов частиц в широком диапазоне энергий, и существует определенная ясность в механизме возбуждения электрона падающих частицей.

Однако закономерности этих видов электронной эмиссии еще недостаточно выяснены с точки зрения зависимости их параметров от свойств металла, определяющих условия выхода возбужденных электронов.

В работах, выполненных на монокристаллических и пленочных мишенях, получены некоторые сведения о зависимости коэффициентов ПЭЭ  $\gamma_{\text{п}}$  и КЭЭ  $\gamma_{\text{к}}$  от кристаллической структуры и работы выхода поверхности металла. Интерес к исследованию на пленочных системах обусловлен тем, что в ряде случаев представляется возможным получить больше информации о зависимости параметров эмиссии от работы выхода поверхности и расширить класс металлов с различной электронной и атомной структурами. Следует отметить, то большинстве работ с пленочными системами измерены коэффициенты эмиссий для



пленок, образованных на поликристаллических подложках, а такая важная характеристика эмиссии, как энергетические спектры (ЭС) электронов, не изучалась.

В настоящей работе приведены результаты экспериментов по изучению коэффициентов  $\gamma$  (ионно – электронной эмиссии)  $\gamma_n$  и  $\gamma_k$  и ЭС электронов при бомбардировке адсорбированных пленок Cs и Na на гранях (110) и (111) монокристаллов Mo ионами  $Ag^+$  в диапазоне энергий 0,05-1,0 кэВ.

**Методы исследования.** Методика экспериментов обеспечивала проведение измерений коэффициентов эмиссий (количества электронов, выбитых одним ионом, и энергетические параметров пучка бомбардирующих ионов. Потока атомов адсорбата, чистоты мишени – подложки и пленочной системы. Опыты проводили в вакуумном приборе, состоящем из четырех основных узлов: ионной пушки, мишени коллекторной системы с энергоанализатором, напылителя щелочного металла и подвижного фарадеевского цилиндра. Ионная пушка, работающая в режиме ионизации атомов электронным ударом, позволяла получать пучки однозарядных ионов с плотностью тока  $10^{-8}$ – $10^{-7}$  А/см<sup>2</sup> в диапазоне энергий 0,05-1,0 кэВ с разбросом от среднего значения не более  $\pm 5\%$ . Образцы монокристаллов Mo имели форму диска диаметром 10 мм и толщиной 0,25- 0,3 мм и монтировались на дно танталового цилиндра, внутри которого находилась вольфрамовая спираль для косвенного нагрева кристалла.

Мишень (коллекторная система) была сферической с отношением размеров диаметров 1: 6. В качестве энергоанализатора использовали цилиндрический конденсатор 1Юза - Рожанского с разрешающей способностью 1.5%. Анализировали электроны, идущие в направлении  $22^\circ$  к нормали поверхности. Конструкция напылителя включала в себя обогреваемый резервуар с внутренним паропроводом, формирующим поток атомов на поверхность мишени. Многократно дистиллированный щелочной металл вводили в

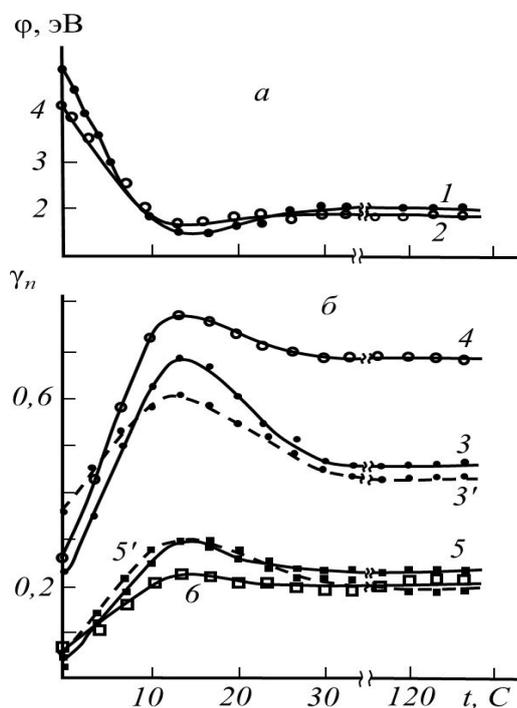
резервуар в запаянной ампуле, которую разбивали перед началом измерений. Поток атомов  $n$  на поверхность грани S регулировался температурой резервуара и определялся по току поверхностной ионизации  $J_i$ :  $n = J_i / (S \cdot e)$ , где  $e$  - заряд электрона. Поверхностную концентрацию адатомов  $N$  оценивали по формуле  $N = n \cdot t$ , где  $t$  - время напыления [5].

Работу выхода мишени-подложки  $\phi_{ijk}$  измеряли методом термоэлектронной эмиссии с помощью передвижного фарадеевского цилиндра специальной конструкции, Изменение работы выхода грани в процессе адсорбции  $\Delta\phi$  контролировалось двумя вариантами метода контактной разности потенциалов - по сдвигу кривой задержки при вторичной электронной эмиссии и энергетических спектров электронов при ПЭЭ. Значения работы выхода пленочной системы определялись как  $\phi - \phi_{ijk} - \Delta\phi$ . Чистоту кристалла и пленочной системы по элементам, обладающим положительным электронным сродством, контролировали измерением распыления их в виде отрицательных ионов при ионной бомбардировке [6]. Вакуумный прибор откачивали ртутно-диффузионным и магнит зарядным насосом НОРД-250. Во время экспериментов давление по остаточным газам в камере не превышало  $\sim 6 \cdot 10^{-7}$  Па. Температуру кристалла измеряли термпарой ВР 5-20. Обезгаживание кристалла проводили косвенным нагревом мишени электронной бомбардировкой до температуры 2100 К и «вспышкой» при температуре 2400 К. Измерения ионно-электронной эмиссии вели как непрерывно в процессе напыления, так и при заданной степени покрытия поверхности адатомами в условиях отсутствия адсорбционного теплотока. Запись токов осуществляли двух координатным самописцем ПДС-0,21, включенным на выход усилителя У-1-2.

**Результаты и их обсуждение.** Зависимость  $\phi$  и от времени напыления (адсорбционные кривые). На рисунки 1 и 2 приведены результаты измерений  $\phi$  и  $\gamma$  в зависимости от времени



напыления  $t$  пленок Cs и Na на гранях (110) и (111) монокристаллов Mo при потоках  $n=2,8 \cdot 10^{13}$  ат./ $(\text{см}^2\text{с})$  и  $n_a=3,4 \cdot 10^{13}$  ат./ $(\text{см}^2\text{с})$ . Видно, что адсорбция атомов Cs и Na приводит к уменьшению  $\phi$  в соответствии с кривой с характерным минимумом. В случае грани (110) величина  $\phi$  уменьшается в большей степени, чем при адсорбции на грани(111). Характер изменения  $\phi$  с адсорбцией и ее значения в минимуме и насыщении кривой  $\phi(t)$  удовлетворительно согласуются с результатами других авторов. Коэффициент  $\gamma$ , при адсорбции атомов Cs и Na, как и в случае поликристаллической подложки, возрастает по закону, описываемому кривой с максимумом, который достигается при минимуме работы выхода пленочной системы. При больших энергиях бомбардирующих ионов, когда становится заметной КЭЭ, характер кривых  $\gamma(t)$  аналогичен приведенным на рисунки 1.



**Рисунок 1.** Зависимости  $\phi$ (а) и  $\gamma_n$  (б) от времени  $t$  напыления атомов Cs на гранях (110) (1,3,5) и (111) (2,4,6) монокристаллов Mo при бомбардировке ионами  $\text{Ar}^+$  (3,4) и  $\text{Kr}^+$  (5,6). 3', 5'-расчет по формуле (1) при бомбардировке пленок Cs на грани (110) ионами  $\text{Ar}^+$  при энергии  $E=0,1$  кэВ

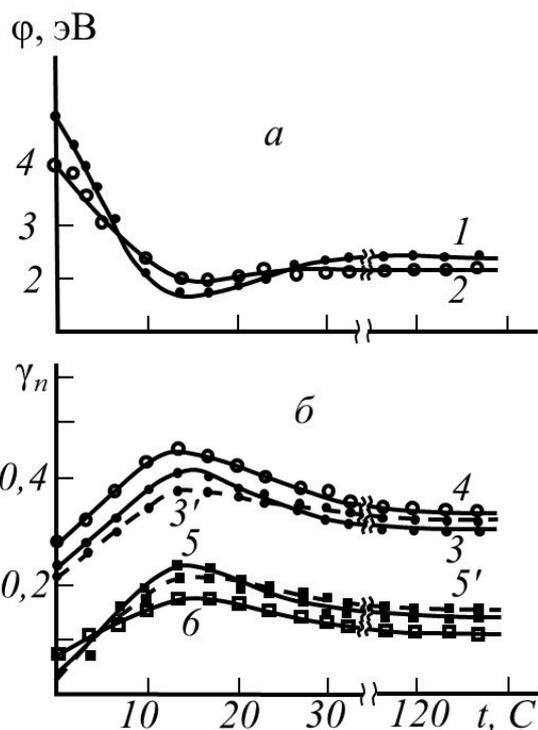
В изменениях  $\phi(t)$  и  $\gamma(t)$  при адсорбции атомов Cs и Na на поверхности металла наблюдается определенная корреляция. Однако анализ полученных кривых показывает, что характер зависимости ( $\phi$ ) при покрытиях поверхности до одного монослоя различен, т. е. различным  $\phi$  соответствуют одинаковые значения  $\gamma_n$ . На самом деле параметры ПЭЭ определяются не только величиной  $\phi$ , но и концентрацией валентных электронов  $n$ , и  $\epsilon_F$  энергией Ферми  $\epsilon$  металла [2, 8]. При формировании монослоя в основном изменяется работа выхода поверхности, а величины  $n_V$  и  $\epsilon_F$ , практически остаются постоянными. В этих условиях параметры ПЭЭ определяются в основном изменением работы выхода поверхности. При переходе к пленке достаточной толщины следует ожидать изменения всех указанных свойств металла и параметры ПЭЭ будут определяться свойствами адсорбированной пленки[9,13]. Предполагая, что величины  $n$  и  $\epsilon_F$  при адсорбции плавно меняются от значений, характеризующих подложку, до значений, соответствующих щелочному металлу, и учитывая зависимость  $\gamma$  от  $n_V$  от  $\epsilon_F$  и  $n_V$ , можно записать для коэффициента ПЭЭ следующее выражение:

$$\gamma_n = \frac{0,8eV_i - 2\phi}{\epsilon_F} n_V$$

где-  $V_i$  потенциал ионизации атома бомбардирующего иона.

Результаты расчетов  $\gamma_n(t)$  для пленок Cs на грани (110) Mo представлены на рисунки 2 кривыми 3 и 5 соответственно. Как видно, изменения  $\gamma_n$  в процессе формирования исследованных систем удовлетворительно описываются формулой (1).





**Рисунок 2.** Зависимости  $\phi$  (а) и  $\gamma_n$  (б) от времени  $t$  напыления атомов Na на грангах (110) и (111) монокристаллов Mo. Обозначения, как на **рисунок 1**.

Влияние структуры подложки на  $\gamma_n$  пленочной системы проявляется в различной степени для тяжелых и легких ионов. При бомбардировке ионами  $Ag^+$  и  $Kr^+$  изменения  $\gamma_n$  в процессе формирования пленки на рыхлой и плотно упакованной Mo происходят в соответствии с изменением работы выхода поверхности. Однако анизотропия в  $\gamma_n$  в данном случае оказывается значительно слабее, чем при некоторых других видах электронной эмиссии. Этот факт можно связать с характерном ЭС возбужденных электронов, который в случае ПЭЭ является более жестким [14,17].

**Заключение.** Видно, что начиная с некоторой энергии  $E_0$  наблюдается почти линейное возрастание  $\gamma$  при бомбардировке пленок Cs на грангах (110) и (111) монокристалла Mo ионами  $Ag^+$ . Естественно, оно обусловлено возбуждением электронов за счет кинетической энергии иона.

Таким образом, закономерности изменения  $\gamma_n$  со скоростью иона, обнаруженные ранее для ионов  $Ag^+$  и металлов с  $\phi \propto 4,2 \div 5,0$  эВ, являются общим и для тяжелых ионов. Отсутствует зависимости  $\gamma_n$  от  $v$  для последних, по-видимому, связано с ослаблением эффекта вследствие отражения возбужденных электронов от потенциального барьера значительной высоты.

### Список литературы

1. Makhavikou M.A., Komarov F.F., Vlasukova L.A., Milchanin O.V., Parkhomenko I.N. High Temperature Material Processes Structural and Luminescent Properties of Sn-Doped SiO<sub>2</sub> Layers. 18 (2014) 255.
2. Умирзаков Б.Е. Электронно-спектроскопические исследования и анализ состояния поверхности многокомпонентных систем, созданных ионной имплантацией. док. дисс. Ташкент 1993. С.293
3. Умирзаков Б.Е., Ниматов С. Ж., Руми Д.С. Структура и свойства многослойных нанопленочных систем созданных на основе кремния. Монография. Ташкент.2013. 159.с
4. Кремков М.В. Корпускулярная низкоэнергетическая диагностика поверхности твердого тела. Изд. «Фан». Ташкент. 1986.162 С.
5. Миронов В. Основы сканирующей зондовой микроскопии. Физика техники. Техносфера.Москва.2009
6. Неволин В.К., -«Основе туннельно – зондовой нанотехнологии: // Учебное пособие» Москва.МГИЭТ(ТУ) 1996. 91 с
7. Андреев В.Н., Никитин С.Е., Климов В.А., Козырев С.В., Лещев Д.В., Штельмах К.Ф. Исследование фотохромных кластерных систем на основе оксидов Mo методом ЭПР-спектроскопии // Физика твердого тела. 2001.Т.43. №4. С.755
8. Аллаярова Г.Х., Ташмухамедова Д.А., Джабберганов Р.Изучение процессов формирования наноразмерных пленок MoO<sub>3</sub> при термическом окислении и ионной бомбардировке // Поверхность. 2021.№.2. С. 96-94



9. Гаврилов С.А., Белов А.Н. Электрохимические процессы в технологии микро- и наноэлектроники. М: Высшее образование -2009. С.272.

10. Аллаярова Г.Х. Электронная структура нанопленок  $\text{MoO}_3$  полученных методом имплантации ионов  $\text{O}_2^+$  в  $\text{Mo}$ . // Конференция посвящается 80 летнему юбилею академии наук Республики Узбекистан. У Х. Расулева 2019. 23 октябрь

11. Arnoldussen T.C. Electrochromism and Photochromism in  $\text{MoO}_3$  // *Electrochem . Sol.Solid-State Technology* 1976.V.123.P.527

12. Аллаярова Г.Х. Получение и изучение электронной структуры нанопленок  $\text{MoO}_3/\text{Mo}$ . *Поверхность*.2020 №11. С74-78

13. Умирзаков Б.Е., Аллаярова Г.Х. Электронная спектроскопия поверхности нанопленок  $\text{MoO}_3$ . «Техника ва технологик фанлар сохаларининг иновацион масалалари» Карши давлат университети 2020 22- сентябрь.

14. Аллаярова Г.Х. Влияния имплантации ионов  $\text{Ba}^+$  на состав,электронные и оптические свойства монокристаллического  $\text{Mo}$  и  $\text{Mo}$  с оксидной пленок  $\text{MoO}_3$ // *УФЖ*.2020. №6 С.123 15. А. Умирзаков Б.Е., Ташмухамедова Д.А., Гулямов С.Т., Аллаярова Г.Х.Влияние имплантации ионов  $\text{Ba}^+$  на состав и электронные свойства пленок  $\text{MoO}_3/\text{Mo}(111)$ // *ЖТФ* 2020.том.90. вып.5.С.831-834

16. Ли И. Капустин, “Скандатные катоды СВЧ-приборов: Достижения и перспективы”. Элементная база электроники. Электроника наука /технология/ Бизнес том 2, С.124-136, 2015.

17. Аллаярова Г.Х., Садикжанов Ж.Ш., Ёркулов Р.М. Ташмухамедова Д.А.Влияние имплантации ионов  $\text{Ba}^+$  на состав и электронные свойства  $\text{Mo}$  и  $\text{MoO}_3$ . Тезисы докладов XLIX международной Тулиновской конференции по физике взаимодействия заряженных частиц с кристаллами (Москва 29-мая 2019)

