

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ФАНЛАР АКАДЕМИЯСИ
ЯДРО ФИЗИКАСИ ИНСТИТУТИ
НАВОЙЙ ДАВЛАТ КОНЧИЛИК ИНСТИТУТИ**

Муаллифлик ҳукукida
УДК: 539.106., 543.52

ЖУРАҚУЛОВ АЛИШЕР РУСТАМОВИЧ

**УРАН ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ТЕХНОГЕН ОБЪЕКТЛАРИНИНГ
ЭКОЛОГИК МОНИТОРИНГИ**

01.04.01. – Экспериментал физиканинг асбоблари ва усувлари

техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD)

илемий даражасини олиш учун ёзилган

ДИССЕРТАЦИЯ

Илмий раҳбар: техника фанлари доктори, катта
илемий ходим Б.И.Курбанов

Тошкент – 2022

Мундарижа

КИРИШ (диссертация аннотацияси).....	6
I БОБ. КОН-МЕТАЛЛУРГИЯ КОРХОНАЛАРИ ТЕХНОГЕН ОБЪЕКТЛАРИНИ ЭКОЛОГИК МОНИТОРИНГ ҚИЛИШНИНГ ЗАМОНАВИЙ УСУЛЛАРИ.....	19
1.1-§. Уран ишлаб чиқариш корхоналарнинг радиацион ифлослантириш факторлари ва уларнинг атроф мухитга экологик таъсирини назорат қилиш.....	211
1.1.1-§. Қаттиқ намуналарни таҳлил қилишнинг гамма-спектрометрик усули.....	222
1.2-§. Техноген обьектларда рентгеноспектрал таҳлил усулини қўлланилиши.....	23
1.3-§. Табиий ва саноат корхоналари оқава сувларини экологик таҳлил қилиш усуллари.....	244
1.4-§. Чет эл мамлакатларидаги уран ишлаб чиқариш техноген объектларидаги радиоэкологик мониторинги.....	277
1.4.1-§. Ҳаводаги радоннинг эквивалент мувозанатли хажмий активлигини аниқлаш ишлари.....	28
1.4.2-§. Ҳаводаги узоқ яшовчи альфа-нуклиидлар активлигини аниқлаш усуллари ва асбоблар.....	29
1.5-§. Уран ишлаб чиқариш корхоналари ҳудудларида радиацион ифлосланиш манбалари ва уларни назорат қилиш масалалари.....	30
<i>Биринчи боб бўйича хуносалар.....</i>	<i>31</i>
II БОБ. УРАН ҚАЗИБ ОЛИШ ТЕХНОГЕН ОБЪЕКТЛАРИГА ЯҚИН ХУДУДЛАРДА ТАБИЙ РАДИОНУКЛИДЛАРНИНГ ТАРҚАЛИШИНИ ТАДҚИҚ ҚИЛИШ.....	344
2.1-§. Техноген обьектлар атрофидаги тупроқларда табиий радионуклиидларнинг тарқалиши ҳолатини баҳолаш усуллари.....	344
2.2-§. Уран қазиб олиш обьектлари ва иш жойларида радиация омилларини аниқлаш усуллари.....	39

2.2.1-§. Олиб борилган физик экспериментларнинг техникаси ва услубиятлари.....	40
2.2.2-§. Техноген худудларда гамма-нурланиш экспозицион доза кувватининг локал тақсимланиши кўрсаткичларини аниқлаш учун ЭХМ дастури.....	47
2.2.3-§. Худуд аҳолисига йиллик умумий доза таъсири миқдорини самарали камайтиришни баҳолаш.....	50
2.3-§. Уран ишлаб чиқаришдаги радиацион омиллар ва уларни назорат қилиш услубияти.....	52
2.3.1-§. Саноат корхоналари атроф-муҳитини экологик назорат қилиш.....	45
2.3.2-§. Уран ишлаб чиқариш жараёнида атроф-муҳитни радиоэкологик назорат қилиш.....	56
2.3.3-§. Уран ишлаб чиқариш корхонлари чиқиндиҳоналарининг техноген ҳиссасини баҳолаш.....	59
2.3.4-§. Уранни ер остида танлаб эритиш участкалари майдонларини рекултивациядан кейин радиоэкологик мониторинг қилиш услубияти.....	60
2.4-§. Навоий КМК уран ишлаб чиқаришида сув ресурсларининг ҳолати ва улардан рационал фойдаланилишни таҳлил қилиш.....	61
2.4.1-§. Геотехнологик конларда йиллик умумий эффектив дозани баҳолаш.....	63
<i>Иккинчи боб бўйича холосалар.....</i>	65
II БОБ. КОН-МЕТАЛЛУРГИЯ КОРХОНАЛАРИ ТЕХНОГЕН ТАЪСИРИДА БЎЛГАН ТАБИИЙ РЕСУРСЛАР ВА АТРОФ-МУҲИТ ҲОЛАТИНИНГ ЭКОЛОГИК МОНИТОРИНГИ.....	66
3.1-§. Кон-металлургия саноати техноген таъсирида бўлган табиий ресурслар ҳолатини баҳолаш услубияти.....	66
3.1.1-§. Таркибида олтин ва уран бўлган руда намуналарини инструментал нейтрон-активацион усулда таҳлил қилиш.....	68

3.2-§. Ҳаводаги радон (^{222}Rn) ва унинг изотоплари эквивалент мувозанатли ҳажмий активлигини (ЭМҲА) аниқлашнинг альфа-радиометрик услубияти.....	72
3.3-§. Кон-металлургия саноатининг атроф-муҳитга техноген таъсири қийматларини баҳолаш услубияти.....	82
3.3.1-§. Уран ишлаб чиқариш корхоналарининг яқин атроф ҳудудларидаги радиация омилларини аниқлаш услубияти.....	84
3.3.2-§. Экспериментал тадқиқотларнинг техникаси ва услубияти.....	85
<i>Учинчи боб бўйича хулосалар</i>	89
IV БОБ. ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ҲУДУДЛАРИ АТРОФИДА РАДОН ИЗОТОПИНИ ТАДҚИҚ ҚИЛИШ ВА РАДОН ЭКСХАЛЯЦИЯСИ ХУСУСИЯТЛАРИНИ БАҲОЛАШ.....	90
4.1-§. Радоннинг турли хил ер ости сувларида сақланиш хусусиятларини ўрганиш.....	90
4.1.1-§. Уран ишлаб чиқариш ҳудудлари ер ости сувларида ҳосилавий ^{222}Rn ва она ядро ^{226}Ra радионуклиди орасидаги боғланишни татқиқ этиш.....	92
4.1.2-§. Техноген ҳудудларидаги ер ости сувларидан олинган наъмуналарда ^{222}Rn заарли гази дегазация вақтини аниқлаш.....	95
4.2-§. Техноген объектларда радон (^{222}Rn) изотопи эксхаляциясини аниқлаш ва баҳолаш услубияти.....	98
4.2.1-§. Тадқиқотнинг услуби ва техникаси.....	99
4.2.2-§. Мувозанат коэффициентини аниқлаш услубияти.....	104
<i>Тўртинчи боб бўйича хулосалар</i>	106
ЯКУНИЙ ХУЛОСА.....	107
ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ.....	109
ШАРТЛИ БЕЛГИЛАР ВА АТАМАЛАР РЎЙХАТИ.....	126

КИРИШ (диссертация аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарбилиги ва зарурати. Жаҳонда ҳозирги вақтда техноген уран ишлаб чиқариш объектларида ва ушбу объектлар атрофидаги аҳоли яшаш пунктларида экологик вазиятни ўрганиш фан ва техниканинг долзарб ва талаб қилинадиган йўналишларидан бири ҳисобланади. Ўзбекистон Республикаси иқтисодиётининг ривожланиши ва истиқболлари, экспорт қилинадиган асосий маҳсулот - уранни ишлаб чиқариш, ҳар доим экологик хавф билан боғлиқ бўлган. Кон-металлургия саноатида ишлаб чиқаришда одатда атроф-муҳитга энг кам экологик ва техноген заарар етказадиган технологиялар танланади. Ишлаб чиқаришда атроф-муҳит муҳофазаси учун бир қатор тадбирлар кўриб чиқилади. Аммо уран қазиб олиш ва қайта ишлаш уран, торий ва уларнинг парчаланиш маҳсулотларининг уран рудаларида радиоактив изотоплари мавжудлиги сабабли атроф-муҳитга радиацион таъсир кўринишида техноген таъсир кўрсатади.

Жаҳонда охирги йилларда уранга бўлган талабнинг ошиши сабабли, Ўзбекистонда уранни қазиб олиш ва қайта ишлаш ҳажми сезиларли даражада ошиди, бу мантиқан атроф-муҳитга радиациявий таъсирнинг кўпайишига ва техноген объектлар атрофидаги аҳоли яшаш пунктларида радиация фонининг ошишига олиб келиши мумкин. Йилдан йилга уран ишлаб чиқаришни сезиларли даражада ошириш вазифалари ишлаб чиқарувчиларга фойдали металларни ажратиб олишнинг самарали, иқтисодий ва экологик тоза технологияларини ишлаб чиқиш, саноат зоналари ва техноген объектларда атроф-муҳитни назорат қилишни таъминлаш вазифасини юклайди. Шу муносабат билан, экологик вазиятни мониторинг қилиш учун мавжуд экспресс, тезкор ва ахборотли усусларини такомиллаштириш, хом ашёлардан оқилона фойдаланиш уран қазиб оловчи корхоналарнинг атроф-муҳитга техноген таъсирини камайтиришни таъминлаш амалий физика, ядро технологияси ва радиацион экологиянинг долзарб вазифасидир.

Республикамида мустақиллик йилларида мамлакатнинг экологик барқарорлигига муҳим ҳисса қўшиб, кон metallurgия саноатида экологик назорат бўйича экспериментал тадқиқотларни ривожлантиришга катта эътибор берилмоқда. Фойдали қазилмаларни ишлаб чиқариш хажмининг кўпайиши, тайёр маҳсулот таннархининг пасайиши ва экспорт қилинадиган маҳсулотнинг йиллик ишлаб чиқариш хажмининг ўсиши фонида экологик тоза ишлаб чиқаришни таъминлаш бўйича қатор маҳсус дастурлар қабул қилинди. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегиясида олтин, уран қазиб олиш жараёнларини ва уларнинг экотизимга техноген ҳиссасини бошқариш усулларини ишлаб чиқиш ва ишлаб чиқаришда жорий этиш дастурини амалга ошириш вазифалари белгиланган.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2010 йил 15 декабрдаги ПҚ-1442-сон “2011-2015 йилларда Ўзбекистон Республикаси саноатини ривожлантиришнинг устувор йўналишлари тўғрисида”, 2015 йил 4 мартағи ПФ-4707-сон “2015-2019 йилларда ишлаб чиқаришни таркибий ўзгартириш, модернизация ва диверсификациялашни таъминлаш чора-тадбирлари дастури тўғрисида” ва 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сонли “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги фармонлари ҳамда, ушбу соҳадаги бошқа меъёрий-хуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қиласди.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланиши-нинг устувор йўналишларига мослиги. Диссертация тадқиқотлари республика фан ва технологияларни ривожлантиришнинг II. “Энергетика, энергия ва ресурс тежамкорлиги ва муқобил энергия манбалари” ва VII. “Ер тўғрисидаги фанлар (геология, геофизика, сейсмология ва минералларни қайта ишлаш) устувор йўналишларига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Дунёning кўплаб етакчи олимлари, жумладан: европалик (Badawy W.M., Mamikhin S.V., Mccluney

W.R., Campos M.J., Penna E., Trindade H, Sachett I.), россиялик (Бахур А.Е., Мануилова Л.И., Бекман И.Н., Шербакова Л.М., Спирин Е.В., Маслов А.А., Пивоваров Ю.П., Соловьев Г.С., Сапригин А.В., Рачкова Н.Г., Таскаев А.И., Сахаров Б.К.) ва бошқа мутахассислар томонидан экотизимга уран ишлаб чиқаришининг техноген таъсирини назорат қилиш учун ядро-физик усулларни ишлаб чиқиш бўйича илмий тадқиқотлар олиб борилган. Шу билан бирга, ушбу ишларнинг барчаси турли хил усулларни ишлаб чиқишига, бошқа саноат маҳсулотларини, бошқа кон - металлургия ва атроф-мухит объектларини ўрганишга бағишлиланган бўлиб, улар кимёвий таркиби ва тузилишида биз ўрганаётган объектлардан фарқ қиласди.

Ўзбекистонлик олимлар (Кулматов Р.А., Мўминов Т.М., Кист А.А, Арипов Г.А., Мухамедов С.М., Саттаров Г.С., Васидов А., Бакиев С.А., Курбанов Б.И. ва бошк.) уран қазиб олиш учун саноат корхоналари маҳсулотларининг макро ва микроэлементлар таркибини аналитик назорат қилишнинг ядро физикавий ва бошқа усулларини ишлаб чиқканлар. Экотизимларни бошқариш учун ядро-физикавий техникани қўллашда маълум натижаларга эришилган. Ушбу ишланмаларда $^{238}\text{U}/^{226}\text{Ra}$ ва $^{238}\text{U}/^{234}\text{U}$ ўртасидаги радиоактив мувозанатнинг бузилиши, уран оксиди маҳсулотидаги ^{234}U миқдорини ошириш, уран изотоплари орасидаги радиоактив мувозанатни бузилиш механизмлари тадқиқ этилган.

Аммо Ўзбекистондаги уран ишлаб чиқариши билан банд бўлган техноген худудлардаги радиацион экологик муҳит, жумладан уран чиқиндилар сақлаш жойлари, уран отвалларида радиация қийматларининг локал тақсимоти, техноген худудлардаги ер ости сувларининг сифатини назорат қилиш, техноген худудларнинг аҳоли яшаш пунктларига кўрсатадиган экологик таъсири бўйича тадқиқотлар ва маълумотлар илмий адабиётларда деярли йўқ.

Тадқиқотнинг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.
Диссертация тадқиқотлари Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси

Ядро физикаси институти илмий-тадқиқот ишлари режасининг № А-13.113 “Рений ва бошқа қимматбаҳо металларни олишнинг технологик жараёнини мониторинг қилиш услубини ишлаб чиқиш” (2006-2008); Навоий давлат кончилик институтининг илмий лойиҳалари доирасида ДИТД-7: 3.8.3 “Навоий вилоятининг табиий ва техноген шароитларини тадқиқ қилиш, ва табиий фанлар талабаларини ўқитишнинг интерфаол усулларини ишлаб чиқиш” гранти (2009-2011) мавзуларидаги илмий лойиҳалар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади уран қазиб олиш ва қайта ишлаш жараёнидаги радиацион омилларнинг таъсири катталикларини баҳолаш ва салбий таъсиirlарни камайтириш услубларини ишлаб чиқишидан иборат.

Тадқиқотнинг вазифаси:

уран ишлаб чиқариш объектларини радиометрик тадқиқ қилиш, техноген объектлар локал худудларидаги гамма-нурланиш экспозицион доза куввати (ЭкспДК) миқдорларини аниқлаш;

уран ишлаб чиқариш худудлари ер ости сувларида табиий радионуклиидлар концентрациясининг тақсимланиши ва уларнинг геокимёвий ҳаракатланиши қонуниятларини тадқиқ этиш;

уран ишлаб чиқариш техноген объектларининг атроф-мухитга радиацион таъсирини камайтириш бўйича чора-тадбирлар ишлаб чиқиш;

уран ишлаб чиқариш саноат корхонасининг атроф-мухитга техноген таъсири катталигини нейтрон-активацион таҳлил усули ёрдамида баҳолаш.

Тадқиқотнинг обьекти сифатида уран таркибли намуналар, уран кимёвий концентратлари ва оксидлари, технологик эритмалар, саноат оқова сувлари, саноат қаттиқ чиқиндилари, балансдан ташқари рудалар ва уран ишлаб чиқариш жараёни таъсирида бўлган экотизим намуналари (сув, тупроқ, ҳаво) олинган.

Тадқиқотнинг предметини уран ишлаб чиқарадиган саноат корхоналари худуди ва бу худудларга туташган аҳоли яшаш пунктларининг экологик мониторинги, уран ишлаб чиқариш жараёнидаги

радиоэкологик хавфсизлик ва технологик жараёнларнинг радиоэкологик жиҳатлари ташкил этади.

Тадқиқот усули: инструментал нейтрон-активацион таҳлил усули, рентгенофлуоресцент усул, радиометрия усули, альфа- ва гамма-спектрометрия, шунингдек замонавий компьютер технологияларидан фойдаланган ҳолда математик статистика натижаларини корреляцион таҳлил усули.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуидагилардан иборат:

Навоий кон-металлургия комбинатининг уран уюmlари, уран чиқиндилари омбори ва уранни ер остида танлаб эритиш майдонлари тупроқлари намуналаридағи ^{238}U , ^{230}Th , ^{226}Ra , ^{40}K табиий радионуклидларнинг локал тарқалиш концентрациялари қийматлари ушбу техноген худудларда ^{238}U бўйича 59,8 – 93,2 Бк/кг, ^{230}Th бўйича 136 – 264 Бк/кг, ^{226}Ra бўйича 556 -983 Бк/кг, ^{40}K бўйича 830-1200 Бк/кг оралиqlарда аниқланган;

гамма-нурланиш экспозицион доза қуввати қийматларининг маҳаллий сирт тақсимоти параметрларини тезкор баҳолаш учун самарали ҳисоблаш ЭХМ дастури ишлаб чиқилган ва унинг ёрдамида илк бор техноген худудларнинг кузатув нүкталарида - Учқудуқда -0,43 мкЗв/соат, Зафарободда-0,24 мкЗв/соат, Навоий шахрида (ГМЗ-1) -0,16 мкЗв/соат экспозицион доза қуввати аниқланган;

уран ишлаб чиқариш худудларининг ер ости сувларида ҳосилавий ^{222}Rn радионуклиди хажмий активлиги ва она ядро ^{226}Ra радионуклиди хажмий активлиги орасидаги чизиқли боғланиш бузилган ҳолатлар кузатиладиган техноген худудлар илк бор аниқланган, ва у ерлардаги радиацион параметрларнинг сон қийматлари тажриба йўли билан топилган: Учқудуқ- $^{226}\text{Ra}-55$, $^{222}\text{Rn}-213$, Нурбулоқ- $^{226}\text{Ra}-16$, $^{222}\text{Rn}-130$, Қарнаб- $^{226}\text{Ra}-23$, $^{222}\text{Rn}-115$, Зафаробод- $^{226}\text{Ra}-11$, $^{222}\text{Rn}-230$, Шуробод- $^{226}\text{Ra}-282$, $^{222}\text{Rn}-74$, Нуробод- $^{226}\text{Ra}-381$, $^{222}\text{Rn}-120$, №9- Жанубий қудуқ- $^{226}\text{Ra}-124$, $^{222}\text{Rn}-516$;

илк бор Навоий кон-металлургия комбинатининг уран ишлаб чиқариш техноген худудларидаги ҳар хил кимёвий таркибли ер ости сувлари учун ^{222}Rn радионуклиди дегазациясининг рухсат этилган санитар меъёри 60 Бк/л гача тушадиган оптималь вақт қийматлари 8 – 14 соат оралиғида эканлиги тажрибада аниқланган;

-илк бор Навоий кон-металлургия комбинатида ишлаб чиқарилган уран маҳсулотларини саклаш жойлари атмосфера ҳавосида ^{222}Rn радионуклиди аралашган аэрозолларнинг экспозицион доза қуввати 3000 мкЗв/соат дан 300 мкЗв/соат гача ва радоннинг мувозанатли хажмий активлиги $250 \text{ Бк}/\text{м}^3$ дан $15 \text{ Бк}/\text{м}^3$ гача камайишини таъминлаш учун контейнерларни улар орасидаги масофани 15 см, ердан баландлигини 1 метргача күтарилилган холатда жойлаштириш кераклиги асослаб берилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

уран ишлаб чиқариш жараёнида атроф-мухитга таъсир этувчи радиоактив омиллари баҳоланган ва бу жараёнларнинг атроф-мухитга техноген таъсирини минималлаштириш бўйича амалий тавсиялар берилган;

уран ишлаб чиқарувчи корхоналарда радиацион ифлосланиш катталиклари ва бу катталикларнинг келажақда атроф-мухитга техноген таъсирини башорат (прогноз) қилиш учун саноат оқова сувлари ва ер ости сувларида радионуклидларнинг тарқалиши аниқланган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги замонавий давлат стандартидан ўтказилган усуллар ва юқори сезгириликдаги ўлчаш асбобларидан фойдаланиш, ишлаб чиқилган услубиятларни халқаро стандарт намуналари маълумотлари билан қиёсий таҳлил қилиш, параллел таҳлиллар ва турли тадқиқотчилар ва лабораторияларда олинган маълумотлар билан таққослаш йўли билан тасдиқланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти уран ишлаб чиқариш техноген худудларida заарли радиоактив моддаларнинг атроф-мухитга таъсир

кўрсатувчи омилларини баҳолашдан, теварак-атрофидаги худудни техноген элементлар билан ифлосланиш механизми ва шаклларини аниқлашдан, ҳамда уран ишлаб чиқариш техноген худудларни экологик мониторинг қилиш ва маълумотлар олишдан иборат.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти тўғридан-тўғри уран қазиб олиш ва қайта ишлашнинг табиий шароитида табиий ва техноген радионуклидлар ва бир қатор элементларнинг таркибини аниқлаш, чиқиндилар ва ер ости сувларида радионуклидларнинг пайдо бўлиши шакли ва кўчиб ўтиш шароитларини аниқлаш ва қўллашдан иборат.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Уран ишлаб чиқариш техноген объектларининг экологик мониторинги бўйича олинган натижалар асосида:

Навоий кон-металлургия комбинатининг уран отваллари, уран чиқиндилари омбори ва уранни ер остида танлаб эритиш майдонлари тупроқлари намуналарида табиий радионуклидларнинг локал тарқалиш концентрациялари бўйича олинган натижалари кон-металлургия комбинатининг Марказий илмий-тадқиқот лабораториясида амалиётга тадбиқ қилинган (Навоий кон-металлургия комбинатининг 2022 йил 28 апрелдаги № 23-01-07/326-сон маълумотномаси). Натижаларнинг қўлланилиши ушбу объектлардаги радионуклидларнинг маълумотлар базасини яратиш имконини берган;

гамма-нурланиш экспозицион доза қуввати қийматларининг маҳаллий сирт тақсимоти параметрларини ҳисоблаш бўйича ишлаб чиқилган дастур Ўзбекистон Республикаси интеллектуал мулк Агентлигига рўйхатдан ўтказилган (Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк Агентлигининг ЭҲМ дастурини расмий қайд этиш тўғрисидаги Гувоҳномаси № DGU 09817. 23.12.2020й.). Ишланманинг қўлланилиши уран отваллари, ГМЗ-1 уран чиқиндилари омбори ва уранни ер остида танлаб эритиш майдонларида гамма-нурланиш экспозицион доза

кувати қийматларининг маҳаллий сирт тақсимоти параметрларини аниқлаш имконини берган;

НКМК уран ишлаб чиқариш техноген ҳудудлари ер ости сувларида ҳосилавий ^{222}Rn радионуклиди миқдори ва она ядро ^{226}Ra радионуклиди миқдори орасидаги боғланиш қонуниятлари, радон дегазацияси вақтининг оптимал қийматлари ва сув танқис чўл ҳудудларида юқори радиация кўрсаткичига эга бўлган ер ости сувларидан хавфсиз фойдаланиш бўйича ишлаб чиқилган тавсиялар Навоий кон-металлургия комбинатининг Марказий илмий тадқиқот лабораториясида амалиётга тадбиқ этилган (Навоий кон-металлургия комбинати Марказий илмий тадқиқот лабораториясининг 2022 йил 28 апрелдаги № 23-01-07/326 -сон жорий қилиш тўғрисидаги далолатномаси). Натижада Навоий вилоятининг сув танқис чўл ҳудудларида ер ости сувларидан хавфсиз фойдаланиш имконияти асослаб берилган;

омборхона хавосида аниқланган ^{222}Rn радионуклиди йиғилиш даражасини ва омборхона хавосида ^{222}Rn йиғилишини олдини олиш учун уран тайёр маҳсулотлари контейнерларини жойлаштириш бўйича аниқланган самарали геометрияси Навоий кон металлургия комбинатида амалиётга тадбиқ этилган (Навоий кон-металлургия комбинатининг 2022 йил 28 апрелдаги № 23-01-07/326-сон маълумотномаси). Натижаларининг қўлланилиши тайёр уран маҳсулотларини саклаш омборларида радионуклид аэрозолларининг экспозицион доза қувватини камайтириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Диссертация ишининг асосий натижалари 16 та халқаро ва республика анжуманларида маъруза қилинган, ҳамда муҳокама этилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 23 та илмий иш чоп этилган, жумладан, 1та ЎзР Интеллектуал мулк агентлиги томонидан қайд этилган компьютер дастурий маҳсулотлари гувоҳномаси, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация

комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий журналларда – 3 та мақола, улардан 1 таси хорижий журналларда.

Диссертация тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш кисми, тўртта боб, хулоса, нашр этилган илмий ишлар рўйхати, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг асосий ҳажми 126 бетни ташкил этади.

Эълон қилинган илмий ишлар рўйхати:

1. Музафаров А.М., Урунов И.А., Аллаберганова Г.М., Журакулов А.Р. Особенности поведения радона в различных подземных водах. // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2018. - №4 (75).–С. 125-126 (05.00.00.№7)
2. Jurakulov A.R., Muzaferov A.M., Kurbanov B.I.,Urinov Sh.R., Nurxonov H.A Radiation Factors of Uranium Productions and their Impact on the Environment // Annals of the Romanian Society for Cell Biology. – Romania, 2021. – Vol.25, No 4. – pp. 490-499 (№3. Scopus; IF=1,01)
3. Журакулов А.Р., Музафаров А.М., Курбанов Б.И. Оценка состояний распределение естественных радионуклидов в почвах к близлежащим техногенным объектам. // Фан ва жамият. – Нукус: Нукус давлат педагогика институти, 2020. - №1. – Б. 16-17. (05.00.00. №37)
4. Журакулов А.Р., Музафаров А.М., Курбанов Б.И., Урунов Ш. Гамма-нурланишнинг экспозицион қуввати дозаси қийматлари махаллий- сирт тақсимотининг параметрларини хисоблаш. // Ўзбекистон Республикаси Адлия Вазирлиги хузуридаги Интеллектуал мулк Агентлиги. Гувоҳномаси № DGU 09817. 23.12.2020.
5. Juraqulov A.R., Muzaferov A.M., Urunov I.A., Allaberganova G.M., Turobjonov S.M., Husanov Z.J., Abdiraxmonov U.Sh. Method of Determining and Assessment of Radon Exhalation Characteristics in technogenic objects. //International Journal of Mining Science. – India, 2019. – Vol.5, N 4. - pp.35-38.
6. Allaberganova G.M., Turobjonov S.M., Muzaferov A.M., Juraqulov A.R.,

Urunov I.A., Abdiraxmonov U.Sh. Method for Conducting of Uranium Isotopic Analysis in Various Natural Waters of Uranium - Bearing Regions of Uzbekistan // International Journal of Academic Multidisciplinary Research. – Washington (USA), 2019. - vol. 3, issue 10. - pp.52-55

7. Журакулов А.Р., Музарифов А.М., Курбанов Б.И., Урунов И.А. Оценка значений радиационных факторов в зонах действий и прилегающих объектах уранового производства. //Научно-практический электронный журнал «ТесНика». – Андижан: Изд. “Re-Health”, 2020. - № 2.- С.24-27.
8. Журакулов А.Р., Курбанов Б.И., Абдурахманов У.Ш., Урунов И.О. Сезонное распределение радона (^{222}Ra) в многоквартирных домах в Навои и Самарканде // Journal of Advances in Engineering Technology. – Навои: ООО Science Algorithm, 2020. - vol.1(1). -C.86-89.
9. Музарифов А.М, Сатторов Г.С, Кист А.А., Журакулов А.Р. Радиометрическая оценка радиационной обстановки в промышленной и близлежащей зоне уранодобывающих предприятий. // Ядерная и радиационная физика: Тезисы докладов Межд. Конф. 24-27 сентября 2013 г. – Алматы (Казахстан), 2013. –С.222-223
- 10.Курбанов Б.И., Данилова Е.А., Музарифов А.М., Журакулов А.Р., Ахмедов Я.А. Ядерно-физический способ экологического мониторинга объектов горно-металлургической промышленности. //«Перспективы инновационного развития горно-металлургического комплекса»: Тезисы докладов международной научно-технической конференции 22 – 23 ноября 2018 г. – Навои (Узбекистан), 2018. -С. 458.
- 11.Журакулов А.Р., Музарифов А.М., Урунов И.А., Аллаберганова Г.М., Мизомов Л.С. Инструментальное определение радона в различных природных водах. //«Перспективы инновационного развития горно-металлургического комплекса»: Тезисы докладов международной научно-технической конференции 22 – 23 ноября 2018 г. – Навои (Узбекистан), 2018. -С.476-477.
- 12.Курбанов Б.И., Музарифов А.М., Иванов В.Н., Ахмедов Я.А., Журакулов А.Р. Нейтронно-активационное определение некоторых

- редких и редкоземельных элементов в образцах золота и урансодержащих руд. //«Перспективы инновационного развития горно-металлургического комплекса»: Тезисы докладов международной научно-технической конференции 22 – 23 ноября 2018 г. – Навои (Узбекистан), 2018. - С.478.
- 13.Музафаров А.М., Журакулов А.Р., Аллаберганова Г.М., Ходжаева Н.Т., Камолова Д.Ш. Исследование поведения радона в различных техногенных объектах. //«Современные проблемы и перспективы химии и химико-металлургического производства»: Тезисы докладов республиканской научно-технической конференции 22-23 ноября 2018 года. - Навои (Узбекистан), 2018. – С.124-125.
- 14.Журакулов А.Р., Музафаров А.М. Особенности поведения радона в различных природных и техногенных объектах. //«Современные проблемы и перспективы химии и химико-металлургического производства»: Тезисы докладов республиканской научно-технической конференции 22-23 ноября 2018 года. - Навои (Узбекистан), 2018. – С.144-145.
15. Аллаберганова Г.М., Урунов И.А., Журакулов А.Р., Музафаров А.М. Оценка состояний природных ресурсов и методы их рационального использования под техногенным влиянием горно-металлургических производств. //“Современные проблемы и инновационные технологии решения вопросов переработки техногенных месторождений Алмалыкского ГМК”: материалы Международной научно-практической конференции 18-19 апреля 2019г. – Алмалык (Узбекистан), 2019. – С.85-86.
- 16.Kurbanov B.I., Muzafarov A.M., Turdiyev S.Yu., Ahmedov Ya.A., Juraqulov A.R. Nuclear-Physical Methods of Investigations of Some Rare Earth Elements in Samples of Ore Deposits of Uzbekistan. // Abstracts of the Ninth International Conference ‘Modern Problems of Nuclear physics and Nuclear Technologies’ 24-27 September 2019. – Tashkent (Uzbekistan), 2019. - pp. 143-144.

17. Kurbanov B.I., Kurbanova N.B., Juraqulov A.R. Neutron Methods of Investigation of the Elemental Composition of Substances and Materials. // Abstracts of the Ninth International Conference “Modern Problems of Nuclear physics and Nuclear Technologies” 24-27 September 2019. – Tashkent (Uzbekistan), 2019.-p.169-171.
- 18.Kurbanov B.I., Muzafarov A.M., Juraqulov A.R., Ahmedov Ya.A., TurdiyevS.Yu. Effective Deceleration of Fast Neutrons Radionuclide Sources for Spectrometry of Gamma-Radiation Neutron Capture. // Abstracts of the Ninth International Conference “Modern Problems of Nuclear physics and Nuclear Technologies” 24-27 September 2019. – Tashkent (Uzbekistan), 2019.- pp.167-169.
- 19.Juraqulov A.R., Kurbanov B.I., Muzafarov A.M., Allaberganova G.M. Assessment of the Features of the Behavior of Radon in Man-Made Objects. // Abstracts of the Ninth International Conference “Modern Problems of Nuclear physics and Nuclear Technologies” 24-27 September 2019. – Tashkent (Uzbekistan), 2019. - pp. 317-318.
20. Абдирахмонов У.Ш., Журакулов А.Р., Урунов И.О., Кувватова М.А. Оценка эманации радона (^{222}Ra) и индекса активности строительных материалов. // “Zarafshon vohasini kompleks innovatsion rivojlantirish yutuqlari, muammolari va istiqbollari” mavzuidagi Xalqaro Ilmiy-amaliy Anjumani materiallari, 27-28 noyabr, 2019. – Navoi: NTMK, 2019. - B.769-774.
- 21.Курбанов Б.И., Мельников Л.Н., Ермаков К.С., Иванов В.Н, Мингбаев Х.С., Музариров А.М., Ахмедов Я.А., Журакулов А.Р. Ядерно-физические методы исследования по определению содержания некоторых редких и редкоземельных элементов в образцах руд. //“Zarafshon vohasini kompleks innovatsion rivojlantirish yutuqlari, muammolari va istiqbollari”: Xalqaro Ilmiy-amaliy anjumani materiallari, 27-28 november, 2019. – Navoi (Uzbekistan), 2019. -p.228-231.

- 22.Журакулов А.Р., Курбанов Б.И., Музрафаров А.М. Методы и приборы оценки величин техногенного влияния горно-металлургического производства на окружающую среду // Инновацион техника ва технологияларнинг атроф мұхит мұхофазаси соҳасидаги муаммо ва истиқболлари: Халқаро илмий-техник on-line анжумани илмий ишлар түплами. – Тошкент: ТошДТУ, 2020. – Б.110-111.
- 23.Журакулов А.Р., Музрафаров А.М., Курбанов Б.И. Изучение радиоэкологической обстановки в техногенных объектах уранового производства с использованием дозиметрических методов. // «Ядерная физика и ядерные технологии»: Сборник докладов VI Республикаской конференции молодых физиков Узбекистана, 1-2 декабря 2020. – Ташкент: ИЯФ АН РУз, 2020. – С.224-230.

І БОБ. КОН-МЕТАЛЛУРГИЯ КОРХОНАЛАРИ ТЕХНОГЕН ОБЪЕКТЛАРИНИ ЭКОЛОГИК МОНИТОРИНГ ҚИЛИШНИНГ ЗАМОНАВИЙ УСУЛЛАРИ

Ўзбекистон Республикасининг муҳим саноат тармоқларидан бири ҳисобланадиган кон-металлургияси саноатида қимматбаҳо металлар (олтин ва кумуш)дан ташқари дунё бозорида талаб юқори бўлган радиоактив ва нодир элементлардан катта ҳажмда уран ва рений ишлаб чиқарилади. Бу экспортга мўлжалланган маҳсулотлар мамлакатимизнинг валюта заҳирасини тўлдиришда солмоқли ўринни эгаллайди. Ўзбекистон Республикасини 2017-2021 йилларда янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегиясида ушбу соҳани ривожлантиришга катта эътобор қаратилган [1; 70-95 -б.]. Ураннинг табиий изотоплари захиралари бўйича ва йиллик қазиб олиш ҳажми бўйича Ўзбекистон дунёда етакчи мамлакатлардан бири ҳисобланади ва ишлаб чиқариш кўрсаткичлари мустақиллик йилларида янада жадаллашмоқда [2; 75-193-б., 264-298 -б. 3; 134-211-б.].

Ураннинг асосий конлари Марказий Қизилқум худудида мужассамлашган бўлиб, у Навоий кон-металлургия комбинатида (НКМК) ишлаб чиқарилади. НКМК Навоий, Бухоро, Жиззах ва Самарқанд вилоятлари худудларида жойлашган заводлар ва кон бошқармаларидан иборат бўлган ишлаб чиқариш корхоналари мажмуасидан иборат.

Уран ишлаб чиқариш ҳажмини ошириш фойдали қазилмаларни захирасини аниқлаш, қазиб олиш, қайта ишлаш технологияларини такомиллаштиришни, шунингдек радиоактив элементларнинг атроф муҳитга таъсирини мониторинг қилиш ва радиацион хавфсизликни таъминлаш муаммоларини ҳал этишни талаб этади. Дунёning турли мамлакатларида уран ишлаб чиқариш корхоналарида ўтказилган радиоэкологик мониторинг натижаларига кўра уран ишлаб чиқаришида ураннинг парчаланиш занжиридаги радионуклиидлар: ^{238}U , ^{235}U , ^{234}U , ^{230}Th , ^{226}Ra , ^{222}Rn , ^{218}Po , ^{214}Pb , ^{214}Bi , ^{214}Po , ^{210}Po дан ташқари ишлаб чиқариш хоналарида, тайёр маҳсулот

сақланадиган омборхоналарда, техноген чиқиндилар омборхоналарда юқори солиширма активлик ва техноген объектлари атрофида юқори радиацион фон қайд этилган [4; 6.250-266, 5; 6.19, 345, 6; 6.26-32, 7; 6.11-13, 8; 6.338-345, 9; 6.225-269, 10; 6.89-98, 11; 6.12-14,].

Уран ишлаб чиқариш корхоналарда ва шунга алоқадор бўлган техноген объектларда ҳудудни ва маҳсулотларни экологик мониторинг қилиш учун турли хил кимёвий, физик-кимёвий ва физикавий усуллар қўлланилади [12; 45-б., 13; 135-139-б., 14; 302-306-б., 15; 45,48-б., 16; 5-б., 26-б., 17-б.; 103,18-б.; 467-473-б., 19; 121-124-б.]. Уран ишлаб чиқариш билан шуғулланувчи дунёning бошқа корхоналарининг лабораторияларida зарур бўлган радиоэкологик мониторинг қилиш учун қатор самарали усуллардан фойдаланишади [20; 6.152–155, 21; 6.13,14, 22; 6.21,53,60, 23; 6.13,26,74,24; 6.22,25; 6.307, 26; 6.229, 27; 6. 532-540,28; 6.144-208, 29; 6.146, 30; 6.141-146].

Радиоэкологик назорат ишларида ултра кичик микдордаги кимёвий элементлар аралашмаларини аниқлаш талаб этилади. Бу ҳолатда элемент таҳлили ўрганилаётган модданинг асосий массасини ташкил этувчи кўп сонли бошқа элементлар ичидан ултра кичик микдордаги битта кимёвий элементни аниқлашдан иборат бўлади.

Уран ишлаб чиқариш корхоналарда оғир элементларнинг, жумладан ураннинг Зта табиий изотоплари, торий ва уларнинг радиоактив парчаланишидан ҳосил бўладиган ҳосилалар, деярли барчаси радиоактив изотоплар ҳисобланади ва радиоэкологик назорат қилишни тақозо этади. Уранни ер остида танлаб эритиш технологиясини қўллаш жараёнида атроф-мухитга, жумладан тупроқка ва ер ости сувларига тушиб ифлослантириш эҳтимоллиги юқори ҳисобланади ва мунтазам равища тупроқ ва ер ости сувларини радиоэкологик мониторингини амалга ошириш зарур. Бу мақсадда фойдаланиш учун энг мос келувчи усуллар бўлиб радиометрик, рентгенофлуоресцент, альфа-, бета- ва гамма-спектрометрик, дозиметрик усуллар ва асбоблари ҳисобланади [31; 6.52, 32; 6.42, 33; 6. 189-193, 34; 6. 30, 35; 6. 104, 36; 6. 25, 37; 6. 8, 38; 6. 17-23].

Ушбу усуллар ва амалга оширувчи асбоблар ўзларининг юқори сезгирилиги ва аниқлиги билан ажралиб туради ва турли илм-фан соҳаларида: биология, тиббиёт, геология, турли хил технологиялар, радиоэкология ва бошқа соҳаларда кенг қўлланилади [39; 6.32, 40; 6.104, 41; 6. 82-85, 42; 6.163, 43; 6. 77-84, 44; 6.141].

Диссертацияда қўйилган масалаларни ечиш учун қўллашга яроқли аналитик усулларни ва асбобларни аниқлаш учун назорат қилинадиган радиоэкологик вазифалар ва параметрларни кўриб чиқамиз.

1.1-§. Уран ишлаб чиқариш корхоналарнинг радиацион ифлослантириш факторлари ва уларнинг атроф муҳитга экологик таъсирини назорат қилиш

Уран ишлаб чиқариш корхоналарида радиоэкологик мониторинг обьеклари сифатида назорат қилиниши керак бўлган катталиклар қуидагилар ҳисобланади:

- уран ишлаб чиқариш корхоналарининг бинолари ва чиқиндилар омборхоналари, атмосфера ҳавосидаги эквивалент мувозанатли хажмий активлик;
- ер ости сувлари ва ишлаб чиқариш оқава сувларидаги ^{238}U , ^{235}U ва ^{234}U изотоплар концентрацияси;
- альфа-нурланишнинг умумий солиштирма активлиги;
- ер усти ва ер ости сувларининг, ва ишлаб чиқариш оқава сувларининг йиғинди альфа- ва бета-активлиги;
- уранни ер остида танлаб эритиш худудларидаги, уран чиқиндилари ва чиқиндилар омборхонасидаги тупроқларининг солиштирма эффектив активлиги - $A_{\text{эфф}}$;
- уран конларидаги табиий сувда ^{222}Rn концентрацияси;
- уран чиқиндилари ва уран чиқиндилари омборхоналаридаги ^{222}Rn эксхаляцияси;

- уран ишлаб чиқариш корхонасининг бинолари ва хоналари атмосфера ҳавосида узоқ яшовчи альфа-нуклиидлар;

-уранин ер остида танлаб эритиш участкаларидағи, уран чиқиндилари ва чиқиндилар омборхонаси тупроқлардаги ^{238}U , ^{235}U , ^{234}U , ^{232}Th ва ^{226}Ra радионуклиидларининг солиши тирма активлиги;

- ^{238}U , ^{235}U , ^{234}U , ^{232}Th ва ^{226}Ra радионуклиидлари билан ифлосланган ҳудудлар, уран чиқинди хоналари, уранни қайта ишлаш, ишлаб чиқариш бинолари ва хоналаридан гамма-нурланиш экспозицион дозаси қуввати.

1.1.1-§. Қаттиқ намуналарни таҳлил қилишнинг гамма-спектрометрик усули

Гамма-спектрометрия бу текширилаётган модданинг чиқарадиган гамма-квантларини энергия бүйича тақсимланишини аниқлаш асосида гамма-нурланиш чиқарувчи радионуклиидларни аниқлаш ва миқдорини ўлчашнинг кенг тарқалган усулларидан бири ҳисобланади. Бу усул ўзининг оддийлиги билан ажралиб туради ва одатда радионуклиидларни концентрациясини ошириш (йиғиши) ва алоҳида ажратиш талаб этилмайди.

Текшириладиган намунани тайёрлаш кўпчилик ҳолатда ўлчанадиган препаратни вазнини аниқлашдан ва ўлчашнинг геометрик шароитини ҳисобга олиш имконини берувчи маълум шаклдаги идишга жойлашдан иборат бўлади [45; 6.287-293, 46; 6.44-48, 47; 6.235-239, 48; 6.111-114].

Юқори энергетик ажрата олиш қобилиятига эга бўлган замонавий яrim ўтказгичли детекторларни қўллаш гамма-нурланиш чиқарувчи қатор радионуклиидларни бир вақтда ҳам сифат ҳам миқдор бўйича аниқлаш ишларини бажариш имконини беради.

Гамма-спектрометрия кўпгина инструментал таҳлил усулларининг (нейтро-активацион таҳлил, фото-активацион таҳлил, нейтрон-радиацион таҳлил, зарядли зарралар активацион таҳлили ва б.) таркибий қисми ҳисобланади ва атроф-муҳит объектларида қатор гамма-нурланиш чиқарувчи табиий ва сунъий радионуклиидларни аниқлашда ва ўлчашда муваффақиятли

қўлланилмоқда.

Ушбу усул кимёвий элементларнинг Менделеев даврий системасидаги торий ва уран қаторидаги радионуклидларни, жумладан ^{226}Ra , ^{232}Th , ҳамда ^{40}K ва бошқаларни, радоннинг қисқа яшовчи әмирилиш маҳсулотларини, кўпгина табиий ва сунъий радионуклидларни: ^7Be , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{57}Co , ^{131}I , ^{54}Mn ларни аниқлаш учун қўлланилади.

Атмосфера ҳавосида радионуклидлар кўпроқ аэрозол заррачалар билан боғланган ҳолда бўлади, шунинг учун радионуклидларни аниқлаш учун аввал катта хажмдаги ҳавони филтрловчи материал орқали йиғишади, кейин фильтрга йиғилган радионуклидларни гамма-спектрометрик тахлил қилишади [49; 6.12-13, 50; 6.453-460, 51; 6.270-282, 52; 6.71-76, 53; 6.265-272].

1.2-§. Техноген объектларда рентгеноспекрал тахлил усулини қўлланилиши

Рентгеноспектрал усул – бу атом электрон қобигидаги ташқи электроннинг ички қобиқда ҳосил бўлган бўш ўринга ўтиши жараёнида чиқадиган рентген нурланишини ўлчашга асосланган. Бу бўш ўринлар намуналарни юқори энергияли заррачалар (протонлар, гамма-квантлар) билан бомбардимон қилганда ҳосил бўлади. Бунда ҳосил бўладиган спектрни идентификация қилиш мумкин: тўлқин узунлиги ёки энергияси бўйича элементларни аниқлаш мумкин, нурланиш интенсивлиги бўйича уларнинг миқдорини аниқлаш мумкин.

Иккиламчи нурланиш спектрини тахлил қилиш учун рентген нурларини кристалдаги дифракциясини (тўлқин дисперсияси) ёки ютилган квантлар энергиясига сезгир бўлган детекторларни қўллаш мумкин (энергетик дисперсия). Юқорида келтирилган принциплар асосида рентгеноспектрал асбобларни тўлқин дисперсияли ва энергия дисперсияли турларга ажратишади [54; 6.56-76, 243-250, 55; 6.18-20, 87, 137-143, 56; 6.11-34].

Тўлқин дисперсияли спектрометринг афзаллиги шундаки, у энергия дисперсияли спектрометрга нисбатан юқори аниқликка эга, аммо ундан секинроқ ишлайди. Рентген трубкали ва радиоактив манбали асбоблар уран ва бошқа оғир элементларни қаттиқ технологик ва экологик намуналарда ишлаб чиқариш ва дала шароитларида таҳлил қилиш имконини беради [57; 6.7-11, 126-149, 58; 6.24-39, 153-178].

Ушбу методнинг афзалликларига тадқиқ қилинаётган намуналарда кўп элементли таҳлилни ишлаб чиқариш ва дала шароитларида амалга оширишини киритиш мумкин. Камчилик томонларига таҳлил сезгиригининг унчалик баланд эмаслигини ($10^{-2} - 10^{-3}$ %) киритиш мумкин. Масалан, Япониянинг «SHIMADZU» фирмасининг XRF-1800 типли тўлқин дисперсияли рентгеноспектрометри радиоактив ва бошқа элементлар (бериллийдан бошлаб урангача бўлган) миқдорини аниқлашга имкон беради.

Энергия дисперсияли спектрометларни қўллаб қаттиқ намуналарда уранни, нодир ер элементларини аниқлашган [59; 6.23-27, 33-36, 60; 6.48-69, 222-254].

1.3-§. Табиий ва саноат корхоналари оқава сувларини экологик таҳлил қилиш усуллари

Альфа-спектрометрик усул ёрдамида қуйидаги кимёвий элементлар изотопларини атроф муҳит объектларида $10^{-9}\%$ дан $10^{-11}\%$ сезгириликда аниқлаш мумкинлиги кўрсатилган [61; 6.36-42, 62; 6.21-25, 63; 6. 32-35].

Ўрта Осиё мамлакатларида, жумладан Ўзбекистоннинг Қизилқум чўлларида тоза сув муаммоси ҳамма вақт долзарб ҳисобланган. Ушбу худудлардаги саноат корхоналарининг техноген ва антропоген фаолиятлари оқибатида маълум ичимлик суви манбаларининг деярлик ярми ичиш учун яроқсиз ҳолатга келган. Қизилқум чўлларида жойлашган шаҳарлар ва аҳоли яшаш пунктлари: Учқудук, Зарафшон, Зафаробод, Шоликор, Мурунтау, Даугизтау ва бошқаларда ичимлик суви муаммоси ўта долзарблигича қолмоқда.

Уран ишлаб чиқариш саноат корхоналарига яқин жойлашган аҳоли яшаш пунктларидаги ичимлик сувларида уран ^{238}U ва ^{234}U изотоплари, радий ^{226}Ra ва ^{228}Ra изотоплари, радон ^{222}Rn изотопи ва полоний ^{210}Po изотопи, кам микдорда ^{210}Pb ва торий ^{228}Th , ^{230}Th , ^{232}Th изотоплари нурланиш дозаларини шакллантиради. Шунинг учун техноген объектлар фаолият юритадиган худудлардаги табиий сув ҳавзаларидаги сувда радиоактив элементларнинг солиштирма активликларини мутазам равишида мониторинг қилиб туриш ўта долзарб ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикасида қабул қилинган СанПиН № 0193-06 ҳужжатининг охирги таҳририда ичимлик сувини радиацион-гигиеник баҳолашнинг уч босқичли тизими қабул қилинган. Унга кўра, сув истеъмоли натижасида йиллик эффектив доза 0,2 миллизивертдан кам бўлса, унда назорат талаб этилмайди. Агар йиллик эффектив доза 0,2 дан 1,0 миллизиверт оралигига бўлса, тегишли чора кўрилиши керак, агар йиллик эффектив доза 1,0 миллизивертдан кўп бўлса, унда нурланишни меъёrlаш чоралари кўрилиши керак.

Бошқача айтганда, ичимлик сувларидаги табиий ва сунъий радионуклидлардан ҳосил бўладиган, аҳоли нурланадиган эффектив доза қиймати 0,2 мЗв/йил дан кичик бўлган ҳолатларда радиацион ҳавфсизликни таъминлаш учун радиоактивликни камайтириш бўйича чоралар кўриш талаб этилмайди ва бундан келиб чиқкан ҳолда радионуклидлар таркибини аниқлаш зарурати бўлмайди.

Сув таркибида бир нечта радионуклидлар бўлганида, аҳолининг нурланиш дозаси 0,2 мЗв/йил қийматдан ошмаслиги учун қуидаги шарт бажарилиши керак:

$$\sum \frac{A_i}{YB_i} + \sqrt{\sum \left(\frac{U_i}{YB_i} \right)^2} \leq 1,0 \quad (1.1)$$

бу ерда A_i – сувдаги i -нчи радионуклиднинг ^{222}Rn билан бирғалиқдаги солиштирма активлиги, Бк/кг; YB_i – тегишли аралашув даражаси, Бк/кг; U_i – i -

нчи радионуклидни солиширима активлигини ўлчашдаги абсолют ноаниқлик.

Сув таъминоти манбаларидаги сувда табиий радионуклидлар микдори уран ишлаб чиқарувчи корхоналарининг чиқиндиларини чиқариб ташлаши оқибатида кузатилиши мумкин. Кичик активликни ўлчашга мүлжалланган УМФ-2000 радиометрида сув намуналарининг қуруқ қолдиғида уранни аниқлаш 30% хатолик билан 0,010 мг/л дан 0,040 мг/л гача бўлган оралиқда аниқланган. Радийни 0,037 Бк/л дан 0,15 Бк/л оралиқда 50% аниқлик билан аниқланган Торийни аниқлаш чегараси 0,0082 Бк/л, Полонийни аниқлаш чегараси 0,037 Бк/л ни ташкил этган [64; 6.87-95, 65; 6.56-70, 231-248].

Уран ва бошқа альфа-нурланиш чиқарувчи радионуклидларнинг изотоп таркибини аниқлашнинг энг қулай усули бўлиб, альфа-спектрометрия усули ҳисобланади. Уран изотопларини аниқлаш учун таҳлил қилинаётган намунанинг қалинлиги 50 мкг/см² дан ошмаслиги керак [66; 6.6-9, 67; 6.12-16,]. Намуналарни таҳлил қилиш учун, электролитик йўл билан юпқа қатлам ҳосил қилинади ва бу ҳолатда барча альфа-зарралар чиқарувчи радионуклидлар чўйма шаклида йифилади.

Табиий сувда уран изотоп таркибини аниқлаш услубиятига кўра намуна бошқа аралашмалардан тозаланади, олдиндан концентрациялашибирилади [68; 6.43-50]. Баъзи муаллифларнинг ишида сув намуналаридаги уранни концентрациялаш темир гидрооксиди ёрдамида амалга оширилган. Уран изотоп таркибини альфа-спектрометрик ўлчашларни бажаришда асосий ҳалақит берувчи альфа-нур чиқарувчилар бўлиб қуийдагилар қайд этилган Po-210 (E=5,305МэВ), Ra-226 (E=4,777МэВ) ва Th-232 (E=4,685МэВ). [69; 6.8-24, 70; 6.278-291, 71; 6.46-51]

Шунингдек, табиий сув ва саноат корхоналарининг оқава сувларида фотокалориметрик усул билан кимёвий элементлар концентрацияси 0,003 мг/дм³ дан 9,0 мг/дм³ гача оралиқда аниқланган [72; 6.283-287, 73; 6. 4-14, 74; 6.30-35, 75; 6. 14-22, 76; 6.91-114]. Табиий сув ва ишлаб чиқариш оқава сувларидаги кимёвий элементлар микдорларини аниқлаш учун кимёвий

элементлар бирикмалари комплексининг нордон мухитдаги оптик зичликлари ўлчанган. Кимёвий элементлар нордон мухитда турли ҳил ранга кириши эффеќтидан фойдаланилган. Ўлчов асбоби градиуровка графиги ҳар чорақда текшириб турилади ва эритмаларнинг оптик зичлиги қиёслаш эритмаларига нисбатан ўлчанади [77; 6.63-66, 78; б. 217-221, 79; 6.4614-4648].

Сувнинг радиацион ҳавфсизлиги бўйича меъёрий кўрсаткичларидан яна биттаси бўйича ^{222}Rn табиий радиоактив изотопларининг солиштирма активлиги сувда 60 Бк/кг дан ошмаслиги керак [80; 6.45-53, 147-161, 81; 6.31-34, 65-67, 239-246].

1.4-§. Чет эл мамлакатларидаги уран ишлаб чиқариш техноген объектларидаги радиоэкологик мониторинги

Россия, Украина, Белорусия ва бошқа давлатлардаги уран ишлаб чиқариш корхоналари ҳавосида радиоэкологик мониторинг ишларида асосий физикавий катталиклар сифатида қуидагилар ишлатилган: эквивалент доза қуввати (ЭДК), радоннинг эквивалент мувозанатли хажмий активлиги (РЭМХА), узоқ яшовчи альфа-нуклиидлар (УЯН) ва уран парчаланиш занжиридаги радиоактив элементлар аэрозоллари. Ушбу физикавий катталикларни техноген объектларда ўрганиш ва бу омилларнинг таъсирини камайтириш чораларини ишлаб чиқиш радиацион ҳавфсизликнинг устувор вазифаларидан бири ҳисобланади [82; б. 16-47, 83; б. 5-52, 84; б. 34-42, 85; б. 69-80, 86; б. 90-96, 87; б. 122-125].

Ушбу давлатлар уран ишлаб чиқариш корхоналаридаги радиацион ҳолатни радиацион-дозиметрик назорат қилишда ходимларнинг ва ахолининг нурланиш дозасини ўлчаш учун турли хил усуллар ва асбоблардан фойдаланилган [88; б. 14-20, 89; б. 197-212; 90; 6.59-60, 91; 6.59-63].

Атроф мухитнинг радиоактив ифлосланиши шароитида гамма-нурланиш дозасини назорат қилиш учун ишлаб чиқарилаётган асбобларда энг кўп тарқалган халқаро ўлчов катталиги сифатида эквивалент доза (зиверт,

Зв), ёки эквивалент доза қуввати (зиверт/соат, зиверт/йил) ишлатилади. Дозиметрик катталиклар тизимида бу катталик – эффектив доза, (зиверт, Зв) ҳисобланади [92; б.16-28, 38-52, 93; б. 14-25, 94; б.9-16, 17-28, 46-69].

Гамма-нурланиш дозаси қувватини ўлчаш учун ишлатиладиган дозиметрик асбобларнинг аксарияти стандарт NaI(Tl) кристалли сцинтиляцион детекторлар асосидаги қайд этувчи блокдан иборат. Бу асбоблар экспозицион доза қувватини (рентген/соат) ва эквивалент доза қувватини (Зв/соат) ўлчашга мўлжалланган, ўлчаш энергия диапозони 30-3000кэВ ни ташкил этади.

Уран ишлаб чиқариш корхоналарида ДКС-096 замонавий дозиметрик асбоб эквивалент доза қувватини аниқлаш учун ишлатилмоқда [95; б.14-20, 96; б.1-5].

1.4.1-§. Ҳаводаги радоннинг эквивалент мувозанатли ҳажмий активлигини (ЭМХА) аниқлаш ишлари

Уран ишлаб чиқариш объектларида ҳаводаги радоннинг эквивалент мувозанатли ҳажмий активлигини аниқлаш учун бир неча босқичдаги ишлар амалга оширилади. Ҳавони йиғиб олиш, радон ва тороннинг ҳажмий активлигини радон радиометри ёрдамида ўлчаш, ҳаводаги радон ва тороннинг ЭМХА ни ҳисоблаш, олинган натижаларни таҳлил қилиш. Ҳавони йиғишга қўйилган талаблар мавжуд [97; б. 34-57, 98; б.698-705].

Ҳаводаги радонни аниқлаш учун РРА-01М-03 радиометри ишлатилган. Ҳаводаги ^{222}Rn ва ^{220}Rn радиоактив парчаланиш натижасида ^{218}Po ва ^{216}Po га айланади ва электростатик қуч таъсирида ярим ўтказгичли детектор юза кисмига чўқади. Полоний изотопи қисқа вақтда парчаланади, бу жараёнда чиқадиган альфа-заррачаларни детектор қайд этади ва альфа-заррачалар сонига қараб ўлчанаётган ҳаводаги радон активлиги аниқланган [99; б.51-64, 100; б. 162-178].

1.4.2-§. Ҳаводаги узоқ яшовчи альфа-нуклидлар активлигини аниқлаш усуллари ва асбоблар

Ураннинг емирилиш занжиридаги ҳосил бўладиган радионуклидларнинг ярмидан кўпроғи альфа-нурланиш чиқарувчи узоқ яшовчи радионуклидлар хисобланади. Ушбу радионуклидлар одам организмига кирганда юқори ионлаштириш зичлигига эга бўлади ва кучли даражада заарловчи таъсир кўрсатади.

Уран емирилиш занжиридаги ^{238}U , ^{235}U , ^{226}Ra ва бошқа радионуклидлар юқори кимёвий заҳарлаш хусусиятига эга. Нафас олиш йўли билан одам организмига кириб келадиган табиий ва сунъий радионуклид аэрозоллари энг муҳим ва ҳавфли деб тан олинган. Юқори концентрацияли радионуклид аэрозоллари уран ишлаб чиқариш корхоналарида радиоактив рудаларни қайта ишлашда, уран оксидини иссиқда тоблаш жараённида, радиоактив материалларни ташишда ва бошқа жараёнларда ҳосил бўлиши мумкин. Буларнинг радиоактив емирилишидан радиоактив Rn, Tn ва An газлари ҳосил бўлади. Бу газлар ҳаводаги заррачалар билан бирикиб ҳавода радиоактив аэрозолларни ҳосил қиласди. Ҳаводаги радиоактив аэрозолларни аниқлаш бевосита ҳаводаги узоқ яшовчи альфа-нуклидлар ҳажмий активлигини назорат қилиш билан боғлиқ [101; б.1158-1161, 102; б.22-28, 103; б.58-61].

Уран ишлаб чиқариш корхоналарида радиацион ҳавфсизликни таъминлашда бинолар ва хоналар ҳавосидаги радиоактив аэрозолларни радиацион-дозиметрик назорат қилиш учун “АЛЬФАРАД” радиометридан фойдаланилган [104; б.59-71, 105; б.145-161] ва ушбу радиометрнинг ишлаш принципига асос қилиб ўлчашнинг аспирацион усули қабул қилинган. Бу радиометр ёрдамида уран ишлаб чиқариш обьектларидаги кичик миқдордаги альфа-нур чиқарувчи радионуклидларни аниқлаш мумкинлиги кўрсатилган.

1.5-§. Уран ишлаб чиқариш корхоналари худудларида радиацион ифлосланиш манбалари ва уларни назорат қилиш масалалари

Уран ишлаб чиқариш корхоналари худудларида дунёда ҳозирги вақтда қўлланилаётган уранни ер остида танлаб эритиш технологиясида атроф-муҳитнинг радиацион ифлосланиши олдин қўлланилган уранни шахталардан қазиб олиш технологиясига нисбатан бир неча марта кам эканлиги маълум. Шунга қарамасдан ҳудудларнинг радиацион ифлосланиши кузатилмоқда.

Уран ишлаб чиқариш корхоналарида радиоэкологик назорат учун қўлланилаётган усуllар ва асбоблар талабга жавоб беришини ва қатор афзаликкларга эга эканлигини кўриш мумкин.

Ҳозирги вақтда қўлланилаётган уран ишлаб чиқариш технологияси радиацион экология нуқтаи назаридан ҳавфлилик даражаси кичик ҳисоблансада, саноат обьектларида ва аҳоли яшаш пунктларида йиллик эффектив дозалар СанПиН №0193-06 меъёрий хужжат талабларига тўлиқ жавоб беришини таъминлаш учун ер усти, табиий сув манбалари, ишлаб чиқариш оқова сувлари, ер ости сувлари, атмосфера ҳавоси радионуклидлар билан ифлосланишини мунтазам равишда назорат қилиш талаб этилади.

Бундан келиб чиқсан ҳолда уран ишлаб чиқариш обьектларида нафақат уранни ер остида танлаб эритишда, шунингдек мунтазам равишда атроф - муҳит обьектларида уран ва унинг парчаланиш маҳсулотлари, радий ва унинг парчаланиш маҳсулотлари (^{238}U , ^{235}U , ^{234}Pa , ^{230}Th , ^{226}Ra , ^{222}Rn , ^{218}Po , ^{214}Pb , ^{214}Bi , ^{214}Po , ^{210}Po) назорат қилиниб бориши талаб этилади.

Таҳлилнинг радиометрик усули турли хил радиометрларни қўллаб намуналардаги табиий альфа-, бета- ва гамма-нурланишни қайд этишга асосланган. Ушбу усуllар табиий ва сунъий радиоактив элементларни таҳлил қилиш учун кенг қўлланилмоқда[106; б. 571-590, 107; б.184, 108; 6.26,41, 109; б.17, 110; 6.26, 111; б.19, 112; 6.19-23, 113; б.123-136]. Бу усулнинг сезгирлиги 10^{-3} % дан 10^{-5} % гача.

Ураннинг парчаланиш маҳсулоти бўлган радий ва радон ўта ҳаракатчан радиоактив кимёвий элементлар ҳисобланади. Шунинг учун уран конларининг атрофидаги ер ости минерал сувлари ва уранни ажратиб олиш сорбцион қурилмалари ушбу бирикмалар билан тўйиниб қолади. Натижада ушбу объектлар атрофидаги ҳавода юқори радиоактивлик ҳосил бўлади.

Юқорида баён этилганлардан келиб чиқсан ҳолда Навоий КМК уран ишлаб чиқариш корхоналарида мунтазам радиоэкологик мониторинг ўтказиб бориши эҳтиёжи юзага келди. Техноген объектларда ва аҳоли яшаш пунктларида радиацион катталикларни аниқлаш, меъёрий талаблардан ошмаслигини таъминлаш чора тадбирларини ишлаб чиқиш, янги ташкил этилган техноген объектлар учун мавжуд услубиятларни такомиллаштириш ва янги услубиятларни ишлаб чиқиш ва амалиётда қўллаш нафақат Навоий КМК учун, балки Навоий вилоятида ва Республика миқёсидаги долзарб илмий-техник муаммо ҳисобланади.

Биринчи боб бўйича хulosалар

Шундай қилиб, юқорида таҳлил қилинган адабиётлардаги материалларни умумлаштириб қўйидагича холоса чиқариш мумкин:

1. Ривожланган мамлакатлардаги уран ишлаб чиқариш корхоналарида радиоэкологик назорат ишларини амалга ошириш учун қатор замонавий усуллар ва асбоблар ишлаб чиқилган ва улар атроф-муҳит объектларида радиацион ифлосланиш ҳолатларини юқори сезгириликда, тезкор ва ишончли аниқлаб бериш имкониятига эга.

2. Чет мамлакатлардаги уран ишлаб чиқариш объектларида: ер остида уранни танлаб эритиш худудларида, уран уйумларида ва техноген чиқиндилар омборхоналарининг тупроқларида ^{238}U , ^{235}U , ^{234}U , ^{232}Th ва ^{226}Ra радионуклидларининг солиштирма активликлари кийматларини аниқлаш бўйича тадқиқотлар ўтказилган ва ижобий натижалар олинган. Уран ишлаб чиқаришдаги қаттиқ намуналарда Th^{232} ва табиий K^{40} , Ra^{226}

радионуклидларини, табиий ураннинг солиштирма активлигини аниқлаш учун гамма-спектрометрик усул бошқа усулларга нисбатан афзаликларга эгалиги кўрсатилган.

3. Уран ишлаб чиқаришда радиоэкологик назорат учун, жумладан радоннинг парчаланиш маҳсулотлари эквивалент мувозанатли ҳажмий активлигини, узоқ яшовчи альфа-нур чиқарувчи радионуклидларни ва альфа-бета активликни аниқлаш учун радиометрик таҳлил усули тезкор ва ишончли эканлиги кўрсатилган.

4. Уран ишлаб чиқариш корхоналари отвалларида, техноген чиқиндилар сақлаш омборхоналарида жойлаштирилган уран чиқиндиларида радон оқими қийматини ўлчаш учун радон экспансионисти ўлчаш усули қулай ҳисобланиши таъкидланган.

Диссертация вазифасининг қўйилиши:

Ўзбекистондаги уран ишлаб чиқариш корхоналари ҳолатидан ва ривожланган мамлакатлар кон-металлургияси саноатида радиацион мониторинг учун қўлланилаётган усуллар ва асбоблар техник имкониятларидан келиб чиқкан ҳолда ушбу диссертация ишида қуйидаги долзарб илмий-техник вазифаларни бажариш вазифаси қўйилди:

* Навоий кон-металлургия комбинатидаги уран ишлаб чиқарувчи техноген обьектлар атроф-муҳит ҳолатини радиоэкологик мониторинг қилиш учун қўлланиладиган ядро-физиковий усулларни такомиллаштириш;

* Уранни қазиб олиш ва қайта ишлаш жараёнларида радиацион омилларнинг таъсирини мониторинг қилиш.

* Уран ишлаб чиқариш корхоналаридаги янги ташкил этилган участкалар ҳудудларида радиоэкологик мониторинг ўтказиб янги маълумотлар олиш;

* Техноген обьектлардаги (уран ишлаб чиқариш участкалари, тайёр маҳсулотлар омборхоналари ва чиқиндиларни сақлаш ҳудудларида)

гамма нурланишининг эквивалент доза қийматларининг (ЭДК) локал тақсимланишини ўрганиш;

* Техноген ҳудудларнинг ер ости сувларидаги радиоизотопларнинг концентрациясини радиометрик усулда аниқлаб уларнинг миграция қонуниятларини ўрганиш;

* Техноген объектларнинг локал нуқталарида гамма-нурланишининг эквивалент доза қийматларини (ЭДК) аниқлаш ва уларнинг фазовий тақсимотини тадқиқ қилиш;

* Сув намуналарида уран емирилиш занжиридаги радионуклидларнинг (^{238}U , ^{235}U , ^{234}U , ^{232}Th , ^{226}Ra) концентрациясини аниқлаш бўйича тадқиқот ўтказиш;

* Уран ишлаб чиқариш корхоналарида радиоактив чиқиндиларни биргалиқда сақлаш пайтида радионуклидларнинг миграцияси ва бошқа хусусиятларини ўрганиш бўйича тадқиқотлар олиб бориш;

* Уран ишлаб чиқариш корхоналарида техноген объектларининг атроф-муҳитга ионлаштирувчи нурлар таъсирини камайтириш бўйича тавсиялар ишлаб чиқиш;

* Уран ишлаб чиқарувчи техноген объектлар ҳудудидаги ер ости сувлари ва техноген оқова сувларидаги ^{222}Rn изотопининг Навоий вилояти аҳоли яшаш пунктларига таъсирини тадқиқ қилиш.

П БОБ. УРАН ҚАЗИБ ОЛИШ ТЕХНОГЕН ОБЪЕКТЛАРИГА ЯҚИН ХУДУДЛАРДА ТАБИЙ РАДИОНУКЛИДЛАРНИНГ ТАРҚАЛИШИНИ ТАДҚИҚ ҚИЛИШ

2.1-§. Техноген объектлар атрофидаги тупроқларда табиий радионуклидларнинг тарқалиши ҳолатини баҳолаш усуллари

Иш фаолиятида бўлган техноген объектлар радиациявий мухитга ва табиий радионуклидларнинг тарқалишига қўшимча таъсир кўрсатади.

Тупроқдаги табиий радионуклидлар микдорини гамма-спектрометрик тарзда аниқлаш техноген объектлардаги кузатув пунктларида илмий тадқиқотлар ўтказишига қизиқиш уйғотади. Ушбу маҳаллий жойларда табиий радионуклидларнинг қийматини ва тарқалишини баҳолаш аналитик кимё, радиацион кимё, ядро физикаси ва радиоэкологиянинг долзарб вазифасидир. Ушбу тадқиқот яқин атрофдаги тупроқлардаги табиий радионуклидларнинг техноген объектлар атрофида тарқалишини аниқлаш мақсадида ўтказилди.

Тажриба услуби ва техникаси. ^{226}Ra , ^{232}Th ва ^{40}K активлигини аниқлаш - "CANBERRA" ва "PROGRESS-GAMMA" каби асбобларда гамма спектрометрия усули билан амалга оширилди. Бунинг учун қаттиқ майдаланган намунани Маринелли идишига солиб, NaI кристаллидан иборат сцинтиляцион детекторига ўрнатилди. Маринелли идиши геометрияси орқали спектрал радионуклидлар - ^{40}K , ^{226}Ra ва ^{232}Th активлигини ўлчаш усулида ишга туширилди. Ўрганилган радионуклидлар қуидаги ядервий физик хусусиятларга эга: ^{40}K нинг ярим емирилиш даври $1,277 \times 10^9$ йил, $^{226}\text{Ra}-1602$ йилга teng, $^{232}\text{Th}-1,4 \times 10^{10}$ йилга teng, гамма-спектрдаги монокроматик гамма чизиқлар ^{40}K – 1461 кэВ, ^{226}Ra – 186,2 кэВ, ^{232}Th – 63,81 кэВ ва 140,88кэВ.

Ўлчаш жараёни 30 минут давом этади, дастур ушбу қийматларни ва радионуклидлар активлигини абсолют статистик хатосини кўрсатади.

"Прогресс-Гамма" Гамма – спектрометри

Ўлчаш диапазони: 200-2800 Кэв. Ўлчаш хатолиги: $\pm 10\%$

Қурилма тупроқ, биопроба, сув, қурулиш материаллари таркибидаги ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K табиий радионуклидлар ҳамда Cs^{137} миқдорини ўлчайди.

Қурулма детектор блоки орқали гамма нурларни рўйхатга олади. Энергияси бўйича 200-2800 Кэв оралиғидаги гамма нурларни ўлчайди.

Қурулма Сцинтилляцион детектор блокидан тузилган, бунда NaI (натрий йодид, фосфор кристали) юқори сезувчанликга эга кристаллдан иборат бўлиб гамма нурларни рўйхатга олади ва фотоэлектрон кўпайтиргичга юборади.

Шундан сўнг АПЦ орқали компьютер экранидаги натижага намаён булади. Қайд қилинадиган радионуклидлар ^{40}K -1461 Кэв, ^{226}Ra -295,352,243,609 Кэв, Cs^{137} -662 Кэв энергияли пиклар орқали аниқланади.

Асбобнинг ишлаш кетма-кетлиги:

- 1) Асбоб ёқилади.
- 2) Асбоб калибрровка қилинади, ^{40}K -1461, Cs^{137} 662 Кэв бўлган (калибрлаш манбаси орқали гамма линиялар 150 секунд давомида калибрланади).
- 3) Кейин ўлчаш блоки ичининг фони ўлчаб олинади. Ўлчаш 1800-3600 секундгача давом этади.
- 4) Наъмуна тайёрланади ва ўлчанади.

Ўлчаш Маринелли намуна солинадиган идишни хажми: (1000 мл), (50 та,100 мл) идишларда олиб борилади.

Уран қазиб олиш бўйича саноат корхоналари фаолият қўрсатадиган турли шаҳарлар (Навоий, Зафаробод, Учқудук) худудларидан олинган тупроқ намуналарида табиий радионуклидларнинг активлигини ўлчаш натижалари 2.1-жадвалда келтирилган.

Маълумки, тупроқдаги альфа-нурланишнинг умумий радиоактивлиги унинг табиий келиб чиқишини, яъни тупроқдаги радионуклидларнинг миқдорини тавсифлайди.

Тупроқдан альфа-нурланишнинг умумий радиоактивлигини мунтазам равища таҳлил қилиш уран қазиб оладиган саноат корхоналарининг атроф-муҳитга антропоген таъсирини аниқлашга имкон беради.

2.1-жадвал

Тупроқ намуналарида табиий радионуклидларнинг солиштирма активлигини ва эфектив солиштирма активлигини аниқлаш натижалари

№ T/p	Тупроқдаги солиштирма активлик, Бк/кг				Тупроқнинг солиштирма альфа- активлиги, Бк/кг
	Калий-40	Радий-226	Торий-232	A _{эфф}	
1	1223	321	33	372	1210
3	1096	99	15	217	1100
4	861	245	22	351	987
5	761	339	21	435	918
6	864	473	17	573	899
7	872	369	31	401	987
8	902	215	13	313	972
9	1003	166	17	279	765
10	1382	465	39	640	1400
11	1386	57	30	221	811
12	1252	36	29	187	565

Олинган натижалардан (2.1-жадвал) кўриниб турибдики, ⁴⁰K учун радиоактивликнинг қийматлари - 761-1386 Бк/кг оралиғида, ²³²Th учун қийматлар - 13-39 Бк/кг оралиғида ва ²²⁶Ra учун қийматлар -36-473 Бк/кг. Ушбу тупроқ намуналарида эфектив активлик 187-640 Бк/кг оралиғида. Альфа нурланишининг умумий активлиги қиймати -565-1400 Бк/кг. Табиий радионуклидлар солиштирма эфектив активлик қиймати – A_{эфф} қўйидаги формула орқали ҳисобланади:

$$A_{\text{эфф}} = A_{\text{Ra}} + 1,31A_{\text{Th}} + 0,09A_{\text{K}} \quad (2.1)$$

i-нчи радионуклиднинг солиштирма активлигини ўлчашдаги абсолют хатолик қиймати - A_{эфф} ва аниқлашнинг абсолют хатолиги ($\Delta_{\text{эфф}}$) қўйидаги формула орқали ҳисобланади:

$$\Delta_{\text{эфф}} = \sqrt{\Delta_{\text{Ra}}^2 + (1,31 \times \Delta_{\text{Th}})^2 + (0,09 \times \Delta_{\text{K}})^2} \quad (2.2)$$

Табиий радионуклидлар солиштирма эфектив активлиги қиймати - A_{эфф} ни ҳисоблаш қўйидаги формула орқали амалга оширилади:

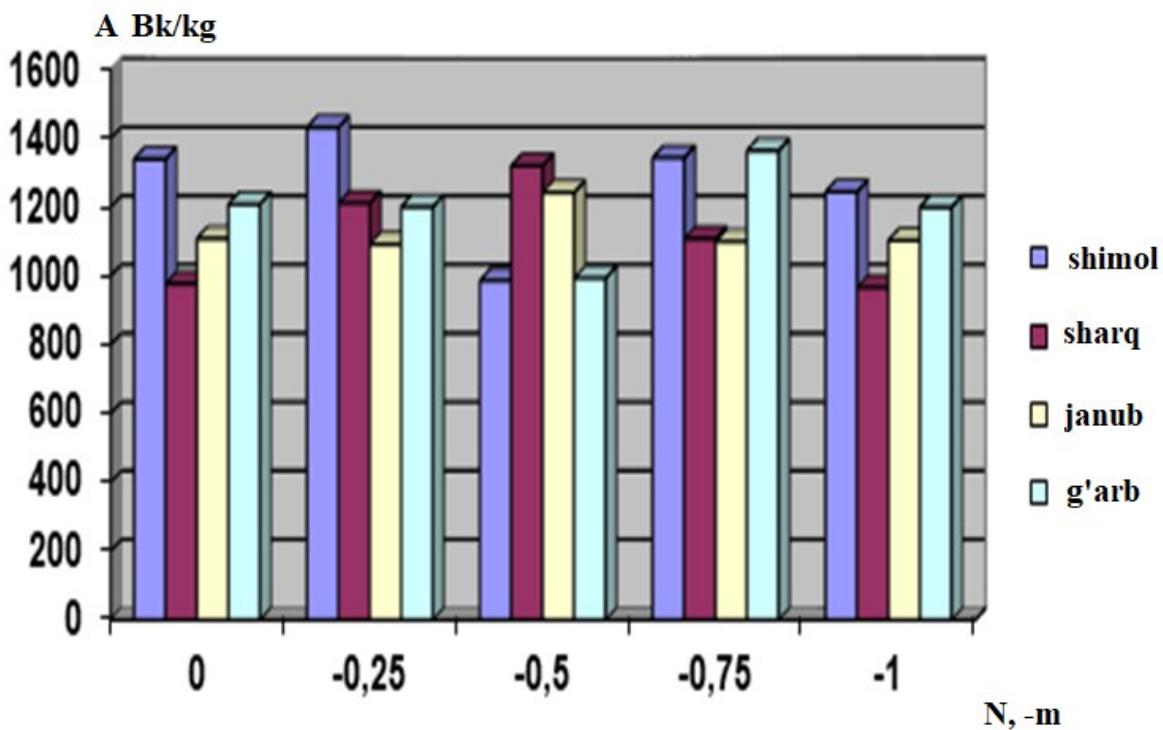
$$A_{\text{эфф}} = R * A_{\text{Ra}} + 1,31A_{\text{Th}} + 0,09A_{\text{K}} \quad (2.3)$$

бу ерда уран парчаланиш занжирида радиј қаторида радиоактив мувозанатнинг йўқлигини ҳисобга олган ҳолда R коэффициенти (кўпгина адабиётларда бу қийматлар $R = 1,3$ сифатида қабул қилинади).

i -нчи радионуклид солиштирма активлигини ўлчашдаги $A_{\phi\phi}$ ва аниқ бир намуна учун бир вақтнинг ўзида аниқлашнинг абсолют хатоликлари қиймати ($\Delta_{\phi\phi}$) - қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$\Delta_{\phi\phi} = \sqrt{(\eta \times \Delta_{Ra})^2 + (1,31 \times \Delta_{Th})^2 + (0,09 \times \Delta_K)^2} \quad (2.4)$$

Табиий радионуклидларнинг намуна олиш чукурлиги бўйича тақсимланишини кўп йиллар давомида ҳажмини ўзгартириб турувчи омил ва табиий радионуклидларнинг аниқ қийматини ўзгартириш нуқтаи назаридан ўрганиш илмий-услубий қизиқиш уйғотади. Тупроқдан альфа-нурланишнинг умумий активлиги намуна олиш чукурлиги бўйича аниқлаш саноат корхонасининг ер юзасининг ушбу маҳаллий жойларига аниқ техноген таъсирини тавсифлайди. Олинган натижалар шуни кўрсатадики, аниқ антропоген таъсир қилувчи омил йўқ, яъни бу тупроқларда табиий жараёнлар содир бўлади. Тупроқдан альфа-нурланишнинг умумий солиштирма активлигининг намуна олиш чукурлиги бўйича тақсимланиши 2.1-расмда келтирилган. Бу маълумот шуни кўрсатадики, техноген объект ишончли тарзда изоляция қилинган ва экотизим объектларига (тупроқ, сув, ўсимликлар ва ҳаво) белгиланган нормаллаштирилган қийматларга нисбатан салбий таъсир кўрсатмайди. Қурилган гистограммалардан кўриниб турибдики, табиий радионуклидлар - ^{40}K ($E\gamma=1460$ кЭв), ^{226}Ra ($E\gamma=186$ кЭв) ва ^{232}Th ($E\gamma=50$ кЭв) альфа-нурланишларнинг умумий солиштирма активлиги бир-биридан унчалик фарқ қилмайди ва худуд учун белгиланган фон даражасидан ошмайди. Ушбу намуналарда табиий радионуклидларнинг тарқалиши уранли ҳудудлар учун хос, яъни саноат объектларидан узоқда жойлашган аҳоли пунктларига қараганда бир оз кўпроқ.



2.1-расм. Тупроқдан альфа-нурланишнинг умумий солишишторма активлигининг наъмуна олиш чуқурлигига қараб тақсимланиши

Шундай қилиб, ўтказилган таҳлиллар асосида табиий радионуклиидларнинг ${}^{40}\text{K}$ ($E\gamma=1460$ кЭв), ${}^{226}\text{Ra}$ ($E\gamma=186$ кЭв) ва ${}^{232}\text{Th}$ ($E\gamma=50$ кЭв) тупроқ намуналари орқали яқин атрофдаги техноген объектларга тарқалиши аниқланди. Улар ҳар бир радионуклииднинг ўзига хос фаоллиги ва умумий активликнинг қийматини аниқлайдилар. Ушбу танланган намуналарда ўртача солишишторма активлик - 500-1200 Бк/кг оралиғида. Бу аниқланган факт техноген объектнинг тупроқ ҳолатига аниқ радиацион таъсири йўқлигини англатади.

Ушбу омилларнинг табиий тақсимланишидаги ўзгаришлар динамикаси техноген объектга ўртача таъсир кўрсатишини ва уларнинг қиймати ўрнатилган меъёрий қийматлардан паст даражада эканлигини кўрсатмоқда.

2.2-§. Уран қазиб олиш объектлари ва иш жойларida радиация омилларини аниқлаш усуллари

Маълумки, мамлакатнинг экологик вазиятга энг катта техноген таъсир этувчи объектлари бу уран ишлаб чиқарадиган корхоналарга тегишли. Ўзбекистонда қазиб олинадиган уранинг асосий миқдорини ер остида танлаб эритмага ўтказиш йўли билан олинади, бунда уран тузини ер остидаги жинслардан ажратиш жараёни қисман ер остида ва қисман ер юзида амалга оширилади.

Уранни қазиб олишнинг ҳар иккала технологияси атроф-муҳитга таъсир қиласи, бу техноген уран ишлаб чиқариш объектлари атрофидаги атроф-муҳит мониторингини талаб қиласи. Экологик вазиятга таъсир объектив равишда радионуклиидлар, сув, тупроқ ва ушбу ҳудудларда ўсадиган ўсимликлар таркибидаги макро ва микроэлементлар билан кўрсатилиши мумкин. Оғир элементлар, уран ва унинг парчаланиш маҳсулотларининг таркибини баҳолаш техноген объектлар атрофидаги ҳудудлардаги экологик вазиятни ўрганиш учун долзарб вазифадир.

Олдимизга қўйидаги вазифалар қўйилди: радиометрик тадқиқотларни амалга ошириш, техноген объектларнинг гамма нурланишининг эквивалент доза қуввати (ЭДК) миқдорини аниқлаш; радиоизотоп концентрациясини ва ер ости сувлари намуналарида уларнинг геокимёвий ҳолатини радиометрик усулда аниқлаш; радиоизотопларни тарқатиш механизмининг асосий омилини очиш бўйича тадқиқотлар натижаларини умумлаштириш; кон-металлургия корхоналари техноген объектларининг атроф-муҳитга таъсирини камайтириш бўйича чора-тадбирларни ишлаб чиқиши.

Юқоридаги вазифаларни бажариш учун қўйидаги ишлар амалга оширилди: техноген объектларда гамма нурланишининг эквивалент доза қуввати (ЭДК) қийматлари аниқланди ва уларнинг фазовий тарқалиши батафсил баён қилинди; сув намуналарида турли хил радиоизотопларнинг концентрацияси аниқланди; тоғ-кон ва металлургия саноатидаги

чиқиндиларнинг турли хил таркибий қисмларини биргаликда сақлаш жараёнида радиоизотопларнинг геокимёвий ҳолати ўрганилди; Кон-металлургия корхоналарининг техноген объектларининг атроф-муҳитга таъсирини камайтириш бўйича чора-тадбирларни ишлаб чиқиш ва камайтириш бўйича хulosалар чиқарилди. Юқоридагиларнинг долзарблигини ҳисобга олган ҳолда, ушбу тадқиқотда уран ишлаб чиқаришнинг радиацион омилларининг аҳамияти ва уларни НКМК фаолият соҳасидаги аниқлаш усуллари келтирилган.

2.2.1-§. Олиб борилган физик экспериментларнинг техникаси ва услубиятлари

ДКС-96 дозиметри ёрдамида ишлаб чиқариш ускуналари, биноларнинг сиртлари, маҳсус машиналар ва маҳсус кийимларнинг альфа-нуклиидлар таъсирида ифлосланишини ўлчаш ишлари олиб борилди. Олинган натижалар эквивалент доза қуввати (ЭкспДК)нинг фазовий тарқалиши бўйича меъёрий қийматлар билан таққосланди.

Сув намуналарида радиоизотопларнинг концентрацияси анъанавий ўлчаш усули ҳисобланадиган эманацион усулга қараганда тезроқ ўлчаш имконини берадиган "Камера" қурилмаси ёрдамида инструментал усул билан аниқланди. Радиоизотоплар концентрациясининг маълум бир қиймати турли хил чиқиндиларнинг таркибий қисмларини биргаликда сақлагандан радиоизотопларнинг геокимёвий ҳолатини кўрсатади.

Навоий кон-металлургия комбинати ишлаб чиқариш объектларини радиоэкологик назорат қилишга бағишлиланган тадқиқот ишлари амалга оширилди. Тадқиқот ишлари НКМКнинг барча бўлинмаларида атроф-муҳит ҳолатини кузатиш бўйича доимий иш олиб бориладиган “Ўзстандарт” Агентлиги томонидан техник ваколат учун аккредитация қилинган маҳсус лабораторияларда ўтказилди. Тупроқдан намуна олиш билан уран ишлаб чиқариш майдонидан ер юзидағи табиий ва техноген радионуклиидларнинг эквивалент дозаси ер юзасидан 0,5 м гача чукурликда ўлчанди.

Лаборатория шароитида альфа - нурланиш А_αфф - тупрок, ўсимликлар ва курилиш материаларида, K⁴⁰, Ra²²⁶ табиий радионуклидларининг активлиги, уран (табиий ҳолда), Th²³² гамма спектрометрик усулда ўлчанди.

Саноат корхоналари атрофидаги экологик вазиятни ўрганиш учун муҳим параметр саноат ва атроф-муҳит зоналаридаги ҳаво таркибини таҳлил қилишидир.

ALPHA-GUARD ўлчов асбобидан фойдаланган ҳолда аҳоли яшаш пунктларининг атмосфера ҳавосидаги ва ишчи худуд ҳавосидаги радоннинг ҳажмий активлиги, иш хоналари ва жиҳозларидаги таъсир қилиш майдони ва таъсирchan дозаси ДКС-96 дозиметр-радиометрлари ёрдамида аниқланди. “Поиск” мосламасидан фойдаланган ҳолда ишчи зоналар ва хоналарнинг ҳавосидаги, иш жойлари ҳавоси ва бинолар ҳавосидаги радон парчаланиш маҳсулотларининг эквивалент мувозанатли активлиги аниқланди. Атроф-муҳит атмосфера ҳавосида, ишчи худуд ҳавоси ва биноларда узок муддат сақланадиган альфа нуклиidlари (УЯАН), атмосферага аэрозоллар чиқишини, узлуксиз гамма - нурланиш қувватини назорат қилиш учун аспирация филтрлари билан намуналар олинди.

Ичимлик, чиқинди ва ер ости сувларида U, Ra, Po, Th концентрациялари маҳсус усул, Rn – эманация усули ва УМФ-2000 курилмасидаги умумий альфа ва бета активлиги билан ўрганилди ва аниқланди. Сув намуналаридаги радионуклидларнинг гамма-нурланиш дозаси қуввати турли масофаларда тўғридан-тўғри “ДКС-96” асбоби ёрдамида ўлчанди, уранли рудаларнинг турли хил чуқурликларидан чиқаётган радон оқими зичлиги қийматлари “Альфарад” асбобида, радоннинг уран сақлаш хоналаридаги мувозанатли ҳажмий активлиги қиймати “Поиск” асбобида ўлчанди. ²²⁶Ra изотопининг гамма-нурланиши солиштирма активлиги “Прогресс-Гамма” асбобида спектрометрик усулда аниқланди.

K⁴⁰, Ra²²⁶, Th радионуклидларининг активлигини ўлчаш учун қаттиқ майдаланган намуна “Маринелли” идишига солинади ва уни детектор устига жойлаштирилади. Активлик ўлчаб бўлингач (30мин) дастур активлик

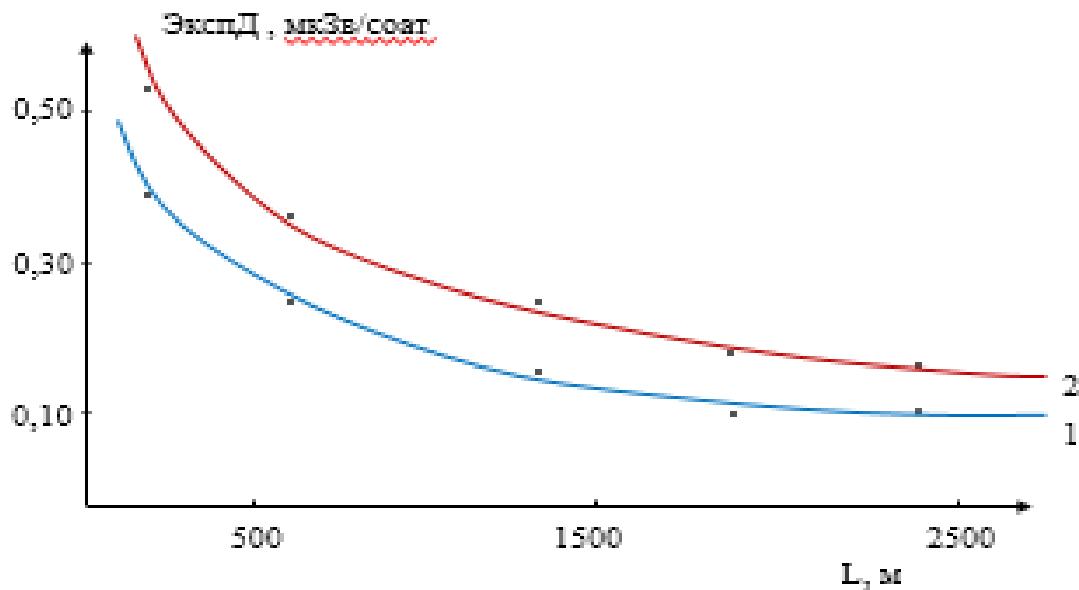
қийматини ва ушбу радионуклидлар активлигининг абсолют статистик хатолигини экранга чиқаради. ^{238}U миқдорини аниқлаш иши “АРФ-7” ўлчов асбобида рентгеноспектрометрия усулида амалга оширилди. Ушбу усул ва ўлчов асбоби қаттиқ ва майдаланган намуналарда Mn дан U гача бўлган кимёвий элементларнинг миқдорини 0,00015% (1,5г/т) дан бошлиб аниқлаш имкониятига эга. Тадқиқ этиладиган намуналар аввал 90^0C хароратда 1 соат давомида қуритиш шкафларида қуритилади ва ИДА-250 маркали лаборатория майдалагичида майдаланади. Тупроқ намунаси 15 грамм вазнда учта параллел жойдан олинади, кюветага жойлаштирилади ва уран миқдорини аниқлаш учун “АРФ-7” рентгенофлуоресцент анализаторнинг ўлчаш ячейкасига жойлаштирилади ва ураннинг миқдори аниқланади.

Бундан ташқари уран ишлаб чиқариш корхоналари фаолият юритадиган худудларнинг 20 дан ортиқ нуқталарда турли хил масофаларда гамма-нурланиш дозаси қуввати ўлчанди ва уларнинг радиацион ҳолатга кўрсатадиган таъсири ўрганилди. 2.2-расмда гамма-нурланиш экспозицион доза қувватининг (ЭкспДК) нурланиш манбаидан узоқлик масофаси бўйлаб тақсимланиш графиги кўрсатилган. Расмдан кўринадики, масофа ортиши билан ЭкспДК камаяр экан.

Графиклардан, уран ишлаб чиқариш корхонасидан 2500 м масофада ЭкспДК нинг фон миқдоригача ($0,12 \text{ мкЗв/соат}$) камайишини кўриш мумкин 2.1- расмдаги 1-чизик. Радиоактив моддалар чиқинди хоналарида эса 2500 м масофада ЭкспДКнинг маълум қийматгача ($0,16 \text{ мкЗв/соат}$) камайишини лекин фон даражасигача тушмаслигини кузатиш мумкин (расмда 2-чизик).

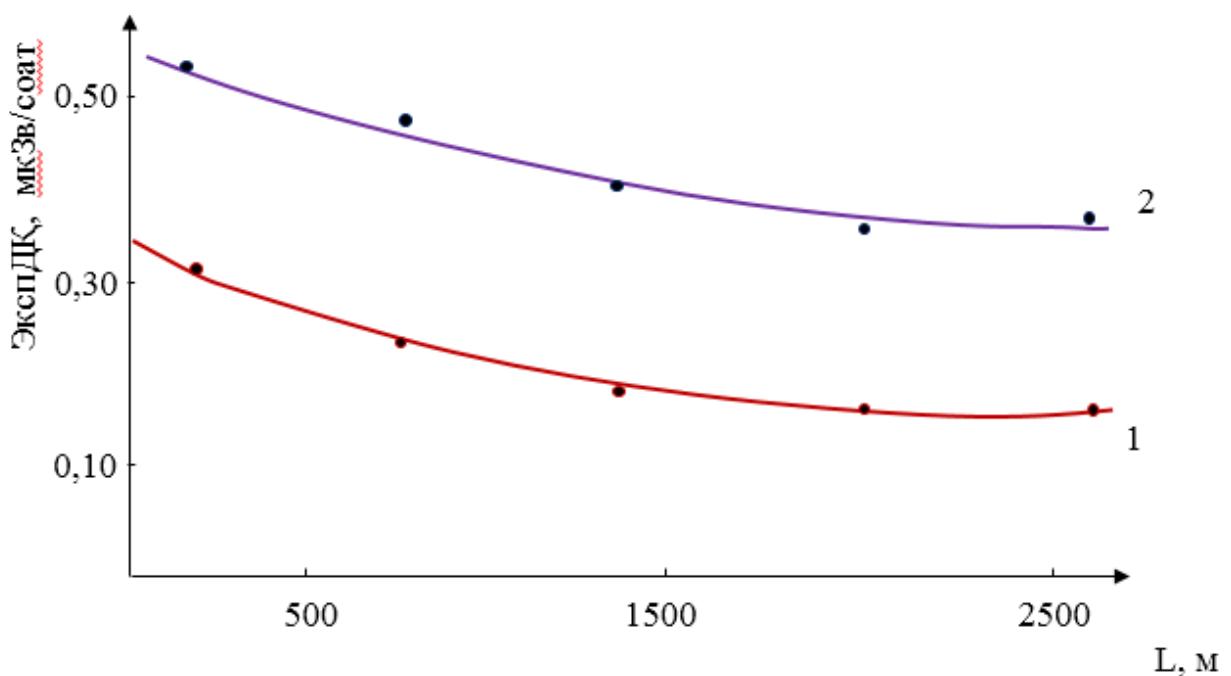
Ушбу факт уран чиқиндихоналарининг радиацион фонга таъсири уран ишлаб чиқариш корхоналариникidan қўпроқ эканлигини тасдиқлайди.

Уран ишлаб чиқариш корхоналари ва радиоактив моддалар чиқиндихоналаридан ташқари, худудда балансдан ташқари уран отваллари ва уранни ер остида танлаб эритиш участкалари мажуд. Ушбу объектларда аниқланган маълумотлар бўйича радиацион ҳолат янада муракаброқ кўринади (2.3-расм).



2.2-расм. Гамма-нурланиш экспозицион доза қуввати қийматининг ўлчаш нуқталари бўйича тақсимланиши

Бу жойларда радиацион фон нафақат гамма-нурланиш ЭкспДК қийматига боғлиқ, балки балансдан ташқари уран отвалларининг ва уранни ер остида танлаб эритиш участкаларининг баландлигига ҳамда уларнинг географик жойлашувига ҳам боғлиқ.



2.3-расм. Гамма-нурланиш экспозицион доза қуввати қийматининг ўлчаш нуқталари бўйича тақсимланиши

2.3-расмдан кўринадики, нурланиш ЭкспДК қийматлари уран отвалларида ва уранни ер остида танлаб эритиш участкаларида уран ишлаб чиқариш корхоналари ва уран чиқиндиҳоналаридаги ҳолатдан фарқ қиласи. Отвалларнинг баландлиги радиация таъсирини узоқ масофагача етиб боришига сабаб бўлади. Радиоактив моддалар чиқиндиҳоналаридаги 2500 м масофада ЭкспДКнинг қиймати 0,28мкЗв/соатни ташкил этса (2.2-расм, 2-чилик), уран отвалларида бу қиймат 0,43мкЗв/соатни ташкил этади (2.3-расм, 2-чилик). Ушбу маълумотлар персонал ва ахоли учун йиллик эффектив доза миқдорини хисоблашга ва гамма-нурланишнинг зарарли таъсиридан ҳимояланиш чора-тадбирларини ишлаб чиқишга имкон беради.

Уран ишлаб чиқариши таъсир қиласиган худудларда радиацион омиллар катталигини тўлиқ баҳолаш учун уран ишлаб чиқаришининг техноген таъсири бўлмаган жойлардаги кузатув пунктларида ЭкспДК, ЭМХА, УЯН қийматлари тадқиқ этилди. Олинган натижалар 2.2-жадвалда келтирилган.

2.2-жадвал

Уран ишлаб чиқаришининг техноген таъсири бўлмаган жойлардаги кузатув пунктларида ЭкспДК, ЭМХА, УЯН қийматлари бўйича олинган натижалар

№	ЭкспДК, мкЗв/соат	ЭМХА, Бк/м ³	УЯН, мБк/м ³
1	28	15	12
2	34	17	10
3	41	23	15
4	23	11	9
5	28	16	11
6	31	18	13
7	25	12	10
8	29	14	12
9	43	24	16
10	20	10	8

Жадвалда келтирилган ЭкспДК, ЭМХА, УЯН қийматлари бўйича олинган натижалар асосида йиллик эффектив дозалар ҳисобланди. 2.3-жадвалда

кузатув нүқталаридаги ЭкспДК, ЭМХА, УЯАН ва йиллик эффектив дозани хисоблаш бўйича натижалар келтирилган.

2.3-жадвал

Кузатув нүқталаридаги ЭкспДК, ЭМХА, УЯАН ва йиллик эффектив дозани хисоблаш бўйича натижалар

№	ЭкспДК, мкЗв/соат	ЭМХА, Бк/м ³	УЯАН, мБк/м ³	Йиллик эффектив доза, мЗв/йил
1	28	15	12	2,91
2	34	17	10	3.01
3	41	23	15	3.2
4	23	11	9	3.6
5	28	16	11	2.9
6	31	18	13	2.4
7	25	12	10	2.6
8	29	14	12	3.09
9	43	24	16	2.98
10	20	10	8	2.75

Уран ишлаб чиқариш маҳсулотлари – уран химконцентрати, уран қўш оксиди ва ҳакозалар сақланадиган жойлардаги атмосфера ҳавосида ходимлар соғлиғига ва атроф-муҳитга салбий таъсир қўрсатувчи маълум миқдордаги радон – уран занжири парчаланиши маҳсулоти учрайди. Уран маҳсулотлари сақланадиган хоналарда радоннинг ЭМХА қийматини аниқлаш шуни кўрсатдики, радиоактив маҳсулотлар ёпиқ хоналарда қанча кўп вақт сақланса, у ерда радон шунча қўпроқ йиғилар экан. 2.4-расмда ёпиқ ва очик турдаги уран маҳсулотларини сақлаш хоналари тасвирланган.

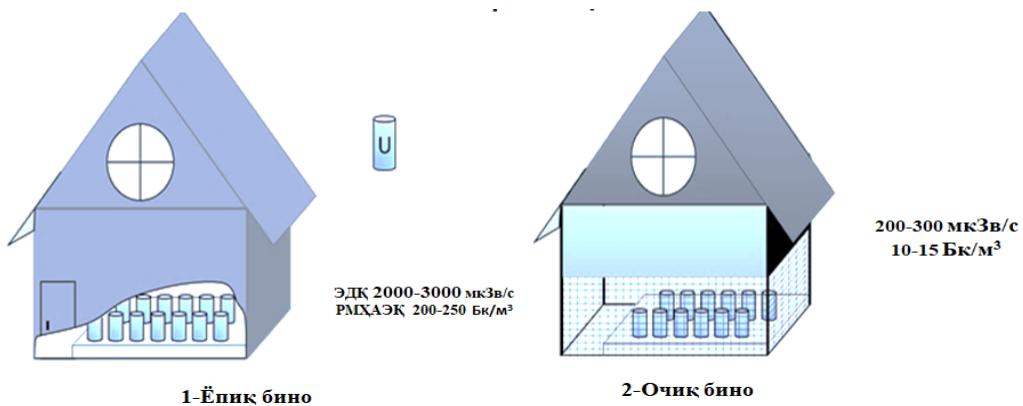
Ёпиқ хоналарда ^{222}Rn аэрозоллар катта концентрацияда бўлиши ўлчаб топилди. Ўтказилган тадқиқотлар натижасида ушбу аэрозолларни камайтиришга имкон берадиган контейнерларни жойлаштириш геометрияси асослаб берилди. Ёпиқ ва очик хоналарда ўтказилган тадқиқотлар шуни кўрсатдики, уран маҳсулотлари сақланадиган хоналар ёпилган вақтидан бошлаб очилгунигача ўтган вақт оралиғи қанча катта бўлса, ушбу хонада радоннинг хажмий миқдори шунча катта бўлар экан. Ушбу фактни хисобга

олган ҳолда биз уран маҳсулотларини ярим ёпиладиган хоналарда сақлаш чора-тадбирларини ишлаб чиқдик. 2.4-расмда тасвирланган 2 турдаги ёпиқ ва ярим очиқ хоналар уран маҳсулотларини сақлашдаги экспозицион доза куввати ва радоннинг ЭМХА қийматлари келтирилган. Ярим ёпиқ хоналар санитар меъёрлар талабига тўлиқ жавоб беради.

2.4-жадвал

Уран тайёр маҳсулотларини сақлаш омборхоналаридаги фон

№	Ёпиқ бинолардаги кўрсаткич	ЭкспДК (мкЗв/соат)	РЭМХА (Бк/м ³)	№	Ярим очиқ бинолардаги кўрсаткич	ЭкспДК (мкЗв/соат)	РЭМХА (Бк/м ³)
1	0	2500-3000	200-300	1	0	200-300	10-15
2	1 соатда	1500-2000	50-100	2	1 соатда	200-300	10-15
3	2 соатда	500-1000	25-50	3	2 соатда	200-300	10-15
4	3 соатда	200-500	10-15	4	3 соатда	200-300	10-15



2.4-расм. Уран маҳсулотларини сақлашга мўлжалланган 1-ёпиқ ва 2-ярим очиқ турдаги хоналар

Олинган натижалар асосида ходимлар ва аҳоли учун йиллик техноген эфектив доза ҳисобланди. Юқоридаги ўлчовлардан ташқари, уран қазиб олевчи корхоналар фаолияти билан боғлиқ ва радиоэкологик барқарорлик ва атроф-муҳит тозалигига сезиларли таъсир кўрсатадиган радиоэкологик омилларнинг миқдорини мунтазам равишда аниқлаш муҳим рол ўйнайди. Жумладан: уран оксидини иссиқда тоблаш (калсийлаш) жараёнида атмосферага чиқадиган радиоактив чиқиндилар миқдори; чиқиндихоналардаги балансдан ташқаридаги уранли рудалар, уранни ер остида танлаб эритиш участкаларидаги, шунингдек, чиқиндихоналардаги

техноген чиқиндилар; уранни ер остида танлаб эритишдаги техноген бирикмалар билан ифлосланган ер ости сувларини тахлил қилиш.

2.2.2-§. Техноген худудларда гамма-нурланиш экспозицион доза қувватининг локал тақсимланиши кўрсаткичларини аниқлаш учун ЭХМ дастури

Техноген худудларда радиацион кўрсаткичлардан бири бўлган гамма-нурланиш экспозицион дозаси локал тақсимланишини тезкор ва самарали аниқлаш учун ЭХМ дастури тузиш тадқиқот ишларини олиб боришга ёрдам бериши мумкин. Дастур гамма нурланишнинг экспозицион доза қуввати қийматлари маҳаллий сирт тақсимотининг параметрларини, унинг фон қиймати, завод ҳудудидаги жойлашган масофаси, экспозицион доза қуввати қийматлари каби параметрларини ҳисоблайди.

Дастур радиацион экологик мониторинг ўтказища, кончилик ва радиоактив металлургия, радиоактив металларни ажратиб олиш корхоналарида, кончилик карьерларида, жумладан очиқ ва ер ости усулида уран, радий ва палладий каби радиоактив металларни қазиб олиш ва қайта ишлаш саноатида асосий технологик параметрларни маълум аниқликда ҳисоблаш учун қўлланилиши мумкин.

Техник база бўлиб қуйидагилар хизмат қиласди:

Pentium IV ЭХМ;

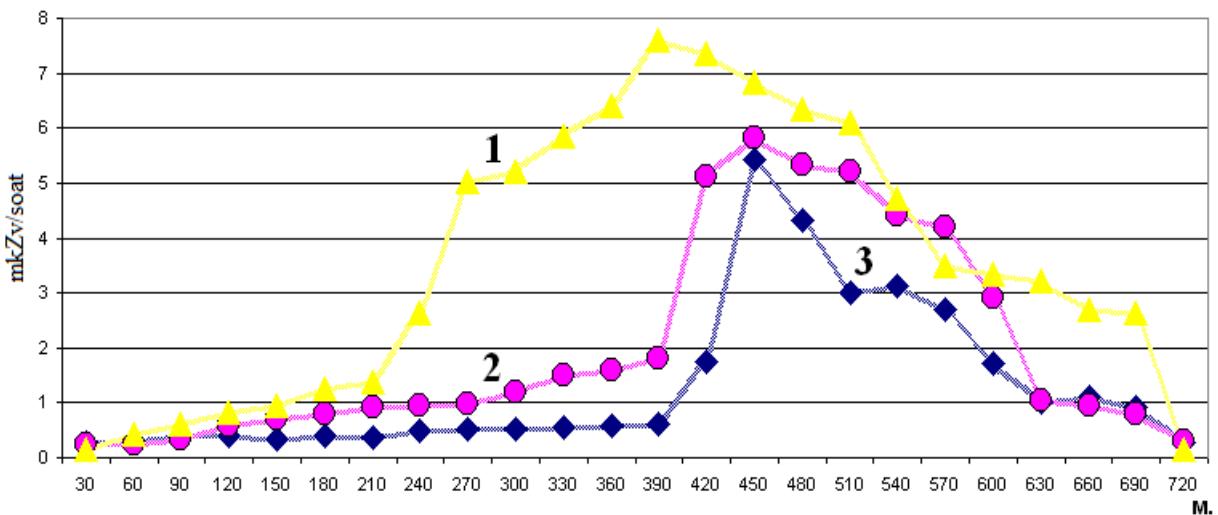
Borland Delphi 7.0 дастурлаш тили;

Windows 98 ва ундан юқори операцион тизимнинг тури ва версияларидан фойдаланилади;

Дастур ҳажми 797 КилоБайт ни ташкил этади.

Техноген обьектларнинг қўшни худудларида гамма нурланишининг эквивалент дозаси ўртача - 0,17-0,25 мкЗв/соат, табиий эквивалент дозанинг қиймати - 0,11-0,15 мкЗв/соат эканлиги аниқланди. Технологик обьект

майдонидаги ўлчаш нүқталари бўйича гамма-нурланиш дозаси қувватининг тақсимланиши 2.5-расмда келтирилган.



2.5-расм. Гамма нурланиш дозаси қувватининг ўлчаш нүқталари бўйича тақсимланиши

Техноген объектнинг периметри бўйлаб туташиш нүқталарида гамма-нурланишининг фон ва доза қуввати қийматлари ўртача 0,25 мкЗв/соат дан ошмаслиги тажрибада ўлчаш йўли билан аниқланди. 2.5- расмдан кўриниб турибдики техноген объектларда гамма-нурланиш дозаси қуввати қийматининг фазовий тарқалиши чизиқсиз тақсимланади ва 1, 2, 3 эгри чизиқлар мос равища гамма-нурланиш дозаси қувватининг қийматлари 0,30 мкЗв/соат дан 7,80 мкЗв/соат гача, 0,40 мкЗв/соат дан 5.90 мкЗв/соат гача ва 0,28 мкЗв/соат дан 5.30 мкЗв/соат гача оралиқда навбати билан ўзгаради.

Бу шуни кўрсатадики, ҳар хил таркибдаги чиқиндилар турли хил радиоизотоп композицияларга ва турли қатлам қалинликларига эга.

Текширилаётган техноген объектда гамма-нурланиш дозаси қувватининг ўртача қиймати (2.5-расм) - бу катталиктининг белгиланган меъёрдан пастроқ эканлиги аниқланди. Олинган натижалар шуни кўрсатадики, ушбу объектда саноат чиқиндиларини утилизация қилиш бўйича норматив ҳужжатларнинг барча талаблари тўлиқ бажарилади. Нейтрал муҳитдаги баъзи радиоизотопларнинг эрувчанлик коэффициенти сульфат кислота муҳитига нисбатан юқориилиги учун атроф-муҳитга

радиация таъсирини камайтирадиган қалин қатламни олишга йўналтирилган, турли хил таркибдаги чиқиндиларнинг суюқ фазасида баъзи радиоизотопларни эритиб юбориш мумкин.

Радиоизотопларни ўз ичига олган чиқиндиларнинг қалин қатлами билан қопланганида, техноген эритманинг ер ости сув қатламига тушиши, шунингдек, илгари жойлаштирилган тоғ-кон ва металлургия саноатининг чиқиндиларидан радиоизотоп биримларининг тарқалиши ва уларни ер ости сувларига ўтказиш эҳтимоли мавжуд. Ушбу эритмаларнинг инфильтрацияси эҳтимоллигини ўрганиш учун техноген обьектнинг периметри бўйлаб қазилган кузатув қудукларидан танлаб олинган намуналарда иккита радиоизотопни аниқлаш бўйича тадқиқот олиб борилди. Натижалар 2.5- жадвалда келтирилган.

2.5-жадвал

Кузатиш қудукларидан олинган намуналарда иккита радиоизотопни аниқлаш бўйича ўтказилган тадқиқотлар натижалари

Олинган намуна рақами	$\Pi_1, (\text{U})$ Бк/л	Π_1 РЭЧКга нисбатан активлик коэффициенти	$\Pi_2, (\text{Ra})$ Бк/л	Π_2 РЭЧКга нисбатан активлик коэффициенти
1	20,1	0,44	0,061	0,03
2	3,82	0,08	0,027	0,014
3	7,56	0,17	0,032	0,016
4	0,14	0,003	0,006	0,003
5	0,36	0,008	0,003	0,001
6	0,22	0,005	0,019	0,009
7	2,26	0,05	0,046	0,023
8	0,26	0,006	0,006	0,003
9	10,1	0,22	0,029	0,014
10	1,64	0,04	0,041	0,020
11	16,6	0,40	0,039	0,020
12	2,36	0,05	0,015	0,007
13	0,34	0,008	0,007	0,003
14	0,73	0,02	0,011	0,005
15	0,10	0,002	0,032	0,016
16	0,11	0,002	0,033	0,016

Олинган экспериментал маълумотлар 2.5-жадвалдан кўриш мумкинки сувда Π_1 (U) ва Π_2 (Ra) радиоизотопларининг ўртача концентрацияси, 2018-2020 йилларда ҳар чорақда техноген объектнинг периметри бўйлаб қазилган кузатув қудуқларидан олинган намуналарда сувдаги радиоизотоплар Π_1 (45 Бк/л) ва Π_2 (2,0 Бк/л)нинг меъёрий қийматларидан ошмайди.

Натижалардан кўриниб турибдики, ушбу техноген объектда атроф-мухитни муҳофаза қилиш ишлари белгиланган талабларга мувофиқ ташкил этилган ва Ўзбекистон Республикасида ўрнатилган юқорида кўрсатилган стандартларга тўла мос келади.

Хозирги вақтда турли хил таркибдаги чиқиндилар ва радиоизотопларнинг эрувчанлиги техноген объектларда радиоизотопларнинг геокимёвий ҳолати механизмини янада ишончли тушуниш учун илгари олинган маълумотлар (20 йил ичида) ни тизимлаштириш бўйича изланишлар давом этмоқда.

Сув намуналарида радиоизотопларнинг эрувчанлигининг асосий омилини аниқлаш техноген объектнинг атроф-мухитга таъсирини баҳолаш масалаларини тезда ҳал қилишга имкон беради.

2.2.3-§. Ҳудуд аҳолисига умумий йиллик доза таъсири миқдорини самарали камайтиришни баҳолаш

Яқин атрофдаги шаҳарлар аҳолиси учун барча радиация омилларидан йиллик эфектив доза аниқланди ва олинган натижалар СанПиН № 0193-06 га биноан Ўзбекистон Республикасида белгиланган нормаларга мос равища иилига 1.0 мЗв гача эканлигини кўрсатди.

Сўнгги йилларда уран қазиб олиш корхоналарида ИДНАК (индивидуал дозиметрик назорат қилиш учун автоматик комплекс) мосламасидан фойдаланган ҳолда ишончли маълумотларни олиш учун, қабул қилинган йиллик дозани максимал даражада камайтириш усулини танлаш ва

ишчиларни ўз вақтида алмаштириш(ротация), ходимларнинг йиллик дозасини аниқлаш мақсадида мониторинг олиб борилди.

Хозирги вақтда ишлаб чиқилган чора-тадбирлардан сўнг уранни ер остида танлаб эритиши объектларида ишлайдиган ходимлар учун радиацион вазият яхшиланди ва улар ҳар йили 5-8 мЗв оралиғида техноген эффектив дозани олишлари аниқланди. Меъёрий қиймат йилига 20 мЗв қилиб белгиланган. Ўлчаш натижалари 6-жадвалда келтирилган.

2.6 - жадвал

Саноат объектлари ва аҳоли яшаш пунктларида дозиметрик назорат натижалари

№ гурух	Намуна олиш сони, дона	ЭДҚ, мЗв/йил		УЯАН мБк/м ³		РМҲА Бк/м ³		Йиллик эффектив доза, мЗв/йил	
		Қийматлар чегараси							
		мин	мак	мин	мак	мин	мак		
Нуробод	17*	1,9	6,7	2,2	3,8	1,2	15	1,7-8,5	
	22**	0,15	0,19	0,18	0,53	0,14	0,28	0,16-0,33	
Кетменчи	19*	1,8	6,4	2,1	2,8	4	18	2,63-9,07	
	28**	0,13	0,18	0,15	0,4	0,2	0,5	0,16-0,36	
Зафаробод	11*	1,6	3,6	1,2	2,4	4	14	1,3-5,36	
	20**	0,12	0,17	0,14	0,4	0,3	0,7	0,24-0,53	
Шеробод	12*	1,8	6,3	3,2	4,4	4,0	23	1,43-6,34	
	23**	0,11	0,15	0,16	0,7	0,3	0,6	0,33-0,69	
Учқудук	18*	1,6	5,6	2,2	3,7	5	23	1,42-6,31	
	26**	0,12	0,19	0,17	0,6	0,3	0,6	0,21-0,58	

Изоҳ: * - саноат объектларидан намуна олиш пунктлари, ** - аҳоли яшаш пунктларидан намуна олиш пунктлари.

Навоий кон-металлургия комбинати уран ишлаб чиқариш корхоналарида ўтказилган илмий методик тадқиқотлар натижаларига кўра аҳоли яшаш пунктларидаги кузатув нуқталарида йиллик эффектив доза 0,16мЗв/йил дан 0,69 мЗв/йил гача оралиқда, уран ишлаб чиқариш обьекларида 1,3 мЗв/йил дан 9,07 мЗв/йил гача эканлиги тажриба ўлчаш ишларида аниқланган. 6-жадвалда келтирилган маълумотлардан кўриниб турибдики, радиация билан ифлосланган саноат корхоналарида ишлайдиган ходимлар учун олинган ҳар йилги эффектив дозалар, белгиланган норма –

ходимлар учун 20мЗв дан ва аҳоли учун белгиланган норма - 1мЗвдан ошмайди. Олиб борилган тадқиқотларга асосланиб, ходимлар ва атроф-муҳит зарарли радиация таъсиридан ишончли ҳимояланган, радиация билан ифлосланган объектларнинг техноген таъсири ушбу объектнинг ҳудудидан четга чиқмайди, деган холосага келиш мумкин.

Шундай қилиб, СанПиН-0193-06-да белгиланган қийматларга асосан уран ишлаб чиқаришнинг радиацион омилларини ва уларни аниқлаш усуллари бўйича кўп йиллик тадқиқотлар натижасида минтақадаги радиациявий вазият белгиланган меъёрларга жавоб беради. Уран ишлаб чиқариш саноат корхоналарида ишлайдиган ходимлар ва қўшни ҳудудлардаги аҳоли яшаш пунктлари аҳолиси учун белгиланган меъёрий йиллик дозасидан ошмайди. Техноген объектларда ўтказилган радиометрик тадқиқотлар асосида гамма нурланиш ЭкспДК нинг фазовий тарқалиши ҳамда сув намуналарида P_1 ва P_2 радиоизотопларининг концентрацияси аниқланди. Олинган натижалардан қўриниб турибдики, иккала ҳолатда ҳам кўрсаткичларнинг ўрнатилган меъёрий қийматларидан ошиб кетмаслиги кузатилади.

Келгусида НҚМК 2030 йилгача фаолият кўрсатадиган ҳудуддаги радиоэкологик ҳолатни мунтазам равишда кузатиб бориш ва яхшилаш бўйича режалаштирилган чора-тадбирлар ишлаб чиқилишида таклифлар берилган.

2.3-§. Уран ишлаб чиқаришидаги радиацион омиллар ва уларни назорат қилиш услубияти

Уран ишлаб чиқариш соҳасидаги радиацион вазиятнинг ҳолати радиация омилларининг катталигига боғлиқ. Радиациявий омилларнинг катталиги Ўзбекистон Республикасининг норматив ҳужжатлари билан тартибга солинади. НҚМКнинг уран ишлаб чиқариш саноат корхоналарида ишлайдиган ходимлар ва қўшни ҳудудлардаги аҳоли яшаш пунктлари аҳолиси учун йиллик самарали дозаси рухсат этилган максимал қийматдан

ошмайди. Ушбу корхоналарда экологик ва радиоэкологик ҳолатни тизимли назорат қилиш ва яхшилаш бўйича узлуксиз чора-тадбирлар ишлаб чиқилмоқда. 1961 йилдан бошлаб Навоий КМК нинг Навоий, Бухоро, Самарқанд ва Жиззах вилоятларида жойлашган конларида уран ва олтинни қайта ишлаш бўйича иш фаолияти олиб борилади. Уран ва олтинни қазиб олиш ва қайта ишлаш жараёнида атроф-муҳитга техноген таъсирнинг аҳамияти саноат объектларида ва қўшни ҳудудларнинг атроф-муҳитни ифлослантириш манбаларига ва аҳоли яашаш пунктларида кузатиб борилади ва тупроқ, ҳаво, ўсимлик, ичимлик суви, чиқинди ва ер ости сувларини таҳлил қилиш йўли билан баҳоланади [114-119]. Атроф-муҳитни ифлослантирувчи моддалар муҳитида зарарли, токсик, радиоактив ифлослантирувчи моддалар ва уларнинг бирикмалари тупроқ, ҳаво, ўсимликлар, ичимлик, чиқинди ва ер ости сувларида алоҳида ўрин эгаллади. Бундан ташқари, уран қазиб олиш ва қайта ишлаш корхоналари даврий нурланиш ва дозиметрик мониторинг бўйича меъёрий ҳужжатлар билан тартибга солинади [120-124].

1961-1993 йиллар мобайнида уран рудасини қазиб олиш комбинатнинг Шимолий кон бошқармасида ва Жанубий кон бошқармасида очиқ усулда ва ер ости усулида олиб борилган. Қазиб олинган уран рудаси қайта ишлаш учун Навоий шахрига жўнатилган, у ерда уран 1-гидрометаллургия (ГМЗ-1) заводида ажратиб олинган, қайта ишлашдан ҳосил бўлган радиоактив чиқиндилар заводдан 5 км ғарбда жойлашган ГМЗ-1 чиқиндиҳонасига йиғилган.

1993-1994 йиллардан бошлаб барча уран конлари ва очиқ конлари иши тўхтитилган ва шу вақтдан бошлаб НКМК уранни фақат ер остида танлаб эритиши технологиясига ўтган. Ушбу технология мавжуд технологиялар орасида энг экологик тоза технология ҳисобланади. Шундай бўлишига қарамасдан уранни ер остида танлаб эритиб олиш, қайта ишлаш, сорбция ва десорбция жараёнларида, уларни омборхоналарда сақлашда, ҳосил бўладиган радиоактив чиқиндаларни жойлаштиришда радиацион ифлосланиш

холатлари юзага келади. Шундан келиб чиққан ҳолда, НКМК уран ишлаб чиқариш техноген объектларини экологик ва радиоэкологик мониторинг қилишга зарурат мавжуд.

2.3.1-§. Саноат корхоналари атроф-муҳитини экологик назорат қилиш

НКМКнинг ишлаб чиқариш бўлинмалари экологик назоратни амалга ошириш учун бир нечта лабораториялар мавжуд:

Марказий кон бошқармасида – “Меҳнат шароити ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш мониторинги марказий лабораторияси”; “Гамма-активациявий тахлилининг марказий лабораторияси”; Шимолий кон бошқармасида – “Меҳнат шароитларини, атроф-муҳитни муҳофаза қилиш ва табиий ресурслардан оқилона фойдаланишни мониторинг қилиш марказий лабораторияси”; Жанубий кон бошқармасида ва 5-сонли Марказий кон-бошқармасида “Физика-кимёвий лаборатория”; ГМЗ-1 кон-бошқармасида “Иш шароитларини мониторинг қилиш гуруҳи”; НКМКнинг Бирлашган Энергетика хизматида – “Кимёвий ва бактериологик лаборатория”, НКМК Тиббий бўлими Марказий санитария-эпидемиология назорати марказида “Атроф-муҳит ҳолатини кузатиб бориш бўйича доимий иш олиб борадиган санитария-гигиена лабораторияси” мавжуд.

Юқоридаги лабораториялар фаолиятини методологик назорат қилиш УЗ.АМТ.07.МАИ 755-сонли "Ўзстандарт" агентлиги томонидан берилган техник ваколат учун аккредитация гувоҳномасига эга бўлган НКМК Марказий илмий тадқиқот лабораториясининг “Атроф-муҳитни муҳофаза қилиш, радиация ва дозиметрик назорат лабораторияси” томонидан амалга оширилади. ЎзДСТИСО / ИЕС 17025: 2007 бўйича Ўз НСА Уз талабларига мувофиқ 11.01.2010 йилдан бошлаб ушбу лабораториянинг амал қилиш муддати чекланмаган. Диссертация бўйича ўтказилган барча тадқиқотларда ушбу лабораторияларнинг асбоб-ускуналари ва жиҳозларидан ҳамда стандарт намуналаридан фойдаланилди.

Диссертация мавзуси бўйича 2015-2019 йиллар давомида қуидаги таркибий қисмлар мунтазам равишда мониторинг қилинди:

- тупроқда: 0-0,5 м чуқурликда тупроқ намуналари олинди, кейин лаборатория шароитида альфа-нурланиш $A_{\text{эфф}}$ нинг эфектив активлиги - тупроқ, ўсимликлар ва қурилиш материаллари, ^{40}K , ^{226}Ra , уран (табиий), ^{232}Th табиий радионуклидларнинг активлиги гамма спектрометрик усул билан ўлчанди;
- атмосфера ҳавосида чанг концентрациясини оғирлик усули билан, ҳаво таркибидаги HCN , NH_3 , NO_2 , SO_2 , H_2S , H_2SO_4 , Pb , P_2O_5 ни фотоколориметрик усул билан аниқлаш, ишчи хоналардаги ва қурилмалардаги радон ва тароннинг хажмий активлиги, экспозицион ёки эфектив доза қуввати (ЭффДК) СРП-68 радиометрлари билан ва ДКС-96 дозиметр-радиометрлари ёрдамида, ахоли яшаш пунктларидағи атмосфера ҳавосида, ишчи ҳудуд ва хоналар ҳавосида радоннинг хажмий активлиги (РХА) ALPHA-GUARD асбобидан фойдаланган ҳолда аниқланди. Ахоли яшаш пунктлари, ишчи хоналар атмосфера ҳавосидаги радоннинг парчаланиш маҳсулотлари эквивалент мувозанатли хажмий активлиги (ЭМХА)ни аниқлаш "Поиск" асбоби ва радон-WL-метр билан, ахоли яшаш пунктлари атмосфера ҳавосидаги, ишчи ҳудуд ҳавоси ва бинолардаги узоқ муддат яшовчи альфа нуклидларни (УЯАН), аниқлаш ишлари олиб борилди. (олинган натижалар Уран ишлаб чиқариш техноген объектларида гамма-нурланишнинг экспозицион дозаси қуввати қийматларининг маҳаллий сирт тақсимоти параметрлари радиометрик усулда аниқланди. Ушбу объектлар учун гамма-нурланиши экспозицион дозаси қуввати қийматларининг маҳаллий сирт тақсимоти параметрларини ҳисоблаш бўйича ЭҲМ дастури ишлаб чиқилди ва ЎзР Интеллектуал мулк Агентлиги Гувоҳномаси олинди жадвал шаклда келтирилган).

- **Ичимлик суви, оқова ва ер ости сувларида:** қуруқ чўкинди, чўкмайдиган моддалар, сувнинг pH кўрсаткичи, сувдаги нефт маҳсулотлари, Cl^- , NO_2^- , NO_3^- , CO_3^- , HCO_3^- , SO_4^- , -анионлари, Ca , Mg -катионлари-

титрометрик усулда, Si^+ , F^+ , As^+ , Mo^+ , Al^+ -фотоколориметрик усулда, нитритлар, K , Na , $\text{Fe}_{\text{y.m}}$, Cu , Mn , Pb , Co , Ni , Zn , Cr –атом-абсорбцион усул билан, сув намуналарини олиш ва улардаги табиий уранни аниқлаш, радий-226, полоний-210, торий-232, радон - умумий альфа ва бета-активлик эманацион усулда аниқланди.

Олинган натижалар асосида ходимлар ва аҳоли учун йиллик техноген эффектив дозаси ҳисобланди. Бундан ташқари, юқорида санаб ўтилган чоратадбирлар уран ишлаб чиқариш корхоналари фаолияти билан боғлиқ бўлган ва радиоэкологик барқарорликка сезиларли таъсир кўрсатадиган асосий радиоэкологик омилларни тизимли равишда аниқлашда муҳим рол ўйнайди. Айниқса: тайёр уран маҳсулотларини кавшарлаш пайтида атмосферага чиқариладиган радиоактив чиқиндилар миқдори; балансдан ташқари рудаларни ва таркибида уран бўлган чиқиндиларни сақлаш билан боғлиқ экологик омилларда, уранни ер остида танлаб эритиш участкаларида, шунингдек, чиқиндиларни қайта ишлаш ва сақлаш жойларида; техноген бирикмалар билан ер ости сувларининг ифлосланиши эҳтимоллиги бор жойларида уранни ер остида танлаб эритиш участкаларини рекултивация қилишнинг оқилона вариантлари билан боғлиқ.

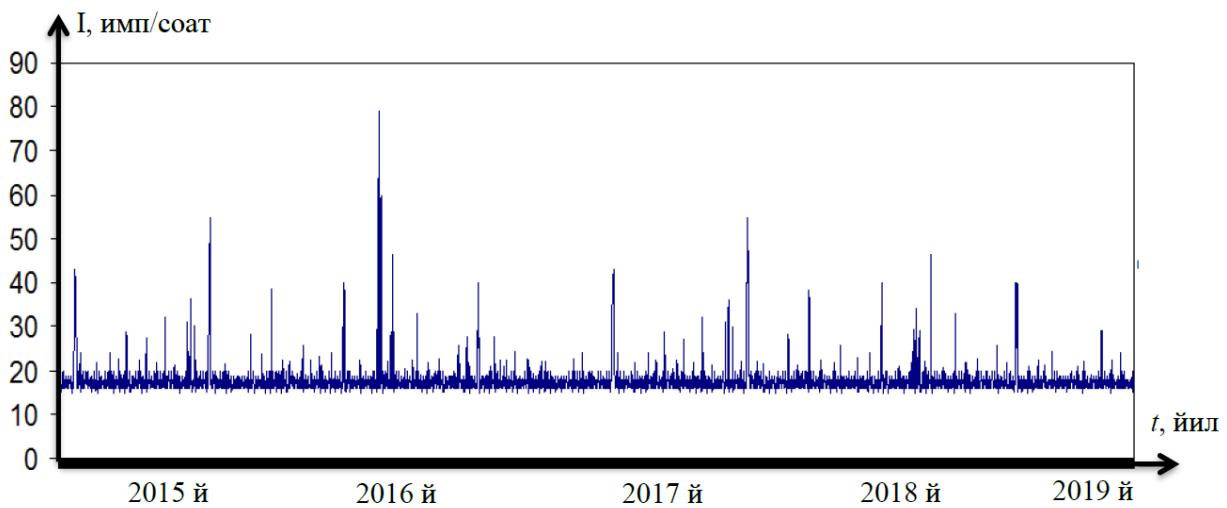
2.3.2-§. Уран ишлаб чиқариш жараёнида атроф-мухитни радиоэкологик назорат қилиш

Уран хомашёсини қайта ишловчи ГМЗ-1 заводининг вентилляция тизимидан атмосферага чиқарилган ҳаво ҳажми $700 \text{ м}^3/\text{мин}$ гача етиши мумкин. Уран ишлаб чиқаришида тайёр маҳсулотларни майдалаш ва кавшарлаш бўлимида ҳавонинг ифлосланиши хавфи катта. Бунинг учун цехларнинг ишчи атмосферасида ва айниқса атроф муҳитда чанг пайдо бўлишини максимал даражада олдини олиш учун энг самарали муҳандислик ечимларини қўллаш талаб этилади. Маълумки, радиоактив моддаларнинг ишчи ходимлар ва аҳоли соғлиғига таъсирини баҳолаш учун атроф-муҳит

(атмосфера ҳавоси, сув ва тупроқ ва бошқалар) устидан тизимли назоратни амалга оширишни талаб қиласи.

Уран ишлаб чиқариш радиоактив материалларни қайта ишлаш билан боғлиқ бўлиб, бу энг муҳим ва ҳал қилувчи омил ҳисобланади. Радиоактив рудалар қайта ишланадиган тоғ-кон саноатини ривожлантиришда уранни қайта ишлаш заводлари ҳудудидаги табиий гамма-фонни аниқлаш долзарб масала ҳисобланади. Шу нуктаи назардан ГМЗ-1 ҳудудида маҳсус курилмадан фойдаланган ҳолда γ -фонни узлуксиз равишда беш йил давомида ўлчаш ишлари олиб борилди (2.6-расм).

Табиий гамма-фон спектридаги қийматлардан кўриниб турибдики, саноқли ҳолатларда импулслар сони, фон қийматлари катталигидан икки баравардан олти бараваргача кўпайган. Ушбу ўсишлар табиий ва техноген ҳодисалар билан боғлиқ. Табиий гамма-фонининг энг юқори қиймати (олти мартадан ортиқ) ГМЗ-1 тайёр маҳсулотини кавшарлаш цехининг ишлаш режимини бузилиши билан боғлиқ.



2.6-расм. Гамма нурланишининг йиллар кесимидағи интенсивлиги

Фоннинг сезиларли даражада кўпайиши ГМЗ-1 чиқиндиҳонасидаги радиоактив чиқиндилар тўпланган жойдан эсаётган шамолнинг тарқалиш йўналишига боғлиқ. Ушбу ҳолат ёз-куз даврида сезиларли бўлади. Бундан ташқари, радиация фонининг аномал қиймати тайёр уран маҳсулотларини кавшарлаш шароитларига ҳам боғлиқ. Бундай ҳолларда зудлик билан

аниқланган техноген таъсирларни бартараф этиш бўйича тавсиялар чиқарилади. Маълумки, иш зонаси ҳавосидаги ураннинг рухсат этилган чегаравий қиймати $0,088 \text{ мг}/\text{м}^3$ га teng, саноат газлари чиқиндиларида рухсат этилган чегаравий қиймат - $6,0 \text{ мг}/\text{м}^3$.

Сифатни баҳолаш коэффициенти - ҳаводаги уран миқдори ва элементлар концентрациясининг рухсат этилган чегаравий қиймати нисбати билан белгиланади. ГМЗ-1 тайёр уран маҳсулотларини кавшарлаш цехининг барқарор ва хавфсиз ишлашини баҳолаш учун ишчи зона ҳавосидаги радиоактив чангнинг фраксия таркибини таҳлил қилинди, сабаби чиқинди газларнинг заарли таркибий қисмларининг концентрациясини аниқлаш ва уларни тўлиқ ушлаб олиш атроф-мухит муҳофазаси учун долзарб вазифадир.

Маълумки, йирик дисперс зарралар майда зарраларга қараганда кам ҳаракатчан бўлади. Шу сабабли майда донадор зарраларнинг (аэрозолларнинг) атроф-мухитга тушишини бартараф этиш муҳим хисобланади, сабаби уларнинг ҳавода сақланиш вақти анча узоқ бўлади. Бирлашган Ядро Тадқиқотлари институтида (Россия, Дубна ш.) ишлаб чиқилган, тешиклари катталиги $0,7\text{-}4,0 \text{ мкм}$ ўлчамдаги ядро филтрларидан фойдаланиш анъанавий филтрлар билан биргаликда иқлим шароити ва ишлаб чиқариш ҳақиқий шароитларига қараб ҳаводаги радиоактив аэрозолларнинг фракцион таркибини аниқлашнинг ўзига хос услубиятини ишлаб чиқиш имконини берди. Ишлаб чиқаришни радиоэкологик назорат қилишнинг ишлаб чиқилган услубиятидан фойдаланиш атмосферадаги радиацион фон ўзгариши механизмини аниқлашга имкон берди ва уларни бартараф этиш бўйича тавсиялар ишлаб чиқилди.

Сўнгги йилларда С-967 Халқаро норматив ҳужжат пайдо бўлиши билан уран қазиб чиқариш корхоналари томонидан ишлаб чиқарилган уран оксиди маҳсулотларида ^{234}U миқдорини аниқлаш вазифаси қўйилди.

Шуни таъкидлаб ўтиш жоизки, ^{234}U изотопи юқори солишишима активликка эга ($2,3 \times 10^8 \text{ Бк}/\text{г}$), табиий уран аралашмасининг солишишима активлиги эса бор йўғи $2,5 \times 10^4 \text{ Бк}/\text{г}$ ни ташкил қиласи. Бинобарин,

солиширма активликнинг бундай фарқини уран изотопик мувозанатининг бузилиши билан изотопи ^{234}U кўпайиши туфайли содир бўлиши мумкин.

2.3.3-§. Уран ишлаб чиқариш корхонлари чиқиндиҳоналарининг техноген ҳиссасини баҳолаш

НКМК атроф-муҳитини экологик тадқиқ қилишнинг асосий обьекти, 1961-1993 йилларда уран таркибидаги рудани қайта ишлаш чиқиндиҳона тўпланиб, шу кунгача сақланиб келинаётган ГМЗ-1 чиқиндиҳонаси ҳисобланади. Оддий шароитларда, чиқиндиҳонанинг хавфи қуруқ пляжлар сатҳидан радоннинг ажралиб чиқиши, уран оиласига мансуб бўлган радионуклидларни ўз ичига олган чанг зарраларининг шамол орқали тарқалиши ва радионуклидларнинг чиқиндиҳона қатламларидан гидросферага кўчиши билан боғлиқ.

1994 йилдан бошлаб комбинат ГМЗ-1 чиқиндиҳонасида таркибида олтин бўлган рудаларни қайта ишлашда ҳосил бўлган чиқиндиҳонадан чиқиндиҳона устига радиацион экран қуришни бошлади. 1996-1997 йилларда ТАСИС дастури асосида ГМЗ-1 чиқиндиҳонаси ҳудуди ва унинг санитария муҳофазаси зonasи бўйича кенг кўламли тадқиқотлар ўтказилган. Чиқиндиҳоналар периметри бўйлаб ҳар 10 метр оралиқда, 1000 метр масофада 700 дан ортиқ профилда қузатишлар олиб борилган. 2011 йилда НКМКнинг МИТЛ мутахассислари ГМЗ-1 чиқинди хонаси ҳудуди ва унинг санитария муҳофазаси зonasида такорий кенг кўламли тадқиқотлар ўтказганлар. 2000 дан ортиқ профиллар ўрганилган, унинг периметри бўйлаб ҳар 10 м дан 2000 м масофада ўлчаш ишлари олиб борилган. Гамманурланиш эффектив доза қуввати қийматлари бўйича харита тузилган. ГМЗ-1 чиқиндиҳонасини қайта тиклаш ишлари олиб борилди ва унинг минтақадаги экологик вазиятга техноген таъсирининг қиймати баҳоланди.

Хозирги кунга келиб 6-сонли харита қалинлиги 5 метрдан ортиқ бўлган таркибида олтин бўлган маъданни қайта ишлаш чиқиндиҳона қатлами билан қопланган ва қалинлиги 1,5 м гача бўлган 4 ва 5-хариталар минтақанинг

экологик ҳолатини яхшилаган. ГМЗ-1 чиқиндиҳонаси ишга туширилгандан буён ер ости сувларининг мумкин бўлган ифлосланишини назорат қилиш учун кузатув қудукларининг режим тармоғи қурилган. Жами 108 та назорат қудуклари қазилган, уларда цианид миқдори (ҳар ҳафтада) ва радий, полоний, радиокўрғошин ва бошқа радионуклидларнинг миграцияси (ҳар ойда) доимий назорат қилинади [125-129].

2018-2019 йилларда ГМЗ-1 чиқиндиҳонаси ҳудудида навбатдаги кенг қамровли тадқиқотлар ўтказилди, радиацион ҳимоя қатлами 1,5 м дан ошмайдиган жойларга (№4 ва №5 хариталар) ва унинг санитария муҳофазаси зonasига алоҳида эътибор қаратилди.

Унинг периметри бўйлаб ҳар 10 метр масофада жойлашган чиқиндиҳона тўсифидан тортиб, 1000 метр масофада жойлашган радиусли профиллар бўйлаб 500 дан ортиқ профиллар текширилди, гамма-нурланиш эффектив доза куввати(ЭДК) қийматлари кўрсатилган харита тузилди.

Мунтазам кузатувлар натижаларига кўра ГМЗ-1 чиқиндиҳонасининг саноат майдонларидан ташқарида цианилар ва радионуклидлар миқдори фон даражасида сақланиб қолганлиги аниқланди.

2.3.4-§. Уранни ер остида танлаб эритиш участкалари майдонларини рекултивациядан кейин радиоэкологик мониторинг қилиш услубияти

НҚМҚда тупроқларни рекультивация қилиш “Ишлаб чиқариш ва қайта ишлаш обьектларини тугатиш, консервация қилиш ва қайта профиллаш” санитария қоидалари талабларига мувофиқ амалга оширилади.

Санитария қоидалари талабларига биноан қайта ишланган майдонларни тугатиш ва сақлаш учун жараён қўйидаги кетма-кетлиқда амалга оширилади: бузилган ерларни асл ҳолига келтириш, яъни рельефни текислаш (зовурлар, чукурлар, чиқиндилар ва бошқаларни йўқ қилиш); рекултивация қилингунгача ер юзининг радионуклидлар ва кимёвий моддалар реактивлар (сувли экстрактлар) билан ифлосланишини аниқлаш;

ифлосланган тупроқларни ва чиқиндилаарни рухсат этилган чиқиндиҳоналар ва полигонларга олиб бориб ташлаш; қайта тикланган майдонларни унумдор тупроқ билан қоплаш. Рекултивация бошланишидан олдин 1:2000 масштабида радиацион мониторинг (гамма-ўлчаш) ўтказилади.

Рекултивация асосан қишлоқ хўжалиги ва санитария-гигиена йўналишларида амалга оширилади. Қишлоқ хўжалиги йўналишидаги рекультивация шундан иборатки, ушбу худуднинг фон қийматини тупроқнинг, солиштирма альфа-активлиги бўйича аниқланади, яъни 300 Бк/кг +600Бк/кг =900Бк/кг ва тупроқ юзасидан ва чуқурликда 900 Бк/кг дан юқори даражада ифлосланган деб ҳисобланса, бу ерларни устки қатламини олиб ташлаш ва рухсат этилган маҳсус чиқиндиҳоналарга ташиб керак.

Санитария-гигиена нуқтаи назаридан рекультивация - худуднинг фон қиймати -1500 Бк/кг олинади ва тупроқ юзасидан ва чуқурликда 1500 Бк/кг дан юқори бўлган қийматда ифлосланган ҳисобланади. Кислота билан ювиб ташланган чиқиндиҳоналар учун тупроқларнинг умуний альфа активлиги билан экспозицион доза қуввати ўртасида корреляцион боғланиш чиқарилган ва у 900 Бк/кг га teng, бу соатига 35 мкРга тўғри келади, табиий фон ±20 мкР/соат.

Рекультивация ишлари тугагандан сўнг, ваколатли органлар томонидан рекультивацион назорат амалга оширилади. Рекултивация қилинган ер участкаси белгилangan тартибда комиссия томонидан қабул қилиб олинади. Мелиорация ишлари даврида, яъни, сўнгги 20 йил ичида қишлоқ хўжалигида кейинги фойдаланиш учун 4000 гектардан зиёд ерлар маҳаллий ҳокимият органларига қайтарилди

2.4-§. Навоий КМК уран ишлаб чиқаришида сув ресурсларининг ҳолати ва улардан рационал фойдаланилишни таҳлил қилиш

НКМКнинг барча бўлинмаларида ҳар чоракда ичимлик, ер ости ва оқава сувларнинг сифати назорат қилиниши керак. Ажратиб олинган сув намуналарида қуруқ қолдиқ, сувнинг қаттиқлиги, pH, анионлар ва

катионларнинг йигиндиси таҳлил қилинади. Олинган натижалар шуни кўрсатдики, ичимлик суви, ер ости сувлари ва чиқинди сувларнинг сифати бир-биридан фарқ қиласи. Бунинг сабаби сув манбаларининг геологик шаклланиши ва географик жойлашувиdir.

СанПиН 0193-06 талабига биноан қуйидагилар баҳоланади: сувнинг ичимлик суви эҳтиёжлари учун стандарт қийматларга мувофиқлиги, умумий альфа- ва бета-активликлари. Олинган натижалар шуни кўрсатдики, НКМК фаолият олиб борётган барча шаҳар ва қишлоқларда альфа- ва бета-активлик учун дастлабки баҳолаш қийматлари белгиланган меъёрлар доирасида, яъни альфа-активлик бўйича 0,2 Бк/л дан кам ва бета-активлик бўйича-2 Бк/л дан кам. Собирсой қўрғонини техник ва майший сув билан таъминлаб турган № 9 «Жанубий» қудуғидан олинган сув намуналарида альфа-,бета- активлиги ва сув намуналаридаги мавжуд бўлган ҳар бир изотопнинг солиштирма активлиги аниқланди. Сувлардаги радиокимёвий тайёрлаш ёрдамида изотопларни таҳлил қилиш бўйича олиб борилган тадқиқотлар шуни кўрсатдики, ^{235}U , ^{238}U , ^{230}Th , ^{226}Ra , ^{210}Po изотопларининг активлиги белгиланган меъёрдан ошмайди.

Ўзбекистонда уранли рудаларни қайта ишлаш ҳажмини кенгайтириш ва саноатда сувнинг кескин танқислиги долзарб вазифа сифатида уран гидрометаллургиясида сувни тежайдиган технологиялардан фойдаланиш бўйича ечим топишни талаб қиласи. Бундай имкониятлардан бири гидрометаллургияда ер ости ва оқова минераллашган сувларни мавжуд техник сув билан биргаликда ишлатиш имкониятларини баҳолашдир.

Тадқиқотни ўтказишдан мақсад: сув таркибидаги тузлар концентратларини майдалаш, қуюқлаштириш, гравитация усули, флотация, биооксидланиш, рудалар ва концентратларни сорбцион эритмаси билан бажарилган операциялар сифатига таъсирини баҳолашдан иборат.

Кимёвий элементларнинг таркиби ва минераллашган ер ости сувлари ва оқава сувларнинг сифат кўрсаткичлари, шунингдек, НКМК корхоналарида ишлатиладиган саноат чиқинди сувлари (pH , қуруқ чўкма, умумий

минераллашув, катионлар ва анионларнинг йифиндиси ва бошқалар) ўрганилди.

Алоҳида олинган жараёнларнинг технологик кўрсаткичларни (майдалаш, қуюқлаштириш, флотация, биооксидланиш, нейтраллаш, сорбция, цианлаш ва бошқалар) ёмонлаштирадиган кимёвий элементларнинг микдори ва сув сифати кўрсаткичларининг чегаравий қийматлари аниқланди. Сув ресурсларидан оқилона фойдаланиш мақсадида гидрометаллургия жараёнлари учун саноат суви билан аралашмада минералланган ер ости сувлари ва чиқинди сувлардан (олдиндан тузсизлантириш билан ва тузсизлантирилмаган ҳолатда) фойдаланишининг мақбул - оригинал усули таклиф қилинган.

2.4.1-§. Геотехнологик конларда йиллик умумий эффектив дозани баҳолаш

Шахта ва карерлардан урани ер остида танлаб эритиш услубига ўтиш билан табиий муҳитга салбий таъсир кескин камайди. Бир вақтнинг ўзида (1961 йилдан 1994 йилгача) радиацион омиллар йифиндисидан йиллик техноген дозаси, ер ости конлари ишчилари йилига 30-40 мЗв, яъни, белгиланган меъёрдан 1,5 ва 2 баробар кўп доза олишган бўлса, ҳозирги вақтда ишлаб чиқилган чора-тадбирлардан сўнг, радиация ҳолати яхшиланди ва улар йилига 2-5 мЗв доза олишади, белгиланган юқори чегара қиймати – 20 мЗв/йил ни ташкил этади. 2015-2019 йиллар давомида ишлаб чиқариш объектлари ва аҳоли пунктларининг кузатув пунктларида олиб борилган тизимли илмий-услубий тадқиқотларимиз асосида эффектив йиллик доза турлича бўлиши аниқланди:

Марказий кон бошқармаси учун (Зарафшан воҳаси): атроф-муҳитни муҳофаза қилиш лабораториясида йилига 0,20 дан 0,38 мЗв гача; гамма-активация таҳлилиниң марказий лабораториясида ("Мурунтау" кони ва Бессапан аҳоли пункти) йилига 0,53 дан 5,36 мЗв гача, тезлатгич камерасида - 9,0-12 мЗв / йил, Зарафшон шахрида йилига 0,24 дан 0,53 мЗв гача;

Жанубий кон бошқармаси (ЖКБ) учун (Самарқанд вилояти Нуробод тумани): саноат корхоналарида йилига 2,10 дан 7,17 мЗв гача; ЖКБ лабораториясида йилига 0,28 дан 0,87 мЗв гача, Собирсой қўрғонида йилига 0,38 дан 0,71 мЗв гача ва Кетменчи қўрғонида йилига 0,43 дан 0,84 мЗв гача;

5-сонли Кон Бошқармаси (КБ № 5) томонидан (Бухоро вилояти Фиждувон тумани): - саноат объектларида йилига 1,43 дан 6,34 мЗв гача; лабораторияда 0,20 дан 0,73 мЗв/йилгача, Зафаробод қўрғонида йилига 0,33 дан 0,69 мЗв гача;

ГМЗ-1 Кон Бошқармаси (ГМЗ-1 КБ) (Навоий участкаси) учун: саноат корхоналарида (ГМЗ-1 тайёр маҳсулот цехи) йилига 1,42 дан 6,31 мЗв гача; ГМЗ-1 чиқиндихонасида йилига 0,86 дан 8,32 мЗв гача; ГМЗ-1 санитар муҳофаза зonasида йилига 0,73 дан 1,39 мЗв гача, Навоий шаҳрида йилига 0,21 дан 0,58 мЗв гача;

Шимолий Кон Бошқармаси (ШКБ) учун (Учқудук тумани): саноат корхоналарида йилига 1,21 дан 8,43 мЗв гача; ШКБ лабораториясида йилига 0,23 дан 0,78 мЗв гача, Учқудук шаҳрида йилига 0,27 дан 0,81 мЗв гача.

Юқоридаги натижалардан кўриниб турибдики, НКМК саноат корхоналарида ишлайдиган ходимлар учун ҳисобланган йиллик эффектив дозалар ходимлар учун белгиланган меъёрдан, яъни 20 мЗв/йил ва аҳоли учун белгиланган меъёрдан – 1 мЗв/йилдан ошмайди.

Учқудук, Зарафшон, Навоий шаҳарлари ва Зафаробод, Собирсой, Карнаб, Тинчлик, Дурмен, Туркман, Туркмен қўрғонлари аҳолиси учун барча радиация омилларидан йиллик самарали дозаси СанПиН 0193-06 - бўйича 1,0 мЗв/йил, Ўзбекистон Республикасида белгиланган меъёрдан ошмайди.

НКМКдаги радиоэкологик ҳолатни баҳолаш бўйича олиб борилган узоқ муддатли тадқиқотлардан хulosса қилиш мумкинки, минтақадаги радиация ҳолати белгиланган стандартларга мос келади, уран ишлаб чиқариш саноат корхоналарида ишлайдиган ходимлар ва қўшни зоналардаги аҳоли пунктлари аҳолиси учун йиллик доза СанПиН-0193-06 да белгиланган қийматдан ошмайди.

Иккинчи бўйича хulosалар

- 1.** Республикаиздаги уран ишлаб чиқариш техноген объектларининг радиациявий муҳитига катта ҳисса қўшиши мумкин бўлган табиий радионуклидларниг тарқалиши тадқиқ қилинди ва тупроқ, сув, ҳаводаги табиий радионуклидлар миқдори гамма-спектрометрик усулда аниқланди.
- 2.** Навоий КМКнинг техноген объектларида гамма нурланишининг эквивалент доза қуввати (ЭДК) қийматлари аниқланди ва уларнинг фазовий тарқалиш қонуниятлари ўрганилди. Уран маъданли ер ости сувлари намуналарида турли хил радиоизотопларниг концентрациялари аниқланди. Ўзбекистоннинг тоғ-кон ва металлургия саноатидаги чиқиндиларниг турли хил таркибий қисмларини биргаликда сақлаш жараёнида радиоизотопларниг геокимёвий ҳолати ўрганилди.
- 3.** Уран ишлаб чиқаришида тайёр уран маҳсулотларини сақлаш жойлари атмосфера хавосида радионуклидли аэрозолларни турлари ва миқдорини аниқлаш бўйича экспериментал ишлар қилинди ва маълумотлар йифилди. Ишлаб чиқариш шароитида радиоактив элементларниг ишчи - ходимларга ва ахолига радиацион таъсири қийматларини баҳолаш бўйича мониторинг ишлари ўтказилди ва илк бор радиацион кўрсаткичларниг маълумотлар базаси яратилди.
- 4.** Уран ишлаб чиқариши билан бевосита шуғулланиувчи корхоналар: уранни қайта ишлаш цехларида, уран отвалларида, техноген чиқиндихоналарда, уранни ер остида танлаб эритиш майдонларида гамма-нурланиш экспозицион доза қувватларининг ўлчаш масофалари бўйича тақсимланиши ўрганилди ва илк бор шу объектлардаги радиацион кўрсаткичлар миқдори аниқланди. Ушбу объектлар учун гамма-нурланиши экспозицион дозаси қуввати қийматларининг маҳаллий сирт тақсимоти параметрларини ҳисоблаш бўйича ЭҲМ дастури ишлаб чиқилди ва ЎзР Интеллектуал мулк Агентлиги Гувоҳномаси олинди.

III БОБ. КОН-МЕТАЛЛУРГИЯ КОРХОНАЛАРИ ТЕХНОГЕН ТАЪСИРИДА БЎЛГАН ТАБИЙ РЕСУРСЛАР ВА АТРОФ-МУҲИТ ҲОЛАТИНИНГ ЭКОЛОГИК МОНИТОРИНГИ

3.1-§. Кон-металлургия саноати техноген таъсирида бўлган табиий ресурслар ҳолатини баҳолаш услубияти

Ҳудуднинг радиацион фони муҳитдаги табиий радионуклиидлар микдорини аниқлаш орқали баҳоланади. Радиация микдорининг қиймати маълум бир объектнинг ифлосланиш даражасини кўрсатади.

Экотизим объектларидаги радиация кўрсаткичлари халқаро меъёрий ҳужжатлар (МКРЗ, МАГАТЭ, БМТ, ЖССТ ва бошқалар), шу жумладан, Ўзбекистон Республикасида ўрнатилган меъёрий ҳужжатлар (СанПиН, ГОСТ ва бошқалар) билан тартибга солинади. СанПиН 0193-06-меъёрий ҳужжатга кўра, аҳоли учун табиий фондан юқори бўлган максимал йиллик эффектив дозаси йилига 1,0 мЗв қилиб белгиланган.

Экологик объектлар ва уран ишлаб чиқариш техноген объектлари намуналарида уран табиий емирилиш занжири радионуклиидлари бўлган ^{238}U , ^{234}U , ^{232}Th , ^{226}Ra , ^{40}K , шунингдек ^{137}Cs радионуклиди масса микдорини гамма-спектрометрик усулда ўлчаш учун шу табиий радионуклиидлар чиқарадиган гамма-нурланишни қайд қилишга асосланган услубият қўлланилди. Экологик объектлар ва уран ишлаб чиқариш техноген объектларидан олинган намуналарни гамма-спектрометрик ўлчаш “PROGRESS-GAMMA”, “CANBERRA”, “АТОМТЕХ” асбобларида амалга оширилди. Олинган натижалар асосида худудларнинг радиацион ҳолати реал баҳоланди ва уран ишлаб чиқариш корхонасининг худуд радиацион ҳолатига таъсир катталиги экологик мониторинг қилинди. 3.1-жадвалда экологик объектлар ва уран ишлаб чиқариш техноген объектларидан олинган намуналарда аниқланган уран табиий емирилиш занжири радионуклиидларини аниқлаш натижалари келтирилган.

3.1-жадвал

Экологик объектлар ва уран ишлаб чиқариш техноген объектларидан олинган намуналарда аниқланган уран табиий емирилиш занжири радионуклиидлари натижалари

T/r	U(²³⁸ U, ²³⁴ U), (Бк/кг)	⁴⁰ K, (Бк/кг)	²²⁶ Ra, (Бк/кг))	²³² Th, (Бк/кг))	Табиий радионуклиидларнинг солиштирма эфектив активлиги қиймати – $A_{\text{эфф}}$, (Бк/кг)	¹³⁷ Cs, (Бк/кг))
Экологик кузатув объектлари						
1	25,7	350	25	32	98	10
2	33,8	410	28	41	118	16
3	42,1	425	30	36	115	15
4	29,3	540	27	28	112	13
5	47,9	498	35	43	136	19
6	37,5	395	29	40	117	16
7	21,4	420	26	37	112	12
8	23,2	532	24	36	119	18
9	52,3	598	39	46	153	20
10	39,0	478	31	38	123	19
Уран ишлаб чиқариш техноген объектлари						
11	77,5	962	647	198	991	48
12	82,4	1056	852	210	1220	52
13	93,2	1200	983	264	1434	56
14	61,3	859	556	136	810	36
15	59,8	830	602	153	876	39

Олинган натижалар асосида уран ишлаб чиқариш корхоналарининг худуд радиоэкологик холатига таъсирининг катталиклари Ўзбекистон Республикасида ўрнатилган СанМваҚ № 0193-06 санитар меъёrlари ва қоидаларига мос келиши аниқланди.

Хозирги вақтда физик қонуниятлар ва ҳодисаларга асосланган элементлар таркибини таҳлил қилишнинг турли хил инструментал усуллари ишлаб чиқилган бўлиб, улар турли хил материаллар таркибидаги элементларни жуда кенг диапазонли концентрацияларда аниқлашга имкон беради. Шунга қарамасдан, аналитика олдига қўйиладиган вазифалар кўлами доимий равишда кенгайиб ва чуқурлашиб бормоқда. Модданинг элементлар

таркибини назорат қилиш масаласи дунёнинг барча мамлакатларидағи күплаб соҳаларда ҳозирги кунга қадар ўз долзарбилигини йўқотмаган.

3.1.1-§. Таркибида уран бўлган руда намуналарини инструментал нейтрон-активацион усулда таҳлил қилиш

Элементлар таркибини тадқиқ қилишнинг ядро-физикавий усуллари ядровий нурланишларнинг ўтувчанлик хусусияти (айниқса нейтронлар ва гамма-нурланиш оқимлари) каби ўзининг уникал имкониятларига эга бўлгани ҳолда, кўпгина мураккаб объектларда элементлар таркибини юқори сезгириликда таҳлил қилиш имконини беради. Ушбу имкониятлар керакли хусусиятларга эга бўлган янги материалларни яратишда, энергетика соҳасида, алоқа тизимларида, тиббиётда, ҳарбий техникаларда ва бошқа иқтисодиёт тармоқларида юқори технологик маҳсулотларни ишлаб чиқаришда катта аҳамиятга эга.

Ушбу бўлимда Ўзбекистон Республикаси Фанлар Академияси Ядро физикаси институтининг ВВР-СМ типидаги ноёб ядро реакторидан фойдаланган ҳолда таркибида олтин ва уран бўлган рудалар, руда конлари намуналаридағи айрим нодир ер элементларини таҳлил қилиш учун нейтрон-активацион таҳлил услубиятини қўллаш бўйича тадқиқот натижалари келтирилган. Атом реакторининг горизонтал каналидаги нейтронлар оқими зичлиги 5×10^{13} нейтрон/сек \cdot см 2 га teng.

Нейтрон-активацион таҳлили учун намуналарни тайёрлаш тартибига биноан намуналар доимий вазнгача 105^0C ҳароратда қуритилди. 100 мг намуна ёпиқ полиэтилен пакетларга ва алюмин фолга қофозга солинади. Кейин улар тоза алюминийдан тайёрланган маҳсус идишга – нурлатиш капсуласига жойлаштирилади. Ўрганилаётган намуналар ўлчанадиган радионуклидларнинг ярим емирилиш даври катталигидан келиб чиқсан ҳолда, турли режимларда нейтронлар оқими билан нурлантирилди.

Қисқа яшовчи ва ўрта яшовчи радионуклидлар бўйича As, La, Sm, W, Au, U элементларини таҳлил қилиш учун нурлатиш вақти бир неча сониядан

1 соатгача, ва “совутиш” вақти таҳлил учун ишлатиладиган радионуклиддан келиб чиқиб танланди (бир неча дақиқадан 3 кунгача).

Sc, Fe, Co, Ni, Rb, Ag, Cs, Ce, Eu, Tb, Lu, Hf, Hg элементларини узоқ яшовчи радионуклидлар бўйича таҳлил қилиш учун нурлатиш вақти 10 соат, “совутиш” вақти эса 25 кун олинди [130-135]. Ўрганилаётган намуналарнинг гамма-спектрлари ишчи ҳажми 80 см³ бўлган ўта соф германийдан (ЎСГ) тайёрланган яrimўтказгичли детекторли спектрометрда ўлчанди. Ўлчаш учун қўлланилган детекторнинг энергия бўйича ажратади олиш қобилияти ⁶⁰Co радиоизотопининг 1333 КэВ энергияли чизигида 1,8 КэВ га teng.

Нейтронлар оқими билан нурлатиш пайтида ҳосил бўладиган радионуклидларнинг гамма спектрларига ишлов бериш ва аналитик сигналлар бўйича этalon намуналарига нисбатан изланаётган элементларнинг концентрациясини ҳисоблаш учун INSPECTOR MSA-2000 маркали дастурлаштирилган кўп каналли анализатор ишлатилди.

Уранли руда конларидан олинган намуналар тажриба йўли билан тадқиқ этилди. As, La, Sm, W, Au, U элементларини таҳлил қилиш учун ўрта яшовчи радионуклидлардан фойдаланишда эксперимент режими танланди: унга кўра нурлатиш вақти 1 соат, “совутиш” вақти эса 3 кун.

Ушбу маъдан конлари намуналарида қўйидаги элементлар: Sc, Fe, Co, Ni, Rb, Ag, Sb, Cs, Ce, Eu, Tb, Hf ни узоқ яшовчи радионуклидларнинг гамма-спектрларидаги аналитик пиклари бўйича аниқлаш тадқиқ этилди. Ўрганилган намуналардаги ушбу элементларнинг аниқланган концентрацияси диапазони 0,1 г/т дан 140 г/т гача.

Шундай қилиб, олиб борилган тадқиқотлар натижасида ядро физиковий усуллар ёрдамида, хусусан атом реактори ёрдамида нейтрон-активацион таҳлил билан руда конлари намуналарида бир қатор ноёб ва нодир ер элементларини аниқлаш имконияти баҳоланди.

НКМК уран ишлаб чиқариш худудлари, техноген чиқинди омборларидан олинган намуналардаги нейтрон-активацион таҳлил натижалари 3.2-жадвалда келтирилган.

Бу жадвалдан кўринадики, ушбу чиқиндиҳоналарда темир, калий, кальций элементлари нисбатан кўпроқ, уран ва ураннинг парчаланиш махсулотлари (кумуш, барий, лантан, вольфрам, церий ва бошқалари) нисбатан кам.

3.2 -жадвал

НКМК уран ишлаб чиқаришидаги техноген чиқиндиҳонлар омборларидан олинган намуналардаги нейтрон-активацион тахлил натижалари (г/т)

Элемент	ГМЗ-1, карта-3	ГМЗ-4, карта-1	ГМЗ-2, карта-2	ГМЗ-1, карта-4	ГМЗ-2, карта-2,-3
Mn	250	440	290	390	330
Na	6400	20700	17000	11600	19100
K	17100	34700	28800	20900	27400
Sm	3,4	7,2	4,0	3,8	3,5
Mo	7,6	2,9	13	5,6	14
Lu	0,22	0,39	0,24	0,33	0,25
U	3,4	7,0	5,9	4,3	5,5
Yb	1,4	2,7	2,2	2	1,9
Au	0,31	0,18	0,17	0,47	0,14
Nd	45	35	<10	<10	<10
As	880	3400	660	1100,0	710
W	<1.0	67	51	<1.0	37
Br	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	3,2
Ca	13900	23000	11500	11500	14000
La	25	62	34	31	34
Ce	40	95	52	51	48
Se	4,3	1,4	3,7	4,1	3,2
Hg	0,45	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Tb	0,41	1,1	0,58	0,51	0,48
Th	5,4	12	7,6	6,2	7,1
Cr	43	22	56	59	56
Hf	4,9	10	4,5	4,6	4,9
Ba	410	1200	490	360	460
Sr	<10	240	45	140	59
Ag	0,77	<0.1	<0.1	0,67	<0.1
Cs	5,0	6,4	6,9	4,9	6,0
Ni	<10	<10	30	15	27
Sc	7,2	6,6	9,2	9,2	9,1
Rb	65	15	89	82	82
Zn	86	270	65	85	61
Co	5,4	9,0	11	11	11

Ta	0,41	1,5	0,53	0,36	0,63
Fe	26600	35600	24800	27300	25900
Eu	0,59	1,6	0,89	0,91	0,88
Sb	160	45	5,3	160	6,7

Элемент	Маржанбулок	ГМЗ-4, карта-1, 4м	Маржанб, 4м	ГМЗ-3, 2м	ГМЗ-3, 2м
Mn	490	390	460	750	700
Na	5200	2100	5700	9800	9500
K	27900	35700	31200	23700	24500
Sm	7,6	6,6	7,1	8,8	4,2
Mo	13	5,3	17	<0.1	<0.1
Lu	0,32	0,440	0,41	0,26	0,29
U	5,0	5,7	7,5	4,5	3,8
Yb	2,9	3,3	3,5	1,9	1,5
Au	0,4	0,29	0,57	0,47	0,23
Nd	35	31	52	<10	30
As	780	4000	1100	1300	1900
W	<1.0	30	<1.0	<1.0	<1.0
Br	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Ca	14500	22100	17000	33600	30500
La	41	53	52	42	37
Ce	65	77	80	64	67
Se	1,6	0,8	2,2	0,15	5,0
Hg	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Tb	0,75	1,0	0,98	0,60	0,80
Th	9,8	15	12	7,2	7,6
Cr	78	24	98	84	105
Hf	5,3	7,9	5,9	5,2	5,4
Ba	800	1350	1100	370	620
Sr	<10	100	120	<10	<10
Ag	6,4	1,1	7,9	1,1	<0.1
Cs	6,0	7,2	7,4	2,5	3,7
Ni	31	<10	30	34	40
Sc	13	6,9	16	13	16
Rb	110	160	160	86	87
Zn	200	190	280	80	88
Co	13	8,3	17	14	20
Ta	0,71	1,4	0,87	1,2	0,61
Fe	49300	35400	42800	36500	37300
Eu	1,2	1,5	1,5	1,3	1,5
Sb	27	76	35	210	370

3.2-§. Ҳаводаги радон (^{222}Rn) ва унинг изотоплари эквивалент мувозанатли ҳажмий активлигини (ЭМҲА) аниқлашнинг альфа-радиометрик услубияти

Радиометр РАА-20П2р турар-жой ва ишлаб чиқариш биноларида радоннинг ҳажмий активлигини ўлчаш, бино ва иншоотларга радоннинг кириш манбаларини излаш, биноларда радиацион ҳолатни баҳолаш ва радон тадқиқотларини ўтказиш ҳамда барча турдаги конларда радиацион вазиятни баҳолаш учун мўлжалланган. Радиометрнинг "Излаш" режимидаги ўлчовлар қисқа вақт ичида ҳаводаги радоннинг ҳажмий активлигини ва ЭМҲА қийматларини, шунингдек намуна олиш вақтида "мувозанат фактори" қийматини талаб этиладиган ўлчов аниқлигига эришиш учун керакли намуна олиш давомийлигини баҳолаш имконини беради.

"Йифинди альфа-ҳисоб" иш режимида талаб этиладиган ўлчов аниқлигига эришиш учун керакли ўлчаш давомийлигини бир вақтнинг ўзида баҳолаш билан радон ва унинг ҳаводаги бошқа изотопларининг ЭМҲА қийматларини аниқроқ аниқлашга имкон беради.

Ҳаводаги радон (^{222}Rn) ва торон (^{220}Rh) нинг ЭМҲА ни ўлчаш диапазони 3 дан 100000 Бк/м³ гача бўлганда, йўл қўйиладиган нисбий хатолик $\pm 30\%$ ни ташкил этади. Эквивалент доза қувватини (ЭДҚ) 0,1 - 30 мкЗв/с гача бўлган диапазонда, ўлчаш $\pm 30\%$ нисбий хатолик билан амалга оширилади.

РАА-20П2 радиометрининг метрологик қўрсаткичлари:

Радон ва тороннинг ҳаводаги (ЭМҲА)ни ўлчаш диапазони, $-1 \div 10^5$ Бк/м³;

Активлиги 100 Бк/м³ бўлган радонни баҳолаш давомийлиги - 8 минутдан ошмайди; Ўлчащдаги йўл қўйиладиган нисбий хатолик чегараси - $\pm 30\%$; Ушбу радиометрда АФА-РСП-3 маркали фильтр ишлатилади.

Радиация фонини ўлчаш. Радиометрнинг фон ўлчови бир қатор ўлчовлар бошланишидан олдин, шунингдек, активлиги бир биридан 100

мартадан кўпроқ фарқ қиласиган намуналарни ўлчашдан кейин амалга оширилиши керак. Юқори даражадаги фон билан ўлчовларга йўл қўйилмайди. Фонни меъёрлаштириш учун радиометрни 30-90 дақиқа давомида детектор блокининг сезгир қисмига ўтириб қолган қисқа яшовчи радоннинг парчаланиши маҳсулотларини ёки торон изотопи парчаланиши маҳсулотларини парчаланиб йўқ бўлиши учун бир сутка давомида ушлаб туриш керак.

Радиометр ўлчовларни тўрт режимда амалга оширади: **"Поиск"**, **"САС"**, **"ЕРОА-монитор"** ва **"ЭДК"**. **"Поиск"** иш режимида ҳаводаги радоннинг ЭМҲА кўрсаткичини тезда ўлчашга имкон беради, шунингдек намуна олиш пайтида ҳаво алмашинув тезлиги, "мувозанат фактори" ва радоннинг ҲА қиймати даражасини баҳолашга имкон беради, шу билан бир вақтда керакли ўлчов аниқлигига эришиш учун керакли намуна олиш давомийлигини баҳолайди.

"САС" иш режимидағи ўлчовлар керакли аниқликка эришиши учун керакли ўлчов давомийлигини бир вақтнинг ўзида баҳолаш билан ҳаводаги радон ва тороннинг ЭМҲАни талаб этилган даражада аниқлаш имконини беради. **"САС"** иш режимида ўлчовлар **"Поиск"** иш режимида ишлатилган филтр билан амалга оширилади.

"САС" режимида ишлатилган филтрни ўлчаш икки марта амалга оширилиши мумкин: Биринчи ўлчов радондаги РМҲАнинг статистик жиҳатдан ўта аниқ натижа олиш учун амалга оширилади ва **"Поиск"** режимида филтрга намуна олиш тугаганидан кейин 2 соатдан кечиктирмасдан бошланиши керак.

Иккинчи ўлчов агар намуна олиш пайтида ҳавода торон изотопларининг сезиларли миқдори бўлган бўлса, ҳаводаги торон ЭМҲА қийматини аниқлаш ва радоннинг ЭМҲА қиймати ҳисобини тўғрилаш учун амалга оширилади. Ушбу ўлчовлар оралиғи 5 соатдан кам бўлмаслиги, балки **"Поиск"** режимида филтрда намуна олиш тугаганидан кейин 36 соатдан кечиктирмасдан амалга оширилиши керак.

"ЭМХА-монитор" режимидаги ўлчовлар філтрни алмаштирмасдан вақти-вақти билан намуна олиш орқали радон ва радон изотоплари маҳсулотлари ЭМХАни ҳавода бир кун ёки ундан кўпроқ вақт давомида доимий автоматик кузатувни амалга оширишга, шунингдек ҳаво алмашинув частотасини ва бино ичидағи ҳаво айланишининг "мувозанат факторини" яратиш имконини беради. Натижаларни ўлчаш ва рўйхатдан ўтказиш даври мониторинг бошланганда белгиланади ва 1, 2 ёки 3 соат бўлиши мумкин. 3 соатлик ўлчов даври билан, энг кичик услубий хато, 1 соатлик ўлчов даврида энг катта хатолик таъминланади.

"ЭкспДК" режимидаги ўлчовлар бир нечта (1 дан 5 гача) индивидуал ўлчовлар билан кузатув нуқтасида ташқи гамма нурланишининг самарали дозаси ўртача қийматини аниқлашга имкон беради. "ЭкспДК" ўлчовлари "Поиск" режимида філтр учун намуна олиш билан бир вақтда амалга оширилиши мумкин.

Барча ўлчов маълумотлари радиометр маълумотлар базасида (КПК хотирасида) сақланади, кўриш учун қулай, шунингдек компьютерга MS Excelга айлантирилиши мумкин.

Радоннинг ҳавода ЭМХА билан бир вақтда радоннинг ҲА қийматини баҳолаш учун "Поиск" режимида ишлаб, 5 дақиқа ўлчаш етарли. Бино ичидағи ҳаво алмашинуви даражасини ва "мувозанат фактори"ни баҳолаш учун "Поиск" режимида ўлчовлар радоннинг ҳаводаги ЭМХА даражасига қараб камида 10-40 минут давомида амалга оширилиши керак. Бундай ҳолатда, хона ҳавосидаги радоннинг ЭМХА даражаси атмосфера ҳавосидаги радоннинг ЭМХА даражасидан камида 4 марта катта бўлиши керак.

Радон-(²²²Rn) ва торон (²²⁰Tn) нинг ЭМХА ушбу формула бўйича хисобланади:

$$(ЭкспMXA)_{Rn}=0,10A_{RaA}+0,52A_{RaB}+0,38A_{RaC}$$

$$(ЭкспMXA)_{Tn}=0,91A_{TnB}+0,09A_{TnC}$$

бу ерда A_i – радон емирилиши маҳсулотлари бўлган изотопларининг ҳажмий активлиги.

3.3-3.9-жадвалларда кон-металлургия ишлаб чиқариш саноат майдонлари: Жанубий кон-бошқармаси (ЖКБ)да, 5-сонли кон-бошқармаси (КБ-5)да, Шимолий кон-бошқармаси (ШимКБ)да ва 2016-2018 йиллар учун техноген объектлар атрофидаги ахоли пунктларининг атмосфераси таркибидаги узоқ яшовчи альфа-нуклидларни (УЯАН) ва унга тенглаштирилган мувозанатли ҳажмий активлиги (ЭМХА) ўлчов натижалари кўрсатилган.

3.3.-жадвал

ЖКБ Уран ишлаб чиқариш майдонлари ва кузатув пунктлари атмосфера ҳавосидаги узоқ яшовчи альфа нуклидлар(УЯАН) ва (ЭМХА) нинг 2016 йилги ўлчаш натижалари

№ п/п	Намуна олинган жой	УЯАН мБк/м³	ЭМХА Бк/м³	№ п/п	Намуна олинган жой	УЯАН мБк/м³	ЭМХА Бк/м³
1	МЭҚИҚ шит хонаси	2,19	4	11	ФХЛ. Хим. зал №1	1,35	7
2	МЭҚИҚ (лаборатория)	4,75	4	12	ФХЛ. Радиометрик хона	-	6
3	МЭҚИҚ Цех, 1-сатҳ	5,45	45	13	№2 назорат нуқтаси	-	7
4	МЭҚИҚ (худуди)	0,77	4	14	№3 назорат нуқтаси	-	4
5	ГТУ-1«Огрон» (худуди)	0,91	20	15	№4 назорат нуқтаси	3,63	4
6	ГТУ-1«Улус» (худуди)	1,45	7	16	№5 назорат нуқтаси	2,8	3
7	ГТУ-1 Ш.М-5 (худуди)	0,03	11	17	№6 назорат нуқтаси	2,2	7
8	ГТУ-1 Ш.М-6 (худуди)	1,65	15	18	№7 назорат нуқтаси	2,05	5
9	ГТУ-2 (худуди)	0,09	13	19	№8 назорат нуқтаси	2,63	5
10	ФКЛ (худуди)	-	10	20	№9 назорат нуқтаси	2,4	3

3.4- жадвал

ЖКБ ишлаб чиқариш майдонлари ва кузатув пунктлари атмосфера ҳавосидаги узок яшовчи альфа нуклидлар(УЯАН) ва (ЭМХА) нинг 2017 йилги ўлчаш натижалари

№ п/п	Намуна олинган жой	УЯАН мБк/м ³	ЭМХА Бк/м ³	№ п/п	Намуна олинган жой	УЯАН мБк/м ³	ЭМХА Бк/м ³
1	МЭҚИҚ (шият хонаси)	1,71	3	12	ФКЛ. Хим. Зал №1	-	20
2	МЭҚИҚ (лаборатория)	4,53	7	13	ФКЛ. Радиометрик хона.	-	10
3	МЭҚИҚ Цех, 1-сатх	2,75	4	14	№1 назорат нуқтаси	2,99	6
4	МЭҚИҚ Цех, 3-сатх	-	10	15	№2 назорат нуқтаси	1,97	2
5	МЭҚИҚ (худуди)	8,16	2	16	№3 назорат нуқтаси	2,34	4
6	ГТУ-1 Ш.М-5 (худуди)	0,78	4	17	№4 назорат нуқтаси	2,26	2
7	ГТУ-1 Ш.М -5 (шият хонаси)	-	5	18	№5 назорат нуқтаси	0,92	5
8	ГТУ-1 Ш.М-6 (худуди)	0,12	2	19	№6 назорат нуқтаси	1,41	2
9	ГТУ-2 (худуди)	0,77	8	20	№7 назорат нуқтаси	1,02	2
10	ГТУ-2 (чилангар хонаси)	4,16	7	21	№8 назорат нуқтаси	0,62	2
11	ФКЛ (худуди)	-	10	22	№9 назорат нуқтаси	1,53	7

3.5- жадвал

ЖКБ Уран ишлаб чиқариш майдонлари ва кузатув пунктлари атмосфера ҳавосидаги узок яшовчи альфа нуклидлар(УЯАН) ва (ЭМХА) нинг 2018 йилги ўлчаш натижалари

№ п/п	Намуна олинган жой	УЯАН мБк/м ³	ЭМХА Бк/м ³	№ п/п	Намуна олинган жой	УЯАН мБк/м ³	ЭМХА Бк/м ³
1	МЭҚИҚ (фильтр пресс)	2,67	24	16	ФКЛ (таъмирлаш цехи)	11,0	22
2	МЭҚИҚ (лаборатория)	3,19	8	17	ФКЛ. (Радиометрик хона.)	4,95	7
3	МЭҚИҚ Цех, 1-сатх	4,53	16	18	ФКЛ. (Хим. Зал)	-	10
4	МЭҚИҚ Цех, 3-сатх	4,86	22	19	ФКЛ (Намуналарни ажратиш хонаси)	-	6

5	МЭҚИК (худуди)	5,24	9		20	ФКЛ. (ўлчаш хонаси)	-	2
6	ГТУ-1 Ш.М-6 (худуди)	3,11	5		21	№1 назорат нуқтаси	2,5	6
7	ГТУ-1 Ш.М -6 (шит хонаси)	-	2		22	№2 назорат нуқтаси	4,67	5
8	ГТУ-1 Ш.М -7 (худуди)	4,66	3		23	№3 назорат нуқтаси	9,05	4
9	ГТУ-1 Ш.М -7 (шит хонаси)	-	3		24	№4 назорат нуқтаси	2,75	3
10	ГТУ-1 Ш.М -7 (чилангар хонаси)	-	4		25	№5 назорат нуқтаси	0,53	4
11	ГТУ-1 СХ.М-8 (худуди)	3,09	8		26	№6 назорат нуқтаси	2,51	3
12	ГТУ-1 СХ.М-8 (таксали)	-	3		27	№7 назорат нуқтаси	2,08	3
13	ГТУ-2 (худуди)	1,42	5		28	№8 назорат нуқтаси	1,5	3
14	ГТУ-2 (таксали)	-	3		29	№9 назорат нуқтаси	3,81	3
15	ГТУ-2 (компрессор хона)	-	4					

3.6- жадвал

5-Кон Башқармаси. Уран ишлаб чиқариш майдонлари ва кузатув пунктлари атмосфера ҳавосидаги узоқ яшовчи альфа нуклидлар(УЯАН) ва (ЭМХА) нинг 2016 йилги ўлчаш натижалари

№ п/п	Намуна олинган жой	УЯАН мБк/м ³	ЭМХА Бк/м ³	№ п/п	Намуна олинган жой	УЯАН мБк/м ³	ЭМХА Бк/м ³
1	ГТК-1 МЭҚИК (худуди)	9,3	10	26	ГТК-3 МЭҚИК (3-сатх)	39,1	6
2	ГТК-1 МЭҚИК (Пресс-фильтр)	220,3	17	27	ГТК-3 СФХЛ (ОТК)	3,4	8
3	ГТК-1 МЭҚИК (1-сатх)	13,6	12	28	ГТК-3 СФХЛ (Фаз.кон)	4,7	7
4	ГТК-1 МФХЛ (хим. зал)	2,1	20	29	ГТК-3 МЭҚИК (шит хонаси)	0,5	7
5	ГТК-1 МСҚ-1 (худуди)	1,2	32	30	ГТК-3 МСҚ -5 (худуди)	1,4	13
6	ГТК-1 МСҚ -1 (1-сатх)	2,3	7	31	ГТК-3 МСҚ -8 (худуди)	1,1	17
7	ГТК-1 МСҚ 1 (шит хонаси)	2,3	20	32	ГТК «Кетмончи» МЭҚИК (майший комбинат)	2,66	12
8	ГТК-1 МСҚ -3 (худуди)	1,6	10	33	ГТК «Кетмончи» (1-сатх)	2,36	19

9	ГТК-1 МСҚ -3 (1-сатх)	2,6	12		34	ГТК «Кетмончи» (3- сатх)	3,10	43,5
10	ГТК-1 «Центр. Истиклол» (худуди)	1,3	8		35	ГТК «Кетмончи» (шит хонаси)	2,80	3
11	ГТК-1 «Сев. Букина» (худуди)	0,2	10		36	ГТК «Кетмончи» (Фаз.кон)	5,16	5
12	ГТК-1 «Сев. Букина» (Щит хонаси)	2,4	14		37	ГТК «Кетмончи» МСҚ -2	2,79	11
13	ГТК-2 МЭҚИҚ (худуди)	3,6	10		38	ГТК-4 «Сургалы» МЭҚИҚ (худуди)	2,36	21
14	ГТК-2 МЭҚИҚ (Пресс-фильтр)	67,5	18		39	ГТК-4 «Сургалы» МЭҚИҚ (шит хонаси)	7,38	5
15	ГТК-2 МЭҚИҚ (1-сатх)	4,4	13		40	ГТК-4 «Сургалы» МЭҚИҚ (майший комбинат)	1,18	12
16	ГТК-2 МЭҚИҚ (3-сатх)	61,0	15		41	ГТК-4 «Сургалы» (ОТК)	5,83	7
17	ГТК-2 МФКЛ (ОТК)	5,7	6		42	ГТК-4 «Сургалы» (Фаз.кон)	2,75	5
18	ГТК-2 МФКЛ (Фаз.кон)	0,48	16		43	ГТК-4 «Сургалы» МСҚ -1	1,92	15
19	ГТК-2 МСҚ -3 (1-сатх)	1,5	18		44	п. «Чордара»	2,5	13
20	ГТК-2 МСҚ -3 (худуди)	1,3	14		45	п. «Жалаулы»	3,2	7
21	ГТК-2 МСҚ -5 (худуди)	1,0	13		46	п. «Дустлик»	0,6	15
22	ГТК-3 МЭҚИҚ (худуди)	1,8	6		47	Бозор	0,6	8
23	ГТК-3 МЭҚИҚ (Мех.мастер)	17,0	3		48	РУ-5 НГМК бошқармаси	0,7	6
24	ГТК-3 МЭҚИҚ (Пресс-фильтр)	63,1	29		49	№2 болалар боғчаси	2,0	10
25	ГТК-3 МЭҚИҚ (1-сатх)	5,7	7					

3.7-жадвал

**5-КБ ишлаб чыкариш майдонлари ва кузатув пунктлари
атмосфера ҳавосидаги узок яшовчи альфа нуклидлар(УЯАН) ва (ЭМХА)
нинг 2017 йилги ўлчаш натижалари**

№ п/п	Намуна олинган жой	УЯАН мБк/м ³	ЭМХА Бк/м ³	№ п/п	Намуна олинган жой	УЯАН мБк/м ³	ЭМХА Бк/м ³
1	ГТК -1 МЭҚИҚ (худуди)	5,26	13	25	ГТК-3 МЭҚИҚ (шият хонаси)	-	7
2	ГТК -1 МЭҚИҚ (Пресс-фильтр)	34,86	3	26	ГТК-3 МСҚ -5 (худуди)	1,49	13
3	ГТК -1 МЭҚИҚ (1- сатх)	13,14	10	27	ГТК «Кетманчи» УППР (маиший комбинат)	1,88	25
4	ГТК -1 МФКЛ (ОТК)	3,25	4	28	ГТК «Кетманчи» УППР (маиший комбинат)	1,41	20
5	ГТК -1 МСҚ -2 (худуди)	2,63	28	29	ГТК «Кетманчи» (1-сатх)	-	38
6	ГТК -1 МСҚ -2 (1-сатх)	1,89	9	30	ГТК «Кетманчи» (шият хонаси)	-	18
7	ГТК -1 «Центр. Истиклол» (худуди)	4,87	10	31	ГТК «Кетмончи» МФКЛ	-	24
8	ГТК -1 1 МСҚ - 5 (худуди)	2,58	15	32	ГТК «Кетманчи» МСҚ -1 (худуди)	9,43	14
9	ГТК -2 МЭҚИҚ (худуди)	-	12	33	ГТК «Кетманчи» МСҚ -9 (худуди)	3,67	40
10	ГТК -2 МЭҚИҚ (Пресс-фильтр)	-	23	34	ГТК «Кетманчи» МСҚ -1 (1-сатх)	4,72	15
11	ГТК -2 МЭҚИҚ (1- сатх)	15,73	12	35	ГТК-4 «Суграли» МЭҚИҚ (худуди)	2,88	17
12	ГТК -2 МЭҚИҚ (4- сатх)	7,23	-	36	ГТК-4 «Суграли» МЭҚИҚ (Фильтр пресс)	15,90	28
13	ГТК -2 МФКЛ (ОТК)	3,68	9	37	ГТК-4 «Суграли» МЭҚИҚ (маиший комбинат)	4,15	3
14	ГТК -2 МФКЛ (Фаз.кон)	8,91	25	38	ГТК-4 «Сугралы» (Фаз.кон)	5,47	19
15	ГТК -2 МСҚ -3 (1-сатх)	2,12	13	39	ГТК-4 «Сугралы» МСҚ -1	3,05	3
16	ГТК -2 МСҚ -3 (худуди)	2,92	18	40	п. «Чордара»	0,97	18

17	ГТК -2 МСК -2 (худуди)	2,77	18		41	п. «Жалаули»	1,53	14
18	ГТК -2 МСК -2 (1-сатх)	2,34	9		42	п. «Дустлик»	1,97	10
19	ГТК -3 МЭКИК (худуд)	5,24	23		43	Бозор	2,21	9
20	ГТК -3 МЭКИК (Пресс-фильтр)	5,93	41		44	РУ-5 НКМК бошқармаси	2,62	8
21	ГТК -3 МЭКИК (1- сатх)	15,66	37		45	№2 болалар боғчаси	1,52	6
22	ГТК -3 МЭКИК (3- сатх)	-	12		46	№5-ТСБ	0,92	6
23	ГТК -3 МФКЛ (ОТК)	-	57		47	№37 мактаб	2,19	9
24	ГТК -3 МФКЛ (Фаз.кон)	5,55	43					

3.8- жадвал

**Шимолий кон бошқармаси (ШимКБ) ишлаб чиқариш майдонлари
ва кузатув пунктлари атмосфера ҳавосидаги узоқ яшовчи альфа
нуклидлар(УЯАН) ва (ЭМХА) нинг 2016 йилги ўлчаш натижалари**

№ п/п	Намуна олинган жой	УЯАН мБк/м ³	ЭМХА Бк/м ³	№ п/п	Намуна олинган жой	УЯАН мБк/м ³	ЭМХА Бк/м ³
1	МФКЛ (худуди)	0,19	22	18	МСК-1 «Мейлы- Сай» худ-и)	0,06	5
2	МФКЛ (коридор)	0,78	13	19	МСК-1 «Мейлы- Сай» Цех, 1-сатх	2,72	9
3	ГТК (худуди)	0,57	12	20	МСК-3 «Мейлы- Сай»(худ-и)	1,96	4
4	ГТК база (мех.цех)	6,03	11	21	МСК-3 «Мейлы- Сай» Цех, 1-сатх	0,72	7
5	ГТК база (ремонт.цех)	3,53	13	22	УЖКБ	0,85	8
6	«Жанубий – Фарбий фланг» участкаси	0,22	2	23	A/б	0,21	7
7	«Жануби-Фарбий фланг» участкаси Цех, 1-сатх	3,81	3	24	Бассейн	0,79	6
8	МСК №102	4,58	3	25	мехмонхона	0,47	5
9	«Жанубий фланг» участкаси	4,36	9	26	№3 маҳсус мактаб	1,60	4

10	«Гарбий фланг» участкаси (худуди)	1,97	3		27	11 мкр.	0,32	-
11	МЭКИК (худуди)	64,40	8		28	«Лайлакча» Б/б	не обн.	2
12	МЭКИК Цех, 1-сатх	21,60	12		29	ТСК	1,43	4
13	МЭКИК Цех, 3-сатх	21,50	11		30	Коттедж, Мира кўласи	0,66	5
14	Карьер №10	0,50	13		31	№1 мактаб	0,53	3
15	Отвал (чиқиндиҳона) №15	2,13	19		32	«Табассум» Б/б	не обн.	7
16	Ахлатхона № 15 ^a	2,15	17		33	Узбек «Айтим»	0,60	5
17	Стоматология	1,12	3					

3.9 –жадвал

Шимолий кон бошқармаси (ШимКБ) ишлаб чиқариш майдонлари ва қузатув пунктлари атмосфера ҳавосидаги узоқ яшовчи альфа нуклидлар(УЯАН) ва (ЭМХА) нинг 2017 йилги ўлчаш натижалари

№ п/п	Намуна олинган жой	УЯАН мБк/м ³	ЭМХА Бк/м ³	№ п/п	Намуна олинган жой	УЯАН мБк/м ³	ЭМХА Бк/м ³				
1	2	3	4	1	2	3	4				
ЦФХЛ											
1	худуд	5,46	2	37	Худуд	3,41	88				
2	Ком №2	-	212	38	1-сатх	10,77	10				
3	Ком №5	-	82	39	3-сатх	-	15				
4	Ком №6	-	89	40	Тахтали	-	6				
5	Ком №7	-	43	ГТК «Жанубий фланг»							
6	Ком №10	-	91	41	Шит хонаси	2,33	6				
7	Ком №16 (намуналарни сақлаш)	-	51	42	1-сатх	21,40	8				
База ГТК											
8	худуд	24,40	2	43	2-сатх	-	28				
9	Механика цехи	6,73	6	44	3-сатх	10,18	86				
10	Таъмирлаш цехи	32,80	11	45	4-сатх	-	14				
Карер №10											
11	худуд	11,85	6	46	Пресс фильтр	2,87	-				
МСК -1. «Мейлы-Сай»											
12	худуд	9,95	15	47	Компрессор хонаси	-	10				
13	1-сатх	10,77	25	48	АБК хим. лаборатория	-	39				
14	3-сатх	-	7	49	Ечиниш хонаси	-	27				
15	Шит хонаси	-	11	50	Бошлиқ хонаси	-	14				
16	Бошлиқ хонаси	-	3	г.Учқудуқ . Чиқиндиҳоналар(Отвали)							
МСК -3. «Мейлы-Сай»											
17	худуд	7,32	9	51	№1 чиқиндиҳона	3,64	68				
18	1-сатх	22,91	16	52	№2 чиқиндиҳона						
19	3-сатх	-	20	53	№6 чиқиндиҳона	2,77	14				
				54	№7 чиқиндиҳона						
				55	№9 чиқиндиҳона	3,82	11				
				56	№10 чиқиндиҳона						
				57	№11 ^a чиқиндиҳона	1,73	10				

20	Шит хонаси	-	10
Кислород станция «Мейлы-Сай»			
21	худуд	3,04	12
22	Шит хонаси	-	4
ГТК. МСК 102			
23	худуд	4,45	9
24	1-сатх	2,67	12
25	3-сатх	-	18
26	Шит хонаси	-	9
27	худуд	9,97	4
ГТК «Жануби-Ғарбий» фланг			
28	1-сатх	15,55	8
29	3-сатх	-	17
30	Шит хонаси	-	6
31	Бошлиқ хонаси	-	3
ГТК «Ғарбий» фланг			
32	1-сатх	1,74	12
33	3-сатх	-	27
34	Шит хонаси	-	4
35	Бошлиқ хонаси	-	19
36	Устахона	-	12
58	№12 чиқиндиҳона	4,61	56
59	№12 ^a чиқиндиҳона	1,68	32
60	№ПУ-15 чиқиндиҳона	1,86	28
61	№15 чиқиндиҳона	2,41	38
62	№16 чиқиндиҳона	2,88	90
63	№17 чиқиндиҳона	3,02	57
Учқудук шаҳар назорат нуқталари			
64	№1и №2 харита	0,48	11
65	№3 харита (№12 боғча)	3,57	23
66	№12 боғча (смешарики гурухи)	-	24
69	№4 харита	1,22	4
70	№5 харита	1,74	8
71	№6 харита	0,48	11
72	№7 харита (№3 мактаб)	1,58	11
73	№8 харита	0,45	2
74	№9 харита	1,68	10
75	№10 харита	3,36	10
76	№11 харита	0,35	35
77	№12 харита	4,61	26
78	т/й вокзали	0,57	14
79	Шаликар	0,41	21

Юқоридаги жадваллардан кўринадики, 2016-2018 йиллардаги ўтказилган тадқиқотлар кўрсатиши бўйича НҚМКнинг барча уран ишлаб чиқариш худудларида, узоқ яшовчи радионуклиидлар хисобидан хавога чиқарилаётган нурланиш дозалари меъёрдан ортиқча бўлган ҳолатлар кузатилмаган.

3.3-§. Кон-металлургия саноатининг атроф-муҳитга техноген таъсири қийматларини баҳолаш услубияти

Кон-металлургия саноатининг атроф-муҳитга техноген таъсирини баҳолаш зарарли кимёвий элементларнинг концентрациясини ва ўрганилаётган обьектлардаги омилларнинг қийматларини аниқлаш орқали амалга оширилади. Атмосферага зарарли моддалар чиқиндилари, гидрометаллургия саноатининг техноген чиқиндилари, чиқинди хоналардаги радиоактив чиқиндилар, радиоактив маҳсулотларни геотехнологик қайта

ишлаш, очиқ конларда рудаларни қайта ишлаш ва қазиб олиш, бурғулаш ва портлатиш ишлари натижасида заарли техноген таъсирлар пайдо бўлади.

Кон-металлургия саноатининг атроф-муҳитга техноген таъсириниң қийматларини баҳолаш учун мос усул ва қурилмаларни танлаш, ҳамда тадқиқотлар олиб бориши амалий ядро физикаси, аналитикаси ва радиоэкология фанларининг долзарб вазифасидир.

Ушбу тадқиқот доирасида атроф-муҳитга техноген таъсир кўрсатадиган ўндан ортиқ катталиклар аниқланди, яъни:

-табиий ва саноат оқава сувларида кимёвий элементларнинг мавжуд бўлиш шакллари;

- табиий ва технологик намуналардаги табиий радионуклидларнинг таркиби;

- уран чиқиндиларида, чиқиндихоналардаги, ер остида уранни танлаб эритишиш участкаларида, ер сатхидан радоннинг оқими зичлиги (эксхаляцияси),

- гамма нурланишнинг экспозицион дозаси қуввати қийматларини аниқлаш;

- атмосферага радиоактив аэрозолларни ташланиш қийматларини аниқлаш;

- ҳаводаги микроосиглиқ моддаларнинг фракцион таркиби (аэрозоллар, буғ ва газ фазаси);

- иш жойи ҳавоси ва саноат биноларида радоннинг ҳажмий активлиги (РХА) ва узоқ яшовчи альфа-нуклидлар (УЯАН) нинг ҳажмий активлиги,

Юқоридагиларни аниқлаш учун тадқиқот ишлари олиб борилди ва услублар ишлаб чиқилди:

- ВВР-СМ типидаги ядро реактори ёрдамида ИНАА усули билан уран ишлаб чиқарувчи саноат корхоналарининг атроф-муҳитга техноген таъсирини баҳолаш мақсадида тупроқдаги кимёвий элементларнинг концентрациясини аниқлаш;

- "Альфарад плюс" қурилмаси билан тупроқ сатхидан радон оқими зичлиги (эксхалляцияси) аниқланди, қаттиқ намуналардаги U, Fe, As концентрациялари АРФ-7 қурилмасида рентген спектрал анализ билан таҳлил қилинди;

- Тупроқ, ўсимликлар ва қурилиш материалларининг умумий солиширма альфа-активлиги А_{эф} БДИА қурилмасида, Табиий радионуклидлар - K⁴⁰, Ra²²⁶ уран (табиий), Th²³² нинг солиширма активлиги гамма-спектрометрик усулда "CANBERRA" ва Прогресс-Гамма қурилмаларида аниқланди;

- оқова ва ер ости сувларидаги табиий уран, радий-226, полоний-210, торий-232, радонни аниқлаш "Камера" мосламасида, эманация усулида ва УМФ-2000 қурилмасидаги умумий альфа ва бета активликни аниқлаш амалга оширилди.

Ўтказилган тадқиқотлар асосида хulosа қилиш мумкинки, ушбу усуллар ва қурилмалар кон-металлургия ишлаб чиқаришининг атроф-мухитга техноген таъсири қийматларини баҳолаш учун мақбул ҳисобланади.

3.3.1-§. Уран ишлаб чиқариш корхоналарининг яқин атроф худудларидаги радиация омилларини аниқлаш услубияти

Уран ишлаб чиқариш корхоналарига туташган қўшни объектларида таъсир қилиш дозаларининг қийматлари кўплаб радиацион омилларининг қийматларига боғлиқ. Радиацион омилларнинг катталиги халқаро норматив хужжатлар ва Ўзбекистон Республикасининг белгиланган қонун ҳужжатлари билан тартибга солинади. Белгиланган радиация хавфсизлиги стандартларининг мониторинги саноат ва аҳоли турар жойларида, шунингдек кузатув нуқталари бўлган қўшни худудларда кузатилади [136,137].

Экспозицион дозаларнинг қийматлари атроф-мухитни ифлосланиш манбаларига туташ худудларнинг кузатув нуқталарида тупроқ, ҳаво, ўсимликларни, ичимлик, оқова ва ер ости сувларини радиацион таҳлил қилиш орқали баҳоланади [138-142]. Атроф мухитга таъсир этувчи

экспозицион дозалари қийматларининг асосий таркибий қисмларини радиоактив ифлослантирувчи моддалар ва уларнинг тупроқ, ҳаво, ўсимлик, ичимлик, оқова ва ер ости сувларидаги бирикмалари ташкил этади ва улар алоҳида ўрин тутади [143-150].

Мақсадга эришиши учун қўйидаги ишлар амалга оширилди:

- техноген объектларда гамма нурланишининг (ЭДК) эквивалент дозаси қуввати қиймати аниқланди ва уларнинг фазовий тақсимланиши батафсил баён қилинди;
- сув намуналарида ҳар хил радиоизотопларнинг концентрацияси аниқланди;
- кон-металлургия саноати чиқиндиларининг турли хил композицияларини биргаликда сақлаш пайтида радиоизотопларнинг геокимёвий хатти-ҳаракатлари ўрганиб чиқилди;
- кон-металлургия корхоналари техноген объектларининг радиация омилини камайтириш ва атроф-муҳитга таъсири бўйича чора-тадбирларни ишлаб чиқиш юзасидан хулосалар чиқарилди.

Юқоридагиларнинг долзарблигини инобатга олган ҳолда, Ушбу тадқиқотда уран ишлаб чиқаришнинг радиацион омилларининг қиймати ва уларни НКМК фаолияти соҳасида аниқлаш усувлари келтирилган.

3.3.2-§. Экспериментал тадқиқотларнинг техникаси ва услубияти

Техноген объектларнинг гамма нурланишининг эквивалент дозаси қувватини (ЭДК) ўлчаш учун БДПГ-96 детектор блоки асосидаги ДКС-96 дозиметри ишлатилди. ДКС-96-нинг ўзига хос хусусияти-бу алмаштириладиган детекторлар. Қурилма маълум бир вазифани ҳал қилиш учун блоклар билан сотиб олинади. Вазифалар доирасини кенгайтирганда, керакли блоклар қўшимча равишда сотиб олинади. Алфа, бета, гамма, рентген ва нейтрон нурланиш учун типик сенсорлардан ташқари, ишлаб чиқариш қудуклари ва суюқликларида ишлаш учун махсус модификатсиялар мавжуд.

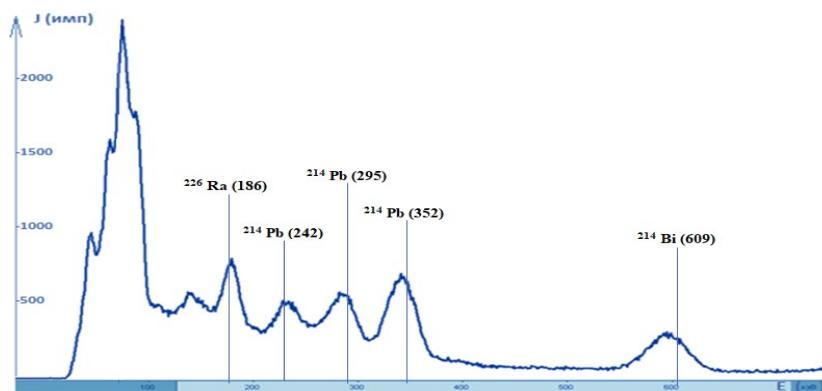
ДКС-96 асбоблари билан саноат ускуналари устки қисмлари, бинолар юзалари, махсус машиналар ва ишчи ходимларнинг махсус уст-кыйимлари альфа-нуклид билан ифлосланишини ўлчаш ишлари олиб борилди.

Олинган натижалар ва уларни муҳокама қилиши. НКМК фаолиятининг радиоэкологик назорати атроф-муҳит ҳолатини кузатиб бориш бўйича доимий иш олиб борадиган лабораториялари (шу жумладан, "Ўзстандарт" агентлиги техник ваколатига эга) мавжуд бўлган НКМКнинг барча бўлинмаларида мунтазам равишда амалга оширилади.

Биз қуидаги атроф-муҳит параметрлари бўйича тизимли мониторинг ўтказдик:

Ҳар хил тупроқ ва тоғ жинсларини таҳлил қилиши. 0-0,5 м чуқурликда тупроқ ва тоғ жинсларидан намуна олиш билан ҳар хил тупроқ ва тоғ жинслари таҳлиллари орқали биз гамма нурланишининг эквивалент дозаси қувватини (ЭДК) аниқладик. Кейинчалик, лаборатория шароитида тупроқ, ўсимликлар ва қурилиш материалларидағи альфа-нурланишининг умумий солиштирма активлиги, K^{40} , Ra^{226} уран (табиий), Th^{232} радионуклидларнинг активлиги гамма-спектрометрик усул билан ўлчанди.

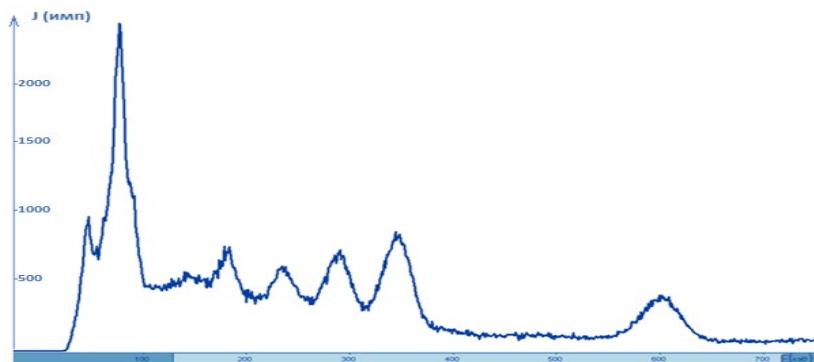
Олинган спектрлар 3.10-3.14-расмларда келтирилган.



3.10-расм. Уран чиқиндихоналаридан ажратиб олинган тоғ жинслари намунасининг гамма-спектри



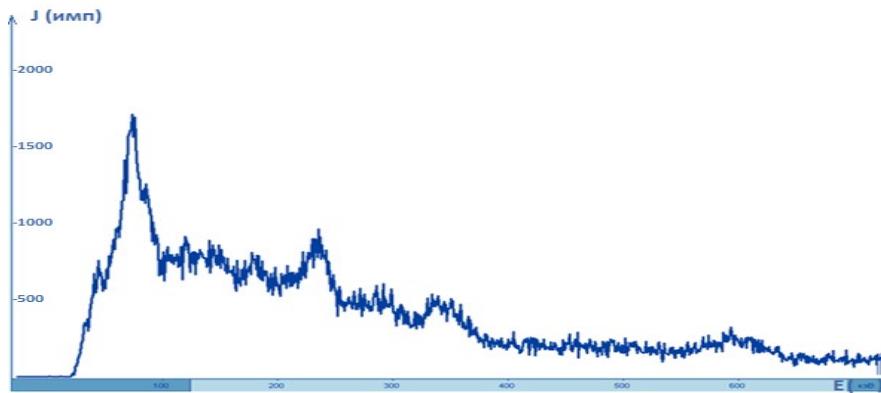
3.11-расм. Балансдан ташқари уран чиқиндиларидан ажратиб олинган тоғ жинслари намунасиның гамма-спектри



3.12-расм. Уранни ер остида танлаб өритиш участкасыдан олинган намунасиның гамма-спектри



3.13-расм. Күзатув нұқталаридан олинган тупроқтар намунасиның гамма-спектри



3.14-расм. Аҳоли яшаш пунктларидан олинган тупроқ намунаси гамма-спектри

Ушбу расмлардаги спектрлардан қўриниб турибдики, намуналарнинг активлиги бир-биридан фарқ қиласи, яъни намуна, радиация манбаига қанчалик яқин бўлса, радионуклидларнинг концентрацияси шунчалик катта бўлади ва шунга мос равища уларнинг солиштирма активлиги юқори бўлади.

Атмосфера ҳавоси ва ишчи худуд ҳавосини таҳлил қилиши. Иш хоналари ва жиҳозларидаги радоннинг ҳажмий активлиги, экспозицион ва эффектив доза қувватлари (ЭДК) ДКС-96 дозиметр-радиометрлар ёрдамида ўлчанди. “ALPHA-GUARD” асбобидан фойдаланган ҳолда аҳоли пунктларининг атмосфера ҳавосидаги ва ишчи худудидаги радоннинг ҳажмий активлиги аниқланди (РХА).

«Поиск» мосламасидан фойдаланган ҳолда аҳоли пунктларининг атмосфера ҳавосидаги, иш жойи ва хоналарининг ҳавосидаги радон парчаланиши маҳсулотларининг эквивалент мувозанатли ҳажмий активлиги (ЭМХА) аниқланди. Атмосферага аэрозоллар чиқарилишини назорат қилиш учун аҳоли пунктларининг атмосфера ҳавосида, ишчи ҳоналар ҳавосида ва бино ичига узоқ муддат яшовчи альфа-нуклиидлар (УМЯН), аспирацион филтрлар билан намуна олиш йўли билан, узлуксиз равища гамма-нурланиш қуввати ўлчанди.

Учинчи боб бўйича хulosалар

1. Уран ишлаб чиқариш техноген объектлари ва экологик объектлар намуналарида уран табиий емирилиш занжири радионуклиidlари бўлган ^{238}U , ^{234}U , ^{232}Th , ^{226}Ra , ^{40}K нинг локал тарқалиш концентрациялари гамма-спектрометрик ўлчаш усулида аниқланди ва шу объектлардаги идентификацияланган радионуклиидларнинг маълумотлар базаси яратилди. Олинган натижалар асосида худудларнинг радиацион ҳолати реал баҳоланди ва уран ишлаб чиқариш корхонасининг худуд радиацион ҳолатига таъсир катталиги экологик мониторинг қилинди.

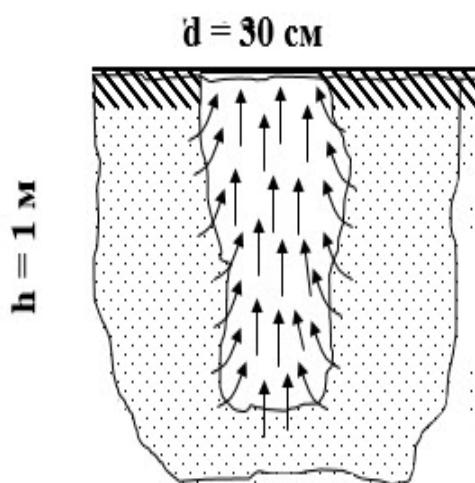
2. Уран маъданли конлардан олинган намуналарда Sc, Fe, Co, Ni, Rb, Ag, Sb, Cs, Ce, Eu, Tb, Hf элементларининг узоқ яшовчи радионуклиидларини гамма-спектрометрик усулда тадқиқ этилди. Навоий КМК уран ишлаб чиқариш худудлари ва техноген чиқинди омборларидан олинган намуналар нейтрон-активацион тахлил усулида тадқиқ этилди ва ушбу объектларда кимёвий элементларнинг тарқалиши бўйича маълумотлар олинди.

3. Уран ишлаб чиқариш махсулотлари: уран химконцентрати, уран қўш оксиди ва бошқалар сақланадиган омборхоналардаги радон аэрозоллари тўпланишини ва ундан ҳосил бўладиган радиацион таъсир даражасини пасайтириш имконини берувчи контейнерларни жойлаштириш геометрияси асослаб берилди ва амалиётга жорий қилинди. Бунинг натижасида тайёр махсулотлар омборхонасидаги ходимларга таъсир қилувчи радиациянинг экспозицион доза қуввати 10 мартагача, радоннинг эквивалент мувозанатли хажмий активлиги 15-20 мартагача камайишига эришилди.

IV БОБ. ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ҲУДУДЛАРИ АТРОФИДА РАДОН ИЗОТОПИНИ ТАДҚИҚ ҚИЛИШ ВА РАДОН ЭКСХАЛЯЦИЯСИ ХУСУСИЯТЛАРИНИ БАҲОЛАШ

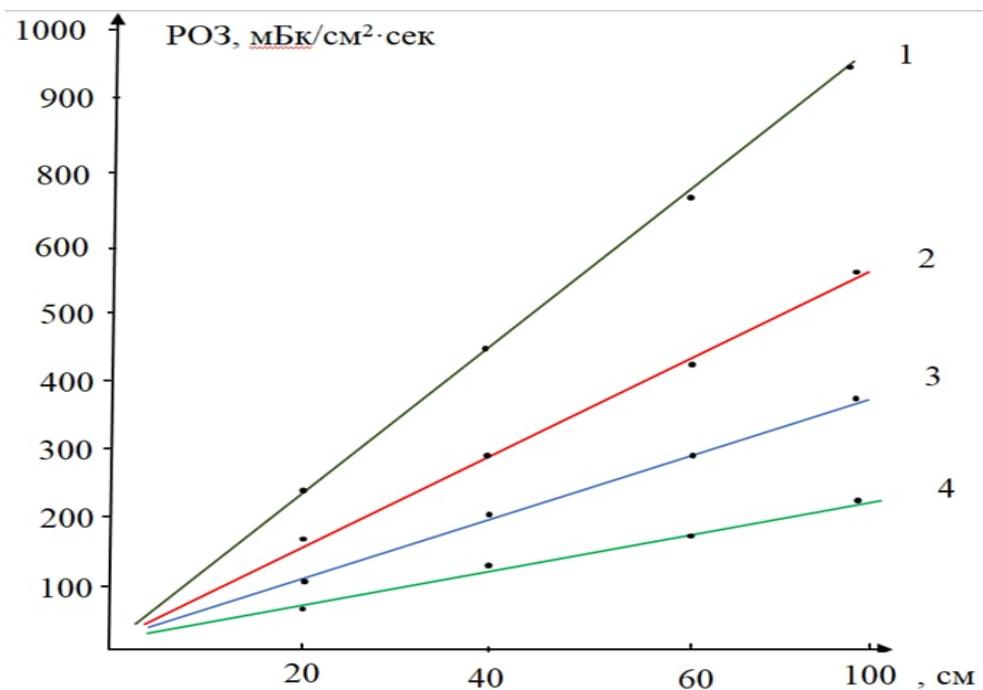
4.1-§. Радон оқим зичлигини турли хил техноген ҳудудларда тақсимланиши

Уран ишлаб чиқариш объектларида – уран чиқиндиҳоналари ва уранни ер остида танлаб эритиш участкаларида ЭДҚдан ташқари радон оқимининг зичлигини аниқлаш ишлари амалга оширилди. Радон оқими зичлигини ўлчашни амалга ошириш услубияти бўйича тупроқнинг 5-10 см чуқурликда бегона нарсалардан тозалаш ва 20-30 минутдан кейин ўлчаш талаб этилади. Радон оқими зичлигини ўлчаш услубияти бўйича тайёрланган чуқурчанинг схематик кўриниши 4.1-расмда келтирилган.



4.1-расм. Радон оқими зичлигини ўлчаш учун чуқурча ва унинг схематик кўриниши

4.1-расмдан кўринадики, чуқурчанинг чуқурлиги қанча катта бўлса, ердаги капиллярлар ва поралар сони шунча кўп бўлади. Бундан келиб чиқсан ҳолда, ердаги чуқурлик ошган сари радон оқими зичлиги чизиқли равишда ортиб боради. Ўлчаш натижалари асосида қазилган турли хил табиий ва уранли объектларда радон оқими зичлиги қийматининг чуқурча чуқурлигига боғлиқлик графиги чизилди (4.2-расм).

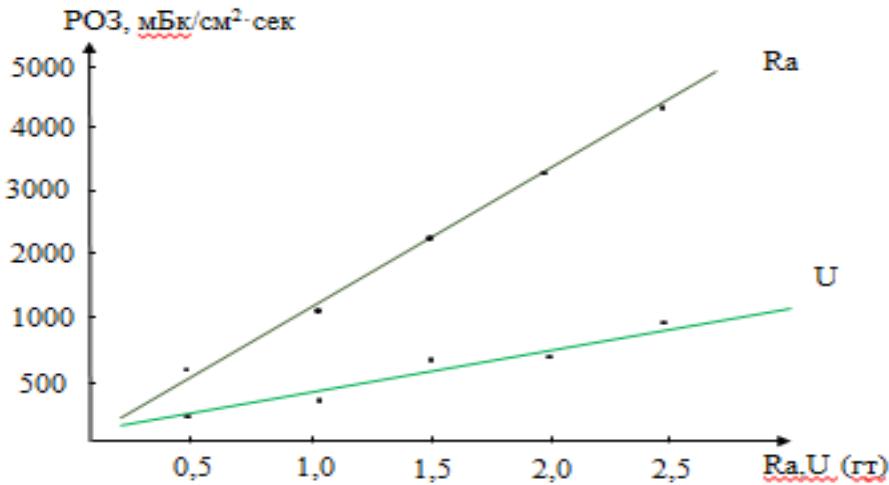


4.2-расм. Радон оқими зичлиги қийматининг чуқурча чуқурлигига боғлиқлик графиги

(1-чишик, уран отвалларидаги радон оқими зичлигининг чуқурча чуқурлигига боғлиқлик графиги; 2-чишик, уран чиқиндишлари сақланадиган чиқиндишоналардаги радон оқими зичлигининг чуқурча чуқурлигига боғлиқлик графиги; 3-чишик, уранни ер остида танлаб эритиш участкаларидаги радон оқими зичлигининг чуқурча чуқурлигига боғлиқлик графиги; 4-чишик, табиий тупроқдаги радон оқими зичлигининг чуқурча чуқурлигига боғлиқлик графиги).

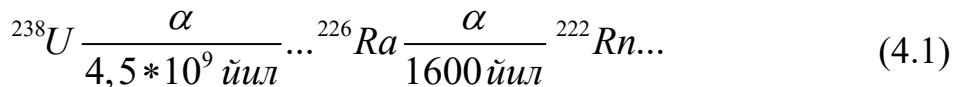
Техноген худудлардан олинган намуналарда уран мөлдори рентгенофлуоресцент усулда ва радий мөлдори гамма-спектрометрик усулда аникланди. Уран отвалларидан, чиқиндишоналардан, уранни ер остида танлаб эритиш участкаларидан ва табиий тупроқдан олинган намуналарда радон оқими зичлиги чуқурча чуқурлигига тўғри пропорционал равища боғлиқ бўлса, радон оқими зичлигининг ўзгариши намуналардаги уран ва радий мөлдорига боғлиқлиги аникланди. Ушбу тўрт хил техноген обьектлари намуналаридаги энг кичик боғланиш 4-чишик, яъни табиий тупроқ намунасида эканлиги кўринади. Бунинг сабаби ушбу намуналарда уран ва радий мөлдори бошқа намуналарга нисбатан камроқ эканлиги билан изоҳланади. Энг кучли боғланиш 1-чишик, яъни уран отваллари намуналарида кузатилади, сабаби бу намуналарда уран ва радий мөлдори бошқа намуналарга нисбатан кўпроқ.

Олинган натижалар асосида радон оқими зичлигининг тупроқ намуналаридағи уран ва радий миқдорларыга боғлиқлиги тадқиқ этилди ва ушбу боғланиш графиги 4.3-расмда көлтирилген.



4.3-расм. Радон оқими зичлигининг тупроқ намуналаридағи уран ва радий миқдорларыга боғлиқлик графиги

^{222}Rn –изотопининг пайдо бўлиши қўйидаги ядро реакциялари орқали амалга ошади:



Ушбу реакциядан қўринадики ^{222}Rn изотопи учун она ядро бўлиб ^{226}Ra хисобланади, ^{238}U эса ^{226}Ra изотопи учун она ядро бўлиб ҳисобланади. Шунинг учун турли хил объектларда ^{222}Rn изотопининг миқдори кўп даражада ^{226}Ra га боғлиқ.

4.1.1-§. Уран ишлаб чиқариш ҳудудлари ер ости сувларида ҳосилавий ^{222}Rn ва она ядро ^{226}Ra радионуклидларининг ўзаро боғланиш муносабатларини тадқиқ этиш

Уран ишлаб чиқариш техноген объектлари ур ости сувларида уларга техноген объектларнинг таъсир даражасини экологик мониторингини ўтказиш мақсадида ҳудудларнинг турли хил ер ости сувларида радоннинг

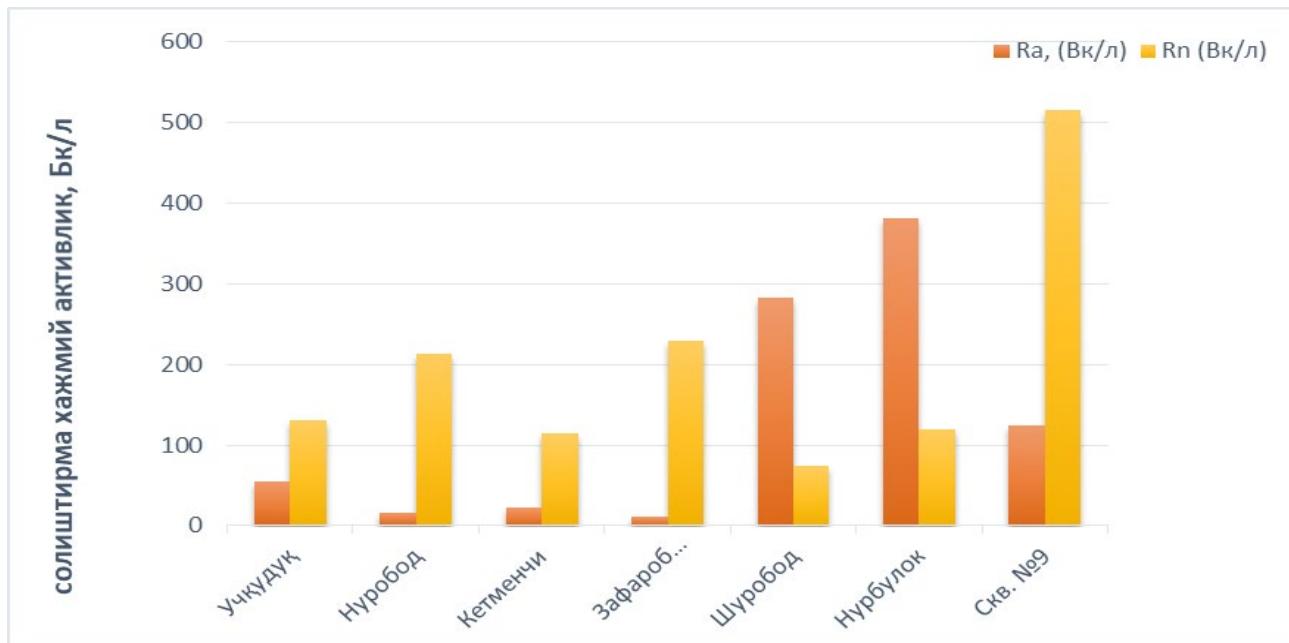
она ядро радийга боғлиқлик миносабати бўйича бир қанча сув таркибидаги радон ва радийни миқдорлари ўрганиб чиқилди, таҳлил натижалари шуни кўрсатдики радон ^{222}Rn изотопининг миқдори она ядро радий ^{226}Ra изотопи миқдорига ҳар доим боғлиқ бўлмаслиги тажрибада аниқланди. 4.1-жадвалда ва 4.4-расмда Навойи КМК уран ишлаб чиқариш худудлари ер ости сувларида ҳосилавий ^{222}Rn радионуклиди миқдори ва она ядро ^{226}Ra радионуклиди миқдори ўзаро боғлиқ эмаслигини кўрсатувчи ўлчаш ишлари маълумотлари келтирилган.

Ўрганиш обьекти сифатида радон ^{222}Rn изотопининг миқдори ва радий ^{226}Ra изотопи миқдори, уларнинг сувдаги хажмий активлиги қийматлари кўрсаткичлари танланди.

4.1-жадвал

Уран ишлаб чиқариш худудлари ер ости сувларида ҳосилавий ^{222}Rn радионуклиди ва она ядро ^{226}Ra радионуклиди миқдорлари

Намуна т/р	Намуна олиш худудлари	Ra, (Вк/л)	Rn (Вк/л)
1	Учқудук	55	130
2	Нуробод	16	213
3	Кетменчи	23	115
4	Зафаробод	11	230
5	Шуробод	282	74
6	Нурбулук	381	120
7	Скв. №9	124	516



4.4-расм. Уран ишлаб чиқариш худудлари ер ости сувларида ҳосилавий ^{222}Rn ва она ядро ^{226}Ra радионуклиидлари микдорлари

Ер ости сувлари ернинг капилляр тирқишлари орқали чиқиб келадиган радон билан тўйинади. Ер ости сувлари ер юзасига чиққач атмосфера хавоси билан контактга кириши натижасида сувда эриган радоннинг дегазацияси – яъни хавога учиб кетиши содир бўлади. Радон хар доим зичлиги катта бўлган мухитдан зичлиги кичик бўлган мухитга ўтади. Бу ерда асосий фактор радонли сувнинг атмосфера хавоси билан контакт вақти хисобланади. Тажрибаларда бу худудларнинг ер ости сувларида радоннинг хажмий активлиги она ядро – радий концентрациясига боғлиқ эмаслиги кузатилди.

Сув намуналари олинган қудуқларнинг орасидаги масофа 250 - 400 км ни ташкил этади.

Сув намуналарида радиоизотопларнинг концентрацияси "Камера" мосламасида инструментал усул билан аниқланди, бу эса экспресс ўлчовларни анъанавий эманация усулидан кўра тезроқ амалга оширишга имкон беради. Радиоизотоплар концентрациясининг маълум бир аниқланган қиймати ҳар хил чиқиндиларнинг турли таркибини биргаликда сақлаш пайтида радиоизотопларнинг геокимёвий хатти-ҳаракатлари имкониятини кўрсатади.

Сувдаги (Ra) радиј микдори “Камера-01” приборида ўлчанади.

Ўлчаш усули: Наъмуна дастлаб 10 минут вақт мабойнида барботаж усули билан фаоллаштирилган кўмир (кумир сарбенти) га сингдирилади, сўнгра олинган намунани “Камера -01” жихозидаги сарбцион калонкага сингдирилган тарафи билан жойлаштирилади, намуна детекторида 15 минут давомида ўлчаш ишлари олиб борилади.

Ўлчаш чегаралари: 0,3-1000 Бк/л

4.1.2-§. Техноген худудларидаги ер ости сувларидан олинган наъмуналарда ^{222}Rn заарли гази дегазация вақтини аниқлаш

Ер ости сувлари Навоий вилоятида сув захираларининг сезиларли қисмини ташкил этишини инобатга олиб, уларга техноген объектларнинг таъсир даражасини экологик мониторингини ўтказиш мақсадида худудларнинг турли хил ер ости сувларида радоннинг сақланиш хусусиятлари ўрганилди. Ўрганиш обьекти сифатида радоннинг сувдаги хажмий активлиги қийматлари, радон эксхаляцияси кўрсаткичлари танланди.

Ер ости сувлари намуналари техноген обьектлардаги 100 дан ортиқ кузатув қудуқларидан ажратиб олинди ва радон микдорини аниқлаш учун бета-нурланиш детектор блоки асосидаги “БДБ-13” типидаги асбобдан фойдаланилди. Ўлчаш лаборатория шароитида сув намуналаридаги радон ^{222}Rn радионуклиди дегазациясига кетадиган вақтнинг оптимал қийматларини аниқлашга қаратилди.

Самарқанд вилояти Нуробод тумани худудидаги уран руда майдонида жойлашган 180 м чуқурликдаги ер ости қудуғидан олинган ер ости сув намуналарида (№ 1-, 2-намуна), Навоий вилояти Учкудуқ тумани ҳудудидаги уран руда майдонида жойлашган 250 м чуқурликдаги скважинадан олинган ер ости сув намуналарида (№ 3-, 4-намуна) радоннинг хажмий активликлари ўлчанди. Барча ҳолатларда дегазация қонунияти бир хил кечганлигини тажриба кўрсатди.

Ажратиб олинган сув намуналаридағи радоннинг хажмий активлиги сувни олиш вақтидан кейин 3 саотдан 12 соатгача муддатда ўлчанди. БДБ-13 детектор блокида сув намуналарида радоннинг хажмий активлигини ўлчашдаги асосий хатолик 30% дан ошмайди.

Альфарад плюс асбоби. Бу прибор сувда, ҳавода ҳамда тупроқда радон ва унинг парчаланишидан ҳосил бўлган изотопларини миқдорини, родон оқим зичлигини ва хажмий активлигини аниқлайди. Сувдаги радон миқдори (Бк/л) сувни барботаж қилиш орқали фаоллаштирилган кўмирга сингдирилади, барботаждан кейин йигилган ҳавони (радонни) приборнинг ионизацион камерасига юборади ва прибор шу ҳавони яъни газни 20-30 минут давомида ўлчайди ва сувдаги радон миқдорини аниқлаб беради.

Жихознинг сувдаги ўлчов бирлиги (Бк/л), ўлчов диапозони 6-800 Бк/л, ўлчаш хатолиги: $\pm 30\%$.

Ишлаш принципи: Прибор қўлланмада кўрсатилгандај йигилади ва ўлчаш ишлари бажарилади. Тупроқни 15-20 см юза қимсмини олиб ташлаб, 20-30 мин давомида радоннинг оқим зичлиги ўлчанади. Радоннинг сувдаги оқим зичлигини ўлчаш учун олинган сув намунасини барботаж усулида 10-15 мин давомида ўлчаш ишлари олиб борилади, сўриб олинган радон гази прибордаги фаоллаштирилган кўмирга сўрилиб, таркибидағи радон миқдори аниқланади.

Ўлчов бирлиги: $\text{мБк}/\text{м}^2 \cdot \text{с}$ ёки $\text{мБк}/\text{с} \cdot \text{м}^2$, Ўлчаш диапазони: $20 - 10^3 \text{ мБк}/\text{с} \cdot \text{м}^2$,
Ўлчаш хатолиги: $\pm 30\%$, Энергияси-1120 Кэв

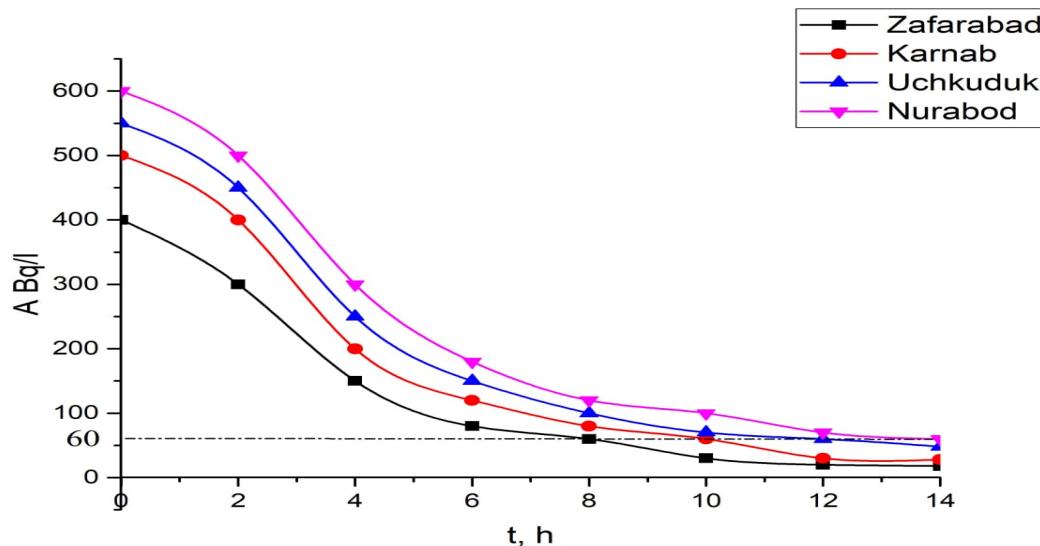
Навоий кон-металлургияси комбинатининг техноген худудларидаги кимёвий таркиби K^+ , Ca^+ , Mg^+ , Na^+ , Mn^+ , Cl^- , NO^- бўйича ҳар хил бўлган ер ости сувларидан олинган наъмуналарда ^{222}Rn заарли гази дегазация учун кетадиган вақтнинг оптимал қиймати тажриба йўли билан аниқланди. Натижалар 4.2-жадвалда келтирилган.

4.2-жадвал

Уран ишлаб чиқариш ҳудудлари ер ости сувларидаги ^{222}Rn газининг дегазация вақтини экспериментал аниқланган натижалари

Үлчаш вақтлари	Худудлар номи			
	Зафаробод	Кетменчи	Учқудук	Нуробод
0	400	500	550	600
2	300	400	450	500
4	150	200	250	300
6	80	120	150	180
8	50	80	100	120
10	30	50	70	100
12	20	30	50	70
14	18	28	48	65

4.5 –расмда НҚМКнинг уран ишлаб чиқариш техноген ҳудудларидаги 4 та кузатув нүкталарида ер ости сувларидаги радон дегазацияси вақтини аниқлаш натижалари келтирилган.



4.5-расм. Техноген ҳудудлардаги ер ости сувларидан олинган наъмуналарда ^{222}Rn дегазация жараёни

Олинган натижалардан кўриндики, радоннинг хажмий активлиги миқдори бўйича ер ости суви истеъмол қилиш меъёрига келиши учун яъни

белгиланган қиймат 60 Бк/л га келиши учун ўртача 8-14 соат оралиғида вакт кетар экан. Хар бир техноген худуднинг уран маъданлари бўйича концентрацияси кўрсаткичига боғлиқ равишда хар бир сувнинг дегазацияси оптимал вақти хар хил эканлиги тажрибада аниқланди. Зафаробод худудидаги ер ости сувларининг меъёргача келишига кетадиган дегазация вақти 8 соатни ташкил этган бўлса, Нуробод худудидаги ер ости сувларида дегазация вақти 14 соатни ташкил этган. Барча худудлар учун оптимал дегазация вақтлари тажрибада аниқланган ва сув танқис чўл худудлари учун ер ости сувларидан фойдаланишга тавсиялар ишлаб чиқилган.

4.2-§. Техноген объектларда радон (^{222}Rn) изотопи эксаляциясини аниқлаш ва баҳолаш услубияти

Радиоактив радионуклидлар орасида радон- (^{222}Rn) энг хавфли ҳисобланади. Инсон организмига кириб, радон тирик мавжудотнинг турли органларида касалликларни, айниқса ўпка саратонига олиб келадиган жараёнларни тезлаштиради. Альфа зарраларининг барча энергияси парчаланиш нуқтасида деярли сўрилиши сабабли радон ядролари ва унинг изотоплари радионуклидларнинг парчаланиши ўпкада микро куйишга олиб келади.

Радон танага шикастланган тери орқали ҳам кириши мумкин. Радон парчаланиб кетганда, учувчан бўлмаган радиоактив маҳсулотлар (Ро, Ві ва Рв изотоплари) ҳосил бўлиб, улар танадан катта қийинчилик билан чиқариб ташланади.

Табиий манбалардан ташқари, радоннинг асосий манбаларидан бири бу радиоактив чиқиндилар қолдиқлари, уранни ер остида ажратиб олиш жойлари, радиоактив технологик маҳсулотлар учун омборхоналар, уран аралашмаларини қайта ишлаш цехлари ва бошқалар [124, 125, 138, 141]. 2000 йилда Ўзбекистон Республикаси "Радиацион хавфсизлик тўғрисида" ги Қонунини ва 2006 йилда Радиация хавфсизлиги стандартлари (НРБ-2006) ва Радиация хавфсизлигини таъминлашнинг асосий санитария қоидаларини

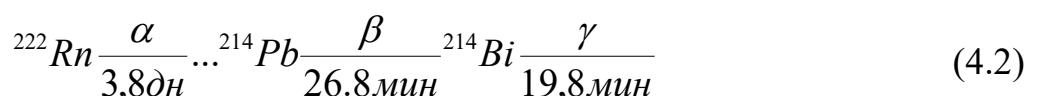
(ОСПОРБ-2006) қабул қилди, ушбу қонун хужжатларининг мақсади ионлаштирувчи нурланишнинг табиий ва сунъий манбаларини ишчиходимлар ва аҳолига таъсирини камайтиришдан иборат.

Юқорида айтилганлар асосида турли хил сунъий объектларда радон эксхаляциясининг ўзига хос хусусиятларини аниқлаш ва баҳолаш усусларини ишлаб чиқиш аналитик кимё, амалий ядро физикаси ва радиоэкологияда долзарб муаммо ҳисобланади.

4.2.1-§. Тадқиқотнинг услуби ва техникаси

Радон эксхаляциясини аниқлаш ишлари «Альфарад плюс», ўлчов жамланмаси орқали амалга оширилади, бу тупроқ сатҳидан радон оқимининг зичлигини аниқлаш, экспрес ўлчовлар ва доимий равишида (^{222}Rn) активлигини ва Ро (^{218}Th) парчаланиши ҳажмининг фаоллигини назорат қилиш учун мўлжалланган. ^{222}Rn ва ^{218}Th ни тупроқда ўлчашдаги рухсат этилган нисбий хатолик чегараси: $\pm 30\%$. Танлаб олинган қаттиқ намуналарнинг ўзига хос фаоллигини ўлчаш "ПРОГРЕСС-ГАММА" гамма-радиометрида амалга оширилди, унда рухсат этилган нисбий хатолик: $\pm 10\%$.

Радон миқдори «Альфарад плюс» комплекси томонидан қўйидаги реакция асосида аниқланади:



Радиацион мониторинг ва радон хусусиятларини ўрганиш, тадқиқот ўтказиладиган радионуклидларнинг физик-кимёвий хоссаларини экспериментал ўрганишга асосланган.

Олинган натижалар асосида холосага келиш мумкинки, улар экотизим объектларида уларнинг миграцион фаоллигини тахмин қилишга имкон беради.

Чиқиндихона атрофидаги тупроқдан чиқадиган радоннинг ҳажмий активлиги бўйича атмосфера ҳавоси таркибини аниқлаш ишлари олиб борилди. Ушбу тупроқларда радон концентрациясининг қийматлари уран занжиридаги радионуклиidlар миқдори билан белгиланади. 4.3-жадвалда РХАни, радионуклиidlарнинг солиштирма активлиги ва физик параметрларини аниқлаш учун ўлчовлар натижалари келтирилган.

4.3-жадвал

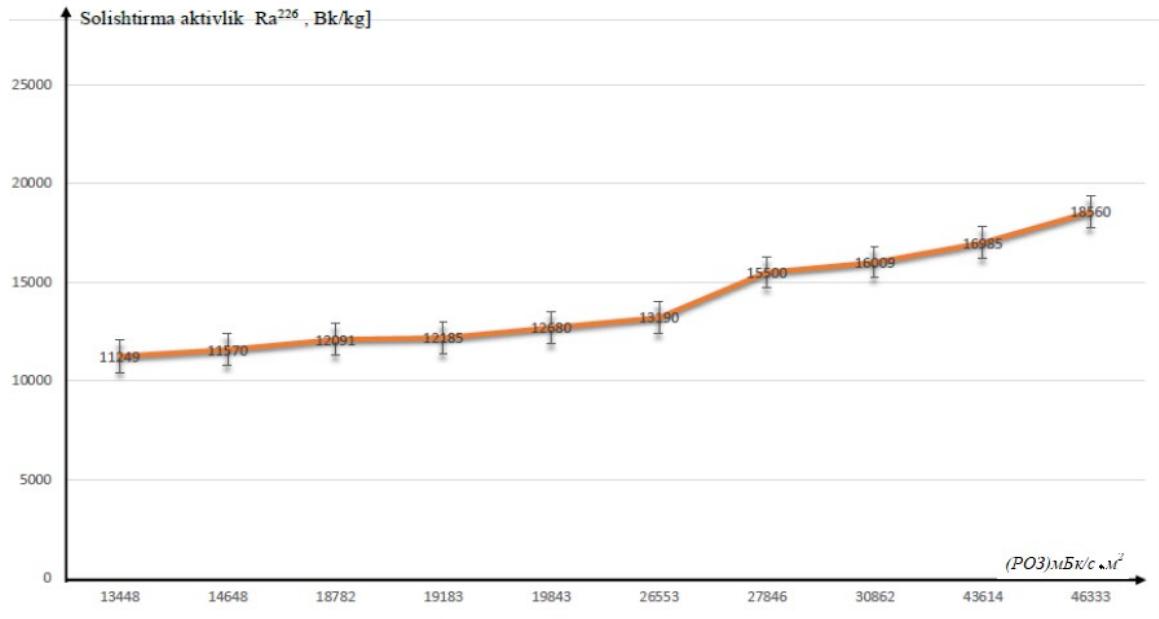
Атроф-мухитнинг эффектив активлиги, физик параметрлари, РОЗ ва радионуклиidlар активлигини аниқлаш бўйича ўлчов натижалари

№ п/п	(РОЗ) мБк/с*m²	Ҳаво ҳарорати °C	Намлик %	Босим м.м.см .ус	Тупроқдаги табиий радионуклиidlар солиштрма активлиги			
					K⁴⁰ Бк/кг	Ra²²⁶ Бк/кг	Th²³² Бк/кг	A_{эфф} Бк/кг
1	46333±12533	30	26	727	3896	18560	226	19188
2	43614±11445	30	37	728	3685	16985	216	17619
3	30862 ± 9628	24	31	729	3149	16009	249	17180
4	27846 ± 8416	28	33	729	2785	15500	185	15993
5	26553 ± 8121	33	38	729	4158	13190	258	13902
6	19843 ± 7938	31	23	730	3311	12680	207	13249
7	19183 ± 7418	25	22	730	3256	12185	192	12689
8	18782 ± 6450	23	29	730	1933	12091	142	12517
9	14648 ± 3430	24	31	731	1704	11570	103	11958
10	13448 ± 3328	28	30	732	2925	11249	185	11746

4.3-жадвалда олинган натижалардан РОЗ қийматлари 13448 мБк/с*m² дан 46333 мБк/с*m² гача ўзгариб туриши, -K⁴⁰ радионуклиidlарнинг солиштирма активлиги 1704 Бк/кг дан 4158 Бк/кг гача ўзгариб туриши, - Th²³² 103 Бк/кг дан 258 Бк/кг гача ўзгариб туришини кўриш мумкин ва - Ra²²⁶ активлиги 11249 Бк/кг дан 18560 Бк/кг гача. A_{эфф} –эффектив активлиги - 11746 Бк/кг дан 19188 Бк/кг гача ўзгариб туриши кузатилди.

Бундан ташқари, РОЗ қиймати ^{226}Ra нинг солишири мағнитида активлиги ва эффективлігі - $A_{\text{эфф}}$. Билан түрідан-түрі пропорционалдир.

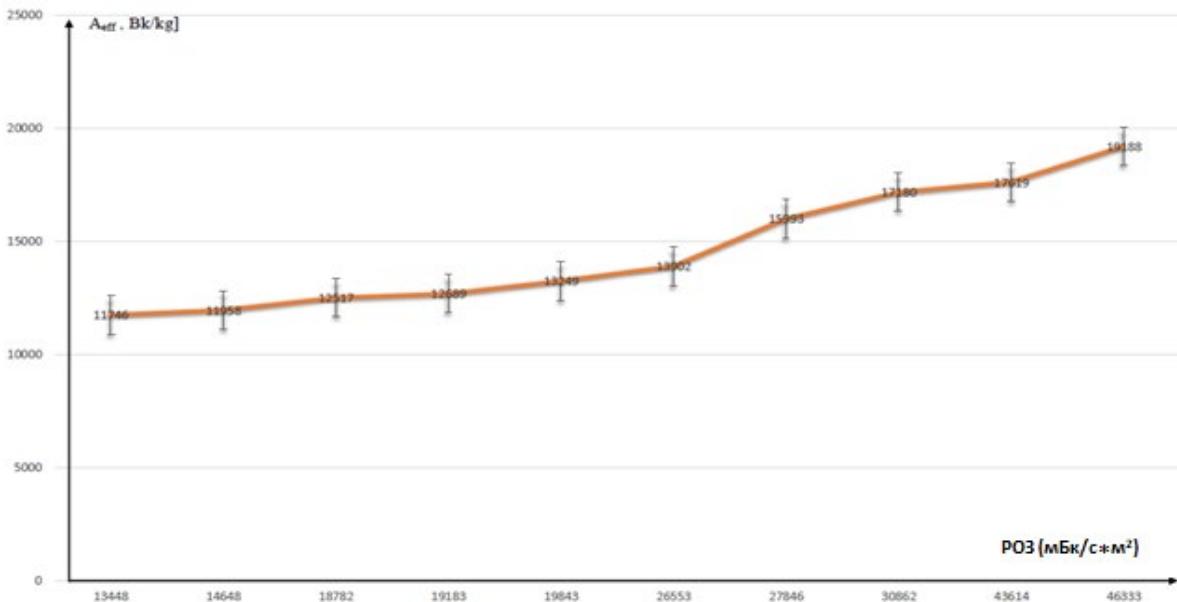
4.6-расмда РОЗ нинг ^{226}Ra нинг солишири мағнитида активлигига боғлиқлик графиги күрсатылған. Расмдан күриниб турибиди ^{226}Ra нинг тупроқдаги солишири мағнитида активлиги ошиши билан радоннинг эксаляциясы ҳам кучаяди.



4.6-расм. ^{226}Ra солишири мағнитида активлигининг радон оқим зичлигига боғлиқлиги

4.7-расмда РОЗ нинг ^{226}Ra эффективлік активлигига боғлиқлиги графиги $A_{\text{эфф}}$ күрсатылған.

Юқорида айтиб ўтилганлардан ташқари, радоннинг тупроқдан чиқарылиши мавсумиң хусусиятта эга эканлиги аниқланған - ҳарорат күтарилиши тупроқ ғоваклигининг кенгайишига олиб келади ва натижада радон ажралиб чиқишини оширади. Бундан ташқари, ҳароратнинг күтарилиши сувнинг буғланишини ва атроф-мухитта радион тарқалишини күчайтиради.



4.7-расм. Радон оқим зичлигининг тупроқ эффектив активлигига боғлиқлиги

4.7-расмдан кўриниб турибдики, тупроқда $A_{\text{эфф}}$ – эффектив активлик ортиши билан радоннинг эксхаляцияси ҳам кучаяди.

Радоннинг РОЗ микдори ишлаб чиқариш биноларининг атмосфера ҳавосида ўртача - 4 дан 212 $\text{мБк/с} \cdot \text{м}^2$ гача ва санитар ҳимоя зonasи худудларида -3 дан 14 $\text{мБк/с} \cdot \text{м}^2$ гача эканлиги аниқланди.

Шундай қилиб, олиб борилган тадқиқотлар натижасида РОЗ қийматининг ўзгариши, $-K^{40}$, Th^{232} , Ra^{226} радионуклиидларнинг эффектив активлиги қийматлари, - ($A_{\text{эфф}}$)- ва РОЗ дан келиб чиқиб, юқоридаги қийматларнинг катталигига боғлиқлиги аниқланди.

Ўтказилган тадқиқотлар асосида келгусида радоннинг муҳитда тарқалишини тизимли равишда кузатиб бориш ва саноат корхоналари таъсирида бўлган худудда яшовчи аҳоли, уларда ишлайдиган ходимлар учун йиллик самарали дозани ҳисоблаш ва ушбу корхона фаолият қўрсатаётган худуддаги радиоэкологик ҳолатни яхшилаш бўйича режалаштирилган чора-тадбирлар ишлаб чиқилиши мумкин.

Уран ишлаб чиқариш корхоналарига яқин жойлашған ахоли яшаш пунктларидаги кузатув нүкталарида үтказилған радиоэкологик мониторинг натижалари қуидеги жадвалда көлтирилған (4.4-жадвал).

4.4-жадвал

Уран ишлаб чиқариш корхоналарига яқин жойлашған ахоли яшаш пунктларидаги радиоэкологик мониторинг натижалари

Намуна олиш жойи	Үлчаш катталиги	Аниқланған міндор		
		Амалда аниқланған мЗв/й	ЭМХА Бк/м ³	УЯАН мБк/м ³
№1 нүкта 10 мкр. (Необар)	ЭфДК	0,07-0,11	3	9,90
№2-нүкта 7 мкр. (8 -мактаб)	ЭфДК	0,06-0,11	5	11,30
№3-нүкта 5 мкр. (16-мактаб)	ЭфДК	0,05-0,10	3	2,40
№4-нүкта СЭС НКМК	ЭфДК	0,07-0,11	3	1,70
№5-нүкта Спутник (тиббиёт колледжи)	ЭфДК	0,04-0,09	12	4,60
№1/1-нүкта (РУ«ГМЗ-1» ва ОАО «Навоийазот» орасидаги иссиқхоналар)	ЭфДК	0,09-0,14	5	4,8
№2.1-нүкта Асака банк, №1575-үй	ЭфДК	0,10-0,15	5	3,5
№2.2-нүкта №894-үй	ЭфДК	0,09-0,13	4	3,7
№2.3-нүкта №1050-үй	ЭфДК	0,10-0,14	6	2,17
№2.4-нүкта №1258-үй	ЭфДК	0,09-0,14	2	4,2
№3.1-нүкта НМЗ КПП-1	ЭфДК	0,10-0,14	4	5,1
№4.1-нүкта НМЗ КПП-2	ЭфДК	0,10-0,15	3	4,17

4.2.2-§. Мувозанат коэффициентини аниқлаш услубияти

Шубҳасиз, тўлиқ изоляция шароитида радон гази парчаланиш пайтида ҳосил бўлган маҳсулотлар билан мувозанатга келади. Бироқ, табиий шароитда хона ичкарисида доимий ҳаво алмашинуви (шамоллатиш) мавжуд. Ҳавонинг зарралари радон гази атомларини осонгина сўндиради ва уларни парчаланадиган маҳсулотлар ҳосил бўлган жойдан узоқлаштиради. Бундай ҳолда, радоннинг парчаланишидан ҳосил бўлган ҳосилалари билан эквивалент мувозанат активлиги бузилади. РМХА қиймати қўйидаги таркибий қисмлардан иборат:

$$\text{РМХА} = 0.104 A_1 + 0.514 A_2 + 0.382 A_3 \quad (4.8)$$

бу ерда A_1, A_2, A_3 - активлик ёки концентрация, Бк/м³, ²¹⁸Po, ²¹⁴Pb, ²¹⁴Bi, ²¹⁴Po нинг умумий активликка қўшган ҳиссаси унчалик катта эмас. "Мувозанат омили" ёки "мувозанат коэффициенти" тушунчаси киритилган:

$$\Phi = \text{РМХА}/A_{Rn} \quad (4.9.)$$

бу ерда A_{Rn} – радоннинг ҳажмий активлиги, Бк/м³.

Мувозанат коэффициентини аниқлаш учун биз қурилманинг кириш қисмида філтр қоғози ўрнатилган ёки ўрнатилмаган ўлчов камераларидан фойдаландик. Філтр қоғози бўлмаган камерада детектор бир вақтнинг ўзида радоннинг альфа зарраларини ва унинг ҳавода ҳосил бўлган парчаланиш маҳсулотларини, філтр қоғози бўлган камерада эса радоннинг альфа зарраларини ва фақат камера ичида ҳосил бўлган парчаланиш маҳсулотларини рўйхатга оламиз. Мувозанат коэффициенти қўйидаги ифода билан аниқланди.

$$\Phi = H_{P_H} / (H_{P_H} + H_{PEX}) \quad (4.10)$$

бу ерда H_{P_H} - альфа радон нурлари заррачасининг сони, тр/см² ва $(H_{P_H} + H_{PEX})$ - альфа радон заррачаси ва радиоактив емирилиш ҳосилалари (PEX)нинг излари сони, тр/см².

Ф нинг қийматини аниқлаш учун қишиш ва ёз фаслларида уй шароитида бир нечта тажрибалар ўтказилди, натижалари 4.5-жадвалда келтирилган.

4.5-жадвал

Мувозанат коэффициентининг спектрометр ёрдамида олинган маълумотлари

Иншоот	Ёз мавсумида			Қишида		
	Rn, нисбий бирлик	Rn+PEX нисбий бирлик	Φ	Rn нисбий бирлик	Rn+PEX нисбий бирлик	Φ
Rn- контейнер	89	153	0.53	74	135	0.51
Темир бетон уйлар	14	30	0.33	18	30	0.6
Пишган ғиштдан қурилган уйлар	34	75	0.42	48	78	0.62
Хом ғиштдан қурилган уйлар	43	116	0.41	88	137	0.62
Ертўлалар	190	375	0.44	204	340	0.52
Лойдан қурилган уйлар	53	128	0.45	94	143	0.61

Кўриниб турибдики, Фон қийматлари ёз ойларида 0,37-0,48, қишида 0,56-0,66 оралиғида. Бу ҳолат шуни англатадики, агар радон активлик даражаси $A_{Rn}=500$ Бк/м³ бўлса, у ҳолда $\Phi = 0,5$ да РЭХ даражаси 250 Бк/м³ 200 Бк/м³ $\Phi = 0,4$ да бўлади.

Шундай қилиб, радоннинг мувозанат коэффициентлари ёпиқ хонада ёзда 0,37-0,48, қишида эса 0,56-0,66 оралиғида бўлади. Ушбу қўрсаткич 0,4-0,7 оралиғида ўзгариб туради, бу ҳаво харакатининг тезлигига, ҳаводаги аэрозолларнинг концентрациясига, уларнинг хона ичидағи юзасига жойлашиш даражасига боғлиқ. Кейинги ҳисоб-китобларда биз $\Phi = 0,5$ коэффициентининг ўртача қийматини олдик.

Түртінчи боб бўйича хulosалар

1. Уран ишлаб чиқариш объектларида – уран чиқиндиҳоналари ва уранни ер остида танлаб эритиш участкаларида радон оқими зичлиги қийматлари тажриба йўли билан аниқланди. Турли хил табиий ва уранли объектларда радон оқими зичлиги қийматларининг тупроқдан чиқиш чуқурлигига боғлиқлиги қонунияти ва тупроқ намуналаридаги уран ва радий изотоплари миқдорларига боғлиқлик қонуниятлари экспериментал тадқиқ этилди ва маълумотлар олинди.
2. Уран ишлаб чиқариш саноат корхоналари атрофидаги ер ости сувларида ^{222}Rn изотопи концентрациясининг она ядро ^{226}Ra изотопи концентрациясига боғлиқлик қонунияти тадқиқ этилди ва илк бор бу қонуният бузилган худудлар мавжудлиги бўйича экспериментал натижалар олинди. Олинган натижалар шуни кўрсатдики айрим ер остида сувларида ^{222}Rn радионуклидининг миқдори ^{226}Ra радионуклиди миқдоридан катта ва бошқа жойларда аксинча ^{222}Rn ^{226}Ra дан кичик бўлган техноген худудлар аниқланди.
3. Навоий кон-металлургияси комбинатининг уран маъданли худудлари ва уран чиқиндилари омбори атрофидаги кузатув қудуқларидан олинган, K^+ , Ca^+ , Mg^+ , Na^+ , Mn^+ , Cl^- , NO^- миқдорлари бўйича ҳар хил кимёвий таркибли ер ости сувларидаги ^{222}Rn радионуклидининг табиий шароитдаги дегазация вақтининг оптимал қийматлари тажриба йўли билан аниқланди ва сув танқис чўл худудларида юқори радиация кўрсаткичига эга бўлган ер ости сувларидан фойдаланиш имкониятлари асослаб берилди. Ер ости сувларидаги ^{222}Rn радионуклидининг табиий шароитдаги дегазация вақтининг оптимал қийматлари турли хил техноген объектлар учун турлича эканлиги аниқланди.

ЯКУНИЙ ХУЛОСА

Уран ишлаб чиқариш корхоналари техноген объектларида ва аҳоли яшаш пунктларини экологик мониторинг қилиш бўйича ўтказилган тадқиқот ишларида қуидаги натижалар олинди:

1. Радиоактив уран чиқиндилар омборхонаси тупроқларидан, уран отвалларидан ва уранни ер остида танлаб эритиш майдонлари тупроқларидан олинган наъмуналардаги уранинг парчаланиш занжири радионуклидларининг: (^{238}U , ^{230}Th , ^{226}Ra , ^{222}Rn) локал тарқалиш концентрациялари аниқланди ва шу объектлардаги идентификацияланган радионуклидларнинг маълумотлар базаси яратилди.

2. Уран маъданли худудларнинг ер ости сувларида ^{222}Rn радионуклиди миқдорининг она ядро ^{226}Ra миқдорига боғланиш қонунияти экспериментал тадқиқ этилди ва улар фақат уран ишлаб чиқариш техноген худудларидағи ер ости сувларида хар доим хам ўзаро боғлик эмаслиги тажрибада аниқланди.

3. Навоий кон-металлургияси комбинатининг уран маъданли худудлари ва уран чиқиндилари омбори атрофидаги қузатув қудуқларидан олинган хар хил кимёвий таркибли (K^+ , Ca^+ , Mg^+ , Na^+ , Mn^+ , Cl^- , NO^- бўйича) ер ости сувларидаги ^{222}Rn радионуклидининг табиий шароитдаги дегазация вақтининг оптималь қийматлари тажриба йўли билан аниқланди ва сув танқис чўл худудларида юқори радиация кўрсаткичига эга бўлган ер ости сувларидан фойдаланиш имконияти асослаб берилди.

4. Навоий кон металлургия комбинатида ишлаб чиқарилган уран маҳсулотлари (уран оксиди-қўш оксиди, уран химконцентрати, технологик эритмалар)ни сақлаш жойлари атмосфера ҳавосида ^{222}Rn радионуклиди йиғилишининг ишчи-ходимларга салбий таъсирини камайтиришга имкон берувчи кўп марталик радиометрик ўлчашлар асосида радиация кўрсаткичлари баҳоланди. Омборхоналар ҳавосида ^{222}Rn изотопи аралашган аэрозоллар тўпланишини олдини олиш учун самарали ёндашув тавсия этилди ва у амалиётга жорий қилинди.

5. Уран ишлаб чиқариш техноген объектларида гамма-нурланишнинг экспозицион дозаси қуввати қийматларининг маҳаллий сирт тақсимоти параметрлари радиометрик усулда аниқланди. Ушбу объектлар учун гамма-нурланиши экспозицион дозаси қуввати қийматларининг маҳаллий сирт тақсимоти параметрларини ҳисоблаш бўйича ЭҲМ дастури ишлаб чиқилди ва ЎзР Интеллектуал мулк Агентлиги Гувоҳномаси олинди.

6. Радиоактив уран чиқиндилар омборхонаси тупроқларидан, уран отвалларидан ва уранни ер остида танлаб эритиш майдонлари тупроқларидан олинган намуналарда радон оқими зичлиги қиймати хамда ^{226}Ra ва ^{238}U изотоплари концентрациялари орасидаги боғлиқлик қонуниятлари экспериментал ўрганилди ва янги маълумотлар олинди;

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

- 1.Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах. Сборник законодательных документов Республики Узбекистан, 2017. – №6., стр.70-95.
- 2.Живов В.Л., Бойцов А.В., Шумилин М.В.. Уран: геология, добыча, экономика. - М.: РИС «ВИМС», 2012. - 304 с.
- 3.Толстов Е.А., Толстов Д.Е. Физико-химические геотехнологии освоения месторождений урана и золота в Кызылкумском регионе. - М.: Геоинформцентр, 2002. – 284 с.
- 4.Бекман И.Н. Радиохимия. Том И. Радиоактивность и радиация. Учебное пособие. – М., 2011. – 397 с.
5. Владимиров В.А., Измалков В.И., Измалков А.В. Радиационная и химическая безопасность населения. – М., 2005. - 544с.
- 6.Радиоэкологический мониторинг окружающей среды на объектах размещения радиоактивных отходов уранового производства СанПиН №0361-18. Издание официальное. - Ташкент, 2018. – 50 с.
- 7.Азарова С.В. Отходы горнодобывающих предприятий и комплексная оценка их опасности для окружающей среды: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. - Томск, 2005. – 19 с.
8. Спирин Е.В. Современные проблемы экологической дозиметрии // Радиационная биология. Радиоэкология. –М.: Академкнига, 2009. – т.49, №3. - С. 338-345.
9. Щербакова Л.М. Влияние предприятий атомной промышленности на загрязнение радионуклидами объектов окружающей среды в районе их расположения // Проблемы радиоэкологии и пограничных дисциплин. – Заречный (Россия), 2001. - № 4. - С.225-269.
10. Рекомендации Европейского комитета по радиационному риску. – Брюссель, 2003. – С.186.

- 11.Рекомендация МИ 2453-2000. Методики радиационного контроля. Общие требования. – М.: ВНИИФТРИ, 2000. – 24 с.
- 12.Основы аналитической химии. В 2-х книгах. / Под.ред. Ю.А. Золотова. -М.: Академия, 2010. – 541 с.
- 13.Алемасова А.С., Рокун А.Н., Шевчук И.А. Аналитическая атомно-абсорбционная спектроскопия. Учебное пособие. - Севастополь: «Вебер», 2003. – 262 с.
- 14.Гуськова В.П., Сизова Л.С., Юнникова Н.В., Мельченко Г.Г. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2007. – 327 с.
- 15.Алов Н.В., Василенко И.А., Гольдштраф М.А. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. - М.: Академия, Т2. 2010.– 410с.
- 16.Кристиан Г.Д. Аналитическая химия. - М.: Бином, 2009. т. 1. – 623 с.
- 17.Жерин И.И. Химия тория, урана, плутония: учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2010. – 147 с.
- 18.Владимиров В.А., Измалков В.И., Измалков А.В. Радиационная и химическая безопасность населения. – М., 2005. – 544 с
- 19.Жерин И.И. Основы радиохимии, методы выделения и разделения радиоактивных элементов: учебное пособие. –Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 196 с.
- 20.Веренчикова М.С., Гутько В.И., Хильманович А.М. Определение валового содержания химических элементов в почве // Экологический вестник.- Минск, 2010. - №2 (12). - С.152–155.
- 21.Аналитическая химия. Химические методы анализа: Учебное пособия. - М.: ИНФРА-М; Мн.: Новое знание, 2011. – 528 с.
- 22.Жуков А.Ф. и др. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа. - М.: Химия, 2001. – 496 с.
- 23.Тураев, И.И. Жерин. Химия и технология урана: Учебное пособие для вузов. – М.ЦНИИАТОМИНФОРМ, 2005. - 407 с.

- 24.Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа. Под.ред. О.М. Петрухина. - М.: Химия, 2001. – 386 с.
- 25.Харitonов Ю.Я., Григорьева В.Ю. Аналитическая химия. Количественный анализ. Физико-химические методы анализа. - М: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 386 с.
- 26.Дворкин В.И. Метрология и обеспечение качества количественного химического анализа. - М.: Химия, 2001. – 276 с.
- 27.Изотопы: Свойства, получение, применение. / Под ред. Баранова В.Ю. - М.: Издательство ЛКИ, 2000. – 703 с.
- 28.Кист А.А. Феноменология биогеохимии и бионеорганической химии. - Т.: Фан, 1987. – 236 с.
- 29.Другов Ю.С. Экологическая аналитическая химия. - СПб: Анатолия, 2002. – 318 с.
- 30.Язиков Е.Г., Шатилов Ю.А. Геоэкологический мониторинг: Учебное пособие. - Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 276 с.
- 31.Воронков Н.А. Экология: общая, социальная, прикладная. Учебник для студентов вузов. - М.: Агар, 2006. – 424 с.
- 32.Коробкин В.И. Экология: Учебник для студентов вузов В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. 6-е изд., доп. и перераб. - Ростонн Д: Феникс, 2007. -575 с.
- 33.Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е., Мелехова О.П. Экология. 2-е изд. Учебник для вузов. - М.: Дрофа, 2007. – 624 с.
- 34.Бекман И.Н. Радиоэкология и экологическая радиохимия. – Москва: «Юрайт», 2019. – 496 с.
- 35.Арутюнов Э.А., Левакова И.В., Баркалова Н.В. Экологические основы природопользования: 5-е изд. Перераб. и доп. - М.: Издательский Дом «Дашков и К», 2008. – 320 с.
- 36.Гальперин М.В. Экологические основы природопользования. Учебник – 2-е издание, испр. - М: ФОРУМ: ИНФА - М, 2007. – 256 с.

37.Возжеников Г.С., Бельшев Ю.В. Радиометрия и ядерная геофизика. Учебное пособие для ВУЗов. - Екатеринбург: Изд-во университета, 2006. – 418 с.

38.Маслов А.А. Технология урана и плутония: учебное пособие. – Томск: Изд. Томского политехнического университета, 2007. – 97 с.

39.Бродский А.К. Общая экология: Учебник для студентов вузов. - М: Изд. Центр «Академия», 2006. -256 с.

40.Стадницкий Г.В., Родионов А.И. Экология: Уч. Пособие для студ-в химико-технол. и техн. сп. вузов. / Под ред. В.А. Соловьева, Ю.А. Кротова. 4-е изд., испр. – СПб: Химия, 2006. -238 с.

41.Колесников С.И. Экологические основы природопользования. Учебник. ИТК “Дашков и К”, 2008. – 304 с.

42.Трушнина Т.П. Экологические основы природопользования. Учебник для колледжей и средне-специальных учебных заведений. 5-е изд. перераб. - Ростов на Дону: «Феникс», 2009. – 408 с.

43.Акимова Т.В. Экология. Природа-Человек-Техника: Учебник для студентов техн. направл. и специал. Вузов / Т.А. Акимова, А.П. Кузьмин, В.В. Хаскин. -М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2006. -343 с

44.Телдеши Ю., Клер Э. Ядерные методы химического анализа окружающей среды. - Москва: Химия, 1991. -192 с.

45. Кудагелдинов А.А., Рихванов Л.П., Замятина Ю.Л., Иванов А.Ю. Современная оценка радиационного состояния окружающей среды на участках проведения подземных ядерных взрывов в Красноярском крае //Материалы Международной научно-практической конференции «Радиоэкология XXI века», секция: региональные проблемы радиоэкологии (включая лесную и сельскохозяйственную радиоэкологию, миграцию радионуклидов, природные биоценозы и радиоэкологическую обстановку, радиоэкологическое образование) 14-16 мая, 2012. – Красноярск, 2012.- С.287-293

46.Пивоваров Ю.П., Михалев В.П. Радиационная экология. - М.: Академия, 2004. - 240 с.

47.Тяжелые естественные радионуклиды в биосфере: Миграция и биологическое действие на популяции и биогеоценозы/Алексахин Р.М. и др. - М.: Наука, 1990. - 368 с.

48.Сапожников Ю.А., Алиев РА., Калмыков С.Н. Радиоактивность окружающей среды. Теория и практика.- М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. - 286 с.

49.Бондарьков М.Д. Научное обоснование и оптимизация методов обеспечения радиоэкологического мониторинга окружающей среды и контроля РАОАЭС.: Автореферат доктора технических наук. - Киев, 2012.- 50с.

50.Атомная и ядерная физика. Учебное пособие. / Под редакцией Ландсберга Г.С. - Санкт-Петербург: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 656 с.

51.Badawy W.M., Mamikhin S.B. Radioactivity measurements and dose rate calculation due to gamma-ray of soil from Chashnikova – Russia // Arab Journal of Hisleap Sciences and Applications. – Egypt, 2012. - v.45(2). - pp. 270-282.

52.Касьяненко А.А., Максимова О.А., Мамихин С.В., Ахмедзянов В.Р. Практические работы по курсу "Радиоэкология". Учебное пособие. - М.: РУДН, 2011. - 210 с.

53.Трапезников А.В., Трапезникова В.Н. Радиоэкология пресноводных экосистем. – Екатеринбург: Изд-во УрГСХА, 2006. - 390 с.

54.Круглов С.В., Куринов А.Д., Архипов Н.П. Формы нахождения радионуклидов в почвах 30-км зоны ЧАЭС и их изменение со временем // Докл. Междунар. научн. конф. «Чернобыль-94», 1996, т.1. – Чернобыль, 1996. - С.243-250.

55.Карпенко Е.И. Оценка радиоэкологической ситуации в районе расположения предприятия по добыче и переработке урановых руд.: Автореф. дис. ... канд. юиол. наук. - Обнинск, 2010. - 26 с.

56.Чекмарев А.М., Тарасова Н.П., Сметанников Ю.В. Химия, ядерная энергетика и устойчивое развитие. - Санкт-Петербург: Академкнига, 2006. - 288 с.

57.Кутьков В.А., Поленов Б.В., Черкашин В.А. Радиационная безопасность и радиационный контроль. Учебная пособие. - Обнинск: НОУЦИПК, 2008. -244 с.

58.Чемезов В.А. и др. Оборудование для обращения с РАО. Учебное пособие. -Екатеринбург: Атомэнергопром, 2012. - 284 с.

59.Черноруков Н.Г., Нипрук О.В. Теория и практика рентгенофлуоресцентного анализа. Электронное учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. – 57 с.

60.Сапожников Ю.А. Радиоактивность окружающей среды. Теория и практика. - М.: БИНОМ, 2010. - 286 с.

61.Бахур А.Е., Мануилова Л.И., Иванова Т.М. и др. Полный радионуклидный анализ на низкофоновом альфа-бета-радиометре УМФ-2000 // АНРИ (Аппаратура и новости радиационных измерений). – М.: НПП Доза, 2006 - № 2 (45). – с. 36-42.

62.Бахур А.Е., Мануилова Л.И., Иванова Т.М. и др. Метод определения изотопов радия в природных водах с использованием низкофонового альфа-бета-радиометра // АНРИ (Аппаратура и новости радиационных измерений). – М.: НПП Доза, 2005 - № 4 (43). – с. 21-25.

63.Мануилова Л.И., Бахур А.Е. Изотопный анализ урана – новые методические решения // АНРИ (Аппаратура и новости радиационных измерений). – М.: НПП Доза, 2007. - № 3 (50). – с. 32-35.

64.Алексахин Р.М. Радиоэкология // В мире науки. Специальный выпуск. – М., 2015. - с. 87-95.

65.Privalov A.M. Radiometry in modern scientific experiments. – Viene: Spreenger, 2011. – 326 p.

66.Бахур А.Е. и др. Методика выполнения измерений объемной активности изотопов урана (234, 235) в пробах природных вод альфа-

спектрометрическим методом с радиохимическими выделениями:
Свидетельство ЦМИИГНМЗВНИИФТРИ Госстандарта РФ №49090.3Н628 //
Свидетельство НСАМ №381-ЯФ. - М.: ВИИМС. 1999. – 18 с.

67.Бахур А.Е. и др. Подготовка проб природных вод для измерения суммарной альфа и бета активности. Методические рекомендации. - М.: НПП «Доза», 1997. – 24 с.

68.Бахур А.Е., Саттаров Г.С. и др. Альфа-спектрометрический метод при исследованиях изотопного состава урана ($^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$, $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$) в технологических пробах горно-металлургического производства // АНРИ (Аппаратура и новости радиационных измерений). – М.: НПП Доза, 2004.- т.38, №3. - С.43-50.

69.Бахур А.Е. Научно-методические основы радиоэкологической оценки геологической среды: Автореф. дис. ... на докт. геол.-минер. наук. – М.: НПП Доза, 2008. – С. 48.

70.Соловьев Г.С., Сапрыгин А.В., Израилевич И.С., Макаров А.А. Определение содержания ^{234}U в уране разных месторождений // Атомная энергия. – Москва, 2002. - т. 92, вып. 4. - С.278-291.

71.Карпачев Б.М., Менг С.В. Радиационно-экологические исследования в Кыргызстане. Учебно-методические пособие для студентов. – Бишкек: Изд-во. «Паси», 2000. – 100 с.

72.Бахур А.Е., Малышев В.И., Мануилова Л.И. и др. Аппаратурно-методическое обеспечение системы радиационного контроля природных вод. //Тезисы докладов Международной конференции «Новые идеи в науках о Земле». – М., 2001. – Т.2. – С. 371.

73.Кувшинников С.И., Степанов В.С., Тутельян О.Е., Бахур А.Е., Мануилова Л.И. Межлабораторные сличительные испытания водных проб //АНРИ (Аппаратура и новости радиационных измерений). – М.: НПП Доза, 2002. – №3(30). – С. 4-14.

74.Орлова Т.Н. Ганжа В.В. Методы анализа и очистки природных и сточных вод: Методические указания – Ярославль: ЯрГУ, 2008. – 67 с.

75.Бахур А.Е. Радиационный контроль природных вод: методические аспекты. Радиационный контроль и гигиеническая оценка питьевой воды по показателям радиационной безопасности // Материалы научно-практического семинара Минздрава РФ. – М.: ФГУЗ «ФЦГиЭ», 2005. – С. 14-22.

76.Антипов М.А., Батова Е.А., Бахур А.Е. и др. Оценка и прогноз качества воды в районах, пораженных в результате Чернобыльской аварии (Брянская область), 1997-2001. Окончательный отчет по Проекту РУС/95/004/ Публикация Программы Развития Организации Объединенных Наций (ПРООН), ФСГ и МОС и МПРРФ. – М.: 2001. – 136 с.

77.Бахур А.Е., Мартынюк Ю.Н. Немного ясности в мутной воде // АНРИ(Аппаратура и новости радиационных измерений). – М.: НПП Доза,1999. – №3(18). – С. 63-66

78. Pohling R., Chemische reactionen in der Wassepanalyse.–Berlin: Spreenger Berlag Berlin Heydelberg, 2015. - pp. 217-221. DOI: 10.1007/978-3-642-36354-2.

79. Richardson S.D., Ternes T.A. Water Analysis: Emerging Sontominans and Sippent Issues // Analitycal Chemistry. - ACS Publications (United States), 2011. - vol.83, No.12. -pp. 4614–4648.

80.Пивоваров Ю.П., Михалев В.П. Радиационная экология. - М.: Академия, 2004. - 240с.

81. Maclihey W.R. Introduction to radiometry and photometry. –Norwood: Artech House, 2014. - 324 p.

82.Лисаченко Э.П. Промышленные отходы и выбросы как источник поступления природных радионуклидов Радиоэкологическая безопасность России // Материалы конф., Санкт-Петербург, 20-22 июня 1995 года.-Челябинск, 1995. - С. 72

83.Бадрутдинов О.Р., Тюменев Р.С., Шуралев Э.А., Мукминов М.Н. Радиоактивность экосистем. Учебное пособие по курсу «Радиационная экология». – Казань, 2017. – 201 с.

84.Маринов Б.Н., Голованов О.Г. Распределение и формы миграции токсичных компонентов в природных водах на территории Стрельцовского рудного поля // Геоэкологическое исследование и охрана недр. Информ. сб. ГЕОИНФОРММАРК. - М., 1995. - №2. - С. 34-42.

85. Линге И.И. Основные итоги работ по радиационной защите и радиационной безопасности в рамках ФЦП ЯРБ. // Материалы юбилейной X Российской научной конференции: «Радиационная защита и радиационная безопасность в ядерных технологиях», 22-25 сентября 2015 г., Москва, Обнинск. - М.: ООО «САМ Полиграфист», 2015. -С.69-80.

86. Уйба В.В., Романов В.В., Самойлов А.С., Шандала Н.К. Радиационная защита и здоровье работников атомной отрасли и населения, проживающего в районе расположения радиационно опасных объектов России. //Материалы юбилейной X Российской научной конференции: «Радиационная защита и радиационная безопасность в ядерных технологиях», 22-25 сентября 2015 г. - Москва, Обнинск., М.: ООО «САМ Полиграфист», 2015. –С.90-96.

87. Алексахин Р.М. Радиоэкология и вопросы радиационной безопасности: Современное состояние и актуальные задачи. //Материалы юбилейной X Российской научной конференции: «Радиационная защита и радиационная безопасность в ядерных технологиях», 22-25 сентября 2015 г., Москва, Обнинск. - М.: ООО «САМ Полиграфист», 2015. –С.122-125.

88.Радиация: дозы, эффекты, риск. - М.: Мир, 1988. – 78 с.

89.Рихванов Л.П., Грязнов С.А., Сарнаев С.И. Естественные радиоактивные элементы в почвах Томской области. Природокомплекс Томской области. - Томск: Изд-во ТГУ, 1995. - С. 197-212.

90.Рихванов Л.П., Рихванова М.М. Введение в радиоэкологию. - Томск: Издво ТПУ, 1994. - 332 с.

91.Нормы радиационной безопасности (НРБ - 2006) и основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ - 2006). – Ташкент, 2006. – 136 с.

92.Сивинцев Ю.В. Насколько опасно облучение? (Радиация и человек)
-М.: ИЗДАТ, 1991 – 112 с.

93.Дозиметр гамма - излучения наручный ДКГ- РМ 1603А (ДКГ – РМ
1603В). Руководство по эксплуатации.- Минск (Беларусь), 2002.- 37 с.

94.Козлов В.Ф. Справочник по радиационной безопасности. 4-е изд. –
М.: Энергоатомиздат, 1991. -352 с.

95.Воронов Е.Т., Алексеев О.Н., Дадиев М.Н. Снижение уровня гамма
– облучения горнорабочих очистных блоков как доминирующий фактор
улучшения радиационной обстановки на урановых рудниках России //
Вестник ЗабГУ. – Чита: Забайкальский государственный университет, 2015. -
№ 02 (117) – С. 14-20.

96.Богорад В.И., Кадкин Е.П., Носовский А.В. Опыт выполнения
экспертных оценок уровня радиационной безопасности при добыче и
переработке урановых руд // Ж. Ядерная и радиационная безопасность. – М.:
ФБУ НТЦ ЯРБ, 2013. - №4(60) - С. 1-5.

97.Организация радиационного контроля на урановых рудниках и
расчет доз облучения персонала. Методические указания МУ 2.6.1.11-01. -
Москва, 2004. – С. 34-57.

98.Рачкова Н.Г., Шуктомова И.И., Таскаев А.И. Состояние в почвах
естественных радионуклидов урана, радия и тория (обзор) // Почвоведение. –
М.: РАН, 2010. - №6. - С.698 –705.

99.Якунина И.В., Попов Н.С. Методы и приборы контроля
окружающей среды. Экологический мониторинг. – Тамбов:ТГТУ, 2009. – 168
с.

100.Учебно – методическое руководство по радиоэкологии обращению
с радиоактивными отходами для условий Казахстана. – Алматы: ОАО
«Волковгеология», 2002. – 303 с.

101.Тихонов А.А. Обнаружение аномальных концентраций альфа –
активных аэрозолей в воздухе // Электронный журнал «Исследовано в
России». – Долгопрудный: МФТИ, 2002. – С. 1158-1161.

102. Strok M, Smodis B. Frastionation of natural radionuclides in solic from the vicinity of a former uranium mine Zirovsky vrh, Sloveniya // Journal of Environmental Radioactivity. – Elsevier, 2010. - vol. 101, N 1. – pp. 22-28.

103. Сахаров В.К. Радиоэкология. -М.: Наука, 2006. – 320 с.

104. Экологические основы природопользования: Учебное пособия/ Под ред. проф. Арутюнова Э.А. - М.: Издательский Дом «ДашКо», 2002. - 236 с.

105. Campos M.J., Penna - Fransa E., Lobao N., Trindade H., Cachett I. Migration of Radium from the Thorium ore Deposit of Morro do Ferro, Pocos de Caldas, Brazil. // Journal of Environmental Radioactivity. – Elsevier, 1986. – vol. 3. - pp. 145-161.

106. Одум Ю. Основы экологии. - М.: Наука, 2006. – 617 с.

107. Аренс В.Ж. Физико-химическая геотехнология. Учебное пособие. - М.: МГГУ, 2001. - 656 с.

108. Рихванов Л.П. Общие и региональные проблемы радиоэкологии. – Томск.: Изд-во ТПУ, 1997. - 297 с.

109. Трапезников А.В., Трапезникова В.Н., Коржавин А.В., Николкин В.Н. Радиоэкологический мониторинг пресноводных экосистем. Т.II – Екатеринбург: Изд-во "АкадемНаука", 2016. – 480 с.

110. Бекман И. Радиоактивность, радионуклиды и радиация. – М.: ПАЛМАРИУМ, 2014. – 498 с.

111. Трапезников А.В., Трапезникова В.Н., Коржавин А.В., Николкин В.Н. Радиоэкологический мониторинг пресноводных экосистем. Том 2. – Екатеринбург: Изд-во «АкадемНаука», 2014. –496 с.

112. Мамихин С.В., Манахов Д.В., Щеглов А.И., Цветнов Е.В. Некоторые аспекты оценки роли почв как среды, экранирующей ионизирующее излучение // Вестник Московского университета. Сер.17. Почвоведение. – М.: МГУ, 2017. - №2. - С.19-23.

113. Кутлахмедов Ю.А. Дорога к теоретической радиоэкологии. – Киев: Фитосоциоцентр, 2015. - 360 с.

114. Музафаров А.М., Темиров Б.Р., Саттаров Г.С. Оценка влияния техногенных факторов на экологию региона. // Горный журнал. – Москва, 2013. - №8.(1). – С.65-68.

115. Музафаров А.М., Саттаров Г.С., Ослоповский С.А. Радиометрические исследования техногенных объектов // «Цветные металлы». – Москва, 2016. - №2. - С. 15-18.

116. Музафаров А.М., Саттаров Г.С., Кист А.А. Исследование поведения радия в технологическом процессе добычи урана. //Иновационные технологии горно-металлургической отрасли: Тез. док. Рес. конф. 21 октября 2011. – Навои (Узбекистан), 2011. - С.227-229.

117. Котляр В.Н., Баюшкин И.М., Данчев В.И. и др. Месторождения радиоактивных и редких металлов. Учебное пособие для ВУЗ. - М.:Атомиздат, 2001. -371с.

118. Рафальский Р.П. Гидротермальные равновесия и процессы минералообразования. - М., Атомиздат, 2013. -290с.

119. Санакулов К.С. Научно-технические основы переработки отходов горно-металлургического производства. - Ташкент.: Фан, 2009. - 432 с.

120. Музафаров А.М., Саттаров Г.С., Кадиров Ф.М., Латышев В.Е. Методы оценки техногенного влияния хвостохранилищ промышленных предприятий на окружающую среду // Горный вестник Узбекистана. – Навои: НГМК, 2002. -№2. -С. 85-89.

121. Муранов В.Г. Методика расчета толщины покрытия для захоронения радиоактивных отходов // Горный вестник Узбекистана. - Навои: НГМК, 2006. -№24. -С. 78-83.

122. Аллаберганова Г.М., Музафаров А.М. Мониторинг и оценка мощности эффективной дозы в техногенных объектах урановых производств // Горный вестник Узбекистана. - Навои: НГМК, 2019. - №2.– С. 105-107.

123. Музафаров А.М., Бисенова Б., Аллаберганова Г.М., Саттаров Г.С. Определения радиэкологических факторов для оценки радиационной обстановки урановых производств // Ядерная и радиационная физика: Тезисы

докладов Межд. Конф. 24-27 сентября 2013 г. – Алматы (Казахстан), 2013. – С. 209-210.

124. Музафаров А.М., Аллаберганова Г.М., Мустафоев М.А., Авезова Д.А. Оценки возможности радиометрических приборов для контроля радиоэкологической состояния урановых производств// Тезисы докладов Международной научно-технической конференции «Рациональное использование минерального и техногенного сырья в условиях индустрии 4.0». – Алматы (Казахстан), 2019. – С. 308-312.

125. Музафаров А.М., Урунов И.А., Журакулов А.Р., Аллаберганова Г.М. Особенности поведения радона в различных подземных водах // Горный вестник Узбекистана. - Навои: НГМК, 2018. - №4 (75). - С. 126-127.

126. Музафаров А.М., Саттаров Г.С., Темиров Б.Р., Нерущенко Е.В., Бучко И.А. Комплексная оценка радиационно-дозиметрической и экологической обстановки в зоне деятельности НГМК // Инновационные технологии горно-металлургической отрасли: Тез.док. рес. кон. 21 октября 2011. – Навои, 2011. - С. 213-215.

127. Голутвина М.М., Абрамов Ю.В. Контроль за поступлением радиоактивных веществ организм человек и их содержанием.-М.: Энергоатомиздат. 1989. -176 с.

128. Василенко О. И. Радиационная экология. -М.: Медицина, 2004. - 216с.

129. Музафаров А.М., Темиров Б.Р., Саттаров Г.С. Экологических мониторинг техногенных факторов при добыче и переработке урана и золота // Экологический вестник. - Ташкент, 2013. - №12 (152). – С.24-33.

130.Курбанов Б.И, Музафаров А.М., Иванов В.Н., Ахмедов Я.А., Журакулов А.Р. Нейтронно-активационное определения некоторых редких и редкоземельных элементов в образцах золото и урансодержащих руд // «Перспективы инновационного развития горно-металлургического комплекса»: Тезисы докладов международной научно-технической конференции 22 – 23 ноября 2018 г. – Навои (Узбекистан), 2018. - С.478.

131. Kurbanov B.I., Kurbanova N.B., Juraqulov A.R. Neutron Methods of Investigation of the Elemental Composition of Substances and Materials. // Abstracts of the Ninth International Conference “Modern Problems of Nuclear physics and Nuclear Technologies” 24-27 September 2019. – Tashkent (Uzbekistan), 2019.-pp.169-171.
132. Kurbanov B.I., Muzafarov A.M., Juraqulov A.R., Ahmedov Ya.A., Turdiyev S.Yu. Effective Deceleration of Fast Neutrons Radionuclide Sources for Spectrometry of Gamma-Radiation Neutron Capture. // Abstracts of the Ninth International Conference “Modern Problems of Nuclear physics and Nuclear Technologies” 24-27 September 2019. – Tashkent (Uzbekistan), 2019.- pp.167-169.
133. Курбанов Б.И., Мельников Л.Н., Ермаков К.С., Иванов В.Н., Мингбаев Х.С., Музафаров А.М., Ахмедов Я.А., Журакулов А.Р. Ядерно-физические методы исследования по определению содержания некоторых редких и редкоземельных элементов в образцах руд. //“Zarafshon vohasini kompleks innovatsion rivojlantirish yutuqlari, muammolari va istiqbollari”: Xalqaro Ilmiy-amaliy anjumani materiallari, 27-28 november, 2019. – Navoi (Uzbekistan), 2019. -p.228-231.
134. Журакулов А.Р., Курбанов Б.И., Музафаров А.М. Исследование возможности контроля элементного состава в технологических потоках по мгновенному гамма-излучению при захвате нейtronов // Журнал "Экология". – Минск: БГУ (Беларусь), 2020. -№2. - С.36-40.
135. Juraqulov A.R., Kurbanov B.I., Muzafarov A.M., Turdiyev S.Yu., Ahmedov Ya.A. Nuclear-Physical Methods of Investigations of Some Rare Earth Elements in Samples of Ore Deposits of Uzbekistan // The ninth international conference “Modern Problems of Nuclear Physics and Nuclear Technologies” 24-27 September 2019. – Tashkent (Uzbekistan), 200119. –pp. 143.
136. Allaberganova G.M., Turobjonov S.M., Muzafarov A.M., Juraqulov A.R., Urunov I.A., Abdiraxmonov U. Sh. Method for Conducting of Uranium Isotopic Analysis in Various Natural Waters of Uranium - Bearing Regions of

Uzbekistan // International Journal of Academic Multidisciplinary Research. – Washington (USA), 2019. - vol. 3, issue 10. - pp.52-55.

137. Juraqulov A.R., Muzafarov A.M., Urunov I. A., Allaberganova G.M., Turobjonov S.M., Husanov Z.J., Abdiraxmonov U. Sh. Method of Determining and Assessment of Radon Ehalation Characteristics in technogenic objects. // International Journal of Mining Science. – India, 2019. - vol.5, issue 4.- pp.35-38

138. Васидов А. Радон ва уни аниқлаш усуллари. – Тошкент: “Ўзбекистан” нашриёти, 2015. - 200 б.

139. Музафаров А.М., Урунов И.А., Аллаберганова Г.М., Журакулов А.Р. Особенности поведения радона в различных подземных водах. // Горный вестник Узбекистана. – Навои: НГМК, 2018. - №4. –С. 125-127.

140. Журакулов А.Р., Музафаров А.М., Курбанов Б.И. Оценка состояния распределения естественных радионуклидов в почвах к близлежащим техногенным объектам. / “Фан ва Жамият” Илмий-услубий журнали. – Нукус (Каракалпакистан), 2020. - №-1. - С.16-17.

141. Журакулов А.Р., Музафаров А.М., Курбонов Б.И., Урунов И.А. Оценка значений радиационных факторов в зонах действий и прилегающих объектах уранового производства // Научно-практический электронный журнал «ТесНика». – Андижан: Изд. “Re-Health”, 2020. - № 2. – С.24-27.

142. Журакулов А.Р., Музафаров А.М., Курбанов Б.И. Изучение радиоэкологической обстановки в техногенных объектах уранового производства с использованием дозиметрических методов. // «Ядерная физика и ядерные технологии»: Сборник докладов VI Республиканской конференции молодых физиков Узбекистана, 1-2 декабря 2020. – Ташкент: ИЯФ АН РУз, 2020. – С.224-230.

143. Музафаров.А М, Сатторов Г.С, Кист.А.А., Журакулов А.Р. Радиометрическое обследование и экологические реабилитационные работы хвостохранилища ГМЗ // “ИННОВАЦИОН”: Сборник научных статей. – Ташкент, 2013. – С.192-193.

144. Музафаров А.М, Сатторов Г.С, Кист А.А., Журакулов А.Р. Радиометрическая оценка радиационной обстановки в промышленной и близлежащей зоне уранодобывающих предприятий. // Ядерная и радиационная физика: Тезисы докладов Межд. Конф. 24-27 сентября 2013 г. – Алматы (Казахстан), 2013. –С.222-223
145. Журакулов А.Р., Курбанов Б.И., Данилова Е.А., Музафаров А.М., Ахмедов Я.А. Ядерно-физический способ экологического мониторинга объектов горно-металлургической промышленности. //«Перспективы инновационного развития горно-металлургического комплекса»: Тезисы докладов международной научно-технической конференции 22 – 23 ноября 2018 г. – Навои (Узбекистан), 2018. -С. 458.
146. Журакулов А.Р., Музафаров М.М, Урунов И.А., Аллаберганова Г.М., Мизомов Л.С. Инструментальное определение радона в различных природных водах. //«Перспективы инновационного развития горно-металлургического комплекса»: Тезисы докладов международной научно-технической конференции 22 – 23 ноября 2018 г. – Навои (Узбекистан), 2018. -С.476-477.
147. Журакулов А.Р., Музафаров А.М., Аллаберганова Г.М., Ходжаева Н.Т., Камолова Д.Ш. Исследование поведения радона в различных техногенных объектах. //«Современные проблемы и перспективы химии и химико-металлургического производства»: Тезисы докладов республиканской научно-технической конференции 22 ноября 2018 года. - Навои (Узбекистан), 2018. – С.124-125.
148. Журакулов А.Р., Музафаров А.М. Особенности поведения радона в различных природных и техногенных объектах. //«Современные проблемы и перспективы химии и химико-металлургического производства»: Тезисы докладов республиканской научно-технической конференции 22 ноября 2018 года. - Навои (Узбекистан), 2018. –С.144-145.
149. Аллаберганова Г.М., Урунов И.А., Музафаров А.М., Журакулов А.Р. Оценка технологии доизвлечения природных ресурсов и методы их

рационального использования под техногенным влиянием горно-металлургических производств. //“Современные проблемы и инновационные технологии решения вопросов переработки техногенных месторождений Алмалыкского ГМК”: материалы Международной научно-практической конференции 18-19 апреля 2019г. – Алмалык (Узбекистан), 2019. – С.85-86.

150. Juraqulov A.R., Kurbanov B.I., Muzafarov A.M., Allaberganova G.M. Assessment of the Features of the Behavior of Radon in Man-Made Objects. // Abstracts of the Ninth International Conference “Modern Problems of Nuclear physics and Nuclear Technologies” 24-27 September 2019. – Tashkent (Uzbekistan), 2019. - pp. 317-318.

ШАРТЛИ БЕЛГИЛАР ВА АТАМАЛАР РҮЙХАТИ

НКМК – Навоий кон-металлургия комбинати

ЭМХА – эквивалент мувозанатли хажмий активлик

Эксп.ДК – экспозицион доза қуввати

Экв.ДК – эквивалент доза қуввати

ЭХМ – Электрон ҳисоблаш машинаси

ҲА – Хажмий активлик

РЭМХА – радоннинг эквивалент мувозанатли хажмий активлиги

УЯАН – узок яшовчи альфа-нуклиидлар

ГМЗ-1 – Гидрометаллургия заводи

ШКБ – Шимолий Кон Бошқармаси

ЖКБ – Жанубий кон бошқармаси

КБ – кон бошқармаси

ЎСГ – ўта соф германий

ТРН – табиий радионуклиидлар

РЕХ – Радоннинг емирилиш ҳосилалари

РОЗ – Радон оқим зичлиги

МЕҚИҚ – махсулдор эритмани қайта ишлаш қурулмаси

ГТУ – геотехнолог участкаси

ШМ – шахта майдони

МФХЛ – марказий физик-кимёвий лабораторияси

ФКЛ – физик-кимёвий лабораторияси (марказий)

МСҚ – махаллий сорбциялаш қурулмаси

ГТК – геотехнологик кон

УЖКБ -уй-жой коммунал бошқармаси