

**ЯДРО ФИЗИКАСИ ИНСТИТУТИ, АСТРОНОМИЯ ИНСТИТУТИ,
ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ
ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.27.06.2017.ФМ/Т.33.01 РАҚАМЛИ
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ЯДРО ФИЗИКАСИ ИНСТИТУТИ

ИСМАТОВ НОРМАМАТ БЕКНАЗАРОВИЧ

**РАДИАЦИЯВИЙ ТЕХНОЛОГИК КОМПЛЕКСИ БАЗАСИДА
ТИББИЁТ, ПОЛИМЕР МАҲСУЛОТЛАРИ ВА ФАРМАЦЕВТИКА
ПРЕПАРАТЛАРИ ХОМ-АШЁЛАРИГА ИШЛОВ БЕРИШ
ТЕХНОЛОГИЯЛАРИНИ ЯРАТИШ**

01.04.01 – Экспериментал физиканинг асбоблари ва услублари

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

Тошкент – 2018

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси
автореферати мундарижаси**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по
техническим наукам**

**Content of the dissertation abstract of the doctor of philosophy (PhD) on
technical sciences**

Исматов Нормамат Бекназарович

Радиациявий технологик комплекси базасида тиббиёт, полимер маҳсулотлари ва фармацевтика препаратлари хом-ашёларига ишлов бериш технологияларини яратиш 3

Исматов Нормамат Бекназарович

Разработка технологий обработки медицинских, полимерных изделий и сырья фармацевтических препаратов на базе радиационно-технологического комплекса..... 23

Ismatov Normamat Beknazarovich

Development of technologies for treatment of medical, polymeric products and raw pharmaceutical preparations based on the radiation-technological complex..... 43

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works..... 50

**ЯДРО ФИЗИКАСИ ИНСТИТУТИ, АСТРОНОМИЯ ИНСТИТУТИ,
ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ
ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.27.06.2017.FM/Т.33.01 РАҚАМЛИ
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ЯДРО ФИЗИКАСИ ИНСТИТУТИ

ИСМАТОВ НОРМАМАТ БЕКНАЗАРОВИЧ

**РАДИАЦИЯВИЙ ТЕХНОЛОГИК КОМПЛЕКСИ БАЗАСИДА
ТИББИЁТ, ПОЛИМЕР МАҲСУЛОТЛАРИГА ВА ФАРМАЦЕВТИКА
ПРЕПАРАТЛАРИ ХОМ-АШЁЛАРИГА ИШЛОВ БЕРИШ
ТЕХНОЛОГИЯЛАРИНИ ЯРАТИШ**

01.04.01 – Экспериментал физиканинг асбоблари ва услублари

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

Тошкент – 2018

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2018.4.PhD/Т967 рақам билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертацияси Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси Ядро физикаси институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида (www.inp.uz) ва «Ziyonet» Ахборот-таълим порталида (www.ziyonet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар: **Ташметов Маннаб Юсупович**
физика-математика фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар: **Рахматов Аҳмад Зайнидинович**
техника фанлари доктори, профессор

Абдуллаева Гаяна Артоевна
техника фанлари номзоди

Етакчи ташкилот: **Самарқанд давлат университети**

Диссертация ҳимояси Ядро физикаси институти, Астрономия институти, Ўзбекистон Миллий университети ҳузуридаги DSc.27.06.2017.FM/Т.33.01 рақамли Илмий кенгаш асосида тузилган Бир марталик илмий кенгашнинг 2018 йил _____ соат _____ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100174, Тошкент шаҳри, Улуғбек кўрғони, Ядро физикаси институти. Тел. (+99871) 289-31-18; факс (+99871) 289-36-65; e-mail: info@inp.uz).

Диссертация билан Ядро физикаси институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (_____ рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100214, Тошкент шаҳри, Улуғбек кўрғони, ЯФИ. Тел. (+99871) 289-31-19).

Диссертация автореферати 2018 йил « _____ » _____ куни тарқатилди.
(2018 йил “ _____ ” _____ даги _____ рақамли реестр баённомаси)

С.В.Артемов
Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш раиси ўринбосари,
ф.-м.ф.д., катта илмий ходим

Э.М. Турсунов
Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш илмий котиби ф.-м.ф.д., катта илмий ходим

И. Нуриддинов
Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш ҳузуридаги Илмий семинар раиси
ф.-м.ф.д., профессор

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Бугунги кунда дунё микёсида тиббиёт технологиясининг ва фармакологиянинг жадал суръатлар билан ривожланиб бораётганлиги тиббиёт буюмларининг ва фармацевтика препаратлари хом-ашёларининг юқори даражада зарарсизлантирилишини (стерилизациялашни) талаб этмоқда. Полимерлардан тайёрланадиган буюмларнинг саноат соҳаларида кенг қўлланиши эса тайёр маҳсулотларнинг янги сифат ва хоссаларга эга бўлишини талаб қилмоқда. Буюм ва маҳсулотларни зарарсизлантирилиш бўйича ортиб бораётган эҳтиёжни қондириш ва полимерлардан тайёрланадиган буюмларнинг хусусиятларини яхшилаш ҳамда уларга янги хоссалар бериш мақсадида ишлов беришда радиациявий технологик мажмуаларнинг асосий қисми бўлган электрон тезлатгичлардан фойдаланилади.

Жаҳонда таркибида электрон тезлатгичлари, уларнинг транспортер тизимлари ҳамда ходимларнинг хавфсизлигини ва буюмларга сифатли ишлов беришни таъминлайдиган махсус хоналари мавжуд бўлган радиациявий технологик мажмуаларни яратишга бағишланган илмий-тадқиқот ишларига алоҳида эътибор қаратилмоқда. Шунинг учун электронлар тезлатгичи асосида универсал ва самарадорлиги юқори бўлган радиациявий мажмуаларни ишлаб чиқиш, яратиш ва ишлаб чиқаришга жорий этиш устувор вазифа ҳисобланади. Электронлар тезлатгичи базасида кўплаб радиациявий мажмуалар ишлаб чиқилган ва яратилган. Ушбу яратилган мажмуалар тиббиёт буюмларини ва фармацевтика препаратлари хом-ашёларини зарарсизлантириш ёки полимер буюмларни радиациявий модификация қилиш каби муайян турдаги масалаларни ечишга мўлжалланган. Кўпгина буюмларга ва материалларга радиациявий ишлов бериш технологиялари мавжуд бўлса-да, лекин улар муайян радиациявий технологик мажмуанинг характеристикаларини ҳамда ишлов бериладиган буюмларнинг дастлабки ифлосланганлик даражасига ва ҳолатига боғлиқ тарзда ишлаб чиқилган.

Мамлакатимизда тиббиёт буюмлари ва дори воситалари ишлаб чиқарувчи 150 дан ортиқ корхона бўлиб, улар фаолиятида 2000 дан ортиқ турдаги буюм ва фармацевтика препаратларини ишлаб чиқармоқда. Ишлаб чиқарилаётган ушбу буюмларнинг аксарият қисми юқори даражада ва саноат кўламида зарарсизлантиришни талаб этади. Шўртан газ-кимё мажмуасида ишлаб чиқарилаётган полимер ва полимердан тайёрланадиган маҳсулотларнинг сифатини ва хоссаларини яхшилаш эса уларнинг қўлланилиш соҳаларини кенгайтиришга имкон беради. Шунинг учун радиациявий технологик мажмуа яратилиши ва унда турли буюмларга ишлов бериш усулларини ишлаб чиқилиши долзарб бўлиб, импорт ҳажмини камайтиради ва Республикамиз эҳтиёжларини қисман қондиради. Республикамизда тиббиёт буюмларини, фармацевтика препаратлари хом-ашёларини зарарсизлантириш ва полимерлардан тайёрланадиган

буюмларнинг хоссаларини яхшилашга, сифатли ва сарф-ҳаражати кам бўлишига қаратилган тадқиқотларга алоҳида аҳамият берилмоқда. Ўзбекистон Республикасини 2017–2021 йилларда янада ривожлантиришининг бешта устувор йўналишлари бўйича Ҳаракатлар стратегияси¹ дастурига мувофиқ тарзда, тиббиёт буюмлари ва фармацевтика препаратлари хом-ашёларини радиацияни қўллаб зарарсизлантириш ҳамда полимерлардан тайёрланадиган буюмлар хоссаларини яхшилаш усулларини ишлаб чиқиш ва татбиқ қилиш вазифалари белгилаб берилган.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон “Ўзбекистон Республикасини 2017–2021 йилларда янада ривожлантиришнинг Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги Фармони, 2018 йил 27 апрелдаги ПҚ-3682-сон “Инновацион ғоялар, технологиялар ва лойиҳаларни амалий жорий қилиш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги, 2018 йил 7 майдаги ПҚ-3698-сон “Иқтисодиёт тармоқлари ва соҳаларига инновацияларни жорий этиш механизмларини такомиллаштириш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги қарорлари ҳамда ушбу соҳадаги бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республикада фан ва технологияларни ривожлантиришнинг VI. “Тиббиёт ва фармакология” ҳамда VII. “Кимё технологиялари ва нанотехнологиялар” устувор йўналишлари доирасида бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Тиббиёт буюмларини радиациявий зарарсизлантириш ҳамда полимер материаллари ва буюмларига радиациявий ишлов бериш бўйича илмий-амалий муаммоларни ечиш учун электронлар тезлатгичи базасида радиациявий технологик мажмуалар ишлаб чиқишда дунёнинг кўплаб олимлари, жумладан: россиялик (В.Л. Ауслендер, А.А. Брызгин, М.В. Коробейников, А.А. Завадцев, И.В. Радченко, Л.А. Воронин, Э.А. Мирочник, В.М. Пироженко, М.Ф. Ворогушин, А.П. Строкач, О.Г. Филатов, Ю.Н. Гавриш, С.В. Будник, Н.В. Завьялов, И.А. Иванин), хитойлик (L. Najie, Z. Mingsheng), польшаллик (Z. Zimek, I.M. Kaluska), америкалик (C.S. Nunan, M.R. Cleland, R.W. Hamm), англиялик (G. Burt), ҳиндистонлик (D. Kanjilal), япониялик (K. Takayama, S. Igarashi) ва бошқа мутахассислар катта ҳажмдаги ишларни олиб борган. Бу ишларнинг барчасида тиббиёт буюмларни зарарсизлантириш, фармацевтика препаратлари хом-ашёларини зарарсизлантириш ва полимерларни радиациявий модификациялаш каби муайян турдаги масалаларни ҳал қилишга қаратилган радиациявий технологик мажмуалар ишлаб чиқишга бағишланган.

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги № ПФ-4947 сон Фармони «2017–2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича Ҳаракатлар стратегияси»

Ўзбекистонлик олимлар (М.Ю. Ташметов, Б.С. Юлдашев, Ш.Махкамов) Ядро физикаси институтининг гамма қурилмасида тиббиёт буюмларини ва фармацевтика препаратлари хом-ашёларини радиациявий зарарсизлантириш ҳамда материаллар сифатининг яхшиланишини таъминловчи радиациявий ишлов бериш йўналишидаги илмий-амалий муаммоларни ҳал қилишда салмоқли ҳисса қўшишган. Аммо бугунга қадар тиббиёт буюмлари, фармацевтика препаратлари хом-ашёлари ва полимер буюмларига муайян радиациявий технологик мажмуаларнинг параметрларини ҳисобга олган ҳолда яратилган технологиялар асосида радиациявий ишлов берилган.

Шу боис ҳар бир буюм ва маҳсулот учун радиациявий зарарсизлантириш технологиясини муайян радиациявий технологик мажмуанинг характеристикалари ва имкониятларидан келиб чиққан ҳолда ишлаб чиқиш зарур. Радиациявий технологик мажмуа эса электронлар тезлатгичининг параметрлари ва ҳар бир мамлакатнинг меъёрий ҳужжатлари асосида яратилади.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси Ядро физикаси институтининг А10-ФА-Ф130 “Электроника У003” электрон тезлаткич базасида тиббиёт маҳсулотлари ва фармацевтика препаратларини узлуксиз радиациявий зарарсизлантириш технологияларини яратиш” (2012-2014), ФА-А12-Ф008 “Электроника У003” электрон тезлатгичи базасида полимер маҳсулотларини иссиқлик таъсирида кичраювчи радиациявий чоклаш технологиясини яратиш” (2015-2017), И2-ФА-Ф010 “Тиббиёт маҳсулотларини ва фармацевтика препаратлари хом-ашёларини ишлаб чиқариш шароитида радиациявий зарарсизлантириш технологиясини ўзлаштириш” (2016-2017) илмий-тадқиқот лойиҳалари доирасида бажарилди.

Тадқиқотнинг мақсади “Электроника У003” электронлар тезлатгичи базасида радиациявий технологик мажмуа яратиш ва тиббиёт буюмларини ҳамда фармацевтика препаратлари хом-ашёларини радиациявий зарарсизлантиришнинг, шунингдек, полимер буюмларини чоклашнинг радиациявий усулларини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

буюмларни нурлантириш зонасига киритиш ва нурлантириш зонасидан чиқариш учун конвейер типидagi транспортёр тизимини яратиш;

ишлов бериладиган буюмларни юқори даражада биржинсли нурлантиришни таъминлайдиган карусель типидagi мослама ва найча шаклидаги полимер буюмларга радиациявий ишлов бериш учун осма конвейер линиясини ишлаб чиқиш ва тайёрлаш;

транспортёр тизимни ва осма конвейер линиясини автоматлаштирилган ҳолда масофадан бошқариш учун бошқарув пультаини ишлаб чиқиш ва яратиш;

жарроҳлик тикиш материалларини, табиий латекс тиббиёт қўлқопларини ва ногўқима материалдан тайёрланган бир марталик жарроҳлик тўпламларини радиациявий зарарсизлантириш усулини ишлаб чиқиш;

фармацевтика препаратлари хом-ашёларини – крахмал ва седоник седатив воситасини радиациявий зарарсизлантириш усулини ишлаб чиқиш;

полимер буюмларига ва материалларига иссиқликдан кичрайиш хоссасини берувчи радиациявий чоклаш усулини ишлаб чиқиш;

саноат миқёсида буюмларга ва материалларга радиациявий ишлов беришни ташкил этиш.

Тадқиқотнинг объекти “Электроника У003” электронлар тезлатгичи базасида радиациявий технологик мажмуа, бир марта ишлатилувчи тиббиёт буюмлари, фармацевтика препаратлари хом-ашёлари, полимер материаллар ва буюмлардан иборат.

Тадқиқотнинг предмети тезлаштирилган электронлар дастасининг характеристикалари, зарарсизлантирилаётган буюмларнинг микробиологик таҳлили ва материалларнинг физика-механикавий хоссалари ҳамда объектларни биржинсли нурлантириш усуллари ҳисобланади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида электронлар тезлатгичини аттестация қилиш усули, электронлар энергиясини аниқлаш, ютилган дозани аниқлаш, материаллар ва буюмлар мустаҳкамлигини текшириш, найча шаклидаги полимер буюмларнинг диаметрини ошириш, тезлаштирилган электронлар оқимида зичлик тақсимотини аниқлаш усулларида фойдаланилди.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

“Электроника У-003” русумли электрон тезлатгичи базасида маҳсулотларни нотекистик коэффициентининг 1.2 қийматигача бир жинсли нурлантиришни таъминловчи кўп функцияли карусель мосламаси ва полимер найларига радиациявий ишлов берувчи осма конвейер линияси мавжуд бўлган радиациявий технологик мажмуа ишлаб чиқилган;

кетгут ва ипак толали жарроҳлик тикиш ипларини энергияси 3÷7 МэВ ва даста токининг зичлиги 50 нА/см² дан 160 нА/см² гача бўлган тезлаштирилган электронлар билан радиациявий зарарсизлантиришнинг самардорлиги юқори бўлган янги усули ишлаб чиқилган;

фармацевтика препаратлари хом-ашёси ҳисобланган крахмални даста токининг зичлиги 80 нА/см² гача бўлган ва седатив восита седоникни даста токининг зичлиги 50 нА/см² гача бўлган 3÷5 МэВ энергияли тезлаштирилган электронлар билан радиациявий зарарсизлантириш усули ишлаб чиқилган;

тезлаштирилган электронлар билан 30÷50 кГр ютилган дозада нурлантирилган изоляцияловчи поливинилхлорид найчаларнинг механик мустаҳкамлигини ошишига (~17 % га) олиб келувчи полимерларини радиациявий чоклаш усули ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

бир марталик табиий латекс тиббиёт қўлқопларни транспорт қутисига жойлаштириш схемаси ва уларни радиациявий зарарсизлантириш усули ишлаб чиқилган;

нотўқима материалдан тайёрланган бир марталик жарроҳлик тўпламлари материалларининг максимал рухсат этилган зарарсизлантириш дозаларини аниқлашга имкон берувчи узилиш юкламасининг ва эластиклик модулининг ютилган дозага чизиқли боғлиқлиги аниқланган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги замонавий юқори аниқликдаги асбоб-ускуналарнинг қўлланиши билан таъминланган, электронлар тезлатгичи характеристикаларини текширишда аттестация қилиш усули қўлланилган ҳамда материаллар ва буюмларга радиациявий ишлов беришда давлат қиёслашидан ўтказилган асбоб-ускуналардан фойдаланилгани билан тасдиқланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти шундан иборатки, транспортер тизимдан фойдаланган ҳолда тиббиёт буюмларига, фармацевтика препаратлари хом-ашёларига ва осма конвейердан фойдаланган ҳолда полимер найчаларига радиациявий ишлов бериш имконини берувчи радиациявий технологик мажмуа ишлаб чиқилди ва яратилди. Шу билан бирга кетгут ва ипак толали жарроҳлик тикиш ипларини, нотўқима материалдан тайёрланган бир марталик жарроҳлик тўпламларини ва фармацевтика препаратлари хом-ашёларини зарарсизлантиришнинг ва полимер найчаларни радиациявий чоклашнинг самарадорлиги юқори бўлган радиациявий усуллари яратилди, шунингдек ушбу усуллар билан радиациявий ишлов берилган маҳсулотларнинг сифат кўрсаткичларини ва хусусиятларини меъерий ҳужжатларга мослиги таъминланди.

Натижаларнинг амалий аҳамияти шундаки, диссертация ишини бажариш жараёнида амалга оширилган тадқиқот натижалари буюм ва материалларга иқтисодий харажатларни камайтирган ва радиациявий хавфсизликни таъминлаган ҳолда саноат миқёсида сифатли радиациявий ишлов беришидадир.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. “Электроника У003” электронлар тезлатгичи базасида радиациявий технологик мажмуа яратиш бўйича олинган натижалар:

“Электроника У-003” русумли электрон тезлатгичи асосида ишлаб чиқилган кўп вазифали радиациявий технологик мажмуа даста токининг зичлигини, электронлар энергиясини ва транспортер тизимнинг ҳамда осма конвейер линиясининг тезлигини ҳисобга олган ҳолда саноат миқёсида буюм ва материалларни зарарсизлантириш (ишлов бериш) усулларини ишлаб чиқиш учун қўлланилган (Ўзбекистон Республикаси Фанлар академиясининг 2018 йил 8 ноябрдаги 2/1255-2952-сон маълумотномаси). Радиациявий технологик мажмуадан фойдаланиш турли ташкилотлар билан Ядро физикаси институти ўртасида тиббиёт маҳсулотлари ва фармацевтика препаратлари хом-ашёларини зарарсизлантириш ҳамда полимер буюмларига радиациявий ишлов бериш бўйича бажарилаётган хўжалик шартномалари доирасидаги хизмат турларининг ошишига олиб келган;

тиббиёт буюмларини (жарроҳлик тикиш иплари, тиббиёт қўлқоплари, нотўқима материалдан тайёрланган жарроҳлик тўпламлари) радиациявий

зарарсизлантиришнинг ишлаб чиқилган усуллари Ядро физикаси институтида бир марталик тиббиёт буюмларини зарарсизлантириш учун қўлланилган (Ўзбекистон Республикаси Фанлар академиясининг 2018 йил 8 ноябрдаги 2/1255-2952-сон маълумотномаси). Ишлаб чиқилган усулларнинг қўлланилиши микробиологик тозаликни меъёрий ҳужжатларда кўрсатилган даражага етказиш ва “Электроника У003” электронлар тезлатгичида кўрсатилаётган хизматлар турини кенгайтириш ҳамда хўжалик шартномалари бўйича бажариладиган ишлар ҳажмини йилига 1 миллиард сўмга етказиш имконини берган;

крахмал ва седатив восита седоникни радиациявий зарарсизлантиришнинг ишлаб чиқилган усуллари Ядро физикаси институтида фармацевтика препаратлари хом-ашёларини зарарсизлантиришда қўлланилган (Ўзбекистон Республикаси Фанлар академиясининг 2018 йил 8 ноябрдаги 2/1255-2952-сон маълумотномаси). Ишлаб чиқилган усулларнинг қўлланилиши фармацевтика препаратлари хом-ашёларининг дориворлик хоссаларини сақлаган ҳолда зарарсизлантириш бўйича бажариладиган хўжалик шартнома ишларининг ҳажмини йилига 100 миллион сўмга етказиш имконини берган;

полимер материалларни радиациявий чоклаш бўйича яратилган усул Ядро физикаси институтида полимер буюмларига ва материалларига янги сифат ҳамда фойдаланиш хоссаларини бериш учун қўлланилган (Ўзбекистон Республикаси Фанлар академиясининг 2018 йил 8 ноябрдаги 2/1255-2952-сон маълумотномаси). Ишлаб чиқилган усуллар “Электроника У003” электронлар тезлатгичида кўрсатилаётган хизматлар турини кенгайтиришга имкон берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 8 та халқаро ва 9 республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 24 та илмий иш эълон қилинди, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг фалсафа доктори (PhD) диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 5 та мақола, шулардан 3 таси хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, учта боб, хулоса, адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 118 бетни ташкил этади.

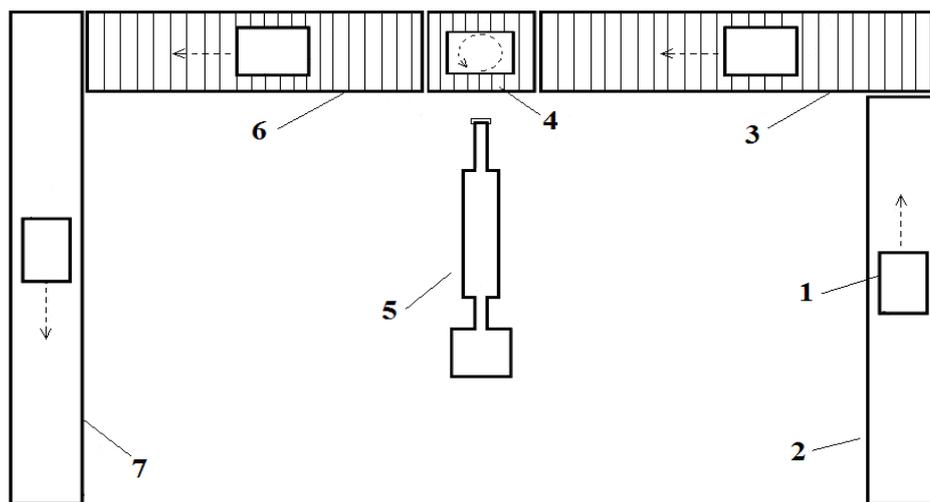
ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида олиб борилган тадқиқотнинг долзарблиги ва унга бўлган талаб, тадқиқот мақсади ва вазифалари асосланади, тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига боғлиқлиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот натижаларининг амалиётда қўлланилиши,

нашр қилинган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **“Радиациявий мажмуалар ва технологиялар”**, деб номланган биринчи бобида тиббиёт буюмларини, фармацевтика препаратлари хом-ашёларини зарарсизлантиришнинг мавжуд усуллари ҳамда технологиялари ва полимер буюмлар ва материалларни чоклашнинг мавжуд технологиялари бўйича адабиётлар шарҳи келтирилган. Тиббиёт буюмларини, фармацевтика препаратлари хом-ашёларини зарарсизлантиришнинг мавжуд кимёвий, иссиқлик ва радиациявий усулларнинг афзалликлари ва камчиликлари таҳлил қилинган. Электрон тезлатгичлар тиббиёт буюмларини, фармацевтика препаратлари хом-ашёларини зарарсизлантириш, шунингдек, полимер материалларини чоклашни ташкиллаштириш учун универсал қурилма эканлиги асосланган. Адабиётдаги маълумотлар таҳлиliga асосланган ҳолда тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари аниқланди.

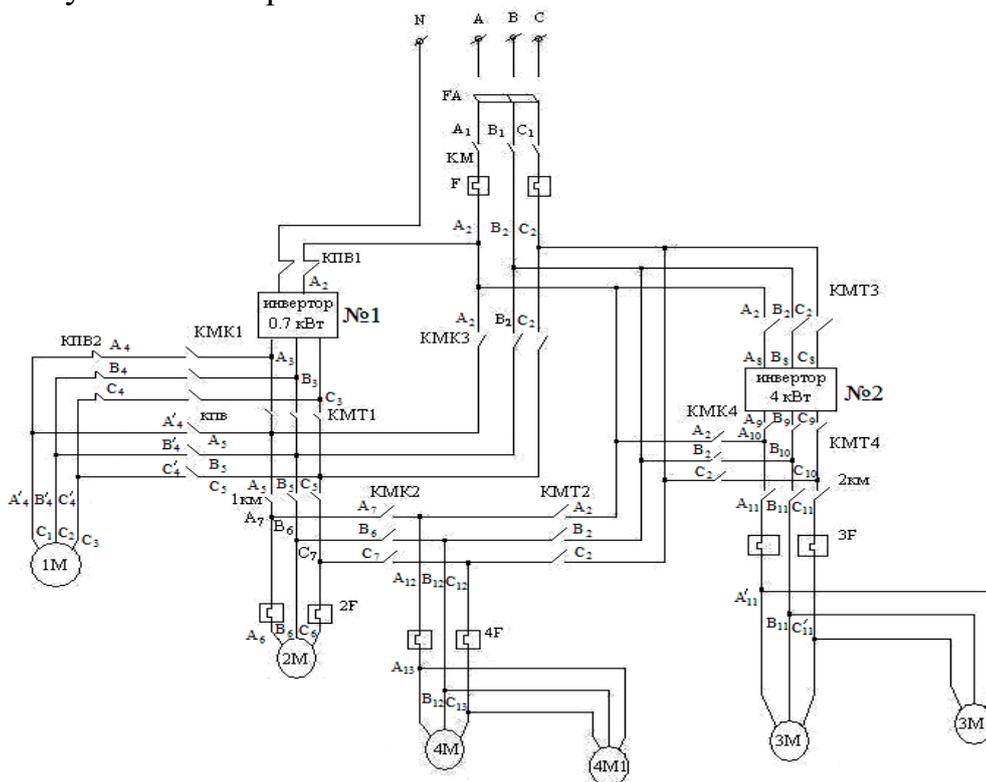
Диссертациянинг **«“Электроника У-003” электрон тезлатгичи базасидаги радиациявий технологик мажмуа»**, деб номланган иккинчи боби материал ва буюмларни бир жинсли нурлантириш учун мўлжалланган икки турдаги конвейер тизимни ўз ичига олган **“Электроника У-003”** электрон тезлатгичи базасидаги радиациявий технологик мажмуани яратишга бағишланган. **“Электроника У-003”** электрон тезлатгичи базасидаги радиациявий технологик мажмуасида намуна ва маҳсулотларни нурлантириш зонасига етказувчи ва нурлантириш зонасидан олиб чиқувчи конвейер типидagi транспортёр тизим кўзда тутилган. Транспортёр тизим тасмали ва занжирли конвейерлардан, шунингдек, карусель мосламасидан ташкил топган. 1-расмда транспортёр тизимнинг принципиал шартли тасвири келтирилган.



1 – нурлантирилувчи объект-транспорт тараси; 2 – маҳсулотларни нурлантириш зонасига олиб кирувчи тасмали конвейер; 3 – маҳсулотларни нурлантириш зонасига олиб кирувчи занжирли конвейер; 4 – карусель мосламаси; 5 – электрон тезлатгич; 6 – маҳсулотларни нурлантириш зонасидан олиб чиқувчи занжирли конвейер; 7 – маҳсулотларни нурлантириш зонасидан олиб чиқувчи тасмали конвейер.

1 - расм. Транспортёр тизимнинг принципиал шартли тасвири (юқоридан кўриниши)

2 – расмда транспортер тизимининг принципиал электр схемасининг кучли ток бўлими келтирилган.



2 - расм. Транспортер тизимни принципиал электр схемасининг кучли ток бўлими

Транспортер тизими принципиал электр схемасининг кучли ток бўлими маҳсулотни нурлантириш зонасига олиб кировчи конвейер, маҳсулотни нурлантириш зонасидан олиб чиқувчи конвейер, карусель мосламасининг юклаш-юкни чиқарувчи ва карусель мосламасини айланишини таъминловчи механизмлардан иборат. Шунингдек, конвейерларни ҳаракатланиш ва карусель мосламасини айланиш тезлигини ўзгартирувчи иккита инвертордан ташкил топган. Кучли ток бўлим бошқариш блоки орқали бошқарилади.

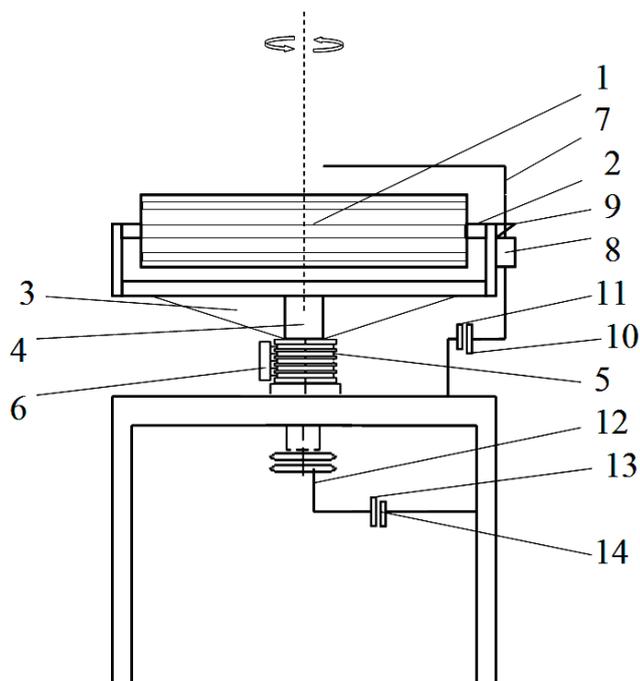
Карусель мосламаси нурлантириладиган материал ва буюмларни электронлар дастаси зонасида илгариланма ва айланма ҳаракатлантириб, бир жинсли ва самарали радиациявий ишлов берилишини таъминлаган ҳолда узлуксиз радиациявий ишлов берилишга имкон беради. Нурлантириладиган материалларнинг турличалигини ҳисобга олган карусель мосламаси горизонтал ҳаракатланиш тезлиги, айланиш тезлиги ва айланишлар сонини бошқариш имконияти туфайли ҳар хил функцияларни бажаради.

Карусель мосламаси қуйидаги режимларда ишлайди:

1. Маҳсулот ҳаракатининг чизиқли тезлигини бошқарган ҳолда радиациявий ишлов бериш режими. Бу режимда кичик дозадаги нурланиш талаб этиладиган маҳсулотлар доимий тезлик билан айланишсиз илгариланма ҳаракатлантирилади.

2. Карусель мосламасининг айланишлар сонини ҳисобга олган ҳолда маҳсулотни ўзининг вертикал ўқи атрофида айлантириш йўли билан

радиациявий ишлов бериш режими. Бу режимда маҳсулотлар тезлаштирилган электронлар дастаси таъсирида иссиқликдан зарарланмаслиги ва транспорт кутисиниг ҳажми бўйича бир текис нурланиш дозаси олиши учун карусель мосламасида (3-расм) айлантириш орқали нурлантирилади. Бунда электронлар дастаси фақат карусель мосламаси айланган вақтида таъсир этади, яъни электронлар дастасини бошқариш схемаси карусель мосламанинг айланиш схемаси билан боғланган.



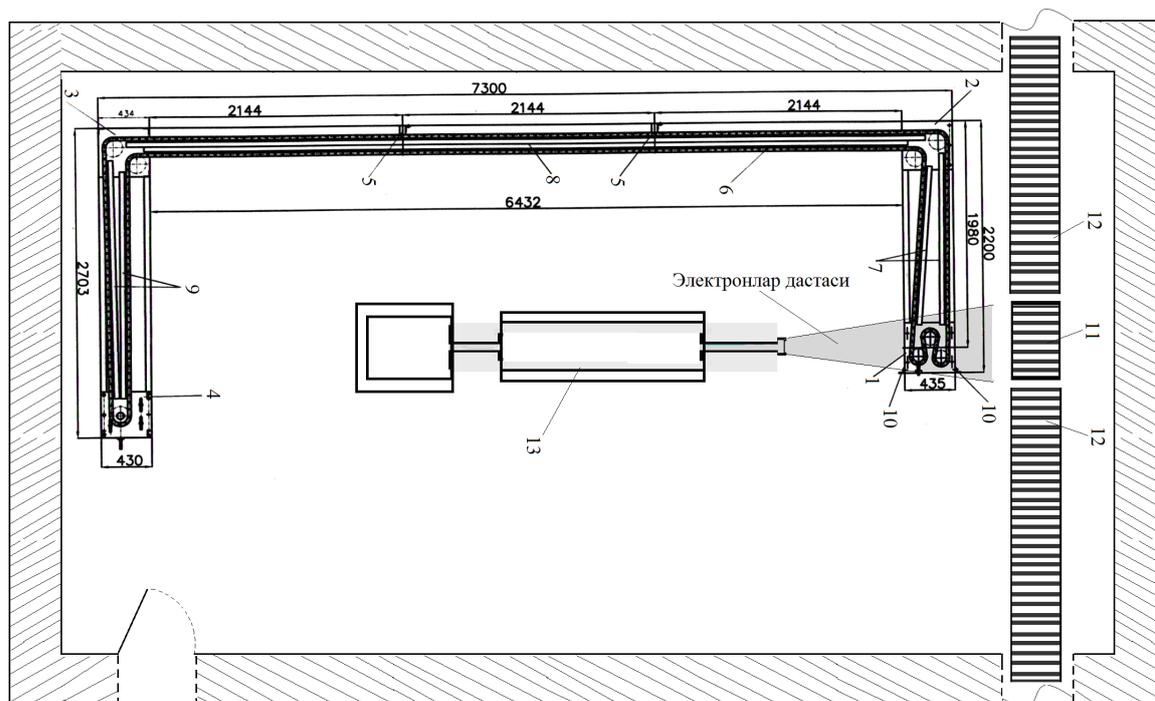
1 – юкловчи-юкни чиқарувчи занжирли конвейер, 2 – карусель мосламаси столи, 3 – диск, 4 – вал, 5 – ток контактли халқалар, 6 – графит чўткалар, 7 – бурувчи стержень, 8 – втулка, 9 – пружина, 10 – доимий магнит, 11 – герметик контакт (геркон), 12 – пластина, 13 – доимий магнит, 14 – герметик контакт.

3 - расм. Карусель мосламасининг умумий шартли тасвири

3. Ютилган дозани ҳисобга олган ҳолда маҳсулотни карусель мосламасида айлантириш йўли билан радиациявий ишлов бериш. Ушбу режим катта миқдордаги ютилган дозани талаб этувчи маҳсулотларни юқори зичликдаги электронлар оқими (0.16 мкА/см^2) билан ишлов беришга мўлжалланган. Ишлов бериш жараёни нурлантириш вақтида объект сиртига тушаётган электронлар оқимини бошқариш билан амалга оширилади.

4. Стационар режимда радиациявий ишлов бериш. Бу режимда нурлантириладиган маҳсулотлар карусель мосламасининг столига жойлаштирилади ва вертикал ўқ атрофида берилган миқдордаги айланишлар сонига қадар айлантирилади.

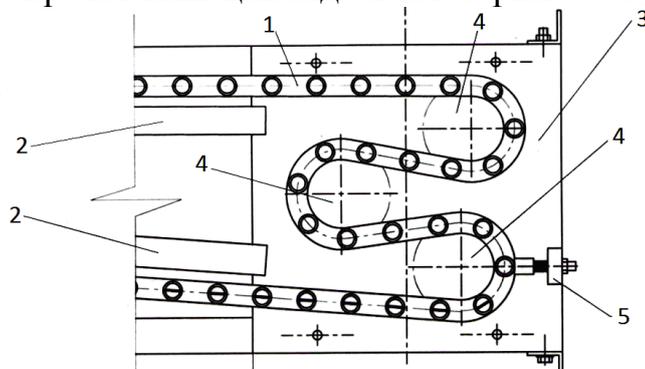
Тезлаштирилган электронлар дастасининг характеристикаларини, нурлантириш залининг ўлчамларини ҳисобга олган ҳолда ва электронлар дастасидан самарали фойдаланиш нуктаи назаридан қалин деворли полимер найчаларига радиациявий ишлов беришга мўлжалланган осма конвейер линияси ишлаб чиқилди ва ўрнатилди (4-расм).



1 – фаол қисм (бажарувчи механизм); 2, 3 – бурувчи механизм, 4 – ҳаракатлантирувчи механизм; 5 – тиргак; 6 – конвейер тизимининг занжири 7, 8, 9, 10 – кўмаклашувчи мослама; 11 – транспортер тизимнинг карусель мосламаси; 12 – транспортер тизимнинг маҳсулотларни нурлантириш зонасига олиб кирувчи ва ундан олиб чикувчи занжирли конвейери; 13 – электрон тезлатгич.

4 - расм. Осма конвейер линиясининг тезлатгич залига жойлашиши схемаси (юқоридан кўриниши)

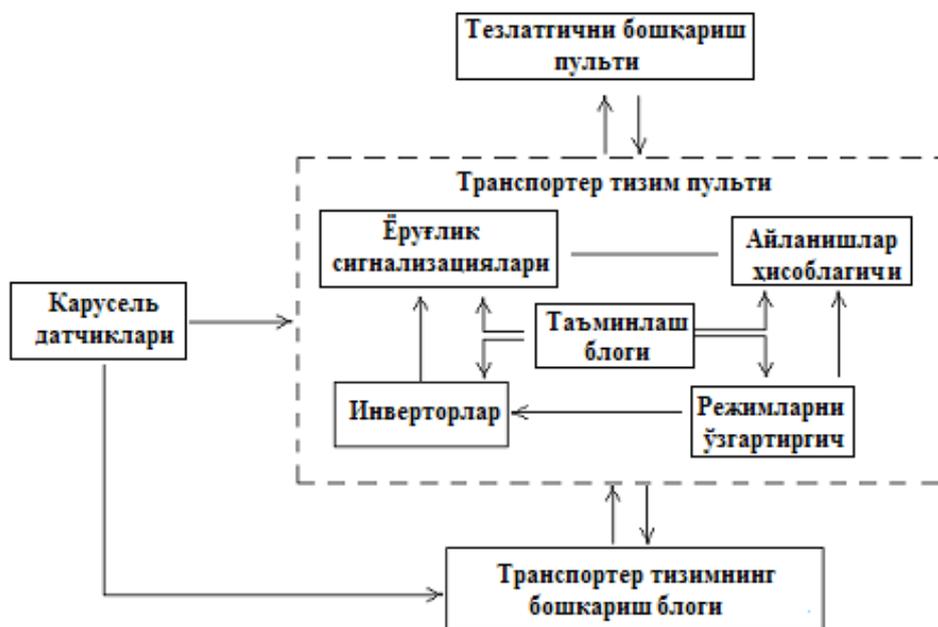
Осма конвейер линиясининг полимер найчаларни бир жинсли нурлантиришини таъминловчи бажарувчи механизми 5-расмда келтирилган. Бажарувчи механизмнинг шакли электронлар оқимидан самарали фойдаланиш имкониятини беради, яъни конвейернинг бир цикл ҳаракати давомида нурлантирилаётган полимер найчалар нурлантириш зонаси орқали 4 марта ўтади. Бу механизмда полимер найчаларни бир жинсли нурлантиришни таъминлаш учун бурувчи мослама кўзда тутилган бўлиб конвейернинг ҳар бир айланиш циклида найчаларни 90^0 га айлантиради.



1 – конвейер тизимининг занжири; 2 – кўмаклашувчи мослама; 3 – таглик; 4 – тортувчи; 5 – бурувчи қурилма.

5 - расм. Осма конвейер тизимнинг бажарувчи механизмнинг принцинал схемаси (юқоридан кўриниши)

Юклар-юкни чиқарувчи қурилмаларнинг асосий қисми транспортёр тизимнинг бошқарув пулти ҳисобланади. Транспортёр тизимнинг пулти карусель мосламасининг датчиклари, электрон тезлатгични бошқарув пулти ва транспортёр тизимнинг бошқарув блоки билан ўзаро боғланган (6-расм).



6 - расм. Транспортёр тизимнинг блок схемаси

Диссертациянинг «Тиббиёт буюмлари ва фармацевтика препаратлари хом-ашёларини радиациявий зарарсизлантириш, полимер маҳсулотларини радиациявий чоклаш», деб номланган учинчи бобида тиббиёт буюмлари ва фармацевтика препаратлари хом-ашёларини зарарсизлантиришнинг оптимал ва максимал рухсат этилган дозаларини аниқлаш келтирилган. Тиббиёт буюмлари, материаллари ва уларнинг қадоқларига тезлаштирилган электронларнинг таъсири ўрганилган. Тиббиёт буюмлари ва фармацевтика препаратлари хом-ашёларини саноат миқёсида зарарсизлантириш учун бир жинсли нурлантиришни таъминловчи транспорт қутисига жойлаштириш схемалари тақдим этилган.

Жарроҳлик тикиш ипларининг сифати асосан зарарсизлантирилганлик даражасига ва уларнинг мустаҳкамлигига кўра аниқланади. Шунинг учун жарроҳлик тикиш ипларининг радиациявий ишлов берилгандан кейин юқори микробиологик тозаллигига ва уларнинг мустаҳкамлигини, эластиклигини сақланишига эришиш муҳимдир. Ипак толали жарроҳлик тикиш ипи (шартли рақами №4, 420-520 мкм диаметрли) 7.2 кГр дан 32.2 кГр гача ютилган дозаларда тезлаштирилган электронлар билан нурлантирилди. Радиациявий ишлов берилган ипак ипларининг микробиологик таҳлили 20.0 кГр ва ундан юқори ютилган дозаларда зарарсизлантирилганлигини кўрсатди. Радиациявий ишлов берилган жарроҳлик ипак ипининг (420-520 мкм диаметрли) мустаҳкамлигини ва нисбий узайишини турли ютилган дозалардаги тадқиқот натижалари 1 - жадвалда келтирилган.

Турли хил ютилган дозаларда радиациявий ишлов берилган жарроҳлик ипак ипининг (диаметри 420-520 мкм) узилиш юкламаси ва нисбий узайиши

№	Ютилган доза, кГр	Максимал узилиш юкламаси, Н	Нисбий узайиш, %
1	Нурлантирилмаган	48	22
2	7.2	45	20
3	9.2	47	20
4	11.4	44	19
5	12.1	48	22
6	14.1	43	23
7	15.2	45	20
8	19.1	44	23
9	20.0	45	22
10	24.3	46	21
11	30.1	44	24
12	32.2	46	24

Ютилган дозанинг ошиши билан узилиш юкламаларининг камайиши ипларнинг деградацияси билан боғлиқдир.

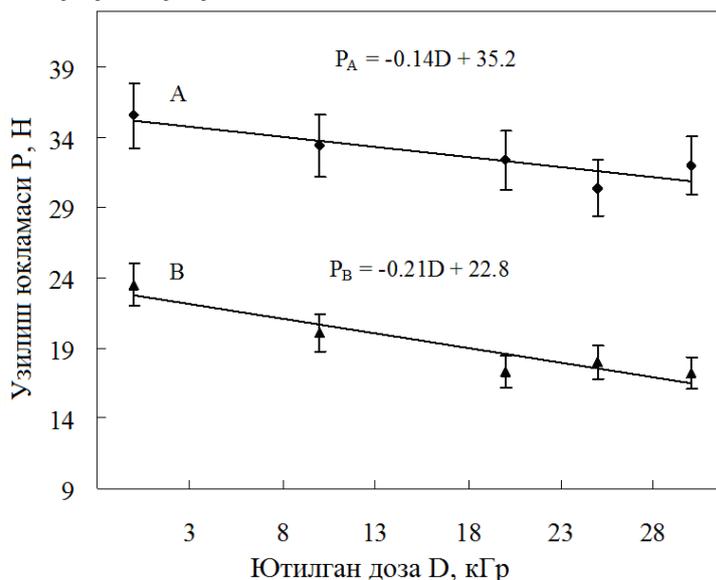
1-жадвалдан кўриниб турибдики, ипак жарроҳлик тикиш ипининг узилиш юкламаси радиациявий ишлов берилгандан кейин ~13 % гача камаяди, лекин бу қийматлар меъёрий хужжатларда талаб этилган қийматларга мос келади. Бу эса ипак жарроҳлик тикиш ипларини электронлар дастасидан фойдаланиб зарарсизлантириш имконияти мавжуд эканлигидан далолат беради. Шундай қилиб, 20 кГр ва ундан катта ютилган дозалар ипак жарроҳлик тикиш ипларини зарарсизлантириш дозаси ҳисобланади.

Кетгут жарроҳлик тикиш иплари (350-399 мкм диаметрли) намуналари энергияси 4 МэВ дан 7 МэВ гача, даста токининг зичлиги $0.05 \div 0.16$ мкА/см² интервалда бўлган тезлаштирилган электронлар билан радиациявий ишлов берилди. Зарарсизлантириш ва максимал рухсат этилган дозаларни аниқлаш учун кетгут иплари 10 кГр дан 30 кГр гача ютилган дозаларда нурлантирилди. Микробиологик таҳлиллар натижалари 25 кГр ва ундан катта ютилган дозалар кетгут жарроҳлик тикиш ипларининг зарарсизлантирилганлигини кўрсатди.

Турли ютилган дозаларда шартли рақами №2/0 (диаметри 350-399 мкм) бўлган кетгут жарроҳлик тикиш ипининг тугундаги мустаҳкамлиги тадқиқот натижалари 7-расмда келтирилган. Расмдан кўриниб турибдики, ютилган дозанинг ортиши билан деградация туфайли ипнинг мустаҳкамлиги камаяди.

Кетгут жарроҳлик тикиш ипи (350-399 мкм диаметрли) узилиш юкламасининг ютилган дозага боғлиқлиги қуйидаги чизиқли функция кўринишда аппроксимация қилинади (7-расм): $P_A = -0.14D + 35.2$ ип учун ва

$P_B = -0.21D + 22.8$ ип тугуни учун.

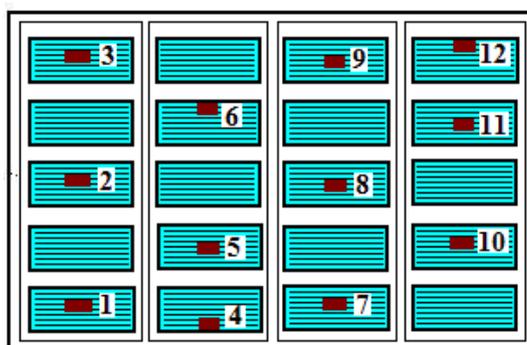


7 - расм. Кетгут жарроҳлик тикиш (шартли рақами 2/0) ипининг (А) ва ип тугундаги узилиш юкламасининг (В) ютилган дозага боғлиқлиги

Боғлиқлик графигидан кўриниб турибдики, ютилган дозанинг ошиши мустақкамликнинг камайишига олиб келади. Боғлиқлик формулалари кетгут ипи ва унинг тугуни мустақкамлиги учун қуйи ва юқори қийматларини ТШ 15344047-001 да рухсат этилган оғишлар билан аниқлаш ҳамда минимал ва максимал дозаларни танлаш имконини беради.

Шундай қилиб, кетгут жарроҳлик ипини зарарсизлантиришни таъминлаш учун 25 кГр ютилган доза оптимал доза ҳисобланади.

Кетгут жарроҳлик тикиш ипларини саноат миқёсида зарарсизлантириш усулини ишлаб чиқиш учун кетгут ипи транспорт қутисига кетгут индивидуал қадоғининг сиртига электронлар дастаси перпендикуляр тик тушадиган қилиб жойлаштирилди. Кетгут жарроҳлик тикиш ипларини ва радиоҳромли пленкали дозиметр детекторларини транспорт қутисига жойлаштириш схемаси 8- расмда келтирилган.



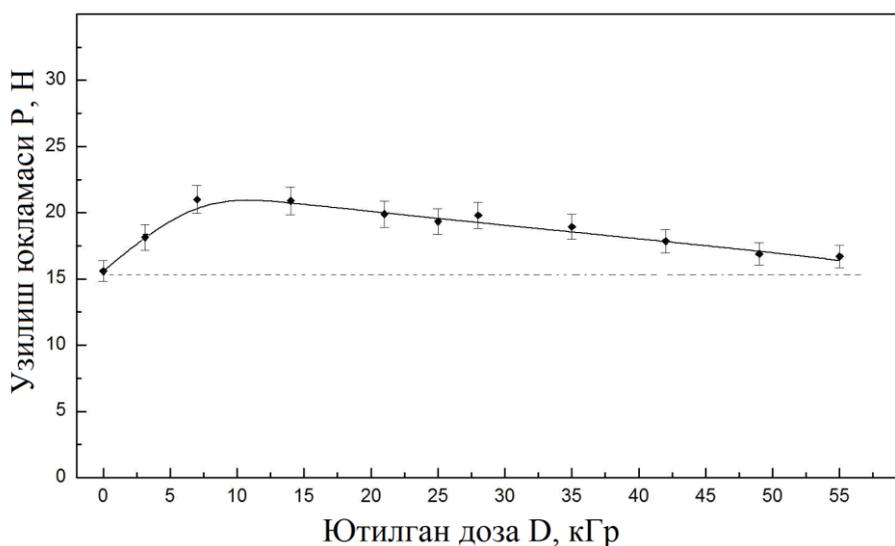
■ – индивидуал қадоқда 10 дондан кетгут жарроҳлик тикиш ипи;
 ■ – радиоҳромли пленкали дозиметр детектори.

8 - расм. Кетгут жарроҳлик тикиш ипларини ва дозиметр детекторларни транспорт қутисига жойлаштириш схемаси (юқоридан кўриниши)

Рақамлар (8-расм) билан радиоҳромли пленкали дозиметр детекторларнинг транспорт қутисидида назорат нукталарига жойлаштирилган ўрни кўрсатилган (ҳар хил қатламларда). Бундай жойлаштириш схемаси кетгут жарроҳлик тикиш ипларини транспорт қутисидида нотекислик коэффициентининг қиймати D_{\max}/D_{\min} $27.2/23.2$ кГр = 1.17 га қадар зарарсизлантириш имконини беради.

Мазкур жойлаштириш схемасидида транспорт қутисига 1200 қадоқ кетгут жойлашиб, 0.12 м³ ҳажмни эгаллайди. Электронлар дастаси токи зичлигини ва тезлаштирилган электронлар энергиясини ҳисобга олган ҳолда бир соатда 2 м³ гача жарроҳлик тикиш ипини транспорт қутисидида зарарсизлантириш мумкин.

Индивидуал ўрамда қадоқланган (полимер қопламали қоғоз) тиббиёт латекс қўлқоплари энергияси $5\div 7$ МэВ, даста токининг зичлиги 0.04 мкА/см² дан 0.12 мкА/см² гача бўлган тезлаштирилган электронлар билан 7 кГр дан 55 кГр гача ораликдаги ютилган дозада нурлантирилди. Ютилган дозаси $21\div 55$ кГр бўлган интервалда радиациявий ишлов берилган тиббиёт қўлқоплари зарарсизлантирилганлигини микробиологик таҳлил натижалари кўрсатди.

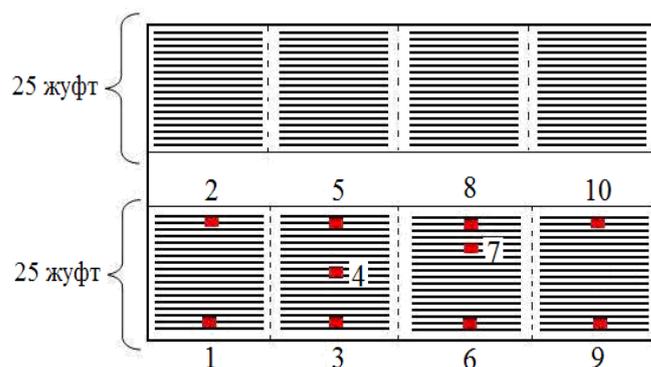


9 - расм. Тиббиёт қўлқопи материалининг узилиш юкламасини ютилган дозага боғлиқлиги

9-расмдан кўриниб турибдики, ютилган дозанинг қиймати 10 кГр гача ошиши билан қўлқоп материалининг узилиш юкламаси чизиқли ортади. Буни молекуляр занжирлар орасидида янги боғларнинг ҳосил бўлиши билан тушунтириш мумкин. Ютилган дозанинг кейинги оширилиши узилиш юкламаси чизиқли камайишига олиб келади, бу эса молекулаларнинг деградацияси билан тушунтирилади.

Тиббиёт қўлқопининг мустаҳкамлиги меъёрий ҳужжатларга мос келадиган зарарсизлантириш ва максимал руҳсат этилган доза $21\div 28$ кГр интервалдаги ютилган доза ҳисобланади.

Транспорт қутисидидаги маҳсулотнинг сиртий зичлигини ва электронлар энергиясини ҳисобга олган ҳолда тажриба йўли билан тиббиёт қўлқопларини транспорт қутисига оптимал жойлаштириш схемаси аниқланди (10-расм).

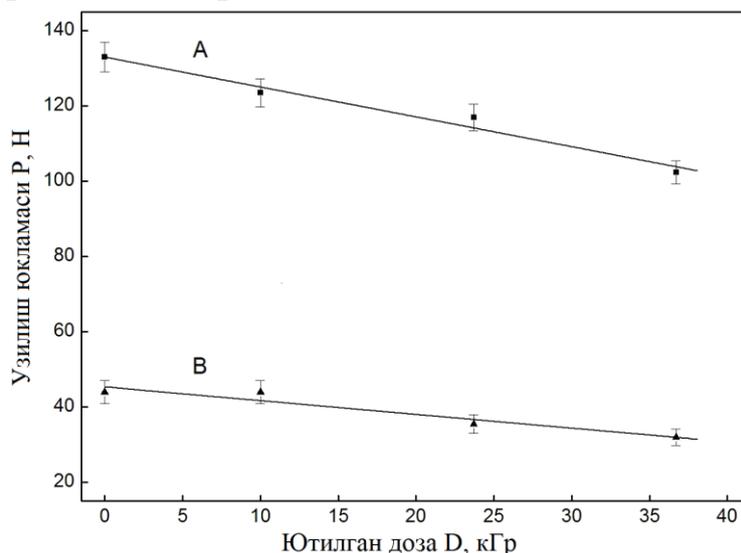


10 - расм. Тиббиёт қўлқопларини гофрали картон транспорт қутисига жойлаштириш схамаси (юқоридан кўриниши)

Бунда транспорт қутисининг сиртий зичликни камайтириш учун маҳсулот транспорт қутисининг периферий қисмига жойлаштирилди, яъни қутининг ўртасида бўш жой қолдирилди. Тиббиёт қўлқоплари мазкур жойлаштириш схемасида радиациявий ишлов берилганда нотекислик коэффицентининг қиймати $D_{\max}/D_{\min} = 25.4/21.1 = 1.2$ га тенг бўлиши аниқланди.

Рақамлар билан радиохромли пленкали дозиметр детекторларнинг транспорт тарасида назорат нуқталарига жойлаштирилган ўрни кўрсатилган (пастки ва юқори қатламларга). Бундай жойлаштириш схемасида транспорт қутисига 400 жуфт тиббиёт қўлқоплари жойлашади.

Нотўқима материалдан тайёрланган бир марталик жарроҳлик тўпламлари материалларининг узилиш юкламаларини ютилган дозага боғлиқлиги 11 – расмда келтирилган.



11 - расм. Нотўқима материалдан тайёрланган жарроҳлик тўпламлари материалларининг узилиш юкламаларини ютилган дозага боғлиқлиги (А – узунлик бўйича; В – кенглиги бўйича)

11-расмдан кўриниб турибдики, ютилган дозанинг ортиши билан узилиш юкламасининг қиймати камаяди. 25 кГр ютилган дозагача ишлов берилган нотўқима материалдан тайёрланган жарроҳлик тўпламлари

материалларининг узилиш юкламаларининг ўлчанган қийматлари рухсат этилган четлашишларга мос келади.

Ушбу боғлиқликни ҳисобга олган ҳолда ва микробиологик таҳлилларга асосан нотўқима материалдан тайёрланган жарроҳлик тўпламларини радиациявий зарарсизлантиришнинг ютилган дозасининг оптимал қиймати 20÷25 кГр интервалида эканлиги аниқланди.

Крахмал ва капсулага қадоқланган седатив восита седоник намуналари даста токининг зичлиги 0.02÷0.09 мкА/см² бўлган тезлаштирилган электронлар оқимида 10 кГр дан 30 кГр гача ютилган дозаларда нурлантирилди. Микробиологик таҳлил натижалари 20 кГр ва ундан юқори ютилган дозаларда ишлов берилган крахмал ва седоник намуналари зарарсизлантирилганлигини кўрсатди.

Седоникни зарарсизлантирилганлиги тадқиқ этиш билан бир қаторда унинг дориворлик сифат кўрсаткичларини сақланганлиги ҳам текширилди. Седоникни 20.3 кГр ютилган дозада радиациявий ишлов берилгандаги микробиологик таҳлил натижалари 2-жадвалда келтирилган.

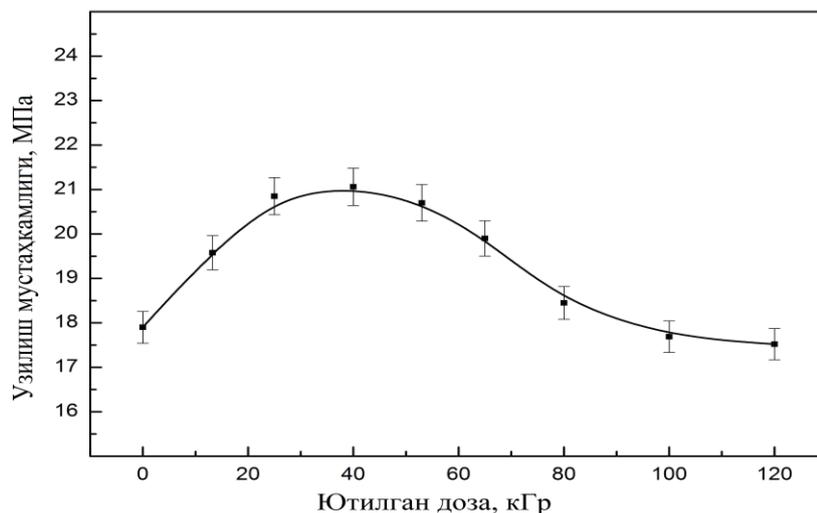
Олинган натижалардан шуни хулоса қилиш мумкинки, энергияси 3÷5 МэВ электронлар дастаси токининг зичлиги 0.08 мкА/см² гача бўлган электронлар билан крахмални ва даста токининг зичлиги 0.05 мкА/см² гача бўлган электронлар билан седоникни 20.3 кГр ютилган дозада радиациявий ишлов берилиши бактерия ва замбуруғларнинг ўсиши тўхтатилишига олиб келади.

2-жадвал

20.3 кГр ютилган дозадаги седоник кукунини дориворлик сифати кўрсаткичлари

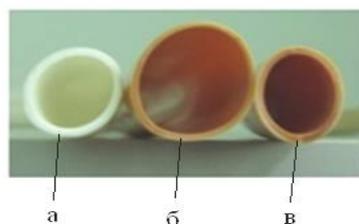
№	Кўрсаткич номлари	№42 МХ Ўз-5341-2009 талаблари	Радиациявий ишлов берилгандан кейинги натижа	Мослиги
1	Тавфсифи	Ўсимлик кукунини, ранги оч-қўнғирдан сариқ-жигарранг тусгача	Ўсимлик кукунини, ранги оч-қўнғирдан сариқ-жигарранг тусгача	Мос
2	Таркибидаги флавоноидлар йиғиндиси	Битта капсуланинг ўртача массасига ҳисобланганда таркибида 0.0007 г дан кам бўлмаслиги керак	0.0028 г	Мос
3	Таркибидаги полифеноль бирикмалар	Битта капсуланинг ўртача массасига ҳисобланганда таркибида 0.004 г дан кам бўлмаслиги керак	0.0299 г	Мос

Поливинилхлорид полимер найчаларини радиациявий чоклаш усулини ишлаб чиқиш учун ўртача энергияси 5 МэВ, электронлар даста токи зичлиги 0.05-0.10 мкА/см² бўлган ва 20÷120 кГр ютилган доза интервалида тезлаштирилган электронлар билан радаициявий ишлов берилди. 12–расмда поливинилхлорид изоляция найчасининг механик мустаҳкамлиги (узилиш мустаҳкамлиги) ютилган дозага боғлиқлик графиги келтирилган.



12 - расм. Поливинилхлорид изоляция найчасининг механик мустаҳкамлиги (узилиш мустаҳкамлиги) ютилган дозага боғлиқлиги

Радаиациявий ва ундан кейин иссиқлик таъсирида ишлов берилган поливинилхлорид изоляция найчасининг тажриба натижалари 13–расмда келтирилган.



а–ишлов берилмаган; б–радаиациявий ва ундан кейин иссиқлик таъсирида ишлов берилган диаметри катталаштирилган; в–иссиқлик таъсирида кичрайтирилган.

13 - расм. Радиациявий ва ундан кейин иссиқлик ишлов берилган поливинилхлорид изоляция найчалари

Хулоса қилиш мумкинки, энергияси 3÷5 МэВ, электронлар дастаси токининг зичлиги 0.06÷0.10 мкА/см² бўлган тезлаштирилган электронлар билан радиациявий ишлов берилган поливинилхлорид изоляция найчаларининг физика-механикавий хоссалари 30÷50 кГр ютилган дозаларда максимал яхшиланишга эришади.

Тажриба натижаларидан, радиациявий чокланган поливинилхлорид изоляция найчалари диаметрининг иссиқликдан қисқариш коэффиценти 2 қийматига 40 ÷ 100 кГр ютилган доза интервалида эришиши аниқланди.

ХУЛОСА

«Радиациявий технологик комплекси базасида тиббиёт ва полимер маҳсулотларига, фармацевтика препаратлари хом-ашёларига ишлов бериш технологияларини яратиш» мавзусидаги техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси бўйича ўтказилган тадқиқотлар асосида қуйидагиларни хулоса қилиш мумкин:

1. “Электроника У-003” электрон тезлатгичи базасидаги радиациявий технологик мажмуасида тасмали ва занжирли конвейерли транспортер тизим, ҳаракатланиш ва айланиш тезлиги бошқариладиган карусель мосламаси ҳамда полимер найларига радиациявий ишлов беришга мўлжалланган осма конвейер линияси яратилди.
2. Полимер материалларини, тиббиёт буюмлари ва фармацевтика хом-ашёларини бир жинсли нурлантиришни таъминловчи, ўзининг вертикал ўқи атрофида берилган айланишлар сони бўйича айланувчи автоматлаштирилган ва масофадан бошқариш пультага эга карусель мосламаси конструкцияси ишлаб чиқилди.
3. Тажрибалар асосида кетгут ва ипак толали жарроҳлик тикиш ипларини физика-механикавий хоссаларини сақлаган ҳолда саноат миқёсида зарарсизлантиришнинг юқори самарадорликка эга бўлган радиациявий усули ишлаб чиқилди ва зарарсизлантиришнинг технологик шароитлари аниқланди.
4. Нотўқима материалдан тайёрланган бир марталик жарроҳлик тўпламлари материалларининг узилиш юкламаларини ва эластиклик модулининг ютилган дозага боғлиқлигига асосан олинган маълумотлар бўйича максимал рухсат этилган дозани аниқлашга имкон берувчи чизиқли боғлиқлик аниқланди.
5. Бир марталик латекс тиббиёт қўлқопларини транспорт қутисига жойлаштириш схемаси ишлаб чиқилди ва татбиқ қилинди. Мазкур жойлаштириш схемаси Ядро физикаси институтининг «Электроника У-003» электрон тезлатгичи қурилмасида фойдаланилмоқда ва кўп миқдордаги маҳсулотларни бир жинсли нурлантириш имконини бермоқда.
6. Фармацевтика препаратлари хом-ашёси ҳисобланган крахмал ва седатив восита седоникни юқори даражада зарарсизлантиришга имкон берувчи радиациявий зарарсизлантириш усули ишлаб чиқилди.
7. Ўтказилган тажрибалар таҳлили асосида поливинилхлорид изоляция полимер найчаларини радиациявий чоклаш усули яратилди. Мазкур ишлаб чиқилган усул бўйича тезлаштирилган электронлар билан ишлов берилган полимер материаллари яхшиланган сифат кўрсаткичларига эга бўлмоқда.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.27.06.2017.FM/Т.33.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ИНСТИТУТЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ,
АСТРОНОМИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ, НАЦИОНАЛЬНОМ
УНИВЕРСИТЕТЕ УЗБЕКИСТАНА**

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

ИСМАТОВ НОРМАМАТ БЕКНАЗАРОВИЧ

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ МЕДИЦИНСКИХ,
ПОЛИМЕРНЫХ ИЗДЕЛИЙ И СЫРЬЯ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ
ПРЕПАРАТОВ НА БАЗЕ РАДИАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
КОМПЛЕКСА**

01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики

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

Ташкент–2018

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером B2018.4.PhD/T967.

Диссертация выполнена в Институте ядерной физики Академии наук Республики Узбекистан.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета (www.inp.uz) и на Информационно-образовательном портале «Ziyouet» (www.ziyouet.uz).

Научный руководитель:

Ташметов Маннаб Юсупович
доктор физико-математических наук,
профессор

Официальные оппоненты:

Рахматов Ахмад Зайнидинович
доктор технических наук, профессор

Абдуллаева Гаяна Артоевна
кандидат технических наук

Ведущая организация:

Самаркандский государственный университет

Защита диссертации состоится « ____ » _____ 2018 года в _____ часов на заседании Разового научного совета на базе Научного совета DSc.27.06.2017.FM/T.33.01 при Институте ядерной физики, Астрономическом институте, Национальном университете Узбекистана. (Адрес: 100174, г. Ташкент, пос. Улугбек, ИЯФ. Тел.: (+99871) 289–31–18; факс: (+99871)289–36–65; e-mail: info@inp.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Института ядерной физики (зарегистрирована за № _____). (Адрес: 100214, г. Ташкент, поселок Улугбек, ИЯФ. Тел.: (+99871) 289–31–19).

Автореферат диссертации разослан « ____ » _____ 2018 г.
(Реестр протокола рассылки № _____ от _____ 2018 г.).

С.В.Артемов,
зам. председателя Научного совета по присуждению
ученых степеней, д.ф.-м.н., с.н.с.

Э.М. Турсунов,
ученый секретарь Научного совета по присуждению
ученых степеней, д.ф.-м.н.

И. Нуритдинов,
председатель научного семинара
при Научном совете по присуждению
ученых степеней, д.ф.-м.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В настоящее время в мире интенсивное развитие медицинской технологии и фармакологии предъявляет высокие требования к степени стерильности медицинских изделий и сырья фармацевтических препаратов, а использование полимерных изделий в различных отраслях промышленности требует придания конечным продуктам новых качеств и свойств. Для обеспечения возрастающей потребности в стерилизации продукции, обработке полимерных изделий с целью улучшения характеристик и придания новых свойств применяются ускорители электронов, являющиеся основной частью радиационно-технологических комплексов.

В мире особое значение уделяется научно-исследовательским работам по созданию радиационно-технологических комплексов, в состав которых входят ускоритель электронов, транспортная система, специальные помещения, обеспечивающие безопасность персонала и качественную обработку изделий. Поэтому разработка, создание и внедрение в производство универсальных и высокоэффективных радиационных комплексов на базе ускорителя электронов является приоритетной задачей. На основе ускорителей электронов разработаны и созданы множества радиационных комплексов. Созданные комплексы предназначены для решения конкретных задач, таких как осуществление стерилизации медицинских изделий и сырья фармацевтических препаратов, либо для проведения радиационной модификации полимерных изделий. Существуют технологии обработки многих изделий и материалов, однако они разработаны именно для конкретного радиационно-технологического комплекса с учетом его характеристик, исходного состояния и загрязненности изделий.

На сегодняшний день в республике функционируют более 150 производителей медицинских изделий и лекарственных средств, выпускающих около двух тысяч наименований изделий и фармацевтических препаратов. Большинство изделий требует проведения стерилизации с высоким качеством и в промышленных масштабах. Функционирует Шуртанский газохимический комплекс, производящий полимеры и полимерные изделия, улучшение свойств которых позволит расширить сферу их применения. Поэтому создание радиационно-технологического комплекса и разработка способов обработки различных изделий являются актуальными, позволяют сократить зависимость от импорта и обеспечить часть потребностей республики. Особое внимание уделяется исследованиям по стерилизации медицинских изделий, фармацевтических препаратов и улучшению свойств полимерных изделий, позволяющим осуществить качественную обработку с наименьшими финансовыми затратами. В соответствии со Стратегией действий по дальнейшему развитию Республики

Узбекистан по пяти приоритетным направлениям на 2017–2021 годы¹ определены задачи для выполнения программы по разработке и внедрению способа радиационной стерилизации медицинских изделий, сырья фармацевтических препаратов и сшивки полимерных изделий.

Данное диссертационное исследование в определённой степени соответствует задачам, обозначенным Указом Президента Республики Узбекистан №УП-4947 «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017–2021 годы» от 7 февраля 2017 года, №ПП-3682 «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы практического внедрения инновационных идей, технологий и проектов» от 27 апреля 2018 года, №ПП-3698 «О дополнительных мерах по совершенствованию механизмов внедрения инноваций в отрасли и сферы экономики» от 7 мая 2018 года, а также в других нормативно-правовых документах имеющих отношение к данной области деятельности.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий в Республике Узбекистан – VI. Медицина и фармакология и VII. Химические технологии и нанотехнологии.

Степень изученности проблемы. По разработке радиационно-технологического комплекса на базе ускорителя электронов для решения научно-практических проблем по радиационной стерилизации медицинских изделий и радиационной обработке полимерных материалов и изделий проведен большой объем работ многими учеными мира, в частности, российскими (В.Л.Ауслендер, А.А.Брызгин, М.В.Коробейников, А.А.Завадцев, И.В.Радченко, Л.А.Воронин, Э.А.Мирочник, В.М.Пироженко, М.Ф.Ворогушин, А.П.Строкач, О.Г.Филатов, Ю.Н.Гавриш, С.В.Будник, Н.В.Завьялов, И.А.Иванин), китайскими (L.Najie, Z.Mingsheng), польскими (Z Zimek, I.M.Kaluska), американскими (C.S.Nunan, M.R.Cleland, R.W.Hamm), английскими (G.Burt), индийскими (D.Kanjilal), японскими (K.Takayama, S.Igarashi) и другими специалистами. Эти работы посвящены разработке и созданию радиационно-технологического комплекса с определенными параметрами и для решения конкретных задач: стерилизации медицинских изделий, обеззараживанию сырья фармацевтических препаратов и радиационной модификации полимеров.

Узбекские ученые (М.Ю.Ташметов, Б.С.Юлдашев, Ш.Махкамов и др.) внесли весомый вклад в решение вопроса о радиационной стерилизации медицинских изделий и сырья фармацевтических препаратов, а также о радиационной обработке материалов с улучшением их качества на гамма-установке Института ядерной физики АН РУз.

Однако медицинские изделия, сырье фармацевтических препаратов и полимерные изделия обрабатывались по технологиям, разработанным с

¹ Указ Президента Республики Узбекистан №УП-4947 «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017–2021 годы» от 7 февраля 2017 г.

учетом параметров отдельных радиационно-технологических комплексов. Поэтому необходимо разработать технологию стерилизации, обработки каждого изделия исходя из характеристик и возможностей конкретного радиационно-технологического комплекса. Радиационно-технологический комплекс создается с учетом параметров ускорителя электронов и нормативных документов для каждой страны.

Связь темы диссертационного исследования с научно-исследовательскими работами научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационная работа выполнялась в рамках научно-исследовательских проектов Института ядерной физики Академии наук Республики Узбекистан по темам А10-ФА-Ф130 «Разработка технологии радиационной стерилизации медицинских изделий и фармацевтических препаратов на базе ускорителя электронов “Электроника У003”» (2012–2014), ФА-А12-Ф008 «Разработка технологии радиационной сшивки полимерных термоусаживаемых изделий на базе ускорителя электронов “Электроника У-003”» (2015–2017) и И2-ФА-Ф010 «Освоение технологии радиационной стерилизации медицинских изделий и сырья фармацевтических препаратов в производственных условиях» (2016–2017).

Целью исследования является создание радиационно-технологического комплекса на базе ускорителя электронов «Электроника У-003» и разработка способов радиационной стерилизации медицинских изделий, сырья фармацевтических препаратов, а также способа сшивки полимерных изделий.

Задачи исследования:

создание транспортной системы конвейерного типа для ввода в зону облучения и вывода из зоны облучаемых изделий;

разработка и изготовление карусельного транспортера, обеспечивающего высокую однородность облучения обрабатываемых изделий, и подвесной конвейерной линии для радиационной обработки трубчатых полимерных изделий;

разработка и создание дистанционного пульта для автоматизированного управления транспортной системой и подвесной конвейерной линией;

разработка способа радиационной стерилизации хирургических шовных материалов, медицинских натуральных латексных перчаток и хирургических одноразовых изделий из нетканых материалов;

разработка способа радиационного обеззараживания сырья фармацевтических препаратов – крахмала и седативного средства седоник;

разработка способа радиационной сшивки полимерных материалов и изделий с приданием свойства термоусадки;

организация радиационной обработки материалов и изделий в промышленном объеме.

Объектами исследования являются радиационно-технологический комплекс на базе ускорителя электронов “Электроника У-003”, одноразовые медицинские изделия, сырье фармацевтических препаратов, полимерные материалы и изделия.

Предметом исследования являются характеристики пучка ускоренных электронов, микробиологический анализ стерилизуемых изделий, физико-механические свойства материалов и способы равномерного облучения объектов.

Методы исследования. В процессе исследования применены методика аттестации ускорителя электронов, методы определения энергии электронов, поглощенной дозы, проверки прочности материалов и изделий, расширения (раздувки) трубчатых полимерных изделий, определение распределения плотности тока ускоренных электронов.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

разработан и создан на базе ускорителя электронов «Электроника У-003» радиационно-технологический комплекс с многофункциональным карусельным устройством, обеспечивающим высокую равномерность облучения продукции с коэффициентом неравномерности до 1.2, и подвесной конвейерной линией для радиационной обработки полимерных труб;

предложен новый способ высокопроизводительной радиационной стерилизации шовной нити кетгут и натуральной шелковой нити при энергиях электронов 3÷7 МэВ и плотности тока пучка от 50 до 160 нА/см²;

разработан способ радиационного обеззараживания сырья фармацевтических препаратов крахмала при плотности тока пучка до 80 нА/см² и седативного средства седоник до 50 нА/см² дозой порядка 20 кГр ускоренными электронами энергией 3÷5 МэВ;

разработан способ радиационной сшивки полимерных труб из поливинилхлорида ускоренными электронами поглощенной дозой 30÷50 кГр, при котором достигается максимальное (на ~17%) увеличение механической прочности изоляционных трубок из поливинилхлорида.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработана и внедрена к применению схема укладки в транспортную тару одноразовых латексных перчаток и радиационная технология их стерилизации;

установлен вид линейной зависимости разрывной нагрузки и модуля упругости материала одноразовых хирургических комплектов из нетканого материала от дозы облучения, позволяющей определить максимально допустимую стерилизующую дозу.

Достоверность полученных результатов обеспечивается использованием современных высокоточных приборов, подтверждается применением аттестованного метода проверки характеристик ускорителя электронов, использованием стандартизированных приборов, оборудования для обработки материалов и изделий.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов заключается в разработке и создании радиационно-технологического комплекса с возможностью обрабатывать медицинские изделия, сырье фармацевтических препаратов на транспортной линии и полимерные трубы на подвесной конвейерной

линии, а также в разработке способов высокопроизводительной радиационной стерилизации хирургической шовной нити кетгут и шелковой нити, одноразовых хирургических комплектов из нетканого материала и сырья фармацевтических препаратов, в том числе радиационной сшивки полимерных труб, позволяющих обрабатывать продукции с сохранением показателей качеств и характеристик конечных продуктов согласно нормативным документам.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что реализованные в процессе выполнения диссертационной работы результаты исследования позволяют качественно обрабатывать изделия и материалы в промышленном масштабе с уменьшением экономических затрат и обеспечением радиационной безопасности.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных результатов по созданию радиационно-технологического комплекса на базе ускорителя электронов «Электроника У-003»:

разработанный многофункциональный радиационно-технологический комплекс на базе ускорителя электронов «Электроника У-003» использован в Институте ядерной физики для решения широкого спектра научно-производственных проблем по разработке способов радиационной стерилизации (обработки) изделий, материалов в промышленных масштабах с учетом плотности тока пучка, энергии электронов и скорости движения транспортерной и подвесной конвейерной линии (справка о внедрении Академии наук Республики Узбекистан 2/1255-2952 от 8 ноября 2018 года). Использование радиационно-технологического комплекса позволило расширить спектр услуг в рамках выполнения хозяйственных работ по радиационной стерилизации медицинских изделий и сырья фармацевтических препаратов, а также по радиационной обработке полимерных изделий, заключенных Институтом ядерной физики с различными организациями;

разработанные способы радиационной стерилизации медицинских изделий (кетгут и натуральная шелковая хирургическая шовная нить, медицинские перчатки, хирургические комплекты из нетканого материала) использованы в Институте ядерной физики для радиационной стерилизации одноразовых медицинских изделий (справка о внедрении Академии наук Республики Узбекистан 2/1255-2952 от 8 ноября 2018 года). Использование разработанных способов позволило улучшить микробиологическую чистоту до показанных в нормативных документах и увеличить объем выполняемых хозяйственных работ до 1 млрд. сум в год;

разработанные способы радиационного обеззараживания крахмала и седативного средства седоник использованы в Институте ядерной физики для радиационного обеззараживания сырья фармацевтических препаратов (справка о внедрении Академии наук Республики Узбекистан 2/1255-2952 от 8 ноября 2018 года). Использование разработанных способов позволило стерилизовать фармацевтические препараты, сохраняя их лекарственные

свойства, и увеличить объем выполняемых хоздоговорных работ до 100 млн. сум в год;

разработанный способ радиационной обработки для сшивки полимерных материалов использован в Институте ядерной физики для повышения эксплуатационных свойств изоляционных трубок из поливинилхлорида (справка о внедрении Академии наук Республики Узбекистан 2/1255-2952 от 8 ноября 2018 года). Использование разработанного способа позволило расширить спектр услуг, производимых на ускорителе электронов “Электроника У-003”.

Апробация работы. Результаты данного исследования были обсуждены на 8 международных и 9 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов. По теме диссертации опубликовано 25 научных работ, из них 5 научных статей в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертации, из них 3 статьи в международных научных журналах.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 118 страниц.

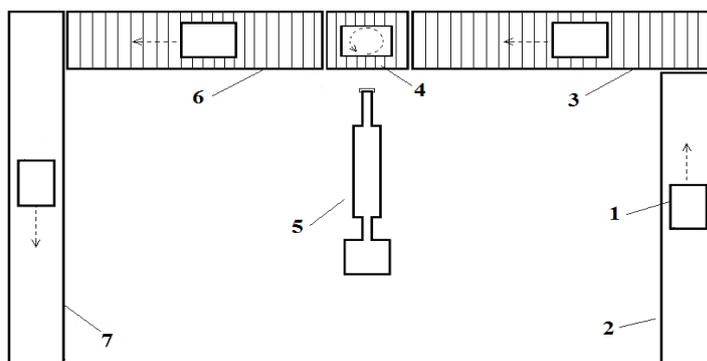
ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновываются актуальность и востребованность проведенного исследования, цель и задачи, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, раскрываются научная и практическая значимость полученных результатов, внедрение в практику результатов исследования, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Радиационные комплексы и технологии»** приводится обзор литературных данных о существующих технологиях стерилизации медицинских изделий, сырья фармацевтических препаратов и технологиях сшивки полимерных материалов и изделий. Анализируются преимущества и недостатки существующих технологий, таких как химические, термические и радиационные методы стерилизации медицинских изделий и сырья фармацевтических препаратов. Обосновывается, что ускорители электронов являются сравнительно универсальной установкой для организации стерилизации медицинских изделий и сырья фармацевтических препаратов, а также для осуществления радиационной сшивки полимерных изделий. Исходя из литературных данных, определены цель и задачи исследования.

Вторая глава диссертации **«Радиационно-технологический комплекс на базе ускорителя электронов “Электроника У-003”»** посвящена созданию радиационно-технологического комплекса на базе указанного

ускорителя электронов, включающего в себя два вида технологических конвейерных линий для равномерной радиационной обработки материалов и изделий. В комплексе ускорителя электронов “Электроника У-003” для подачи образцов и изделий в облучаемую зону и вывода из зоны облучения предусмотрена транспортная система конвейерного типа. Транспортная система состоит из ленточного и цепного конвейера, а также карусельного устройства. На рис. 1 приведена принципиальная схема транспортной системы.



1 – объект стерилизации: транспортная тара упакованных изделий; 2 – ленточный конвейер для ввода продукции; 3 – цепной конвейер для ввода продукции; 4 – карусельное устройство; 5 – ускоритель электронов; 6 – цепной конвейер для вывода продукции; 7 – ленточный конвейер для вывода продукции.

Рис. 1. Принципиальная схема транспортной системы (вид сверху)

Силовая часть принципиальной электрической схемы транспортной системы приведена на рис. 2. Силовая часть состоит из исполнительных механизмов: входного и выходного транспортеров, загрузки-разгрузки и вращения карусели, а также из двух инверторов для изменения скорости конвейеров и вращения карусели. Силовая часть управляется блоком управления.

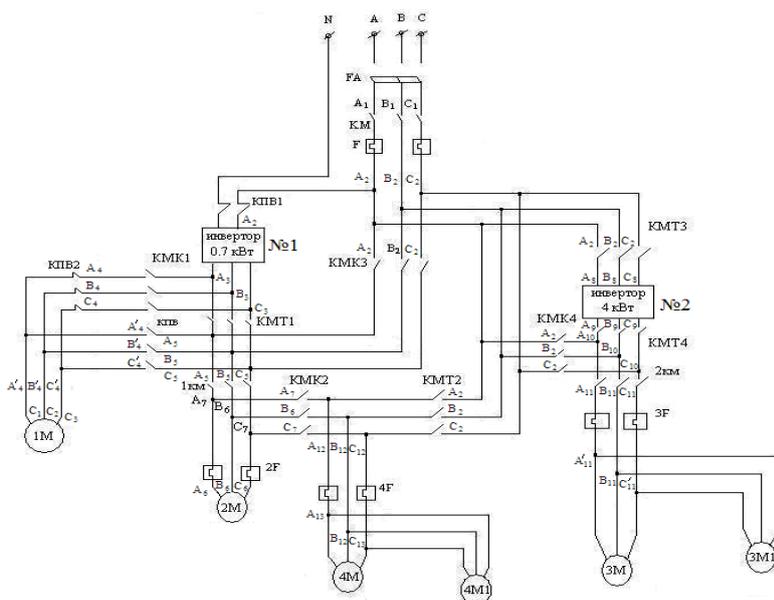


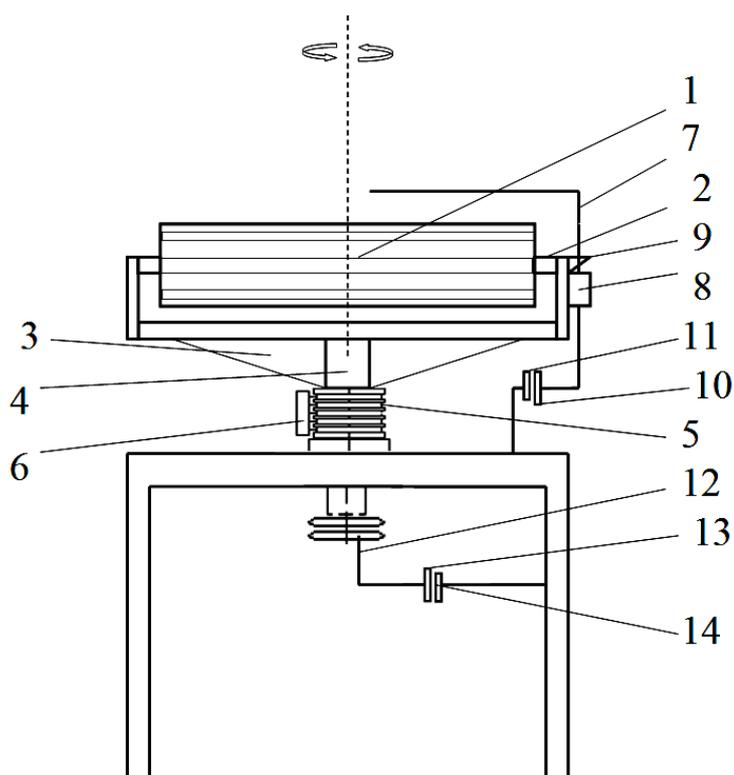
Рис. 2. Силовая часть принципиальной электрической схемы транспортной системы

Карусельное устройство позволяет серийно проводить радиационную обработку объектов, передвигать и вращать облучаемый материал и изделия в зоне пучка электронов, обеспечивая их равномерную и эффективную обработку. Учитывая разновидность материалов облучения, карусельное устройство выполняет различные функции с возможностью регулировать скорость горизонтального движения, скорость вращения и количество оборотов.

Карусельное устройство работает в следующих режимах:

1. Режим радиационной обработки линейным движением объекта с регулировкой скорости. В этом режиме происходит перемещение изделия с постоянной скоростью без вращения карусели, когда изделие требуется облучать малыми дозами.

2. Обработка вращением продукции с учетом количества оборотов карусели. Объект облучается в транспортной таре равномерно по объему путем вращения объекта с каруселью (рис. 3) без повреждения термическим воздействием пучка электронов. В этом режиме пучок электронов действует только во время вращения карусели, т.е. схема управления пучка заблокирована со схемой вращения карусельного устройства.



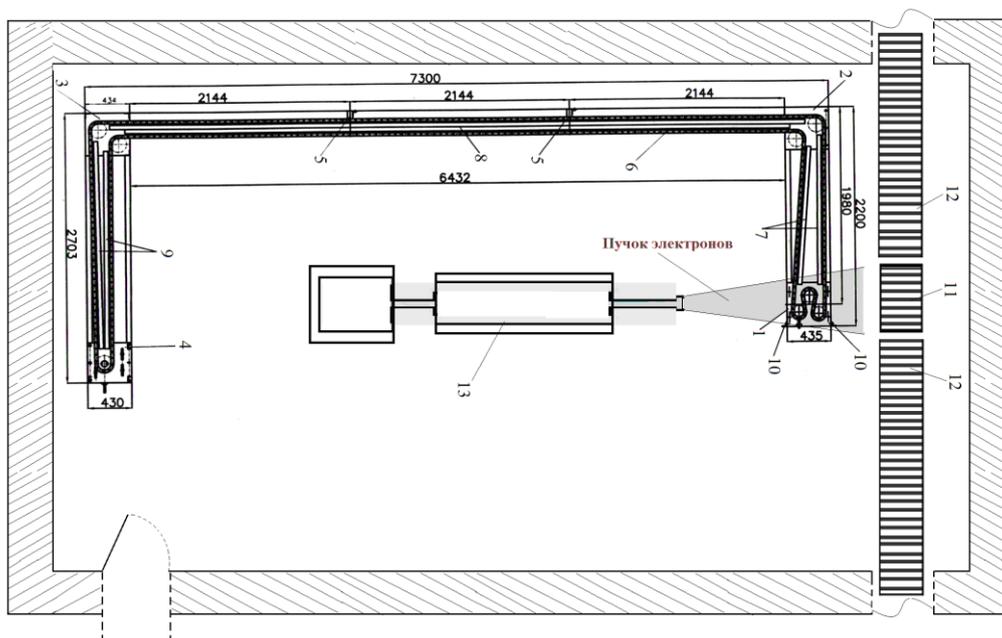
1 – загрузочно-разгрузочный цепной конвейер, 2 – столик карусельного устройства, 3 – диск, 4 – вал, 5 – токосъемные контактные кольца 6 – графитовые щетки, 7 – поворотный стержень, 8 – втулка, 9 – пружина, 10 – постоянный магнит, 11 – герметичный контакт (геркон), 12 – планка, 13 – постоянный магнит, 14 – герметичный контакт.

Рис. 3. Общая схема карусельного устройства

3. Обработка вращением продукции с учетом набора дозы. Этот режим предназначен для обработки объектов с высокой плотностью потока электронов (0.16 мкА/см^2), требующей высоких поглощенных доз. Процесс осуществляется управлением потоком электронов, падающих на объект во время обработки.

4. Стационарная радиационная обработка. В этом режиме обрабатываемые изделия вручную загружаются на карусельный столик, который вращается вокруг вертикальной оси с заданным количеством оборотов.

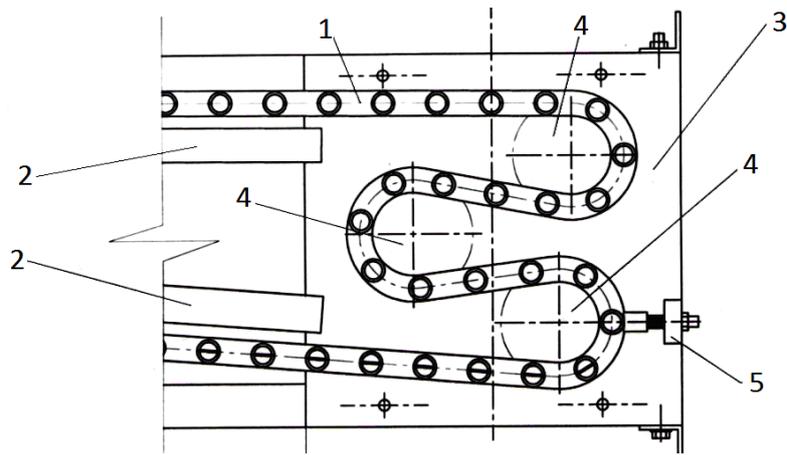
Исходя из характеристик пучка ускоренных электронов, размера ускорительного зала облучения и эффективности использования пучка электронов разработана и установлена подвесная конвейерная система для обработки толстостенных полимерных трубок (рис. 4).



1 – активная часть (исполнительный механизм), 2, 3 – поворотный механизм, 4 – ведущий механизм, 5 – стойка; 6 – цепь конвейерной системы; 7, 8, 9, 10 – поддерживающее устройство, 11 – карусельное устройство транспортной линии, 12 – цепной конвейер для ввода и вывода продукции транспортной линии, 13 – ускоритель электронов.

Рис. 4. Размещение подвесной конвейерной линии в зале ускорителя (вид сверху)

Исполнительный механизм подвесного конвейера, который обеспечивает равномерность облучения полимерных трубок, приведен на рис. 5. Форма исполнительного механизма позволяет эффективно использовать пучок электронов, то есть за один цикл движения конвейера облучаемые трубки четыре раза проходят через зону облучения. В нем предусмотрено поворачивающее устройство, обеспечивающее на каждом цикле оборота поворот трубки на 90 градусов.



1 – цепь конвейерной системы; 2 – поддерживающее устройство; 3 – подставка; 4 – натяжитель; 5 – поворачивающее устройство.

Рис. 5. Принципиальная схема исполнительного механизма подвесной конвейерной системы (вид сверху)

Основной частью загрузочно-выгрузочных устройств является пульт управления транспортной системой. Пульт транспортной системы взаимосвязан с датчиком карусели, пультом управления ускорителем электронов и блоком управления транспортной системой (рис. 6).

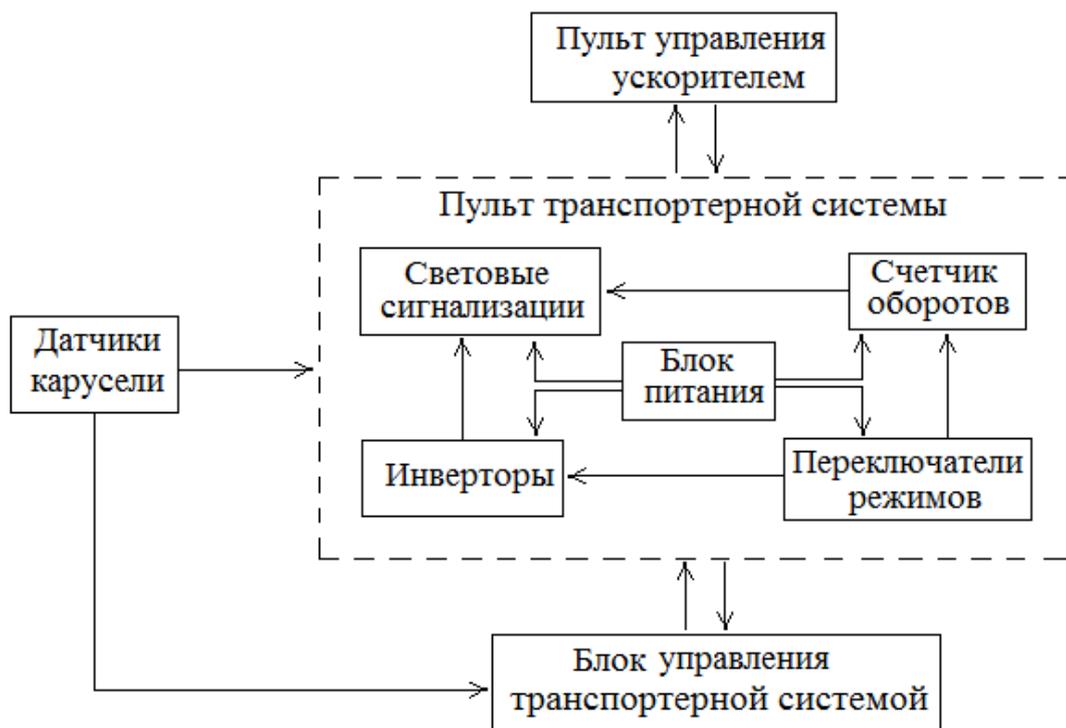


Рис. 6. Блок схема транспортной системы

В третьей главе «Радиационная стерилизация медицинских изделий и сырья фармацевтических препаратов, радиационная сшивка полимерных изделий» представлены результаты по определению оптимальных стерилизующих и максимально допустимых доз для медицинских изделий и сырья фармацевтических препаратов. Изучено

влияние ускоренных электронов на физико-механические свойства медицинских материалов, изделий и их упаковок. Представлены схемы укладки, обеспечивающие равномерность облучения медицинских изделий и сырья фармацевтических препаратов, для стерилизации в промышленных объемах.

В основном качество хирургической шовной нити определяется по степени стерильности и её прочности. Поэтому важно добиться микробиологической чистоты и сохранения прочности, эластичности нити после радиационной обработки. Шелковые нити (условный номер №4, диаметр 420-520 мкм), облученные электронами, получали значения поглощенных доз от 7.2 кГр до 32.2 кГр. Микробиологический анализ радиационно-обработанных шелковых нитей показал, что при поглощенных дозах 20.0 кГр и выше они стерильны. Результаты исследования прочности на нагрузку и относительного удлинения нитей при различных дозах поглощения приведены в табл. 1.

Таблица 1

**Разрывная нагрузка и удлинение радиационно-обработанной
плетеной шелковой нити (диаметр 420–520 мкм) при различных дозах
поглощения**

№	Полученная доза, кГр	Максимальная разрывная нагрузка, Н	Относительное удлинение, %
1	Исходный	48	22
2	7.2	45	20
3	9.2	47	20
4	11.4	44	19
5	12.1	48	22
6	14.1	43	23
7	15.2	45	20
8	19.1	44	23
9	20.0	45	22
10	24.3	46	21
11	30.1	44	24
12	32.2	46	24

Уменьшение разрывной нагрузки с ростом величины поглощенной дозы, по-видимому, связано с деградацией нити. Из табл. 1 видно, что разрывная нагрузка шелковой нити после радиационной обработки изменяется до ~13 %, что свидетельствует о возможности использования пучка электронов для стерилизации шелковых хирургических нитей. Найдена стерилизующая доза для шелковой нити свыше 20 кГр.

Образцы шовной нити кетгут (условный номер №2/0, диаметр 350–399 мкм) обрабатывались ускоренными электронами энергией от 4 до 7 МэВ и

плотностью тока пучка от 0.05 до 0.16 мкА/см². Для определения стерилизующей и максимально допустимой дозы проводилось облучение нитей поглощенными дозами от 10 кГр до 30 кГр. Микробиологический анализ показал, что при поглощенных дозах 25 кГр и выше шовные хирургические нити являются стерильными.

Результаты исследования прочности узла для условного номера 2/0 (диаметр 350–399 мкм) кетгута при различных поглощенных дозах приведены на рис. 7. Видно, что с увеличением поглощенной дозы прочность нити ухудшается, что обусловлено деградацией кетгута.

Зависимость разрывной нагрузки от дозы облучения кетгута условного номера 2/0 (диаметр 350–399 мкм) (рис.8) аппроксимируется линейной функцией вида $P_A = -0.14D + 35.2$ для нити и $P_B = -0.21D + 22.8$ для узла и показывает, что увеличение дозы уменьшает прочность.

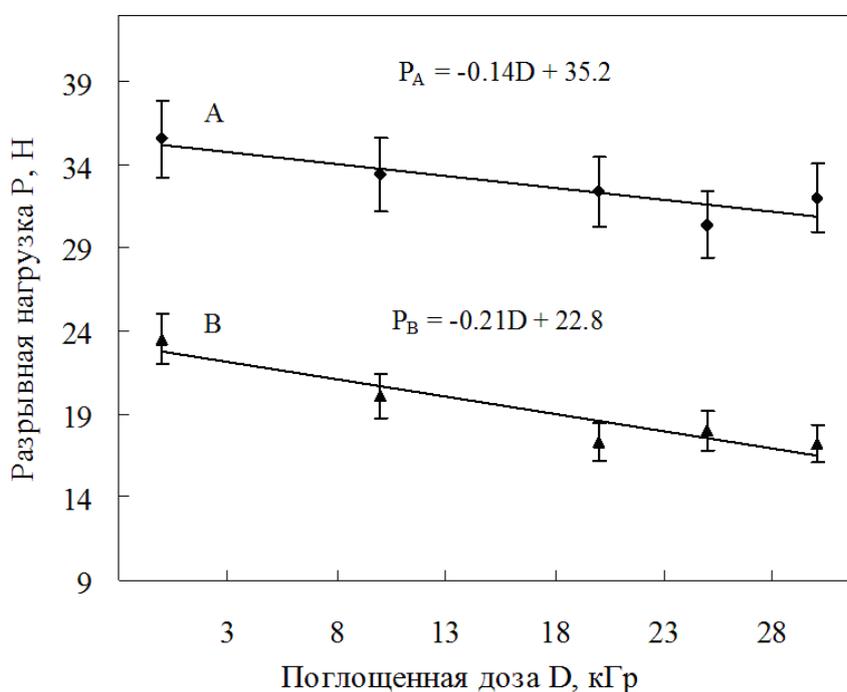
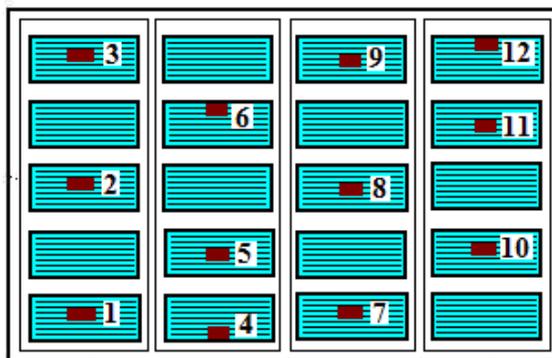


Рис. 7. Зависимость разрывной нагрузки нити (А) и узла (В) от дозы облучения кетгута условного номера 2/0 (диаметр 350–399 мкм)

Найденные формулы позволяют расчетным путем определить для прочности нити и узла верхние и нижние значения допустимых отклонений от ТУ 15344047-001 и тем самым выбрать минимальную и максимальную дозу стерилизации. Установлено, что для обеспечения стерильности кетгута оптимальна доза порядка 25 кГр.

Для разработки способа стерилизации шовных нитей кетгут в промышленном масштабе нити укладывались в транспортную тару таким образом, чтобы поток электронов попадал перпендикулярно на поверхность индивидуальной упаковки. Схема укладки шовной нити кетгут и размещение детекторов приведены на рис. 8.



- шовная нить кетгут в потребительской коробке по 10 шт.;
- радиохромные пленочные дозиметрические детекторы.

Рис. 8. Схема укладки шовной нити кетгут в транспортной таре и размещение детекторов (вид сверху)

Цифрами показаны (рис. 8) контрольные точки в транспортной таре, где размещались радиохромные пленочные детекторы, расположенные в разных слоях. Такая схема укладки позволяет стерилизовать рассасывающиеся шовные нити кетгут с коэффициентом равномерности $K = D_{\max}/D_{\min} = 27.2/23.2 \text{ кГр} = 1.17$. При такой схеме укладки в транспортной таре размещается 1200 упаковок нити кетгут, то есть $0,12 \text{ м}^3$. Учитывая плотность тока пучка и энергию ускоренных электронов за час в транспортной таре можно стерилизовать до 2 м^3 хирургической шовной нити кетгут.

Медицинские перчатки в индивидуальной упаковке (бумага с полимерным покрытием) обрабатывались ускоренными электронами энергией $5 \div 7 \text{ МэВ}$ и плотностью тока пучка от 0.04 до 0.12 мкА/см^2 при поглощенных дозах от 7 кГр до 55 кГр . Перчатки, обработанные в интервале доз $21 \div 55 \text{ кГр}$, оказались стерильными.

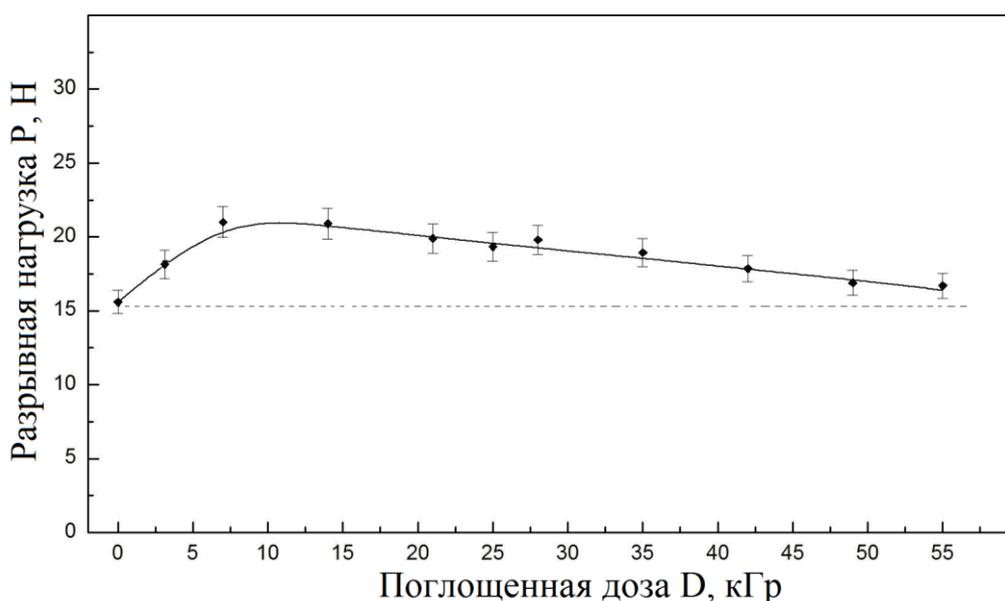


Рис. 9. Зависимость разрывной нагрузки медицинских перчаток от поглощенной дозы

Как видно из рис. 9, с ростом дозы облучения до 10 кГр разрывная нагрузка линейно увеличивается. Это, вероятно, связано с образованием новых связей между звеньями молекулярных цепочек. Дальнейшее увеличение поглощенной дозы снижает разрывную нагрузку, что, по-видимому, объясняется деградацией молекул.

Стерилизующей и максимально допустимой дозой для медицинских перчаток является $21 \div 28$ кГр, при которой прочность материала перчатки соответствует допустимым нормам.

Учитывая поверхностную плотность изделия в транспортной таре и энергию электронов, экспериментальным путем определили оптимальную схему укладки медицинских перчаток. При этом для уменьшения поверхностной плотности специально создали пустоту в середине транспортной тары. Коэффициент неравномерности радиационной обработки при такой схеме укладки (рис. 10) составляет $D_{\max}/D_{\min} = 25.4/21.1 = 1.2$.

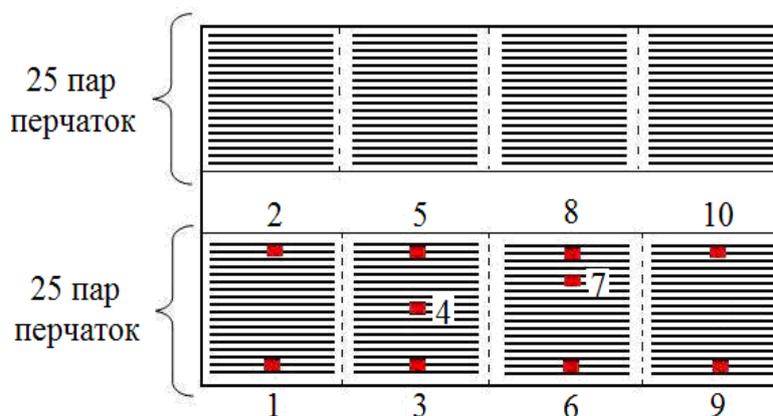


Рис. 10. Схема укладки медицинских перчаток в гофрированной картонной транспортной таре (вид сверху)

Цифрами показаны (рис. 10) контрольные точки в транспортной таре, где размещались радиохромные пленочные детекторы, расположенные в верхнем и нижнем слое. При такой схеме укладки в транспортной таре размещается 400 пар медицинских перчаток.

Зависимость разрывной нагрузки материала простыни (хирургических комплектов из нетканого материала) от дозы облучения приведена на рис. 11. Из рис. 11 видно, что с увеличением поглощенной дозы уменьшается значение разрывной нагрузки материала. Измерения прочности нетканых материалов, обработанных до 25 кГр, показали соответствие их значений допустимым отклонениям. С учетом этой зависимости и согласно микробиологическим анализам определен интервал оптимальной дозы 20–25 кГр для стерилизации одноразовых хирургических комплектов из нетканого материала.

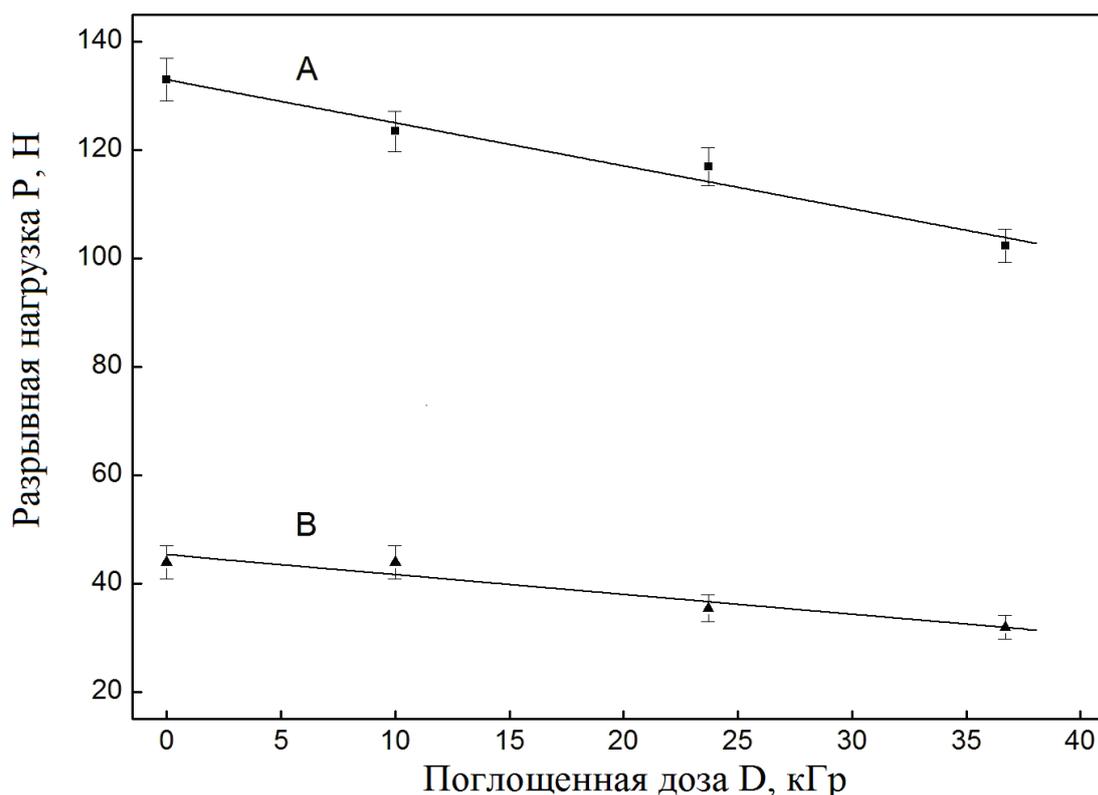


Рис. 11. Зависимость разрывной нагрузки материала простыни (хирургических комплектов из нетканого материала) от поглощенной дозы облучения (А – по длине; В – по ширине)

Образцы крахмала и упакованное в капсулу седативное средство седоник обрабатывались ускоренными электронами плотностью тока пучка в интервале $0.02 \div 0.09$ мкА/см² при поглощенных дозах от 10 кГр до 30 кГр. Результаты микробиологического анализа показали, что крахмал и седоник, обработанные дозой порядка 20 кГр и выше, стерильны.

Наряду со стерильностью также проверяли лекарственные свойства седоник. Результаты анализа порошка седоник после стерилизации дозой 20.3 кГр приведены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели порошка седоник, стерилизованного дозой 20.3 кГр

№	Показатель	Требования НД 42 Уз-5341-2009	Результат после радиационной обработки	Соответствие
1	Описание	Порошок растительного происхождения, светло-бурый с желто-коричневым оттенком	Порошок растительного происхождения, светло-бурый с желто-коричневым оттенком	Соответствует

2	Содержание суммы флавоноидов.	Должно быть не менее 0.0007 г в пересчете на среднюю массу содержимого одной капсулы	0.0028 г	Соответствует
3	Содержание суммы полифенольных соединений.	Должно быть не менее 0.004 г в пересчете на среднюю массу содержимого одной капсулы	0.0299 г	Соответствует

Из полученных результатов можно сделать вывод о том, что радиационная обработка электронами энергией 3÷5 МэВ и плотностью тока пучка до 0.08 мкА/см² крахмала и до 0.05 мкА/см² седоника дозой 20.3 кГр прекращает рост бактерий, грибов и дрожжей.

Для разработки способа радиационной сшивки полимера из поливинилхлорида радиационная обработка проводилась ускоренными электронами со средней энергией электронов 5 МэВ, плотностью тока 0.05–0.10 мкА/см², поглощенными дозами в интервале 20÷120 кГр.

На рис. 12 приведена зависимость механической прочности (прочность на разрыв) изоляционной трубки из поливинилхлорида от поглощенной дозы.

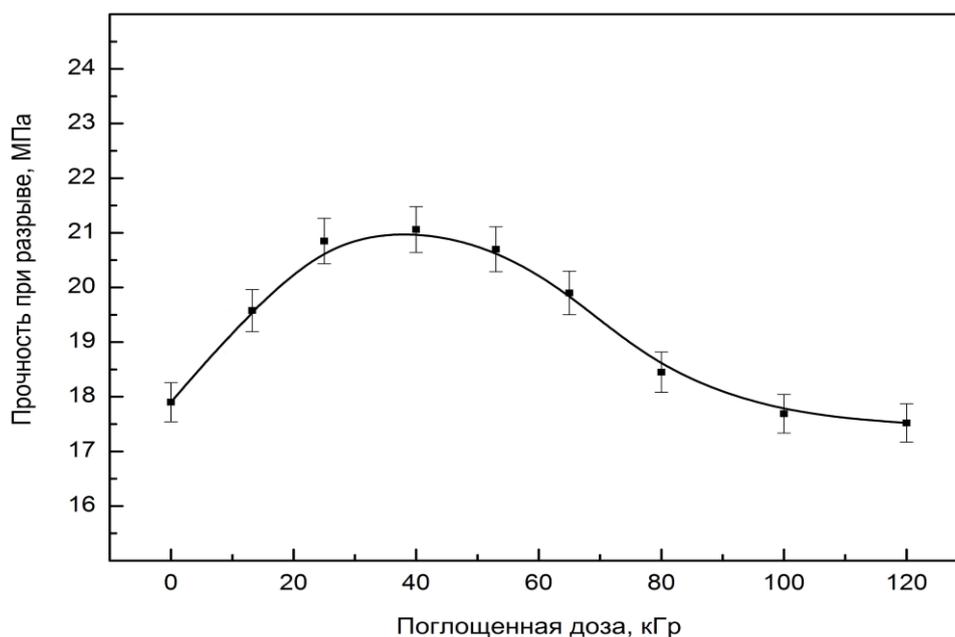
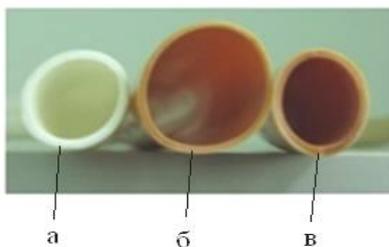


Рис. 12. Зависимость механической прочности изоляционной трубки из поливинилхлорида от поглощенной дозы

Образцы из поливинилхлорида после радиационной и последующей термической обработки показаны на рис. 13.



а – исходные, *б* – после радиационной и термической обработки, *в* – после термической усадки

Рис. 13. Трубки из поливинилхлорида после радиационной и термической обработки

Можно сделать вывод о том, что при оптимальном режиме радиационной обработки ускоренными электронами энергией $3\div 5$ МэВ, плотностью тока пучка $0.06\div 0.10$ мкА/см² и поглощенной дозой $30\div 50$ кГр достигается максимальное улучшение физико-механических свойств изоляционных трубок из поливинилхлорида.

Экспериментально установлено, что значение коэффициента термической усадки 2 радиационно-сшитых полимерных изоляционных трубок из поливинилхлорида достигается в интервале поглощенных доз $40\div 100$ кГр.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований по диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по техническим наукам на тему «Разработка технологий обработки медицинских и полимерных изделий, сырья фармацевтических препаратов на базе радиационно-технологического комплекса» можно сделать следующие выводы.

1. В радиационно-технологическом комплексе на базе ускорителя электронов «Электроника У-003» создан подвижной механизм, состоящий из ленточной и цепной транспортной линий, карусельного устройства с регулируемыми скоростями движения и вращения, а также подвесная конвейерная линия для обработки полимерных труб.
2. Разработана конструкция карусельного устройства с дистанционным и автоматизированным управлением, вращающегося вокруг своей вертикальной оси по заданному обороту и обеспечивающего однородность радиационной обработки полимерных материалов, медицинских изделий и сырья фармацевтических препаратов.
3. На основе экспериментальных результатов разработан высокопроизводительный радиационный способ и определены технологические условия стерилизации рассасывающейся шовной нити кетгут и нерассасывающейся натуральной плетеной шелковой нити, позволяющие сохранять физико-механические свойства изделий при стерилизации в промышленных масштабах.

4. По полученным данным установлена линейная зависимость разрывной нагрузки и модуля упругости одноразовых хирургических комплектов из нетканого материала от дозы облучения, которая позволяет определять максимально допустимую поглощаемую дозу.
5. Разработана и внедрена схема укладки в транспортную тару одноразовых латексных перчаток. Данная схема укладки используется на уникальном научном объекте Института ядерной физики «Ускоритель электронов «Электроника У-003» и позволяет обрабатывать изделия равномерно в больших количествах.
6. Разработан способ радиационной стерилизации сырья фармацевтических препаратов крахмала и седативного средства седоник, позволяющий осуществлять обеззараживание с высокой степенью стерильности.
7. На основе проведенного анализа экспериментальных данных разработан способ радиационной сшивки полимерных изоляционных труб из поливинилхлорида. Обработанные ускоренными электронами по разработанному способу полимерные материалы обретают улучшенные качественные показатели.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSC.27.06.2017.FM/T.33.01 ON AWARD OF
SCIENTIFIC DEGREES AT THE INSTITUTE OF NUCLEAR PHYSICS,
ASTRONOMICAL INSTITUTE, NATIONAL UNIVERSITY OF
UZBEKISTAN**

INSTITUTE OF NUCLEAR PHYSICS

ISMATOV NORMAMAT BEKNAZAROVICH

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES FOR TREATMENT OF
MEDICAL, POLYMERIC PRODUCTS AND RAW PHARMACEUTICAL
PREPARATIONS BASED ON THE RADIATION-TECHNOLOGICAL
COMPLEX**

01.04.01- Instruments and methods of experimental physics

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)
ON TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent – 2018

The theme of the dissertation of the doctor of philosophy (PhD) on technical sciences was registered by the Supreme Attestation Commission of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under No. B2018.4.PhD/T967.

The doctoral (PhD) dissertation was carried out at the Institute of Nuclear Physics of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan.

The abstract of the dissertation was posted in three (Uzbek, Russian, English (resume)) languages on the website of the Scientific Council at www.inp.uz and on the website of “Ziyonet” informational and educational portal at www.ziyonet.uz.

Scientific consultant:

Tashmetov Mannab Yusupovich

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor

Official opponents:

Rakhmatov Akhmad Zaynitdinovich

Doctor of Technical Sciences, Professor

Abdullaeva Gayana Artoevna

Doctor of Philosophy of Technical Sciences

Leading organization:

Samarkand State University

The defense of the dissertation will be held on “___” _____ 2018, at ___ at the meeting of the Scientific Council No. DSc.27.06.2017.FM/T.33.01 at the Institute of Nuclear Physics, Astronomical Institute, National University of Uzbekistan (Address: INP, Ulugbek settlement, 100124 Tashkent city. tel. (+99871) 289–31–60, fax (+99871) 289–31–18; e-mail: info@inp.uz).

The doctoral (PhD) dissertation can be looked through in the Information Resource Centre of the Institute of Nuclear Physics (registered under No.____) (Address: INP, Ulugbek settlement, 100124 Tashkent city. tel. (+99871) 289–31–19).

The abstract of dissertation was distributed on “___” _____ 2018.
(Registry record No. ___ dated “___” _____ 2018.)

S.V.Artemov

Vice-Chair of the Scientific Council
on Award of Scientific Degrees,
D.Ph.-M.S.

E. M. Tursunov

Scientific Secretary of the Scientific Council
on Award of Scientific Degrees,
D.Ph.-M.S.

I. Nuritdinov

Chairman of the Scientific Seminar of the Scientific
Council on Award of Scientific Degrees,
D.Ph.-M.S., Professor

INTRODUCTION (annotation of PhD dissertation)

Topicality and relevance of the theme of the dissertation. At present, the intensive development of medical technology and pharmacology in the world places high demands on their sterility, and the use of polymer products in various industries requires the imparting of new qualities and properties to final products. Electron accelerators, which are the main part of radiation-technological complexes, satisfy the growing demand for sterilization of products, the processing of polymer products with the aim of improving performance and imparting new properties.

Therefore, in the world, special attention is paid to the research work on the creation of radiation-technological complexes, which include: an electron accelerator, a conveyor system, special rooms ensuring the safety of personnel and high-quality processing of products. Therefore, the development, manufacture and putting into production of universal and highly efficient radiation systems based on electron accelerators is a priority. A variety of radiation complexes have been developed and built on the basis of electron accelerators. The complexes are designed to solve a single specific problem, either for the implementation of sterilization of medical devices and raw materials for pharmaceutical preparations, or for carrying out radiation modification of polymer products. Although there are technologies for processing various products and materials, they have been developed specifically for a particular radiation-technological complex, taking into account its characteristics and initial contamination, conditions of products.

Today in the Republic there are more than 150 manufacturers of medical devices and medicines, which produce about two thousand items of products and pharmaceuticals. Most of these products require sterilization with high quality and on an industrial scale. The Shurtan Gas Chemical Complex produces polymer and polymer products, the improvement of their properties allows to expand the scope of application. Therefore, the creation of a radiation-technological complex and the development of methods for treating various products is relevant, since it will reduce dependence on imports and satisfy part of the Republic's need. During the years of independence in our Republic, special attention have been paid to research on sterilization of medical devices, pharmaceuticals and improving the properties of polymer products allowing for high-quality processing at the lowest cost. In accordance with the Strategy of Action for the Further Development of the Republic of Uzbekistan in five priority areas for 2017–2021, the tasks for the development and implementation of the radiation sterilization method for medical devices, raw materials for pharmaceuticals and the cross-linking of polymer products are identified as an urgent scientific problem.

This dissertation research to a certain extent corresponds to the tasks designated by the Decree of the President of the Republic of Uzbekistan No.UP-4947 “On the Action Strategy¹ for the Further Development of the Republic of

¹ Decree of the President of the Republic of Uzbekistan “On the Strategy of Actions for the Further Development of the Republic of Uzbekistan for 2017 – 2021” No. DP – 4947 of 07 February 2017

Uzbekistan for 2017–2021”, No.PP-3682 “On Measures for further improve the system practical implementation of innovative ideas, technologies and projects” of April 27, 2018, No. PP-3698 “On additional measures to improve the mechanisms for introducing innovations in the industry and economic sector” of May 7, 2018, as well as in other regulatory and legal issues new documents related to this field of activity.

Relevance of the research to the priority areas of science and technology development of the Republic of Uzbekistan. The dissertation research was carried out in accordance with the priority directions of development of science and technology in the Republic of Uzbekistan: VI. Medicine and Pharmacology and VII. Chemical technology and nanotechnology.

Degree of study the problem.

Many scientists of the world are working on the development of radiation-technological complexes based on an electron accelerator for solving scientific and practical problems on the radiation sterilization of medical devices and on the radiation processing of polymeric materials and products, for example: Russian (V.L. Auslender, A.A.Bryazgin, M.V. Korobeynikov, A.A. Zavadtsev, I.V.Radchenko, L.A.Voronin, E.A. Mirnochnik, .M.Pirozhenko, M.F. Vorogushin, A.P. Strokach, O.G. Filatov, Yu.N. Gavrish, S.V. Budnik, N.V. Zavyalov, I.A. Ivanin), Chinese (L. Najie, Z. Mingsheng), Polish (Z. Zimek, I. M. Kaluska), USA (C.S. Nunan, M.R. Cleland, R.W. Hamm), English (G.Burt), Indian (D. Kanjilal), Japanese (K. Takayama, S. Igarashi) and other specialists. All these works are devoted to the development and creation of a radiation-technological complex with certain parameters and for solving a single specific task, as follows: sterilization of medical devices, disinfection of pharmaceutical raw materials and radiation modification of polymers.

Uzbek scientists (M.Yu. Tashmetov, BS Yuldashev, Sh. Makhkamov, and others) made a significant contribution to the radiation sterilization of medical devices and raw materials for pharmaceutical preparations, as well as to the radiation processing of materials for improving their quality at the gamma facility of the Institute of nuclear physics of the Academy of sciences of the Republic of Uzbekistan.

However, medical devices, pharmaceutical raw materials and polymeric products were processed according to technologies developed taking into account the parameters of a single functional radiation-technological complex for each case. Therefore, it is necessary to develop a technology for sterilization and processing of each product based on the characteristics and capabilities of a specific radiation technology complex. The radiation technology complex is created based on the parameters of the electron accelerator and regulatory documents for each country.

Connection of dissertational research with the plans of scientific research works of the scientific research institution, where the dissertation was conducted. The dissertational work was carried out within the framework of research projects of the Institute of Nuclear Physics of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan on the themes: A10-ΦA-Φ130 "Development of

radiation sterilization technology for medical devices and pharmaceutical preparations based on the electron accelerator U003 Electronics" (2012–2014), FA-A12-F008 "Development of the technology of radiation cross-linking of polymeric heat-shrinkable products based on the electron accelerator" Electronics U-003 "" (2015–2017) and I2-FA-F010 "Mastering the technology of radiation sterilization of medical products and pharmaceutical raw materials drugs in a production environment "(2016–2017).

The aim of the research is the creation of a radiation-technological complex based on the electron accelerator "Electronics U-003" and the development of methods for the radiation sterilization of medical products, pharmaceutical raw materials, as well as the method of cross-linking polymer products.

The tasks of the research:

Design and manufacture of a conveyor-type system for entry into the irradiation zone and withdrawal of irradiated products;

development and manufacture of a carousel conveyor that provides high uniformity of irradiation of the products being processed and a suspension conveyor line for the radiation treatment of tubular polymeric products;

development and creation of a remote control for automated control of the conveyor system and overhead conveyor line;

development of a method of radiation sterilization of surgical suture materials, medical natural latex gloves and surgical disposable products from nonwoven materials;

development of technology for radiation disinfection of starch and sedatives Sedonika - raw materials for pharmaceutical preparations;

development of a method of radiation cross-linking of polymeric materials and products with imparting properties of heat shrinkage;

organization of radiation processing of materials and products in an industrial volume.

The objects of the research are the radiation-technological complex based on the electron accelerator "Electronica U-003", disposable medical products, pharmaceutical raw materials, polymeric materials and products.

The subjects of the research is the characteristics of the beam of accelerated electrons, the microbiological analysis of the products being sterilized and the physical-mechanical properties of materials and methods for uniform irradiation of objects.

The methods of research. In the course of the study, the set of complementary methods were applied, such as those for certification of the electron accelerator, for determining the electron energy and the absorbed dose, checking the strength of materials and products, expanding (blowing out) tubular polymer products, determining the current density distribution of accelerated electrons.

The scientific novelty of the research is as follows:

radiation-technological complex was developed on the basis of the electron accelerator "Electronics U-003" with the multifunctional carousel system,

providing a high uniformity of irradiation of many objects with a coefficient of unevenness up to 1.2 and an overhead conveyor line for processing polymer pipes;

a new method was proposed for high-performance radiation sterilization of the Catgut suture and natural silk thread with an electron energy of 3÷7 MeV and a beam current density from 50 to 160 nA/cm²;

a method has been developed for the radiation disinfection of raw materials of starch pharmaceuticals at a beam current density up to 80 nA/cm² and the sedative Sedonik up to 50 nA/cm² with a dose of about 20 kGy with accelerated electrons of an energy within 3÷5 MeV;

a method was developed for radiation cross-linking of polyvinyl chloride polymer pipes with accelerated electrons by absorbed doses of 30÷50 kGy, at which the increase is achieved in ~17% of the mechanical strength of the insulating pipes made of polyvinyl chloride.

Practical results of the research are the following:

a scheme has been developed and implemented for use in the packaging of disposable latex gloves and the radiation technology for their sterilization;

the range of linear dependence of the breaking load and the modulus of elasticity of the material of disposable surgical sets of nonwoven material on the radiation dose is determined, including the maximum allowable sterilizing dose.

The reliability of the research results obtained is ensured by the use of modern high-precision instruments, confirmed by the use of a set of certified methods for measuring the characteristics of an electron accelerator, using standard certified instruments, equipment for processing materials and products.

Scientific and practical significance of the research results. The scientific significance of the results consists in the development and creation of a radiation-technological complex capable for processing medical products, raw materials for pharmaceuticals in a conveyor line and polymer pipes along an overhead conveyor line, and also development of high-performance radiation sterilization methods for absorbable suture thread Catgut and non-absorbable natural woven silk thread. Sterilization of disposable non-woven surgical sets, sterilization of pharmaceutical raw materials, drugs and radiation cross-linking of polymer pipes, ensuring the required standards of the final products.

The practical significance of the research results obtained in the course of the dissertation work is in allowing qualitative processing of products and materials on an industrial scale with lower economic costs and higher radiation safety.

Implementation of the research results.

On the basis of the obtained results on the creation of a radiation-technological complex based on the electron accelerator "Electronics U-003", the following issues were implemented:

the developed multifunctional radiation-technological complex based on the electron accelerator "Electronics U-003" was used at the Institute of Nuclear Physics to solve a wide range of research and production problems to develop methods of radiation sterilization (processing) of products and materials on an industrial scale, taking into account the beam current density, electron energy and the movement of the conveyor and overhead conveyor line (letter of the Academy

of Sciences of the Republic of Uzbekistan 2/1255-2952 from 8 November 2018 year). And use radiation-technological complex allowed to expand the range of services in the framework of contractual work on radiation sterilization of medical and polymeric products and raw materials of pharmaceutical preparations concluded with various organizations by the Institute of Nuclear Physics of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan;

developed methods of radiation sterilization of medical products (Catgut suture thread, natural silk thread, medical gloves, non-woven surgical kits) used at the Institute of Nuclear Physics for radiation sterilization of disposable medical devices (letter of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan 2/1255-2952 from 8 November 2018 year). The use of the developed methods allowed to elevate the microbiological purity up to the levels admitted in the international and national regulatory documents, and to increase the volume of performed contractual work to 1 billion sums per year;

the developed methods of radiation decontamination of raw materials of pharmaceutical preparations were used at the Institute of Nuclear Physics for radiation decontamination of pharmaceutical preparations (letter of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan 2/1255-2952 from 8 November 2018 year). Using the developed methods allowed to decontaminate pharmaceutical preparations, preserving their medicinal properties, and to increase the range of services performed on the basis of contractual work up to 100 million sums per year;

the developed radiation processing technologies for cross-linking polymeric materials used at the Institute of Nuclear Physics for the acquisition of new operational and qualitative properties (letter of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan 2/1255-2952 from 8 November 2018 year). The use of the developed technologies allowed the expanding the range of services produced at the electron accelerator “Electronics U-003”.

Testing of the research results. The results of this study were tested at 17 scientific conferences, including - 8 international.

Publication of the research results. On the topic of the dissertation, 24 scientific papers were published, including 5 articles in journals recommended by the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan, 3 of them in the international journals issued abroad.

Structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, three chapters, conclusion, list of references. The volume of the dissertation is 118 pages of typewritten text.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. Ташметов М.Ю., Исматов Н.Б., Саидов Р.П., Махкамов Ш.М., Абдулманов Р.Г. Стерилизация хирургической шовной нити кетгут на ускорителе электронов // Узбекский физический журнал. – Ташкент, 2013. - №5-6 (15).- С.305-311 (01.00.00. №5).
2. Tashmetov M.Yu., Ismatov N.B., Saidov R.P., Mahkamov Sh.M., Abdulmanov R.G., Xabibullaev X.R. Sterilization and properties of braided silk surgical thread // Вопросы атомной науки и техники. – Харьков (Украина), 2015. - № 3 (97). - С.99-102 (№ 1. Web of Science; IF=0.136)
3. Ташметов М.Ю., Исматов Н.Б., Саидов Р.П., Махкамов Ш.М. Радиационная стерилизация картофельного крахмала и седоник //Узбекский физический журнал. – Ташкент, 2016. - №2 (18). - С.142-146 (01.00.00. №5)
4. Ташметов М.Ю., Исматов Н.Б., Саидов Р.П., Махкамов Ш.М. Комплекс радиационной обработки на базе ускорителя электронов “Электроника У-003” // Вопросы атомной науки и техники. – Харьков (Украина), 2017. - № 5 (111). - С.91-97(№ 1. Web of Science; IF=0.136)
5. Ташметов М.Ю., Исматов Н.Б., Саидов Р.П. Радиационная стерилизация хирургического одноразового халата и простыни из нетканого материала // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Техническая физика и автоматизация. – Москва, 2017. - № 77. - С.24-35 (01.00.00. №17).

II бўлим (II часть; part II)

6. Ташметов М.Ю., Қаюмов М., Махкамов Ш., Исматов Н., Саидов Р.П., Кульджанов Б.К., Турсунов Н.А., Ашуров М., Ибрагимова И.И., Холматов Р. Защита от излучений ускорителя электронов «Электроника У003» // Препринт ИЯФ АН РУз.- Ташкент: ИЯФ АН РУз, 2011. - № Р-2-696. -24 с.
7. Ташметов М.Ю., Исматов Н., Саидов Р.П., Махкамов Ш. Комплекс радиационной обработки на базе ускорителя электронов «Электроника У003» // Препринт ИЯФ АН РУз. - Ташкент: ИЯФ АН РУз, 2016. - № Р-9-714.- 28 с.
8. Исматов Н.Б., Ташметов М.Ю., Саидов Р., Абдульманов Р.Г. Определение энергии электронов линейного ускорителя «Электроника У003» // «Физика фанининг бугунги ривожиди истеъдодли ёшларнинг ўрни»: Республика илмий-амалий конференцияси 27-28 апрель 2012. - Ташкент, 2012. – С. 295-298.
9. Холматов Р.Р., Исматов Н.Б., Ибрагимова И.И., Ташметов М.Ю., Саидов Р., Абдульманов Р.Г. Определение ток пучка и пространственного

- распределения плотности потока электронов ускорителя «Электроника У003» // «Физика фанининг бугунги ривожиди истеъдодли ёшларнинг ўрни»: Республика илмий-амалий конференцияси 27-28 апрель 2012. - Ташкент, 2012. – С.334-337.
10. Tashmetov M.Yu., Ismatov N.B., Makhkamov Sh.M., Saidov R., Abdulmanov R.G. Determination of “Electronics U-003” accelerator electron beam operational parameters // “Nuclear science and its application”: International Conference Samarkand, 25-28 September, 2012. – Ташкент, 2012. –Р. 232-233.
 11. Ташметов М.Ю., Махкамов Ш.М., Исмаев Н.Б., Саидов Р.П., Эргашев Х.А., Абдулманов Р.Г. Радиационная технология стерилизации хирургической нити // «Инновационные технологии на производстве и в высшем образовании»: Республиканская научно-практическая конференция, 16-17 Май 2013. - Андижан, 2013. – С.146-149.
 12. Ташметов М.Ю., Махкамов Ш.М., Салихбаев У.С., Исмаев Н.Б. Радиационно-технологическая установка ускоритель электронов «Электроника У-003» Института ядерной физики АН РУз. //«Инновационные технологии на производстве и в высшем образовании»: Республиканская научно-практическая конференция, 16-17 Май 2013. - Андижан, 2013. – С.149-151.
 13. Ташметов М.Ю., Исмаев Н.Б., Саидов Р.П., Махкамов Ш.М., Абдулманов Р.Г. Свойства хирургической нити кетгут, стерилизованной на ускорителе электронов // «Ядерная и радиационная физика»: IX – я Межд. конф. 24-27 сентябрь, 2013.- Алматы, 2013. – С.279-280.
 14. Ташметов М.Ю., Исмаев Н.Б., Махкамов Ш.М. Стерилизующая доза и прочность хромированной шовной нити кетгут // «Физика и Экология»: Республиканская научно-практическая конференция, 11-12 декабрь 2013. - Нукус, 2013. – С.52.
 15. Ташметов М.Ю., Исмаев Н.Б., Махкамов Ш.М., Саидов Р.П. Стерилизация на ускорителе электронов одноразового хирургического комплекта из нетканого материала // «Ядерная наука и его применение»: VII – я Евразийская конференция 21-24 октябрь, 2014.- Баку, 2014. – С.310-311.
 16. Исмаев Н.Б. Радиационная стерилизация хирургического комплекта из нетканого материала // «Ядерная физика и ядерные технологии»: IV Республиканская конференция молодых физиков Узбекистана, 2 – 3 декабря, 2014. – Ташкент: ИЯФ АН РУз, 2014.- С. 134-140.
 17. Холматов Р.Р., Исмаев Н.Б. Радиациявий услуб ёрдамида иссиқлик таъсирида кичрайувчи полимер найчалар олиш // «Ядерная физика и ядерные технологии»: IV Республиканская конференция молодых физиков Узбекистана, 2 – 3 декабря, 2014. – Ташкент: ИЯФ АН РУз, 2014.- С. 191-193.
 18. Рўзиев Э.Т., Исмаев Н.Б., Холматов Р.Р. Полимер материали хоссасига электронлар таъсири. // «Ядерная физика и ядерные технологии»: IV

- Республиканская конференция молодых физиков Узбекистана, 2 – 3 декабря, 2014. – Ташкент: ИЯФ АН РУз, 2014.- С. 193-194.
19. Рузиев Э.Т., Исматов Н.Б., Холматов Р.Р., Ташметов М.Ю. Электронлар дастаси ёрдамида полиэтилен маҳсулотларига радиациявий ишлов бериш //«Физика фанининг ривожига истеъдодли ёшларнинг ўрни»: Республика илмий-амалий конференцияси, 24-25 апрель, 2015. - Тошкент, 2015. – Б.134-139.
20. Ташметов М.Ю., Исматов Н.Б., Саидов Р.П., Махкамов Ш.М. Стерилизация медицинских диагностических натуральных латексных перчаток пучком электронов // «Ядерная и радиационная физика»: 10-я Межд. конф. 8-11 сентябрь, 2015. – Курчатов (Казахстан), 2015. – С.196.
21. Ташметов М.Ю., Исматов Н.Б., Саидов Р.П., Махкамов Ш.М. Стерилизация электронами картофельного крахмала и седоник //«Фундаментальные и прикладные вопросы физики»: Межд. конф. 5-6 ноябрь, 2015. – Ташкент: ФТИ НПО «Физика-Солнце» АН РУз, 2015. – С.37-40.
22. Tashmetov M.Yu., Ismatov N.B., Makhkamov Sh., Saidov R.P., Abdulmanov R.G. Radiation technologies and their application // “New Trends of Development Fundamental and Applied Physics: Problems, Achievements and Prospects”: The International symposium, 10-11 November, 2016. - Tashkent, 2016. -pp.357-358.
23. Ташметов М.Ю., Исматов Н.Б., Саидов Р.П. Радиациявий услубда чокланган поливинилхлорид изоляцияловчи найчаларнинг хоссалари //«Фундаментальные и прикладные вопросы физики»: Межд. конф. 13-14 июнь, 2017. - Ташкент, 2017. – С.138-140.
24. Ташметов М.Ю., Исматов Н.Б. Радиационно-технологический комплекс на базе ускорителя электронов “Электроника У-003” //«Ядерная наука и технологии»: Международный научный форум, 12-15 сентября, 2017.- Алматы, 2017. – С.391

Автореферат “Тил ва адабиёт таълими” журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилиб, унинг ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнлари ўзаро мувофиқлаштирилди. (10.12.2018 йил)

Босишга рухсат 14.12.2018 да берилди.
Бичими 84x108 ¹/₁₆. Офсет қоғози.
Офсет босма усулида босилди.
«Times New Roman» гарнитураси. Шартли босма табоқ 3.5.
Адади 100 нусха. Буюртма № 26

«O‘quv ta’lim metodika» DUK bosmaxonasida chop etildi.
Тошкент шаҳри, чилонзор тумани, Фурқат кўчаси 174-уй.