

**САМАРҚАНД ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ФАЛСАФА ДОКТОРИ ИЛМИЙ ДАРАЖАСИНИ БЕРУВЧИ  
PhD. 03/30.12.2019.К.02.05 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТЕРМИЗ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**ЭШКАРАЕВ САДРИДИН ЧОРИЕВИЧ**

**СУРХОНДАРЁ ВИЛОЯТИ ТУПРОҚЛАРИ ТАРКИБИДАГИ ЦЕЗИЙ-137  
ВА СТРОНЦИЙ-90 РАДИОНУКЛИДЛАРИНИ БЕТА ВА ГАММА  
НУРЛАНИШЛАР АСОСИДА АНИҚЛАШНИНГ РАДИОМЕТРИК-  
СПЕКТРОМЕТРИК УСУЛИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

**02.00.02 – Аналитик кимё**

**КИМЁ ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)  
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

**Самарқанд – 2020**

УДК:543.34:543.422.3

**Кимё фанлари бўйича фалсафа (PhD) доктори диссертацияси  
автореферати мундарижаси**  
**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по  
химическим наукам**  
**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD) on  
chemical sciences**

**Эшкараев Садридин Чориевич**

Сурхондарё вилояти тупроқлари таркибидаги цезий-137 ва стронций-90  
радионуклидларини бета ва гамма нурланишлар асосида аниқлашнинг  
радиометрик-спектрометрик усулини ишлаб чиқиш..... 3

**Эшкараев Садридин Чориевич**

Разработка радиометрическо-спектрометрического метода определения  
радионуклидов цезия-137 и стронция-90 на основе бета и гамма-излучений  
в почвах Сурхандарьинской области ..... 21

**Eshkaraev Sadridin Chorievich**

Development of radiometric-spectrometric method for the determination of  
radionuclides of cesium-137 and strontium-90 based on beta and gamma  
radiation in soils of Surkhandarya region..... 37

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ  
List of published works..... 40

**САМАРҚАНД ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ФАЛСАФА ДОКТОРИ ИЛМИЙ ДАРАЖАСИНИ БЕРУВЧИ  
PhD.03/30.12.2019.К.02.05 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТЕРМИЗ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**ЭШКАРАЕВ САДРИДИН ЧОРИЕВИЧ**

**СУРХОНДАРЁ ВИЛОЯТИ ТУПРОҚЛАРИ ТАРКИБИДАГИ ЦЕЗИЙ-137  
ВА СТРОНЦИЙ-90 РАДИОНУКЛИДЛАРИНИ БЕТА ВА ГАММА  
НУРЛАНИШЛАР АСОСИДА АНИҚЛАШНИНГ РАДИОМЕТРИК-  
СПЕКТРОМЕТРИК УСУЛИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

**02.00.02 – Аналитик кимё**

**КИМЁ ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)  
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

**Самарқанд – 2020**

Кимё фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2020.2.PhD/К305 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Термиз давлат университетиде бажарилган.  
Диссертация автореферати уч тилда (Ўзбек, рус, инглиз (резюме) Илмий кенгаш веб-саҳифада www.samdu.uz манзилига ҳамда «ZiyoNET» ахборот-таълим порталида (www.ziynet.uz) манзилига жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:** Тураев Хайит Худайназарович  
кимё фанлари доктори, профессор

**Расмий оппонентлар:** Қулматов Рашид Анорович  
кимё фанлари доктори, профессор

Султонов Марат Мирзаевич  
кимё фанлари доктори

**Ётакчи ташкилот:** Ўзбекистон Миллий университети


Диссертация химояси Самарқанд давлат университети ҳузуридаги PhD.03/30.12.2019.К.02.05 рақамли Илмий кенгашнинг "30" 04 2020 йил соат "10:00" даги мажлисида бўлиб ўтди. (Манзил: 140104, Самарқанд ш., Университет хиебони, 15-уй, физика-кимё биноси, 3-қават, 305-хона. Тел.: (+99866) 239-11-40; факс: (+99866) 239-11-40; E-mail: devonxona@samdu.uz).


Диссертация билан Самарқанд давлат университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (43 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 140104, Самарқанд ш., Университет хиебони, 15-уй, Ахборот-ресурс маркази. Тел.: (+99866) 239-11-51)

Диссертация автореферати 2020 йил «22» 07 куни тарқатилган.  
(2020 йил «22» 07 даги 6 - рақамли реестр баённомаси)



  
А. М. Насимов  
Илмий даражалар берувчи  
Илмий кенгаш раиси,  
т.ф.д., проф.

  
Ш. М. Сайиткулов,  
Илмий даражалар берувчи  
Илмий кенгаш котиби, к.ф.н., доц.

  
З. А. Абдурахманов,  
Илмий даражалар берувчи  
Илмий кенгаш қошидаги  
Илмий семинар раиси, к.ф.д., проф.

## **КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)**

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Бугунги кунда бутун дунёда табиий муҳитни радиометрик мониторинг қилиш бўйича кенг қўламли илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Олимларнинг маълумотларига кўра, инсоннинг бутун умри давомида табиий радиация манбаларидан оладиган нурланишининг улуши ўртача 87 фоизни ташкил этади, қолган 13 фоизини эса инсон ўзи яратган манбалардан қабул қилади. Ривожланган давлатлар ҳар йили миллиардлаб доллар маблағларни радиоактив чиқиндиларни утилизация қилишга сарфлашмоқда. Шунинг учун бугунги кунда табиий муҳитни радиометрик мониторинг қилиш муҳим аҳамиятга эга. Мониторинг учун эса оптимал, юқори самарадорликка эга ва натижавийлик берадиган радиометрик аниқлаш усуллари зарур.

Жаҳонда олиб борилаётган илмий изланишларда экологик объектлардаги радионуклидларни аниқлаш усуллари ишлаб чиқиш бўйича бажарилаётган кенг қўламли тадқиқотлар уларни аниқлаш чегарасини камайтиришга, макро ва микрокомпонентларнинг таъсирини йўқ қилишга ёки сезиларли даражада камайтиришга, анализнинг тўғрилиги ва аниқлигини оширишга имкон беради. Табиий объектлар таркибидаги радионуклидларни аниқлашда асосан куйи фонли радиометрия, бета-спектрометрия ва масс-спектрометрия усулларидан фойдаланилади. Шунинг учун радионуклидларни аниқлашнинг самарали радиометрик-спектрометрик усулларни ишлаб чиқиш бугунги кунда долзарб муаммолардан ҳисобланади.

Республикамизда инновацион технологияларни тадбиқ этиш орқали sanoat объектларини юритишнинг илмий асосланган тизими ва атроф-муҳитни муҳофаза қилишнинг чора-тадбирларини амалга оширишга катта эътибор қаратилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида<sup>1</sup> «Маҳаллий хомашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида, юқори қўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришни янада жадаллаштириш, сифат жиҳатдан янги маҳсулот ва технология турларини ўзгартиришга» қаратилган муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада республикамизда табиий объектлардаги радионуклидларни самарали, тезкор ва иқтисодий жиҳатдан арзон аниқлаш усуллари ишлаб чиқиш муҳим аҳамиятга эга.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги ПФ-4947-сонли Фармони, 2019 йил 3 апрелдаги «Кимё sanoatини янада ислоҳ қилиш ва унинг инвестициявий жозибadorлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ПҚ-4265-сонли Қарори ва 2019 йил 10 сентябрдаги №565-сонли “Атом энергиясини тинчлик мақсадида қўллаш тўғрисида” ги Ўзбекистон Республикаси Қонуни ижросини таъминлашда ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти натижалари муайян даражада хизмат қилади.

<sup>1</sup> Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига боғлиқлиги.** Мазкур тадқиқот Республика фан ва технологиялар ривожланишининг VII. Кимё, кимёвий технологиялар ва нанотехнологиялар устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Ривожланган давлатларда радионуклидлар: радон, радий, торий, уран, плутоний, цезий, стронций ва бошқаларни радиометрик усулда аниқлаш кенг қўлланилмоқда. Лекин радионуклидларни радиометрик аниқлаш бизнинг мамлакатимизда кам ўрганилган. Бугунги кунда Республикаимизда факультетда вазиятлар вазирлиги ва унинг қуйи тизимлари сезгирлиги ва танлаб таъсир этувчанлиги паст бўлган портатив радиометрлар ёрдамида радиометрик назорат олиб боришмоқдалар. Атроф-муҳитдаги радионуклидларнинг бета ва гамма нурланишларини рухсат этилган концентрацияларда аниқлаш, назорат ва мониторинг қилиш учун юқори сезгир ва юқори самарадор усулларга талаб ортиб бормоқда ва бу долзарб муаммо ҳисобланмоқда. Шунингдек, радиометрик аниқлаш усули инсон ва бошқа тирик организмларга зарарсиз бўлиши керак.

Шуни таъкидлаш лозимки, атроф-муҳитдаги радионуклидлар миқдорини аниқлаш бўйича бир қатор муаллифлар: Ю.А.Золотов, А.М.Чугаев, А.П.Черняев, Б.П.Черняго, А.Н.Уваров, Л.П.Рихванов, Ю.П.Попов, Ю.В.Робертус, А.В.Пузанова, Entony V.Nero, V.K.Kaltover, А.А.Гарибов, А.Ж.Микаилова, U.Sansone, K.K.Chang, R.Schorn, J.E.Moerlins, F.Lietman ва бошқа қатор олимларнинг радиометрик-спектрометрик анализга қўшган ҳиссаси салмоқли эканлигини айтиб ўтиш лозим.

Бу олимлар сафида Республика ва Марказий Осиёда турли хил радионуклидларни аниқлаш учун нейтрон-активация анализи йўналишида ўз мактаби ва ўрнига эга бўлган ўзбек олимлари, академиклар Ш.Т.Толипов ва А.Ғ.Ғаниевни, олимлар А.А.Кист, Р.А.Қулматов, Х.Х.Тўраев, У.Худойбергенов ва бошқаларни ҳам қўшиш мумкин.

Юқоридаги фикрларнинг барчаси тупроқдаги радионуклидларни аниқлаш ва уларни экоаналитик амалиётда қўллаш имконини берувчи кенг қўламдаги илмий-тадқиқотлар олиб бориш учун замин бўлиши мумкинлиги ҳақида далолат беради.

**Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.**

Диссертация тадқиқоти Термиз давлат университети илмий-тадқиқот ишлари режасининг А-12-ФҚ-17926-сонли “Замонавий ядро-физикавий методлар ёрдамида гидрометаллургия корхоналари чиқинди эритмалари таркибдаги нодир металлларни концентрлаш ва ажратиш (2012-2016)”, Ф-7-28 «Тўртламчи азот ва фосфор бирикмалари асосида бинар экстрагентлар синтези ва уларнинг нодир металллар билан координацион бирикмалари» (2012-2016) ва ОТ-Ф7-34 «Комплекс ҳосил қилувчи полифункционал ионитлар синтези ва улар ёрдамида баъзи d-металлларни ажратишнинг назарий асослари» (2017-2020) мавзуларидаги амалий ҳамда фундаментал лойиҳалар доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** Сурхондарё вилояти тупроқларидаги цезий-137 ва стронций-90 радионуклидларини бета- ва гамма-нурланишлар асосида радиометрик-спектрометрик аниқлаш усулини ишлаб чиқиш ҳамда бу радионуклидларнинг Сурхондарё вилояти тупроқларидаги тарқалишини аниқлашдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

тупроқ таркибидаги цезий-137 ва стронций-90 радионуклидларини бета- ва гамма-нурланишлар асосида радиометрик-спектрометрик аниқлаш усулини ишлаб чиқиш;

цезий-137 ва стронций-90 радионуклидларини бета- ва гамма-нурланишлар асосида радиометрик-спектрометрик аниқлаш усулининг аналитик параметрларини баҳолаш;

ишлаб чиқилган усулни лаборатория шароитида синовдан ўтказиш ва турли табиий объектлар анализида қўллашнинг мақбул шароитларини аниқлаш;

Сурхондарё вилояти тупроқларидаги цезий-137 ва стронций-90 радионуклидларининг тарқалиш ва кўчиш қонуниятларини аниқлаш;

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида цезий-137 ва стронций-90 радионуклидларининг стандарт намуналари, Сурхондарё вилоятидаги собик қишлоқ хўжалик аэродромлари, минерал ўғитлар, заҳарли кимёвий моддалар омборлари ҳамда заҳарли кимёвий моддалар қабристонлари каби 12 та нуқталаридан тупроқ намуналари олинган.

**Тадқиқотнинг предмети** Сурхондарё вилояти тупроқларидаги цезий-137 ва стронций-90 радионуклидларини бета- ва гамма-нурланишлар асосида МКГБ-01 радиометр-спектрометри ёрдамида радиометрик-спектрометрик аниқлаш жараёнларидан иборат.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Тадқиқот усуллари сифатида радиометрик, спектрометрик, масс-спектрометрик ҳамда олинган маълумотларни статистик қайта ишлаш усулларидан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** куйидагилардан иборат:

илк бор тупроқ таркибидаги цезий-137 ва стронций-90 радионуклидларини бета- ва гамма-нурланишлар асосида радиометрик-спектрометрик аниқлаш усули ишлаб чиқилган;

тупроқ таркибидаги цезий-137 ва стронций-90 радионуклидларини МКГБ-01 радиометри билан аниқлашнинг мақбул шароитлари аниқланган;

ишлаб чиқилган усул ёрдамида тупроқ таркибидаги цезий-137 радионуклиди  $(0,5 - 2) \cdot 10^4$  Бк/кг ва стронций-90 радионуклиди  $(0,3 - 1,5) \cdot 10^4$  Бк/кг чегарасида аниқланган;

ишлаб чиқилган усулнинг тўғрилиги ва такрорланувчанлиги, радионуклидлар миқдорини аниқлаш чегаралари масс-спектрометрия усули билан метрологик баҳоланган, цезий-137 ва стронций-90 радионуклидларининг Сурхондарё вилояти тупроқларида тарқалиш ҳамда кўчиш шакллари аниқланган.

**Тадқиқотнинг амалий натижаси** куйидагилардан иборат:

тувроқ таркибидаги цезий-137 ва стронций-90 радионуклидларини радиометрик-спектрометрик аниқлашнинг сезгир, тезкор, иқтисодий жиҳатдан арзон, танловчан усули ишлаб чиқилган;

Атроф-муҳит объектлари (тувроқ, атмосфера ҳавоси, табиий ва оқова сувлар) даги цезий-137, стронций-90 ва бошқа радионуклидларни МКГБ-01 радиометри билан аниқлашнинг мақбул шароитлари аниқланган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги** радиометрия, спектрометрия, масс-спектрометрия каби замонавий физик-кимёвий усуллар билан тасдиқланган. Хулосалар математик статистика усуллари билан қайта ишланган ва тажриба натижалари асосида таҳлил қилинган.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.**

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти тувроқ, атмосфера ҳавоси, табиий ва оқова сувларнинг цезий-137 ва стронций-90 радионуклидлари билан радиоактив зарарланишини радиометрик-спектрометрик аниқлаш таклиф қилингани билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ишлаб чиқилган усул цезий-137, стронций-90 ва бошқа радионуклидларни радиометрик-спектрометрик аниқлашни ҳавода, табиий ва оқова сувларда, АЭС атрофи мониторингида қўллаш имконини беради. Шунингдек, ишлаб чиқилган аниқлаш усули келажақда атроф-муҳит мониторингида радиологик картография ва дронлар ёрдамида масофавий зондлаш асбобларида ишлатишга хизмат қилади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Тувроқ таркибидаги цезий-137 ва стронций-90 радионуклидларини радиометрик-спектрометрик аниқлаш усулини ишлаб чиқиш бўйича илмий тадқиқотлар натижаларига асосан:

радионуклидларни радиометрик-спектрометрик аниқлаш усули А-12-ФҚ-17926-рақамли “Замонавий ядро-физикавий методлар ёрдамида гидрометаллургия корхоналари чиқинди эритмалари таркибидаги нодир металлларни концентрлаш ва ажратиш” мавзусидаги лойиҳада нодир металлларнинг радионуклидларини аниқлашда фойдаланилган (Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2020 йил 17 июндаги 89-03-2097-сонли маълумотномаси). Натижада гидрометаллургия корхоналари чиқинди эритмалари таркибидаги нодир металлларни радиометрик аниқлаш имконини берган.

тувроқ таркибидаги цезий-137 ва стронций-90 радионуклидларини радиометрик-спектрометрик аниқлаш усули “Олмалиқ КМК” АЖ корхонасида амалиётга жорий қилинган («Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖ нинг 2020 йил 22 июндаги АА №004788-сонли маълумотномаси). Натижада ишлаб чиқилган усул тувроқдаги цезий-137 ни  $(0,5 - 2) \cdot 10^4$  Бк/кг ва стронций-90 ни  $(0,3 - 1,5) \cdot 10^4$  Бк/кг чегарасида аниқлаш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Тадқиқот натижалари 5 та илмий-амалий конференцияларда маъруза қилинган ва муҳокамадан ўтказилган, шулардан, 3 та халқаро ва 2 та Республика илмий-амалий конференцияларидир.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича жами 13 та илмий иш чоп этилган, Ўзбекистон Республикаси Олий



аттестация комиссиясининг фалсафа доктори (PhD) диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган нашрларида 3 та, жумладан 2 та мақола Республикада ва 1 та илмий мақола халқаро журналларда нашр этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловадан иборат. Диссертациянинг ҳажми 99 бетни ташкил этган.

### ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти асосланган, тадқиқот мақсади ва вазифалари ҳамда объект ва предметлари тавсифланган, Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияси тараққиётининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг назарий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот натижаларини жорий қилиш рўйхати, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг биринчи «**Тупроқ таркибидаги радионуклидларни аниқлаш усуллари**нинг замонавий ҳолати» бобида табиий атроф-муҳитда радионуклидларнинг тарқалиши, радиоактив нурланишлар турлари метрологик тавсифлари, радионуклидларнинг тупроқда ҳосил бўлиши ва кўчиши, табиий ва сунъий радионуклидлар ҳамда радионуклидларни радиометрик-спектрометрик усулларда аниқлашга бағишланган адабиётлар шарҳи берилган. Инсон ва бошқа тирик организмларга радионуклидларнинг салбий таъсири ўрганилган.

Диссертациянинг иккинчи «**Тупроқдаги радиометрик тадқиқотларда қўлланилган асбоб-ускуналар ва материаллар**» бобида тадқиқотларни бажариш учун керак бўлган жиҳозлар, тадқиқот усуллари, стандарт ва ишчи эритмаларни тайёрлаш усуллари, намуналар танлаш ва уларни тайёрлаш усуллари келтирилган. Тадқиқотларни муваффақиятли ўтказиш учун аналитик, экологик ва оптик таҳлил усуллари

нинг барча талабларига жавоб берадиган замонавий асбоб-ускуналар ва жиҳозлар ишлатилган. Тадқиқотларда олинган маълумотларни жаҳон илмий адабиётларида маълум бўлган математик қайта ишлашнинг асосий усуллари, шунингдек, ишлаб чиқилган усулларнинг сифатини баҳоловчи мезон ҳисобланувчи сезгирлик - радионуклидлар миқдорини аниқлашнинг қуйи чегараларини аниқлаш йўллари келтирилган.

Учинчи «**Сурхондарё вилояти тупроқларидаги цезий-137 ва стронций-90 радионуклидлари активликларини бета- ва гамма-нурланишлар асосида радиометрик-спектрометрик аниқлаш усулини ишлаб чиқиш ва аналитик баҳолаш**» бобида тупроқ таркибидаги цезий-137 ва стронций-90 радионуклидларини аниқлашнинг радиометрик-спектрометрик усулини ишлаб чиқиш, аниқлашнинг оптимал шароитини аниқлаш, калибровка, фонн аниқлаш, ишлаб чиқилган усулнинг метрологик тавсифлари ҳамда уларни қўллаш имкониятларини ўрганиш натижалари келтирилган.



1-расм. МКГБ-01 “РАДЭК” спектрометр-радиометрининг йиғилган ҳолати



2-расм. Гамма-нурланиш детекторлаш блоклари (БДЕГ-63, БДЕГ-80, БДЕГ-150)

Тадқиқотлар статик усулда Сурхондарё вилоятининг 12 нуктасидан танлаб олинган тупроқ намуналарида олиб борилди. Стандарт ва синов тупроқ намуналаридаги цезий-137 ва стронций-90 радионуклидлари активлигини радиометрик-спектрометрик анализ усулида аниқланди. Радионуклидларнинг солиштирма ва ҳажмий активлиги ( $\alpha_{ст}$  ва  $\alpha_{кн}$ ) стандарт ва синов намуналарининг активлиги фарқидан топилди. Анализ давомийлиги – 40 минут, радионуклидларнинг умумий активлиги «ASW» дастури асосида автоматик ҳисобланди. Олинган натижалар «Ўзстандарт» агентлиги томонидан олинган стандарт намуналар натижалари билан солиштирилди ва тупроқдаги цезий-137 ва стронций-90 радионуклидлар активлигини радиометрик-спектрометрик аниқлашнинг оптимал шароити топилди (1-жадвал).

1-жадвал

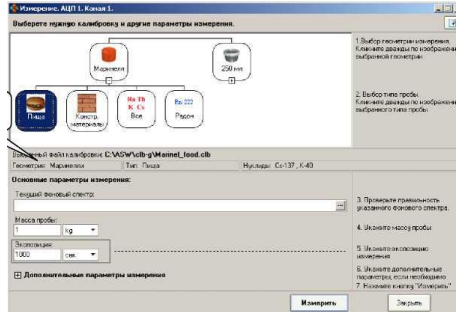
**Аниқлашнинг оптимал шароити**

№	Ўлчанаётган катталиклар	Қиймати
1	Спектрометрнинг аниқлаш ҳатолиги	$\pm 10\%$ ( $P=0.95$ ) дан ошмайди
2	Ҳисоб намунасидаги зичлик қиймати	0,2 дан 2 г/см <sup>3</sup> гача
3	Ўлчаш вақти	2400 с (40 мин)
4	Аниқлаш сезгирлиги	0,64 имп/с·бкл
5	Детекторлаш блоки	БДЕГ-80
6	Ўлчов идиши	«Маринелли»
7	Цезий-137 учун ўлчаш диапазони	$0,5-2 \cdot 10^4$ бкл/кг
8	Стронция-90 учун ўлчаш диапазони	$0,3-1,5 \cdot 10^4$ бкл/кг

**Радиометрни даражалаш.** Радиометрнинг NaI (Тl) ли энергия детекторини даражалашда RGK-1 сертификатланган стандарт намунадан фойдаланилди. Бунинг учун қуйидаги гамма-спектр чизиқлари: Pb-214 (352 кэВ), Bi-214 (609 кэВ), K-40 (1460 кэВ) ва Tl-208 (2615 кэВ) танлаб олинди. Даражалаш учун радиометрнинг «ASW» дастурида ўлчаш параметрлари, яъни ўлчаш идиши ва намуна тури 3- ва 4-расмлардаги каби танланади:

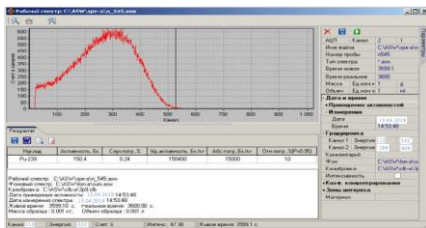


**3-расм. МКГБ-01 радиометрини даражалашда ўлчаш параметрларини танлаш**



**4-расм. Намуна оғирлиги, спектр канали, ўлчаш вақтини танлаш**

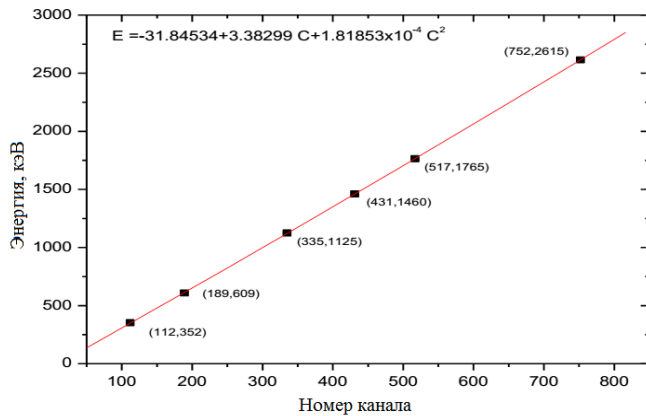
Радиометр 1000 с давомиди танланган радионуклидларнинг активлигини ўлчайди ва экранга ўлчаш натижаларини чиқаради (5-расм).



**5-расм. МКГБ-01 радиометрини “ASW” дастури ёрдамида автоматик даражалаш натижалари**

**2-жадвал NaI (Тl) ли детекторни даражалашда ҳисоблаш учун доимий энергия қийматлари**

Параметрлар	Қиймати
$E_0$	$-31,84534 \pm 578857$
B	$3,38299 \pm 0,03104$
A	$1,81853 \cdot 10^{-4} \pm 3,5325 \cdot 10^{-5}$



**6-расм. Радионуклидлар активлигининг энергия каналлари рақамига мослиги**

“ASW” дастури (1) формула асосида гамма-спектр каналлари энергияларини куйидаги формула бўйича автоматик равишда ҳисоблайди;

$$E = E_0 + BC + AC^2 \quad (1)$$

Бу ерда,  $E_0$ ,  $B$  и  $A$  – доимий катталиклар.

2-жадвалдаги доимий қийматлар асосида радионуклидлар энергияси тегишли спектр каналларида (1) формула билан ҳисобланди ва натижалар 6-расмда радионуклидлар активлигининг энергия каналлари рақамига боғлиқлик графигига қўйилган.

6-расмдан кўриниб турибдики, ҳар бир канал рақами ортиши билан уларнинг энергияси ҳам пропорционал равишда ортиб бормоқда. Демак, МКГБ-01 радиометрининг детекторлаш блоки тўғри калибровка қилинди.

**Фонни ўлчаш.** Дистилланган сув радиоактив эмаслигидан, полиэтилен пакетдан иборат инерт идиш дистилланган сув билан тўлдирилиб, фон сифатида қўлланилади. Фон 3000 секунд (50 мин) давомида ўлчанади ва ҳар бир спектр қийматлари (1) формула билан ҳисобланади, бунда ҳам ҳар бир канал рақами ўз энергиясига мос келди.

**Тупроқдаги цезий-137 ва стронция-90 радионуклидлари активлигини бета-нурланиш асосида радиометрик аниқлаш.** Сурхондарё вилоятининг радиоактив зарарланиш эҳтимоли бўлган 12 та нуқтасидан тупроқ намуналарини статик шароитда тадқиқ қилинди. Тупроқ намуналари O'zDSt ISO/IEC 17025:2017 стандарти асосида олиниб, ҳар бир намуна лабораторияда майдаланди ҳамда 5 мм диаметрли элакда эланди. Намуналар СНОЛ-80-01 маркали қуритиш шкафида 2 соат давомида қуритилди. Намуналар совигач, аналитик тарозида тортилиб, идентификация қилинди. Стандарт ва синов намуналаридаги цезий-137 ва стронций-90 радионуклидлари активлиги МКГБ-01 РАДЭК радиометри билан радиометрик-спектрометрик усулда аниқланди. МКГБ-01 радиометри портатив компьютерга уланган бўлиб, «ASW» дастури ёрдамида ишлайди. «ASW» дастури РАДЭК (Россия) компанияси томонидан ишлаб чиқилган бўлиб, радиометр ишини осонлаштиради, яъни «ASW» дастури билан ҳар 2 соатда фонни ўлчаш, натижаларни ҳисоблаш, анализ натижаларининг аниқлиги ва хатолигини текшириш зарур бўлмайди. Шунингдек, «ASW» дастури радионуклидларнинг ҳажмий ва солиштирама активлигини алоҳида ва бир гуруҳ қилиб ўлчаш имконини беради. Ўлчаш давомийлиги – 40 минут. Тадқиқот натижалари 3-жадвалда келтирилган.

3-жадвалдан кўриниб турибдики, 2018 йилнинг баҳор фаслида 10,11 ва 12-нуқталарда Sr-90 нинг бета-нурланиш активлиги юқори қийматга эга экан ва бу белгиланган меъёр ( $УВ Sr-90 = 5,0$ ) дан баланд ҳисобланади. 10-нуқта Сарисийё туманидаги «Сарисийё» СИУ собиқ к/х аэродроми ўрнида жойлашган А.Юсупов фермер хўжалигининг 61-дала майдони бўлиб, XX асрнинг 80-йиллари у ерда йилига 200 т га яқин пестицид, фунгицид, гербицид ва бошқа захарли моддалар йиғилиб қолган. Бу нуқтада стронций-90 активлиги бошқа нуқталарга нисбатан 2 баробар юқори. 11-нуқта Сурхондарё вилояти “Агрокимёхимоя” АЖ нинг марказий омборхонаси ҳисобланиб, Учқизил массивида жойлашган ва бутун вилоятга захарли кимёвий моддалар етказиб бериш билан шуғулланган. Омборхонадан XX асрнинг 80-йилларида туманларга ҳар ойда 1,5 минг тоннагача захарли моддалар тарқатилган ва тахминан 350 тонна қолдиқ захарли моддалар сақланган.

## 3-жадвал

**Сурхондарё вилояти тупроқларидаги стронций-90 радионуклиди  
активлигини бета-нурланиш асосида аниқлаш натижалари  
(2018 й, баҳор фасли,  $t_{\text{ўлч}}=40$  мин,  $E_{\text{max}}=624$  кЭв, ЧВ=0,64 имп/с·Бк)**

№	Намуна-лар штрих коди	Намуна олинган жой	Sr-90 радионуклидининг β-нурланиш солиштирма активлиги, Бк/кг (УВ=5,0)
1	J-19 В	Жарқўрғон туманидаги «А.Навой» СИУ собиқ қ/х аэродроми ўрнида жойлашган Ислон Асилбек фермер хўжалигининг 181-сонли участка дала майдони	0,95
2	T3-19 В	Термиз туманидаги «Янгиарик» СИУ собиқ қ/х аэродроми ўрнида жойлашган Сурхон фермер хўжалигининг 212-сонли участка дала майдони	0,98
3	T-19В	Термиз туманидаги «Дўстлик» СИУ собиқ қ/х аэродроми ўрнида жойлашган Равшан фермер хўжалигининг 58-сонли участка дала майдони	1,032
4	M-19 В	Музработ туманидаги «Р.Бўриев» СИУ собиқ қ/х аэродроми ўрнида жойлашган Ғарб дарвозаси фермер хўжалигининг 165-сонли участка дала майдони	1,12
5	A-19 В	Ангор туманидаги «Қорасув» СИУ собиқ қ/х аэродроми ўрнида жойлашган Мирзаобод Юксалиш фермер хўжалигининг 635-сонли участка дала майдони	1,28
6	Sh-19 В	Шеробод туманидаги «В.Қодиров» СИУ собиқ қ/х аэродроми ўрнида жойлашган Қурбонов Рўзибой фермер хўжалигининг 219-сонли участка дала майдони	1,33
7	T2-19 В	Термиз туманидаги «Намуна» СИУ собиқ қ/х аэродроми ўрнида жойлашган Раҳматжон Фазлиддин фермер хўжалигининг 26-сонли участка дала майдони	1,66
8	D-19 В	Денов туманидаги «Ғалаба» СИУ собиқ қ/х аэродроми ўрнида жойлашган Исмоил фермер хўжалигининг 188-сонли участка дала майдони	1,85
9	U-19 В	Ўзун туманидаги «Б.Очилдиев» СИУ собиқ қ/х аэродроми ўрнида жойлашган Амир Темур фермер хўжалигининг 377-сонли участка дала майдони	2,08
10	S-19 В	Сариосиё туманидаги «Сариосиё» СИУ собиқ қ/х аэродроми ўрнида жойлашган А.Юсупов фермер хўжалигининг 61-сонли участка дала майдони	5,42
11	T4-19 В	Термиз туманидаги «Агрокимёхимоя» АЖ нинг марказий омборхонаси ўрни	5,66
12	T5-19 В	Термиз тумани Гулбаҳор массивида жойлашган “Заҳарли химикатлар қабристон”	8,77

\*-кейинги жадалларда намуна олинган жой ўрнига фақат намуналарнинг штрих коди берилган.

12-нуқта эса ишлатилмай қолган ва яроқсиз бўлиб қолган заҳарли моддалар қабристонига ҳисобланади ва унинг бункерларига тахминан 2017-2019 йилларда 1200 тонна заҳарли моддалар кўмилган. Стронций-90 радионуклидининг 10, 11 ва 12-нуқталарда белгиланган меъёрдан ортик

активлик қийматига эга бўлиши – бу нуқталарда йиллар давомида захарли моддалардан илмий асосланмаган ҳолда фойдаланиш, кимёвий моддаларни ташиш, сақлаш, фойдаланиш ва яроқсиз моддаларни ўз вақтида утилизация қилиш қоидаларига риоя қилмаслик, зарарланган ер майдонларида ўз вақтида зарарсизлантириш ва бошқа агротехника ишлари (асосан рекультивация) ни олиб борилмаганлиги ҳамда натижада йиллар давомида зарарланган тупроқдаги радионуклидлар қор ва ёмғир сувлари билан ер ости сувларида эриб, 2-50 км масофагача бўлган атроф-муҳит (тупроқ, ер ости сувлари ва атмосфера) ни зарарлагани сабаб бўлган.

Бизга маълумки, тупроқни йилига камида икки марта (баҳор ва куз фаслларида) радиометрик таҳлил қилинади. Радионуклидларнинг тупроқдаги кўчиши ва тарқалишини аниқлаш ва таққослаш учун куз фаслида ҳам анализлар олиб борилди.

#### 4-жадвал

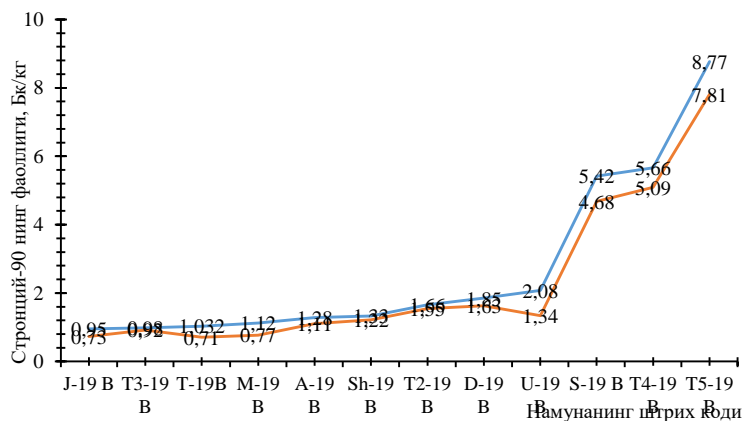
#### Сурхондарё вилояти тупроқларидаги стронций-90 радионуклиди активлигини бета-нурланиш асосида аниқлаш натижалари (2018 й, куз фасли, $t_{\text{ўлч}}=40$ мин, $E_{\text{max}}=624$ кЭв, ЧВ=0,64 имп/с·Бк)

№	Намуналар штрих коди	Sr-90 радионуклидининг β-нурланиш солиштирама активлиги, Бк/кг (УВ=5,0)	Белгиланган меъёрдан ошиши
1	J-19 В	0,73	-
2	T3-19 В	0,92	-
3	T-19В	0,71	-
4	M-19 В	0,77	-
5	A-19 В	1,11	-
6	Sh-19 В	1,22	-
7	T2-19 В	1,55	-
8	D-19 В	1,63	-
9	U-19 В	1,34	-
10	S-19 В	4,68	-
11	T4-19 В	5,09	+
12	T5-19 В	7,81	+

4-жадвалдан кўришиб турибдики, 2018 йилнинг куз фаслида стронций-90 радионуклидининг β-нурланиш активлиги 11 ва 12-нуқталарда белгиланган меъёр (УВ Sr-90=5,0) дан юқори. Баҳор фаслига қараганда 9-нуқтада стронций активлиги белгиланган меъёрдан паст бўлган. Адабиётлардан бизга маълумки, тоғ ва тоғолди ҳудудларида киш ва баҳор фаслидаги ёғинлар ва бошқа атмосферадаги таъсирлар ҳисобига радионуклидлар сувда эриб, ер ости сувларига қўшилади. Бизнингча, мана шу сабаб туфайли Сарийосиё 9-нуқтасида стронций активлиги камайган.

3- ва 4-жадвалдаги натижаларни график кўринишда ифодалаймиз. 7-расмда кўк изотерма баҳор фаслидаги активликни, сариқ изотерма эса куз фаслидаги активликни ифодалайди. Бунда радионуклидларнинг активлиги баҳор фаслидагига қараганда куз фаслида камайганлигини кўришимиз

мумкин.



7-расм. Сурхондарё вилояти тупроқлари таркибидаги стронций-90 радионуклидининг бета-нурланиш активлигини аниқлаш натижалари

5-жадвал

Сурхондарё вилояти тупроқларидаги стронций-90 радионуклиди активлигини гамма-нурланиш асосида аниқлаш натижалари (2018 й, куз фасли,  $T_{\text{ўлч}}=40$  мин,  $E_{\text{max}}=624$  кЭв,  $чв=0,64$  Имп/с·Бк)

№	Намуналар штрих коди	Sr-90 радионуклидининг $\gamma$ -нурланиш солиштирама активлиги, Бк/кг (УВ=5,0)	Белгиланган меъёрдан ошиши
1	J-19 B	1,05	-
2	T3-19 B	1,04	-
3	T-19B	1,06	-
4	M-19 B	1,08	-
5	A-19 B	1,36	-
6	Sh-19 B	1,28	-
7	T2-19 B	1,75	-
8	D-19 B	1,90	-
9	U-19 B	1,98	-
10	S-19 B	5,35	+
11	T4-19 B	5,54	+
12	T5-19 B	8,60	+

5-жадвалда 9,11 ва 12-нуқталарда стронций активлиги юқоридаги сабабларга кўра, бошқа нуқталардагига қараганда баланд.

## 6-жадвал

**Сурхондарё вилояти тупроқларидаги стронций-90 радионуклиди активлигини гамма-нурланиш асосида аниқлаш натижалари**  
(2018 й, баҳор фасли,  $t_{\text{ўлч}}=40$  мин,  $E_{\text{max}}=624$  кЭв, ЧВ=0,64 имп/с·Бк)

№	Намуналар штрих коди	Sr-90 радионуклидининг $\gamma$ -нурланиш солиштирма активлиги, Бк/кг (УВ=5,0)	Белгиланган меъёрдан ошиши
1	J-19 B	0,78	-
2	T3-19 B	0,84	-
3	T-19B	0,88	-
4	M-19 B	0,82	-
5	A-19 B	1,08	-
6	Sh-19 B	1,06	-
7	T2-19 B	1,43	-
8	D-19 B	1,57	-
9	U-19 B	1,25	-
10	S-19 B	4,59	-
11	T4-19 B	5,05	+
12	T5-19 B	7,75	+

Добавлено примечание ([a1]):

Бу ерда ҳам қиш ва баҳордаги ёғинлар сабабли куз фаслидаги натижалардан стронций-90 радионуклидининг активлиги пастроқ эканлигини кўришиб турибди. Sr-90 активлигини аниқлаш бўйича тажриба натижаларини таққослаб, аниқлаш хатолиги 10% эканлиги аниқланди. Сурхондарё вилояти тупроқларидаги Cs-137 активлиги юқоридаги усул ва тартиб билан аниқланди. Натижалар қуйидаги жадвалларда келтирилган. Жадвалдан кўришиб турибдики, 2 ва 3-нуқталардан ташқари, бошқа барча нуқталарда цезий-137 активлиги белгиланган меъёрдан юқори бўлса, 8, 9, 10, 11 ва 12-нуқталарда эса кескин юқори. 2 ва 3-нуқталар Термиз туманидаги Дўстлик ва Янгиарик СИУ худудлари ҳисобланади ва бу ерларда фермер хўжаликлари томонидан рекультивация ишлари доимий ўтказиб борилган. Қолган нуқталар туман ҳокимликларининг захира ерлари ҳисоблангани боис, рекультивация ишларига эътиборсизлик билан қаралган ҳамда радиоактив зарарланиш майдони кенгайиб борган.



## 7-жадвал

**Сурхондарё вилояти тупроқларидаги цезий-137 радионуклиди  
активлигини бета-нурланиш асосида аниқлаш натижалари  
(2018 й, баҳор фасли,  $t_{\text{ўлч}}=40$  мин,  $E_{\text{max}}=624$  кЭв, ЧВ=0,64 имп/с·Бк)**

№	Намуналар штрих коди	Cs-137 радионуклидининг $\beta$ - нурланиш солиштирма активлиги, Бк/кг ( $УВ=1,1\pm 1$ )	Белгиланган меъёрдан ошиши
1	J-19 B	2,05	+
2	T3-19 B	1,04	-
3	T-19B	1,08	-
4	M-19 B	1,18	+
5	A-19 B	1,36	+
6	Sh-19 B	1,48	+
7	T2-19 B	1,65	+
8	D-19 B	2,30	+
9	U-19 B	2,08	+
10	S-19 B	2,35	+
11	T4-19 B	3,46	+
12	T5-19 B	3,75	+

Куз фаслидаги натижалар баҳор фаслидаги натижаларга қараганда пастроқ, лекин бу камайиш сезиларли эмас. Жумладан, 4-нуқта Музработ тумани Р.Бўриев СИУ ҳудудида жойлашган бўлиб, бугунги кунда кишлок хўжалигида фойдаланилмайди.

Тўртинчи «Сурхондарё вилояти тупроқларидаги радионуклидлар тадқиқотлари натижалари муҳокамаси ва тарқалиш қонуниятлари» бобида тупроқ намунаси таркибида цезий-137 ва стронций-90 радионуклидлари мавжудлиги масс-спектрометрия усули натижалари билан исботланган. Сурхондарё вилояти тупроқларидаги радионуклидларининг тарқалиш қонуниятлари тасдиқланган ва исботланган.

## 8-жадвал

Сурхондарё вилояти тупроқларидаги цезий-137 радионуклиди активлигини бета-нурланиш асосида аниқлаш натижалари (2018 й, куз фасли,  $T_{\text{ўлч}}=40$  мин,  $E_{\text{мах}}=624$  кЭВ,  $чв=0,64$  Имп/с·Бк)

№	Намуналар штрих коди	Cs-137 радионуклидининг β-нурланиш солиштирама активлиги, Бк/кг (УВ=1,1±1)	Белгиланган меъёрдан ошиши
1	J-19 В	1,75	+
2	T3-19 В	0,84	-
3	T-19В	0,78	-
4	M-19 В	0,96	-
5	A-19 В	1,12	+
6	Sh-19 В	1,23	+
7	T2-19 В	1,42	+
8	D-19 В	2,11	+
9	U-19 В	1,78	+
10	S-19 В	2,12	+
11	T4-19 В	3,26	+
12	T5-19 В	3,15	+

Ишлаб чиқилган усулнинг тўғрилиги ва натижаларининг ишончилигини исботлаш учун тупроқ намуналари масс-спектрометрия усулида таҳлил қилинди. Бунинг учун радиометрик-спектрометрик аниқлаш натижаларида энг паст кўрсаткичга эга бўлган T-19В (Термиз тумани Дўстлик СИУ) нукта намунасида фойдаланилди. Таҳлиллар натижаси 9-жадвалда келтирилган:

9-жадвал

**Тупроқ таркибидаги цезий-137 радионуклидининг  $\gamma$ -нурланиш активлигини масс-спектрометрик усулда аниқлаш натижалари**  
( $t_{\text{ўлч}}=300$  мин,  $E_{\text{max}}=760$  кЭв, ЧВ=0,46 имп/с\*Бк)

№	Намуналар штрих коди	Цезий-137 радионуклиди гамма-нурланиш активлигининг масс-спектрометрдаги натижалари, Бк/кг	Цезий-137 радионуклиди гамма-нурланиш активлигининг МКГБ-01 радиометр-спектрометрдаги натижалари, Бк/кг
1	T-19B-1	0,79	0,89
2	T-19B-2	0,84	
3	T-19B-3	0,96	
4	<b>Ўртача</b>	<b>0,86</b>	

Биз томонимиздан ишлаб чиқилган аниқлаш усули ўртача сезгирлик ва аниқлаш хатолигига эга бўлса-да, ўлчаш вақтининг камлиги, арзон асбобларнинг қўлланилиши ва ўлчаш ишларининг осонлиги туфайли тупроқ таркибидаги радионуклидларни аниқлашда афзал ҳисобланади. Чунки экологик фавқулдда вазиятларда биринчи ўринда экологик хавф даражасини тезкорлик билан аниқлаш туради. Бу устунликни қуйидаги жадвалда кўриш мумкин:

10-жадвал

**Радиометрик аниқлашларда қўлланиладиган радиометрларнинг қиёсий таснифлари**

Радиометрлар	Асбобнинг сезгирлиги, имп/с*Бк	Аниқлаш чегараси, Бк/кг	Ўлчаш вақти, мин	Ўлчаш хатолиги, %	Асбобнинг ўзига хослиги
МКГБ-01	0,64	$0,5 \cdot 2 \cdot 10^4$ Cs-137, $0,3 \cdot 1,5 \cdot 10^4$ Sr-90	40	10	Ўртача сезгирлик, ўртача аниқлаш хатолиги, аниқлаш оддийлиги, ўлчашнинг автомалаштирилганлиги, арзон асбоблар ишлатилиши
УМФ-1500	0,96	$2 \cdot 1 \cdot 10^2$	300	15-30	Ўртача сезгирлик, юқори аниқлаш хатолиги, аниқлаш мураккаблиги
Масс-спектрометр DELTA Plus	0,46	$0,1 \cdot 5 \cdot 10^5$	240	3	Юқори сезгирлик, юқори аниқлик, аниқлаш мураккаблиги, киммат асбоблар ишлатилиши

Масс-спектрометрия усули натижаларига асосланиб, масс-спектрометрия усули натижалари радиометрик-спектрометрик усулда олинган натижалардан сезиларли фарқ қилмаслиги, яъни цезий-137 радионуклидининг масс-спектрометрда ўртача 0,86, МКГБ-01 радиометрида эса 0,89 эканлиги аниқланди. Демак, аниқлаш хатолиги 10% атрофида сақланади. Шундай қилиб, Сурхондарё вилояти тупроқларидаги цезий-137 ва стронций-90

радионуклидларини радиометрик-спектрометрик аниқлаш усулининг аниқ ва ишончлилиги исботланди. Шунингдек таъкидлаб ўтиш лозимки, масс-спектрометрия усулининг афзаллиги – юқори сезгирлик ва аниқлик ҳисобланади. Лекин қиммат асбобларнинг қўлланилиши ва ўлчаш вақтининг узок давом этиши қўллаш соҳаларини камайтиради.

## ХУЛОСАЛАР

1. Тупроқ таркибидаги цезий-137 ва стронций-90 радионуклидларини бета- ва гамма-нурланишлар асосида БДЕГ-80 детекторлаш блоки билан радиометрик-спектрометрик аниқлаш усули ишлаб чиқилди, шунингдек, бу усулда МКГБ-01 радиометрини RGK-1 сертификатланган стандарт намунаси билан Pb-214 (352 кэВ), Bi-214 (609 кэВ), K-40 (1460 кэВ) ва Tl-208 (2615кэВ) гамма-спектр чизиқлари энергия қийматлари асосида “ASW” дастурида автоматик даражалаш тавсия этилди.

2. Ишлаб чиқилган усулнинг мақбул шароитлари аниқланди: аниқлаш хатолиги  $\pm 10\%$  дан ошмайди, намунанинг зичлик қиймати 0.2 - 2 г/см<sup>3</sup> оралиғида, ўлчаш вақти - 40 мин, аниқлаш сезгирлиги 0,64 имп/с·Бк, детекторлаш блоки БДЕГ-80, ўлчаш идиши- «Маринелли идиши», аниқлаш чегараси цезий-137 учун  $(0,5 - 2) \cdot 10^4$  Бк/кг ва стронций-90 учун  $(0,3 - 1,5) \cdot 10^4$  Бк/кг га тенг бўлиши таклиф қилинди.

3. Тупроқ таркибидаги цезий-137 ва стронций-90 радионуклидларини аниқлашнинг ишлаб чиқилган танловчан, тезкор, самарали радиометрик-спектрометрик усули лаборатория шароитида синовдан ўтказилди ва Сурхондарё вилояти тупроқлари таркибидаги цезий-137 ҳамда стронций-90 радионуклидларининг солиштирма фаоллиги аниқланди. Ишлаб чиқилган усул натижаларининг тўғрилиги ва ишончлилиги масс-спектрометрия усули билан кўрсатиб берилди.

4. Сурхондарё вилояти тупроқлари таркибидаги цезий-137 ва стронций-90 радионуклидларининг тарқалиш ҳамда кўчиш қонуниятлари вилоятнинг радиоактив зарарланиш эҳтимоли бўлган 12 та нуқтасидан йилнинг баҳор ва куз фаслларида олинган тупроқ намуналарини статик шароитда тадқиқ қилиш билан изоҳланади.

5. Тупроқ таркибидаги цезий-137 ва стронций-90 радионуклидларини радиометрик-спектрометрик аниқлаш усули “Олмалик кон-металлургия комбинати” АЖ лабораториясида амалиётга жорий қилинди ва реал объектлар анализида қўллаш таклиф этилди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.03/30.12.2019.К.02.05 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ ПРИ  
САМАРКАНДСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**  

---

**ТЕРМЕЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ЭШКАРАЕВ САДРИДИН ЧАРИЕВИЧ**

**РАЗРАБОТКА РАДИОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
РАДИОНУКЛИДОВ ЦЕЗИЯ-137 И СТРОНЦИЯ-90 НА ОСНОВЕ БЕТА И  
ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЙ В ПОЧВАХ СУРХАНДАРЬИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**02.00.02–Аналитическая химия**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)  
ПО ХИМИЧЕСКИМ НАУКАМ**

**Самарканд–2020**

Тема диссертации доктора философии (PhD) по химическим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером В2020.2.PhD/К305.

Диссертация выполнена в Термезском государственном университете  
Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме) размещен на веб-странице по адресу [www.samdu.uz](http://www.samdu.uz) и информационно-образовательном портале «Ziynet» по адресу [www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz).

Научный руководитель:

**Тураев Хайит Худайназарович**  
Доктор химических наук, профессор

Официальные оппоненты:

**Кулматов Рашид Анорович**  
доктор химических наук, профессор

**Султонов Марат Мирзаевич**  
доктор химических наук

Ведущая организация:

**Национальный университет Узбекистана**

Защита диссертации состоится «30» 07 2020 г. в 11:00 часов на заседании Научного совета PhD.03/30.12.2019.К.02.05 при Самаркандском государственном университете. (адрес: 140104, г.Самарканд, ул. Университетский бульвар 15, физико-химический корпус, 3-этаж, 305-аудитория. Тел.: (+99866)239-11-40, факс: (+99866) 239-11-40; E-mail: [devonxona@samdu.uz](mailto:devonxona@samdu.uz)).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Самаркандского государственного университета (зарегистрирован за №43). Адрес 140104, г. Самарканд, ул. Университетский бульвар, Тел.: (+99866) 239-11-51.

Автореферат диссертации разослан «22» 07 2020 года.  
(реестр протокола рассылки № 6 от «22» 07 2020 года).



**А.М. Насимов**  
Председатель научного совета по  
присуждению учёных степеней,  
д.т.н., профессор

**Ш.М. Сайиткулов**  
Ученый секретарь научного совета по  
присуждению учёных степеней, к.х.н., доцент

**Э. Абдурахманов**  
Председатель научного семинара при научном  
совете по присуждению учёных степеней,  
д.х.н., профессор

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии PhD)**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** На сегодняшний день в мире проводятся огромные научно-исследовательские работы по радиометрическому мониторингу природных сред. По данным ученых доля естественных источников радиации в суммарной дозе, накапливаемой среднестатистическим человеком на протяжении всей жизни, составляет 87%, оставшиеся 13% приходятся на источники, созданные человеком. Развитые страны ежегодно исчерпывают миллиарды долларов на утилизацию радиоактивных отходов. По этой причине радиометрический мониторинг природных сред на сегодняшний день имеет важное значение. А для мониторинга необходима оптимальная, высокоэффективная и результативная методика радиометрического определения.

В мире проводятся широкомасштабные научно-исследовательские работы по разработке методов определения наличия радионуклидов, что позволяет снизить предел обнаружения их, устранить или значительно уменьшить влияние макро и микрокомпонентов, повышает правильность и чувствительность анализа. При анализе наличия радионуклидов в природных объектах используются методы: низкофоновая радиометрия, бета-спектрометрия и масс-спектрометрия. Поэтому разработка эффективных радиометрическо-спектрометрических методик для определения радионуклидов является на сегодняшний день актуальной проблемой.

В нашей Республике уделяется большое внимание мероприятиям по системе научно обоснованного ведения промышленных объектов и охраны окружающей среды через внедрение инновационных технологий. В Стратегии действия по дальнейшему развитию Республики Узбекистан<sup>2</sup> намечены задачи по «Совершенствованию промышленности на качественно новый уровень, дальнейшей интенсификации производства готовой продукции на базе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов, освоению выпуска принципиально новых видов продукции и технологий». В связи с этим имеет особое значение разработка эффективных, экспрессных и экономически дешёвых методик определения радионуклидов в природных объектах.

Данное диссертационное исследование в определенной степени направлено на выполнение задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан в 2017-2021 годах» и в Постановлении Президента Республики Узбекистан ПП-4265 от 3 апреля 2019 года «О мерах по дальнейшему реформированию химической промышленности и повышению ее инвестиционной привлекательности», Законе Республики Узбекистан №565 от 10 сентября 2019 года «Об использовании атомной энергетики в мирных целях», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии в республике.** Данное исследование выполнено в

---

<sup>2</sup>Указ Президента Республики Узбекистан за № УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан».

соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий Республики VII. «Химия, химическая технология и нанотехнология».

**Степень изученности проблемы.** В развитых странах широко используются радиометрические методы определения радионуклидов: радон, радий, торий, уран, плутоний, цезий, стронций и др. Но радиометрические методы определения радионуклидов в нашей стране мало изучены. Сегодня в Республике министерства чрезвычайных ситуаций и его ведомства обеспечивает радиометрический контроль с помощью портативных радиометров у которых низкая чувствительность и селективность. Для контроля и по мониторингу бета и гамма-излучений в объектах окружающей среды их уровня вмешательства возрастает потребность в высокочувствительных и высокоэффективных методах, что является одной из актуальных проблем. А также, радиометрический метод определения должен быть безопасен для персонала и ко всему живому организму.

Необходимо отметить наиболее часто цитируемые работы по определению содержания радионуклидов авторов: Ю.А.Золотов, А.М.Чугаев, А.П.Черняев, Б.П.Черняго, А.Н. Уваров, Л.П.Рихванов, Ю.П.Попов, Ю.В.Робертус, А.В.Пузанова, Entony V.Nero, V.K.Kaltover, А.А.Гарибов, А.Дж.Микаилова, U.Sansone, K.K.Chang, R.Schorn, J.E.Moerlins, F.Lietman и многих других, работающих в этой области, которые внесли высокий вклад в развитие нейтронно-активационного анализа для определения разных радионуклидов.

К этому ряду ученых относятся и современные узбекские ученые, такие как академики Ш.Т.Толипов и А.Г.Ганиев, ученые А.А.Кист, Р.А.Кулматов, Х.Х.Тураев, У.Худойбергенов и другие создавшие Республиканскую и среднеазиатскую школу аналитической химии, посвятивших свои работы анализу на основе нейтронной активации ряда элементов.

Все это свидетельствует о широком поле для научных исследований, связанных с определением радионуклидов в почве с целью экологического и аналитического применения их в практике.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного заведения.** Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ прикладных и фундаментальных проектов Термезского государственного университета по темам А-12-ФК-17926 “Концентрирование и выделение благородных металлов из отходов гидрометаллургических предприятий современными ядерно-физическими методами” (2012-2016 гг.), ОТ-Ф7-34 “Синтез комплексообразующих полифункциональных ионитов и теоретические основы разделения некоторых d-металлов с их помощью” (2017-2020 гг.) и Ф-7-28 «Синтез бинарных экстрагентов на основе четвертичных азот- и фосфорных соединений и их координационных соединений с благородными металлами» (2012-2016 гг.).

**Целью исследования** является разработка методики радиометрическо-спектрометрического определения цезия-137 и стронция-90 на основе бета и гамма-излучений и установление распределения этих радионуклидов в почвах Сурхандарьинской области.



**Задачи исследования:**

разработка радиометрическо-спектрометрического метода определения радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в почвах на основе бета- и гамма-излучений;

оценка аналитических параметров радиометрическо-спектрометрического метода определения радионуклидов цезия-137 и стронция-90 на основе бета- и гамма-излучений;

испытание разработанных методик в лабораторных условиях и определение оптимальных условий применения анализа различных природных средах;

определение закономерностей распределения и миграции радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в почвах Сурхандарьинской области.

**Объектом исследования** являются стандартные образцы радионуклидов цезия-137 и стронция-90, пробы почвы из двенадцати точек бывших сельскохозяйственных аэродромов, складов токсических химических веществ и ядомогильников Сурхандарьинской области.

**Предметом исследования** являются радиометрическое определение цезия-137 и стронция-90 в почвах Сурхандарьинской области с помощью радиометра-спектрометра МКГБ-01 с использованием бета и гамма-излучений.

**Методы исследования.** В качестве методов исследований использованы радиометрический, спектрометрический, масс-спектрометрический и статистические методы обработки полученных данных.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

впервые было разработана радиометрическо-спектрометрическая методика определения цезия-137 и стронция-90 в почвах на основе бета- и гамма-излучений;

установлены оптимальные условия определения радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в почвах с радиометром МКГБ-01;

определены радионуклидов в почвах на диапазоне измерения  $(0,5 - 2) \cdot 10^4$  Бк/кг для цезия-137,  $(0,3 - 1,5) \cdot 10^4$  Бк/кг для стронция-90 разработанным методом;

метрологически оценены правильность и воспроизводимость разработанных методик, нижние границы определения с масс-спектрометрическим методом, установлены формы распределения и миграции радионуклидов в почвах Сурхандарьинской области.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

разработана чувствительная, экспрессная, экономически дешёвая, избирательная методика радиометрического определения цезия-137 и стронция-90 в почвах;

определены оптимальные условия определения цезия-137, стронция-90 и других радионуклидов в природных (в почвах, атмосферном воздухе, природных и сточных водах) средах;

**Достоверность результатов исследования** доказана такими современными физико-химическими методами как спектрометрия, радиометрия, масс-спектрометрия. Выводы сделаны на основе

экспериментальных результатов, обработанных методами математической статистики.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследований заключается в том, что предлагается методика определения радиоактивной зараженности почвы, атмосферного воздуха, природных и сточных вод с радионуклидами цезия-137 и стронция-90.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что разработанная методика позволяет применять радиометрически-спектрометрическое определения цезия-137, стронция-90 и других радионуклидов в воздухе, природных и сточных водах, мониторинге окружающей среды АЭС. Также, разработанная методика определения будет служить в будущем, мониторинге объектах окружающей среды, радиологической картографии и в приборах дистанционного зондирования с помощью дронов.

**Внедрение результатов исследования.** На основе результатов научного исследования по разработке радиометрических методов определения цезия-137 и стронция-90 в почве:

Разработанная методика использована в осуществлении научного проекта по теме А-12-ФК-17926 “Концентрирование и выделение благородных металлов из отходов гидрометаллургических предприятий современными ядерно-физическими методами” (справка Министерства высшего и среднего специального образования за №89-03-2097 от 17 июня 2020 года). И в итоге определены радионуклиды благородных металлов из отходов растворов гидрометаллургических предприятий;

Радиометрическо-спектрометрическая методика определения радионуклидов внедрена в практику АО «Алмалыкского горно-металлургического комбината» (справка АО «Алмалыкского горно-металлургического комбината» за АА №004788 от 22 июня 2020 года), что позволило определять радионуклиды в почвах на диапазоне измерения  $(0,5 - 2) \cdot 10^4$  Бк/кг для цезия-137,  $(0,3 - 1,5) \cdot 10^4$  Бк/кг для стронция-90.

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследования были доложены и обсуждены на 5 научно-практических конференциях, в том числе на 3 международных и 2 Республиканских.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано 13 научных работ, из них 3 научные статьи, в том числе в двух Республиканских и в одном международном журнале, рекомендованных для публикации основных научных результатов диссертации доктора философии (PhD) Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан.

**Структура и объём диссертации.** Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Объём диссертации составляет 99 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и востребованность проведенного исследования, его цель и задачи, охарактеризованы объекты и предмет исследования, показано соответствие приоритетным направлениям развития науки и технологии Республики Узбекистан, приведены научная новизна и практические результаты исследования, раскрыты теоретическая и практическая значимость полученных результатов, приведен список внедрения результатов исследования, опубликованность работы и данные о структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Современное состояние методики определения радионуклидов в почвах**», представлен литературный обзор, посвященный распределению радионуклидов в объектах природной среды, виды радиоактивных излучений и их метрологические характеристики, процесс превращения и распределения в почвах, природные и искусственные радионуклиды, определение радионуклидов радиометрическими и спектрометрическими методами. Изучены негативные воздействия радионуклидов к человеку и другим организмам.

Во второй главе диссертации «**Приборы и материалы, использованные при проведении радиометрических исследований в почвах**» приведены материалы, приборы и методы проведения исследований, методы подготовки стандартных и рабочих растворов, сроки их хранения, чистка посуды, отбор проб и методы их подготовки. Для успешного проведения исследования использованы современные приборы и установки, отвечающие всем требованиям аналитических, экологических и оптических методов анализа.

Приведены основные приемы и процедуры математической обработки полученных экспериментальных данных, известные в мировой литературе, а также способы определения нижней границы определяемых содержаний радионуклидов и их пределы определения - чувствительность, характеризующая качественную оценку разрабатываемых методов.

В третьей главе «**Разработка радиометрическо-спектрометрического метода определения активности бета и гамма-излучений цезия-137 и стронция-90 в почвах Сурхандарьи и аналитическая оценка**» приведены результаты разработок радиометрическо-спектрометрического метода определения радионуклидов в почвах, изучения возможности применения и метрологические характеристики разработанных методик.

Исследование проводили в статических условиях из проб почвы отобранных с 12 точек Сурхандарьинской области. Стандартные и контрольные пробы почвы анализировали на содержание в них радионуклидов цезий-137 и стронций-90 радиометрическо-спектрометрическим методом. Удельная и объемная активность радионуклидов ( $\alpha_{PH}$ ) рассчитывали по разности активностей стандартных и контрольных проб радионуклидов.



Рисунок 1. Спектрометр-радиометр МКГБ-01 «РАДЭК» в сборе



Рисунок 2. Блоки детектирования гамма - излучения (БДЕГ-63, БДЕГ-80, БДЕГ-150)

Продолжительность анализа – 40 минут, Общая активность радионуклидов определена автоматически в программе «ASW». Полученные результаты исследований сопоставляли со стандартными образцами агентство «Узстандарт» и получили оптимальные условия определения бета- и гамма-излучений радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в почве:

Таблица 1

**Оптимальные условия определения**

№	Измеряемые величины	Значение
1	Погрешность определения спектрометра	Не превышает $\pm 10\%$ ( $P=0.95$ )
2	Значение плотности счетного образца	От 0.2 до 2 г/см <sup>3</sup>
3	Время измерения	2400 с (40 мин)
4	Чувствительность определения	0,64 имп/с·бкл
5	Блок детектирования	БДЕГ-80
6	Сосуд для измерения	«Маринелли»
7	Диапазон измерения для цезия-137	$0,5-2 \cdot 10^4$ бкл/кг
8	Диапазон измерения для стронция-90	$0,3-1,5 \cdot 10^4$ бкл/кг

**Калибровка радиометра.** Калибровка энергии детектора NaI (Т1) проводилась с использованием сертифицированных стандартов RGK-1. Были использованы следующие гамма-линии: Рb-214 (352 кэВ), Вi-214 (609 кэВ), К-40 (1460 кэВ) и Тl-208 (2615кэВ). Для этого в программе «ASW» радиометра МКГБ-01, выбираются параметры измерения, то есть геометрия измерения и тип пробы как в рисунках 3 и 4:

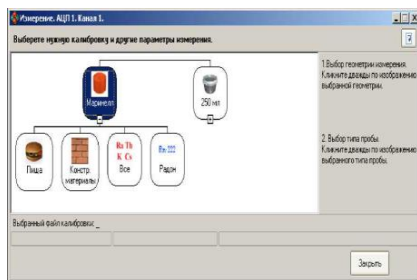


Рисунок 3. Выбор параметров измерения при калибровке радиометра МКГБ-01

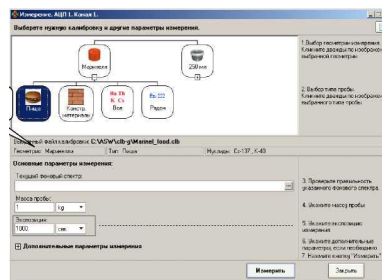
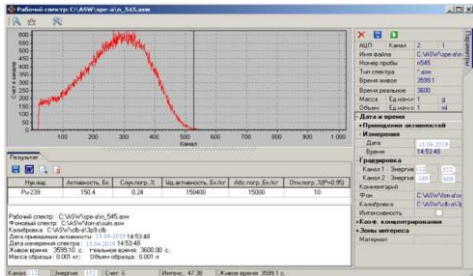


Рисунок 4. Выбор других параметров измерения: масса пробы, канал спектра, время измерения

Радиометр измеряет энергию активности выбранных радионуклидов в течение 1000 с и выводит на экран данные измерения (рис 5).



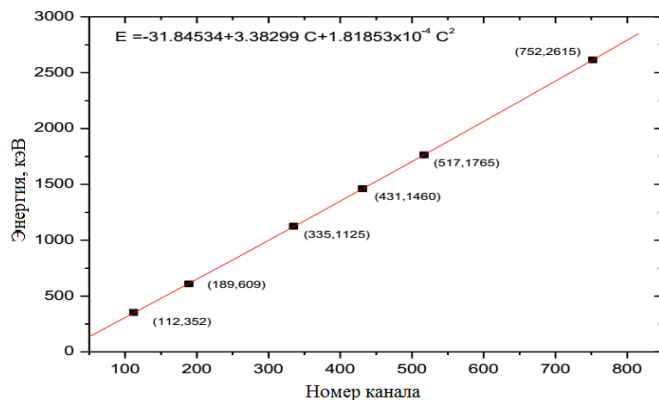
**Рисунок 5. Данные калибровки радиометра МКГБ-01 с помощью программы “ASW”**

Программа “ASW” автоматически выполняет математические данные по уравнению (1) для представления энергии фотона как функции номер канала С [57,78-81];

$$E = E_0 + BC + AC^2$$

где,  $E_0$ , В и А - постоянные.

На рисунке б показана кривая калибровки энергии.



**Рисунок 6. Соответствие номеров канала к энергиям активности радионуклидов в калибровке детектора NaI (Тl)**

**Измерение фона.** При условии, что дистиллированная вода не радиоактивна, фоновая активность была определена путем запуска инертного образца, состоящего из полиэтиленового пакета, заполненного с дистиллированной водой. Фон измеряли в течение 3000 секунд (50 мин) и вычитается из каждого записанного спектра.

**Радиометрическое определение бета- и гамма-излучений цезия-137 и стронция-90 в почвах.** Пробы почв полученных из неблагоприятных мест Сурхандарьинской области с точки зрения вероятно зараженных радионуклидами исследованы в статических условиях. Пробы почв отобраны по стандарту O’zDSt ISO/IEC 17025:2017, измельчены в лаборатории и пропускали через сито с диаметром 5 мм. Пробы высушивали 2 часа в сушильном шкафу марки СНОЛ-80-01, отвесили в аналитическом весе и идентифицировали. Стандартные и контрольные пробы анализировали на

**Таблица 2**

**Параметры соответствия для калибровки энергии NaI (Тl) детектор, используемый в данной работе**

Параметры	Значение
$E_0$	$-31,84534 \pm 578857$
В	$3,38299 \pm 0,03104$
А	$1,81853 \cdot 10^{-4} \pm 3,5325 \cdot 10^{-5}$

содержание в них радионуклидов цезия-137 и стронция-90 радиометрическо-спектрометрическим методом радиометром МКГБ-01 РАДЭК. Радиометр МКГБ-01 присоединен к портативному компьютеру и работает с программой «ASW». Программа «ASW» разработанная компанией РАДЭК (Россия) упростит работу с радиометром. То есть с программой «ASW» нет необходимости контроля фона каждые 2 часа, вычисления результатов, анализ точности результатов и анализ погрешности определения. А также «ASW» программа обеспечивает вычисления объемной и удельной активности радионуклидов как отдельно, так и несколькими радионуклидами. Продолжительность измерения – 40 минут. Результаты исследований представлены в таблице 4.

**Таблица 3**

**Результаты определения β-излучений стронция-90 в почвах**

**Сурхандарьинской области**

(2018 г, период весна,  $t_{изм}=40$  мин,  $E_{max}=624$  кЭв, ЧВ=0,64 имп/с·Бк)

№	Штрих код проб	Место отбора проб	Значение удельной активности β-излучений Sr-90, Бк/кг (УВ=5,0)
1	J-19 В	18-участок земли ф/х Ислон Асилбек бывшего сельхоз аэродрома А.Навои Джаркурганского района	0,95
2	T3-19 В	212-участок земли ф/х Сурхан бывшего сельхоз аэродрома Янгиарик Термезского района	0,98
3	T-19В	58-участок земли ф/х Равшан бывшего сельхоз аэродрома Дуслик Термезского района	1,032
4	M-19 В	36-участок земли ф/х Гарб дарвозаси бывшего сельхоз аэродрома Р.Буриев Музрабатского района	1,12
5	A-19 В	32-участок земли ф/х Мирзабад юксалиш бывшего сельхоз аэродрома Карасу Ангорского района	1,28
6	Sh-19 В	43-участок земли ф/х Р.Курбанов бывшего сельхоз аэродрома В.Кадыров Шерабадского района	1,33
7	T2-19 В	22-участок земли ф/х Рахматжан бывшего сельхоз аэродрома Намуна Термезского района	1,66
8	D-19 В	188-участок земли ф/х Исмаил бывшего сельхоз аэродрома Галаба Денауского района	1,85
9	U-19 В	5-участок земли ф/х А.Темур бывшего сельхоз аэродрома Б.Ачилдиев Узунского района	2,08
10	S-19 В	61-участок земли ф/х А.Юсупов бывшего сельхоз аэродрома Сарияссия Сарияссийского района	5,42
11	T4-19 В	Центральный склад АО «Агрохимия» Термезского района	5,66
12	T5-19 В	Ядомогильник в поселке Гулбахор Термезского района	8,77

\*-следующих таблицах указаны только штрих коды проб почвы.

Из таблицы 3 видно, что в весенний период в 2018 году высокое значение β-излучений Sr-90 получено в точках 10, 11 и 12. Эти значения являются высокими над уровнем вмешательства (УВ Sr-90= 5,0). 10-точка это 61-участок земли фермерского хозяйства А.Юсупов бывшего сельхоз аэродрома

Сариассия Сариассийского района и в 80-годы XX века здесь накопились в год до 200 т пестицидов, фунгицидов, дефолиантов и других химикатов. Это в 2 раза больше, чем в других бывших сельхоз аэродромах. 11-точка Центральный склад АО «Агрохимзащита» Сурхандарьинской области находившийся в поселке Учкызыл Термезского района и являющимся раздаточным пунктом ядохимикатов для всей области. На центральном складе раздавалось всем районам каждый месяц до 1,5 тысячи тонн ядохимикатов. 12-точка является Ядомогильник для неиспользуемых ядохимикатов и в бункерах Ядомогильника закопано в 2017-2019 годах примерно 1200 тонн ядохимикатов. Повышенные значения активности от УВ в точках 10, 11 и 12 объясняется тем, что в этих точках годами не соблюдали правил по транспортировке, хранению и использованию ядохимикатов, несвоевременная утилизация отходов, несвоевременные работы по обезвреживанию зараженных земель и не проведение агротехнических (в основном рекультивация) мер. А в итоге, радионуклиды в зараженных почвах из-за атмосферных осадков растворялись в воде, попадали в подземные воды и распространились до 2-50 км, заражая окружающую среду (почву, атмосферу, природные и сточные воды).

Как известно радиометрический анализ почв проводится обычно два раза в год (весеннем и осеннем периоде). Для сопоставления и определения миграции радионуклидов мы проводили определение и в осенний период.

**Таблица 4**

**Результаты определения  $\beta$ -излучений стронция-90 в почвах  
Сурхандарьинской области  
(2018 г, период осень,  $t_{изм}=40$  мин,  $E_{max}=624$  кЭв, ЧВ=0,64 имп/с·Бк)**

№	Штрих код проб	Значение удельной активности $\beta$ -излучений Sr-90, Бк/кг (УВ=5,0)	Повышение от УВ
1	J-19 В	0,73	-
2	T3-19 В	0,92	-
3	T-19В	0,71	-
4	M-19 В	0,77	-
5	A-19 В	1,11	-
6	Sh-19 В	1,22	-
7	T2-19 В	1,55	-
8	D-19 В	1,63	-
9	U-19 В	1,34	-
10	S-19 В	4,68	-
11	T4-19 В	5,09	+
12	T5-19 В	7,81	+

Из таблицы 4 видно, что в осенний период 2018 года высокое значение  $\beta$ -излучений Sr-90 получено в точках 11 и 12. Эти значения являются высоким над уровнем вмешательства (УВ Sr-90=5,0). В 10-точке  $\beta$ -излучений Sr-90 понизился над УВ. Из литературы нам известна [25, с. 128], что в предгорных районах радионуклиды из за зимнего и весеннего снега, дождей и других атмосферных явлений растворяются и попадают в грунтовые воды. С нашей точки зрения в Сариассийской 10-точке по этой причине УВ стронция

понижился.

Отображаем данные 3 и 4-таблиц в графическом виде. На рисунке 7 принадлежит синяя изотерма принадлежит для периода весна, а желтая изотерма для периода осень. Здесь видно, что в осеннем периоде активность радионуклидов понижается, чем в весеннем.

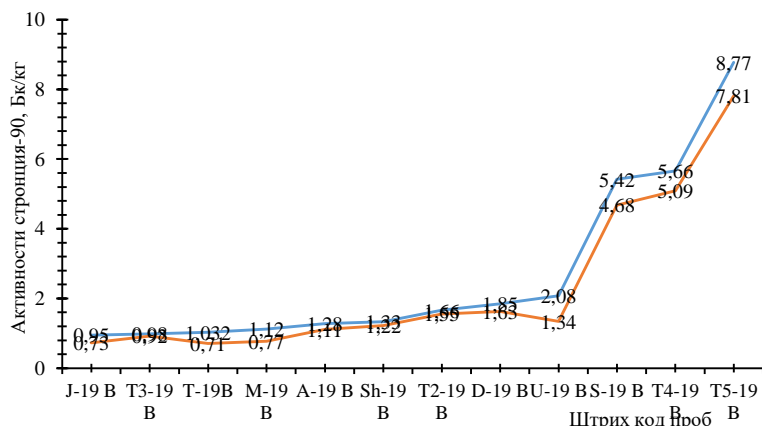


Рисунок 7. Зависимость активности радионуклидов от времени года

Таблица 5

Результаты определения  $\gamma$ -излучений стронция-90 в почвах  
Сурхандарьинской области  
(2018 г, период весна,  $t_{\text{изм}}=40$  мин,  $E_{\text{max}}=624$  кЭв, ЧВ=0,64 имп/с·Бк)

№	Штрих код проб	Значение удельной активности $\gamma$ -излучений Sr-90, Бк/кг (УВ=5,0)	Повышение от УВ
1	J-19 B	1,05	-
2	T3-19 B	1,04	-
3	T-19B	1,060	-
4	M-19 B	1,08	-
5	A-19 B	1,36	-
6	Sh-19 B	1,28	-
7	T2-19 B	1,75	-
8	D-19 B	1,90	-
9	U-19 B	1,98	-
10	S-19 B	5,35	+
11	T4-19 B	5,54	+
12	T5-19 B	8,60	+

На таблице 5 можно видеть, что в точках 10, 11 и 12 уровень вмешательства радионуклидов выше чем в других точках из-за вышесказанной причины.



Таблица 6

**Результаты определения  $\gamma$ -излучений стронция-90 в почвах  
Сурхандарьинской области**

(2018 г, период осень,  $t_{\text{изм}}=40$  мин,  $E_{\text{max}}=624$  кЭв, ЧВ=0,64 имп/с·Бк)

№	Штрих код проб	Значение удельной активности $\gamma$ -излучений Sr-90, Бк/кг (УВ=5,0)	Повышение от УВ
1	J-19 В	0,78	-
2	T3-19 В	0,84	-
3	T-19В	0,88	-
4	M-19 В	0,82	-
5	A-19 В	1,08	-
6	Sh-19 В	1,06	-
7	T2-19 В	1,43	-
8	D-19 В	1,57	-
9	U-19 В	1,25	-
10	S-19 В	4,59	-
11	T4-19 В	5,05	+
12	T5-19 В	7,75	+

И здесь из-за зимних и весенних атмосферных осадков, содержание радионуклида стронций-90 ниже чем в осеннем периоде.

Активности радионуклида цезий-137 определены по вышестоящей методике и порядке. Данные исследований приведены в следующих таблицах.

Таблица 7

**Результаты определения  $\beta$ -излучений цезия-137 в почвах  
Сурхандарьинской области**

(2018 г, период весна,  $t_{\text{изм}}=40$  мин,  $E_{\text{max}}=624$  кЭв, ЧВ=0,64 имп/с·Бк)

№	Штрих код проб	Значение удельной активности $\beta$ -излучений Cs-137, Бк/кг (УВ=1,1 $\pm$ 1)	Повышение от УВ
1	J-19 В	2,05	+
2	T3-19 В	1,04	-
3	T-19В	1,08	-
4	M-19 В	1,18	+
5	A-19 В	1,36	+
6	Sh-19 В	1,48	+
7	T2-19 В	1,65	+
8	D-19 В	2,30	+
9	U-19 В	2,08	+
10	S-19 В	2,35	+
11	T4-19 В	3,46	+
12	T5-19 В	3,75	+

Из таблицы видно, во всех точках УВ стронция-90 повышены, кроме точек 2 и 3. А в точках 8, 9, 11 и 12 данные бета-излучений цезия 2-3 раза больше от УВ. Точки 2 и 3 является участками массивов Дустлик и Янгиарык Термезского района, и в этих участках рекультивационные работы земли постоянно проводились. Остальные точки находятся на балансе хокимиятов

районов, то есть запасные неиспользующие участки, и здесь рекултвационные работы не проводились постоянно и заражение земли радионуклидами распространялось.

**Таблица 8**

**Результаты определения  $\beta$ -излучений цезия-137 в почвах  
Сурхандарьинской области**  
(2018 г, период осень,  $t_{изм}=40$  мин,  $E_{max}=624$  кЭв, ЧВ=0,64 имп/с·Бк)

№	Штрих код проб	Значение удельной активности $\beta$ -излучений Cs-137, Бк/кг (УВ=1,1±1)	Повышение от УВ
1	J-19 В	1,75	+
2	T3-19 В	0,84	-
3	T-19В	0,78	-
4	M-19 В	0,96	-
5	A-19 В	1,12	+
6	Sh-19 В	1,23	+
7	T2-19 В	1,42	+
8	D-19 В	2,11	+
9	U-19 В	1,78	+
10	S-19 В	2,12	+
11	T4-19 В	3,26	+
12	T5-19 В	3,15	+

В осеннем периоде данные исследований показывают понижение значений, но эти понижения не велики. В том числе, 4-точка является неиспользуемой землей в сельском хозяйстве, находившаяся в массиве Р.Бурьев Музрабатского района.

В четвертой главе «Обсуждение результатов исследований и закономерности распределения радионуклидов в почвах Сурхандарьи» приведены результаты метода масс-спектрометрии и доказано наличие в пробах почвы радионуклидов цезия-137 и стронция-90. Установлены и доказаны закономерность распределения радионуклидов в почвах Сурхандарьинской области.

Для доказанья правильности и достоверности разработанного нами метода определения активностей радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в почвах Сурхандарьинской области с помощью бета- и гамма-излучений в радиометре-спектрометре МКГБ-01 исследована масс-спектрометрическим методом. Для этого отобрана точка с самым низким показателем активности – точка T-19В (массив Дуслик Термезского района). Результаты исследований приведены в таблице 9.

Таблица 9

**Результаты определения  $\gamma$ -излучений цезия-137 в почвах  
Сурхандарьинской области с помощью масс-спектрометра**

(t<sub>изм</sub>=300 мин, E<sub>max</sub>=760 кЭв, ЧВ=0,46 имп/с·Бк)

№	Штрих код проб	Данные активностей $\gamma$ -излучения Sr-90 в масс-спектрометре, Бк/кг	Данные активностей $\gamma$ -излучения Sr-90 в радиометре МКГБ-01, Бк/кг
1	T-19B-1	0,79	0,89
2	T-19B-2	0,84	
3	T-19B-3	0,96	
4	Средняя	0,86	

Разработанная нами методика определения хотя имеет среднюю чувствительность и погрешность измерения, из-за малого времени измерения, дешёвых приборов и простоты измерения, превышает качество прибора и является достоинством определения. Так как, в случаях экологических чрезвычайных ситуациях меры по обеспечения охраны живого организма и объектов окружающей среды, является быстрота определения степени экологического ущерба. И здесь можно приводить следующую таблицу, для сопоставления приборов радиометрическо-спектрометрического определения радионуклидов.

Таблица 10.

**Сопоставительные параметры радиометров использующихся в радиометрическом определении**

Радиометры	Чувствительность прибора, имп/с·Бк	Диапазон измерения, Бк/кг	Время измерения, мин	Погрешность измерения, %	Особенности приборы
МКГБ-01	0,64	0,5-2*10 <sup>4</sup> Cs-137, 0,3- 1,5*10 <sup>4</sup> Sr-90	40	10	Средняя чувствительность, средняя погрешность измерения, простота определения, автоматизация измерения, дешёвые приборы
УМФ-1500	0,96	2-1*10 <sup>2</sup>	300	15-30	Низкая чувствительность, сложность определения, высокая погрешность измерения
Масс-спектрометр DELTA Plus	0,46	0,1-5*10 <sup>5</sup>	240	3	Высокая чувствительность, низкая погрешность измерения, сложность определения, дорогостоящие приборы

В результате масс-спектрометрических исследований можно сделать вывод, что данные масс-спектрометрических экспериментов по определению активности гамма-излучения цезий-137 от данных радиометрического мало различаются (0,86 от 0,89), то есть погрешность измерения сохраняется на

уровне 10%. Итак, можно удостовериться о точности и достоверности радиометрическо-спектрометрического определения радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в почвах Сурхандарьинской области. Следует отметить, что достоинства масс-спектрометрического метода определения является точность и высокая чувствительность определения. Но его дорогостоящие и долгое время измерения уменьшает его качества.

## ВЫВОДЫ

1. Разработана методика радиометрическо-спектрометрического определения радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в почвах с помощью бета- и гамма-излучений с блоком детектирования БДЕГ-80. А также, установлена автоматическая калибровка радиометра МКГБ-01 со сертифицированными стандартным образцом RGK-1 на основе Pb-214 (352 кэВ), Bi-214 (609 кэВ), K-40 (1460 кэВ) и Tl-208 (2615кэВ) гамма-спектральными энергетическими значениями в программе "ASW".

2. Выявлены оптимальные условия разработанной методики: доверительная погрешность определения коэффициентов чувствительности спектрометра не превышает  $\pm 10\%$ , значение плотности счетного образца находится в пределах от 0,2 до 2 г/см<sup>3</sup>, время измерения - 40 мин, чувствительность определения 0,64 имп/с\*бкл, блок детектирования БДЕГ-80, сосуд для измерения - «Маринелли», диапазон измерения  $(0,5 - 2) \cdot 10^4$  бкл/кг для цезия-137 и  $(0,3 - 1,5) \cdot 10^4$  для стронция-90.

3. Разработан селективный, экспрессный, эффективный радиометрическо-спектрометрический метод определения радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в почвах, которые испытаны в лабораторных условиях, а также определены удельная активность радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в почвах Сурхандарьи разработанным методом. А также, достоверность и правильность разработанного метода показаны с масс-спектрометрическим методом.

4. Обоснованы закономерности распределения и миграции радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в почвах Сурхандарьинской области с статическими исследованиями весенних и осенних периодах года в пробах почв отобранных из 12 точек вероятно радиоактивно зараженных мест области.

5. Разработанная радиометрическая-спектрометрическая методика определения радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в почвах внедрена в практику аналитической лаборатории АО «АГМК» и рекомендована для анализа реальных объектов.

**SCIENTIFIC COUNCIL Ph.D.03/30.12.2019.K.02.05 ON  
AWARDING THE ACADEMIC DEGREE OF THE DOCTOR OF  
PHILOSOPHY AT SAMARKAND STATE UNIVERSITY**

---

**TERMEZ STATE UNIVERSITY**

**ESHKARAEV SADRIDIN CHORIEVICH**

**DEVELOPMENT OF RADIOMETRIC-SPECTROMETRIC METHOD FOR  
THE DETECTION OF CESIUM-137 AND STRONTIUM-90  
RADIONUCLIDES IN THE SOILS OF SURKHANDARYA REGION ON  
THE BASIS OF BETA AND GAMMA RADIATION**

**02.00.02–Analytical chemistry**

**DISSERTATION ABSTRACT OF  
DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD) ON CHEMICAL SCIENCES**

**Samarkand –2020**

The title of the dissertation of the Doctor of Philosophy (PhD) in chemical sciences has been registered by the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan with registration number of B2020.2.PhD/K305.

The dissertation has been carried out at the Termez state university.  
The abstract of dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the Scientific council website www.samdu.uz and Information-educational portal «ZiyoNet» www.ziynet.uz

**Scientific supervisor:** **Turaev Khait Khudainazarovich**  
Doctor of Chemical Sciences, Professor

**Official opponents:** **Kulmatov Rashid Anorovich**  
Doctor of Chemical Sciences, Professor

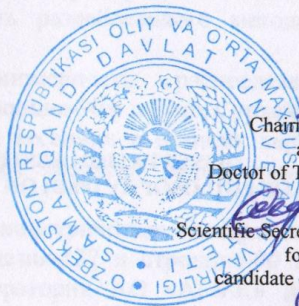
**Sultonov Marat Mirzaevich**  
Doctor of Chemical Sciences

**Leading organization:** **National University of Uzbekistan**

The defense will take place on «30» 07 2020 at «11<sup>00</sup>» o'clock at the meeting of the Scientific Council PhD.03/30.12.2019.K.02.05 at Samarkand State University. Address:140104,Samarkand city, University Blvd.,15,Department of Chemistry, 3<sup>rd</sup> floor, room 305. Tel: (99866) 239-11-40, fax; (99866) 239-11-40, e-mail: devonxona@samdu.uz

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of the Samarkand State University under №43 Address:140104, Samarkand city,University Blvd.,15. IRC, Ph.: (+99866) 239-11-51.

The abstract of the dissertation has been distributed on «22» 07 2020 y.  
Protocol at the register № 8 dated «22» 07 2020 y



**A. Nasimov**  
Chairman the Scientific Council for  
awarding of scientific degrees,  
Doctor of Technical Sciences, Professor.

**Sh. Sayitkulov**  
Scientific Secretary of the Scientific Council  
for awarding scientific degrees,  
candidate of chemical sciences, Docent.

**E. Abdurakhmanov**  
Chairman of the Scientific Seminar under Scientific  
Council for awarding scientific degrees,  
Doctor of Chemical Sciences, Professor.

## **INTRODUCTION (abstract of doktor of philosophy PhD dissertation)**

**The aim of the research work** is the development of a method for radiometric-spectrometric determination of cesium-137 and strontium-90 based on beta and gamma radiation and establishing the distribution of these radionuclides in soils of Surkhandarya region.

**The objects of the research work** are standard samples of radionuclides cesium-137 and strontium-90. Soil samples from twelve points of former agricultural airfields, toxic chemical depots and poisonous burial grounds of Surkhandarya region.

**Scientific novelty of the research work** is in follows:

for the first time, a radiometric spectrometric method was developed for determining cesium-137 and strontium-90 in soils based on beta and gamma radiation;

the optimal conditions for the determination of radionuclides of cesium-137 and strontium-90 in soils with the MKGB-01 radiometer were established;

shown the possibility of determining radionuclides in soils in the measuring range of  $(0.5 - 2) \cdot 10^4$  Bk / kg for cesium-137,  $(0.3 - 1.5) \cdot 10^4$  for strontium-90;

the correctness and reproducibility of the developed methods, the lower limits of determination with the mass spectrometric method were metrologically evaluated, the forms of distribution and migration of radionuclides in soils of the Surkhandarya region were established.

**Implementation of the research results.** Based on the results of a scientific study on the development of radiometric methods for the determination of cesium-137 and strontium-90 in soil:

the developed methodology was used in the implementation of the scientific project on the topic A-12-FK-17926 "Concentration and separation of precious metals from waste from hydrometallurgical enterprises using modern nuclear-physical methods" (certificate of the Ministry of Higher and Secondary Special Education No. 89-03-2097 of 17 June 2020). As a result, radionuclides of precious metals from waste solutions of hydrometallurgical enterprises were determined;

the radiometric-spectrometric method for determining radionuclides was introduced into the practice of JSC Almalyk Mining and Metallurgical Combine (certificate of JSC Almalyk Mining and Metallurgical Combine for AA No. 004788 of June 22, 2020). As a result, it made possible to determine radionuclides in soils over a measuring range of  $(0.5 - 2) \cdot 10^4$  Bq/kg for cesium-137;  $(0.3 - 1.5) \cdot 10^4$  Bq/kg for strontium-90.

**The structure and volume of dissertation.** The structure of the dissertation consists of an introduction, three chapters, conclusion, list of references and applications. The dissertation is 99 pages long.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLICATIONS**

**I бўлим (I часть; I part)**

1. Тураев Х.Х., Эшкараев С.Ч., Номозов А.К., Сафаров А.М., Абдусаломов А.Р. Радиозэкологическая оценка в составе почвы Сурхандарьинской области Узбекистана // Universum: Химия и биология: электрон. научн. журн. 2020. № 7(73). URL: <http://universum.com/ru/nature/archive/item/9806>, (02.00.00, №2);;
2. Эшкараев С.Ч., Тураев Х.Х., Умбаров И.А., Сафаров А.М. Сурхондарё вилояти тупроқларидаги стронций-90 радионуклидини бета-нурланиш асосида радиометрик-спектрометрик усулда аниқлаш. // НамДУ илмий ахборотномаси, -2020. - № 6, (02.00.00, №18);
3. Эшкараев С.Ч., Тураев Х.Х., Умбаров И.А., Бабамуратов Б.Э., Эшқораев С.С. Сурхондарё вилояти тупроқларидаги цезий-137 радионуклиди бета-нурланиш активлигини радиометрик-спектрометрик усулда аниқлаш. // СамДУ илмий ахборотномаси, -2020. - №3.-с.104-107. (02.00.00, №9).

**II бўлим (II часть; II part)**

4. Тураев Х.Х., Эшкараев С.Ч., Муродов Б. Экстракционно-радиометрическое определение палладия // Международная конференция по химической технологии ХТ' 07, Москва, 17-23 июня, -2007. -Т-4, -с. 424-425.
5. Тураев Х.Х., Эшкараев С.Ч., Мирзаев И.Ж., Мукимова Г.Ж. Нейтронно- активационное определение рения, золота и серебра в растворах // Тезисы докладов XVIII Менделеевского съезда по общей и прикладной химии. Москва, -23-28 сентября 2007. -с. 236.
6. Эшкараев С.Ч., Ишқурбонова И., Якубов О. Мураккаб аралашмалар таркибидаги Zn (II) ионини дитизон реагенти ёрдамида фотометрик аниқлаш. // Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари III- Республика илмий-амалий анжумани, Термиз. -2010 21-23 апрель, -с. 236-237 б.
7. Тураев Х.Х., Эшкараев С.Ч., Эргашева Н.Н., Алияров Б.Ш., Саидов С.Б. Исследование сорбции осмия и палладия на ионообменном сорбенте и радиоактивационное определение их в молибденсодержащих продуктах // III - Международная конференция по химии и химической технологии, Ереван. - 2013 сентябрь 16-20. -с.505.
8. Эшкараев С.Ч., Тураев Х.Х., Умбаров И.А., Бабамуратов Б.Э. Радиометрическое определение стронция-90 с помощью бета-излучений в почвах Сурхандарьинской области Республики Узбекистан // Международная научно-практическая конференция: Вопросы образования и науки. Россия, Тамбов, июн 2020 г.), -с. 120-125.
9. Эшкараев С.Ч., Тураев Х.Х., Умбаров И.А. Радиометрическое определение стронция-90 с помощью гамма-излучений в почвах Сурхандарьинской области Республики Узбекистан.// Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари VI- Республика илмий-амалий анжумани II қисм. Термиз. -2020 24-26 апрель, -243-244 б.



10. Эшқараев С.Ч., Тураев Х.Х., Умбаров И.А. Тупроқ таркибидаги стронций-90 активлигини радиометрик аниқлаш. // «Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари» VI- Республика илмий-амалий анжумани, II қисм, - Термиз. -2020 йил 24-26 апрель, 397 б.

11. Эшқараев С.Ч., Тураев Х.Х., Умбаров И.А. Тупроқдаги цезий-137 радионуклидини радиометрик аниқлаш // «Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари» VI- Республика илмий-амалий анжумани II қисм, -Термиз. -2020 йил 24-26 апрель, -123-1124 б.

12. Эшқараев С.Ч., Тураев Х.Х., Умбаров И.А. Гамма-нурланиш асосида Сурхондарё вилояти тупроқларидаги стронций-90 радионуклидини радиометрик аниқлаш. // «Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари» VI- Республика илмий-амалий анжумани II қисм, -Термиз. -2020 йил 24-26 апрель 394-395 б.

13. Эшқараев С.Ч., Тураев Х.Х., Умбаров И.А. Сурхондарё вилояти тупроқларидаги цезий-137 радионуклидини бета-нурланиш асосида радиометрик аниқлаш.// «Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари» VI- Республика илмий-амалий анжумани II қисм, Термиз. 2020 йил 24-26 апрель 395-397 б.

Автореферат Самарқанд давлат университетининг “СамДУ илмий тадқиқотлар ахборотномаси” таҳририятида таҳрирдан ўтказилди (20.07.2020).

2020 йил 12 июлда таҳририй-нашриёт бўлимига қабул қилинди.  
Қоғоз бичими: 60x84 1/16. “Times New Roman” гарнитураси.  
Офсет қоғози. Адади: 100, Буюртма №

---

СамДУ таҳририй-нашриёт бўлимида чоп этилди.  
140104, Самарқанд ш., Университет хиёбони, 15.



