

ЗАХИРИДДИН
МУҲАММАД БОБУР
НОМИДАГИ АНДИЖОН
ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ

ANDIJAN STATE
UNIVERSITY NAMED
AFTER ZAKHIRIDDIN
MUKHAMMAD BABUR

ИЛМИЙ ХАБАРНОМА

Физика-математика
Тадқиқотлари
(Махсус сон)

SCIENTIFIC BULLETIN

Physical and
Mathematical Research
(Special Issue)

Андижон
2023 йил

Муассис

Захириддин Мухаммад Бобур номидаги Андижон давлат университети

**ИЛМИЙ ХАБАРНОМА.
ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА
ТАДҚИҚОТЛАРИ**

Журнал бир йилда 2 марта чоп этилади.

Андижон вилояти ахборот ва оммавий коммуникациялар бошқармаси
томонидан 2019-йил 26 декабрда
0452 рақам билан рўйхатга олинган.

Нашр индекси: 344

Нашр учун масъул:
А.Й.Бобоев

Босишга рухсат этилди:
27.12.2019.

Қоғоз бичими: 60x81 1/8

Босма табоғи: 13,5

Офсет босма. Офсет қоғози.

Адади: 110 дона.

Баҳоси келишилган нархда.

Буюртъа №: 165.

“Мухаррир” нашриёти манбаа бўлимида чоп этилди.
Тошкент шаҳри, Сўгалли ота кўчаси 7-уй

Таҳририят манзили:

170100, Андижон шаҳри, Университет кўчаси, 129. Телефон: +998911602043.

Факс: (374) 223-88-30

E-mail: adu_xabarnoma@mail.ru Расмий сайт: uzjournals.edu.uz/adu

**Сборник статей международной научно-практической конференции по
«Полупроводниковая опто- и наноэлектроника, альтернативные
источники энергии и их перспективы» Андижан, 12-13 октября 2023 года**

ОГЛАВЛЕНИЕ

С.З. ЗАЙНАБИДИНОВ, А.Й. БОБОЕВ, Б.М. ЭРГАСHEB Механизмы формирования квантово-размерных нанообъектов в многокомпонентных структурах GaAs/Ge/ZnSe и GaAs/Si/ZnSe.....	7
М.Х. АШУРОВ, Б.Л. ОКСЕНГЕНДЛЕР, С.Х. СУЛЕЙМАНОВ, С.Е. МАКСИМОВ, З.И. КАРИМОВ, Н.Н. НИКИФОРОВА, Ф.А. ИСКАНДАРОВА Современные аспекты радиационной деградации твердых тел и биообъектов.....	10
М.Т. НОРМУРАДОВ, Е.Н. ВЛАСОВА, К.Т. ДОВРАНОВ, Д.А. НОРМУРОДОВ, Х.Т. ДАВРАНОВ Измерение оптических параметров, диэлектрических материалов, созданных низкоэнергетическим ионно-плазменным методом.....	15
Е.С. РЕМБЕЗА, Т.В. СВИСТОВА, Н.Н. КОШЕЛЕВА, М.Б. РАСУЛОВА Гетероструктуры металлооксид-кремний, как перспективные структуры для создания солнечных элементов.....	24
О.О. МАМАТКАРИМОВ, В.Х. QUHQAROV, М.А. ERGASHEV, А.А. XOLMIRZAYEV Yarimo'tkazgich moddalariga asoslangan konvertorlarni ishlab chiqishda va uning asl parametrlarini saqlanishini o'rganish xossalari.....	28
S.Z. ZAINABIDINOV, H.J. MANSUROV, N.YU. YUNUSALIEV Photoelectric Properties of n-ZnO/p-Si Heterostructures.....	34
Х.Б. АШУРОВ, А.А. ЗАРИПОВ, А.А. РАХИМОВ, У.Ф. БЕРИДЕВ, И.Ж. АБДИСАИДОВ, М.М. АДИЛОВ Методы синтеза никелевого нанокатализатора для получения углеродных нанотрубок.....	39
Н.Ф. ЗИКРИЛЛАЕВ, М.М. ШОАБДУРАХИМОВА Особенности автоколебаний тока в компенсированном кремнии и их применение в электронике.....	46
Ш.Б. УТАМУРАДОВА, Ж.Ж. ХАМДАМОВ, В.Ф. ГРЕМЕНOK, К.А. ИСМАЙЛОВ, Х.Ж. МАТЧОНОВ, Х.Ю. УТЕМУРАТОВА Комбинационное рассеяние света в монокристаллическом Si, легированного атомами Gd.....	54
N.N. ABDURAZAKOV, R. ALIEV Power load forecasting using linear regression method of machine learning: Andijan regional case.....	58
И. Н. КАРИМОВ, М. ФОЗИЛЖОНОВ, А.Э. АБДИКАРИМОВ Вольт-фарадный характеристики SOI FINFET структуры.....	63
О.А. АБДУЛХАЕВ, А.З. РАХМАТОВ Низковольтные ограничители напряжения на основе структур с эффектом смыкания.....	67
SH.X. YO'LCHIYEV, B.D. G'ULOMOV, J.A. O'RINBOYEV ZnO va ZnO:Al yuqqa plyonkalarini sintez qilish va ularni fizik xossalari o'rganish.....	75
Ш.Т. ХОЖИЕВ, С.Ф. КОВАЛЕНКО, С.Е. МАКСИМОВ, В.М. РОТШТЕЙН, О.Ф. ТУКФАТУЛЛИН, Б.Л. ОКСЕНГЕНДЛЕР, Ш.К. КУЧКАНОВ Кластеры Y_n^+ И $Y_nO_m^+$, распыленные ионной бомбардировкой: эксперимент и теоретические аспекты.....	79

M. RASULOVA	
Application of Solution of the Quantum Kinetic Equations for Renewable Energy problem.....	85
A.A.МИРЗААЛИМОВ, Р.АЛИЕВ, Н.А.МИРЗААЛИМОВ	
разработка высокоэффективных и ресурсосберегающих конструкций кремниевых высоковольтных фотоэлектрических устройств.....	89
D.G' KHAJIBAEV, B.Ya. YAVIDOV	
On correlation of T_c and Cu-O _{apex} distance in single layered cuprates.....	97
A. АБДУЛВАХИДОВ, С.ОТАЖОНОВ, Р.ЭРГАШЕВ	
Фоточувствительность солнечных элементов гетероструктуры p CdTe – n CdS и p CdTe – n CdSe с глубокими примесными уровнями.....	102
М.К. КУРБАНОВ, К.У. ОТАБАЕВА, Д.У. ХУДОЙНАЗАРОВА	
Распыление пленок льда при бомбардировке ионами Ag+.....	107
H.O. QO'CHQAROV S.B. FAZLIDDINOV B.B.BURXONJANOV	
Simmetrik bo'lgan silikon diodning statik parametrlarini hisoblash p-n-uch nuqtali zaryadlangan nuqsonlarning δ -qatlami o'tish.....	113
N.Yu. SHARIBAYEV, B.M. BAXROMOV R.M. JALALOV A.A. YUSUFJONOV	
Study of electrophysical properties of semiconductor materials based on lead-selenium.....	120
Ш.К.КУЧКАНОВ, Х.Б.АШУРОВ, Б.М.АБДУРАХМАНОВ, С.Е.МАКСИМОВ, О. Э. КИМИЗБАЕВА, Ш.А.МАХМУДОВ	
О роли структурных дефектов в процессах генерации при нагреве эдс и носителей заряда в эпитаксиальных плёночных кремниевых p-n-структурах.....	125
S.Z. ZAYNABIDINOV, I.M. SOLIYEV, SH.K. AKBAROV	
Kremniy monokristallarida elektro noaktiv nikel va kislorod atomlarining o'zaro tasirlashuvi.	128
M.A.MUYDINOVA, G.J. MAMATOVA	
Yarimo'tkazgich plastinalar sirti va p-n strukturalarning optik xususiyatlari va ularni takomillashtirish usullari.....	132
L.O.OLIMOV, I.I. ANARBOYEV	
Kremniy granulalari asosida termoelektrik material samaradorligini oshirish mexanizimi.....	136

ZnO ва ZnO:Al Юпқа плёнкаларини синтез қилиш ва уларни физик хоссаларини ўрганиш

Ш.Х. Йўлчиев¹, Б.Д. Ғуломов², Ж.А.Ўринбоев¹

¹Андижон давлат университети

²Андижон машинасозлик институти

Аннотация: Соф рух оксиди (ZnO) ва Al киришмали ZnO юпқа плёнкаларни синтез қилиш учун зол-гел чўктириш усули муваффақиятли қўлланилди. ZnO юпқа плёнкаларнинг рентгенодифракциявий (ХРД) таҳлили ёрдамида панжара параметрлари $a = 3,257 \text{ \AA}$ ва $c = 5,211 \text{ \AA}$ бўлган поликристалли олти бурчакли вурсит тузилишга эга эканлиги аниқланди. Al киритилганда ZnO юпқа плёнкаларини фаза тузилиши ўзгармади ва Al контсентратсиясининг ошиши билан панжара параметрлари камайди ва тақиқланган соҳа кенглиги $3,408 \text{ eV}$ дан $3,32 \text{ eV}$ гача камайди. Al киритилган ZnO юпқа плёнкаларининг бу хусусиятлари уни қуёш батареяси, фотокатализ, газ сенсори ва бошқалар каби кўплаб оптоэлектроник қурилмаларда самарали фойдаланиш учун истиқболли материалларга айлантиради.

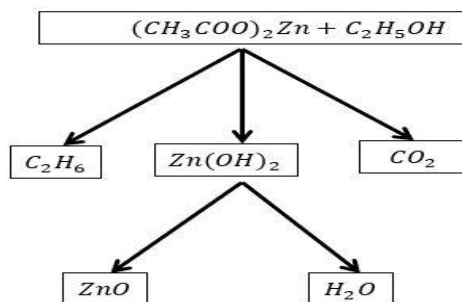
Калит сўзлар: зол-гел, рух оксиди, алюминий, кристалл, панжара доимийси, қурутиш ҳарорати, концентрация, солиштира қаршилиқ.

Кириш. Бугунги кунда рух оксиди (ZnO) ярим ўтказгич материаллари дунё олимлари орасида катта қизиқиш уйғотмоқда. ZnO га бўлган қизиқиш кенг тақиқланган соҳага эга эканлиги (масалан, 300 K да $3,3 \text{ eV}$) туфайли унинг оптоэлектроникада қўллаш истиқболлари билан боғлиқ. ZnO кўк-ультрабинафша ва оқ ёруғлик чиқарадиган қурилмаларни ишлаб чиқариш учун қўлланиладиган кенг тақиқланган соҳага эга (масалан, 300 K да $3,4 \text{ eV}$) GaN билан яхши рақобатбардош бўла олади. Шу билан бирга, ZnO GaN ($GaN \sim 25 \text{ meV}$) га нисбатан бир қанча афзалликларга эга бўлиб, улар орасида жуда юқори сифатли ZnO монокристалли ва 60 meV экситон боғланиш энергияси мавжудлигидир. Шунингдек ZnO анча содда кристалл ўстириш технологиясига эга бўлиб, бу ишлаб чиқариш нархи камайишига олиб келади[1].

Жаҳоннинг бир қанча илмий тадқиқот марказлари ва етакчи олимлари томонидан металл оксидларнинг бундай хусусиятларидан нафақат фундаментал тадқиқотларда, балки нанотехнологияда ҳам илмий амалий ишлар олиб борилмоқда. Айниқса рух оксиди асосида юпқа плёнкалар ва турли микро ва наноструктуралар ҳосил қилинмоқда[2]. Сўнгги йилларда кимёвий ва газ сенсорлари, оптик ва магнит хотира қурилмалари, ультрабинафша нурли диодлар, қуёш батареялари, пьезоэлектрик ўтказичлар, фотодиодлар, фотодетекторлар, шаффоф ўтказувчан оксидлар, ва энергия йиғиш тизимлари каби кўплаб соҳаларда ZnO нинг ярим ўтказувчанлиги ва пьезоэлектрик хусусиятларидан кенг қўламда фойдаланилмоқда[3]. Юпқа плёнкаларни турли хил тағликларга ўстириш ҳамда уларни хоссаларини ўрганишда бир қанча усуллардан фойдаланиш мумкин. Булар орасида зол – гел усули бошқаларга нисбатан ишлаб чиқариш технологиясини соддалиги, қурилмаларни тан нархи арзонлиги каби бир қанча афзалликларга эга эканлиги кўплаб илмий изланувчиарни ўзига жалб қилди. Бундан ташқари рух металл оксидига турли хил киришмалар киритиш ёрдамида тақиқланган соҳа кенглиги ва фотоўтказувчанлигини осон ўзгартириш мумкин. [3] ишда зол-гел спин соатинг усули ёрдамида соф рух оксиди (ZnO) ва Al киришмали ZnO юпқа плёнкаларни синтез қилинди. Рентген нурлари таҳлилига кўра ZnO юпқа плёнкаларнинг панжара параметрлари $a = 3,2568 \text{ \AA}$ ва $c = 5,2108 \text{ \AA}$ бўлган поликристалли олти бурчакли вурсит тузилишга эга эканлиги аниқланди. Al қўшилганда ZnO юпқа плёнкалари фаза тузилиши ўзгармади, аммо, Al киришма контсентратсиясининг ошиши билан панжара параметрлари камайди. ЭДХ натижаларига кўра Al киришма

контсентратсияси ортиб борилганда, кристалл ўлчами, панжара константалари ва деформатсия камайганлигини кўриш мумкин, бунинг сабаби ZnO панжарасида Zn ионлари ўрнига Al ионларининг оралиқ алмашилиши билан боғлиқ деб қараш мумкин. ZnO нинг тақиқланган соҳа кенглиги 3,37 эВ ни ташкил қилади ва Al киришманинг концентратсиясининг ортиши билан 3,25 эВ гача камайди. Al қўшилган ZnO юпқа плёнкаларининг бу хусусиятлари уни қуёш батареяси, фотокатализ, газ сенсори ва бошқа кўплаб оптоэлектроник қурилмаларда ва илмий амалий ишларда самарали фойдаланиш учун истиқболли материалларга айлантиради. Ушбу тадқиқот ишида зол – гел чўктириш усули ёрдамида ZnO ва $ZnO:Al$ юпқа плёнкалари синтез қилинди ва уларни физик хоссалари ўрганилди.

Тажриба қисми. ZnO ва $Zn:Al$ киришмали рух оксиди юпқа плёнкалари зол – гел чўктириш усули ёрдамида шиша таглиларга ўстирилди. Тажрига қисмини схематик кўриниши 1-расмда кўрсатилган. Перекурсор сифатида рух асетат ($Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$), эритувчи сифатида изопропил спирти ($CH_3CH(OH)CH_3$), стабилизатор сфатида диетиламин ($C_4H_{11}N$), киришма сифатида алюминий нитрат ($(Al(NO_3)_3) \cdot 9H_2O$) дан фойдаланилган. аралашмасиз ZnO олиш учун қуйидаги жараёнлар амалга оширилди: дастлаб рух асетат (2 грамм) изопропил спиртида (100 мл) эритилди, эрувчанлигини ошириш мақсадида диетиламин томчилатиб (0,75 мл) қўшилди ва магнитли аралаштиргич ёрдамида 60 °C температурада 1500 рад/с тезлик билан шаффоф ранга киргунича аралаштирилди. Бундан ташқари, Алюминий киришмали рух оксиди (AZO) тайёрлаш учун алюминий нитратдан фойдаланилди. Шиша таглик ултратовушли ванна ёрдамида 10 дақиқа давомида этил спиртида ва кейин дистилланган сув билан тозаланди ва уритилди. Шиша тагликларга юпқа плёнкалар ўстириш учун dip-coater (юпқа қопламали намуна тайёрлаш) қурилмасидан фойдаланилди. Тайёрланган плёнкалар эритувчини буғлантириш учун печда 10 дақиқа давомида 500 °C температурада қиздирилган. Структуравий хусусиятлар рентген нурлари диффракцияси (ХРД) ёрдамида ўрганилган. Бундан ташқари, плёнкаларнинг оптик хусусиятлари УВ/ВИС спектрофотометри ёрдамида текширилди.



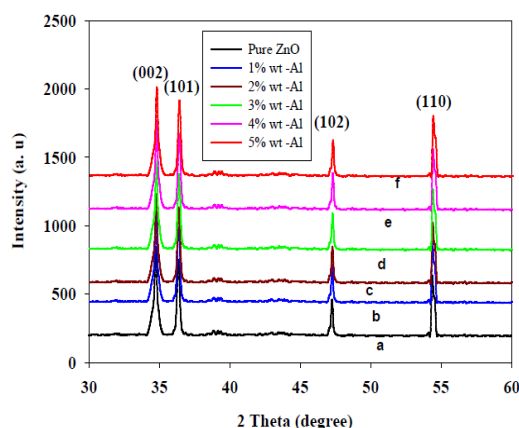
1-расм.

Натижалар ва муҳокама. 2-расмда киришмасиз ҳамда 1 %, 2 %, 3 %, 4 % ва 5 % концентратсияда Al атомлари киритилган ZnO юпқа плёнкалар учун рентген нурлари диффраксия спектрлари кўрсатилган. Диффраксия чўққилари (002), (101), (102) ва (110) бўлиб мос равишда 34,46, 36,19, 47,54, 54,59 бурчакларда кузатилган. Киришмасиз ZnO юпқа плёнкалари (002) текислигида максимум ўсувчи поликристалли олти бурчакли вюрсит тузилишга эга Плёнкаларнинг субкристаллит ўлчами қуйидаги ифода ёрдамида аниқланди.

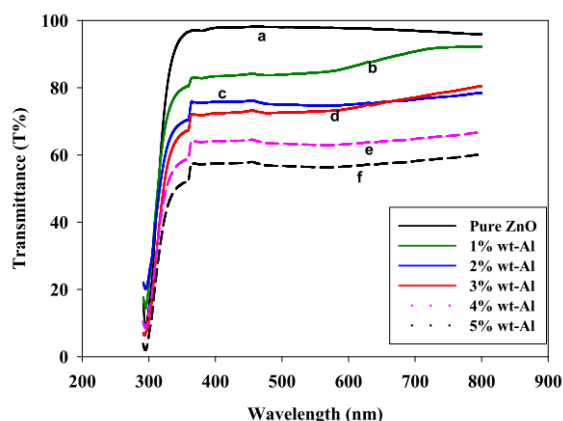
$$D = \frac{0.9\lambda}{\beta \cos\theta} \quad (1)$$

бу ерда λ – рентген нури тўлқин узунлиги (1.5406 Å), θ - (002) чўққига мос келувчи бурчак ва β - барча чўққиларнинг ярим кенглиги.

Ушбу натижалар ёрдамида субкристаллитларнинг ўртача кристалл панжара параметрлари $a = 3,258 \text{ \AA}$ ва $c = 5,2108 \text{ \AA}$ ни эканлиги аниқланди ва Al атомлари киритилганда ZnO юпка плёнкаларининг фаза тузилиши ўзгармади, бу Al атомлари бутун панжара бўйлаб Zn ионлари ўрнини эгаллаганини тасдиқлайди.



2-расм: Киришмасиз ва ҳар хил консентратсиядаги (а-киришмасиз, б- 1%, с-2%, д- 3%, э-4% ва ф-5%) Al киритилган ZnO юпка плёнкалар учун рентген нурлари диффракция спектрлари.



3-расм. Шиша тагликларга ўстирилган соф ва алюминий қўшилган юпка плёнкалар учун оптик ўтказувчанлик спектри.

3-расмда шиша тагликларга ўстирилган киришмасиз ва турли консентратсиядаги Al киришмали ZnO плёнкалари учун оптик ўтказувчанлик спектрлари кўрсатилган. Плёнкаларнинг оптик ўтказувчанлиги вертикал ўққа ёруғлик тўлқин узунлиги горизонтал ўққа жойлаштирилган бўлиб 450 – 650 нм оралиғида ўрганилган. Соф ZnO юпка пленкаларнинг оптик ўтказувчанлиги кўринадиган соҳада 90% дан ошган ва алюминий консентратсияси ортиши билан бу кўрсаткич камайган.

Ўстирилган ZnO юпка плёнкаларнинг таъқиқланган соҳа кенглиги Таус модели ёрдамида қуйидаги ифода орқали аниқланди [4].

$$\alpha h\nu = B(h\nu - E_g)^{1/2} \quad (2)$$

бу ерда α ютилиш коэффитсиентини, $h\nu$ фотон энергиясини, B эса электрон-ковак ҳаракатчанлигига бўғлиқ бўлган ифода олд коэффитсийенти. (2) ифода ёрдамида аниқланган катталиклар 1-жадвалга киритилган.

1-жадвал

$Al \%$	Аралашмасиз	1	2	3	4	5
$\lambda, (nm)$	375	363	364	365	370	373
$E_g (eV)$	3.3	3.41	3.4	3.396	3.35	3.3

Барча AZO плёнкаларининг электр қаршилиги ρ тўрт зонд усули билан ўлчанди. Қуритиш ҳарорати 700 °C гача кўтарилганда электр қаршилиги ρ пасаяди ва кейин ҳарорат ортиши билан электр қаршилиги ортди. 700 °C қуритиш ҳароратида 1% Al қўшилган намуна энг паст қаршиликка ($\rho = 1.85 \times 10^{-2} \Omega cm$) эга бўлди. Заряд ташувчилар контсентратсияси N ва ҳаракатчанлиги μ хона ҳароратида Ван дер Пау усули билан Ҳол установки ёрдамида аниқланди, 1% Al кириришмали ZnO юпка плёнкалари учун заряд ташувчилар консентратсияси $N = 2.50 \times 10^{19} cm^{-3}$, ҳаракатчанлиги $\mu = 13.51 cm^2/Vs$ эканлиги аниқланди. Бу шуни кўрсатадики, AZO юпка плёнкаларидаги 1% контсентратсиядаги Al атомлари 700 °C ҳароратда яхши фаоллашиши билан боғлиқ бўлиши мумкин. Бироқ, ҳарорат яна ҳам ортирилиши билан қаршилик ҳам ортди, бу Al атомларининг юқори ҳароратда тўпланиши билан боғлиқ бўлиши мумкин. 500 ва 700 °C оралиғида қуритилган AZO плёнкаларида заряд ташувчиларнинг ҳаракатчанлиги сезиларли ўзгаришлари кузатилмади.

Хулоса. Киришмасиз ва Al киришмали ZnO плёнкалари зол-гел dip-coater (чўктириш) қурилмасидан фойдаланган ҳолда шиша тагликларга ўстирилди. Қуришти ҳарорати ва Al киришма контсентратсиясининг ZnO юпқа плёнкаларини оптик ва электр хусусиятларига таъсири ўрганилди. Рентгенотифракциявий таҳлил натижаларига кўра киришмасиз ва Al киритилган ZnO юпқа плёнкалари (002) текислигида максимум ўсувчи поликристалли олти бурчакли вюрсит тузилишга эга эканлиги аниқланди. ZnO панжарасида Al атомлари контсентратсияси ортиб бориши билан кристалл ҳажми, панжара константалари камайди. Соф ZnO юпқа плёнкаларнинг оптик ўтказувчанлиги кўринадиган ҳудудда 90% ошди ва Al контсентратсияси ортиши билан бу кўрсаткич камайди. ZnO юпқа плёнканинг тақиқланган соҳа кенлиги Al контсентратсияси ортиши билан 3,408 eV дан 3,32 eV гача камайди. 700 °C қуришти ҳароратида 1% Al қўшилган намуна энг паст қаршиликка ($\rho = 1.85 \times 10^{-2} \Omega cm$) эга бўлди ва 1% контсентратсияли AZO юпқа плёнкани заряд ташувчилар контсентратсияси $N = 2.50 \times 10^{19} cm^{-3}$, ҳаракатчанлиги $\mu = 13.51 cm^2/Vs$ эканлиги аниқланди.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Ü. Özgür, Я. И. Ализов, С. Лиу, А. Теке, М. А. Решников, С. Доған, В. Аврутин, С.-Ж. Чо, анд Х. Моркошд. А comprehensive review of ZnO materials. *Chem. Mater.* 2005, 17, 1217–1248.
2. P. Koralli, S.F. Varol, G. Mousdis, D.E. Mouzakis, Z. Merdan, M. Kompitsas. Comparative Studies of Undoped/Al-Doped/In-Doped ZnO Transparent Conducting Oxide Thin Films in Optoelectronic Applications // *Chemosensors* 2022, 10, 162. <https://doi.org/10.3390/chemosensors10050162S>.
3. Zainabidinov, S.I. Rembeza, E.S. Rembeza and Sh.Kh. Yulchiev. Prospects for the Use of Metal-Oxide Semiconductors in Energy Converters. *Applied Solar Energy*. vol. 55, No. 1, pp. 5–7, 2019.
4. Рембеза С.И. Особенности конструкции и технологии изготовления тонкопленочных металлооксидных интегральных сенсоров газов [Текст] / С.И. Рембеза, Д.Б. Просвирин, О.Г. Викин и др. // *Сенсор.* -2004. - № 1. - С. 20 - 26.
5. W.Y. Zhang, D.K. He, Z.Z. Liu, L.J. Sun, Z.X. Fu. Preparation of transparent conducting Al-doped ZnO thin films by single source chemical vapor deposition // *Optoelectronics and advanced materials – rapid communications* Vol. 4, No. 11, November 2010, p. 1651 - 1654
6. С. Илизан, Й. Саглар, М. Саглар, Препаративон анд чарактеризативон оф ZnO тхин филмс депозитед бй сол-гел спин соатинг метод, Ж. Оптоелектрон. Адв. Матер. 10 1(2008) 2578–2583.
7. С.З. Зайнабидинов, Х.С. Далиев, Ш.Х. Йулчиев, А.Й. Бобоев, Н.Ю. Юнусалиев. Структурные особенности металлооксидных пленок ZnO на основе кремния. Доклады Академии Наук. Республики Узбекистан - Тошкент, 2020, № 3. с. 21-24.
8. Белоусов С.А. Электрофизические свойства металлооксидных пленок SnO_2 , изготовленных по золь-гель технологии [Текст] / С.А. Белоусов, А.А. Носов, Т.Г. Меньшикова, С.И. Рембеза // *Вестник воронежского государственного технического университета.* - 2016. - Т. 12. - № 2. - С. 22-26.
9. Алаа Ж. Гҳаззи, Эмад А, САлман анд Захраа Х., " СтрустурAl Пропертиес оф ZnO Тхин Филмс Препаред Усинг Дифферент Течникуес", *Свифт Жоурнал оф ПхйсисAl Ссиенсес*, 2(1), (2016), 001-004.
10. Х.Ж. Мансуров, Б. Гуломов, М.У. Жумаева, М. Мамиров, М. Исмагуллаева, С. Мамадалиев. Вольтамперная характеристика гетероструктуры $n-ZnO/p-Si$ в фотогальваническом режиме // *Yarimo'tkazgichlar fizikasi va ular asosidagi qurilmalarning zamonaviy muammolari*. Namangan, 2023-yil. 153-155
11. Ш.Х. Йўлчиев и др. Использование пироли-тических металлооксидных пленок для изготовления фотоэлектрических преобразователей энергии. *Вестник Воронежского государственного технического университета.* 2019.т. 15, № 5, С. 72-77
12. Основы золь-гель-технологии нанокмполитов: монография / А. И. Максимов, В. А. Brinker С. J. Sol-Gel Science. The Physics and Chemistry of Sol- Gel Processing / С. J. Brinker, Мошников, Ю. М. Таиров, О. А. Шилова - СПб.: СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2007.
13. М.А.Белих, С.И.Рембеза / Синтез тонких полупроводниковых пленок на основе оксида цинка, легированного алюминием золь-гель методом для изделий микроэлектроники/ Воронеж, 15-22 октября 2019., Андижон.
14. Х.А. Мансуров, А.Й. Бобоев, Х.А. Махмудов. Повышение чувствительности датчика на основе диоксид олова // *Научный вестник НамГУ*, 2021. – № 11. С. 3-7.
15. Х.Ж. Мансуров, Б. Гуломов, М.У. Жумаева, М. Мамиров, М.Исмагуллаева, С.Мамадалиев. Фотоэлектрические свойства гетероструктур $n-ZnO/p-Si$ // *Yarimo'tkazgichlar fizikasi va ular asosidagi qurilmalarning zamonaviy muammolari*. Namangan, 2023-yil. 156-158.

