

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR
VAZIRLIGI

TOSHKENT
KIMYO-TEXNOLOGIYA
INSTITUTI
(TKTI)



MINISTRY OF HIGHER EDUCATION,
SCIENCE AND INNOVATION OF THE
REPUBLIC OF UZBEKISTAN

TASHKENT
CHEMICAL-TECHNOLOGICAL
INSTITUTE
(TCTI)

O'zbekiston Respublikasi
100011, Toshkent sh., Navoiy ko'chasi, 32
Tel.: (+998-71) 244-79-20,
Fax.: (+998-71) 244-79-17
e-mail: info@tcti.uz, www.tkti.uz

32, Navoi Str. Tashkent
100011, Republic of Uzbekistan
Tel.: (+998-71) 244-79-20,
Fax.: (+998-71) 244-79-17
e-mail: info@tcti.uz, www.tcti.uz

2024 yil "30" 04

O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim,
fan va innovatsiyalar vazirligi
huzuridagi
Innovatsion rivojlanish agentligiga

Innovatsion rivojlanish agentligi tomonidan 2023-yilda tashkil qilingan yosh olimlarning yetakchi xorijiy ilmiy tashkilotlarga qisqa muddatli ilmiy stajirovkalari tanlovida ishtirok etgan Toshkent kimyo-texnologiya instituti "Silikat materiallari va nodir, kamyob metallar texnologiyasi" kafedrasida dotsenti Abduraxmonov Odiljon Eshmuxammad o'g'li, katta o'qituvchisi Erkinov Farrux Botir o'g'li, magistranti Koldarov Albert Ruslanovichning 2024-yil 7-apreldan 2024-yil 21-aprelgacha Niderlandiyaning Eindhoven shaxridagi "Thermo Fisher Scientific" Nano Port elektron mikroskopiya markazida qisqa muddatli ilmiy stajirovkani ilmiy hisoboti yuborilmoqda.

*Hurmat bilan,
TKTI ilmiy ishlar va
innovatsiyalar bo'yicha prorektori*



X.L. Pulatov

Ijrochi: Abduraxmonov O.E.
Tel.: +99890 8293451
e-mail: odilzhon.abdurakhmonov@mail.ru

TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA INSTITUTI

Kengash majlisi 2024 yil 29.04 sanasidagi

№ 9 - sonli bayonnomasidan

KO'CHIRMA

Qatnashdilar: Kengashning 26 a'zolari.

Kun tartibi: Toshkent kimyo-texnologiya instituti "Silikat materiallari va nodir, kamyob metallar texnologiyasi" kafedrasida dotsenti Abduraxmonov Odiljon Eshmuxammad o'g'li, katta o'qituvchisi Erkinov Farrux Botir o'g'li, magistranti Koldarov Albert Ruslanovichning 2024-yil 7-apreldan 2024-yil 21-aprelgacha Niderlandiyaning Eindhoven shaxridagi "Thermo Fisher Scientific" Nano Port elektron mikroskopiya markazida qisqa muddatli ilmiy stajirovkani amalga oshirib kelganligi haqida hisobotini ko'rib chiqish.

Eshitildi: Ilmiy kotib M.Yu. Yunusov, Innovatsion rivojlanish agentligi vazirligi tomonidan 2023-yilda tashkil qilingan yosh olimlarning yetakchi xorijiy ilmiy tashkilotlarga qisqa muddatli ilmiy stajirovkalari tanlovida ishtirok etgan Toshkent kimyo-texnologiya instituti "Silikat materiallari va nodir, kamyob metallar texnologiyasi" kafedrasida dotsenti Abduraxmonov Odiljon Eshmuxammad o'g'li, katta o'qituvchisi Erkinov Farrux Botir o'g'li, magistranti Koldarov Albert Ruslanovichning 2024-yil 7-apreldan 2024-yil 21-aprelgacha Niderlandiyaning Eindhoven shaxridagi "Thermo Fisher Scientific" Nano Port elektron mikroskopiya markazida qisqa muddatli ilmiy stajirovkani amalga oshirib kelganligi haqida hisobotini qabul qilish to'g'risidagi "Kimyoviy moddalar texnologiyasi fakulteti" Kengashining ko'chirmasini o'qib tanishtirdi.

Qaror qilindi: Toshkent kimyo-texnologiya instituti "Silikat materiallari va nodir, kamyob metallar texnologiyasi" kafedrasida dotsenti Abduraxmonov Odiljon Eshmuxammad o'g'li, katta o'qituvchisi Erkinov Farrux Botir o'g'li, magistranti Koldarov Albert Ruslanovichning 2024-yil 7-apreldan 2024-yil 21-aprelgacha Niderlandiyaning Eindhoven shaxridagi "Thermo Fisher Scientific" Nano Port elektron mikroskopiya markazida qisqa muddatli ilmiy stajirovkani amalga oshirib kelganligi haqida hisoboti qabul qilinsin.

Kengash raisi



prof. B.Sh. Usmonov

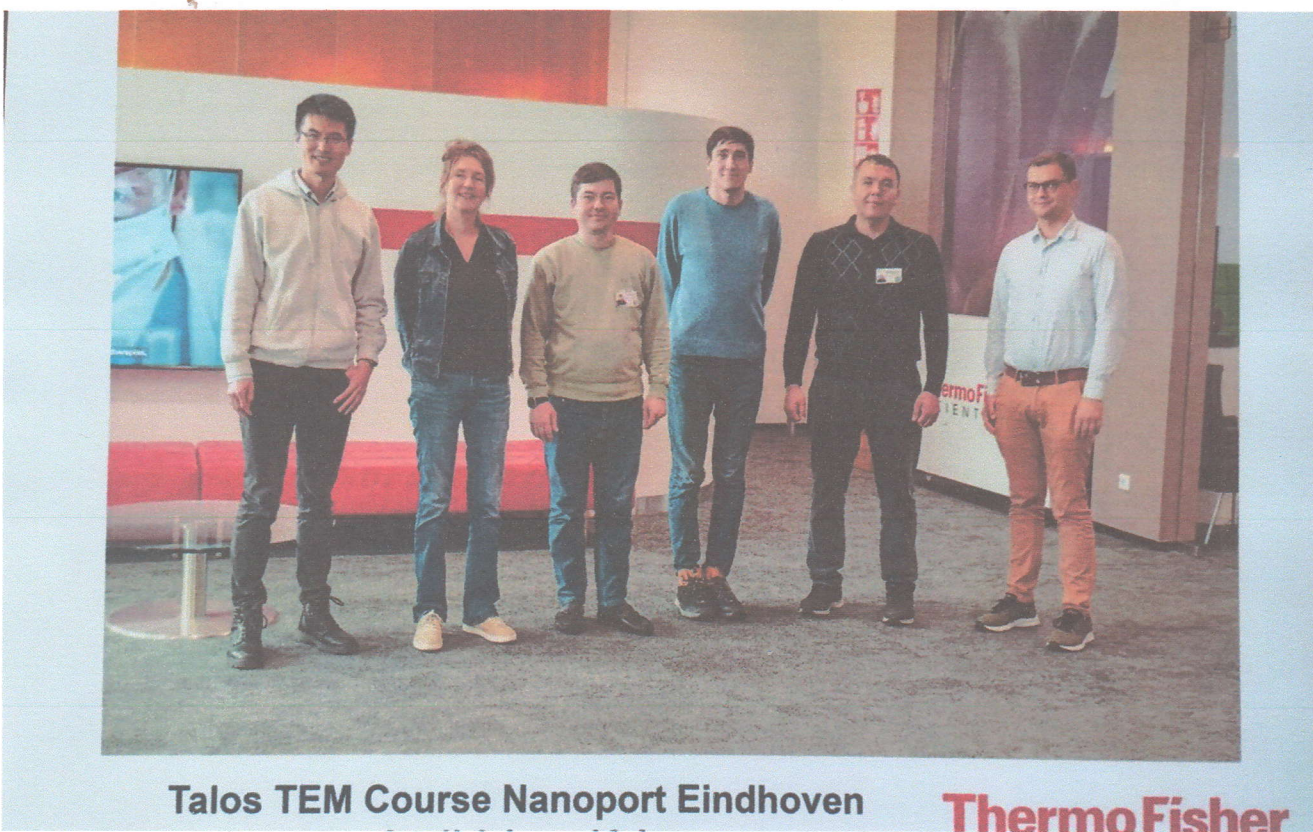
Kengash kotibi

prof. M.Yu. Yunusov

Niderlandiyaning Eyndxoven shahridagi "NanoPort" elektron mikroskopiya markazi (EM) markaziga yetib keldik.



“Nano Port” elektron mikroskopiya markazida bizni Stajirovkalar bo'yicha menedjer Liesbeth Hekking va trening instruktorlari Dr. Xiaowei Jin, Dr. Alexander Meledin Kutib olishdi.



Niderlandiyaning Eyndxoven shahridagi “Nano Port” elektron mikroskopiya markazi EM sohasida ixtisoslashgan innovatsion mukammal markazidir. Markaz

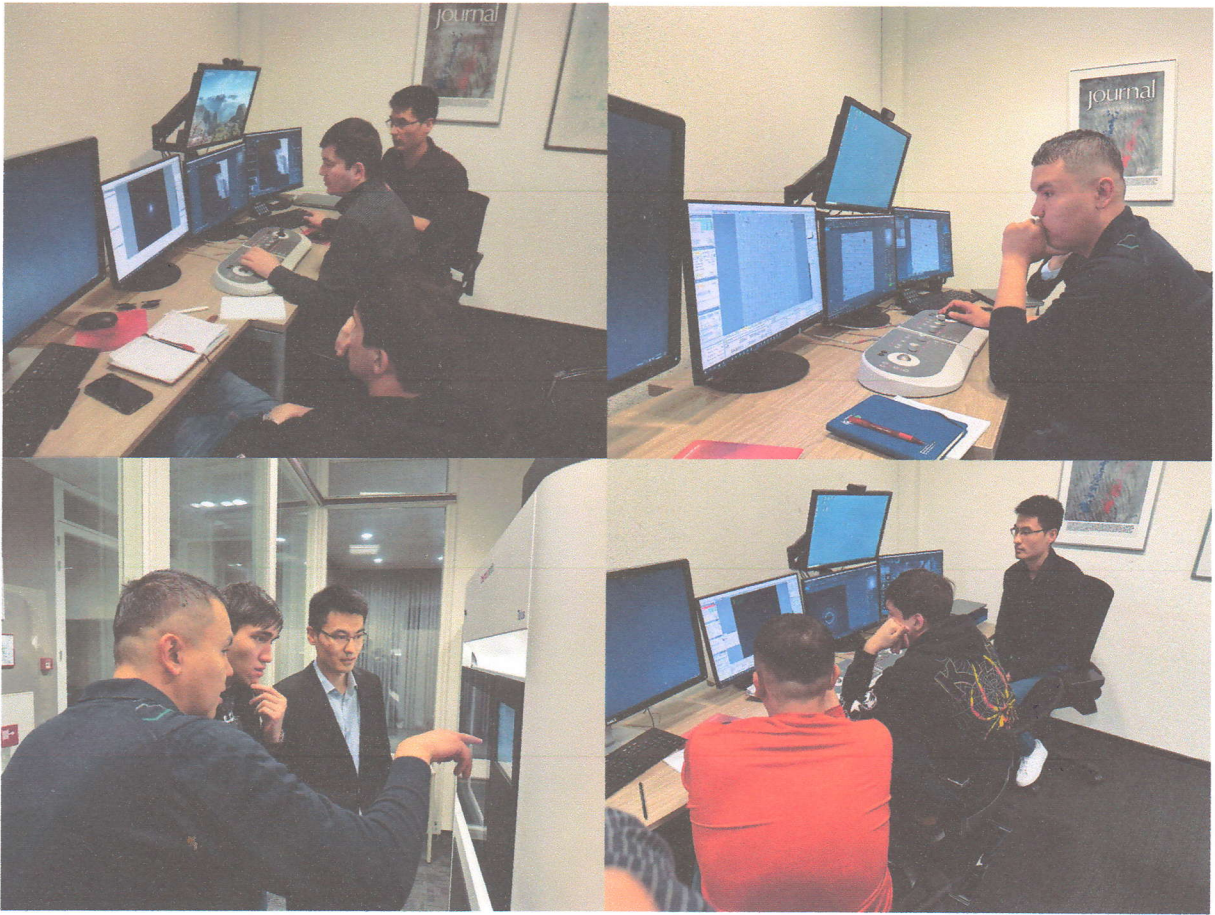
Thermo Fisher Scientific tarkibiga kiradi va keng doiradagi tadqiqot va ishlanma xizmatlari va yechimlarni taklif etadi.

“Nano Port” nafaqat eng yangi EM uskunalari va texnologiyalariga kirish uchun joy, balki Thermo Fisher Scientific kompaniyasining transmissiya elektron mikroskopiyasi (TEM) va skanerlash elektron mikroskoplari (SEM) mikroskoplari markazidir. Ushbu mikroskoplar sinfda etakchi bo‘lib, nano o‘lchamdagi materiallarning tuzilishi va xususiyatlarini o‘rganish uchun yuqori aniqlik va aniqlikni ta‘minlaydi.

Bundan tashqari, markaz namunalarni qayta ishlash, ma‘umotlarni tahlil qilish va natijalarni sharhlash bo‘yicha keng ko‘lamli xizmatlarni taqdim etadi, shuningdek, elektron mikroskopiya bo‘yicha seminarlar, treninglar va o‘quv kurslarini tashkil qiladi. Bu materialshunoslik, biologiya, tibbiyot va boshqa ilmiy yo‘nalishlarda faoliyat yuritayotgan olimlar, muhandislar va mutaxassislar uchun tajriba va fikr almashish maskanidir. Markaz tomonidan ko‘rsatilayotgan professionallik va qo‘llab-quvvatlash darajasi, faol ishtirok etish va amaliy o‘rganish imkoniyatlari bizda katta taassurot qoldirdi.

Amaliyotning birinchi qismida bizga doktor Xiaowei Jin ko'rsatma berdi. U quyidagi amallarni bajardi va bizga o‘rgatdi:

- Talos F200X mikroskopini tanishtirdi;
- Velox foydalanuvchi interfeysi va dasturiy ta‘minoti bilan tanishtirdi;
- Namunani ushlovchi mexanizmi manipulyatsiyasi va TEM kiritish;
- To‘g‘ridan-to‘g‘ri TEMni moslashtirish bo‘yicha trening.
- Yorqin maydonda TEM tasvirlarini olish amaliyoti.
- Ob‘ektiv diafragmadan foydalanish.
- Mikroskopda amaliy mashg‘ulotlar, shu jumladan namunalar bilan ishlash (amaliy mashg‘ulot) o‘tkazildi.



Amaliyotning ikkinchi qismida bizga doktor Xiaowei Jin ham ko'rsatma berdi. U quyidagi amallarni bajardi:

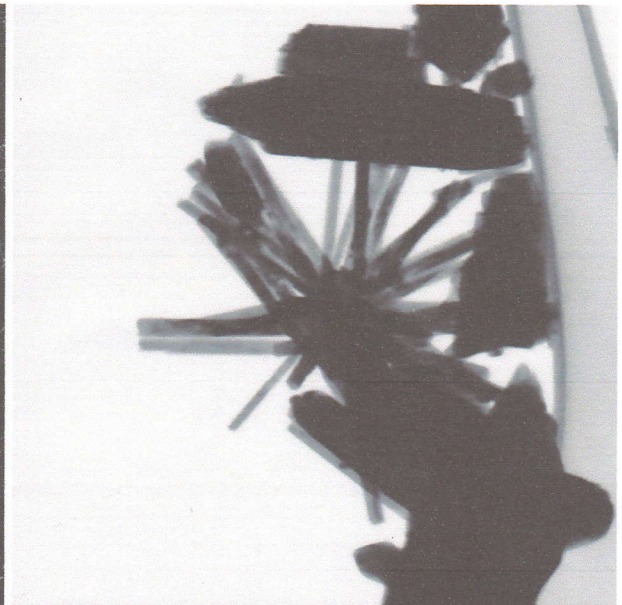
- Elektron diffraksiyasiga kirish.
- Namuna egilishini sozlash.
- Amaliy darslar.

Biz o'zimiz bilan olib kelgan namunalari tadqiq etdik. Biz sentiz qilgan ZnO nanokukunlarini amaliy mashqlar vaqtida o'rgandik va ularning morfologiyasi va o'tilgan darslar bo'yicha tadqiq etdik. Quyida biz o'rgangan namunalarimiz TEM sur'atlari, elektron difraksiya suratlari keltirilgan.

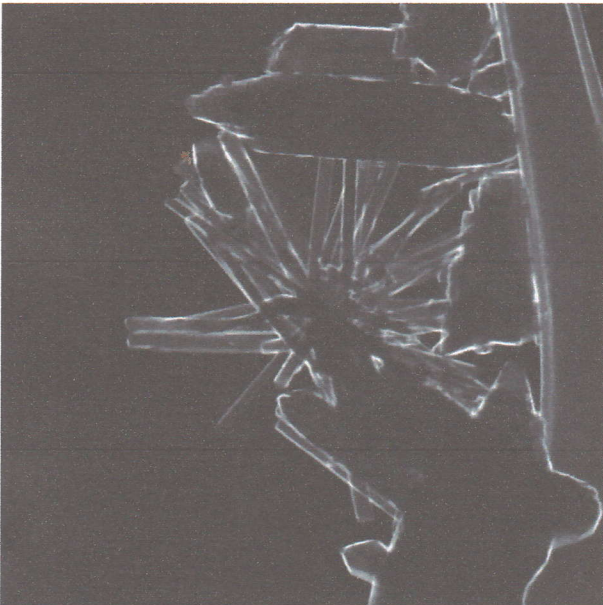
Amaliyotning ikkinchi qismida elektron difraksiyasi haqida ma'lumot berildi. Bu elektron mikroskopiya sohasidagi muhim hodisa bo'lib, mikrodarajada namunalarning kristall tuzilishini tahlil qilish imkonini beradi. Treningda elektron diffraksiyaning asosiy tamoyillari haqida tushuncha, shuningdek, diffraksiya naqshlarini olish va tahlil qilish uchun tegishli asbob-uskunalar va dasturiy ta'minotdan foydalanish bo'yicha amaliy ko'nikmalar mavjud.



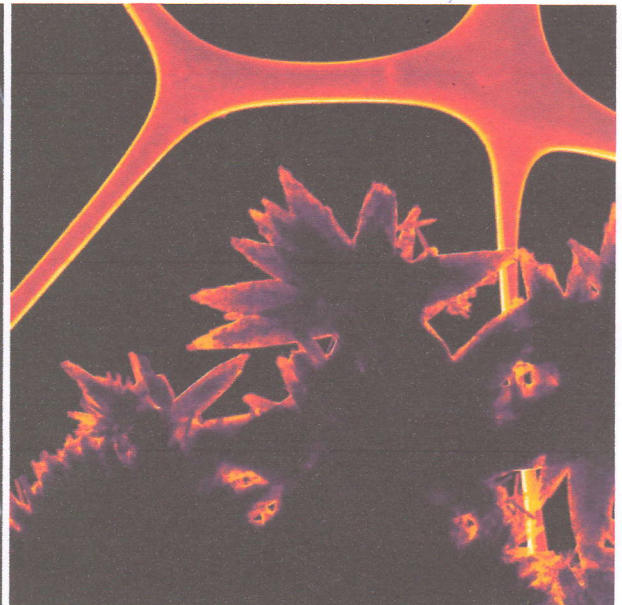
Size	Coll. Angle	Dwell	Fov	Screen	x -144.22 μm	50 μm
4096	2 - 12 mrad	2.50 μs	433.3 μm	86 pA	y 252.86 μm	HAADF



Size	Coll. Angle	Dwell	Fov	Screen	x -164.76 μm	200 nm
4096	1 mrad	2.50 μs	1.684 μm	0 pA	y 221.17 μm	BF-S



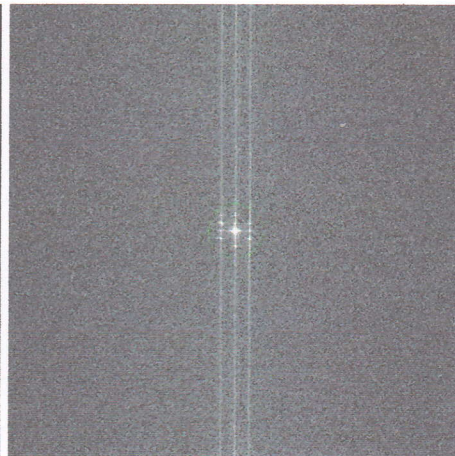
Size	Coll. Angle	Dwell	Fov	Screen	x -164.76 μm	200 nm
4096	1 - 1 mrad	2.50 μs	1.684 μm	0 pA	y 221.17 μm	DF-I



Size	Coll. Angle	Dwell	Fov	Screen	x -174.54 μm	500 nm
4096	1 - 7 mrad	2.00 μs	4.787 μm	0 pA	y 211.73 μm	HAADF



HT	Size	Exp	CL	SA	α 6.34°	Coll. Angle	10 nm ⁻¹
200 kV	1024	1 s	410 mm	10 μm	β 2.27°	- mrad	Ceta



Amaliyotning uchinchi qismida bizga doktor Xiaowei Jin ham ko'rsatma berdi. U quyidagi amallarni bajardi:

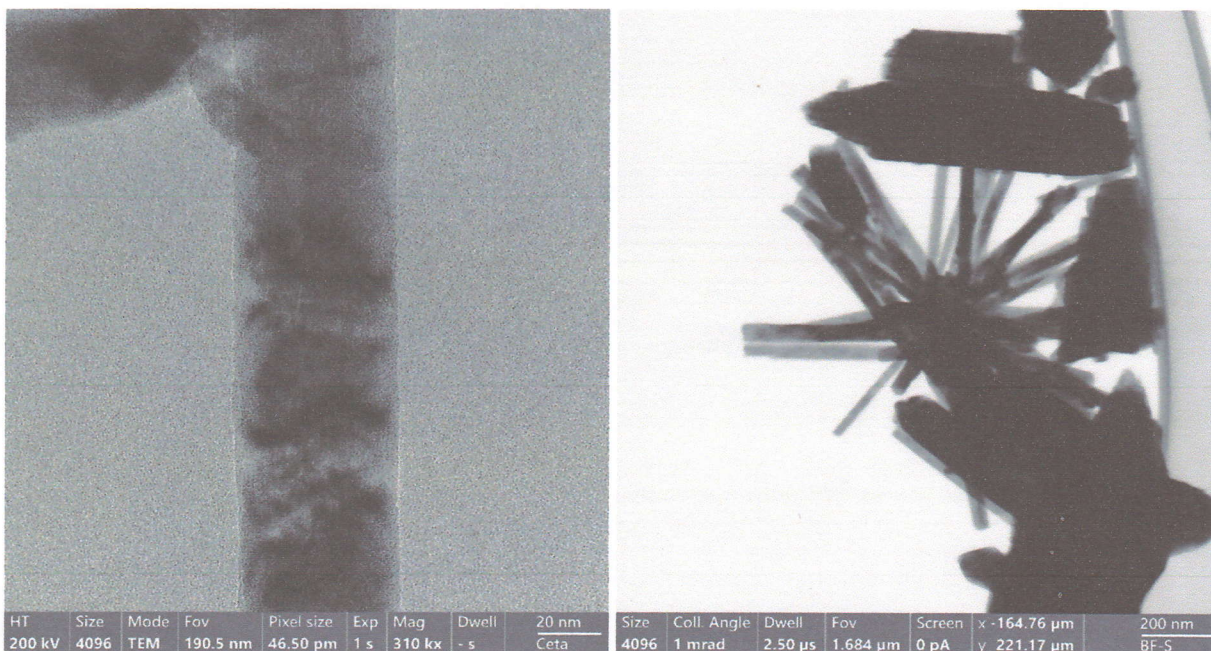
- Qorong'i maydon tasviri (Dark-field imaging);
- Yuqori aniqlikdagi transmissiya elektron mikroskopi (High resolution-TEM, (HR-TEM));
- Amaliy mashqlar.

Qorong'i maydonni tasvirlash - elektron mikroskop yordamida materiallardagi strukturaviy nuqsonlar yoki qo'shimchalarni vizualizatsiya qilish usuli. Bunday holda, yoritilgan nuqsonlar yoki qo'shimchalar atrofdagi materialning qorong'i fonida ajralib turadigan maxsus yoritish qo'llaniladi. Bu usul yuqori sezuvchanlik va ruxsatga ega bo'lgan materiallarning mikro tuzilishini aniqlashi va tahlil qilishi mumkin. Amaliyot doirasida biz qorong'u maydonni tasvirlash tamoyillari va texnikasi bilan tanishish va namunalarni tahlil qilish uchun ularni amaliyotda qo'llash imkoniyatiga ega bo'lishdi.

Yuqori aniqlikdagi transmissiya elektron mikroskopiyasi (HR-TEM) - atom darajasida materiallar tuzilishining juda batafsil tasvirlarini olish uchun ishlatiladigan tasvirlash usuli. Bunda materiallarning atom panjaralarini va ularning nuqsonlarini kuzatish imkonini beruvchi yuqori aniqlikdagi elektron mikroskopdan foydalaniladi.

Amaliyot doirasida bizlar HR-TEM qanday ishlashini va tadqiqot uchun namunalar tayyorlashning asosiy usullarini o'rgandik. Shuningdek, bizlar ushbu texnika yordamida materiallarning yuqori aniqlikdagi tasvirlarini olish va tahlil qilishni mashq qildik. Bu bizlarga molekulyar darajadagi materiallarning tuzilishini yaxshiroq tushunish va bu bilimlarni ilmiy ishlarida qo'llash imkonini beradi.

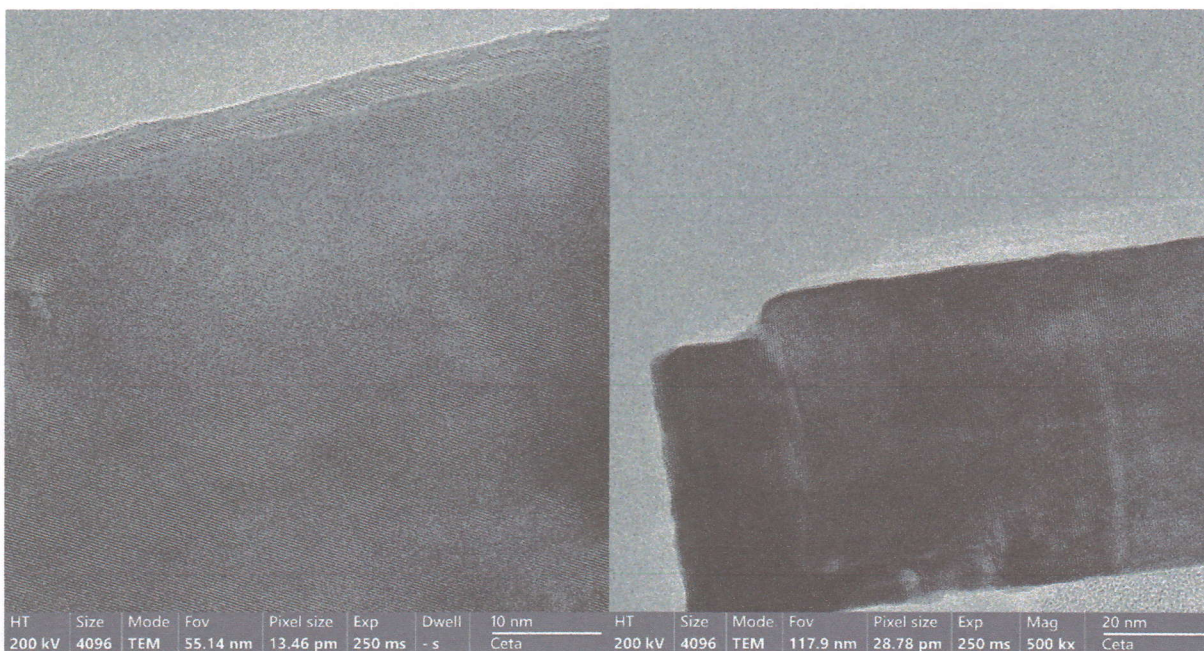
Bizlar ZnO nanzarralarining HR-TEM va qorong'u maydon tasviri olishga muvaffaq bo'ldik.



Amaliyotning turtinchi qismida bizga doktor Aleksandr Meledin ko'rsatma va ma'lumotlar berdi. U quyidagi amallarni bajardik:

- Talos F200x ni Transmissiya elektron mikroskop rejimida to'g'ridan-to'g'ri rostlash (STEM).
- Transmissiya elektron mikroskopini tasvirlash asoslari (STEM tasviri).
- Amaliy darslar.

Elektron mikroskopiya kontekstida STEM (skanerlash transmissiya elektron mikroskopi) - bu namuna sirtining yuqori aniqlikdagi tasvirlarini materiallarning tarkibi va tuzilishini mikro va nano miqyosda tahlil qilish imkonini beruvchi usul xisoblanadi. Ushbu usul elektronlarni namuna orqali o'tkazish va uning yuzasini detektor yordamida skanerlash, namuna tuzilishining batafsil tasvirlarini ishlab chiqarishni o'z ichiga oladi. Amaliyot vaqtida bizga STEM qanday ishlashini o'rganish imkoniyatini berishdi, shuningdek, ushbu usul yordamida ma'lumotlarni olish va tahlil qilish bo'yicha amaliy mashg'ulotlarni o'tkazdik.



Amaliyotning beshinchi qismida bizga doktor Aleksandr Meledin ko'rsatma berdi. U quyidagi amallarni bajardi:

- Skanerli elektron mikroskopda (STEM) namunaning egilishi.
- Yuqori aniqlikdagi skanerlash elektron mikroskopiyasi (HRSTEM) tasviri.
- Amaliy mashqlar.

HR-STEM qisqartmasi High-Resolution Scanning Transmission elektron mikroskopiyasini anglatadi. Bu yuqori fazoviy o'lchamlari bilan atom darajasida materiallar tuzilishining yuqori batafsil tasvirlarini yaratish uchun skanerlash transmissiya elektron mikroskopiyasining (STEM) yuqori aniqlikdagi transmissiya elektron mikroskopiyasining (TEM) yuqori aniqligini birlashtirgan tasvirlash usulidir.

Amaliyot doirasida bizlar HR-STEM tamoyillari va tadqiqot uchun namunalar tayyorlash usullari bilan tanishdik. Shuningdek, bizlar ushbu texnikadan foydalangan holda materiallarning yuqori aniqlikdagi tasvirlarini olish va tahlil qilish tajribasiga ega bo'ldik, materiallarning tuzilishini molekulyar va atom darajasida o'rganish imkonini beradi.

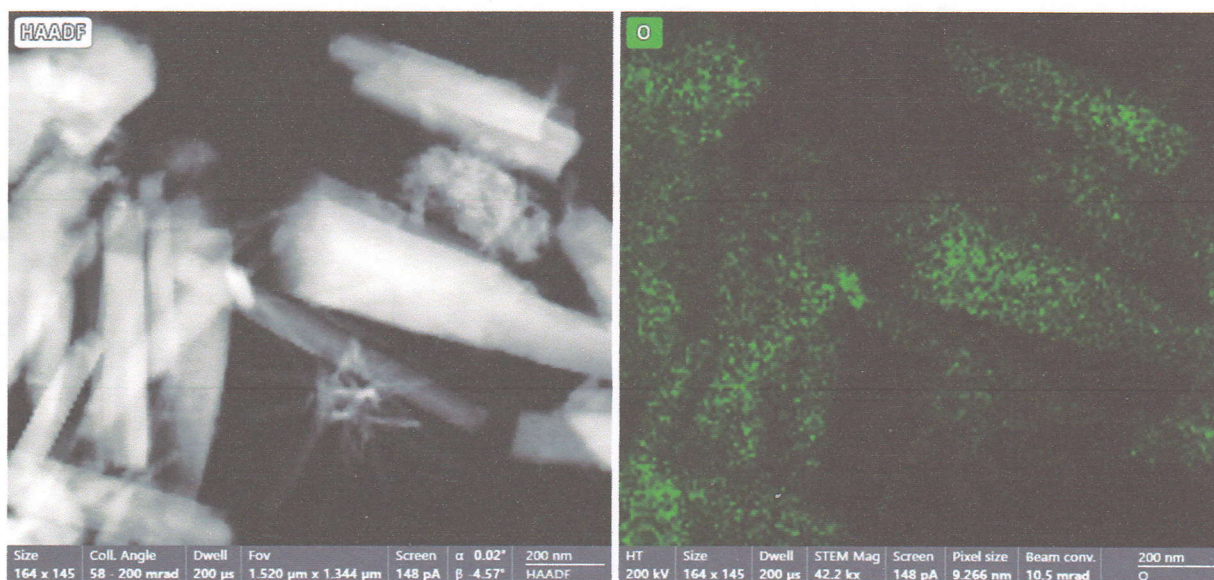
Amaliyotning oltinchi qismida bizga doktor Aleksandr Meledin ko'rsatma berdi. U quyidagi amallarni bajarishni o'rgatdi:

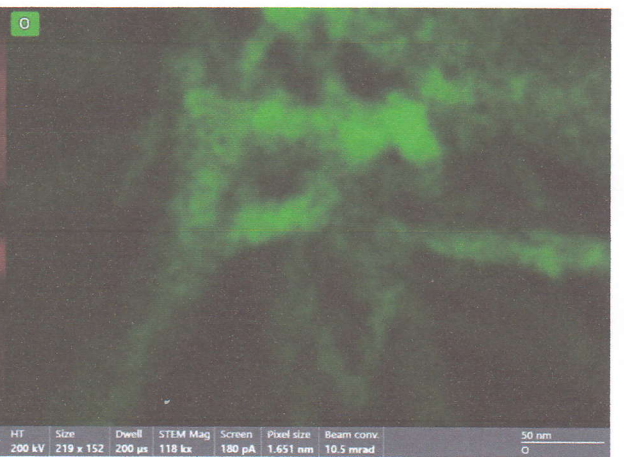
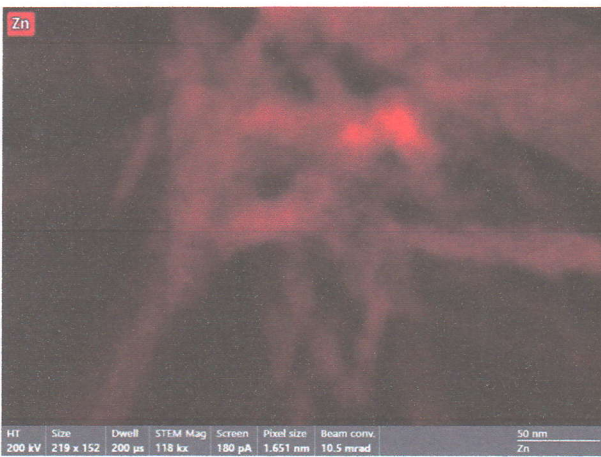
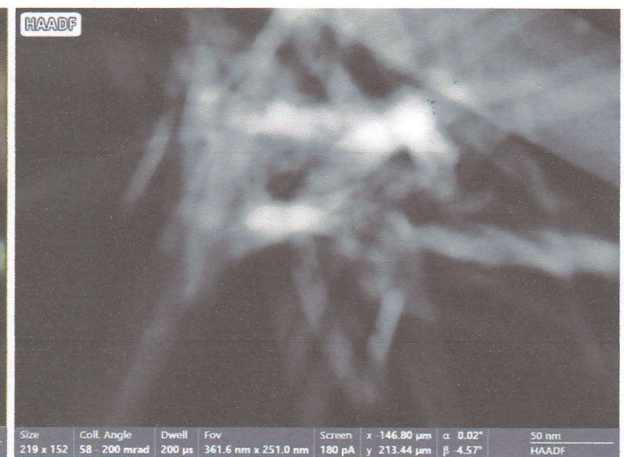
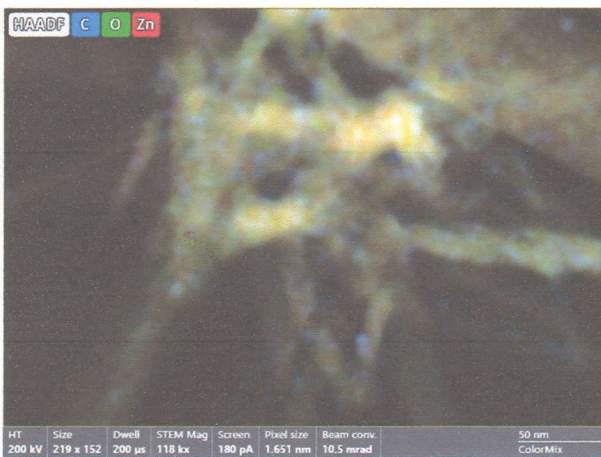
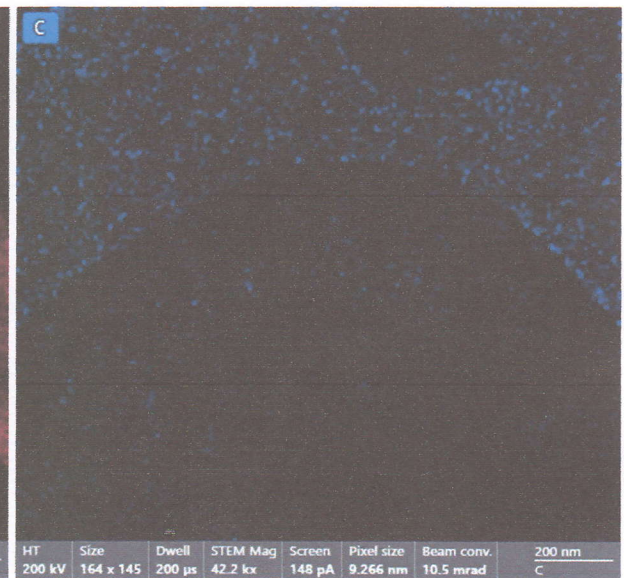
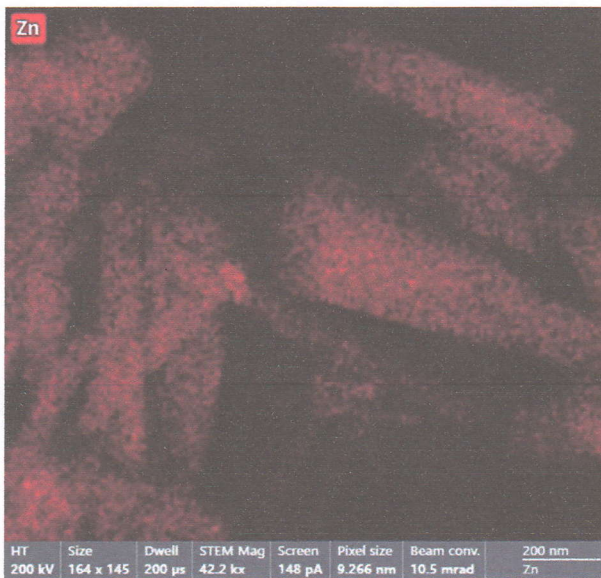
- STEM-EDX tahlili.
- Amaliy mashqlar.

STEM-EDX (Rentgen dispersiv spektroskopiya bilan skanerlash transmissiya elektron mikroskopiyasi) bu skanerlash transmissiya elektron mikroskopiyasini (STEM) rentgen dispersiv spektroskopiyasi (EDX) bilan birlashtirgan usul. U bir vaqtning o'zida namuna strukturasi yuqori aniqlikdagi tasvirlarini olish va elektron nur ta'sirida namuna chiqaradigan rentgen spektrlarini qayd etish orqali uning kimyoviy tarkibini tahlil qilish imkonini beradi.

Amaliyot davomida bizlar doktor Aleksandr Meledin rahbarligida STEM-EDX tahlil usullarini o'rgandik va amaliyotda qo'lladik. Bu usul materialshunoslik, nanotexnologiya va boshqa fanlar bo'yicha tadqiqotlar uchun muhim vosita bo'lgan mikroskopik darajadagi materiallarning tuzilishi va tarkibi haqida muhim ma'lumotlarni beradi.

ZnO nanozarralarining STEM-EDX tahlil usullini qo'llagan holda quyidagi natijalarni oldik.

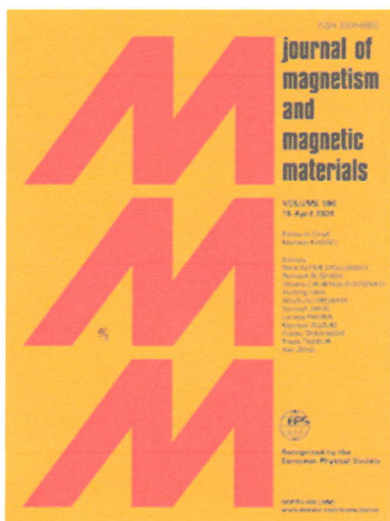




Biz yuqoridagi barcha usullardan foydalangan holda ZnO nanozarralarining import qilingan namunalarini o'rganishni o'tkazdik. ZnO nanozarralari potensial qo'llanilishining keng doirasi tufayli istiqbolli bo'lishi mumkin. Xususan, ularning noyob xususiyatlari ularni quyosh batareyalari, katalizatorlar, sensorlar, dori-darmonlar va boshqa ilovalarda qo'llash uchun mos qiladi. Bu yaxshilangan ishlash

va funksionallikka ega yangi materiallar va texnologiyalarni ishlab chiqish uchun imkoniyatlar ochadi.

Shuningdek, biz nurlanish energiyasi 300 keV bo'lgan o'ta kuchli transmissiya elektron mikroskoplarini (TEM) ishlab chiqarish bilan tanishdik. Bu tadqiqotchilarga namunalarning yuqori aniqlikdagi tasvirlarini olish va ularning tuzilishi va tarkibini chuqurroq tahlil qilish imkonini beradi. Ushbu texnologiya ilmiy tadqiqotlarda, jumladan materialshunoslik, biologiya, tibbiyot va boshqa sohalarda keng qo'llanilishiga ega.



Olingan natijalar asosida yordamida yuqori impakt faktorli SCOPUS bazasidagi " Journal of Magnetism and Magnetic Materials" jurnaliga maqola tayyorlandi va nashrga berildi.

Biz ushbu stajirovkada ishtirok etish imkoniyati va markazda bo'lganimiz davomida to'plangan qimmatli tajriba uchun minnatdormiz.

"SMNKMT" kafedrası dotsenti

O.E. Abduraxmonov

"SMNKMT" katta o'qituvchisi

F.B. Erkinov

"SMNKMT" magistranti

A.R. Koldarov

**TKTI ilmiy ishlar va
innovatsiyalar bo'yicha prorektori**



X.L. Pulatov