

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ



SATBAYEV  
UNIVERSITY

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

«Роботтық техника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

Ізмұханов Ерғазы Ерболатұлы

«Мамандандырылған үй-жайларға арналған стационарлы ауаны тазарту  
қондырғысын әзірлеу»

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

5B071600 – Аспап жасау мамандығы

Алматы 2021



SATBAYEV  
UNIVERSITY

Ә. Буркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

«Роботтытехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА РҰҚСАТ**

РТжАТҚ кафедра меңгерушісі

техника ғылым кандидаты

Ожикенов К.А.

«8» маусым 2021 ж.

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

Тақырыбы: «Мамандандырылған үй-жайларға арналған стационарлы ауаны тазарту қондырғысын әзірлеу»

5B071600 – Аспап жасау мамандығы бойынша

Орындады

Ізмұханов Ерғазы Ерболатұлы

«Роботтытехника және  
автоматиканың техникалық  
құралдары» кафедрасының  
лекторы  
Алимбаев Ш.

«7» маусым 2021 ж.



SATBAYEV  
UNIVERSITY

Ә. Бүркітбаев атындағы Өндірістік автоматтандыру және цифрлау институты

«Роботтық техника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

5B071600 – Аспап жасау

**БЕКІТЕМІН**

РТЖАТҚ кафедра меңгерушісі  
техника ғылым кандидаты

 Ожикенов К.А.

«7» маусым 2021 ж.

Дипломдық жобаны орындауға

**ТАПСЫРМА**

Білім алушыға Ізмұханов Ерғазы Ерболатұлы

Жобаның тақырыбы: Мамандандырылған үй-жайларға арналған стационарлы ауаны тазарту қондырғысын әзірлеу

Университет ректорының 2020 жылғы «24» қараша №2131-б  
бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «25» мамыр 2021 ж.

Дипломдық жобаның бастапқы мәліметтері: Арнайы мамандандырылған үй-жайлардағы стационарлық ауаны тазартудың тиімді жолын қондырғы арқылы жобалау

Дипломдық жұмыста әзірленуге жататын мәселелер тізімі:

- а) Таза бөлмеге кіріспе
- б) Ауаны тазарту жүйесі
- в) Ауа тазарту қондырғысы
- г) Arduino микроконтроллерде бағдарламалау

Графикалық материалдардың тізімі (міндетті түрде қажетті сызбалар көрсетілген): 25 слайд


Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 19 әдебиеттер тізімі

## КЕСТЕ

Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау

Бөлімдер қарастырылған сұрақтар тізімі	атауы,	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімі	Ескертулер
Негізгі бөлім		23.01 – 15.02.2021 ж.	Орындады
Есептеу бөлімі		23.01 – 15.02.2021 ж.	Орындады
Бағдармалық бөлім		15.03 – 20.04.2021 ж.	Орындады
Зерттеу бөлімі		20.04 – 05.05.2021 ж.	Орындады
Қорытынды бөлім		05.05 – 15.05.2021 ж.	Орындады

Аяқталған дипломдық жұмыс (жобаға) және оған қатысты бөлімдерінің кеңесшілері мен қалып бақылаушының  
**ҚОЛТАҢБАЛАРЫ**

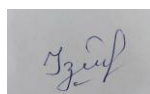
Бөлімдер атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қайылған мерзімі	Қолы
Қалып бақылаушы	Кабдолдина А.О.	07.06.2021ж.	

Ғылыми жетекшісі



Алимбаев Ш.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Ізмұханов Е.

Күні

«8» маусым 2021

## **АҢДАТПА**

Бұл дипломдық жоба мамандандырылған үй-жайлардағы ауа тазарту қондарғысын зерттеуге бағытталған.

Жұмыстың негізгі міндеті ластанған ауаны тазарту арқылы адамдарға қолайлы орта қалыптастыру және болып жатқан процестерді зерттеу үшін алынған параметрлерді талдау болып табылады. Ауа арқылы таралатын әртүрлі аурулар мен шаң-тозаңның алдын алу жобаның басты міндеті.

Арнайы үй-жайларда болатын ауа тазарту құрылғысының қазіргі заманның үлгісіне сай етіп әзірлеу, әрі электр тогын үнемдеу жобанда қарастылыған. Arduino контроллері арқылы шағын макетте жұмыс істеу принципі баяндалған.

## **АННОТАЦИЯ**

Данный дипломный проект направлен на исследование очистных сооружений в специализированных помещениях.

Основной задачей работы является формирование благоприятной среды для человека путем очистки загрязненного воздуха и анализ полученных параметров для изучения происходящих процессов. Главная задача проекта - предотвращение различных заболеваний и пыли, распространяющихся по воздуху.

Согласно современной модели очистных сооружений, находящихся в специальных помещениях, экономия электрического тока предусмотрена проектом. Изложен принцип работы в небольшом макете через контроллер Arduino.

## **ANNOTATION**

This diploma project is aimed at the study of wastewater treatment plants in specialized premises.

The main task of the work is to create a favorable environment for humans by cleaning polluted air and analyzing the obtained parameters to study the processes occurring. The main task of the project is to prevent various diseases and dust that spread through the air.

According to the modern model of treatment facilities located in special rooms, the saving of electric current is provided by the project. The principle of operation in a small layout via the Arduino controller is described.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Ақпараттық дереккөздерге аналитикалық шолу	10
1.1 Таза бөлме дегеніміз не?	10
1.2 Медицинадағы таза бөлмелер	11
1.3 Таза бөлмелердің жіктелуі	12
1.4 Әр түрлі салаларда пайдаланылатын үй-жайлардың тазалық сыныптары	14
1.5 Турбулентті желдетілетін таза үй-жайлар	15
2 Негізгі бөлім	17
2.1 Таза бөлмелердің микроклиматын басқарудың мехатронды жүйесін талдау және жобалау	17
2.2 Таза үй-жайларды жобалау кезінде ескерілуі қажет талаптар	17
2.3 Мамандандырылған үй-жайларды жобалау кезінде шешілуі қажет мәселелері мен ережелері	18
2.4 Ауа дайындау жүйесінің тұжырымдамасын дайындау	19
2.5 Бір бағытты ауа ағыны және рециркуляция	21
2.6 Датчиктер мен атқарушы механизмдер	26
3. Қорытынды	
4. Пайданылған әдебиеттер тізімі	
А Қосымша	



## КІРІСПЕ

Қазіргі уақытта заманауи мамандандырылған үй-жайлардың тазалығы, олардағы жайлылық пен қызметкерлер үшін салауатты орта талаптары қойылады, сонымен қатар олардың пайдалану үнемділігіне көп көңіл бөлінбей жатыр. Электр энергиясының, сумен жабдықтаудың және жылумен жабдықтаудың өсіп келе жатқан бағасы жобалаушы-инженерлерді қысқы мезгілінде жылу шығынын және жазғы кезеңдерде ауаны салқындатуға жұмсалатын электр энергиясының шығынын төмендету мақсатында ресурс үнемдейтін технологияларды, заманауи жылу оқшаулағыш материалдарды пайдалануға және іздеуге мәжбүрлейді. Әлемдік індетке байланысты медициналық мекемелерден бөлек арнайы оқшауланған аймақтар өте тапшы болды. Ауада болатын бактериялар мен вирустарды жою мақсатында бөлмелерді кварцтау қажет болғандықтан арнайы ультракүлгін сәулелі шамдар қажет болады. Бұл жобада ауа тазартқыш қондырғыны бөлмені кварцтау ретінде қолдануға болады. Екі жақты ауаны айдау жүйесі бойынша қысқа мерзімде бөлмедегі ауаны тазартуға мүмкіндік береді.

Басқару жүйесінде пайдаланушы микроклиматтың кез-келген параметрлерін орната алады: бөлмедегі максималды жайлылықтан бастап максималды тиімділікке дейін.

Негізгі шешу қажет міндеттер:

- ауада болатын бактерияларды ультракүлгін шамдар арқылы жою, үй-жайларды бақылау және басқару жүйелеріне толық талдау жүргізу;
- мамандандырылған үй-жайлардың сыныптамасына талдау және талдау жүргізу және басқару объектісі ретінде тазалық сыныбы бойынша таңдау;
- арнайы мекемелерде қажетті ауаны үнемді ұстау үшін мехатронды микроклимат жүйесін басқаруды және олардың алгоритмін жасау, бұл басқару жүйесіне осы бөлмелердің тазалық класын сақтай отырып, өзгермелі жұмыс параметрлеріне икемді және тез жауап беруге мүмкіндік береді.

# 1 Ақпараттық дереккөздерге аналитикалық шолу

## 1.1 Таза бөлме дегеніміз не?

Таза бөлме - бұл қазіргі заманғы ең өзекті мәселе, дегенмен таза бөлмелерді жобалау мен пайдалану негіздері ғасырдан астам тарихы бар. Таза бөлмелердің басталуы ауруханалардағы инфекциялармен күресу арқылы басталды, бірақ өнеркәсіптік өндіріс үшін таза орта құру қажеттілігі біздің заманымыздың талабы болып табылады.

Кесте 1.1. Таза бөлмелерді қолданудың кейбір бағыттары

Электроника	Компьютерлер, теледидар түтіктер, жазық дисплейлер магниттік таспа.
Жартылай өткізгіштер	Өндірісі Электр есептеуші машина жадында және басқару жүйелерінде қолданылатын интегралдық схемалар.
Микромеханика	Гироскоптар, ықшам дискілерге арналған миниатюралық мойынтіректер.
Оптика	Линза оптикасы, фотопенка, лазерлік жабдық..
Биотехнология	Антибиотиктер өндірісі, гендік инженерия биотехнологиясы.
Фармацевтика	Фармацевтика стерильді фармацевтикалық өнім өндіру.
Медициналық жабдықтар	Медициналық жабдықтар жүрек клапандары, кардиохунттау жүйелері.
Азық-түлік өнімдері	Құрамында ауру тудыратын микроорганизмдер жоқ тамақ өнімдері мен сусындар өндіру жүйесі.
Ауруханалар	Иммун тапшылығы бар науқастарды емдеу, инфекциялық науқастарды оқшаулау, операциялық аймақтар.

1.1-кестеден көріп отырғанымыздай, таза бөлмелердің көлемін екі негізгі топқа бөлуге болады. Бірінші - ластану бөлшектері өте күрделі мәселе тудыратын салалар кіреді. Мұндай салаларда тіпті субмикрондық

бөлшектердің болуы өнімдердің жұмысын бұзуы немесе олардың қызмет ету мерзімін төмендетуі мүмкін. Екінші - микроорганизмдердің болуына жол берілмейтін аудандардан, өйткені өнімде (немесе науқастың денесінде орналасқан) олардың санының көбеюі инфекцияға әкелуі мүмкін. Сонымен қатар, кестеде көрсетілген көптеген өнімдер тиісті салалардағы соңғы жетістіктер болып табылатындығын көруге болады, яғни таза бөлмелерде өндірілген өнімдердің тізімі уақыт өте келе толықтырылады, бұл өз кезегінде таза бөлмелерге айтарлықтай және тұрақты сұранысты қамтамасыз етеді.

АҚШ федералды стандартында 209E Таза бөлме (cleanroom) келесідей анықталған:

Аэрозоль бөлшектерінің есептік концентрациясы бар бақыланатын және бір немесе одан да көп таза аймақтары бар мамандандырылған үй-жайлар. Аэрозоль бөлшектерінің есептік концентрациясы бақыланатын және үй-жай ішіндегі бөлшектердің пайда болуын, генерациясын және жинақталуын барынша азайту үшін және қажет болған жағдайда температура, ылғалдылық және қысым секілді басқа да параметрлер бақыланатын үй-жайларға арналған.

## 1.2 Медицинадағы таза бөлмелер

Медициналық мекемелердегі "Таза" үй-жайлар операциялық залдарда, ПТР зертханаларында, қарқынды терапия үй-жайларында және реанимациялық бөлімшелерде, босандыру үй-жайларында, мамандандырылған мақсаттағы палаталарда барынша сұранысқа ие.

Реанимация бөлімшелерінде және қарқынды терапия үй-жайларында "Таза" аймақтарды пайдалану инфекцияның ықтимал таралуына жол бермеу үшін керек. Медициналық мекемелердегі "Таза" үй-жайлар көбінесе ауа капсуласын жасау және науқастарға аэрозоль түріндегі ластануға жол бермеу мақсатында аурухана төсектері орналасқан жерлерде бір бағытты ауа ағындары бар тазалықтың жоғары деңгейдегі қосымша аймақтарымен жабдықталады. Бұл аймақтар бір бағытта әрекет ететін көлденең немесе тік ағындармен жабдықталуы әбден мүмкін. Мұндай үй-жайларды жабдықтау әр түрлі операциялардағы науқастардың қарқынды терапиясындағы емдеу процесінің тиімділігін едәуір арттырады..

ПТР – зертханаларды жобалау және салу кезінде "Таза" үй-жайларды пайдалану ПТР-зертханалар бөлмелерінің, реактивтер мен ПТР-зертхана жабдықтарының микроорганизмдермен, нуклеин қышқылдарымен және амплификация өнімдерімен араластыру әдісінің жоғары сезімталдығымен байланысты. Таза бөлмелердің қажеттілігі операциялық және реанимациялық бөлмелермен байланысты.

Таза бөлмелердің құрылысы басқа бөлмелердің құрылысына қарағанда сапаға қойылатын жоғары талаптармен сипатталады. Таза бөлмелер мен басқа

типтегі үй-жайларды салу үшін материалдарды таңдауға деген көзқарастың айырмашылығы бірнеше себептерге байланысты:

- бөлме ауа өткізбейтін болуы керек;
- ішкі беттерді өңдеу олардың тегістігін және оңай тазалануын қамтамасыз етуі керек;
- ішкі беттерге арналған әрлеу материалдары тозуға және механикалық жүктемелерге төтеп бере алатындай болуы керек;
- кейбір технологиялық орталар, тазартқыш заттар, су қалыпты бөлмелерде қолданылатын жабынды бұзуы мүмкін;
- кейбір таза бөлмелерде статикалық электр зарядтарын тарататын антистатикалық диссипативті материалдарды қолдану қажет.

Таза бөлмелерде іргелес бөлмелерге қатысты артық қысым пайда болады. Егер қоршау конструкциялары нашар болса және олардағы тігістер тығыз болмаса, таза ауаның өте үлкен жоғалуы мүмкін. Бұл шығындарды өтеу үшін артық ауа беру қажеттілігін тудыруы мүмкін.

### 1.3 Таза бөлмелердің жіктелуі

Таза бөлмелер олардағы ауаның тазалық дәрежесіне қарай жіктеледі. АҚШ-тың 209E федералды стандарттарында d индексі бар редакцияға дейін қолданылатын жіктеу принципі қарапайым және әмбебап. Осыған сәйкес бөлменің тазалық класы жіктелетін бөлменің ауасының бір текше фут ауада орналасқан диаметрі 0,5 мкм-ге тең немесе одан асатын бөлшектердің санына тең.

Жеңілдетілген түрде, 209d ескірген федералды стандартқа сәйкес таза бөлмелердің жіктелуі кестеде келтірілген. 1992 жылы осы стандарттың осы нұсқасы шықты – 209E, онда метрикалық көлем бірліктері қолданылды. Алайда, 209d стандарты бойынша жіктеу соншалықты айқын және қарапайым, ол ұмытылғанға дейін бірнеше жыл өтеді. Сонымен қатар, ескі жіктеуді 209E нұсқасы емес, ISO 14644-1 жаңа халықаралық стандарты ауыстырады.

*Кесте 1.2. 209d федералды стандарты бойынша таза үй-жайларды жеңілдетілген жіктеу*

209D Тазалық классы	1	10	100	1000	10000	100000
Бөлшектердің саны 0,5 мкм текше фут	1	10	100	1000	10000	100000

ISO классификациясы келесі теңдеуге негізделген:

$$C_n = 10^N \times [0,1/D]^{2,08}, \quad (1)$$

Теңдеу (1) - 1 текше фут 28.3 литрге тең.

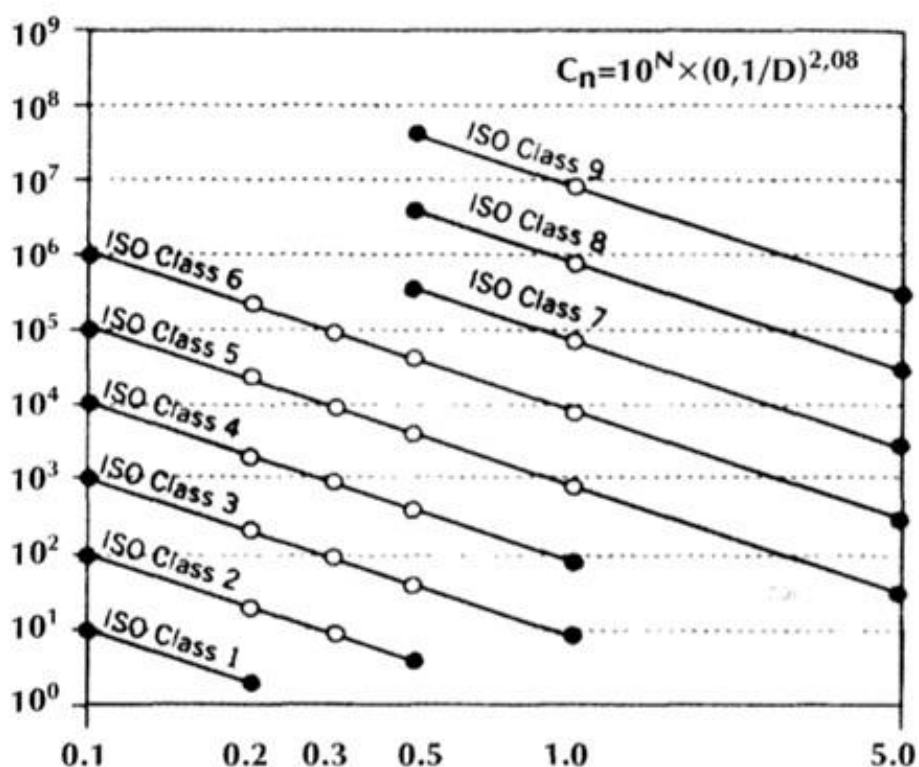
Мұндағы  $C_n$  - мөлшері жіктеуде көрсетілгенге тең немесе одан үлкен ауаның 1-дегі Бөлшектердің рұқсат етілген ең жоғары концентрациясы. Мән ең жақын бүтін санға дейін дөңгелектенеді, үш маңызды цифрдан аспайды;

N - ISO бойынша 9-дан аспайтын сынып.

0.1 N ең аз аралықпен аралық сыныптарға рұқсат етіледі;

D-қарастырылатын бөлшектердің мөлшері мкм;

0,1-тұрақты мән, өлшемі мкм.



Ауадағы бөлшектердің концентрациясы, мкм

Сурет 1.1. ISO 14644-1 стандарты бойынша үй-жайлардың тазалық сыныптарын графикалық ұсыну.

ISO стандартынан алынған, графикалық түрде бөлме тазалығының әртүрлі сыныптары үшін бөлшектердің шекті рұқсат етілген концентрациясының мәндерін көрсетеді. Ол түсінікті болу үшін берілген, дәл мәндерді есептеу кезінде жоғарыда келтірілген теңдеуді қолдану керек. ISO стандарты сонымен қатар өте жұқа (ultrafine) бөлшектердің ( 0.1 мкм) және үлкен "макро бөлшектер" ( 5 мкм) санына негізделген таза бөлмелерді жіктеу әдісін ұсынады.

#### 1.4 Әр түрлі салаларда пайдаланылатын үй-жайлардың тазалық сыныптары

Бөлменің қажетті тазалық сыныбы ондағы шешілетін міндеттерге байланысты өндірілген өнімді ластануға неғұрлым сезімтал болса, бөлменің тазалық деңгейі соғұрлым жоғары болады.

Кесте 1.3. Әр түрлі өндірістерге арналған үй-жайлардың тазалық сыныбына қойылатын үлгі талаптар :

Сынып 1	Субмикрондық геометриясы бар интегралдық микросхемалар өндірісі.
Сынып 10	Өткізгіштер арасындағы қашықтық 2 мкм-ден кем интегралдық микросхемалар өндірісі.
Сынып 100	Микроорганизмдер мен бөлшектердің болмауын талап ететін инъекциялық препараттардың асептикалық өндірісі. Иммундық тапшылығы бар пациенттерді, оның ішінде сүйек кемігін ауыстырып салғаннан кейін оқшаулау.
Сынып 1 000	Жоғары класты оптикалық элементтер өндірісі. Дәлмедәл гироскоптарды құрастыру және сынау. Миниатюралық мойынтіректерді құрастыру.
Сынып 10 000	Дәлдікті гидравликалық және пневматикалық жабдықтарды, серво жетектері бар клапандарды, жоғары дәлдіктегі сағат механизмдерін, жоғары сапалы трансмиссияны құрастыру.
Сынып 100 000	Оптикалық өндіріс, электронды компоненттерді құрастыру, гидравликалық және пневматикалық құрылғыларды құрастыру.

Бір бағытты ауа ағыны бар аймақ болған кезде оған қойылатын талаптар операциялық үстел аймағындағы ауа тазалығына қойылатын талаптарға сәйкес келеді.

Таза бөлмелерде сүзгілерді қолдану бойынша ұсынылған көп сатылы тазарту схемасы ГОСТ ЕН 13779 сәйкес ODA4 және ODA5 санатына сәйкес келетін жоғары шаңдану жағдайлары үшін келтірілген. Кәсіпорындар бастапқы шаңдану жағдайында ODA3 класына сәйкес және одан жоғары болған жағдайда тазартудың 1-ші сатысындағы сүзгілер орнатылмауы мүмкін.

Ауа тазалығының берілген жағдайын қамтамасыз ету міндетін соңғы мәре сатысы H10-H14 жоғары тиімді HEPA-сүзгілері және U15 - U17 сыныптарының ультра жоғары тиімді ULPA-сүзгілері қамтамасыз етеді.

Аэрозоль бөлшектерінің саны мен ауадағы бактериялардың саны белгілі бір төмен деңгейде сақталатын бөлме таза деп саналады. Ауадағы шаң мен

бактериялардың концентрациясына байланысты таза бөлмелердің тоғыз класы бар.

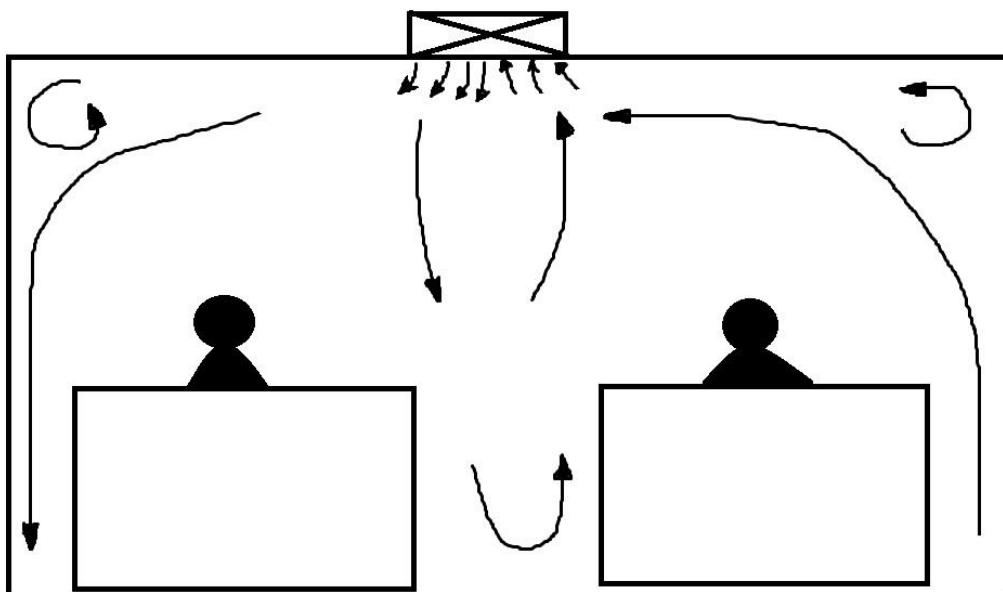
Жоғары класты таза бөлмелердегі ластануды азайту үшін арнайы желдету жүйелері қолданылады, онда ауа ағыны ламинарлы, турбуленттіліксіз жоғарыдан төменге қарай жылжиды. Ламинарлы ауа ағынында адамдар мен жабдықтардың кір бөлшектері бүкіл бөлмеге шашырамайды, бірақ еденге ағынмен жиналады.

Қажетті ауа параметрлерін сақтау үшін:

- сүзгілер;
- ауаны жұқа тазарту сүзгілері;
- ауа қабылдау және ауа тарату жабдықтары;
- желдеткіштер;
  
- электр клапандары;
  
- бумен ылғалдандыру жүйесі;
  
- жылу алмастырғыштар;
- Тоназытқыш машиналар;
- ауаны залалсыздандыру жүйелері.

## 1.5 Турбулентті желдетілетін таза үй-жайлар

Турбулентті желдетілетін таза бөлменің схемасы көрсетілген. Осы типтегі таза бөлмелерде желдетуді ұйымдастыру принциптері, мысалы, кеңселер мен дүкендер сияқты қарапайым кондиционері бар бөлмелермен бірдей. Оларға ауаны төбеге орнатылған ауа таратқыштар арқылы ауа баптау жүйесін береді. Дегенменде, турбулентті желдетілетін таза бөлмелер әдеттегі ауа баптағыш бөлмелерден, кейбір жүйелерімен ерекшеленеді:



Сурет 1.2. Кәдімгі (біркелкі емес) ауа ағыны бар таза үй-жай

1. Үй-жайға берілетін ауа мөлшерінің артуы. Кеңселер немесе дүкендер қолайлы еңбек жағдайларын жасау үшін жеткілікті ауа мөлшерімен жабдықталуы керек; әдетте, олардағы ауа алмасу жиілігі (сағатына) 2-ден 10-ға дейін. Сонымен қатар, турбулентті желдетілетін таза бөлмелерде ауа алмасу жиілігі 10-нан 100-ге дейін болуы керек.

2. Жоғары тиімді сүзгілер. Таза бөлмелерде кеңсе және басқа бөлмелерге карағанда әлдеқайда тиімді ауа сүзгілері қолданылады. Ауа ортасынан 0,3 мкм-ден асатын бөлшектерді алып тастау үшін таза бөлмелерде қолданылатын сүзгілердің тиімділігі әдетте 99,97% - дан асады. Бұл сүзгілер HEPA (High Efficiency Particle Air) сүзгілері ретінде белгілі. Микроэлектроника өнімдерін өндіруде одан да тиімді ULPA (Ultra low Penetration Air) сүзгілері, яғни ультра төмен өткізгіштігі бар сүзгілер қолданылады.

3. Аяқтау ауа сүзгілері. Таза үй-жайларда тиімділігі жоғары сүзгілер үй-жайға ауа кіретін жерлерде орнатылады. Кеңселерде және сол сияқты үй-жайларда қолданылатын ауа баптау жүйелерінде сүзгілер тікелей ауа баптау жүйесінің артына орналастырылады.

4. Ауаның өтуіне арналған артық қысым мен торлар. Көрші, көп ластанған жерлерден таза бөлмеге ауаның кіруін болдырмау үшін онда артық қысым, аз таза бөлмелерге қатысты ауа құрылуы керек. Таза бөлмеде бір орыннан екінші орынға ауысатын және арнайы киінген адам ластанудың таралуын тиімсіз болдырмайтын киім, мысалы, арнайы киім немесе зертханалық пальто, минутына орта есеппен 0,5 мкм 2 бөлшек, 5,0 мкм 300 000 бөлшек және 160 - қа жуық микроағзалық тасымалдаушы бөлшектерді шығара алады. Егер адам ластануды тиімді тежейтін материалдардан жасалған дұрыс жасалған киім (комбинезон, тізеге дейін аяқ киім, дулыға және т.б.) киіп жүрсе, онда 0,5 мкм, 5,0 мкм өлшемді бөлшектердің және микроағзаларды



тасымалдаушы бөлшектердің орташа генерациясы минутына тиісінше 50%, 88% және 92% - ға азаяды.

Егер ауа сүзгілерінің тиімділігі 100% - ға жақын болса, онда турбулентті желдетілетін таза бөлмедегі ауаның тазалық деңгейін шамамен келесі теңдеудің көмегімен анықтауға болады:

Аэрозольді ластану концентрациясы (бөлшектер/м<sup>3</sup>) =

$$= \frac{\text{бөлшек саны (бактерия), минутына өндірілетін}}{\text{берілетін ауа көлемі (м}^3\text{/мин)}}$$

ламинарлық шкафтардан, қораптардан және басқа ұқсас құрылғылардан келіп түсетін ауаны қоса алғанда, берілетін ауаның көлемі.

Жұмыс режиміндегі турбулентті желдетілетін таза бөлмелер ISO 6 (1000 сыныбы) тазалық деңгейіне жетуі мүмкін, бірақ көбінесе ISO 7 (10,000 сыныбы) класын қамтамасыз етеді. Жұмыс істеп тұрған таза бөлмеде тазалық деңгейін ISO 6 класынан (1000 сынып) жоғары алу үшін генерацияланатын бөлшектерді сұйылтудың үлкен дәрежесі талап етіледі. Бұған бір бағытты ауа ағынының көмегімен қол жеткізуге болады.

## 2. НЕГІЗГІ БӨЛІМ

2.1 Таза бөлмелердің микроклиматын басқарудың мехатронды жүйесін талдау және жобалау.

Таза бөлмелерді жобалау өте маңызды міндет, ал біздің жағдайда таза бөлмелерде микроклиматты басқарудың мехатронды жүйесін жобалау екі есе қиын. Ең бірінші қажет барлық елеулі келе міндет және кәсіптік кезең-кезеңмен жобалау таза үй-жай. Таза бөлмелерді жобалау туралы шешім жобаланған бөлменің барлық техникалық шарттары мен параметрлерін мұқият бағалаудан кейін қабылдануы керек.

Таза үй-жайлар өндірілетін өнімді қоршаған ортаның, персонал мен өнім өндірілетін шикізаттың әсерінен қорғау үшін қызмет етеді. Егер кәсіпорында стерильді өнім өндірісі болса, міндетті түрде стерильді өндіріс аймағы GMP ережелеріне қатаң сәйкес жабдықталуы керек. Өнім қоршаған орта әсеріне ұшырауы мүмкін және араласу (бөгде биологиялық материалмен инфекция) туындауы мүмкін өндірістік операцияларды орындау кезінде: микроорганизмдер, бөлшектер, айқаспалы контаминация.

2.2 Таза үй-жайларды жобалау кезінде ескерілуі қажет талаптар

- Таза бөлме әрқашан таза ортада болуы керек;

- Өндірістік процестерден контаминацияның пайда болу қаупі барынша шектеулі немесе толығымен жойылуы тиіс;
- Персоналдың таза үй-жайларда болуының контаминация қаупі барынша шектеулі немесе толық жойылуы тиіс;
- Айқаспалы контаминацияның пайда болу мүмкіндігін болдырмау керек;
- Персоналды барынша қорғау қамтамасыз етілуі тиіс;
- Шикізат ағындары мен материалдар ағындары GMP талаптарының орындалуын ескере отырып жоспарлануы керек;
- Қызметкерлерді таза бөлмелерде жылжыту оңтайлы болуы керек, қызметкерлер шлюздері GMP талаптарын ескере отырып жобалануы керек;
- Таза бөлмелердегі қызметкерлер үшін қажетті климаттық жағдайлар жасалуы керек;
- Бастапқы шикізат үшін техникалық үдерістің талаптарына сәйкес қажетті климаттық жағдайлар жасалуы тиіс.

Осы талаптардың орындалуын барынша тиімділікпен қамтамасыз етуге тырысу керек, ал талаптарды орындау құны оңтайлы болуы керек. Таза үй-жайларды жобалау кезінде қауіпсіздікті және оларды пайдаланудың қарапайымдылығын қамтамасыз ету қажет. Таза бөлмелерге қызмет көрсету және жөндеу қызмет көрсету үшін мүмкіндігінше қарапайым және ыңғайлы болуы керек. Таза үй-жайларда болып жатқан процестерді бақылау жүйесі талдау үшін барынша толық және ыңғайлы ақпаратты ұсынуы тиіс.

Таза бөлмені жобалау және салу алдында сіз таза бөлменің мақсаты мен оны орындау функциялары туралы нақты түсінікке ие болуыңыз керек. Қандай өнім өндірілетінін түсіну, оның параметрлері мен оны өндіруге байланысты тәуекелдерді білу қажет.

Сыни операциялардың тізбесі және оларға қойылатын талаптардың тізбесі айқындалуға тиіс. Барлық үй-жайлардың тізімін жасау, GMP талаптарына сәйкес олардың категориясын анықтау қажет. Шикізат пен материалдардың, персоналдың ағындарына, үй-жайларға сервистік қызмет көрсетуге және оларды бақылауға қойылатын талаптарды әзірлеу қажет. Өнімнің сапасын бақылау жүйесі ойластырылуы керек. Дайын өнімді сақтау және сақтау әдістерін қарастыру қажет. Өндіріс қалдықтарын жою рәсімі әзірленуі тиіс.

Таза үй-жайлардағы орта толық басқарылуға тиіс:

- Микроорганизмдердің санын бақылау және реттеу керек;
- Биологиялық емес (қатты жансыз) бөлшектердің саны реттелуі және бақылануы тиіс;
- Температура, ылғалдылық, жеткізілетін және шығарылатын ауаның көлемі және басқа да техникалық параметрлер бақылануы және реттелуі тиіс;
- Контаминацияның ықтимал көздерін жою қажет
- Контаминацияның пайда болуын болдырмай, өндіріс қалдықтарын жою рәсімдерін жазу;
- Контаминацияланған бастапқы шикізатты тиісті түрде өңдеу;

- Санаттық үй-жайларда қызметкерлерді қозғалыс ережелеріне оқытуды жүргізу;

- Жобалық шешімдер НЕРА сүзгілерін қолдана отырып, ауаның тиісті сүзілуін қамтамасыз етуі керек;

- Берілетін және шығарылатын ауаның тұрақты жылдамдығы мен көлемін сақтау;

- Сүзгілердің сапасы жоғары болуы керек.

Стерильді материалдардың шкафтарға түсу жолдары:

автоклав арқылы (сорғыларды, сүзгілерді толтыратын ерітінділер)

- стерилизаторлар арқылы

- сүзуден кейін (ерітінділер)

- дезинфекциядан кейінгі үлкен түйіндер.

2.3 Мамандандырылған үй-жайларды жобалау кезінде шешілуі қажет мәселелері мен ережелері.

Таза аймақтарды жобалау кезінде шикізаттың сыни өндірістік операциялар мен жабдықтарға түсу жолдарына және оны әрі қарай жылжытуға ерекше назар аудару керек. Сондай-ақ, қызметкерлердің таза аймақтарға кіру және шығу жолдары және оларды осы аймақтарда жұмыс істеуге дайындау мұқият ойластырылуы керек. Үй-жайларды өндіруді, техникалық қолдауды және мониторингілеуді қамтамасыз ететін энергия тасығыштар мен басқа да элементтерді беру де ескерілуге тиіс.

Таза бөлме жобасын жасау үшін :

- өндірістің барлық кезеңдеріне талдау жүргізу;

- таза бөлмелерде жүргізілетін барлық операциялардың тізімін анықтаңыз;

- орта сапасына қойылатын талаптарды анықтаңыз;

- таза бөлмеге қойылатын талаптарды анықтаңыз;

- өндірілетін өнімнің, өндірістік процестердің және технологиялық циклдердің тізбесін жасау;

- технологиялық процестерге сәйкес барлық үй-жайлардың өзара байланысын анықтау, GMP ережелеріне сәйкес шикізаттың, материалдардың және персоналдың дұрыс қозғалысын қамтамасыз ету;

- таза бөлмелерді жіктеу және оларды орналастыру қажеттілігін анықтаңыз;

- таза аймақтарды орналастыру бойынша қажеттіліктер;

- технологиялық жабдықты орналастырумен және технологиялық процестерді ескере отырып, үй-жайлардың жоспарларын әзірлеу;

- тұжырымдамалық жоба әзірлеу;

- әзірлеу егжей-тегжейлі жобасы ерекшеліктер.

## 2.4 Ауа дайындау жүйесінің тұжырымдамасын дайындау

Ауаны дайындау жүйесі үй-жайлардағы ауаны жылытуды, салқындатуды қамтамасыз етуі, қажет болған жағдайда берілген параметрлерге сәйкес оның ылғалдануын қамтамасыз етуі тиіс.

GMP талаптарына сәйкес, егер бөлмеде ұнтақтар немесе қауіпті материалдар шығарылса, таза ауаға тек таза ауа берілуі керек. Бұл тәсіл астам энергозатратный т. б. қолданылуы мүмкін рекуператоров.

Бұл жағдайда таза бөлмеге жеткізілетін ауаның ластануы мүмкін, сондықтан сүзу жүйесін дұрыс жобалау өте маңызды.

Таза бөлмелерге ауа беру кезінде, әдетте, үш сатыдан тұратын ауаны сүзу жүйесі қолданылады:

- алғашқы екі сүзгі тікелей сору-шығару блогына орнатылады (әдетте G4 түрі);

- таза аймаққа кіре берісте бөлменің санатын ескеретін HEPA сүзгісі (H11-H14) орнатылады;

- таза үй-жайдан ауаны шығару арналарында өндірілетін өнім түрін (әдетте F5, F9) ескере отырып, сүзгілер орнатылады.

Таза үй-жайларға берілетін ауаның алмасу жиілігі:

GMP стандартында қазіргі уақытта таза бөлмелерде ауа алмасу жиілігі туралы нақты нұсқаулар жоқ, бірақ өндіріс процесі аяқталғаннан кейін немесе тазалаудан кейін (20 минутқа дейін) тазалық класына жету уақыты анықталады.

Әдетте, d класындағы бөлмелер үшін GMP талаптарын орындау үшін 20-25 есе ауа алмасу жеткілікті.

Таза бөлмелер мен орта арасындағы қысым айырмашылықтарын жобалау.

Таза бөлмелерді жобалау кезінде қоршаған ортаға қатысты қысымның төмендеуін ескеру қажет.

Таза үй-жайларда патогенді организмдермен жұмыс істеу кезінде вакуум жасау қажет.

Үй-жайлардың айқаспалы контаминациясын және оқшаулауын болдырмау мақсатында ауа тіреулерін жасау, яғни үй-жайлардағы қысымның мәндерін саралау қажет.

Жеткізілетін және шығарылатын ауаның шығынын реттеп, жетек пен Шығыс бұтақтарында ауаның тұрақты көлемін сақтау керек.

Таза араластырғыштар жылу жүктемесіне байланысты бөлінуі керек.

Таза бөлме мен орта арасында қысым айырмашылығы кемінде 15 Па болуы керек.

Таза үй-жай ішіндегі жекелеген аймақтар арасындағы қысым айырмасы кемінде 10 Па болуы тиіс.

Стерильдеу туннелін пайдалану кезінде (кешенді ампулалық және флакондық өндірістер үшін) қысым оның температураға әсерін ескере отырып белгіленуі тиіс.

Әдетте, ең маңызды операциялар шикізат пен персоналды бір таза бөлмеден екіншісіне ауыстыру болып табылады.

Сондықтан таза үй-жайларды жобалау кезінде вестибюль шлюздерін, ауа тіректерін және т.б. кросс-контаминация мен қысымның төмендеуін болдырмау үшін қолдану керек.

Ламинарлы ағындар (тікелей ағындар) жүйесі ауадағы микроорганизмдер мен ластаушы заттардың құрамын реттеуге, белгіленген температура мен ылғалдылықты сақтауға мүмкіндік береді.

Мұндай жүйелер, әдетте, А класының таза бөлмелерінде қолданылады, өндірістік бөлмелерде төбенің астына-тікелей жұмыс үстелінің үстіне орнатылады. Дизайн-бұл баспайтын болаттан жасалған ауа беру камерасы, ол HEPA сүзгісі және ламинарлық ағынды қамтамасыз ететін ламинаттау торы бар. Ламинар ағыны тік және көлденең бағытта ағып кетуі мүмкін. Ауаның біркелкі ағынын алу үшін ауаның келу және кету орындары бір-біріне қарсы орналастырылады. Ауа ағынының жанында (сүзгіден кейін) ең таза орын бар.

Ламинарлық жүйелерді пайдалану кезінде таза үй-жайларда күрделі операцияларды барынша мүмкін болатын қорғау қамтамасыз етіледі.

Бұл ретте ауа ағынының жылдамдығы  $0,45 \text{ м/с} \pm 20\%$  ұсынылады.

Ауаны турбулентті (ағынсыз) беру жүйесі. Мұндай жүйеде ауаны салқындату жүйесі төбеге орнатылған ауа таратқыштар арқылы қамтамасыз етеді.

Сонымен қатар, бөлмеге жеткізілетін ауа мөлшері ламинарлық жүйеге қарағанда әлдеқайда көп. Таза бөлмеде ауаны аз таза жерлерге бағыттау үшін артық қысым жасалады.

## 2.5 Бір бағытты ауа ағыны және рециркуляция

Біз  $30 \text{ м}^2$  ауданы бар мектеп сыныбын таңдадық. Сыныптың биіктігі 3 м. толық жобалау кезінде қоршау конструкциялары стандартқа сәйкес және Тапсырыс берушінің талаптарына толық сәйкес келуі керек екенін ескеру қажет.

Таза бөлмелердің құрылысы басқа бөлмелердің құрылысына қарағанда сапаға қойылатын жоғары талаптармен сипатталады. Таза бөлмелер мен басқа типтегі үй-жайларды салу үшін материалдарды таңдауға деген көзқарастың айырмашылығы бірнеше себептерге байланысты:

- салынған таза бөлме ауа өткізбейтін болуы керек;
- ішкі беттерді өңдеу олардың тегістігін және оңай тазалануын қамтамасыз етуі керек;
- ішкі беттерге арналған әрлеу материалдары тозуға және механикалық жүктемелерге төтеп бере алатындай берік болуы керек;

- кейбір технологиялық орталар, тазартқыш заттар, дезинфекциялық құралдар және су қалыпты бөлмелерде қолданылатын жабынды бұзуы мүмкін;
- кейбір таза бөлмелерде статикалық электр зарядтарын тарататын антистатикалық диссипативті материалдарды қолдану қажет;
- кейбір таза бөлмелерде ұшпа заттардың минималды эмиссиясы бар құрылымдық материалдарды қолдану қажет.

Таза бөлмелерде іргелес бөлмелерге қатысты артық қысым пайда болады. Егер қоршау конструкциялары нашар болса және олардағы тігістер тығыз болмаса, таза ауаның өте үлкен жоғалуы мүмкін. Бұл шығындарды өтеу үшін артық ауа беру қажеттілігін тудыруы мүмкін.

Сыныптарда сағатына он есе ауа алмасатын ішке сору-сыртқа тарату желдеткішімен қамтамасыз етіледі. Яғни, егер біздің бөлме биіктігі 3 м және ауданы 30 м<sup>2</sup> болса, онда ауа алмасу жиілігі 10 есе болса, біз 1080-ге тең мән аламыз, дөңгелектейміз және мәнді 1200-ге аламыз.

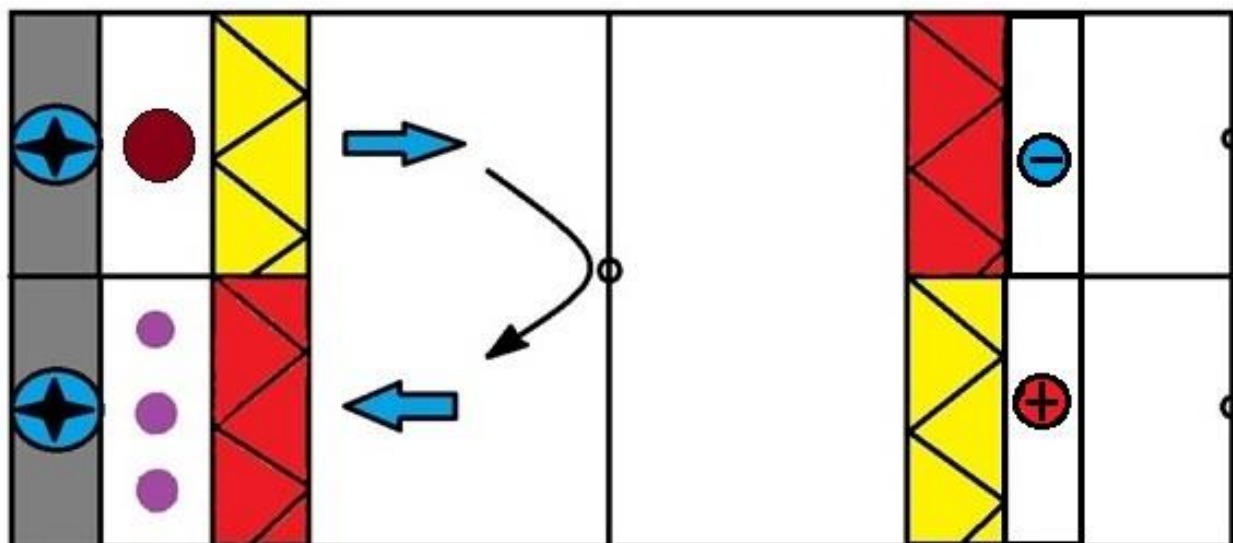
Ауа алмасу жиілігі берілген тазалықты қамтамасыз ету және ауаның газ құрамын ұстап тұру есептеріне сүйене отырып таңдалады. Ауаның салыстырмалы ылғалдылығы 60% –дан аспайды, ауа қозғалысының жылдамдығы секундына 0,15 метрден (бұдан әрі-м/сек) аспайды.

Біз 30 м<sup>2</sup> ауданы бар мектеп сыныбын таңдадық. Бөлменің биіктігі 3 м. таза бөлмелерде ламинарлы төбені пайдалану үшін бөлме үлкен болмауы керек. Арнайы үй-жайлардағы бөлме көрсетілген.



2.1 суретте Мамандандырылған сынып көрсетілген  
Жүйенің жұмыс істеуі 2 жағдайда орындалады:  
1. Бөлмені бактериядан тазалау, яғни кварцтау арқылы жүзеге асады.

2.2 суретте көріп отырғанымыздай жүйе іске қосылған кезде арнайы бөлмені бактериядан тазартуға жұмыс жасайды.



2.2 сурет Кварцтау арқылы бактериядан тазалау процесі

Қазіргі уақытта ауа тазарту құрылғылары сұранысқа ие, сондықтан ауаны тазарту көптеген аурулардың алдын алуға көмектеседі. Ауадағы шаң-тозаңнан бастап микробөлшектерге дейін ауаны тазалау және ауада болатын әртүрлі бактерияларға дейін зиянды заттардың адам денсаулығына кері әсерін тигізбеу бұл жобаның басты мақсаты болып табылмақ.

Кварцтау – бұл ультракүлгін сәулелер арқылы ауадағы бактерияларды жою әдісі. Қазіргі уақытта емдеу әдістерінің бір түріне жатады. Сынап-кварцты шамдар арқылы ультракүлгін сәулелер алынады.

Әлемдік пандемияға байланысты арнайы мамандандырылған таза бөлмелер сұранысқа ие болғандықтан ауа тазарту құралдары бүгінде барлық салаларда қолданысқа қажетті болып саналады.



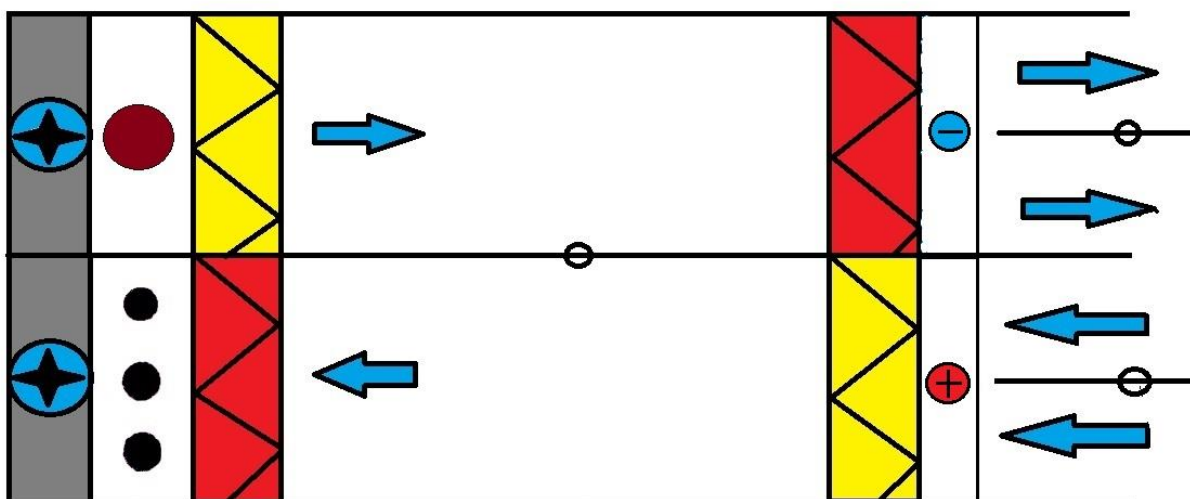
## 2.3 – сурет Макеттегі көрінісі

2. Ауаны жылдам тазарту немесе бірыңғай ауаны алмастыру.  
Бұл жағдайда ауа тазарту құрылғысы екі бағытта жұмыс жасайды.

1-ші аймақтағы ауа F5-F9 класты ауаны тазарту сүзгілері арқылы өтеді, сосын H11-H14 сүзгілерден өтіп таза ауа бөлмеге кіреді.

2-ші аймақ керісінше жұмыс жасайды. Бөлмедегі ауаны ішке қарай сорады да, ауа F5-F9 класты ауаны тазарту сүзгілері арқылы өтіп H11- H14 сүзгілерден кері бағытта ауа өтеді.

Жалпы екі жақтан ауаны тазарту қарапайым ауа тазарту құрылғыларына қарағанда тез әрі тиімді жұмыс жасайды. Құм, майда тастардан бастап микробөлшектерге дейін, одан әрі әртүрлі бактерияларға дейін тазарту құрылғының басты міндеті.

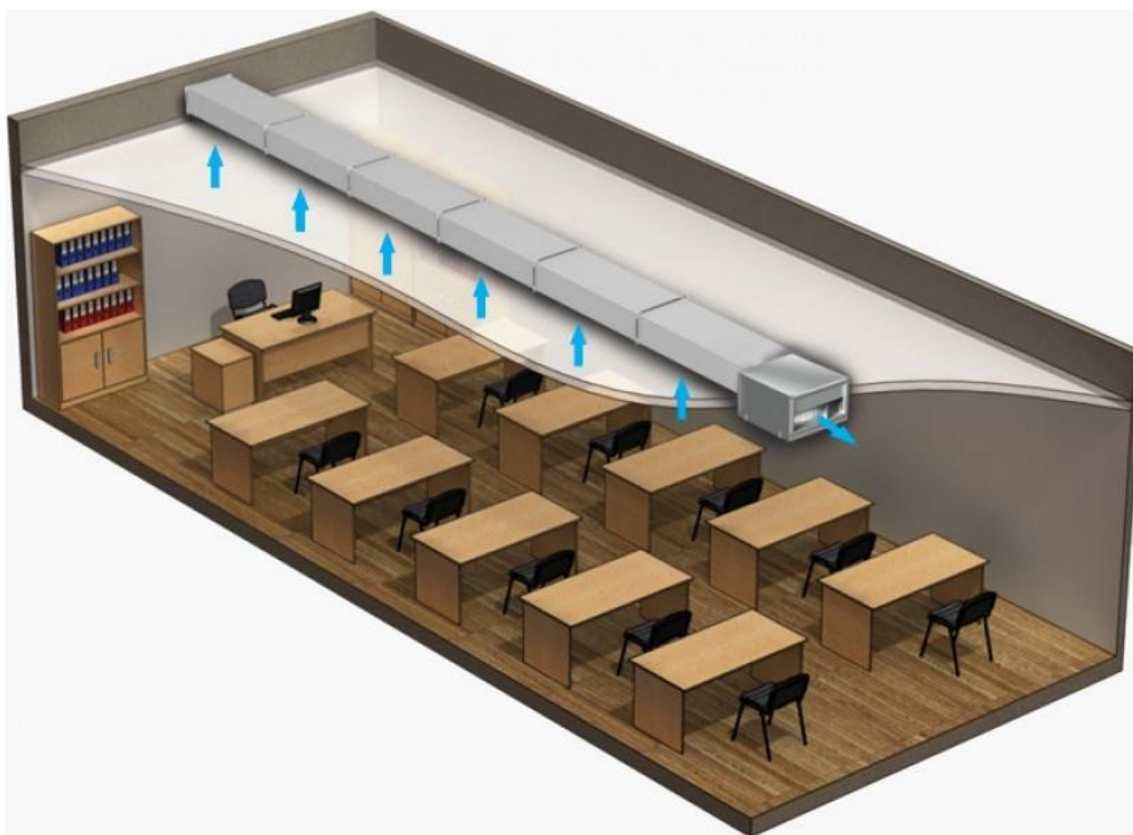


2.4-сурет Екі бағытты ауа тазарту процессі





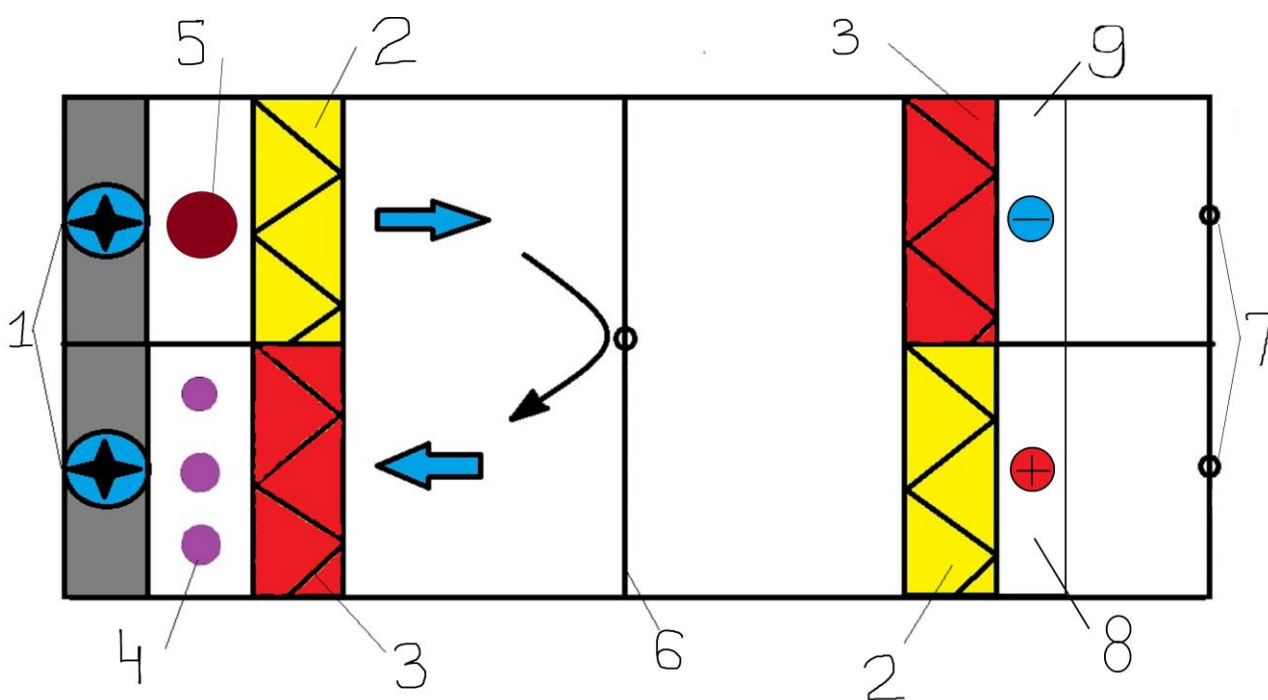
2.5 – сурет Ауаны жылдам тазарту немесе бірыңғай ауаны алмастыру.



2.6 – сурет Мамандандырылған сынып

Ауа ламинарлы төбе арқылы жоғарыдан төменге түседі. Ламинарлық төбе кіретін ауаны HEPA-сүзгілердің көмегімен сүзеді. Сүзгілердің күйін дифференциалды қысым өлшегіштердің көмегімен білуге болады. Желдету білігіндегі ауа қысымын өлшеп, оны бөлмедегі ауа қысымымен салыстыра отырып, сүзгілердің бітелгенін немесе одан әрі жұмыс істеуге болатындығын білуге болады. Сондай-ақ, дифманометрлер депрессияның алдын алу үшін бөлмелер арасындағы қысымды өлшеу үшін таза бөлмелерде қолданылады. Егер бөлменің қысымы төмендей бастаса, бұл бөлменің қысылғанын білдіреді. Таза бөлме мен орта арасында қысым айырмашылығы кемінде 15 Па болуы керек. Сынып бір бағытты ауа ағыны бар Таза бөлме болғандықтан, бағыты тігінен (жоғарыдан төменге), ауа шығысы төменнен шығарылады. Температураны өлшеу үшін температура сенсоры болады. Температураны реттеу бірнеше температура сенсорларының өлшеу көрсеткіштері бойынша жүзеге асырылады. Сорғыштың температура сенсоры бөлменің температурасын көрсетеді. Себебі бөлменің температурасы сорғыштағы ауа температурасына тең. Ауа ағынының білігінде белгілі бір жиілік диапазонында жұмыс істейтін бактерицидті ультракүлгін шамдар болады.

Ультракүлгін лампалардың жұмысы кезінде озон пайда болады. Сондықтан ультракүлгін лампаларды мұқият пайдалану керек. Озон мен ультракүлгін шамдар бөлмені зарарсыздандыратыны белгілі, бірақ олар адамдар үшін де қауіпті. Озонның ШРК (шекті рұқсат етілген концентрациясы) бар, текше см-ге 0,005 микрограмм, зиянды заттардың ең жоғары класына жатады, жолда кездесетін барлық заттарды белсенді тотықтырады. Осы себептерге байланысты ультрафиолет шамдары қауіпсіз жиілік диапазонында жұмыс істейді.



2.7 -сурет Бөлмені басқарудың мехатронды жүйесін желдетудің схемалық сызбасы

2.7 -суретте Мамандандылыған үй-жайлардың микроклиматын басқарудың мехатронды жүйесін желдетудің схемалық диаграммасы көрсетілген:

- 1– Siemens негізгі және резервтік асинхронды желдеткіштері;
- 2 - F5-F9 класты ауаны тазарту сүзгілері;
- 3- H11-H14 сынып сүзгілері ;
- 4 - бактерицидті шамдар;
- 5 – Термодатчик ;
- 6 - Үлкен ауа клапаны ;
- 7- Кіші ауа клапандары;
- 8 - орталықтан жылыту
- 9- салқындатқыш;

## 2.6 Датчиктер мен атқарушы механизмдер

### Siemens асинхронды желдеткіштері

- Siemens Электр қозғалтқыштарының негізгі ерекшеліктері: жоғары ПӘК;
- еуропалық (DIN/VDE) және халықаралық стандарттарға (IEC/EN) сәйкес келеді);
- өндіріс DIN EN ISO 9001 стандарты бойынша сертифицирталған;
- жоғары сапалы болат (темір, мыс және алюминий);
- салқындату жүйесі мен мойынтіректерді жақсарту;
- қарапайым пайдалану және техникалық қызмет көрсету;
- төмен температуралық жүктемелер;
- төмен температуралық жүктемелерге байланысты орамалар мен мойынтіректердің ұзақ қызмет ету мерзімі;
- жұмыс кезінде төмен шу;
- жақсартылған салқындату салдарынан артық жүктеме қабілеті;
- тұрақты оқшаулау DURIGNIT IR2000 жиілік түрлендіргішімен жұмыс істеуге жарамды;
- конструктивті орындаудың барлық түрлерін жасау.



2.8 – сурет Siemens асинхронды желдеткіштері

Ned және Аэростар фирмасының салқындату және жылыту радиаторлары

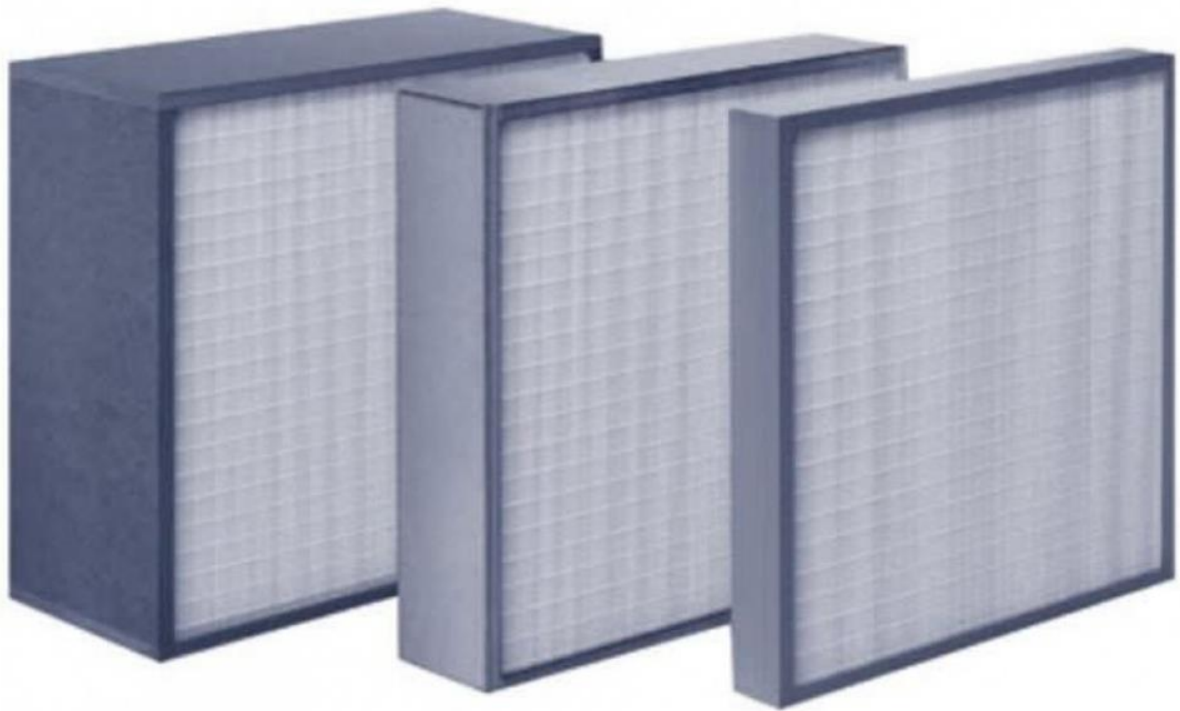
Құрылыс және материалдар. WH жылытқыштары он өлшеммен ұсынылған, олардың әрқайсысы үшін екі өнімділік ұсынылады – екі қатарлы және үш қатарлы, бұл жабдықтың осы түрінің функционалдығын арттырады. Максималды жұмыс қысымы 1,5 МПа және салқындатқыштың максималды Жұмыс температурасы 170°C кезінде пайдалануға арналған. Корпус мырышталған болат табактан жасалған. Жылу алмасу беті қалыңдығы 0,2 мм алюминий пластиналардан және олар арқылы өтетін диаметрі 9,52 мм мыс түтіктерден жасалған. болаттан жасалған құбыр коллекторларында жылу алмастырғышты тұншықтыруға және суды ағызуды арналған бұрандалы құбырлар бар. Барлық жылу алмастырғыштар 20 атм қысыммен судың герметикалығына тексеріледі. 10 минут ішінде.



2.9 - сурет салқындату және жылыту радиаторлары

#### *HEPA H11-H14 сүзгілері*

HEPA сүзгілері күрделі пішінді талшықтар жүйесі арқылы қалыптасқан. Әдетте диаметрі 0,5-тен 2 мкм – ге дейінгі шыны талшықты талшықтар қолданылады. Кез-келген HEPA сүзгісінің негізі-әр түрлі қалыңдықтағы хаотикалық талшықтар орналасқан, шамамен 0,5-5 мкм. Талшықтар арасындағы қашықтық шамамен 5-50 мкм.



2.10 - сурет HEPA H11-H14 сүзгілері.

Ұсақ бөлшектердің диаметрі-бірнеше мкм немесе тіпті бірнеше микрон фракцияларында HEPA фильтрациясы бар тазарту жүйелері 10 мкм немесе одан аз бөлшектерді ұстап тұру үшін қолданылады. Кез-келген HEPA сүзгісі үлкен ластағыштарды ұстай алады: үлкен шаң бөлшектері мен мамық. Бірақ осы мақсаттар үшін HEPA тез ластанбауы және ұзақ қызмет етуі үшін өрескел сүзгіні қолданған дұрыс. Ауаны тазартудың жоғары тиімділігі бар жүйелерге деген қажеттілік 0.1-0.3 мкм-ден кем емес субмикрон бөлшектері үшін өте төмен ену қабілеті бар сүзгі.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жұмыс мамандандырылған үй-жайлардағы таза бөлмелерді басқарудың мехатронды жүйесін жобалау және дамыту жүзеге асырылды, оның басты артықшылығы электр тогын үнемдей отырып, оны өнеркәсіпте қолдануға және ауа алмасу процесінде рециркуляцияны қолдануға дайын.

Жұмысты орындау барысында тапсырмаға талдау жүргізілді, оның негізінде талаптар тұжырымдалды. Талаптар негізінде құрылымдық схема жасалды.

Қазіргі уақытта ауаны тазалау барлық салаларда сұранысқа ие. Ауруханалар, ПТР орталықтары, зертханалар, мектеп сыныптары, өнеркәсіптерде адам денсаулығын сақтау мақсатында ауа тазартқыш құралдары көптеп пайдануда.

Жобаның прототипі Arduino микроконтроллерінде жасалынды. Өртүрлі датчиктер арқылы жұмыс істеу принципі баяндалған.

## ПАЙДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Таза бөлмелерді жобалау . Под ред. В.Уайта. Аударма. англ. – М.: шығ. «Клинрум», 2004. – 360 бет.
2. Таза бөлме технологиясы. Жобалау, сынау және пайдалану негіздері. – М.: шығ. «Клинрум», 2002. – 304 бет.
3. Л.Е. Карпис. Таза үй-жайларды ауамен жабдықтау жүйелері. – М.: НЦИИ «Электроника», 1988. – 44б.
4. Үй-жайдағы кварцтау және желдету журналы. Коронавирустық инфекцияның (COVID-19) таралуының алдын алу мақсатында)
5. Таза бөлмелер. Под. ред. А.Е. Федотова. Қайта өңделген және толықтырылған екінші басылым. – М.: АСИНКОМ, 2003. – 576 с.
6. Егоров О.Д., Подураев Ю.В Мехатрондық Модульдер. Есептеу және құрастыру: Оқу құралы.– М.: МГТУ «СТАНКИН», 2004. – 360
7. Ю. В. Подураев. Мехатроника: негіздері, әдістері, қолданылуы. Екінші басылым, стереотиптік. –М.: машина жасау, 2007. – 256 б.
8. Бесекерский В. А., Попов Е. П. автоматты басқару жүйелерінің теориясы . Шығарылым. 4-е, қайта өңделген. и қос.- СПб, Изд-во Профессия»-, 2004.
9. Ерков А. А., Хорошавцев А. И. Микроклиматты басқару жүйелері. Қатынау режимі <http://icm-tec.com/mainlll.html>
10. Кулерді Ардуиноға жалғау жүйесін бақылау <https://all-audio.pro/c30/dokumentatsiya/podklyuchenie-kulera-k-arduino.php>
11. Қозғалтқыш драйвері L298N, L293D және Arduino Motor Shield <https://arduinomaster.ru/datchiki-arduino/drajver-dvigatelya-i-motor-shield-arduino/>
12. Серво жетектерді Ардуиноға қосу және басқару жүйесі <https://роботехника18.рф/сервопривод-ардуино/>
13. Ю. В. Подураев. Мехатроника: негіздері, әдістері, қолданылуы. Екінші басылым, стереотиптік. –М.: машина жасау, 2007. – 256 б.
14. Изерман Р.сандық басқару жүйелері. М.: Әлем, 1984
15. Лариков Н. Н. Жылу Техникасы: Оқу. ЖОО үшін. 3-ші басылым., перераб. және қосымша. - М.: Стройиздат, 1985.
16. СЫЗЫҚТЫҚ автоматты жүйелер (теория элементтері, есептеу әдістері және анықтамалық материал). 2-ші басылым., өңдеу және қосымша. - М.: Машина жасау, 1982.
17. Л.В.Овсянников газ динамикасының негіздері туралы дәрістер. Мәскеу-Ижевск: компьютерлік зерттеулер институты, 2003 ж
18. Подураев Ю. В. мехатроника Негіздері: Уч. пособие. М.: СТАНКИН ММТУ" -, 2000-80с.
19. 9. Баранов м. в., Бродовский В. Н., Илюхин Ю. В. технологиялық машиналарға арналған аудармалы орын ауыстырудың мехатронды жетекті модулі // Мехатроника, № 4, 2000.

```
// Fan1
int enA = 9;
int in2 = 7;
// FanB
int enB = 3;
int in3 = 5;
int led = 4;
#include <Servo.h>
Servo servo0;
Servo servo1;
Servo servo2;
void setup() {
  // Set all the motor control pins to outputs
  pinMode(enA, OUTPUT);
  pinMode(enB, OUTPUT);
  pinMode(led, OUTPUT);
  pinMode(in2, OUTPUT);
  pinMode(in3, OUTPUT);
  servo0.attach(10);
  servo1.attach(11);
  servo2.attach(12);
  servo0.write(108);
  servo1.write(105);
  servo2.write(30);
  delay(1000);
  digitalWrite(in2, LOW);
  digitalWrite(in3, LOW);
}
void loop() {
  state1();
  delay(7000);
  state2();
  delay(7000);
}
// This function lets you control spinning direction of motors
void state1() {
  analogWrite(enA, 255);
  analogWrite(enB, 255);
  digitalWrite(in3, HIGH);
```



## А қосымшаның жалғасы

```
digitalWrite(in2, HIGH);  
digitalWrite(led, HIGH);  
servo0.write(108);  
servo1.write(105);  
servo2.write(30);  
}  
void state2() {  
  analogWrite(enA, 255);  
  analogWrite(enB, 255);  
  digitalWrite(led, LOW);  
  digitalWrite(in3, LOW);  
  digitalWrite(in2, LOW);  
  delay(1000);  
  digitalWrite(in3, HIGH);  
  digitalWrite(in2, HIGH);  
  servo1.write(5);  
  servo0.write(8);  
  servo2.write(130);  
}  
// This function lets you control speed of the motors
```