

ТАБИЙ ГАЗ ВА МЕТАННИ АНИҚЛОВЧИ ЯРИМЎТКАЗГИЧЛИ СЕНСОРЛАР УЧУН МЕТАЛЛ ОКСИДЛАРИ АСОСИДА ГАЗ СЕЗГИР НАНОКОМПОЗИТ ПЛЁНКАЛАР СИНТЕЗИ

Химматуллаев Жахонгир Хикмат ўғли

Самарқанд давлат тиббиёт университети Фармация факультети талабаси

Ёрбекова Севинч Ёқубжон қизи

Самарқанд давлат тиббиёт университети Фармация факультети талабаси

Эшқобилова Мавжуда Эргашбоевна

Самарқанд давлат тиббиёт университети Фармация факультети доценти

Аннотация. Метан сенсорларига бўлган қизиқиш, шубҳасиз, уларнинг экологияда, кимёда ва нефть-газ саноатида техника хавфсизлигини таъминлашда кенг қўлланилишидан келиб чиқади. Ҳозирги вақтда яримўтказгичли сенсорларнинг (ЯЎС) сезгир элементлари сифатида металл оксидлари кенг қўлланилмоқда. Метаннинг яримўтказгичли сенсорининг (ЯЎС-CH₄) газсезгир қатлами сифатида рух, темир, никель, кобальт, индий, кумуш ва бошқа металл оксидларидан фойдаланилган.

Калит сўзлар: Табиий газ, метан, яримўтказгичли сенсорлар, металл оксидлари, газ сезгир нанокөмпозит, плёнка, синтез, рух, темир, никель, кобальт, индий, кумуш ва бошқа металл оксидларидан

Муаммонинг қўйилишига қараб, барқарор хусусиятларга эга бўлган газсезгир плёнкалар турли усулларда олинади. Уларнинг ичида золь-гель технологияси усули энг кўп қўлланилади. Яъни золь-гель технология усулида газ сезгир плёнкалар ишлаб чиқариш яримўтказгичли газ сенсорларининг сезгир элементларини олишдаги энг истиқболли йўналишлардан ҳисобланади. Бу усул, реакция маҳсулотларига кейинги термик ишлов бериш усули билан биргаликда, турли оксидлар асосидаги көмпозит материалларни олишнинг кенг тарқалган усулига айланиб бормоқда. Нанокөмпозит плёнкалар олишда қўлланиладиган золь-гель жараёнининг энг кўп тарқалган варианты асосида алкокси бирикманинг назорат қилинадиган гидролизи ётади. Золь-гель синтезнинг алкоксидли усули прекурсорларнинг (алкоксидларнинг) гидролитик поликөнденсацияси ва





олинган маҳсулотларни куритишга асосланади. Гидролизнинг биринчи босқичида кремний органик бирикмаларининг гидроксил ҳосилалари ҳосил бўлади. Бундай бирикмаларда гидроксил гуруҳи тўғридан-тўғри кремний билан боғланади. Ушбу моддалар поликонденсацияланиш натижасида кремний ва кислород атомларидан тузилган полимер молекулаларининг асосий занжирини ҳосил қилади. Газ сенсорларининг сезгир элементлари учун модификацияланган оксид ёки аралаш оксидли материалларни олишда золь-гель усули бир қатор қулайликларга эга. Золь-гель усули анъанавий равишда плёнкани қоплаш ва термик ишлов бериш усулларида фарқли ўлароқ, оксид тизимларининг структура-фазавий ҳолатини, синтез шароитларини (таркибий қисмлар нисбатларини ва термик ишлов бериш шароитларини) бошқариш орқали ўзгартириш имконини беради. Ушбу усулни амалга ошириш осон, қиммат ва мураккаб ускуналарни талаб қилмайди, паст ҳароратларда олиб борилади, аралашмалар стехиометриясини кафолатлайди ва аралашмаларга кўшиладиган кўшимча бирикмалар миқдорини назорат қилишни таъминлайди; материалнинг қалинлигини, таркибини ва тузилишини назорат қилиш имконини беради.

Золь-гель жараёнида селектив газ сезгир қатламни олиш учун жараёнларнинг кетма-кетлиги ва шароитларига қатъий риоя қилиш зарур ва биринчи навбатда, газга сезгир қатламнинг маълум бир наноструктураси ва хоссаларини сақлаб қолиш учун, унинг таркибини ўзгармасдан сақланиб қолишини таъминлайдиган оптимал шароитларни ишлаб чиқиши талаб қилинади. Шу билан бирга, илмий-техник адабиётда яримўтказгич метан сенсорлари учун газга сезгир бўлган плёнкаларнинг золь-гель синтезини оптималлаштириш бўйича тизимли тадқиқот маълумотлари йўқ. Шунинг учун газга сезгир материалларни олиш соҳасида тадқиқотлар олиб бориш ва нанокөмпозит плёнкаларнинг синтези бўйича тавсиялар ишлаб чиқиш яримўтказувчи метан сенсорини яратиш соҳасидаги истиқболли йўналиш ҳисобланади.

Назорат қилинадиган структура ва хусусиятларга эга бўлган газсезгир қатламни ишлаб чиқиш қуйидаги тартибда амалга оширилиши керак: композицион материалларни олиш шароитларини танлаш; композицион материални морфологик тузилишини аниқлаш; композицион материал асосида





ишлаб чиқилган сенсорларнинг кўрсаткичларини аниқлаш. Бундай қонуниятларни аниқлаш учун композицион материалларнинг хусусиятларини, шу жумладан, шаклланиш жараёни кинетикасини, плёнкаларнинг морфологик тузилишини, унинг электр хусусиятларининг замонавий аналитик ускуналар ёрдамида комплекс ўрганиш талаб этилади.

Плёнка ҳосил қилувчи золь эритмасининг гелга ўтишидаги ҳал қилувчи параметрлари дастлабки эритманинг қовушқоқлиги, электр ўтказувчанлиги ва барқарорлигидан иборат. Шунинг учун золларда маълум структуранинг ҳосил бўлиш жараёни кинетикасини ўрганиш кўпинча дастлабки эритманинг қовушқоқлиги ва электр ўтказувчанлигини назорат қилиш орқали амалга оширилади. Ушбу ишда, эритманинг барқарорлигини аниқлаш учун капилляр вискозиметрдан фойдаланилди. 33-2000 рақамли давлат стандартига кўра, бирикманинг қовушқоқлигини аниқлашнинг қулай усули (вискозиметрик) даражаланган шиша вискозиметрдан фойдаланиб ўзгармас температурада маълум ҳажмли суюқликнинг оқиш тезлигини аниқлашга асосланган. Барча вискозиметрлар учун муайян миқдордаги суюқликнинг капилляр орқали оқиб ўтиш вақти эритманинг кинематик қовушқоқлигига тўғри пропорционалдир. Ишда гидролиз ва конденсация жараёнини кўшимча равишда назорат қилиш, реакция аралашма таркибидаги спирт ва сув миқдорини аниқлаш орқали амалга оширилди. Аралашма таркибидаги сув миқдори Фишер реагенти билан титрлаш орқали аниқланди, спиртнинг миқдори эса газ хроматографияси усулида назорат қилинди.

Гидролизат деб аталадиган–алкоксибирикма, органик эритувчи, сув ва катализатордан (кислотадан) иборат аралашма эритманинг таркиби плёнка ҳосил қилиш хоссасини бир неча соатдан бир неча ойгача барқарор сақлаб қолиши мумкин. Нанокөмпозитларни олиш учун асосий компонентлар аралашмасига ноорганик допант кўшимчалар (масалан, металл тузлари) кўшилади. Уларнинг қуритилиши сезгир ва селектив нанокөмпозитларни олиш имконини беради. Ушбу нанокөмпозитлар металл оксидларини силикат матричасига киритиш натижасида ҳосил бўлади. Бундай жараённинг шароитларини ўзгартириш (харорат, рН, компонентларнинг нисбати, уларнинг концентрацияси ва





бошқалар) наноматериалларнинг фазодаги тузилишини кенг диапазонда бошқаришга имкон беради.

Синтезнинг энг муҳим параметрларига бошланғич материаллар концентрацияси, ҳарорат, рН ва системани аралаштириш усули киради. Шу сабабли тажрибалар давомида, сезувчан ва селектив яримўтказгич плёнкаларни ҳосил қилувчи эритманинг қовушқоқлиги, зичлиги, барқарорлиги ва электр ўтказувчанлигига юқорида келтирилган параметрларнинг таъсири ўрганилди. Тадқиқотлар давомида асосий эътибор барқарор золь эритмасини олиш, золни гель ҳолатига ўтиш ва газга сезгир оксид плёнка олиш босқичларига қаратилди.

Газга сезгир плёнкаларни синтез қилиш учун золь-гель технология жараёнини оптималлаштириш, одатда, кўп факторли тажриба схемасидан фойдаланилган ҳолда эмперик тарзда амалга оширилди. Бунда энг муҳими, тажрибанинг асосий омилларининг дастлабки қийматларини танлаш ва ўзгариш диапазони қийматларини белгилаб олишдан иборат. Бошланғич таркибий қисмларининг моляр нисбати қуйидаги диапазонда ўзгартирилди: $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4:\text{H}_2\text{O}:\text{RON}:\text{HX} = (1-4):(1-40):(1-45):(0,01-0,3)$. Бу ерда RON спирт, HX кислота. Органик эритувчи сифатида алифатик спиртлардан фойдаланилди. Тажрибаларда эритувчи сифатида этанол, пропанол-2 ва изо-бутанол ишлатилди. Бу спиртлар ТЭОС ва допант сифатида ишлатиладиган кўпчилик металл тузларига нисбатан яхши эритувчи бўлиб ҳисобланади. Золнинг гелга айланиш жараёнининг кинетикасини ўрганиш бўйича тажрибаларда ТЭОС:спирт эритмасидаги компонентларнинг нисбати 1: 1дан 1:45 гача ўзгартирилди. Гидролизат таркибидаги ТЭОС: ва спирт нисбатини ўзгартиришга дастлабки эритмага зарур миқдордаги спиртни кўшиш орқали эришилди. Тажрибаларда ўрганилган барча эритмалардаги эритувчи миқдорининг ортиши билан эритманинг қовушқоқлигини пасайиши кузатилди. Гидролизатнинг қовушқоқлигини ўзгариши ТЭОС:спирт нисбатини 1:1 дан 1: 45 гача бўлган оралиғида эритувчи сифатида этанол ишлатилганда 3,10-1,85 сПа, пропанол-2 да 3,20-1,90 сПа ва изобутанолда 3,30 -1,95 сПа оралиғида ўзгариши кузатилди. Спирт/ТЭОС=30 гача бўлган қийматларда қовушқоқликни сезиларли ўзгариши кузатилади. Спирт/ТЭОС нинг 30 дан 45 га ўзгариши натижасида эритманинг қовушқоқлиги жуда кам ўзгарди. ТЭОС:этанол нисбатини 1:1 дан 1:45 гача





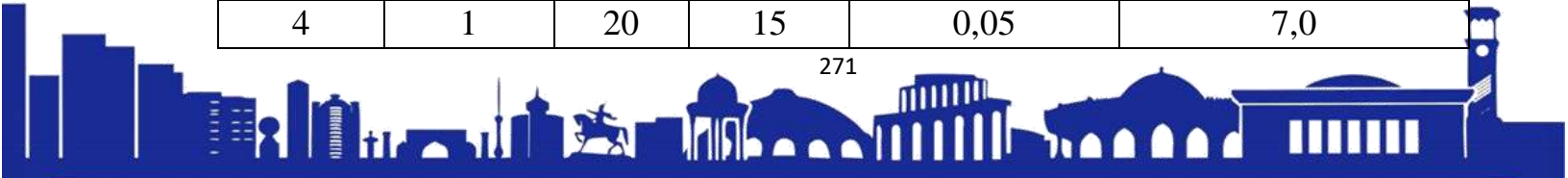
бўлган диапазонда ортиши билан аралашманинг зичлиги (p) 0,9783 дан 0,8350 гача (1,172 мартага) камайиши кузатилди. Бунда зичлик қийматининг сезиларли даражада пасайиши этанол/ТЭОС=30 молгача ўзгарганда кузатилди. Спирт/ТЭОС нисбатини 1 дан 45 гача ортиши билан изопропанолли ва изобутанолли эритмаларнинг зичлиги мос равишда 1,129 ва 1,169 мартага камаяди.

Гидролизатнинг таркибидаги эритувчи (этанолнинг) миқдорининг ўзгариши билан эритманинг барқарорлиги ўзгарди. Тадқиқ қилинган барча эритмаларда (изопропанол ва изобутанол эритмаларида), эритувчи миқдорининг ортиши билан юқоридагига ўхшаш ўзгариш кузатилди, яъни реакцион эритмаларда эритувчи миқдори маълум қийматгача ортиши унинг барқарорлигини ошириш ва гидролиз жараёнини секинлашувига олиб келди. Эритмада алкоголь миқдорининг ортиши унинг барқарорлик даврининг камайишига олиб келади. Этанол эритмасида, ТЭОС:этанол нисбатига қараб эритманинг барқарорлиги 4-18,5 кун оралиғида ўзгаради. Барқарорликнинг максимал қиймати (18,5 кун) ТЭОС/этанол нисбатининг 30-35 га тенг бўлган қийматларига мос келади. ТЭОС:спирт нисбатини 1: 45 гача янада ортиши билан эритма барқарорлигининг қисман (17,5 кунгача) пасайиши кузатилди. Изопропанол эритмаси учун бу параметр ТЭОС:пропанол-2 нисбатига ўзгаришига қараб, 5 дан 20,5 кунгача, изобутанол учун 6-21,5 кунгача бўлган ораликда ўзгарди (4.1-жадвал). Пропанол ва бутанол эритмалари учун энг юқори барқарорлик, ТЭОС:спирт нисбати тегишлича, 1:35 ва 1:40 оралиғига мос келди.

1-жадвал.

ТЭОС-Н₂О-спирт-НСl аралашмасининг барқарорлигига эритувчи таркиби ва миқдорининг таъсири.

Т/р	Эритма компонентларининг нисбати, моль				Барқаралиги суткаларда
	ТЭОС	Н ₂ О	спирт	НСl	
Этанол					
1	1	20	1	0,05	4,0
2	1	20	5	0,05	5,0
3	1	20	10	0,05	6,0
4	1	20	15	0,05	7,0

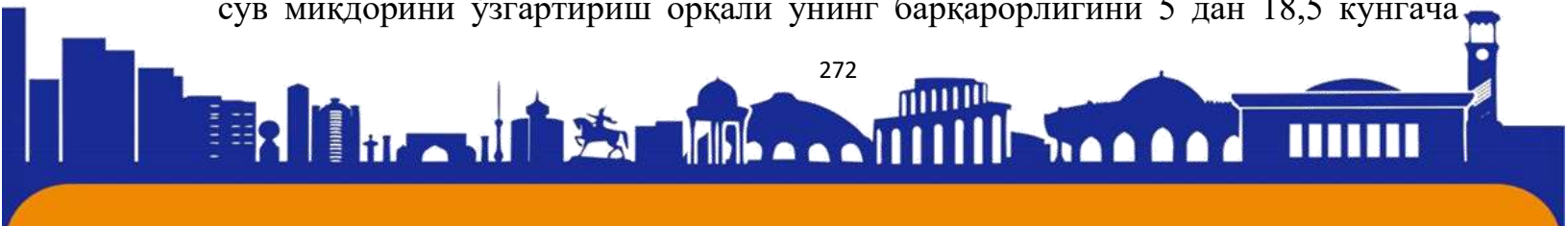




ISSN (E): 2181-4570 RESEARCHBIB IMPACT FACTOR: 6,4 / 2023 SJIF(2023)-3,778; 2024: 5.073
VOLUME-2, ISSUE-2

5	1	20	20	0,05	12,0
6	1	20	25	0,05	15,0
7	1	20	30	0,05	18,5
8	1	20	35	0,05	18,5
9	1	20	40	0,05	18,0
10	1	20	45	0,05	17,5
Изо-пропанол					
1	1	20	1	0,05	5,0
2	1	20	5	0,05	7,0
3	1	20	10	0,05	9,0
4	1	20	15	0,05	12,0
5	1	20	20	0,05	16,0
6	1	20	25	0,05	18,5
7	1	20	30	0,05	19,5
8	1	20	35	0,05	20,5
9	1	20	40	0,05	20,5
10	1	20	45	0,05	20,0
Изо-бутанол					
1	1	20	1	0,05	6,0
2	1	20	5	0,05	7,5
3	1	20	10	0,05	9,5
4	1	20	15	0,05	13,0
5	1	20	20	0,05	16,5
6	1	20	25	0,05	19,0
7	1	20	30	0,05	20,5
8	1	20	35	0,05	21,0
9	1	20	40	0,05	21,5
10	1	20	45	0,05	21,5

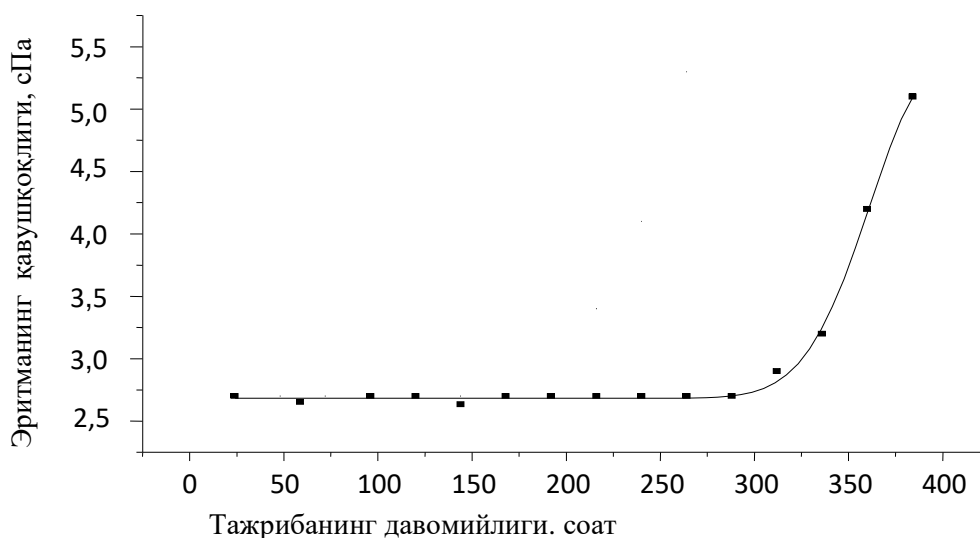
Спиртнинг молекуляр оғирлигини этанолдан бутанолгача ортиши билан эритманинг гелга ўтиш муддати 18,5 дан 21,5 кунгача ортди. Эритма таркибидаги сув миқдорини ўзгартириш орқали унинг барқарорлигини 5 дан 18,5 кунгача





оширишга эришилди. Энг оптимал нисбат $H_2O/TЭОС=20$ бўлиб, бундай нисбатда эритманинг юқори барқарорлиги ва допантнинг тўлиқ эриши таъминланди.

Силикат матрицаси таркибига Zn, Fe, Co, Ni, In, Ag ва бошқа оксидларнинг киритилиши ёнувчан газларнинг кимёвий сенсорлари учун сезgirлиги ва селективлиги юқори бўлган газсезgir нанокмпозитларни олиш имконини беради. Ушбу металл оксидларига асосланган газсезgir материаллар истикболли лекин кам ўрганилган. Тажрибалар давомида, ZnO таркибли допант асосида ТЭОС иштирокида юпқа плёнканинг шаклланиш жараёни батафсил кўриб чиқилди. Тажрибаларда икки марта ҳайдаб тозаланган ТЭОС ва этил спирти ишлатилди. Металл оксиди манбаи сифатида рух хлориди ($ZnCl_2$)дан фойдаланилди. Газга сезgir юпқа қаватли плёнкаларнинг синтези уч босқичда амалга оширилди. Биринчи босқичда, хона ҳароратида, 30 минут давомида тетраэтоксисилан ва этанолнинг алмашилиш жараёни амалга оширилди. Шундай қилиб, ТЭОС: $H_2O:C_2H_5OH:HCl=1:20:30:0,05$ таркибли эритмага ZnO нинг $SiO_2/ZnO=2$ нисбатида қўшилиши унинг қовушқоқлигини ортиши ва барқарорлигининг камайишига олиб келади. Допант сақлаган эритмалар қовушқоқлигининг вақт давомида ўзгариши 4.1-расмда келтирилган.



4.1-расм. $ZnCl_2$ сақлаган эритма қовушқоқлигининг тажриба давомийлигига боғлиқлиги



4.1-расмдан допант сақлаган эритма қовушқоқлигини маълум барқарорлик даври бўлишини кўрамыз.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Abdurakhmanov Ergashboy. Eshkobilova Mavjuda. Zol-gel synthesis of nanocomposites and gaseous materials. The International Conference on “Energy-Earth-Environment-Engineering”. стр 84-85. 2023 Tashkent, Uzbekistan

2. Метаннинг аниқловчи ТЯГ-СН₄ газ анализаторнинг метрологик тавсифларига турли омилларнинг таъсири. Толибов А. А Шукурова Д. Б Абдурахмонов Э. Эшкobilова М. Э Эгамов У. RESEARCH FOCUS | VOLUME 2 | ISSUE 11 | 2023 ISSN: 2181-3833.

3. ИС ГАЗИ ВА МЕТАННИНГ НАЗОРАТИ УЧУН СЕЛЕКТИВ СЕНСОР ВА СИГНАЛИЗАТОРЛАР ЯРАТИШ. Эшкobilова М.Э. Абдурахманов Э EFT VA GAZ SOHASIDA KADRLAR TAYYORLASH SIFATINI OSHIRISHDA TA'LIM VA ISHLAB CHIQRISH KLASTERINING AHAMIYATI стр 495-499 Qarshi-2023

4. Gulomovna, S. X., Ergashboyevna, E. M., & Ergashboy, A. (2020). Range of measuring of base error of selective thermocatalytical sensor on methane. *European science review*, (1-2), 140-143.

5. Eshkobilova, M. E., Xodieva, N., & Abdurakhmanova, Z. E. (2023). Thermocatalytic and Semiconductor Sensors for Monitoring Gas Mixtures. *World Journal of Agriculture and Urbanization*, 2(6), 9-13.

6. Kholmirezayev, F. F., Eshkobilova, M. E., Urokov, D. M., & Abdurakhmanov, E. (2018). The influence of temperature on the sensitivity of a semiconductor methane sensor. In *Materials of the Republican conference "Development of analytical chemistry in Uzbekistan"*. Tashkent (pp. 78-81).

7. Эшкobilова, М. Э., Эгамов, У. Б. Ў., Толибов, А. А. Ў., Шукурова, Д. Б., & Абдурахмонов, Э. (2023). МЕТАННИ АНИҚЛОВЧИ ТЯГ-СН₄ ГАЗ АНАЛИЗАТОРИНИНГ МЕТРОЛОГИК ТАВСИФЛАРИГА ТУРЛИ ОМИЛЛАРНИНГ ТАЪСИРИ. *Research Focus*, 2(11), 17-22.

8. Eshkabilova, M., Abdurakhmanov, I. E., Muradova, Z., Abdurakhmanov, E., & Abdurakhmanova, Z. (2022, December). Development of selective gas sensors using



nanomaterials obtained by sol-gel process. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2388, No. 1, p. 012155). IOP Publishing.

9. Er, A. I. (2022). STUDY OF REGULARITIES OF FORMATION SEMICONDUCTOR GAS-SENSITIVE FILMS BASED ON OXIDES OF METALLS TI, ZN AND W. *Universum: химия и биология*, (2-2 (92)), 43-46.

10. Abdurakhmanov, E., Eshkabilova, M. E., Muminova, N. I., Sidikova, K. G., & Pardaeva, S. M. (2022). Template Synthesis of Nanomaterials based on Titanium and Cadmium Oxides by the Sol-Gel Method, Study of their Possibility of Application As A Carbon Monoxide Sensor (II). *Journal of Pharmaceutical Negative Results*, 1343-1350.

11. Эшқобилова, М. Э., & Насимов, А. М. (2019). Газоанализатор (ТПГ-сн4) для мониторинга метана на основе термokatалитических и полупроводниковых сенсоров. *Universum: химия и биология*, (6 (60)), 17-20.

12. Ergashboyevna, E. M., Gulomovna, S. X., & Ergashboy, A. (2019). Selective thermocatalytic sensor for natural gas monitoring. *Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*, (9-10), 49-51.

13. КРЕМНИЙЛИ ҒОВАК МАТЕРИАЛАРНИНГ СИНТЕЗИ ВА УЛАРНИНГ ХУСУСИЯТЛАРИНИ ЎРГАНИШ. Сидикова Х.Г. . Абдурахманов Э., Султанов М.М., Эшқобилова М.Э. О‘ЗБЕКISTON MILLIY UNIVERSITETINING ILM-FAN RIVOJI VA JAMIYAT TARAQQIYOTIDA TUTGAN O‘RNI 450-451. ТОШКЕНТ

14. Creation of Selective Sensors and Alarms for Monitoring Carbon Dioxide and Methane Z Abdurakhmanova. M Eshkabilova *World Journal of Agriculture and Urbanization* 9-13 Amerika

15. Gazlar tarkibidan uglerod (II) oksidini nazorati uchun yarimo‘tkazgichli sensor yaratish Abduraxmanov E. Eshkobilova M.E., Sidiqova X.G‘., Smanova Z.A “Fan va ta’lim integratsiyasi” jurnali 43-57 SAMARQAND

