

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ  
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

«Қ.Тұрысов атындағы геология және мұнай-газ ісі» институты

«Химиялық және биохимиялық инженерия» кафедрасы

Әлі Ақбота

«Шымкент қаласының қатты тұрмыстық қалдықтар полигонында сүзілген суларын биоремедиациялау процестерін математикалық жоспарлау және оңтайландыру»

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

5В070100 – «Биотехнология» мамандығы

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

«Қ.Тұрысов атындағы геология және мұнай-газ ісі» институты

«Химиялық және биохимиялық инженерия» кафедрасы



Дипломдық жұмыс

Тақырыбы: «Шымкент қаласының қатты тұрмыстық қалдықтар полигонында сүзілген суларын биоремедиациялау процестерін математикалық жоспарлау және оңтайландыру»

5B070100 – Биотехнология

Орындаған :

Әлі А.Б.

Сын-пікір беруші:

Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-дың  
аға оқытушысы, х.ғ.к.

Керимкулова М.Ж  
« 31 » 05 2022ж.

Ғылыми жетекші:

Ph-доктор, қауымд. профессор  
Рафикова Х.С.

« 30 » 05 2022 ж.

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

«Қ.Тұрысов атындағы геология және мұнай-газ ісі» институты

«Химиялық және биохимиялық инженерия» кафедрасы

5B070100 – Биотехнология



### Дипломдық жоба орындауға ТАПСЫРМА

Білім алушы: Әлі Ақбота Болатқызы

Тақырыбы: “ Шымкент қаласының қатты тұрмыстық қалдықтар полигонында сүзілген суларын биоремедиациялау процестерін математикалық жоспарлау және оңтайландыру ” Университет Ректорының 2021 жылғы “24” желтоқсан № 489-П/Ө- бұйрығымен бекітілген. Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2022 жылғы “30” мамыр

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі

а) Әдебиетке шолу

ә) Негізгі бөлім

б) Зерттеу әдістемесі және материалдар

в) Математикалық есептеулер мен графиктер

Сызба материалдар тізімі : Кестелер мен графиктер зерттеу нәтижелерінде көрсетілген.



Сызба материалдары 10 слайдта көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиет 42 атаудан тұрады.

Дипломдық жобаны дайындау  
**КЕСТЕСІ**

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Әдебиетке шолу	19.01.2022	орындалды
Негізгі бөлім	25.02.2022	орындалды
Зерттеу әдістемесі және материалдар	29.03.2022	орындалды
Математикалық есептеулер мен графиктер	30.04.2022	орындалды
Жұмыстың қорытынды бөлімі	10.05.2022	орындалды

Дипломдық жоба бөлімдерінің кеңесшілері мен  
норма бақылаушының аяқталған жобаға қойған  
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Дипломдық жобаның 1-4 бөлімдері	Рафикова Х.С., Ассоц.Профессор, PhD	30.05.2022	
Норма бақылау	Рафикова Х.С., Ассоц.Профессор, PhD	30.05.2022	

Ғылыми жетекші



Рафикова Х.С.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Әлі А.Б.

## АҢДАТПА

**Тақырыбы.** Шымкент қаласының қатты тұрмыстық қалдықтар полигонында сүзілген суларын биоремедиациялау процестерін математикалық жоспарлау және оңтайландыру.

**Түйінді сөздер:** ( ҚТҚ ) қатты тұрмыстық қалдықтар, биоремедиация, сүзілген сулар, полигон, математикалық модельдеу.

**Мақсаты.** Шымкент қаласының қатты тұрмыстық қалдықтар полигонында сүзілген суларын биоремедиациялау процестерін математикалық жоспарлау және оңтайландыру.

Жұмыстың мақсатына сәйкес **міндеттемелер** қойылды.

- Шымкент қаласының қатты тұрмыстық қалдықтар полигонының морфологиясы туралы зерттеу.

- Шымкент қаласының қатты тұрмыстық қалдықтар полигонында сүзілген сулардың биоремедиация процестерін 5 факторлы есептеу арқылы математикалық модельдеу.

- Сүзілген сулардан кадмийді биоремедиациялау арқылы математикалық оңтайландыру және жоспарлау.

### **Алынған нәтижелер.**

Математикалық модельдеу арқылы ҚТҚ полигонында сүзілген сулардың биоремедиациясын есептеу арқылы құрамындағы кадмийдің биоремедиациялық көрсеткіштерінде  $X_1$  (  $\text{HCO}_3^-$  ) 71,52 % ,  $X_2$  (  $\text{SO}_4^{2-}$  ) 70,80 % ,  $X_3$  (  $\text{PO}_4^{3-}$  ) 68,58 % және  $X_4$  ( ЖМС (өсіру деңгейі)) 72,04 % тәуелділіктері есептелді. Ғылыми жарияланымдарға сәйкес кадмийден фильтратты тазарту пайызы 32 – 93 % аралығында болатындығы математикалық жоспарлауда осы аралықта оңтайлы екендігі зерттелді.

**Практикалық маңызы.** Шымкент қаласының ҚТҚ полигонында сүзілген суларды биоремедиациялау процестерін математикалық модельдеу арқылы есептеу және оңтайландыру. Сүзілген сулардан кадмийді тазарту арқылы бес факторлы экспериментті жоспарлау. Есептеулерге сәйкес графиктер тұрғызу болып саналады.

**Құрылымы және көлемі.** Дипломдық жұмыс 42 беттен, 5 сурет, 7 кесте және 8 график бар. Пайдаланылған әдебиеттер тізімінде дереккөзге сілтеме жасалған.

## АННОТАЦИЯ

**Тема.** Математическое планирование и оптимизация процессов биоремедиации фильтрованной воды на полигоне твердых бытовых отходов г. Шымкент.

**Ключевые слова:** (ТБО ) твердые бытовые отходы, биоремедиация, фильтрованные воды, полигон, математическое моделирование.

**Цель.** Математическое планирование и оптимизация процессов биоремедиации отфильтрованных вод на полигоне твердых бытовых отходов г. Шымкент.

В соответствии с целью работы были поставлены обязательства.

- Исследование морфологии полигона твердых бытовых отходов г. Шымкент.

- Математическое моделирование процессов биоремедиации фильтрованных вод на полигоне твердых бытовых отходов г. Шымкент с 5-ти факторным расчетом.

- Математическая оптимизация и планирование путем биоремедиации кадмия из отфильтрованных вод.

**Полученные результаты.**

X1 (  $\text{HCO}_3^-$  ) 71,52 % , X2 (  $\text{SO}_4^{2-}$  ) 70,80 в биоремедиационных показателях кадмия в составе с расчетом биоремедиации отфильтрованных вод на полигоне ТБО посредством математического моделирования % Рассчитаны зависимости X3 (  $\text{PO}_4^{3-}$  ) от 68,58% и X4 ( АЗС (уровень роста)) от 72,04%. В соответствии с научными публикациями было исследовано, что процент очистки фильтрата от кадмия составляет от 32 до 93%.

**Практическое значение.** Расчет и оптимизация процессов биоремедиации отфильтрованных вод на полигоне ТБО г. Шымкент с помощью математического моделирования. Планирование пятифакторного эксперимента путем очистки кадмия от отфильтрованной воды. Согласно расчетам, графики считаются турбулентными.

**Структура и объем.** Дипломная работа содержит 42 страниц, 5 рисунка, 7 таблиц и 8 графиков. Список использованной литературы содержит ссылку на источник.

## ANNOTATION

**Topic.** Mathematical planning and optimization of the processes of bioremediation of filtered water at the solid waste landfill in Shymkent.

**Keywords:** Solid household waste (solid waste), bioremediation, filtered water, landfill, mathematical modeling.

**Goal.** Mathematical planning and optimization of bioremediation processes of filtered water at the Solid Waste Landfill of Shymkent.

Obligations were set in accordance with the purpose of the work.

- Study of the morphology of the Solid Waste Landfill in Shymkent.
- Mathematical modeling of bioremediation processes of filtered water at the Solid Waste Landfill of Shymkent with 5-Factor calculation.
- Mathematical optimization and planning by bioremediation of cadmium from filtered water.

**The results obtained.**

By calculating the bioremediation of filtered water at the MSW landfill using mathematical modeling, the bioremediation indicators of cadmium contained in X1 (  $\text{HCO}_3^-$  ) 71.52%, X2 (  $\text{SO}_4^{2-}$  ) 70.80 % , Dependencies of X3 (  $\text{PO}_4^{3-}$  ) 68.58% and X4 ( GMS (growth rate)) 72.04% were calculated. According to scientific publications, it has been studied that the percentage of filtration purification from cadmium is in the range of 32 – 93%, which is optimal in this interval in mathematical planning.

**Practical significance.** Calculation and optimization of bioremediation processes of filtered water at the MSW landfill in Shymkent by mathematical modeling. Planning a five-factor experiment by purification of cadmium from filtered water. According to the calculations, graphs are considered to be skewed.

**Structure and volume.** The thesis consists of 42 pages, 5 Figures, 7 tables and 8 graphs. The list of references contains a link to the source.

## МАЗМҰНЫ

<b>КІРІСПЕ</b>	5
<b>1 ӘДЕБИЕТКЕ ШОЛУ</b>	6
1.1 Қалдықтар, қатты қалдықтар туралы жалпы түсінік	6
1.2 ҚТҚ көздері, құрамы және сипаттамасы	13
1.2.1 Дамушы елдердегі ауылдық елді мекендерде ҚТҚ-ды кәдеге жарату проблемалары	14
1.3 Полигон, ҚТҚ полигоны	14
1.3.1 ҚТҚ полигонындағы сүзілген сулар	18
1.4 Биоремедиация	23
1.4.1 Биоремедиация стратегиялары	26
<b>2 ЗЕРТТЕУ ӘДІСТЕМЕСІ ЖӘНЕ МАТЕРИАЛДАР</b>	28
2.1 Зерттеу объектісі	28
<b>3 ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ</b>	29
<b>КОРЫТЫНДЫ</b>	36
<b>ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ</b>	37



## КІРІСПЕ

**Жұмыстың өзектілігі.** Шымкент қаласының қатты тұрмыстық қалдықтар полигонында сүзілген суларды биоремедиациялау процестерін математикалық жоспарлау және оңтайландыру өткір және кең таралған өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Жалпы Шымкент қаласында жыл сайын халық саны өсуде, соған байланысты сол адам санының өсуімен қатар тауарларды да тұтынуда ҚТҚ – дың мөлшеріне қатты әсер етіп қана қоймай, олардың көбеюіне алып келеді деген сөз.

**Жұмыстың мақсаты.** Шымкент қаласының қатты тұрмыстық қалдықтар полигонында сүзілген суларды биоремедиациялау процестерін математикалық жоспарлау және оңтайландыру.

Жұмыстың мақсатына сәйкес **міндеттемелер** қойылды.

- Шымкент қаласының қатты тұрмыстық қалдықтар полигонының морфологиясы туралы зерттеу.

- Шымкент қаласының қатты тұрмыстық қалдықтар полигонында сүзілген сулардың биоремедиация процестерін 5 факторлы есептеу арқылы математикалық модельдеу.

- Сүзілген сулардан кадмийді биоремедиациялау арқылы бес факторларын оңтайландыру және жоспарлау.

**Практикалық маңызы.** Шымкент қаласының ҚТҚ полигонында сүзілген суларды биоремедиациялау процестерін математикалық модельдеу арқылы есептеу және оңтайландыру. Сүзілген сулардан кадмийді тазарту арқылы бес факторлы экспериментті жоспарлау. Есептеулерге сәйкес графиктер тұрғызу болып саналады.

# 1 ӘДЕБИЕТКЕ ШОЛУ

## 1.1 Қалдықтар, қатты қалдықтар жалпы түсінік

Қалдықтар – мақсатты пайдалану үшін жарамсыз өнім немесе зат. Табиғи экожүйелерде қалдықтар (яғни, оттегі, көмірқышқыл газы және өлі органикалық заттар) тамақ немесе реактив ретінде пайдаланылса, адам әрекетінің нәтижесінде пайда болатын қалдықтар көбінесе жоғары серпімді және ыдырауы үшін ұзақ уақыт алады. Басқаша айтқанда қалдықтар – оларды белгілі бір нәрсеге пайдалану арқылы оны әрі қарай кәдеге жарату арқылы көмуге, қайта өңдеуге, пайдасыз немесе әр түрлі жағдайларға қажет емес өнімдерді айтамыз. Заң шығарушылар мен үкіметтер үшін қалдықтарды тиісті және тиімді басқаруды қамтамасыз ету үшін қоршаған ортаға және адам денсаулығына қатысты тәуекелдерге негізделген қалдықтарды анықтау және жіктеу маңызды. Өндіруші немесе ұстаушы үшін материалдың қалдық болып табылатынын немесе жоқтығын бағалау қалдықтарды пайдалану ережелерін сақтау керектігін анықтау үшін маңызды. Анықтамалар қалдықтар туралы деректерді жинау мен талдауда, сондай-ақ ішкі және халықаралық есеп беру міндеттемелерінде маңызды.

Қалдық көптеген елдерде анықталған және әдетте кәдеге жарату тұжырымдамасымен байланысты. Неғұрлым егжей-тегжейлі деңгейде жаһандық деңгейде көптеген анықтамалар мен жіктеу тәсілдері қолданылады. Қайта өңдеуге немесе қайта пайдалануға жіберілген материалдар мен заттар көбінесе (бірақ әрқашан емес) қалдық ретінде қарастырылады, өйткені өндіруші немесе ұстаушы оларды тастайды және олар белгілі бір процедуралар орындалып, құжатталған жағдайда ғана қалдық болуды тоқтатады. Қалдықтарды анықтау кейде жеке шешім болуы мүмкін. Мысалы, өнеркәсіптік жанама өнімдер белгілі бір жағдайларда қалдық емес деп есептелуі мүмкін. Ұлттық қалдықтарды реттеу осыған байланысты негізгі тірек болып табылады.



1-сурет. Қалдықтардың шығу тегі бойынша жіктелуі. Әртүрлі әрекеттер қалдықтардың әртүрлі түрлерін тудырады. Дереккөз: National Audit Office of Estonia

Қалдықтардың екі негізгі категориясын әдетте қолданыстағы заңнама мен саясат құралдары негізінде белгілеуге болады: қауіпті емес немесе қатты қалдықтар және қауіпті қалдықтар[1] Қауіпті қалдықтар әдетте республикалық деңгейде реттеледі, ал қауіпті емес қалдықтар облыстық немесе жергілікті (қалалық) деңгейде реттеледі. (2-сурет)



2 – сурет. Қалдықтардың классификациясы. Дереккөз: National Audit Office of Estonia

**Қауіпті емес/қатты қалдықтар** – бұл қауіпті деп жіктелмеген барлық қалдықтар: қағаз, пластмасса, шыны, металл және сусындар, органикалық қалдықтар, т.б.. Қауіпті болмаса да, қатты қалдықтар жиналмаған және өңделмеген болса, қоршаған ортаға және денсаулыққа елеулі әсер етуі мүмкін. Қатты қалдықтардың едәуір бөлігі теориялық тұрғыдан қайта пайдаланылуы немесе қайта өңделуі мүмкін болғанымен, қалдықтардың түрі бойынша жинау (қоқыстарды іріктеп жинау) – қайта пайдалану және қайта өңдеудің міндетті шарты – қалдықтарды басқарудағы ең үлкен мәселелердің бірі болып табылады.

**Қауіпті қалдықтар** қоршаған ортаға және адам денсаулығына ықтимал зиян келтіретіні анықталған, сондықтан арнайы, бөлек өңдеуді және өңдеуді қажет ететін қалдықтар. Химиялық және физикалық сипаттамалар дәл жинау және қайта өңдеу процесін анықтайды. Жанғыштық, коррозиялық, уыттылық, экоуыттылық және жарылғыштық қауіпті қалдықтардың негізгі сипаттамалары болып табылады. Сұйық, газ тәріздес және ұнтақ тәрізді қалдықтар қалдықтардың таралуын болдырмау үшін әдепкі бойынша арнайы өңдеуді қажет етеді. Әдетте, қауіпті емес қалдықтармен байланыста болмас үшін бөлек жинау және өңдеу жүргізіледі. Химиялық өңдеу, өртеу немесе жоғары температурада өңдеу, қауіпсіз сақтау, қалпына келтіру және қайта

өңдеу қауіпті қалдықтарды өңдеудің ықтимал әдістері болып табылады. Қауіпті қалдықтардың көпшілігі өнеркәсіптік өндірістен шығады. Қауіпті қалдықтардың ерекше түрлеріне мыналар жатады:

- **Электрондық қалдықтар** – пайдалану мерзімі біткен компьютерлер, телефондар және тұрмыстық техника сияқты электр және электрондық жабдықтардың қалдықтары. Электрондық қалдықтар әдетте қауіпті деп жіктеледі, себебі оның құрамында улы компоненттер (мысалы, ПХД және әртүрлі металдар).
- **Медициналық қалдықтар** адам мен жануарлардың денсаулығын сақтау жүйесінен шығады және әдетте дәрі-дәрмектерден, химиялық заттардан, фармацевтикадан, таңғыштардан, пайдаланылған медициналық жабдықтардан, дене сұйықтықтарынан және дене бөліктерінен тұрады. Медициналық қалдықтар жұқпалы, улы немесе радиоактивті болуы мүмкін немесе құрамында бактериялар мен зиянды микроорганизмдер (соның ішінде дәріге төзімділері) болуы мүмкін.
- **Радиоактивті қалдықтардың** құрамында радиоактивті заттар бар. Радиоактивті қалдықтарды басқару басқа қалдықтардан айтарлықтай ерекшеленеді [2].

Жалпы өнеркәсіптік қалдықтардан бастап тұрмыстық қалдықтарға дейін біз көптеген мәселелерге тап боламыз, мысал алғанда көбінесе қалдықтармен: көмуге арналған объектілерді орналастырудағы қиындықтар, кәдеге жарату қауіпсіздігі, тұрмыстық және өнеркәсіптік қалдықтарды жағуға арналған қондырғылардан диоксиндер шығындылары, кәдеге жарату шығындарын ұлғайту, қауіпті қалдықтарды трансшекаралық ауыстыру және қауіп радиоактивті қалдықтар. Ғаламдық жылыну тұрғысынан CO<sub>2</sub>-бұл түрі терминнің кең мағынасында қалдықтар: энергияны пайдалану нәтижесінде ластаушы заттардың шығарындылары өндіріс пен тұтынуға байланысты.

Қалдықтардың түрлерін қалдықтардың пайда болу себебіне сәйкес адам өндірісі нәтижесінде пайда болатын өнеркәсіптік қалдықтар ретінде жіктеуге болады (олардың әсерінен заңмен белгіленеді және тұтыну нәтижесінде пайда болатын қалдықтар (яғни тұрмыстық қалдықтар)). Қалдықтардың кейбір түрлері бастапқы өнімнің салыстырмалы түрде ұзақ қызмет ету мерзіміне сәйкес жіктеледі, мысалы: құрылыс қалдықтары, ескірген көліктер, мерзімі өткен көліктер (ПЗВ) және пайдаланылған электр аспаптары. Материалдық тауарлар өндірісі оларды тұтынумен байланысты болғандықтан, өндіріс пен тұтыну арасындағы айырмашылық салыстырмалы түрде нақты анықталған. Мұны осылай қарастыра отырып, біз қалдықтардың пайда болу әдісі мен не екенін көреміз бұл қалдықтар қоғамының өндірістік қызметіне және оның жұмысына байланысты.

Олардың түрлі қоғамның өндірістік қызметіне және оның тұтынушылық әдеттеріне байланысты, қоғамның өндіріс және тұтыну құрылымдары, оның бөлу жүйесі, құқықтық жүйесі және мәдени әдет-ғұрыптарына байланысты болып келетіндігін білуімізге болады. Мысалы,

пластикалық қалдықтар мәселесі бұл өте маңызды мұнай-химия өнеркәсібімен байланысты. Осылайша, өндірістік процестерді жобалау кезінде қалдықтардың кез-келген салдарын түсіну қажет болады. Сонымен қатар, қалдықтардың нақты мәселелері өндіріс тізбегінде ~ тарату ~ тұтыну ~ жинау ~ өңдеу ~ жоюмен байланысты. (Заң қалдықтарды жинау және тасымалдау "жинау" болып саналады, содан кейін аралық өңдеу және түпкілікті жою "қайта өңдеу" деп аталады; бүкіл процесс "өңдеу" деп аталады.) "Қалдықтар" салыстырмалы категория ретінде "Нөлдік шығындылар" деп есептеледі. Егер қалдықтарды өнімдерден айырмашылығын қарастырсақ, онда олар салыстырмалы категория болып табылады. Көбінесе қалдықтар құнды тауар болып табылады [3].

Қалдық тек экологиялық мәселе емес, сонымен бірге экономикалық шығын. Барлық қалдықтарды ресурс ретінде пайдалана отырып, азырақ қалдық шығару үшін өндіру және тұтыну тәсілін қалай өзгертуге болады? деген сұраққа жауап тапсақ. Жалпы біз шығаратын қалдықтардың мөлшері, тұтыну ол өндіріс үлгілерімізбен тығыз байланысты. Нарыққа түсетін өнімдердің көптігі тағы бір қиындық тудырады. Демографиялық өзгерістер, мысалы, бір адамнан тұратын үй шаруашылықтары санының артуы, біз шығаратын қалдықтардың мөлшеріне де әсер етеді (мысалы, тауарларды азырақ бөліктерде орау).

Қалдық түрлерінің үлкен спектрі және күрделі қалдықтарды өңдеу жолдары (соның ішінде заңсыз) түзілетін қалдықтар мен олардың орналасқан жері туралы толық шолу алуды қиындатады. Қалдықтардың барлық түрлері үшін сапасы әртүрлі болса да деректер бар. Дұрыс жолда олар көбірек қайта өңдеу мен қатар көму азырақ болып саналады.

Қалдықтардың мөлшері маңызды болғанымен, қалдықтарды басқару да маңызды рөл атқарады. Қоқыстарды көму деңгейі төмен елдердің көпшілігінде кәдеге жарату және өртеу жоғары, бұл олардың жалпы коммуналдық қалдықтарының 30%-дан астамын құрайды. Қалдықтарды нашар басқару климаттың өзгеруіне және ауаның ластануына ықпал етеді және көптеген экожүйелер мен түрлерге тікелей әсер етеді. Қалдықтар соңғы шарасы болып саналатын полигондар климаттың өзгеруімен байланысты өте күшті парниктік газ – метанды шығарады. Метан азық-түлік, қағаз және бау-бақша қалдықтары сияқты биологиялық ыдырайтын қалдықтардан полигондардағы микроорганизмдерден түзіледі. Олардың салыну тәсіліне қарай, полигондар топырақ пен суды ластауы мүмкін.

Қалдықтар жиналған соң тасымалданады және өңделеді. Тасымалдау процесі атмосфераға көмірқышқыл газын - ең көп таралған парниктік газды және ауаны ластаушы заттарды, соның ішінде бөлшектерді шығарады. Қалдықтардың бір бөлігі өртелуі немесе қайта өңделуі мүмкін. Қалдықтардың энергиясы жылу немесе электр энергиясын өндіру үшін пайдаланылуы мүмкін, ол кейін көмір немесе басқа отын арқылы өндірілген энергияны алмастыруы алуы да мүмкін. Осылайша, қалдықтардан энергияны қалпына келтіру парниктік газдар шығарындыларын азайтуға

көмектеседі. Қайта өңдеу парниктік газдар шығарындыларын және басқа шығарындыларды азайтуға көбірек көмектеседі. Қайта өңделген материалдар жаңа материалдарды ауыстырған кезде, ең алдымен, азырақ жаңа материалдарды алу немесе өндіру қажет.

Қалдықтар экожүйеге және біздің денсаулығымызға әсер етеді. Кейбір экожүйелер, мысалы, теңіз және жағалаудағылар, қалдықтарды дұрыс басқару немесе қоқыс тастау салдарынан қатты зардап шегуі мүмкін. Теңіз қоқыстары эстетикалық себептермен ғана емес, өсіп келе жатқан алаңдаушылық тудырады: шатасу және жұту көптеген теңіз түрлеріне үлкен қауіп төндіреді.

Қалдықтар қоршаған ортаға жанама түрде де әсер етеді. Қайта өңделмеген немесе қалдықтардан қалпына келтірілмеген кез келген нәрсе тізбекте, яғни өнімді өндіру, тасымалдау және тұтыну кезеңдерінде пайдаланылатын шикізат пен басқа да кірістердің жоғалуын білдіреді. Өмірлік цикл тізбегіндегі қоршаған ортаға әсер тек қалдықтарды басқару фазаларына қарағанда айтарлықтай үлкен. Тікелей немесе жанама түрде қалдықтар біздің денсаулығымыз бен әл-ауқатымызға көптеген жолдармен әсер етеді: метан газдары климаттың өзгеруіне ықпал етеді, ауаны ластаушы заттар атмосфераға шығарылады, тұщы су көздері ластанады, ластанған топырақта дақылдар өсіріледі және балықтар улы химикаттарды жұтады, кейіннен жойылады. Заңсыз демпинг, өртеу немесе экспорт сияқты заңсыз әрекеттер де рөл атқарады, бірақ мұндай әрекеттердің толық көлемін немесе олардың салдарын бағалау қиын.

Экономикалық шығынына келетін болсақ, қалдық біздің қоғамға да экономикалық шығын мен ауыртпалық болып табылады. Жұмыс күші және оны өндіру, тарату және тұтыну кезеңдерінде пайдаланылған басқа да кірістер (жер, энергия және т.б.) «қалдықтар» жойылған кезде жоғалады. Оның үстіне, қалдықтарды басқаруға ақша қажет. Жинауға, сұрыптауға және қайта өңдеуге арналған инфрақұрылымды құру қымбатқа түседі, бірақ оны іске қосқаннан кейін қайта өңдеу кіріс әкеліп, жұмыс орындарын құруы мүмкін. Ресурс ретінде қалдықтар, егер де біз қалдықтарды ресурс ретінде пайдаланып, сол арқылы жаңа ресурстарды өндіруге сұранысты төмендетсек. Азырақ материалдарды алу және бар ресурстарды пайдалану тізбекте пайда болатын кейбір әсерлердің алдын алуға көмектеседі. Бұл тұрғыда пайдаланылмаған қалдықтар да ықтимал шығынды білдіреді. Өкінішке орай, біздің қазіргі өндіріс және тұтыну жүйелеріміз қалдықтардың алдын алу және азайту үшін көптеген ынталандыруларды ұсынбайды. Өнімнің дизайны мен қаптамасынан бастап материалдарды таңдауға дейін барлық құн тізбегін алдымен қалдықтардың алдын алуды ескере отырып қайта құру қажет, содан кейін бір процестің «қалдықтарын» екіншісіне енгізуге болады.

Қалдықтарды жоғарылату барлық мүдделі тараптардың бірлескен күш-жігерін талап етеді: тұтынушылар, өндірушілер, саясаткерлер, жергілікті билік органдары, қалдықтарды өңдеу орындары және т.б.. Тұрмыстық

қалдықтарды сұрыптағысы келетін тұтынушылар сұрыпталған қалдықтарды жинауға арналған инфрақұрылым болған жағдайда ғана қайта өңдей алады [ 4 ] .

Қатты қалдықтар - бұл тұрғын үйлер мен өнеркәсіптік аудандарда адамның шаруашылық әрекетінен пайда болатын пайдасыз қатты материалдар. Дамушы әлемде қатты тұрмыстық қалдықтарды басқару мәселесі өсіп келеді. Қатты қалдықтарды басқару қоршаған ортаға және адам денсаулығына жағымсыз әсерді азайтады немесе жояды [ 5 ] .

Қатты тұрмыстық қалдықтар ( ҚТҚ ) бұл өзінің тұтынушылық қасиеттерін жоғалтқан, яғни заттар мен тауарларды әрі қарай пайдалануға келмейтін өнімдерді айтамыз. Яғни, ҚТҚ тұрғын үйлер мен қоғамдық ғимараттарда, сауда, көрме, спорттық және басқа да кәсіпорындарда, түзілетін қалдықтар [ 6 ] .

Халық санының өсуі, өнеркәсіптің дамуы және урбанизация қатты тұрмыстық қалдықтардың көбеюіне әкеледі. Қатты тұрмыстық қалдықтармен байланысты асқынуларды ежелгі тарихтан бастауға болады. Қалалық аумақта өндірілетін және жиналған қалдықтар негізінен тұрмыстық, өнеркәсіптік, коммерциялық және мекемелік аймақтардан шығарылатын қалдықтармен байланысты қалалық қатты қалдықтар (ҚКҚ) деп аталады.

Қалдықтардың мөлшері мен құрамы әр елде әртүрлі. Жаңа және тиімді стратегиялар әдетте урбанизация үлгілерін әзірлеу үшін қажет, ал қатты қалдықтарды тиімді басқару үшін саясат қажет. Қалдықтарды сақтау, жинау, тасымалдау, сұрыптау, кәдеге жарату және соған байланысты басқарудың барлық аспектілері қатты қалдықтарды басқаруға кіреді. Тек жинаудан кейін ғана тоқтамайды, бірақ қалдықтармен не істеу керектігі бүкіл басқару хаттамасының маңызды аспектілерінің бөлігі болып табылады. Оларға оның түрлері, көздері, саны және құрамы жатады [ 7 ] .

Бүкіл әлемде түзілетін қалдықтардың мөлшері тұрақты түрде артып келеді. Тұрмыстық қатты қалдықтардың (ҚКҚ) құрамы муниципалитеттер мен елдер арасында айтарлықтай өзгереді. Бұл вариацияға өмір салты, экономика, қалдықтарды басқару заңдары және өнеркәсіптік құрылым сияқты әртүрлі факторлар әсер етеді. Қалдықтарды бақылаумен әдетте муниципалитеттер айналысады. Оларда сенімді әрі тұрғындар үшін қолайлы жүйе болуы керек. Соған қарамастан, олар муниципалды биліктің ҚТҚ басқару мүмкіндігінен тыс әртүрлі мәселелермен жиі кездеседі. Бұған қоса, әсіресе ҚТҚ-ның саны, сипаттамалары, жылулық құндылығы және түзілу жылдамдығына қатысты түсінбеушілік қатты қалдықтарды өңдеудің және түпкілікті жою стратегияларының практикалық еместігін тудыруы мүмкін болғандықтан, дамыған елдердің көпшілігінде бұл деректердің болмауына байланысты дамушы елдерге қарағанда қатты қалдықтарды басқару тиімділігі әлдеқайда жақсы болар еді.

ҚТҚ күрделілігінен басқа, электронды қалдықтардың құрамы күрделі екені белгілі және өнім түріне қарай өзгереді. Ол қауіпті немесе қауіпті емес

деп жіктелген мыннан астам түрлі қосылыстардан тұрады, олар ҚТҚ-мен араласқанда өңдеу және жою қиындықтарын арттырады. Биологиялық түрлендіру (компосттау, вермикомпосттау, анаэробты қорыту және ашыту) және термиялық түрлендіру (энергияны қалпына келтіру, пиролиз және газдандыру бар немесе онсыз жағу) сияқты қатты қалдықтарды өңдеу және жоюға дейін өңдеу қалдықтардың экологиялық және экономикалық пайдасын көрсетеді [ 8 ] .

Қатты қалдықтардың құрамын түсіну қатты қалдықтарды дұрыс басқаруға жауапты адамдар үшін ең құнды ресурстардың бірі. Бұл тұрмыстық қалдықтарды басқаруды тереңірек түсінуге мүмкіндік береді, сонымен қатар осы қоғамдастықтағы тәжірибелер мен қиындықтарды, заңсыз қоқыс тастау тұрақты алаңдаушылық тудыратын зерттеу аймақтарындағы қалдықтарды сипаттау зерттеулерінен заңсыз қоқыс шығару және тұрмыстық түсініктер алынып тасталған кезде пайда болатын білім алшақтығын жоюға жол ашады. Осылайша, зерттеу қаланың қалдықтарды басқару тәжірибесінің кең контекстінде үй шаруашылықтарының қалдықтарды пайдалану тәртібін түсінуге ықпал етеді [ 9 ] .

АҚШ, Қытай және Үндістан қатты тұрмыстық қалдықтарды өндірушілердің үштігіне кіреді. Тұрмыстық қатты қалдықтардың құрамы табысқа байланысты өзгереді: табысы төмен және орташа халық негізінен органикалық қалдықтарды түзеді, ал жоғары табысы бар халық макулатура, металдар мен шыныларды көбірек шығарады. Тұрмыстық қатты қалдықтарды басқару қайта өңдеуді, жағуды, қалдықтарды энергияға айналдыруды, компосттауды немесе көмуді қамтиды. Дүние жүзіндегі көптеген муниципалитеттерде қатты тұрмыстық қалдықтарды кәдеге жарату үшін көму қолайлы деп есептейді [ 10 ] .

Тұрмыстық қатты қалдықтарды тиімсіз басқарудың халық денсаулығына әсері. ( 3 -сурет ) физикалық, биологиялық, жұқпалы емес ауруларға, психоэлеуметтік және эргономикаға байланысты денсаулыққа қауіп төндіреді [ 11 ] .





3- сурет. Тұрмыстық қатты қалдықтарды тиімсіз басқарудың халық денсаулығына әсері.

## 1.2 ҚТҚ көздері, құрамы және сипаттамасы

Тұрмыстық қалдықтар тамақ қалдықтарынан, қағаздан, пластмассадан, шүберектерден, металдардан және тұрғын үйлерден шыққан стақандардан тұратын ҚҚҚ-ның негізгі көздерінің бірі болып табылады [ 12 ]

Тұрмыстық қатты қалдықтар (ҚТҚ) қоршаған орта үшін маңызды проблемалардың бірі болып табылады. Муниципалитеттер жалпы қалдықтарды басқаруға жауапты. Олар тұрғындарға тиімді жүйені қамтамасыз етуі керек. Дегенмен, олар жиі муниципалды биліктің ҚТҚ өңдеу мүмкіндігінен тыс көптеген мәселелерге тап болады [ 13 ] . Бұл негізінен қаржылық ресурстарға, ұйымның болмауына және күрделілігіне байланысты [ 14 ]. MSW құрамы бір муниципалитеттен екіншісіне және елден елге айтарлықтай өзгереді. Мұндай вариация негізінен өмір салтына, экономикалық жағдайға, қалдықтарды басқару ережелеріне және өндірістік құрылымға байланысты.

Тұрмыстық қатты қалдықтардың саны мен құрамы осы қалдықтарды дұрыс өңдеу мен басқаруды анықтау үшін өте маңызды. Мұндай ақпарат қатты тұрмыстық қалдықтарды муниципалитеттегі энергияны түрлендіру қондырғысына қою үшін өте маңызды және пайдалы. Инженерлер мен ғалымдар ТҚҚ -ның жылулық құндылығы мен элементтік құрамына қарай оның отын ретінде пайдалылығын шеше алады. Сонымен қатар, мұндай ақпарат газ шығарындыларының құрамын болжауға көмектеседі. Содан кейін бұл ҚҚҚ энергияны түрлендіру технологияларына, соның ішінде газдандыруға, жағуға және т.б. қолданылады. Дегенмен, күлде болатын ықтимал қауіпті заттарды мұқият қарастырған жөн [ 15 ] .

Осыған байланысты, қалдықтардың құрамы биологиялық конверсия арқылы отын ретінде компосттау немесе биогаз өндіру қолданылады [ 16 ] .

Бірнеше зерттеулер қатты тұрмыстық қалдықтарды жинау, сақтау, тасымалдау және түпкілікті кәдеге жарату қалалық қалдықтар мен аудандарда негізгі проблема екенін көрсетті [ 17 ] .

Қатты қалдықтардың түзілуі (ҚТҚ) проблемалық және әлемнің кез келген жерінде, әсіресе барлық қалалық орталықтарда алаңдаушылық туғызатын мәселе. Мұндай SWG үлкен көлемдегі SWG [ 18 ] туындаған қоршаған ортаны ластау проблемаларынан зардап шегетін көптеген дамушы елдердің алдында тұрған ең күрделі мәселелердің бірі болып саналады . Қалалық қалаларда қатты тұрмыстық қалдықтардың көбеюі санитарлық-тұрмыстық мәселелерге және канализация, сумен жабдықтау, қалдықтарды басқару және көлік инфрақұрылымы сияқты негізгі қызметтерге айтарлықтай әсер етеді [ 19 ] .

### **1.2.1 Дамушы елдердегі ауылдық елді мекендерде ҚТҚ-ды кәдеге жарату проблеммалары**

Қоқыстарды қатты қалдық ретінде кәдеге жарату көптеген дамушы елдерде қалада да, ауылдық жерлерде де өткір және кең таралған мәселе болып табылады. Ашық орындар ретінде бірнеше каналдар мен дренаждар тұрмыстық органикалық және бейорганикалық қалдықтардың көзі ретінде қоқыс түрлерін төгу үшін кеңінен қолданылады. Үздіксіз қоқыс жинайтын жүйелердің жоқтығынан, ыңғайлы полигондар, ашық каналдар мен дренаждар қатты қалдықтар мен қоқыстардың көп мөлшерін төгу арқылы жабылуда. Осылайша, олар енді жұмыс істемейді. Бұл қоқыс қалдықтары негізінен пластик пен қағаздар және аздаған улы заттар. Дегенмен, мұндай улы матрицалар олардың ыдырайтын құрамдас бөліктерінің ыдырауына байланысты қоршаған ортаға қауіпті әсер етеді, бұл жергілікті экожүйеге BOD елеулі жүктемесін қосатын мәселе.

Көптеген адамдар мен ұйымдардың көпшілігі қоршаған ортаны қорғау шараларын орындау үшін қатты қалдықтарды орнында өңдеуді және қауіпсіз кәдеге жаратуды ұйымдастырмаған. Адамдардың қатты қоқыс қалдықтарын және тазартылмаған ағынды суларды жақын маңдағы канализацияға тастауы осылайша жауапсыз және олардың денсаулығына қауіп төндіретін ретін білмейді. Оларды мұндай тәжірибеден айыратын және әдеттерін өзгертуге ынталандыратын қаржылық ынталандырулар жоқ. Жеке адамдар өздерінің қалдықтарын кәдеге жарату әдісі тиімді және арзан екенін көреді. Шындығында, бұл айналадағы қауымдар мен ел үшін ауыр апат. Ағынды сулардың шағын көлемі өте үлкен көлемдегі су объектілерінің ластануын тудырады. Сонымен қатар, жақсырақ шешімге қол жеткізілмейінше, заңдар қоршаған ортаны мұндай қауіпті тәжірибеден қорғау үшін тиімді емес [ 20 ] .

### **1.3 Полигон, ҚТҚ полигоны**

Қазіргі заманғы полигондар қатты тұрмыстық қалдықтарды көмуге арналған жақсы жобаланған және басқарылатын нысандар болып табылады. Полигондар федералды ережелердің сақталуын қамтамасыз ету үшін орналастырылады, жобаланады, жұмыс істейді және бақыланады. Олар сонымен қатар қоршаған ортаны қалдықтар ағынында болуы мүмкін ластанушы заттардан қорғауға арналған. Қоқыс полигондарын экологиялық қауіпті аймақтарда салу мүмкін емес және олар жергілікті экологиялық мониторинг жүйелері арқылы орналастырылады [ 21 ] .

Полигондар - қатты тұрмыстық қалдықтарды жинауға арналған және атмосфераның, топырақтың, жер асты және жер үсті суларының ластануынан қорғауды қамтамасыз ететін, патогендік микроорганизмдердің қойма алаңынан тыс жерлерде таралуына жол бермейтін экологиялық құрылымдар

болып саналады. Полигонды құрылысына қарай арналған алаңды таңдаған сәттен бастап, қалдықтар массивін қоршаған ортаға толық ассимиляциялауға дейінгі барлық кезең (қалдықтардың литосфера мен гидросфераға тән табиғи субстанцияларға ауысуы) полигонның өмірлік циклі деп аталады. Полигондар қажетсіз немесе пайдалануға жарамсыз қалдықтардың соңғы қоймасы болып табылады. Осы ғасырдың ортасына дейін барлық дерлік қалдықтар ашық, өңделмеген үйінділерге тасталды. Кеңістікті сақтау үшін қалдықтар жиі өртенді. Қоқыс алаңдары үшін әдетте үйіндіге табиғи түрде берілген топографиялық аномалиялар таңдалды. Ең көп таралған қоқыс үйінділері табиғи ойпаңдар (өзендер, аласа жерлер және су басқан жазықтар) болды, олар басқаша пайдаланылмайтын және қазылған аумақтар, мысалы: құм немесе қиыршық тас карьерлері. Ашық демпинг тәжірибесі бірнеше ондаған жылдар бұрын өзгерді. Табиғи түрде ықпал еткен топографиялық ауытқулар полигондар үшін таңдалды [ 22 ] .

Полигондар қалдықтарды өңдеу процестерінің маңызды құрамдас бөлігі болып табылады[23]. Полигондарға қауіп төндіретін үш аймақ бар: олар судың ластануы, ауаның ластануы және физикалық байланыс. Жер асты және жер үсті суларының ластануы бұл жер асты суларымен немесе жауын-шашынмен байланысқан кезде. Заттар мен аурулар тікелей қалдықтармен байланысу арқылы физикалық немесе шаң түрінде байланысу арқылы түрлі ластаушы заттардың таралуына әкелуі мүмкін. Сонымен қатар қалдықтармен байланысу арқылы кеміргіштер мен басқа да тасымалдаушылар да таралуы мүмкін. Климаттың өзгеруіне байланысты улы заттар мен газдардың ауаға шығарылуы мүмкін.

Полигондармен байланыста ең тікелей экологиялық қауіп-қатер ол топырақ сулары. Жаңбыр немесе қар түріндегі жауын-шашын массаның бетіне енуі мүмкін, қалдықтарды жинау, массадан өту, еріген немесе өлшенген ластаушы заттар мен осы ластаушы заттарды жер асты суларына сүзінді су ретінде тасымалданады. Бұл ластанған жер асты сулары немесе фильтрат ауыз су құдықтарына түсуі мүмкін немесе жер үсті сулары түрінде пайда болады, кейде ластаушы заттарды тасымалдайды. Реттеудің екінші проблемасы-газдардың пайда болуы полигондағы биологиялық белсенділік. Азық-түлік, аула қалдықтары және т.б. сияқты органикалық қалдықтар қағаз микробтар су болған кезде тұтынылуы мүмкін және метан мен көмірқышқыл газын құрайтын оттегінің болмауы, екі негізгі парниктік газдар. Сондай-ақ, полигондардан метан пайда болатыны белгілі, байқаусызда және кездейсоқ шоғырланудағы жарылыстар мен өрттер тұтану мүмкін. Реттеудің үшінші мәселесі-қалдықтармен физикалық байланыс немесе адамдарға тікелей әсер ету арқылы немесе кеміргіштерді және басқаларды қолдау арқылы немесе желмен шашыраған қоқыс арқылы [ 24 ] .

Полигондар қалдықтарда физикалық, химиялық және биологиялық өзгерістерге ұшырайтын экологиялық реакторлар қызметін атқарады. Демек, тұрақты қоқыстарды көму үшін маңызды факторларға полигон төсемдері,

топырақ жамылғысының қалыңдығы, сүзінділерді жинау, полигон газын алу және алауда жағу қондырғылары жатады. Температура, ылғалдылық, рН, биологиялық ыдырайтын заттар және полигон газдары мен сілті суларының түзілуі бойынша гидрогеологиялық параметрлер жатады. Биореакторлық полигондар келесі ұрпақтың санитарлық полигондары ретінде пайда болады, өйткені олар ағынды сулар мен газдардың бақыланатын рециркуляциясы нәтижесінде қатты қалдықтарды тұрақтандыруды уақытты тиімді түрде арттырады.

Полигон алаңы жалпы полигонды көму кезінде оны өңдеу, полигонды аяқтау және оны жою арқылы, ол аумақтарға жағымсыз әсер етеді және бірнеше жылдар бойы уақыт кетеді. Сондықтан ерте кезден бастап бұл құрылыс түрін жойылуы мүмкін кезден бастап техникалық қызмет көрсету технологиясы қажет. Ол үшін алдын ала өңдеу технологиясын және кейінгі өңдеу технологиясын қолдану қажет. Сонымен қатар жаңа құрылыс жағдайына сәйкес ғылыми негізінде жасалған позициялау және оны ерте тұрақтандыру технологиясы қажет болады. Бұрын салған ескі полигонды да қазу арқылы қайта өңдеп оны жаңа технологиямен қайта қалпына келтіруге болады. Бұл полигон технологиялары осы уақытқа дейін өртеу қондырғыларының технологияларымен байланыста емес. Бірақ бұл полигон технологиясы сілті суларды тазарту технологиясы мен өртеу қондырғыларындағы пайдаланылған газды тазарту жабдығының күрделілігіне және күлді тұрақтандыру әдісіне жауап бере алмайды. Полигонның қабатын тұрақтандыру үшін көп уақыт қажет болады [ 25 ] .

Полигон аймағы ресурстарды қалпына келтіру және энергия өндіру мақсатына жету үшін органикалық және бейорганикалық жасушаларға стратификацияланады. Бөлінген жасушалардан алынған компост ауыл шаруашылығына пайдаланылуы мүмкін, бұл тыңайтқыштарды пайдалануды азайтады, елдің экономикалық жағдайын жақсартады және қоршаған ортаны ластанудан сақтайды [ 26 ] .

Қатты қалдықтарды басқару тұрғысынан полигондар кәдеге жаратудың қолайлы стратегиясы болып табылады. Жалпы кез – келген аймақ полигон ретінде белгіленбес бұрын, белгілі бір маңызды нәрселерге назар аударып, әрекет ету керек. Полигон бұл - қоқыс «лақтырылатын» немесе «қоқыс тасталатын» орын. Дегенмен, полигонды әзірлеу үлкен инженерлік тәжірибені қажет етеді [ 27 ] . ҚТҚ-дың басқарудағы екі тұжырымдама үшін иннератор қолдануға болады, қатты қалдықтарды өңдеу немесе кәдеге жарату. Иннератордың құрылысына немесе мақсатына қарамастан, жағу пешінің жанама өнімі ақырында полигонға тасталуы керек. Қоқыстарды көму қалдықтарды басқарудың тиімді әдісі ретінде қарастырылады. Қатты қалдықтар проблемаларын шешудегі артықшылықтарына қарамастан, бірнеше экологиялық мәселелер бар. Сонымен қатар, полигондар белгілі бір уақыт ішінде ғана орналаса алады, ал полигонды қалпына келтіру көптеген ондаған жылдарға созылуы мүмкін.

Қатты қалдықтарды өңдеудің, өңдеудің және кәдеге жаратудың әрбір әдісінің бірнеше артықшылықтары мен кемшіліктері бар [ 28 ] .

### **Қатты тұрмыстық қалдықтар полигоны**

Тұрмыстық қатты қалдықтарды кәдеге жарату қоршаған орта мен адам денсаулығына үлкен қауіп төндіреді. Тұрмыстық қатты қалдықтарды тұрақты басқару үшін басқару шараларымен бірге техникалық шаралар маңызды. Жалпы инженерлік полигонды жобалау техникалық шаралар ретінде қарастырылады және қалдықтарды органикалық және бейорганикалық деп бөлу сияқты басқару шаралары қалдықтарды басқарудың тиімді стратегиясы ретінде қарастырылуы мүмкін. Бұл зерттеу инженерлік полигонды жобалау үшін қалалық қатты қалдықтар полигонының параметрлерін зерттеуге бағытталған. Инженерлік полигонның басты мақсаты техникалық талаптарға сай жобалау арқылы қатты тұрмыстық қалдықтардың қоршаған ортаға тигізетін кері әсерін азайту.

Дүние жүзінде ҚТҚ-ның шамамен 71%-ы полигондарға шығарылады [ 29 ] . MSW құрамында негізінен қауіпті заттар, соның ішінде кейбір батареялар, бояулар, құрамында сынап бар қалдықтар, фармацевтикалық препараттар, көліктерге техникалық қызмет көрсету өнімдері және көптеген басқа өнімдер бар [ 30 ] .

Екінші жағынан, полигон қалдықтарының 53%-дан астамы қатты картон қағазынан, аула қалдықтарынан, қағаздардан және анаэробты бактериялармен ыдырайтын тағамнан тұрады [ 31 ] .

Кез келген ауыр экологиялық қауіптердің алдын алу және осы қалдықтарды өңдеу үшін басқару өте қажет [ 32 ] .

Қатты тұрмыстық қалдықтарды ең көп қолданылатын және ең арзан кәдеге жарату қоқыс өңдеу әдістері ретінде полигондар болып табылады [32] .

Өркениет пайда болғаннан бері адамдар қатты тұрмыстық қалдықтарды шығарды. Осы ең ерте кезеңде қатты қалдықтар үлкен ашық жер учаскелеріне шығарылды. Ол кезде халықтың тығыздығы төмен болатын. Керісінше, өмір сүру деңгейінің дамуы, халық санының артуы және жедел урбанизация бүгінгі таңда дүние жүзіндегі барлық елдерде қатты қалдықтардың орасан зор мөлшерін тудырды [ 32 ] .

MSW үйлерде, мемлекеттік және жеке қызметтерде, сондай-ақ ғимараттарда және коммерциялық қызметтерде орындалатын әртүрлі әрекеттерден туындайды. Олардың барлығы қазір күнделікті қатты қалдықтардың маңызды бөлігін құрайды [ 32 ] .

Қалдықтарды басқару, шын мәнінде, инженерлік, гуманитарлық ғылымдар, элеуметтану және биологиядан бастап көпсалалы тәсілдерді қолдануды қарастырады [ 33 ] .

ҚТҚ-ны басқару үшін кәдеге жарату алдында қатты қалдықтардың сипаттамасын жақсы білу маңызды. Қатты қалдықтарды басқару кезінде олардың құрылымы әртүрлі болуы мүмкін болғандықтан кейбір мәселелер туындауы мүмкін. Қатты қалдықтардың физикалық ерекшеліктері жинау, тасымалдау, қалпына келтірілетін заттарды және энергияны түрлендіру әдістерін таңдау, сондай-ақ кәдеге жаратудың дұрыс әдістерін таңдау және жобалау үшін маңызды [ 34 ] . Осылайша, ТҚҚ физикалық ерекшеліктері, оның ішінде құрамы, жылулық құндылығы басқарудың қолайлы әдістерін таңдау үшін (жылыту) және ылғалдылық (МК) жақсы белгілі болуы керек.

### **1.3.1 Қатты тұрмыстық қалдықтар полигонында сүзілген сулар**

Полигонның қоршаған ортаға әсері бұл ҚТҚ деструкциясы кезінде түзілетін сүзгіш сулар мен бөлінетін биогазға байланысты болып келеді. Сүзілген сулар бұл атмосфералық жауын-шашынның инфильтрациясы нәтижесінде қалыптасады, сонымен қатар судың пайда болуымен қатар жүреді және полигонның бүкіл өмірлік циклі бойынша топырақтың, жер үсті және жер асты суларының ластану көзі болып табылады. Әрі қарай қатты тұрмыстық қалдықтар ( ҚТҚ ) полигондарының қоршаған ортаға өзінің бір теріс әсерін тигізе отырып, мемлекеттің шешілмеген экологиялық және әлеуметтік проблемаларының бірі болып табылатындығын білеміз. Жалпы қазіргі таңда бүкіл дүниежүзі бойынша адамдар саны өсуде, осыған байланысты сол адам санының өсуімен қатар тауарларды тұтынуда жоғарғы деңгейде, яғни бұл қатты тұрмыстық қалдықтардың мөлшеріне қатты әсер етеді деген сөз.

Іс жүзінде барлық елдерде соңғы он жылдықтарда қалалық қоқыс түрінде ТҚҚ саны күрт өзгеруде және өсуді әлі де жалғастыруда. Осыған байланысты қоршаған ортаға өзінің антропогендік әсерін тигізіп жатыр. ҚТҚ басқарудың қазіргі заманауи жүйесінің негізгі мақсаты бұл қалдықтарды кәдеге жарату ғана емес, сонымен қатар бұл мемлекеттің экономикалық ҚТҚ – дан алуға болатын қайталама шикізат пен энергияны қамтамасыз ету болып саналады.

ҚТҚ полигондары атмосфераны, топырақты, жалпы жер беті мен жер асты суларын ластанудан қорғауды қамтамасыз ететін және кеміргіштер мен жәндіктердің, сонымен қатар ауру тудыратын микроорганизмдердің таралуына кедергі келтіретін ҚТҚ –ын жинауға және оларды оқшаулауға, залалсыздандыруға арналған табиғат қорғау құрылыстарының кешендері болып табылады. Жоғарғы технологиясы дамыған елдер ТҚҚ – ды қайта өңдеу арқылы биогаз және тағы басқа да өнімдерді алуды үйренген. Сонымен қатар қоқысты төменгі сатыда сұрыптауды және ПЭТ ыдыстар мен орғано – минералды тыңайтқыштарды дайындау үшін тегін шикізат алу да мүмкіндіктері бар. Жалпы біздің Қазақстанда қатты коммуналдық қалдықтардың ( ТҚҚ ) 85 % - дан астамы қайта өңдеусіз және құнды қайталама ресурстарды

алмай оларды бақыланбайтын үйінділер мен көму полигондарына шығаруда.

Сұрыптауға, қайта өңдеуге және кәдеге жаратуға арналған инфрақұрылымдар мүлдем жоқ немесе қазіргі заманғы талаптар мен стандарттарға сәйкес келмейді деп айтуымызға болады.

Бұл дегеніміз қайталама шикізат нарығының дамуы ҚТҚ жинау мен оларды өңдеудің жаңа жүйелерінің дамуымен бір мезгілде жүруі тиіс деген сөз. Әлемдік тәжірибеде қатты тұрмыстық қалдықтарды ( ҚТҚ ) жинау және оны қайта өңдеу үшін түрлі технологиялар мен жабдықтар пайдаланылады.

Нақты шешімдерді таңдау үшін қатты тұрмыстық қалдықтардың қасиеттеріне сонымен қатар материалдық құралдардың болуына және аймақтық ерекшеліктерге байланысты болады. Әр түрлі шешімдер әртүрлі экологиялық, экономикалық және әлеуметтік жағдайлар өз әсерін тигізеді. ҚР Экология және табиғи ресурстар министрлігінің деректері бойынша қазіргі таңда еліміздің 3500 полигонында 120 млн.тоннадан астам ТҚҚ сақтауға берілген және бұл көрсеткіш жыл сайын 4-4,5 млн. тоннаға артып келеді.

ҚТҚ полигондарының әсерінен ең қауіпті фактор ол полигонның денесінен уытты сұйықтықты – сүзінді түрінде бөлінетін сарқынды суларды түзілу болып табылады. Жалпы атмосфералық жауын- шашын бұл қатты тұрмыстық қалдықтармен және олардың анаэробты ыдырауы өнімдерімен өзара әрекеттесіп, сонымен қатар өзінің ерекше улы органикалық және бейорганикалық қосылыстарымен (ауыр металдар, органикалық заттар және де мұнай өнімдері, т.б. ) байытылған фильтраттар түзеді. Бұл климаттық жағдайларға және ылғалдылыққа, қалдықтардың құрамы мен оларды алдын – ала сұрыптауға, оны жыл мезгіліне және біркелкі жинақтауға байланысты сүзгінің күрделі құрамы , бұл ағынды сулардың басқа да түрлерінен ерекшелендіреді. Жалпы полигон денесінде фильтраттың түзілу ерекшеліктері мен олардың біркелкі жиналмауы, сондай – ақ қалдықтардың құрылымдық құрамы мен оны басқа ағынды сулардан түбегейлі ажыратады және сүзу ерітіндісінде жоғары уытты қосылыстар түзеді. Оларға мыналар жатады, иондары:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Na}^{+}$ , қосылыстар аммоний,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^{-}$ , микроорганизмдер және фенол. Сонымен қатар сүзгілерде сондай-ақ құрамында азоты бар қоспалар сияқты қиын тотықтыратын органикалық заттар бар. Фильтраттың химиялық құрамы қатты тұрмыстық қалдықтардың ( ҚТҚ ) морфологиялық құрамына тікелей байланысты болып келеді. Бұл өз кезегінде сүзіндіні тазарту әдісіне тікелей әсер етеді. Мұндай суларды тазарту өте күрделі мәселе болып табылады және әртүрлі физика-химиялық және биологиялық әдістердің көп сатылы үйлесімін және үлкен капиталды қажет етеді [ 35 ] . Тұрмыстық қатты қалдықтар (ҚТҚ) полигонының күнделікті жұмысындағы ең маңызды экономикалық шығындардың бірі. Полигонды басқарудың классикалық әдістері әдетте полигон алаңынан үлкен қашықтықта

орналасқан сыртқы ағынды суларды тазарту қондырғыларына жіберуді қажет ететін үлкен көлемдегі шайма суды шығаруы мүмкін. Полигонның ішіне оңтайлы жағдайларда шайма суды қайта енгізіп, полигонды биореактор ретінде басқарса, экономикалық жағынан да, экологиялық жағынан да тиімді болады [ 36 ] .

Сүзінді суды кәдеге жарату қатты тұрмыстық қалдықтар (ҚТҚ) полигонын күнделікті пайдалану кезіндегі маңызды экономикалық шығындардың бірі болып табылады. Полигондарды басқарудың классикалық әдістері үлкен көлемдегі фильтраттың пайда болуына әкелуі мүмкін, оны әдетте қоқыс тастайтын жерден үлкен қашықтықта орналасқан сыртқы тазарту қондырғыларына айдау керек. Егер фильтрат оңтайлы болған жағдайда полигонға қайта енгізілсе және полигон биореактормен басқарылса, онда экономикалық және экологиялық пайда алынады [ 37 ] .

Полигондар қалдықтарды жоюдың ең тарихи және қарапайым әдістерінің бірі болып табылады және әлі күнге дейін әлемнің көптеген бөліктерінде сақталуда. Ашық қоқыс үйінділерінен ағынды сулар маңызды экологиялық мәселеге айналды. Дегенмен, көптеген дамушы елдерде қалдықтарды кәдеге жаратудың басым әдісі ашық қоқыс болып табылады, бұл негізінен жақын маңдағы су объектілеріне ағынды судың айтарлықтай көлемінің түзілуіне әкеледі. Полигондағы ағынды суларды өңдеу оңай мәселе емес, әсіресе оның климатқа, мәдениетке, қоқыс орнының жасына және қалдықтардың сипаттамаларына, бірегейлігіне байланысты [ 38 ] .

Полигон, қатты қалдықтарды орналастырудың түпкілікті тәсілі, ол сөзсіз құрылыстың, сынған су өткізбейтін қабаттың және біркелкі емес геологиялық шөгудің салдарынан қоршаған жер асты суларының белгілі бір дәрежеде ластануымен бірге келеді. Жер асты суларының ластануын зерттеу және тәуекелді бағалау, полигон алаңының ластануының ағымдағы жай-күйін білудің, ластану үрдісін болжаудың және оның тәуекелін бағалаудың маңызды техникалық құралы болып табылады [ 39 ] .

Полигондағы ағынды сулардың әсерінен қоршаған ортаның ластануы полигон әдісінің бірі болды [ 40 ] .

Тұрмыстық қатты қалдықтарды кәдеге жарату үшін бақыланатын көму жиі қолданылатын әдіс болып қала береді, бұл ретте ағынды сулардың пайда болуы қалдықтардың ыдырауының және ыдырау қалдықтары арқылы судың ағуының сөзсіз салдары болып табылады. Мембраналық биореактор (MBR) технологиясы мембраналарды бөлу арқылы жоғары биомасса концентрациясын сақтау қабілетіне байланысты осындай жоғары беріктігі бар ағынды су ағындарын тазартудың тиімді процесіне айналды. Бұл құжат ағынды суларды өңдеу үшін MBR технологиясын қолдану сыни шолуды ұсынады және MBR жұмысына әсер ететін факторларды бөліп көрсете отырып, осы контексте оның өнімділігін бағалайды. Қағаз бар олқылықтарды сипаттаумен және ағынды суларды тазарту үшін MBR технологиясының түсінігі мен өнімділігін жақсарту үшін болашақ зерттеулер қажеттілігімен аяқталады. MBR : Мембраналық биореактор [ 41 ] .



Полигондағы ағынды сулармен байланысқан бұл қоршаған ортаға негізгі ықпал ететін жер асты және ер үсті суларының ластануы болып табылады. Полигон ағынды сулардың құрамында төрт топқа бөлуге болатын ластаушы заттар бар (ерітілген органикалық заттар, бейорганикалық макрокомпоненттер, ауыр металдар және ксенобиотикалық органикалық қосылыстар). Қолданыстағы деректер күшті ыдырау мен сілтісіздендіруге байланысты ерте қышқылдық фазадағы барлық компоненттердің сілті суының жоғары концентрациясын көрсетеді. Ұзақ метаногендік фазада төмен концентрациясы және төмен BOD/COD қатынасы бар болса, неғұрлым тұрақты шайма суы байқалады. Әдетте ауыр металдардың өте төмен концентрациясы байқалады. Керісінше, аммиак концентрациясы төмендемейді және көбінесе шайма суда ұзақ мерзімді негізгі ластаушы болып табылады. Полигондағы шайма суда ксенобиотикалық органикалық қосылыстардың кең ауқымды болады. Полигондардың ұзақ мерзімді әрекеті тотығу-тотықсыздану күйіндегі өзгерістерге қатысты теория мен модельдік модельдеу негізінде болады. Бұл бірнеше зертханалық зерттеулермен расталады. Қолданыстағы деректер мен модельдік бағалаулар ксенобиотикалық органикалық қосылыстар көп жағдайда ұзақ мерзімді негізгі проблеманы құрамайтынын көрсетеді. Бұл аммиак ұзақ мерзімді перспективада ең көп алаңдаушылық тудыруы мүмкін [ 42 ] .

Тұрмыстық қатты қалдықтар (ҚҚҚ) полигонының күнделікті жұмысындағы ең маңызды экономикалық шығындардың бірі. Полигонды басқарудың классикалық әдістері әдетте полигон орнынан үлкен қашықтықта орналасқан сыртқы ағынды суларды тазарту қондырғыларына жіберуді қажет ететін үлкен көлемдегі ағынды суларды шығаруы мүмкін. Полигонның ішіне оңтайлы жағдайларда шайма суды қайта енгізіп, полигонды биореактор ретінде басқарса, экономикалық жағынан да, экологиялық жағынан да тиімді болады [ 43 ] .

Санитарлық полигондар бүкіл әлемде қатты тұрмыстық қалдықтарды кәдеге жаратудың ең кең таралған әдісі болып табылады. Полигондағы ағынды су (LL) полигон операторлары үшін ең маңызды мәселелердің бірі болып танылады. Полигондағы шайма судың құрамында көп мөлшерде органикалық заттар (биологиялық ыдырайтын және биологиялық ыдырауға төзімді), сонымен қатар аммиак-азот, ауыр металдар (НМ) және хлорланған органикалық және бейорганикалық тұздар болуы мүмкін. Биологиялық процестерді (аэробты, анаэробты және аноксидті) және физика-химиялық процестерді (тотығу, тұндыру, коагуляция/флокуляция, озондау, белсендірілген көмірді адсорбциялау, электрохимиялық тотығу, фентон процесі, мембраналық фильтрация) қоса алғанда, полигондағы шайма суды тазартудың әртүрлі технологиялары кеңінен қолданылды. Салынған сулы-батпақты жерлер ластанған сұйықтықтарды тазарту үшін фиторемедиацияны қолданатын биологиялық әдістердің қатарына жатқызылады. Олар табиғи процестерді (өсімдіктер, топырақ және микроорганизмдер) ағынды сулардан ластаушы заттарды кетіру, түрлендіру және деградациялау үшін тиімді

синергетикалық әсерді тудыратын инженерлік жүйелер ретінде анықталады [ 44 ] .

Қатты қалалық қалдықтарды жоюдың ең кең тараған тәсілі санитарлық қоқыс болып табылады. Полигондармен байланысты маңызды мәселе шаймаларды өндіру болып табылады. Оның сипаттамаларына және шалғай жерлерде болуына байланысты ағынды суларды қалалық немесе басқа ағынды сулардан бөлек тазарту қажет [ 45 ] .

Қатты қалалық қоқыс полигондарынан ағынды сулардың сипаттамаларын анықтайтын факторлар әртүрлі елдерден және шығу тегінен алынған шайма сулардың есептелген құрамымен бірге қарастырылады. Шайма су мәселесін шешуге арналған әртүрлі қолданыстағы баламалардың артықшылықтары мен кемшіліктері мына тармақтарда талқыланады: 1) ағынды суларды канализациялау (тұрмыстық ағынды сулармен біріктірілген тазарту, қайта өңдеу және қайта өңдеумен лагуна). 2) Биологиялық өңдеу (аэробты және анаэробты). 3) Химиялық/физикалық өңдеу (химиялық тұндыру, химиялық тотығу, белсендірілген көмірге адсорбция, кері осмос ) [ 46 ] .

Полигондағы ағынды сулар – қоршаған ортаға аса маңызды әсер ететін қалдықтар, полигондарына қатысты мәселелердің бірі, өйткені полигон ішіндегі заттардың шектен тыс өзгермелілігі сілті суының өзінің жоғары гетерогенділігін тудырады [ 47 ] .

Жалпы полигонның сүзгісін тазарту өте күрделі проблема болып табылады және оны күрделі пайдалануды да талап етеді. ҚТҚ полигонының ауданындағы экологиялық жағдайды жақсартумен қатар, сондай – ақ сүзгіден алынған компоненттерді, оның ішінде баламалы отыны бар бағалы өнімдерді алумен де жүзеге аса алады. Елді мекендердің санитариялық жай-күйін қамтамасыз етуге және су объектілерін қорғауға қойылатын талаптардың артуы полигондардың сүзгі суларын тазарту жөніндегі тиімді технологияларды әзірлеу қажеттігіне алып келеді.

### ***Сүзіндіні тазарту әдістері***

Қатты тұрмыстық қалдықтар полигондарынан ағынды сулар мен сүзгілерді тазарту әдістері механикалық, физика-химиялық, биохимиялық әдістер болып табылады. Олар ағынды суларды тазартудың жалпы әдістерінен аз ерекшеленеді, бірақ олардың өзіндік ерекшеліктері бар.

### ***Механикалық тазалау әдісі***

Сүзу суларын механикалық тазарту көбінесе бастапқы кезеңде жүзеге асырылады және ағынды сулардан үлкен ерімейтін қоспаларды, құмды, суспензияларды кетіруге мүмкіндік береді. Механикалық тазарту кезінде:

- арнайы торлар арқылы ағындарды өткізу жолымен сүзу;

- гравитациялық күштердің әсерінен тұндыру;
- кеуекті материал арқылы сүзу: қиыршық тас, кварц құмы, антрацит және т. б.

Алдын ала тазалау нәтижесінде тазалаудың келесі кезеңдеріне жүктеме азаяды. Тазартудың физика-химиялық әдістеріне коагуляция, флокуляция, флотация жатады. Иондық алмасу, сорбция, микро-және ультрасүзгілеу, кері осмос, озондау, электрохимиялық тотығу, фотохимиялық тотығу, ультракүлгін сәулелену. Сүзінді коагуляциясы кезінде ластаушы заттарды тұндыру үшін әдетте әк, глинозем, темір және алюминий сульфаттары. Осының салдарынан біраз ағарту, көп мөлшерде тұнба бөлінеді, ал ХПК 40-тан аспайды %  $Cl_2$ ,  $Ca(ClO)_2$ ,  $KMnO_4$  немесе  $O_3$  көмегімен химиялық тотығу жақсы нәтижеге әкеледі және ХПК-ны 48% - ға дейін төмендетеді. Алайда, галогендерді қолдану қауіпті галогенденген қосылыстардың түзілуі. ТҚҚ сүзу суларын электрохимиялық тазарту әдісі мыналарды қамтиды диафрагмалық электролизерде суды өңдеу. Адсорбция әдісі көбінесе фильтратты тазарту ретінде қолданылады. Кемшілігі бұл адсорбенттермен өзектерді жиі қалпына келтіру қажет. Судың ыдырайтын қалдықтар арқылы енуі шаймалауды тудырады сілтінің пайда болуымен ыдырау процесінің жанама өнімдері "фильтрат" деп аталады [ 48 ] .

#### 1.4 Биоремедиация

Адам әрекеті көптеген жанама өнімдерді шығарады. Ауыл шаруашылығы, тау-кен өнеркәсібі, өңдеу өнеркәсібі және басқа да өндірістік процестер органикалық және бейорганикалық қалдық қосылыстарды қалдырады. Кейбіреулері инертті және зиянсыз, бірақ көпшілігі улы және қоршаған ортаға, әсіресе топырақ пен жер асты суларына өте зиянды. Бақытымызға орай, біздің планетада қоршаған ортаны қалпына келтірудің кірістірілген жүйелері бар. Өкінішке орай, табиғи жер асты сулары мен топырақты қалпына келтіру ұзақ уақытты алады. Ластанған топырақ пен суды қалпына келтіру үшін биоремедиация технологиясы баға жетпес. Қарапайым тілмен айтқанда, биоремедиация - ластанған аумақтардан зиянды ластаушы заттарды залалсыздандыру немесе жою үшін тірі организмдерді қолданатын қалдықтарды басқару процесі.

Биоремедиация - ластанған жер асты сулары мен ластанған топырақты қалпына келтіру немесе қалпына келтіру үшін табиғи биологиялық әрекеттерді күшейтетін экологияның ғылымы. Өңделмеген улы материалдарды алып тастау және оларды басқа жерге тастау үшін қымбат қоршаған ортаны қалпына келтіру жабдықтарын пайдаланудың орнына, биоремедиация әдістері тазалау жұмыстарын орындау үшін биологиялық микробтарды пайдаланады.

Микробтар - қоршаған ортада табиғи түрде кездесетін кішкентай организмдер. Бұл бактериялық микроорганизмдер топырақ пен судағы теңгерімсіз химиялық жағдайларды ыдыратуда, қайта өңдеуде және түзетуде

табиғаттың көмекшілері болып табылады. Сансыз жылдар бойы табиғат өзі-өзі түзетіп келеді, ал адамдар бүлінуді және олардың зиянын елемеудің терең қабілетін көрсетуді жалғастыруда. Бірақ қазіргі ғылым табиғи органикалық заттарды қолдану және олардың өзіне тән қасиеттерін пайдалану арқылы топырақ пен жер асты суларының нашар жағдайын қалпына келтірудің тиімді әдісін тапты. Қоршаған ортаны қорғау агенттігі, биоремедиация - қауіпті материалдарға шабуыл жасау және оларды аз улы заттарға өзгерту үшін табиғи организмдерді қолданатын су мен топырақты өңдеу әдісі. Көбінесе жоғары ластанған учаскелер тиісті биоремедиация қадамдары мен арнайы жабдықты қолдану арқылы токсинсіз болуы мүмкін [ 49 ] .

Greenways – қатты қалдықтарды тиімді басқарудың жақсы тәсілі. Қайта өңдеу қатты қалдықтарды басқару стратегияларының ең жақсы жасыл тәсілдерінің бірі болып табылады. Бұл электрондық қалдықтарды кәдеге жаратудың немесе кәдеге жаратудың қауіпсіз әдісі. Биоремедиация - микроорганизмдердің өсуін ынталандыру үшін қоршаған орта жағдайларын өзгерту арқылы ластанған орталарды, соның ішінде топырақты, жер қойнауын және қатты қалдықтарды өңдеу үшін қолданылатын жаңа жасыл әдіс, сонымен қатар мақсатты ластаушы заттарды деградациялау. Бұл органикалық қалдықтардың бақыланатын жағдайларда биологиялық ыдырау процесі. Компосттау бақыланатын жағдайларда микроорганизмдердің органикалық материалдардың аэробты және анаэробты ыдырауының тағы бір нұсқасы болып табылады.

Қатты қалдықтардан улы ауыр металдарды, соның ішінде кадмий мен қорғасынды алу үшін жауын құрттарын қолдануға болады. Қоқыс орындарын жасылдандыру физикалық сипаттамаларды өзгерту арқылы ауданда қатты қалдықтардың жиналуының алдын алуға бағытталған маңызды қадам болуы мүмкін. Қазіргі уақытта гендік инженерия әдістері көбінесе ластаушы заттардың биоремедиациясына қолданылатын пайдалы қасиеттері бар жаңа ағзаны дамыту үшін қолданылады. Микробтардың қажетті қасиеттері бар жаңа штаммдар гендік инженерия арқылы жасалған [ 50 ] .

### **Биологиялық ремедиация процесі - биоремедиация қалай жұмыс істейді.**

Биоремедиация процесі пайдалы микробтарды зиянды ластаушы заттарды тамақ пен энергия көзі ретінде пайдалануға ынталандыратын биологиялық процесс. Кейбір микроорганизмдер улы химикаттар мен қоздырғыштарды жейді, оларды қорытады және құрамын этан және көмірқышқыл газы сияқты зиянсыз газдарға өзгерту арқылы жояды. Кейбір ластанған топырақ пен су жағдайларында микробтарға қарсы қажетті заттар бар. Мұнда адамның араласуы микробтық әрекетті күшейту арқылы табиғи қалпына келтіруді жылдамдата алады. Тиісті микробтардың саны аз немесе мүлдем жоқ басқа жағдайларда биоремедиация топыраққа немесе суға

араласқан саңырауқұлақтар мен аэробты бактериялар сияқты микробтық актерлерді қосу арқылы енгізіледі. Бұл қарапайым процесс биоаугментация деп аталады және қоршаған ортаның қолайлы жағдайлары болған кезде жағдайларды тез түзету үшін өте тиімді. Биоремедиацияның маңызды жағдайларына мыналар жатады:

- Паразиттік микробтарды отынмен және энергиямен қамтамасыз ететін микробтық ластаушы заттар
- Зиянды иелерімен қоректенетін және оларды жоятын паразиттік микробтар
- Аэробты биодеградацияны қолдау үшін жеткілікті мөлшерде оттегі
- Су, не сұйық күйде, не топырақ ылғалдылығында
- Көміртек микробтар тіршілігінің негізі және оның энергия көзі
- Микробтар тіршілігінің өркендеуі үшін тым суық немесе ыстық емес температура
- Микробтардың өсуін қолдау үшін азот, фосфор, калий және күкірт сияқты қоректік заттар
- Қышқылдық және сілтілі пропорциялар немесе рН қатынасы 6,5-тен 7,5-ке дейін

Осы жағдайлардың барлығы дұрыс пропорцияда болғанда, микробтар орасан зор жылдамдықпен өседі. Оңтайлы жағдайлар теңгерімсіз болса, микробтардың әрекеті тым баяу немесе мүлдем өлуі мүмкін және ластаушы заттар табиғат ақырында тепе-теңдікті қалпына келтірмейінше қалады. Өте ластанған жағдайларда қайта теңгерімдеу ұзақ уақыт алуы мүмкін. Бірақ дұрыс биоремедиация процестері көптеген жағдайларды салыстырмалы түрде қысқа мерзімде түзетеді. Бұл кез келген жерде бірнеше жылдан бірнеше онжылдықтарға дейін болуы мүмкін.

Оттегі биоремедиацияға күшті әсер етеді. Кейбір микробтар ауада көбейеді, ал басқалары оттегінің шамадан тыс әсерінен кедергі жасайды. Бұл әсер толығымен қандай токсиннің жойылып жатқанына және микробтың қандай түріне ынталандырылатынына байланысты. Топырақ пен судағы оттегі деңгейінің екі тобы немесе процесі бар:

- Аэробты – микробтардың дамуына қажетті оттегінің болуы. Ластанған топырақ жағдайында топырақты үнемі өңдеу аэробты жақсарту әдістерінің бірі болып табылады. Бұл әдіс сонымен қатар пайдалы саңырауқұлақтарды оттегімен қанықтыру үшін компост жасаудағы негізгі әрекет болып табылады. Аэробты әсер пассивті биовентинг арқылы немесе сығылған ауаны топыраққа немесе су астына биоспаргинг арқылы мәжбүрлеу арқылы механикалық түрде енгізіледі.
- Анаэробты - суда немесе топырақта оттегінің болмауы немесе азаюы. Полихлорланған бифенилдермен немесе трихлорэтиленмен ластанған жерлерді жұмсарту сияқты ауыр металл

жағдайларын қоспағанда, биоремедиацияның бұл түрі сирек кездеседі. Анаэробты ремедиация – озық әдістер мен нақты бақылауды қажет ететін мамандандырылған нысан.

#### 1.4.1 Биоремедиация стратегиялары

Биоремедиация стратегиялары дала жұмыстарының қалай орындалатынын жоспарлайды. Тораптың қанықтылық дәрежесіне және қандай ластаушы заттарды жою қажет екеніне байланысты әртүрлі техника қолданбалары бар. Олар сондай-ақ топырақтың құрамы, нығыздалу және жер асты суларының қабаттары, сондай-ақ ағынды сулардың сипаттамалары және *in situ* жұмыс істеу мүмкіндігі немесе ластанған материалды *ex situ* жоюды қажет ететіндігі сияқты учаске жағдайларына байланысты. Бүгінгі озық технологияның арқасында ластанған қасиеттердің көпшілігін сол жерде өңдеуге болады. Үш негізгі биоремедиация стратегиясы бар, олардың әрқайсысында жеке құрастырылған жабдық бар. Үш қолданба мыналар: Биовентинг - ең кең таралған әдіс. Бұл процесс микробтардың әсерінен пайда болатын жер газдары шығарылатын ауаның енуіне және пассивті желдетуге мүмкіндік беретін топыраққа шағын диаметрлі ұңғымаларды бұрғылауды қамтиды. Бұл тәсілді топырақ пен жер асты суларының проблемалары үшін де қолдануға болады, өйткені ол желдету жылдамдығын реттеу арқылы оттегі мен қоректік заттардың мөлшерін бақылауға мүмкіндік береді. Биоспаргинг топыраққа немесе жер асты суларының астына жоғары қысымды ауа айдауды қамтиды.

Бұл процесс оттегі концентрациясын арттырады және биологиялық жақсартады. Ауа шашырату ластанған топырақты қазу және өңдеу немесе ластанған суды сорғылар мен сүзгі резервуарлары арқылы айналдырумен салыстырғанда өте тиімді және қолжетімді. Биоаугментация көбінесе қосымша жергілікті микробтарды қосу немесе сайтқа экзогендік түрлерді имплантациялау үшін қолданылады. Көбейту биовентинг және биоспаргинг қолданбаларымен бірге жұмыс істейді, бірақ шектеулері бар. Жергілікті емес микробтар әдетте жергілікті бактериялармен үйлеспейді, сондықтан биоаугментациялық қоспалардың көпшілігі жұмыс істеп тұрғандарға қосымша микробтар болып табылады. Ластанған топырақ пен жер асты сулары үшін басқа биоремедиация стратегиялары бар. Мұнай және мұнай қалдықтары көптеген жерлерде үлкен мәселе болып табылады.

Биологиялық әрекет нәтижесінде пайда болатын метаннан газдың бөлінуі де солай. Көптеген реттеуші органдар қоршаған ортаға басқа ластаушы заттарды қосуды қатаң ұстанады, бұл биоремедиация процесінің жанама мәселесі болып табылады. Мұнай судан жеңіл және жер бетінде қалқып, ағынды суға және қайталама ластануға қауіп төндіретіні белгілі. Метан газы көп мөлшерде шығарылған кезде иіс және өте жағымсыз. Бұл ластанған топырақты араластырған кезде жиі болады, бірақ

биовентация және биоспаргинг арқылы пассивті түрде болады. Биоремедиацияның жанама әсерлерін бақылаудың үш әдісі бар:

- Мұнай/су сепараторлары мұнайдың үстіңгі қабатындағы ластаушы заттарды сүзеді және оларды сақтау және қайта өңдеу үшін бөледі. Залалсыздандырылған су қайтадан алаңға қайта жіберіледі.
- Ауа тазартқыштар топырақтан ауаны алып, оны қайтадан атмосфераға жібермес бұрын тазарту үшін жұмыс істейді. Бұл қалпына келтіру көмегі ластанған ауаның топырақтан шығуына және оны ұстау мүмкін емес жерлерден шығуына жол бермейді.
- Топырақ буларын алу - ластанған газдарды топырақтан жинау және механикалық құрылғылар арқылы тарату процесі. Бұл әдіс көбінесе биоспаргингпен қатар қолданылады. Мұнай су сепараторлары мен ауа тазартқыштар сияқты, топырақ буларын сорғыштар арнайы бөлшектер болып табылады және тәжірибелі операторларды қажет етеді.

### **Биоремедиацияның артықшылықтары**

Биоремедиация процестерін қолданудың ең үлкен пайдасы - оның қоршаған ортаға қосқан үлесі. Биоремедиация табиғатты түзету үшін табиғатты пайдаланады. Биоремедиацияға арналған арнайы жабдықты пайдалана отырып, білімді адамдар дұрыс қолданса, бұл топырақ пен жер асты суларын тазалаудың ең қауіпсіз және ең аз инвазивті әдісі. Биоремедиация органикалық патогендерге, мышьякқа, фторидтерге, нитраттарға, ұшпа органикалық қосылыстарға, металдарға және аммиак пен фосфаттар сияқты көптеген басқа ластаушы заттарға арналған. Бұл инсектицидтер мен гербицидтерді, сондай-ақ сулы горизонттарға тұзды судың енуін тазарту үшін тиімді.

### **Биоремедиацияның негізгі артықшылықтары:**

- Зиянды жанама әсерлері жоқ толығымен табиғи процесс
- Қауіпті тасымалдаусыз көптеген қолданбалар үшін *in situ* орындалады
- Топырақ пен суды пайдалы ету үшін жылдам айналым уақыты
- Арнайы бөлшектерді қоспағанда, минималды жабдық қажет
- Органикалық процеске және аз бұзылуға байланысты оң қоғамдық қабылдау
- Қолдану үшін үнемді және енгізу үшін үнемді
- Жауапкершілікті төмендетеді, өйткені ластаушы заттардың шығу ықтималдығы аз
- Өртеу және көмумен салыстырғанда аз тұтынылатын энергия
- Реттеуші органдардан жоғары қабылдау

[ 51 ] .

## 2 ЗЕРТТЕУ ӘДІСТЕМЕСІ ЖӘНЕ МАТЕРИАЛДАР

**Зерттеу объектісі:** ТҚҚ биохимиялық ыдырауының негізі кейбір көп факторлы тәуелділік болып табылады. Көп факторлы экспериментті жоспарлау зерттелетін факторлардың түпкілікті нәтижеге әсерін, біздің жағдайда – орнату үшін берілген жағдайларда қатты тұрмыстық қалдықтар полигонында сүзілген суларын биоремедиациялау процестерін табуға мүмкіндік береді.

Біздің зерттеуде сызықтық емес бірнеше корреляцияға негізделген экспериментті жоспарлау әдісі қолданылады [ 51, 52] :

$$R = \sqrt{1 - \frac{(N-1) \times \sum (Y_s - Y_m)^2}{(N-K-1) \times \sum (Y_s - Y_{cp})^2}} \quad (1)$$

мұндағы:  $N$  - сипатталған нүктелер саны,  $K$ -қолданыстағы факторлардың саны,  $Y_s$  – эксперименттік нәтиже,  $Y_m$  – теориялық (есептелген) нәтиже,  $Y_{cp}$  – орташа эксперименттік мән.

Егер шарт орындалса, мән маңызды:

$$t_R = \frac{R \times \sqrt{N-K-1}}{1-R^2} > 2 \quad (2)$$

Келесі бізде ең кіші квадраттар әдісі бұл жуықтау функциясындағы таңдау әдістеріне негізделген. Түзу теңдеуіне қатысты:

$$Y = a + b \times X. \quad (3)$$

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad a = \frac{\sum Y - b \sum X}{n} \quad (4)$$

Алынған нәтижелер негізінде жартылай функциялардың маңыздылығын анықтағаннан кейін жалпыланған теңдеу алынады  $Y_{об}$ :

$$Y_{об} = \frac{Y_1 \times Y_2 \times \dots \times Y_n}{Y_{cp}^{n-1}} \quad (5)$$

мұндағы:  $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_n$  – жеке функциялар,  $Y_{cp}^{n-1}$  – жалпыланған функцияның барлық ескерілетін мәндерінің жеке функцияның аз санына шаққандағы жалпы орташа мәні.

Мұндағы жалпы алынған теңдеулер:

- $R$  корреляция коэффициенті мен  $t_R$  мәні бойынша жеткіліктілікке талданады.

- Теңдеудегі жалпы алынған талдау сүзілген сулардан кадмийді тазарту жоғарғы шығуымен қондырғыдағы ҚҚ – дың ыдырау процестерін оңтайландыру жағдайына мүмкіндік береді.



### 3 ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ

Зерттеу нәтижелерінде қатты тұрмыстық қалдықтар полигонында сүзілген сулардан кадмийді биоремедиациялау негізгі математикалық модельдеу арқылы факторлардың көмегімен комплексті түрде жүзеге асырылады:

1.  $X_1$  ( $\text{HCO}_3^-$ , мг/л) – сутек карбонаты, %
2.  $X_2$  ( $\text{SO}_4^{2-}$ , мг/л) – сульфат, %
3.  $X_3$  ( $\text{PO}_4^{3-}$ , мг/л) – фосфат, %
4.  $X_4$  (ЖМС, өсіру деңгейі, КҚБ/мл) – жалпы микробтық сан, колония құраушы бірліктер/мл, %

Зерттелетін факторлардың негізінде латын квадраты негізінде жоспарлау матрицасы құрылды, оған 25 эксперимент кіреді ( $n = p^2$ , мұндағы  $p$  – 5-ке тең деңгейлер саны), оған тәуелсіз айнымалылар/факторлар  $X_1, X_2, X_3, X_4$  1-5 деңгейлері бойынша бөлінеді (2-кесте) [4, 5].

Факторлар деңгейлері факторлық кеңістіктің ауданын анықтайды. Биотехнологиялық эксперименттерді жүргізу кезінде процесті оңтайландыру талаптарына сәйкес факторлардың деңгейін анықтау үшін априорлық білім қажет. ҚТҚ биодеградация процесінің толықтығының өлшемі, пайдалы компонент – кадмийдің шығарылу дәрежесі және т.б. бұл өлшем тәуелді шама (Ур функциясы) болып табылады.

Тәжірибелер нәтижелері бойынша заттың түрлену дәрежесінің (Y,%) эксперименттік мәндерінің алынған массивінен жеке факторлардың Ур – ға әсерін сипаттайтын жеке тәуелділіктерді құру үшін жоспар-матрицаға сәйкес іріктеу келтіріледі.

Математикалық модельдеу Шымкент қаласының қатты тұрмыстық қалдықтар полигонында сүзілген суларды биоремедиациялау процестерін математикалық жоспарлау және оңтайландыру үшін 1 – кестеде келтірілген факторларға байланысты есептеулер арқылы жүргізіледі.

1-кестеде эксперимент үшін факторлық кеңістіктің ауданы берілген.

Кесте 1. Факторлық кеңістік аймағы

	Фактор	Факторлар деңгейі				
		1	2	3	4	5
$X_1$	$\text{HCO}_3^-$ , мг/л	2000	2200	2400	2600	2800
$X_2$	$\text{SO}_4^{2-}$ , мг/л	100	300	500	800	1100
$X_3$	$\text{PO}_4^{3-}$ , мг/л	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3
$X_4$	Жалпы микробтық сан (өсіру деңгейі) колония құраушы бірлік/мл	3	4	5	6	7

Ғылыми жарияланымдарға сәйкес кадмийден фильтратты тазарту пайызы: 32-ден 93-ке дейін %

93	90	85	76	64
50	45	32	94	80
67	52	72	43	56
91	35	81	62	59
65	92	71	66	34

Кесте 2. Топырақтың алынған сынамаларын химиялық талдау (мг / кг ) [52].

Атауы	Сүзілген су сынамасы	Шекті рұқсат етілген концентрация	Қауіптілік деңгейі
Кадмий	0,3	0,001	2

Кесте 3. ШРК асып кетуі [53] Шымкент қ. полигонының топырақ суының іріктелген сынамасында, 1-кестеден көрініп тұрғандай, кадмий бойынша 300 ШЖК (қауіптіліктің екінші сыныбы) құрайды.

Кесте 4. Экспериментті жоспарлаудың бес факторлы матрицасы.

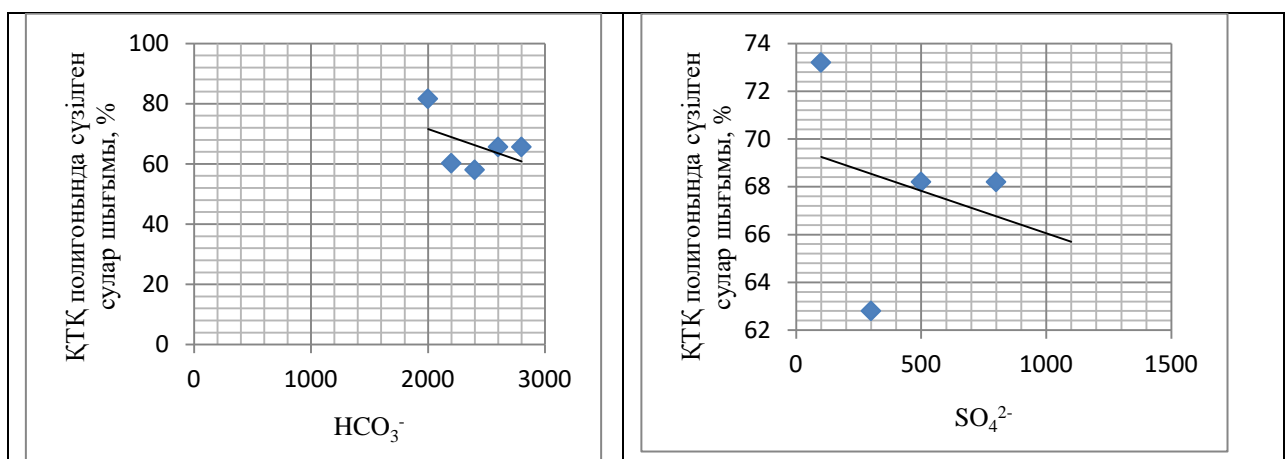
№ Тәжірибе	Экспериментті жоспарлаудың бес факторлы матрицасы								Кадмий, %
	X <sub>1</sub>		X <sub>2</sub>		X <sub>3</sub>		X <sub>4</sub>		
	Деңгей	Мәні	Деңгей	Мәні	Деңгей	Мәні	Деңгей	Мәні	
1	1	93	1	93	5	93	1	93	93
2	1	90	2	90	4	90	3	90	90
3	1	85	3	85	3	85	2	85	85
4	1	76	4	76	2	76	4	76	76
5	1	64	5	64	1	64	5	64	64
6	2	50	1	50	5	50	1	50	50
7	2	45	2	45	4	45	3	45	45
8	2	32	3	32	3	32	2	32	32
9	2	94	4	94	2	94	4	94	94
10	2	80	5	80	1	80	5	80	80
11	3	67	1	67	5	67	1	67	67
12	3	52	2	52	4	52	3	52	52
13	3	72	3	72	3	72	2	72	72
14	3	43	4	43	2	43	4	43	43
15	3	56	5	56	1	56	5	56	56
16	4	91	1	91	5	91	1	91	91
17	4	35	2	35	4	35	3	35	35
18	4	81	3	81	3	81	2	81	81

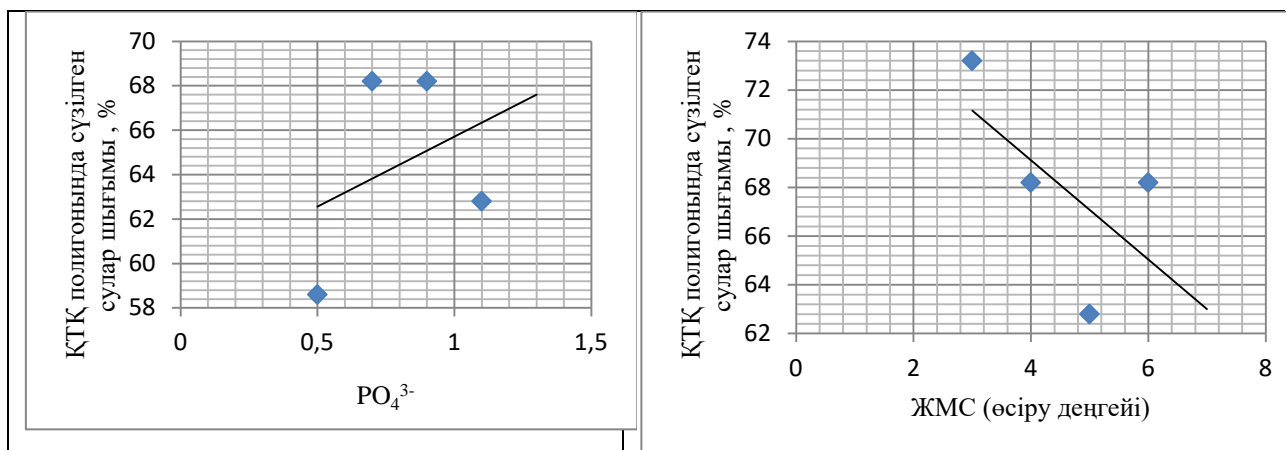
19	4	62	4	62	2	62	4	62	62
20	4	59	5	59	1	59	5	59	59
21	5	65	1	65	5	65	1	65	65
22	5	92	2	92	4	92	3	92	92
23	5	71	3	71	3	71	2	71	71
24	5	66	4	66	2	66	4	66	66
25	5	34	5	34	1	34	5	34	34

Зерттелетін факторлардың негізінде латын квадраты негізінде жоспарлау матрицасы құрылды, оған 25 эксперимент кіреді ( $n = p^2$ , мұндағы  $p$  – 5-ке тең деңгейлер саны), оған тәуелсіз айнымалылар/факторлар  $X_1, X_2, X_3, X_4$  1-5 деңгейлері бойынша бөлінеді. Содан кейін, эксперименттік мәліметтер негізінде жеке функциялар есептеледі ( $Y_1, Y_2, \dots, Y_4$ ), олар зерттелетін факторлардың сүзілген суларды биоремедиациялау үшін құрамындағы кадмийдің құрамына әсерін сипаттайды ( % ) (4-кесте).

Кесте 5. Жеке функциялардың эксперименттік мәндерін есептеу

№ факторлар саны	Деңгей саны					Орташа мән
	1	2	3	4	5	
$X_1$	81.6	60.2	58	65.6	65.6	66.2
$X_2$	73.2	62.8	68.2	68.2	58.6	66.2
$X_3$	58.6	68.2	68.2	62.8	73.2	66.2
$X_4$	73.2	68.2	62.8	68.2	58.6	66.2





4 – сурет. Нүктелі графиктерге іріктеу: қарастырылатын тәуелсіз факторлардың әсерін зерттеу:  $X_1(HCO_3^-)$ ,  $X_2(SO_4^{2-})$ ,  $X_3(PO_4^-)$ ,  $X_4$  ЖМС (жалпы микробтық сан, өсіру деңгейі) ҚТҚ полигонында сүзілген сулардан кадмийді биоремедиациялау болып саналады.

Кесте 6. Зерттелетін функциялардың есептік мәндері

№ опыта	$X_1$				$X_2$			
	X	Y	$X^2$	XY	X	Y	$X^2$	XY
	2000	81.6	4 000 000	163 200	100	73.2	10 000	7320
	2200	60.2	4 840 000	132 440	300	62.8	90 000	18 840
	2400	58	5 760 000	139 200	500	68.2	250 000	34 100
	2600	65.6	6 760 000	170 560	800	68.2	640 000	54 560
	2800	65.6	7 840 000	183 680	1100	58.6	1 210 000	64 460
<b>Σ</b>	12 000	331	29 200 000	789 080	2800	331	2 200 000	179 280

кестенің жалғасы 4

№ тәжірибе	$X_3$				$X_4$			
	X	Y	$X^2$	XY	X	Y	$X^2$	XY
	0.5	58.6	0.25	29.3	3	73.2	9	219.6
	0.7	68.2	0.49	47.74	4	68.2	16	272.8
	0.9	68.2	0.81	61.38	5	62.8	25	314
	1.1	62.8	1.21	69.08	6	68.2	36	409.2
	1.3	73.2	1.69	95.16	7	58.6	49	410.2
<b>Σ</b>	4.5	331	4.45	302.66	25	331	135	1625.8

Кесте 7. Зерттелетін функцияларды жуықтау

Формулы	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	
$b = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$	- 0,0133	-0.01	11.9	-2.92	
$a = \frac{\sum Y - b \sum X}{n}$	98.12	71.8	55.49	80.8	
$Y = a + b \times X$	Y <sub>1</sub> = 98.12 (-0.0133)·X <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub> = 71.8+(-0.01)·X <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub> = 55.49+11.9·X <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub> = 80.8+(-2.92)·X <sub>4</sub>	
<b>Жеке функциялардың теориялық мәні:</b>					
Y <sub>n1</sub> =a+b·X <sub>n1</sub>	71.52	68.86	66.2	63.54	60.88
Y <sub>n2</sub> =a+b·X <sub>n2</sub>	70.8	68.8	66.8	63.8	60.8
Y <sub>n3</sub> =a+b·X <sub>n3</sub>	61.44	63.82	66.2	68.58	70.96
Y <sub>n4</sub> =a+b·X <sub>n4</sub>	72.04	69.12	66.2	63.28	60.36

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$a = \frac{\sum Y - b \sum X}{n}$$

$$b_1 = \frac{5 \cdot 789\,080 - 12\,000 \cdot 331}{5 \cdot 29\,200\,000 - (12\,000)^2} = -0,0133$$

$$a_1 = \frac{331 - (-0,0133) \cdot 12\,000}{5} = 98,12$$

$$b_2 = \frac{5 \cdot 179\,280 - 280 \cdot 331}{5 \cdot 2\,200\,000 - (280)^2} = -0,01$$

$$a_2 = \frac{331 - (-0,01) \cdot 280}{5} = 71,8$$

$$b_3 = \frac{5 \cdot 302,66 - 4,5 \cdot 331}{5 \cdot 4,45 - (4,5)^2} = 11,9$$

$$a_3 = \frac{331 - 11,9 \cdot 4,5}{5} = 55,49$$

$$b_4 = \frac{5 \cdot 1625,8 - 25 \cdot 331}{5 \cdot 135 - (25)^2} = -2,92$$

$$a_4 = \frac{331 - (-2,92) \cdot 25}{5} = 80,8$$

$$Y_{n1} = 98,12 + (-0,0133) \cdot 2000 = 71,52$$

$$Y_{n2} = 71,8 + (-0,01) \cdot 100 = 70,8$$

$$Y_{n1} = 98,12 + (-0,0133) \cdot 2200 = 68,86$$

$$Y_{n2} = 71,82 + (-0,01) \cdot 300 = 68,8$$

$$Y_{n1} = 98,12 + (-0,0133) \cdot 2400 = 66,2$$

$$Y_{n2} = 71,8 + (-0,01) \cdot 500 = 66,8$$

$$Y_{n1} = 98,12 + (-0,0133) \cdot 2600 = 63,54$$

$$Y_{n2} = 71,8 + (-0,01) \cdot 800 = 63,8$$

$$Y_{n1} = 98,12 + (-0,0133) \cdot 2800 = 60,88$$

$$Y_{n2} = 71,8 + (-0,01) \cdot 1100 = 60,8$$

$$Y_{n3} = 55,49 + 11,9 \cdot 0,5 = 61,44$$

$$Y_{n4} = 80,8 + (-2,92) \cdot 3 = 72,04$$

$$Y_{n3} = 55,49 + 11,9 \cdot 0,7 = 63,82$$

$$Y_{n4} = 80,8 + (-2,92) \cdot 4 = 69,12$$

$$Y_{n3} = 55,49 + 11,9 \cdot 0,9 = 66,2$$

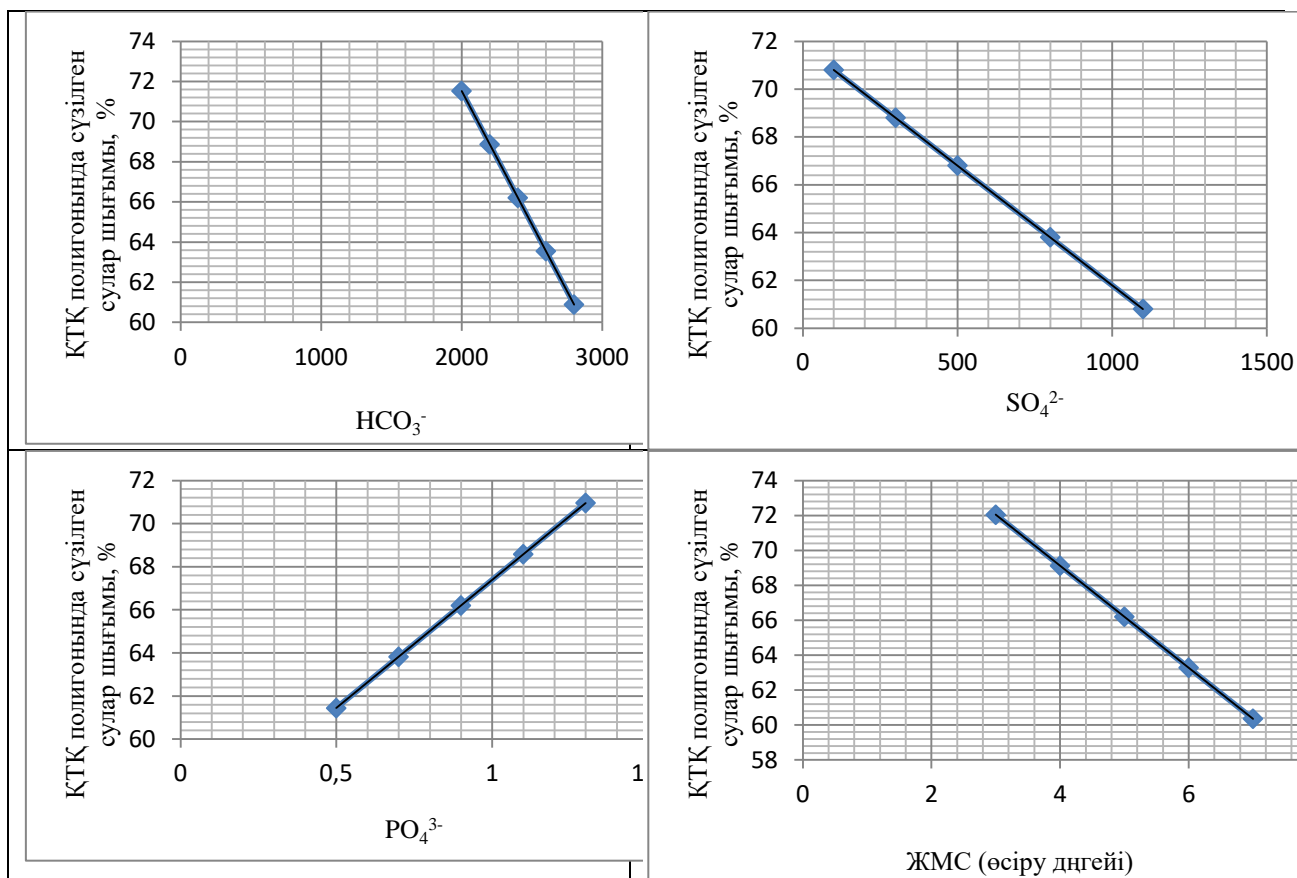
$$Y_{n4} = 80,8 + (-2,92) \cdot 5 = 66,2$$

$$Y_{n3} = 55,49 + 11,9 \cdot 1,1 = 68,58$$

$$Y_{n4} = 80,8 + (-2,92) \cdot 6 = 63,28$$

$$Y_{n3} = 55,49 + 11,9 \cdot 1,2 = 69,77$$

$$Y_{n4} = 80,8 + (-2,92) \cdot 7 = 60,36$$



5 - сурет. ҚТҚ полигонының сүзгі суының шығуының  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  және ЖМС (өсіру деңгейі) факторларға тәуелділігі.

5 - суретте көрініп тұрғандай, 5 - графикте органикалық қалдықтардың құрамы оңтайлы шешім болады, онда  $\text{HCO}_3^-$  мөлшері 0,002% деңгейінде болады. Бұл жағдайда ҚТҚ полигонының сүзгіш суының мөлшері ең жоғары болады (71.52%). 6 – график.. ҚТҚ полигонының сүзгі суының шығуының  $\text{SO}_4^{2-}$ -ге тәуелділігі. 2 - суреттен көріп отырғанымыздай, оңтайлы шешім органикалық қалдықтардың құрамы болады, мұнда  $\text{SO}_4^{2-}$  мөлшері 100% деңгейінде болады. Бұл жағдайда ҚТҚ полигонының сүзгіш суының мөлшері ең жоғары болады (70.8%) . 7 - график. ҚТҚ полигонының сүзгі суының шығуының  $\text{PO}_4^{3-}$ -ке тәуелділігі. 3 - суреттен көрініп тұрғандай, органикалық қалдықтардың құрамы оңтайлы шешім болады, онда  $\text{PO}_4^{3-}$  мөлшері 1.1% деңгейінде болады. Бұл жағдайда ҚТҚ полигонының сүзгіш суының мөлшері ең жоғары болады (69.77%) . 8 - график. ҚТҚ полигонының сүзгі суының шығуының ЖМС-ға тәуелділігі (өсіру деңгейі). 3 - суреттен көрініп тұрғандай, органикалық қалдықтардың құрамы оңтайлы шешім болады, онда ЖМС (өсіру деңгейі) 3% деңгейінде болады. Бұл жағдайда ҚТҚ полигонының сүзгіш суының мөлшері ең жоғары болады (72.04%)

Жалпыаланған тендеуді талдау көрсетілген технологиялық параметрлерде (  $\text{HCO}_3^-$  2000 - 2800 мг/л,  $\text{SO}_4^{2-}$  100 – 1100 мг/л ,  $\text{PO}_4^{3-}$  0.5 – 1.3 мг/л және ЖМС (өсіру деңгейі) 3 – 7 КҚБ / мл) ҚТҚ биодеградациясын қарқындету кезінде көрсетті.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Менің бұл дипломдық жұмысымның мақсаты Шымкент қаласының қатты тұрмыстық қалдықтар полигонында сүзілген суларды биоремедиациялау процестерін математикалық модельдеу болып табылады. Мен мақсатқа сай міндеттерді орындадым.

Менің жүргізілген зерттеулер нәтижелеріме назар аударатын болсақ нақтырақ айтқанда:

- сүзілген сулардан кадмийді биоремедиациялау процесінде сутек карбонаты, сульфат, фосфат және жалпы микробтық сан көрсеткіштері белгілі бір аралықта оңтайлы екендігін көрсетілді.

- математикалық модельдеу арқылы Шымкент қаласының қатты тұрмыстық қалдықтар полигонында сүзілген сулардан кадмийді биоремедиациялау процестерін бес тәуелсіз факторлы экспериментті жоспарлау арқылы жүргізілді.

- шымкент қаласының қатты тұрмыстық қалдықтар полигонында сүзілген суларын биоремедиациялау процестерін математикалық жоспарлау және оңтайландыру арқылы зерттедім.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. BASEL CONVENTION ON THE CONTROL OF TRANSBOUNDARY MOVEMENTS OF HAZARDOUS WASTES AND THEIR DISPOSAL PROTOCOL ON LIABILITY AND COMPENSATION FOR DAMAGE RESULTING FROM TRANSBOUNDARY MOVEMENTS OF HAZARDOUS WASTES AND THEIR DISPOSAL TEXTS AND ANNEXES REVISED IN 2019. <http://www.basel.int/TheConvention/Overview/TextoftheConvention/tabid/1275/Default.aspx>
2. Name of SAI SAI PARAGUAY. Title of audit Social service institute combined audit (IPS). Publishing year 2018. What risks/policy areas did the audit approach? Management of waste produced in hospitals Definition and classification of waste. <https://sisu.ut.ee/waste/book/11-definition-and-classification-waste>
3. Yoshida, F. (2002). Introduction: What Is Waste?. In: The Economics of Waste and Pollution Management in Japan. Springer, Tokyo. [https://doi.org/10.1007/978-4-431-67032-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-4-431-67032-2_1) Download citation .RIS .ENW .BIB DOI [https://doi.org/10.1007/978-4-431-67032-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-4-431-67032-2_1)
4. EEA Signals 2014 – Well-being and the environment Waste: a problem or a resource? Published 02 Jun 2014 Last modified 05 Nov 2021 . 7 min read . Photo: © Andrzej Bochenski / EEA <https://www.eea.europa.eu/publications/signals-2014/articles/waste-a-problem-or-a-resource>
5. Kumari A., Aich A.R., Kumari S., Mohanty S. (2022) Greenways for Solid Waste Management. In: Baskar C., Ramakrishna S., Baskar S., Sharma R., Chinnappan A., Sehrawat R. (eds) Handbook of Solid Waste Management. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-16-4230-2\\_8](https://doi.org/10.1007/978-981-16-4230-2_8)
6. Wang, L.K. *et al.* (2021). Composting Processes for Disposal of Municipal and Agricultural Solid Wastes. In: Wang, L.K., Wang, M.H.S., Hung, Y.T. (eds) Solid Waste Engineering and Management. Handbook of Environmental Engineering, vol 23. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-84180-5\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-030-84180-5_7)
7. Aziz, H.A., Abu Amr, S.S., Vesilind, P.A., Wang, L.K., Hung, Y.T. (2021). Introduction to Solid Waste Management. In: Wang, L.K., Wang, M.H.S., Hung, Y.T. (eds) Solid Waste Engineering and Management. Handbook of Environmental Engineering, vol 23. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-84180-5\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-84180-5_1)
8. Ramli, H., Aziz, H.A., Hung, Y.T. (2021). Practices of Solid Waste Processing and Disposal. In: Wang, L.K., Wang, M.H.S., Hung, Y.T. (eds) Solid Waste Engineering and Management. Handbook of Environmental Engineering, vol 23. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-84180-5\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-84180-5_10)



9. Charlotte Nell, Catherina Schenck, Derick Blaauw, Lizette Grobler, Kotie Viljoen, A three-pronged approach to waste composition determination, *Journal of Environmental Management*, Volume 303, 2022, 114203, ISSN0301-4797, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114203>.  
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479721022659> )
10. Nanda, S., Berruti, F. Municipal solid waste management and landfilling technologies: a review. *Environ Chem Lett* **19**, 1433–1456 (2021).  
<https://doi.org/10.1007/s10311-020-01100-y>
11. Aminuddin MSH, Rahman HA. Health risk survey for domestic waste management agency workers: Case study on Kota Bharu Municipal Council (MPKB), Kelantan. *Malaysia Int J Environ Sci Dev*. 2015;6(8):629. [Return to ref 6 in article](#)
12. Fadhillah, W., Imran, N.I.N., Ismail, S.N.S. *et al.* Household solid waste management practices and perceptions among residents in the East Coast of Malaysia. *BMC Public Health* **22**, 1 (2022). <https://doi.org/10.1186/s12889-021-12274-7>
13. Mohammad Sujauddin, S.M.S. Huda, A.T.M. Rafiqul Hoque Household solid waste characteristics and management in Chittagong, Bangladesh, *Waste Management*, Volume 28, Issue 9, 2008, Pages 1688-1695, ISSN 0956-053X,  
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2007.06.013>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X07002255>)
14. S.J. Burntley J. *Waste Manage.*, 27 (10) (2007), pp. 1274-1285 Burntley, S.J. (2007) A Review of Municipal Solid Waste Composition in the United Kingdom. *Journal of Waste Management*, 27, 1274-1285.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2006.06.018>
15. American Society of Mechanical Engineers (ASME) Waste to Energy, Summary Report Accessed July 5, 2014 <http://www.asme.org> (2014) Google Scholar
16. Hussein I. Abdel-Shafy, Mona S.M. Mansour, Solid waste issue: Sources, composition, disposal, recycling, and valorization, *Egyptian Journal of Petroleum*, Volume 27, Issue 4, 2018, Pages 1275-1290, ISSN 1110-0621,  
<https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2018.07.003>.  
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110062118301375>)
17. James Okot-Okumu, Richard Nyenje, Municipal solid waste management under decentralisation in Uganda, *Habitat International*, Volume 35, Issue 4, 2011, Pages 537-543, ISSN 0197-3975,  
<https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2011.03.003>.  
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0197397511000178>)
18. I.A. Al-Khatib M. Monou S.F. Abdul Q.S. Hafez K. Despo Solid, waste characterization, quantification and management practices in developing countries. A case study Nablus district – Palestine 2010. Google Scholar
19. C.M. Liyala Modernizing Solid Waste Management at Municipal Level: Institutional arrangements in urban centers of East Africa PhD Thesis

- Environmental Policy Series. Wageningen University, The Netherlands (2011) Google Scholar
20. Hussein I. Abdel-Shafy, Mona S.M. Mansour, Solid waste issue: Sources, composition, disposal, recycling, and valorization, *Egyptian Journal of Petroleum*, Volume 27, Issue 4, 2018, Pages 1275-1290, ISSN 1110-0621, <https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2018.07.003>.  
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110062118301375>)
  21. Basic Information about Landfills  
<https://www.epa.gov/landfills/basic-information-about-landfills#whattypes>
  22. Daniel, D.E. (1993). Landfills and impoundments. In: Daniel, D.E. (eds) *Geotechnical Practice for Waste Disposal*. Springer, Boston, MA. [https://doi.org/10.1007/978-1-4615-3070-1\\_5](https://doi.org/10.1007/978-1-4615-3070-1_5)
  23. Semrau, J.D. Current knowledge of microbial community structures in landfills and its cover soils. *Appl Microbiol Biotechnol* **89**, 961–969 (2011). <https://doi.org/10.1007/s00253-010-3024-2>
  24. Rock, S.A. (2010). Evapotranspiration Covers for Landfills. In: Kulakow, P.A., Pidlisnyuk, V.V. (eds) *Application of Phytotechnologies for Cleanup of Industrial, Agricultural, and Wastewater Contamination*. NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-90-481-3592-9\\_13](https://doi.org/10.1007/978-90-481-3592-9_13)
  25. Higuchi, S. (2021). The Role and the Technology for the Future Landfill Site. In: *Municipal Solid Waste Landfill Technology in Japan*. Environmental Science and Engineering. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-16-2734-7\\_4](https://doi.org/10.1007/978-981-16-2734-7_4)
  26. Sustainable landfill design for effective municipal solid waste management for resource and energy recovery Author links open overlay panel Parameswari K.a AhmedMajid Salim Al AamriaGopalakrishnanK.a ArunachalamS.a AliyaAli Said Al AlawiaSivasakthivelT.b <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.04.528>
  27. Palaniandy, P., Aziz, H.A., Wang, L.K., Michael Terlecky, P., Hung, YT. (2022). Sanitary Landfill Types and Design. In: Wang, L.K., Wang, MH.S., Hung, YT. (eds) *Solid Waste Engineering and Management*. Handbook of Environmental Engineering, vol 24. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-89336-1\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-030-89336-1_8)
  28. Ramli, H., Aziz, H.A., Hung, YT. (2021). Practices of Solid Waste Processing and Disposal. In: Wang, L.K., Wang, MH.S., Hung, YT. (eds) *Solid Waste Engineering and Management*. Handbook of Environmental Engineering, vol 23. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-84180-5\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-84180-5_10)
  29. Adriana Zacarias-Farah, Elaine Geyer-Allély, Household consumption patterns in OECD countries: trends and figures, *Journal of Cleaner Production*, Volume 11, Issue 8, 2003, Pages 819-827, ISSN 0959-6526, [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(02\)00155](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(02)00155)  
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652602001555>)

30. Hussein I. Abdel-Shafy, Mona S.M. Mansour, Solid waste issue: Sources, composition, disposal, recycling, and valorization, Egyptian Journal of Petroleum, Volume 27, Issue 4, 2018, Pages 1275-1290, ISSN 1110-0621, <https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2018.07.003>.  
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110062118301375>)
31. M.A. Barlaz, B.F. Staley, F.L. de los Reyes Anaerobic Biodegradation of Solid Waste R. Mitchell, J. Gu (Eds.), Environ. Microbiol., Wiley-Blackwell, Hoboken, NJ (2010), pp. 281-299 CrossRefView Record in Scopus Google Scholar
32. Hussein I. Abdel-Shafy, Mona S.M. Mansour, Solid waste issue: Sources, composition, disposal, recycling, and valorization, Egyptian Journal of Petroleum, Volume 27, Issue 4, 2018, Pages 1275-1290, ISSN 1110-0621, <https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2018.07.003>.  
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110062118301375>)
33. V. Francois, G. Feuillade, N. Skhiri, T. Lagier, G. Matejka, Indicating the parameters of the state of degradation of municipal solid waste, Journal of Hazardous Materials, Volume 137, Issue 2, 2006, Pages 1008-1015, ISSN 0304-3894, <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.03.026>.  
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389406002688>)
34. Sylwia Fudala-Ksiazek, Mattia Pierpaoli, Eliza Kulbat, Aneta Luczkiewicz, A modern solid waste management strategy – the generation of new by-products, Waste Management, Volume 49, 2016, Pages 516-529, ISSN 0956-053X, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.01.022>.  
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X16300228>)
35. Жизненные циклы полигонов ТБО. Технические решения и технологии очистки их фильтрационных вод на различных этапах циклов. Авторы: Гушшамова А.Н. Рогачевских Ю.С. Сидорова Л.П. <https://apni.ru/article/710-zhiznennie-tsikli-poligonov-tbo>
36. Rodrigo-Ilari J., Rodrigo-Clavero ME. (2022) Optimal Management of Municipal Solid Waste Landfill Leachate Using Mathematical Modeling: A Case Study in Valencia. In: Baskar C., Ramakrishna S., Baskar S., Sharma R., Chinnappan A., Sehrawat R. (eds) Handbook of Solid Waste Management. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-16-4230-2\\_45](https://doi.org/10.1007/978-981-16-4230-2_45)
37. Rodrigo-Ilari J., Rodrigo-Clavero ME. (2021) Optimal Management of Municipal Solid Waste Landfill Leachate Using Mathematical Modeling: A Case Study in Valencia. In: Baskar C., Ramakrishna S., Baskar S., Sharma R., Chinnappan A., Sehrawat R. (eds) Handbook of Solid Waste Management. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-7525-9\\_45-1](https://doi.org/10.1007/978-981-15-7525-9_45-1)
38. Vithanage, M., Wijesekara, S., Siriwardana, A., Mayakaduwa, S., Ok, Y. (2014). Management of Municipal Solid Waste Landfill Leachate: A Global Environmental Issue. In: Malik, A., Grohmann, E., Akhtar, R. (eds)

- Environmental Deterioration and Human Health. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-7890-0\\_11](https://doi.org/10.1007/978-94-007-7890-0_11)
39. Xi, B., Jiang, Y., Li, M., Yang, Y., Huang, C. (2016). Groundwater Pollution and Its Risk in Solid Waste Disposal Site. In: Optimization of Solid Waste Conversion Process and Risk Control of Groundwater Pollution. SpringerBriefs in Environmental Science. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-49462-2\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-662-49462-2_5)
40. Kamaruddin, M.A., Yusoff, M.S., Rui, L.M. *et al.* An overview of municipal solid waste management and landfill leachate treatment: Malaysia and Asian perspectives. *Environ Sci Pollut Res* **24**, 26988–27020 (2017). <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0303-9>
41. Hashisho, J., El-Fadel, M. Membrane bioreactor technology for leachate treatment at solid waste landfills. *Rev Environ Sci Biotechnol* **15**, 441–463 (2016). <https://doi.org/10.1007/s11157-016-9399-5>
42. Kjeldsen, Morton A. Barlaz, Alix P. Rooker, Anders Baun, Anna Ledin & Thomas H. Christensen (2002) Present and Long-Term Composition of MSW Landfill Leachate: A Review, *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 32:4, **297-336**, DOI: 10.1080/10643380290813462
43. Rodrigo-Illarri J., Rodrigo-Clavero ME. (2021) Optimal Management of Municipal Solid Waste Landfill Leachate Using Mathematical Modeling: A Case Study in Valencia. In: Baskar C., Ramakrishna S., Baskar S., Sharma R., Chinnappan A., Sehrawat R. (eds) *Handbook of Solid Waste Management*. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-7525-9\\_45-1](https://doi.org/10.1007/978-981-15-7525-9_45-1)
44. Madera-Parra C.A., Ríos D.A. (2017) Constructed Wetlands for Landfill Leachate Treatment. In: Rene E., Sahinkaya E., Lewis A., Lens P. (eds) *Sustainable Heavy Metal Remediation. Environmental Chemistry for a Sustainable World*, vol 8. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-58622-9\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-319-58622-9_5)
45. Fitzke B., Blume T., Wienands H., Cambiella Á. (2013) Hybrid Processes for the Treatment of Leachate from Landfills. In: Coca-Prados J., Gutiérrez-Cervelló G. (eds) *Economic Sustainability and Environmental Protection in Mediterranean Countries through Clean Manufacturing Methods*. NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-5079-1\\_6](https://doi.org/10.1007/978-94-007-5079-1_6)
46. Lema, J.M., Mendez, R. & Blazquez, R. Characteristics of landfill leachates and alternatives for their treatment: A review. *Water Air Soil Pollut* **40**, 223–250 (1988). <https://doi.org/10.1007/BF00163730>
47. Marco Vocciante, Vinokurov, E.G. & Ferro, S. Application of Advanced Electrochemical Techniques for the Purification of Leachate in Landfills. *Theor Found Chem Eng* **55**, 608–617 (2021). <https://doi.org/10.1134/S0040579521040357>

48. Arch, J. (1998). Clay Barriers in Landfills. In: Parker, A., Rae, J.E. (eds) Environmental Interactions of Clays. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-03651-8\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-662-03651-8_6)
49. What Is Bioremediation and What Are Its Benefits? <https://www.waste2water.com/bioremediation-benefits-and-uses/>
50. Kumari A., Aich A.R., Kumari S., Mohanty S. (2022) Greenways for Solid Waste Management. In: Baskar C., Ramakrishna S., Baskar S., Sharma R., Chinnappan A., Sehrawat R. (eds) Handbook of Solid Waste Management. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-16-4230-2\\_8](https://doi.org/10.1007/978-981-16-4230-2_8)
51. Kumari A., Aich A.R., Kumari S., Mohanty S. (2022) Greenways for Solid Waste Management. In: Baskar C., Ramakrishna S., Baskar S., Sharma R., Chinnappan A., Sehrawat R. (eds) Handbook of Solid Waste Management. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-16-4230-2\\_8](https://doi.org/10.1007/978-981-16-4230-2_8)
52. Джамалова Г.А. Анализ изменчивости химического состава фильтрата и эмиссии биогаза при интенсивном анаэробном разложении твердых бытовых отходов // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 7-4. – С. 669-674; URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=38798>
53. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования

**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ**

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

**Әлі Ақбота Болатқызы**

**5B070100 – «Биотехнология»**

Тақырыбы: «Шымкент қаласының қатты тұрмыстық қалдықтар полигонында сүзілген суларын биоремедиациялау процестерін математикалық жоспарлау және оңтайландыру»

**ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ**

Әлі Ақботаның дипломдық жұмысының тақырыбы «Шымкент қаласының қатты тұрмыстық қалдықтар полигонында сүзілген суларын биоремедиациялау процестерін математикалық жоспарлау және оңтайландыру» .

Әлі Ақбота Шымкент қаласының қатты тұрмыстық қалдықтар полигонында сүзілген суларын биоремедиациялау процестерін математикалық модельдеу арқылы кестелер мен графиктерді есептеп, тұрғызды. Бұл жұмыста қатты тұрмыстық қалдықтар полигонында сүзілген сулардан кадмийді тазарту арқылы бес тәуелсіз факторлы экспериментті жоспарлау арқылы жүргізді.

Әлі Ақбота дипломдық жұмысты орындау барысында әдеби материалдарды тереңірек зерттеу арқылы математикалық модельдеумен қатар тақырыпқа сай бірқатар жүйелі жұмыстар орындаған. Стандарттан ауытқулар жоқ.

**ЖЕТЕКШІНІҢ БАҒАСЫ**

Бұл дипломдық жұмыс барлық талаптар мен стандарттарға сәйкес келе отырып , жұмысты орындау барысында мақсатқа және талаптарға сай түгел орындалған. Осы мәселелердің барлығын ескере отырып, Әлі Ақбота Болатқызының 5B070100 – «Биотехнология» мамандығы бойынша бакалавр атағын алуға лайықты деп санап, жұмысты оң деп бағалаймын.

**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІ**

Доктор PhD, ассоц.профессор

 Рафикова Х.С.

«30» 05 2022 ж.

## СЫН-ПІКІР

### ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Әлі Ақбота

5B070100-«Биотехнология» мамандығы

Тақырыбы: «Шымкент қаласының қатты тұрмыстық қалдықтар полигонында сүзілген суларын биоремедиациялау процестерін математикалық жоспарлау және оңтайландыру»  
Орындалды:

а) графикалық бөлім 7 кесте 5 сурет; б) түсініктеме 42 бет

### ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Дипломдық жұмысты мақсаты: Шымкент қаласының қатты тұрмыстық қалдықтар полигонында сүзілген суларын биоремедиациялау процестерін математикалық жоспарлау және оңтайландыру болып табылады. Тақырып өте өзекті. Осы тақырып бойынша Әлі Ақбота бірнеше міндет қойған: - Шымкент қаласының қатты тұрмыстық қалдықтар полигонының морфологиясы туралы зерттеу; - Шымкент қаласының қатты тұрмыстық қалдықтар полигонында сүзілген сулардың биоремедиация процестерін 5 факторлы есептеу арқылы математикалық модельдеу; - Сүзілген сулардан кадмийді биоремедиациялау арқылы математикалық оңтайландыру және жоспарлау.

Математикалық модельдеу білгілі бір нұсқаулық арқылы жүргізіліп есептелген. Математикалық модельдеу арқылы ҚТҚ полигонында сүзілген сулардың биоремедиациясын есептеу арқылы құрамындағы кадмийдің биоремедиациялық көрсеткіштерінде  $X_1$  ( $\text{HCO}_3^-$ ) 71,52 %,  $X_2$  ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) 70,80 %,  $X_3$  ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) 68,58 % және  $X_4$  (ЖМС (өсіру деңгейі)) 72,04 % тәуелділіктері есептелген. Ғылыми жарияланымдарға сәйкес кадмийден филтратты тазарту пайызы 32-93 % аралығында болатындығы математикалық жоспарлауда осы аралықта оңтайлы екендігі зерттелген.

Практикалық маңызы бар жұмыс. Мақсатын мен міндеті орындалып тұр. Алайда жұмысты рәсімдеу барысында норма сақталмаған, пайдаланған әдебиеттер нормаға сәйкес жазылмаған, зерттеу нысаны, зерттеу әдісі, зерттеу нәтижесін бір-бірімен байланыстара отырып, белгілі бір жүйемен жазылмағандығы байқалады. Мақсат пен міндет орындалған бірақ, қорытындыны тұжырымдау барысында өз үлесін, нәтижесін нақтылап жазбаған. Жалпы жұмыстың көлемі бакалавр дәрежесін алу үшін орындалатын жұмыстың көлеміне сай келгендіктен келтірілген қателік пен ұсыныс жұмыстың құндылығын төмендетпейді.

### ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Бұл дипломдық жұмысты рәсімдеу барысындағы жұмысқа берілген ұсыныс пен ескертуді ескерген жағдайда және Әлі Ақбота жұмысты жақсы қорғау нәтижесінде «5B070100 – Биотехнология» мамандығы бойынша бакалавр атағын алуға лайықты деп санап, жұмысты оң деп бағалаймын.

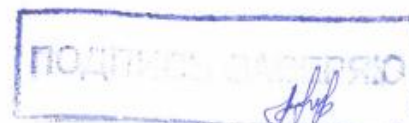
Сын-пікір беруші:

Әлі-Фараби атындағы ҚазҰУ, аналитикалық,  
көпбөлімді химия және сирек элементтер  
технологиясы кафедрасының аға оқытушысы,  
Х.Т.КЕХХИДИЮИЯ Керимкулова М.Ж

(қолы)

\_\_\_\_\_ 2022 ж.

Ф ҚазҰТЗУ 704-24- Рецензия





## Метаданные

Название

2022-БАК-Өлі Ақбота.docx

Автор

Өлі Ақбота

Научный руководитель

Хадичахан Рафикова

Подразделение

ИГИНГД

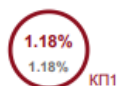
## Список возможных попыток манипуляций с текстом

В этом разделе вы найдете информацию, касающуюся текстовых искажениях. Эти искажения в тексте могут говорить о ВОЗМОЖНЫХ манипуляциях в тексте. Искажения в тексте могут носить преднамеренный характер, но чаще всего характер технических ошибок при конвертации документа и его сохранении, поэтому мы рекомендуем вам подходить к анализу этого модуля со всей долей ответственности. В случае возникновения вопросов, просим обращаться в нашу службу поддержки.

Замена букв		2
Интервалы		0
Микропробелы		288
Белые знаки		0
Парафразы (SmartMarks)		9

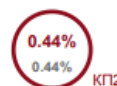
## Объем найденных подоби

Обратите внимание! Высокие значения коэффициентов не означают плагиат. Отчет должен быть проанализирован экспертом.



25

Длина фразы для коэффициента подобия 2



7221

Количество слов



60126

Количество символов

## Подобия по списку источников

Просмотрите список и проанализируйте, в особенности, те фрагменты, которые превышают КП №2 (выделенные жирным шрифтом). Используйте ссылку «Обозначить фрагмент» и обратите внимание на то, являются ли выделенные фрагменты повторяющимися короткими фразами, разбросанными в документе (совпадающие сходства), многочисленными короткими фразами расположенные рядом друг с другом (парафразирование) или обширными фрагментами без указания источника ("хриптоцитаты").

### 10 самых длинных фраз

Цвет текста

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ И АДРЕС ИСТОЧНИКА URL (НАЗВАНИЕ БАЗЫ)	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
1	<a href="https://emirsaba.org/azastan-respublikasini-auil-sharuashilifi-ministrdigi.html">https://emirsaba.org/azastan-respublikasini-auil-sharuashilifi-ministrdigi.html</a>	32	0.44 %
2	Түркістан қаласының қатты тұрмыстық қалдық полигонының жобасын дайындау 5/5/2022 International Kazakh-Turkish University named after Khoja Ahmed Yasawi (Жаратылыстану факультеті)	23	0.32 %



3	<a href="http://old.kazatu.edu.kz/kk/gilim-jane-innovacyyalar/gilimi-jobalar-jane-bagdarlamalar/kazakstan-respublikasi-belem-jane-gilim-ministrlegenen-2021-2023-jildarga-arnalghan-grantik-karjilandinu-ayasindagi-jobalar-turali-akparat-eske-asiru-ap09562068-organikalik-zattardi-sintezdegenen-keyen-alingan-biomassanin-energetikalik-aleueten-oni-ekenshe-rette-jane-tolik-paydalanu-maksatinda-zert/">http://old.kazatu.edu.kz/kk/gilim-jane-innovacyyalar/gilimi-jobalar-jane-bagdarlamalar/kazakstan-respublikasi-belem-jane-gilim-ministrlegenen-2021-2023-jildarga-arnalghan-grantik-karjilandinu-ayasindagi-jobalar-turali-akparat-eske-asiru-ap09562068-organikalik-zattardi-sintezdegenen-keyen-alingan-biomassanin-energetikalik-aleueten-oni-ekenshe-rette-jane-tolik-paydalanu-maksatinda-zert/</a>	16	0.22 %
4	<a href="http://old.kazatu.edu.kz/kk/gilim-jane-innovacyyalar/gilimi-jobalar-jane-bagdarlamalar/kazakstan-respublikasi-belem-jane-gilim-ministrlegenen-2021-2023-jildarga-arnalghan-grantik-karjilandinu-ayasindagi-jobalar-turali-akparat-eske-asiru-ap09562068-organikalik-zattardi-sintezdegenen-keyen-alingan-biomassanin-energetikalik-aleueten-oni-ekenshe-rette-jane-tolik-paydalanu-maksatinda-zert/">http://old.kazatu.edu.kz/kk/gilim-jane-innovacyyalar/gilimi-jobalar-jane-bagdarlamalar/kazakstan-respublikasi-belem-jane-gilim-ministrlegenen-2021-2023-jildarga-arnalghan-grantik-karjilandinu-ayasindagi-jobalar-turali-akparat-eske-asiru-ap09562068-organikalik-zattardi-sintezdegenen-keyen-alingan-biomassanin-energetikalik-aleueten-oni-ekenshe-rette-jane-tolik-paydalanu-maksatinda-zert/</a>	8	0.11 %
5	<a href="http://old.kazatu.edu.kz/kk/gilim-jane-innovacyyalar/gilimi-jobalar-jane-bagdarlamalar/kazakstan-respublikasi-belem-jane-gilim-ministrlegenen-2021-2023-jildarga-arnalghan-grantik-karjilandinu-ayasindagi-jobalar-turali-akparat-eske-asiru-ap09562068-organikalik-zattardi-sintezdegenen-keyen-alingan-biomassanin-energetikalik-aleueten-oni-ekenshe-rette-jane-tolik-paydalanu-maksatinda-zert/">http://old.kazatu.edu.kz/kk/gilim-jane-innovacyyalar/gilimi-jobalar-jane-bagdarlamalar/kazakstan-respublikasi-belem-jane-gilim-ministrlegenen-2021-2023-jildarga-arnalghan-grantik-karjilandinu-ayasindagi-jobalar-turali-akparat-eske-asiru-ap09562068-organikalik-zattardi-sintezdegenen-keyen-alingan-biomassanin-energetikalik-aleueten-oni-ekenshe-rette-jane-tolik-paydalanu-maksatinda-zert/</a>	6	0.08 %

из базы данных RefBooks (0.00 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	----------	---

из домашней базы данных (0.00 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	----------	---

из программы обмена базами данных (0.32 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
1	Түркістан қаласының қатты тұрмыстық қалдық полигонының жобасын дайындау 5/5/2022 International Kazakh-Turkish University named after Khoja Ahmed Yasawi (Жаратылыстану факультеті)	23 (1) 0.32 %

из интернета (0.86 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	ИСТОЧНИК URL	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
1	<a href="https://emirsaba.org/azastan-respublikasini-auil-sharuashilifi-ministrliigi.html">https://emirsaba.org/azastan-respublikasini-auil-sharuashilifi-ministrliigi.html</a>	32 (1) 0.44 %
2	<a href="http://old.kazatu.edu.kz/kk/gilim-jane-innovacyyalar/gilimi-jobalar-jane-bagdarlamalar/kazakstan-respublikasi-belem-jane-gilim-ministrlegenen-2021-2023-jildarga-arnalghan-grantik-karjilandinu-ayasindagi-jobalar-turali-akparat-eske-asiru-ap09562068-organikalik-zattardi-sintezdegenen-keyen-alingan-biomassanin-energetikalik-aleueten-oni-ekenshe-rette-jane-tolik-paydalanu-maksatinda-zert/">http://old.kazatu.edu.kz/kk/gilim-jane-innovacyyalar/gilimi-jobalar-jane-bagdarlamalar/kazakstan-respublikasi-belem-jane-gilim-ministrlegenen-2021-2023-jildarga-arnalghan-grantik-karjilandinu-ayasindagi-jobalar-turali-akparat-eske-asiru-ap09562068-organikalik-zattardi-sintezdegenen-keyen-alingan-biomassanin-energetikalik-aleueten-oni-ekenshe-rette-jane-tolik-paydalanu-maksatinda-zert/</a>	30 (3) 0.42 %

Список принятых фрагментов (нет принятых фрагментов)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	СОДЕРЖАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	------------	---