

**Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»**

**Навчально-науковий інститут природокористування
Кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища**

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

кваліфікаційної роботи ступеню магістра

студента Дубовик Олени Юріївни

(ПІБ)

академічної групи 101м–19з–1

(шифр)

спеціальності – 101 «Екологія»

(код і назва спеціальності)

за освітньо–професійною програмою – Екологія

(офіційна назва)

**на тему: Обґрунтування напрямів екологобезпечного використання осадів
очищення стічних вод**

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка	Підпис
кваліфікаційної роботи	Миронова І.Г.		
розділів:			
Теоретичний	Миронова І.Г.		
Дослідницький	Миронова І.Г.		
Технологічний	Миронова І.Г.		
Охорона праці	Столбченко О.В.		
Економічний	Павличенко А.В.		
Рецензент			
Нормоконтролер	Ґрунтова В.Ю.		

Дніпро
2020

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри екології та
технологій захисту

навколишнього середовища

_____ Павличенко А.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

«__» _____ 2020 року

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу ступеня магістра

студенту Дубовик О.Ю.

(прізвище та ініціали)

академічної групи 101м–19з–1

(шифр)

спеціальності – 101 «Екологія»

(код і назва спеціальності)

за освітньо–професійною програмою – Екологія

(офіційна назва)

на тему: **Обґрунтування напрямів екологобезпечного використання осадів очищення стічних вод**, затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від _____ № _____.

Розділ	Зміст	Термін виконання
Теоретичний	Проведення літературного обзору проблеми утворення, накопичення, утилізації, детоксикації та використання надлишкового мулу в народному господарстві	01.09.2020 01.11.2020
Дослідницький	Оцінка загальної токсичності надлишкового мулу Південної станції аерації м. Дніпро за допомогою методів біоіндикації	05.10.2020 29.11.2020
Технологічний	Розробка заходів щодо зменшення токсичних властивостей надлишкового мулу для можливого його застосування в народному господарстві	05.10.2020 29.11.2020
Охорона праці	Вивчення заходів щодо безпечного виконання робіт у лабораторіях станції аерації й на майданчиках накопичення мулу, а також у лабораторії біоіндикації кафедри екології	09.11.2020 13.12.2020
Економічний	Розрахунок економічного ефекту від впровадження запропонованого технічного рішення	09.11.2020 13.12.2020

Завдання видано _____

(підпис керівника)

І.Г. Миронова

(прізвище, ініціали)

Дата видачі _____

Дата подання до екзаменаційної комісії _____

Прийнято до виконання _____

(підпис студента)

О.Ю. Дубовик

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 82 с., 3 рис., 9 таблиць, 67 літературних джерел, 5 додатків.

У вступі підкреслюється актуальність питання накопичення осаду стічних вод як небезпечних відходів в умовах урбанізованих територій.

У першому розділі проведено огляд літературних даних проблеми утворення, накопичення, утилізації, детоксикації та можливість використання надлишкового мулу в народному господарстві.

У другому розділі наведено об'єкти та методи досліджень. Розглянуто технологію очистки стічних вод на Південній станції аерації. Описано методику відбору зразків осаду біологічних очисних споруд; подано методику зниження токсичності надлишкового мулу за допомогою «Ростового тесту» та статистичної обробки отриманих результатів.

У третьому (технологічному) розділі наведено результати біоіндикаційних досліджень токсичності надлишкового мулу та детоксикації аналізованого субстрату завдяки гуміновим сполукам.

У розділі «Охорона праці» проаналізовані заходи безпеки при відборі проб надлишкового мулу, при роботі в лабораторіях, а також на ПЕОМ.

В економічній частині розраховано економічний ефект від зменшення плати за розміщення мулу за рахунок переводу його як відходу 2-го класу небезпеки в 4-й клас на основі застосування гумінових сполук.

У висновках підведені результати виконання дипломної роботи.

ПІВДЕННА СТАНЦІЯ АЕРАЦІЇ, НАДЛИШКОВИЙ МУЛ, РОСТОВИЙ ТЕСТ, ДЕТОКСИКАЦІЯ, ГУМІНОВІ РЕЧОВИНИ

ЗМІСТ

	ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1	ОСАД СТІЧНИХ ВОД ТА ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ В НАРОДНОМУ ГОСПОДАРСТВІ	9
1.1	Проблема накопичення надлишкового мулу	10
1.2	Загальна характеристика технології отримання надлишкового мулу	13
1.3	Утилізація надлишкового мулу та можливість його використання в народному господарстві	17
1.4	Доцільність використання методів біоіндикації об'єктів навколишнього середовища	20
1.4.1	«Ростовий тест» та його переваги	22
1.5	Використанням природних сорбентів з метою охорони навколишнього середовища та для зниження токсичності надлишкового мулу	23
1.6	Природне походження гумінових речовин і її біосферні функції	25
1.6.1	Джерела гумінових речовин	27
1.6.2	Використання гумінових речовин	29
1.7	Висновок	30
РОЗДІЛ 2	МЕТОДИ ТА ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ.	32
2.1	Об'єкт дослідження	32
2.2	Технологія очистки стічних вод на Південній станції аерації	34
2.3	Методика відбору зразків осаду біологічних очисних споруд	39
2.3.1	Відбір зразків осаду і надлишкового мулу зі шламових та мулових майданчиків	39
2.3.2	Відбір зразків рідких осадів стічних вод.	40
2.4	Оцінка токсичності надлишкового мулу за допомогою «Ростового тесту»	41

2.5	Методика визначення критерію достовірності різниці Стьюдента	43
2.6	Висновок	44
РОЗДІЛ 3	ЗАСТОСУВАННЯ ПРИРОДНИХ ФІЗІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН ГУМІНОВОГО ПОХОДЖЕННЯ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ НАДЛИШКОВОГО МУЛУ ПІВДЕННОЇ СТАНЦІЇ АЕРАЦІЇ	45
3.1	Результати дослідження токсичних властивостей надлишкового мулу пса за допомогою «Ростового тесту»	45
3.2	Побудова моделі залежності довжини кореневої системи <i>Allium cepa L.</i> від концентрації сорбенту	48
3.3	Висновок	49
РОЗДІЛ 4	ОХОРОНА ПРАЦІ	50
4.1	Техніка безпеки при відборі проб з мулового майданчику	50
4.2	Гігієнічні вимоги до параметрів виробничого середовища лабораторних приміщень	50
4.3	Гігієнічні вимоги до параметрів виробничого середовища приміщень з ПЕОМ	54
4.4	Заходи щодо поліпшення умов праці і підвищення продуктивності працівників	56
4.4.1	Режим праці та відпочинку	57
4.4.2	Медичні профілактичні заходи щодо збереження здоров'я підвищення працездатності працівників	58
4.5	Висновок	59
РОЗДІЛ 5	ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ	61
5.1	Методика розрахунку збору плати за розміщення відходів	61
5.2	Розрахунок збору плати за розміщення надлишкового мулу на ПСА	62

5.3	Визначення кількості гумату натрію для детоксикації надлишкового мулу	63
5.4	Розрахунок розміру плати за розміщення надлишкового мулу після його детоксикації	64
5.5	Розрахунок економічного ефекту від застосування гумату натрію, в якості детоксиканта надлишкового мулу	65
5.6	Висновок	65
	ВИСНОВКИ	66
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	68
	ДОДАТКИ	76
	Додаток А. Технологічна схема очистки стічних вод на ПСА	76
	Додаток Б. Акт відбору проби надлишкового мулу	77
	Додаток В. Копія публікації	79
	Додаток Г. Відгук керівника кваліфікаційної роботи	82
	Додаток Д. Рецензія	83
	Додаток Е. Довідка плагіату	84

ВСТУП

Актуальність теми. Біологічне очищення стічних вод з використанням активного мулу шляхом обробки стоків в анаеробних і аеробних умовах призводить до утворення надлишкового мулу, який за своїми поживними властивостями може бути використаний у якості добрив в сільському господарстві. Але єдиної раціональної та екологічно безпечної технології утилізації надлишкового мулу не існує, адже осад з різних очисних споруд має неоднакові фізичні, фізико-хімічні і біологічні властивості, а також абсолютно різний якісний і кількісний склад. Крім того, широке використання біологічного мулу може бути обмеженим за рахунок наднормативного вмісту важких металів.

Тому обробка, утилізація та розміщення осаду стічних вод, а також питання можливої детоксикації біологічного мулу на підставі природних фізіологічно активних речовин є дуже важливим і актуальним питанням.

Мета роботи та завдання кваліфікаційної роботи. Метою роботи є оцінка токсичних властивостей надлишкового мулу Південної станції аерації м. Дніпро, а також знаходження шляхів зниження його токсичності з метою застосування в народному господарстві.

Для досягнення мети були поставлені наступні задачі:

1. Дослідити стан проблеми утворення, накопичення, утилізації, детоксикації та використання надлишкового мулу в народному господарстві за даними наукової літератури.
2. Ознайомитись з технологічною схемою очистки стічних вод на Південній станції аерації м. Дніпро.
3. Вивчити процеси застосування біологічного мулу для очистки стічних вод й накопичення надлишкового мулу.
4. Оцінити загальну токсичність надлишкового мулу за допомогою «Ростового тесту».

5. Обґрунтувати заходи щодо зменшення токсичних властивостей надлишкового мулу для можливого його застосування в народному господарстві.

6. Дослідити дію гумінових сполук в якості детоксиканта надлишкового мулу.

7. Оцінити економічний ефект від зменшення плати за розміщення мулу за рахунок переводу його як відходу 2-го класу небезпеки в відхід 4-го класу на основі застосування гумінових сполук.

Об'єкт дослідження. Надлишковий мул з мулового майданчику Південної станції аерації м. Дніпро, як токсичний компонент.

Предмет дослідження. Аналіз токсичності надлишкового мулу, на основі зміни тест-ознак біоіндикаторів.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених задач, були використані результати досліджень, які включали оцінку токсичності надлишкового мулу за допомогою «Ростового тесту». Обробка даних здійснювалася за допомогою програми Microsoft Excel.

Апробація результатів магістерської роботи. Апробація роботи проходила на секції 10 VIII Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Молодь: наука та інновації». За результатами доповіді надруковано тези: Дубовик О.Ю., Миронова І.Г. Обґрунтування напрямів екологобезпечного використання осадів очищення стічних вод // Молодь: наука та інновації: Матеріали VIII Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених (Дніпро, 27 листопада 2020 року). – Д.: НТУ «Дніпровська політехніка», 2020. Т.10. – С. (Додаток В).

РОЗДІЛ 1 ОСАД СТИЧНИХ ВОД ТА ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ В НАРОДНОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Міста є потужним джерелом забруднення навколишнього природного середовища. Екологічні проблеми міст, головним чином найбільш великих з них, пов'язані з надмірною концентрацією на порівняно невеликих територіях населення, транспорту й промислових підприємств, з утворенням антропогенних ландшафтів, дуже далеких від стану екологічної рівноваги.

Зі зростанням чисельності населення зростають масштаби виробничої діяльності. Упродовж останніх десятиліть катастрофічно зростають масштаби утворення та накопичення різноманітних відходів, що призводить до відчуження нових територій, забруднення довкілля, створення екологічної та соціальної напруженості на прилеглих територіях. Водночас утилізація придатних до повторного використання відходів у глобальних масштабах здійснюється лише на 30 – 50% [1]. Тому проблема оптимізації взаємодії людини і природи є актуальною і вирішення її має велике значення у поліпшенні якості навколишнього середовища.

Одним з видів таких стрімко зростаючих за кількістю відходів є осади стічних вод, що утворюються на очисних станціях населених пунктів. Зокрема, упродовж року від одного умовного мешканця на міські очисні споруди надходить 25 – 30 кг органічних і мінеральних речовин, які в результаті очищення стічних вод виділяються у вигляді суспензій об'ємом від 600 до 800 л/рік [2]. Як наслідок, тільки на території України кількість накопиченого осаду перевищує 5 млрд. т, до яких щороку додається ще 3 млн. т нових осадів [3].

Стічні води містять величезну кількість хвороботворних бактерій і мікроорганізмів, хімічні домішки і важкі метали, фекалії та ін. Склад і властивості осаду, що утворюється при їх очищенні залежать як від вихідних показників якості стоків, так і використовуваних технологій переробки цих осадів. Для вирішення питання про подальше використання осаду стічних вод (ОСВ) важливе значення має їх класифікація. Осади стічних вод – це домішки у

твердій фазі, виділені в результаті очищення, в залежності, від способу очищення і фазово-дисперсного стану домішок їх поділяють на первинні і вторинні. До первинних осадів відносяться грубо-дисперсні домішки з розмірами часток більше 10^{-5} см, виділені методами фільтрації, осадженням у відцентровому полі. До вторинного осаду відносяться домішки, що знаходяться у воді у вигляді колоїдів, молекул, іонів, які можуть бути переведені в тверду фазу і видалені з стічних вод лише в результаті біологічної чи фізико-хімічної очистки. Розмір цих домішок 10^{-5} – 10^{-7} см. Надлишковий мул є основним видом осаду стічних вод. При роботі станції біологічного очищення стічних вод міст утворюється близько 1,5-2 т відпрацьованого мулу на рік у розрахунку на одного жителя [4,5].

1.1 Проблема накопичення надлишкового мулу

Надлишковий мул утворюється в результаті біологічної очистки стічних вод на станціях аерації і складається для підсушування на мулових майданчиках.

Біологічна стадія базується на використанні біологічного активного мулу, який виконує процес очищення стічних вод в аеробних біоокиснювачах (аеротенки, оксітенки й ін.). Активний мул – складне співтовариство мікроорганізмів різних систематичних груп та деяких багатоклітинних тварин. Активний мул біоокиснювачів формується під впливом хімічного складу оброблюваної стічної води, розчиненого в ній кисню, температури, рН і окислювально-відновного потенціалу. За зовнішнім виглядом активний мул представляє собою пластівці світло-сірого, жовтуватого або темно-коричневого кольору, густо заселені мікроорганізмами, укладеними в слизову масу. Середній розмір пластівців 1-4 мм, але в залежності від умов в біоокиснювачі він може змінюватися від часток міліметра до 30-40 мм. Здатність активного мулу утворювати добре осідаючі пластівці – найважливіша його властивість, тому що ефективність очищення стічних вод в аеротенках в значній мірі

залежить від подальшого процесу відділення активного мулу від очищеної води. Здатність активного мулу до осідання характеризується значенням мулового індексу. Утворювати пластівці здатні багато видів бактерій. Завдяки дуже розвиненій поверхні пластівців активного мулу на них сорбуються колоїдні і зважені речовини, в результаті чого пластівці представляють собою складну сукупність мікроорганізмів, продуктів їх життєдіяльності та інертних частинок. Активному мулу притаманна здатність утримувати велику кількість води в зв'язаному стані. З підвищенням концентрації активного мулу в стічній воді частка зв'язаної води в ньому збільшується. Надлишковий мул з вторинних відстійників містить 99,2-99,5% вологи, він відрізняється високою вологістю навіть після ущільнення, оскільки його частки дуже малі за розміром і мають щільну гідратну оболонку, яка і перешкоджає ущільненню [6, 7].

Активний мул особливо багатий азотом і фосфорним ангідридом, такими металами як мідь, молібден, цинк.

З існуючих методів утилізації осадів найбільш надійним і екологічно вигідним є метод ґрунтового видалення. Виявлено, що 10 млн. т опадів стічних вод за вмістом сухої речовини, основних елементів живлення і удобрювальної цінності рівноцінні приблизно 50 млн. т перегною. Використання частини ОСВ на добрива дозволить зберегти значну кількість мінеральних туків, зменшить дефіцит гумусу. Приміром, за останні 2-3 десятиліття вміст гумусу зменшився на 0,5-1,5 т / га в різних зонах [8]. Звідси і виникає гостра необхідність максимального збільшення виробництва всіх видів органічних добрив, у тому числі нетрадиційних. З літературних даних випливає, що в більшості випадків за удобрювальною цінністю ОСВ не поступаються перегною. Вміст удобрювальних компонентів в ОСВ досягає: азоту (NH_4) – до 15%; фосфору (P_2O_5) – 0,75%; калію (K_2O) – 0,5% і кальцію (CaCO_3) – 5,1% [8].

Основні технічні та технологічні проблеми використання біологічного мулу прямо пов'язані з сільським господарством. Правильне застосування ОСВ дозволить підвищити родючість ґрунтів і врожайність сільськогосподарських культур, забезпечить охорону навколишнього середовища. Осади стічних вод

індивідуальні за своїм хімічним складом [6, 7]. На даний момент вони нові і поки маловивчені добрива, що нерідко створює дуже підозріле до них ставлення. Але у стічних водах можливий спонтанний процес утворення нових, невідомих сполук, механізм формування яких існуючими методами встановити надзвичайно важко. Мул деяких очисних споруд має виражену фітотоксичність, яка може бути обумовлена забрудненням цих опадів органічними сполуками, що володіють гербіцидними властивостями. Проте основним чинником, що стримує застосування ОСВ у рослинництві, є наявність в них солей важких металів, вплив яких на ґрунт та рослини мало вивчений [8]. Отже, для оптимального вирішення даного питання є ряд труднощів і багато ще невирішених завдань.

Для правильного використання осаду міських стічних вод як добрив, необхідно в кожному конкретному регіоні організувати всебічне вивчення їх хімічного складу, визначити вплив ОСВ на родючість ґрунтів, урожай і якість сільськогосподарських культур.

Проблеми, що виникають при використанні ОСВ як добрив, викликані тим, що в систему міської (побутової) каналізації крім звичайних господарсько-побутових стічних вод скидаються промислові стоки, що містять важкі метали у досить високих концентраціях. Ефективність же їх видалення на традиційних спорудах механічної та біологічної очистки низька.

Важкі метали в певних випадках можуть виступати в ролі ведучого екологічного чинника, що визначає напрямок і характер розвитку біогеоценозів. Масове забруднення ними зовнішнього середовища може приводити до катастрофічних токсичних отруєнь рослин, тварин і людей, і тому діагностується порівняно легко і швидко. Більш складно оцінити токсичну дію відносно невисоких концентрацій важких металів, що зовні повільно і малопомітно впливають на навколишнє середовище. Між тим, забруднення саме такого роду, діючи тривалий час, здатні викликати зрушення в існуючій біологічній рівновазі. Ґрунти є біологічне середовище, в якому відбувається накопичення важких металів у результаті антропогенної діяльності. Значна

частина важких металів бере участь в ґрунтоутворюючих процесах (поглинається ґрунтовим поглинаючим комплексом, зв'язується з органічною речовиною, перерозподіляється за профілем). Деяка частина поглинається рослинністю. У результаті виникають техногенні геохімічні аномалії важких металів.

Таким чином, вище викладений матеріал свідчить про те, наскільки складна дана проблема. У світі триває інтенсивний пошук шляхів утилізації зростаючої кількості осаду міських стічних вод – надлишкового мулу, а також інших видів відходів міського комунального господарства.

1.2 Загальна характеристика технології отримання надлишкового мулу

Вода, що надходить в міську систему водовідведення, зазвичай представляє собою суміш господарсько-побутових і виробничих стічних вод. За системою водовідведення ці води подаються на загальноміські очисні споруди. Якщо дозволяє продуктивність цих споруд, сюди ж потрапляють частково або повністю дощові і талі води. Повний комплекс загальноміських очисних споруд включає блоки: механічного та біологічного очищення, доочищення, знезаражування, обробки осаду [3, 4, 7].

Механічне очищення забезпечує видалення зі стічних вод великих, зважених і плаваючих домішок. До складу блоку механічного очищення входять решітки, іноді з дробарками, пісковловлювачі, преаератори і первинні відстійники.

Решітки призначені для уловлювання великих включень, які при необхідності подрібнюються в дробарках. На решітках досягається практично повне вилучення з стічних вод великих включень. Витягнуті великі включення вивозяться на полігон побутових відходів [7].

У пісковловлювачах, що представляють собою ємності певних розмірів, завдяки різкому зменшенню швидкості течії рідини, що очищується,

відбувається осадження зважених речовин. У пісковловлювачах видаляється зі стічної води приблизно 40-60% дрібних механічних домішок. З пісковловлювачів осад подається на піскові майданчики. Після висихання він може бути використаний для планувальних робіт [3, 4].

У преаераторі відбувається первинне насичення стічних вод киснем шляхом подачі стисненого повітря, що істотно покращує процес біологічної очистки. У стічних водах, що надходять із систем водовідведення, розчинений кисень практично відсутній. Змішання води, що очищується, з бульбашками повітря сприяє відділенню нафтопродуктів та інших плаваючих домішок, яке відбувається в первинних відстійниках, також називаних нафтовловлювачами. Ступінь видалення плаваючих домішок становить 60-80%. Нафтопродукти, які спливають на поверхні, спеціальними скребками збираються в бочки і направляються на регенерацію чи на спалювання [3, 4, 7].

З первинних відстійників стічні води надходять у блок біологічного очищення, де відбувається деструкція органічних сполук, що піддаються біохімічному окислюванню. Зі споруд біологічної очистки найбільшого поширення набули аеротенки. Вони представляють собою залізобетонні, рідше цегельні чи металеві подовжені ємності, де відбувається контакт стічних вод з активним мулом при одночасному насиченні їх киснем. Активний мул представляє собою спеціально культивоване співтовариство мікроорганізмів, їжею для яких являються органічні речовини, що містяться у стічних водах. Нормальний вміст активного мулу в стічних водах, що очищуються становить 2 г/л (сухої речовини). Для інтенсифікації процесу деструкції органічних сполук в аеротенки постійно нагнітається стиснуте повітря в співвідношенні 10:1 – до обсягу рідини, що очищується [7]. Аеротенки в блоці біологічного очищення розташовуються таким чином, щоб стічна вода, проходячи через них послідовно один за іншим, перебувала в контакті з активним мулом протягом 18-20 годин. Температура води в аеротенках повинна бути не нижче +5 °С і не вище 40 °С. Ступінь деструкції в аеротенках органічних речовин, що піддаються біохімічному окисненню, становить близько 90% [7].

Очищені в аеротенках стічні води надходять у вторинні відстійники, де відбувається осідання активного мулу, який потрапив сюди з аеротенку разом з водою. Мікроорганізми активного мулу при осіданні адсорбують своєю лускатою поверхнею дрібні суспензії, що залишилися в стічних водах після проходження очистки в пісковловлювачах і первинних відстійниках, а також іони важких металів. Ступінь вилучення металів за рахунок адсорбції мікроорганізмами коливається від 10 до 60% [7].

Після вторинних відстійників можна вважати, що міські стічні води пройшли біологічну очистку і можуть бути скинуті в поверхневі водні об'єкти. Перед скиданням в обов'язковому порядку проводиться їх знезараження шляхом обробки хлорною водою. Приготування хлорної води проводиться в хлораторній шляхом розчинення активного хлору у воді. Після хлорування вода повинна пройти дегазацію, тому що попадання активного хлору у водний об'єкт може призвести до загибелі риби. Дегазація скидних вод відбувається в каналах і швидкотоках по шляху проходження від місця хлорування до місця випуску у водний об'єкт. У деяких країнах замість хлорування застосовують озонування. І той, і інший способи знезаражування води мають свої переваги і недоліки. У нашій країні для знезаражування стічних вод застосовують в основному хлорування.

Якщо якість очищення стічних вод не задовольняє умовам їх скидання у водні об'єкти або стічні води після очищення планується використовувати для технічного водопостачання або поповнення міських річок, то в цих випадках організується їх доочищення. При поповненні стоку міських річок очищеними стічними водами, доочищення повинно забезпечити надання їм властивостей і складу, притаманних природним річковим водам. Для доочищення стічних вод використовують фільтри з зернистим завантаженням, установки пінної і напірної флотації, коагуляцію і флокуляції, сорбцію, озонування, установки для витягу з води сполук фосфору й азоту. Для надання очищеним стічним водам якостей природної води, їх доочищення проводиться в каскаді біологічних ставків чи на біоінженерних спорудах типу біоплато [3, 4].

У процесі біологічного очищення стічних вод утворюється велика кількість осаду, що представляє собою відмерлий або надлишковий активний мул, котрий видаляється з аеротенків і вторинних відстійників. Мул має вологість 97-98% і дуже погано віддає воду. З метою зневоднювання його спочатку обробляють у метантенках чи аеробних стабілізаторах, потім піддають механічному зневодненню в гідроциклонах, центрифугах, вакуумних фільтрах або фільтр-пресах, після чого направляють на мулові майданчики для остаточного висушування.

У метантенках, що представляють собою герметичні циліндричні резервуари, протягом декількох годин при температурі 33-53° С відбувається зброджування мулу. При обробці в метантенці мул втрачає свою здатність утримувати воду, його вологість знижується до 92-94%. У процесі зброджування виділяється газ, головним чином метан, з теплотворною властивістю до 5000 ккал/м³. З 1 кг осаду (по сухій речовині) утворюється близько 1 м³ газу щільністю 1 кг/м³. Отримуваний газ використовується зазвичай в котельних спорудах біологічної очистки.

В аеробних стабілізаторах, що представляють собою звичайні аеротенки, активний мул піддається посиленій аерації протягом декількох діб. Витрата повітря при цьому становить до 2 м³/год на 1 м³ вмісткості стабілізатору. Вологість мулу знижується на 2-3%, він значною мірою втрачає свою здатність втримувати воду [7].

При механічному зневодненні вологість осаду може бути знижено – на до 65-70%, а обсяг його, у порівнянні із сирим осадом (вологістю 98%), зменшений у 15-20 разів.

Остаточне висушування осаду відбувається на мулових майданчиках. Майданчики представляють собою вирівняні ділянки (карти) площею 0,25 - 2 га, обваловані невисокими (0,7-1 м) дамбами. Тут у природних умовах протягом декількох місяців (до року) відбувається висушування і компостування (перегнівання) мулового осаду [3, 4, 7].

1.3 Утилізація надлишкового мулу та можливість його використання в народному господарстві

У світовій практиці в залежності від кількості та якості осаду, географічного положення та рельєфно-кліматичних умов розроблені і використовуються різні способи утилізації осадів. До недавнього часу основними методами поводження з такими відходами були спалювання, скид на контрольовані звалища, у водах Світового океану, застосування у сільському господарстві та деякі інші [9, 10]. У країнах Західної Європи, США та Канаді і нині за допомогою вказаних методів утилізується понад 55% осадів стічних вод [9, 11]. Натомість в Україні на сьогоднішній день утилізація осадів практично не проводиться, за виключенням процесу накопичення мулу у відвалах чи сховищах [2].

Надлишковий мул характеризується підвищеним вмістом в ньому біогенних елементів, і його утилізація часто пов'язана з його використанням в якості добрива внаслідок підвищеного вмісту в ньому фосфорного ангідриду, азоту, цинку, міді, молібдену.

В якості добрива можна використовувати той осад стічних вод і надлишковий мул, які попередньо були піддані обробці, що гарантує подальше їх не загнивання, а також загибель патогенних мікроорганізмів та яєць гельмінтів.

Найбільш ефективним способом обезводнення відходів, що утворюються при очищенні стічних вод, є термічна сушка. Перспективні технологічні способи обезводнення опадів і надмірного активного мулу, що включають використання барабанних вакуум-фільтрів, центрифуг, з наступною термічною сушкою і одночасної грануляцією дозволяють отримувати продукт у вигляді гранул, що забезпечує отримання не загниваючого і зручного для транспортування, зберігання та внесення в ґрунт органо-мінерального добрива, яке містить азот, фосфор, мікроелементи.

Разом з перевагами отриманого на основі осадів стічних вод і активного мулу добрива слід враховувати і можливі негативні наслідки його застосування, пов'язані з наявністю в них шкідливих для рослин речовин зокрема отрут, хімікатів, солей важких металів і т.п. У цих випадках необхідний строгий контроль вмісту шкідливих речовин в готовому продукті і визначення придатності використання його як добрива для сільськогосподарських культур.

Вивільнення іонів важких металів та інших шкідливих домішок із стічних вод гарантує, наприклад, отримання нешкідливої біомаси надмірного активного мулу, яку можна використовувати в якості кормової добавки або добрива. В даний час відомо досить багато ефективних і досить простих у апаратурному оформленні способів вилучення цих домішок із стічних вод чи із самого мулу.

Так, обробка осаду стічних вод розчином сірчаної кислоти концентрацією 0,52-0,86 моль/дм³ та розчином азотної кислоти концентрацією 1,00-1,25 моль/дм³ призводить до вилуговування важких металів [12].

Але недоліком даних методів є повторне забруднення субстрату за рахунок використання агресивних хімічних сполук та неповне вилуговування важких металів з мулу.

Відомий спосіб одержання органо-мінерального добрива, з використанням зброджених осадів стічних вод, що включає змішування активного мулу з торфом, де для знезараження від патогенної мікрофлори і гельмінтів, зменшення вмісту важких металів зброжені осади піддають компостуванню з органічними наповнювачами і хімічними меліорантами протягом 1,5-2 місяців при температурі 55-600 °С [13].

Існує спосіб отримання органо-мінерального добрива з осаду стічних вод, який включає обробку осаду стічних вод кислим промивним розчином соляної кислоти, регенерацію цього розчину, нейтралізацію осаду, який перед обробкою кислим розчином обробляють лужним екстрагентом [14]. Недоліком даного способу є те, що при кислій промивці осаду стічних вод разом з розчином втрачається до 50 % гумінових кислот, що вміщує осад. Також при

обробці сірчаною кислотою з осаду стічних вод майже не видаляється свинець, так як утворюється нерозчинний сульфат свинцю.

Відомий спосіб утилізації осаду стічних вод з отриманням органо-мінерального добрива, в якому осад стічних вод обробляють послідовно за допомогою FeSO_4 , HNO_3 і NH_3 в пропорції 1:2:9. Недолік способу – низька якість добрива за рахунок вмісту великої кількості важких металів.

Отримання органо-мінерального добрива можливо шляхом змішування осаду стічних вод з в співвідношенні 1:1-1:8 та зневодненні шляхом відстоювання [15]. Недоліком цього способу є те, що відбувається не видалення важких металів і суміші, а лише їх розподілення в великій масі, що не забезпечує необхідну якість добрива.

Вітчизняний і зарубіжний досвід використання осаду споруд біологічної очистки стічних вод свідчить про перспективність способу його утилізації в якості добрива при відсутності токсичних домішок, зокрема, сполук важких металів. У Німеччині, наприклад, з 50 млн. т осаду, який щорічно утворюється, в якості добрива використовується приблизно 30%, депонується до 60% і спалюється не більше 10%. У Нідерландах, при щорічній кількості мулу 5,5 млн. т. – до 70 % використовується як добриво. Певний досвід такої утилізації є у Швейцарії, Індії та інших країнах [16]. В якості оптимальної дози, наприклад, під ячмінь запропоновано використати 60 кг на 1 га, що відповідає 3 т на га мулових осадів з вологістю 35% або 6,5 т на га мулу при вологості 80%.

У зв'язку з широким використанням осаду стічних вод і надлишкового активного мулу в якості добрива виникає необхідність в інтенсивних дослідженнях можливого впливу присутніх у них токсичних речовин (зокрема важких металів) на ріст і накопичення їх у рослинах і ґрунті.

1.4 Доцільність використання методів біоіндикації об'єктів навколишнього середовища

В даний час нормування антропогенного забруднення навколишнього середовища здійснюється на санітарно-гігієнічних засадах, тобто на необхідності захисту в першу чергу людини. Значення гранично допустимих концентрацій різних речовин у воді, повітрі та ґрунті, за якими в основному і ведеться нормування надходження промислових відходів в навколишнє середовище, встановлюються саме виходячи зі ступеня небезпеки для людини. Безумовно, це справедливо, але цього недостатньо з кількох причин. По-перше, у деяких випадках дотримання гігієнічних нормативів вмісту забруднюючих речовин у навколишньому середовищі не забезпечує безпеки людини, так як рослини і тварини, що населяють забруднену територію, концентрують у собі забруднення, і по трофічних ланцюгах в організм людини вони можуть потрапити в кількостях, що в десятки разів перевищують ГДК. По-друге, немає підстав однозначно стверджувати, що санітарно-гігієнічні нормативи, встановлені для людини, забезпечують безпеку інших біотичних компонентів та екосистеми в цілому. Наприклад, в умовах тривалого впливу пестицидів при їх концентраціях у ґрунті, що не перевищують ГДК для людини, відбувається пошкодження таких чутливих до забруднення об'єктів, як ґрунтові мікроорганізми. Отже, нормативи вмісту різних забруднюючих речовин в об'єктах навколишнього середовища не забезпечують рівний ступінь захисту об'єктів живої природи від всіх типів цих речовин, тобто некоректно всі біотичні компоненти екосистем нормувати щодо людини.

Один з можливих шляхів вирішення цієї проблеми – застосування методів біоіндикації антропогенних впливів на екосистеми та їх компоненти. Біоіндикація – це виявлення і визначення біологічно значущих антропогенних навантажень на основі реакцій на них живих організмів [17, 18-21].

Біоіндикацію використовують з метою виявлення природного потенціалу екотопів і допустимих навантажень екзогенних речовин; контролю стану

популяцій для ранньої діагностики і попередження наслідків забруднення; створення комплексної системи екологічного моніторингу з виявленням негативних змін стану природного середовища і т.д. Біоіндикаторами виступають організми, наявність та стан яких залежить від умов навколишнього середовища. Оскільки живі об'єкти – це відкриті системи, через які йде потік енергії, інформації і речовини, всі вони, включаючи людину, в різній мірі придатні для вирішення завдань біоіндикації.

Переваги біоіндикаторів [19, 20]:

1) за умов хронічних антропогенних навантажень ці індикатори можуть реагувати навіть на відносно слабкі впливи внаслідок ефекту кумуляції дози, ці реакції проявляються при накопиченні деяких критичних значень сумарних дозових навантажень;

2) вони підсумовують дію всіх без винятку біологічно важливих антропогенних чинників у навколишньому середовищі і відображають стан навколишнього середовища в цілому, включаючи її забруднення і інші зміни;

3) зменшується необхідність реєстрації фізичних та хімічних параметрів, що характеризують стан навколишнього середовища;

4) вказуються шляхи та місця накопичення в екологічних системах різного роду забруднень, шляхи потрапляння цих агентів в організм людини;

5) про ступінь шкідливості для живої природи будь-яких синтезованих людиною речовин можна судити тільки по реакції біоіндикаторів.

До теперішнього часу розроблено досить велику кількість методів біоіндикації, які можна застосовувати для аналізу токсичності та мутагенності такого основного осаду стічних вод, як надлишковий мул.

Якість ґрунтів (у даному випадку мулів) визначають за реакцією бактерій, найпростіших, комах, грибів, рослин та інших мешканців педосфери. Численні літературні джерела рекомендують оцінювати вплив забруднених ґрунтів на рослинах в експериментах по визначення проростання і розвитку цих рослин [7, 8-10, 22]. Сутність так званих ростових тестів полягає в обліку змін показників

росту проростків індикаторної культури, вирощених на досліджуваних зразках ґрунту, водних витяжках ґрунтів, донних відкладеннях і т.п.

Для оцінки токсичних, мутагенних, канцерогенних та інших властивостей забруднювачів навколишнього середовища (важких металів, поверхнево-активних речовин, пестицидів та ін.) також широко використовуються тести на бактеріях, водоростях, рослинах, ссавцях [22-29].

1.4.1 «Ростовий тест» та його переваги

Сутність ростового тесту полягає у підрахуванні пророслих насінин, інтенсивності проростання насіння і змін показників росту проростків індикаторної культури, вирощених на досліджуваних зразках ґрунту, води, водних витяжок ґрунтів, мулу і т.д. Даний тест відрізняється відносною простотою проведення і не вимагає великої кількості часу. Подібне прискорене тестування незамінне на початковому етапі дослідження, коли велика кількість варіантів (рослин) «відсіюється» з метою відбору серед них найбільш перспективних для подальших, більш поглиблених досліджень. Враховуючи, що відповідні реакції рослин у даному тесті фіксуються на самих ранніх стадіях їх онтогенезу, що характеризуються підвищеною чутливістю до негативних впливів [30], ростові тести є надійним інструментом для оцінки токсичних ефектів не тільки сильних, а й слабких, потенційно небезпечних токсикантів.

Біоіндикатором в даному тесті може бути практично будь-який вид рослин, проте зазвичай перевагу віддають тест-культурам, що швидко проростають, і є характерними для даного регіону [22].

Одним з найбільш важливих переваг «Ростового тесту», є те, що рослинні системи можна використовувати як для оцінки впливу одного фактора, так і для оцінки сумарного впливу кількох чинників різного походження. Також рослинні системи відносно прості у використанні та недорогі.

Існує велика кількість варіантів проведення ростового тесту залежно від об'єкта дослідження (ґрунт, водна витяжка ґрунтів, донні відкладення, вода,

надлишковий мул), об'єднаних загальним принципом: насіння індикаторної культури пророщують у досліджуваному та контрольному (незабрудненому) середовищі, фіксуючи через певний час їх всхожість, енергію проростання, висоту проростків, довжину кореневої системи, масу надземної і підземної частини і т.д. Критерієм токсичності є статистично достовірне пригнічення показників росту рослин в середовищі, в порівнянні з відповідними показниками в контролі [31].

1.5 Використанням природних сорбентів з метою охорони навколишнього середовища та для зниження токсичності надлишкового мулу

Одним з проявів інтенсивного антропогенного впливу на навколишнє середовище є виникнення в біосфері значної кількості токсичних хімічних елементів, а також нових синтезованих сполук. У зв'язку з цим великого значення набуває пошук матеріалів, здатних надійно закріплювати забруднюючі речовини в об'єктах навколишнього середовища і перешкоджати їх подальшій міграції. Для вирішення цих завдань в природоохоронній практиці все частіше застосовуються природні сорбенти як найбільш доступні, дешеві, нешкідливі та високоефективні матеріали. Так, наприклад, з метою охорони навколишнього середовища широко використовується унікальна іонообмінна селективність природних цеолітів. Вона дозволяє застосовувати їх для поховання радіоактивних відходів. Цеоліти застосовуються при очищенні стічних вод атомних електростанцій. Вони виявилися ефективними при ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС, де були застосовані для дезактивації дренажних і поверхневих вод, ґрунтів, молочних продуктів [32].

Інший найважливіший напрям використання природних цеолітів – очищення стічних промислових і сільськогосподарських вод від амонійного азоту, фтор- і сульфат-іонів, важких металів, а також забруднених природних

вод. Цеоліти застосовуються в якості фільтрів для очищення питної води від радіоактивних елементів, іонів важких металів, зважених часток [32].

Природні цеоліти використовуються у захисті не тільки водного, а й повітряного середовища. Розроблено споруди і установки для витягання і уловлювання за допомогою цеолітів діоксиду сірки, оксидів азоту та інших шкідливих газів, що містяться у викидах промислових підприємств, вихлопних газах автотранспорту і т.д.

Вельми різностороннє застосування знайшло активоване вугілля. Крім застосування його для знебарвлення пофарбованих рідин (розчинів цукру, олій, гліцерину, спиртів, вин), для очищення вуглеводнів, парафінів, в медичних цілях, в якості каталізаторів і т.д., він також застосовується з метою захисту навколишнього середовища. Так, за допомогою активованого вугілля очищають газові викиди від сірководню, аміаку, амінів, бензолу, етилену та інших вуглеводнів, фтористих сполук. Активоване вугілля широко використовується для очищення стічних вод, води водойм та питної води від поверхнево-активних речовин, радіоактивних елементів, важких металів, зважених часток [33].

Унікальним природним мінералом, що володіє такими винятковими властивостями, як дисперсність, гідрофільність, пластичність, здатність до сорбції та іонного обміну з навколишнім середовищем, є глина. Глина застосовується в багатьох галузях промисловості – нафтовидобувної, нафтопереробної, хімічної, целюлозно-паперової, харчової, керамічної, вогнетривкої, скляної, в медицині, в сільському господарстві. Однак з точки екологічної безпеки найбільший інтерес представляє використання глин для захисту і поліпшення якості навколишнього природного середовища, а саме для очищення стічних вод від іонів важких металів, іонів амонію, радіонуклідів, для очищення питної води для очищення природних вод, для очищення газопилових викидів, для дезактивації забрудненої радіоактивними речовинами сільськогосподарської продукції, для очищення забруднених важкими металами ґрунтів, для створення буферних зон навколо сховищ токсичних

відходів, для покращення якості ґрунтів, умов живлення рослин і підвищення врожайності сільськогосподарських культур, для виготовлення препаратів по боротьбі з шкідниками виноградних, овочевих і плодових культур [33].

Не менш унікальними є й гумінові речовини, які здійснюють функцію необоротного зв'язування важких металів і радіонуклідів. Розглянемо докладніше їх походження і функції.

1.6 Природне походження гумінових речовин і їх біосферні функції

Як відомо, біосфера містить у собі три основні компоненти: жива речовина; біогенна речовина (органо-мінеральні та органічні продукти, створені живою речовиною) та біокосна речовина (мінеральні речовини, які утворюються в результаті взаємодії живих організмів з неживою природою).

Найважливішим компонентом біосфери є ґрунтовий покрив. Набір органічних речовин, що входять до складу ґрунтів дуже великий. Всі органічні речовини за своїм походженням, характером і функціями чітко діляться на дві великі групи: органічні залишки і гумус. Першу з них складають відмерлі частини живих організмів, що не втратили своєї анатомічної будови. Ці компоненти піддаються в ґрунті первинному процесу гуміфікації, сутність якого полягає у формуванні особливих гумінових речовин. Гумус (перегній) – сукупність всіх органічних сполук, які знаходяться в ґрунті, але не входять до складу живих організмів.

Гумінові речовини – системи органічних молекул високої молекулярної маси, що утворюються, трансформуються і розкладаються на проміжних стадіях процесу мінералізації органічної речовини відмираючих організмів. Гумінові сполуки (ГС) – природні органічні сполуки, що складають від 50 до 90% органічної речовини торфу, вугілля, сапропелів і неживої матерії ґрунтових і водних екосистем.

Широко розповсюджені в природі гумінові речовини мають високу фізіологічну активність. Вони містяться в ґрунтах, торфах, бурому і окисленому кам'яному вугіллі, пелоїдах, сапропелях та ін.

Гумінові речовини утворюються з органічних залишків внаслідок їх біохімічного розкладу. Процес гуміфікації інтегрує в гумінових сполуках біологічний матеріал, його складові структури і фрагменти. Органічна складова ґрунтів, торфів, бурого вугілля, сланців та інших копалин біоорганічного походження містить гумінові речовини. Останні представлені специфічними (гумусові кислоти, гумінові, фульвокислоти) і неспецифічними (лігніни, флавоноїди, білки, вуглеводні, ліпіди, воски, смоли, амінокислоти, нуклеїнові кислоти та ін.) речовинами, а також продуктами трансформації і розкладання названих вище груп сполук і численними низькомолекулярними сполуками (вуглеводні, спирти, кислоти та ін.) [34, 35]. Гумінові речовини мають темний колір завдяки присутності в них азот вмісних високомолекулярних оксикарбонових кислот. До елементного складу гумінових кислот входять вуглець (46-62%), у фульвокислотах його міститься (36-44%), азот (3,6%), в тому числі негідролізний «гуміновий» азот (25-55% від загального азоту), водень (3,6%) і кисень (30-40%) [36, 37]. Серед структурних фрагментів гумінових кислот переважають карбонильні, спиртові, фенольні, метаксильні, амідні, хіноїдні, ефірні, кетонні та інші функціональні групи. Слід зазначити, що різні за походженням гумінові речовини мають дуже схожу хімічну структуру і відрізняються лише кількістю функціональних груп, що входять до її складу [38, 39].

В біогеоценозах гумінові речовини виконують важливі екологічні функції, а саме: акумулятивну (нагромадження елементів живлення і енергетичного матеріалу для біоти), транспортну (перенесення елементів і їхніх поєднань у біогеохімічних циклах), регуляторну (формування найважливіших властивостей ґрунтів і інших природних складових), протекторну (захист організмів від дії екотоксикантів), фізіологічну (стимуляція росту і розвитку організмів) [40].

Протекторна функція – полягає у здатності гумінових речовин зв'язувати в малорухомі або важкодисоційовані сполуки токсичні і радіоактивні елементи, а також сполуки, що негативно впливають на екологічну ситуацію в природі, в тому числі вони можуть інкорпорувати деякі пестициди, вуглеводні, феноли. Захисна функція гумінових речовин настільки велика, що багаті ними ґрунти можуть повністю запобігти надходженню в ґрунтові води іонів свинцю та інших токсичних речовин.

Фізіологічна функція. Багатьма дослідниками було встановлено, що різні гумінові речовини, особливо гумінові кислоти та їх солі, можуть стимулювати проростання насіння, активізувати дихання рослин, підвищувати продуктивність великої рогатої худоби, птиці. Більш того, було показано, що деякі препарати гумінових речовин стримують розвиток злоякісних пухлин, підвищують стійкість організмів до різного роду запальних процесів [41-43].

Напевно, тут перераховані далеко не всі функції, які виконують гумінові речовини в природних середовищах, але наведених прикладів досить, щоб підкреслити не тільки виключно важливу, але й незамінну роль гумінових речовин в біосфері.

1.6.1 Джерела гумінових речовин

Гумінові речовини є майже всюди в природі. Їх вміст у морських водах 0,1-3 мг / л, у річкових – 20 мг/л, а в болотах – до 200 мг/л. У ґрунтах гумінових речовин 1-12%, при цьому найбільше їх в чорноземах. Лідери за змістом цих сполук – органогенні породи, до яких відносяться вугілля, торф, сапропель, горючі сланці. Зазвичай гумати отримують з окисленого бурого вугілля (його ще називають леонардітом), тому що в ньому гумінових речовин до 85%. Ще це вугілля зручне тим, що у нього низька теплотворність, тому його зазвичай згрібають у відвали. Виходить, що основне джерело гумінових речовин – відходи видобутку бурого вугілля, а це повністю відповідає основним принципам «зеленої хімії». Запаси бурого вугілля в світі перевищують 1 трлн т.

Друге джерело гумінових речовин – торф (його світові запаси більше 500 млрд. тонн). Через те що при торф'яних розробках порушуються природні болотні ландшафти, тобто екосистеми, необхідні для підтримання екологічної рівноваги, видобуток торфу в світі визнали недоцільним. Однак торф активно видобувають, причому в деяких економічно відсталих регіонах це єдиний спосіб видобутку засобів існування для населення. В основному, торф йде на паливо і місцеві добрива, тому, якби з нього витягували гумінові речовини, цей унікальний природний ресурс можна було б використати раціональніше. Звичайно, з точки зору «зеленої хімії» торф не ідеальне джерело гумінових речовин, але в короткочасній перспективі є цілком прийнятним.

Нарешті, третє велике джерело гумінових речовин – сапропель (донні відкладення прісноводних водоймищ, які утворюються із залишків рослин і тварин). Однак у сапропелі набагато більше мінеральних домішок, ніж в торфі і вугіллі, і він істотно різноманітніший за хімічним складом, тому потрібні більш складні технології його переробки. З іншого боку, для виробництва сировини на місці і цей варіант може виявитися корисним. Тим більше що в сапропелі нерідко вже містяться різні мікроелементи, які потрібні в якості добрив і кормових добавок. Паралельно при видобутку сапропелі вдається очистити замулені озера.

Основний метод, яким виділяють гумінові речовини, – лужна екстракція розчинами аміаку або гідроксидами калію чи натрію. Така обробка переводить їх у водорозчинні солі – гумату калію або натрію, що володіють високою біологічною активністю. Метод практично безвідходний, тому його широко використовують. Альтернативний спосіб передбачає механічне подрібнення бурого вугілля з твердим лугом, в результаті чого виходить твердий, розчинний у воді гумат калію та натрію.

1.6.2 Використання гумінових речовин

До кінця XX століття, однією з основних проблем якого стало хімічне забруднення навколишнього середовища, гумінові речовини почали виконувати роль природних детоксикантів. Гумусові кислоти зв'язують в міцні комплекси іони металів і органічні екотоксиканти у воді та ґрунті [44-48].

Дана властивість гуматів особливо актуальна в умовах підвищеного техногенного навантаження на ґрунти. Сполуки свинцю, ртуті, миш'яку, нікелю та кадмію, що виділяються при спалюванні кам'яного вугілля, роботі металургійних підприємств і електростанцій потрапляють у ґрунт з атмосфери у вигляді пилу і золи, а також з вихлопними газами автотранспорту. У той же час у багатьох регіонах значно підвищився рівень радіаційного забруднення. При внесенні в ґрунт гумату необоротно зв'язуються важкі метали і радіонукліди. У результаті утворюються нерозчинні малорухомі комплекси, які виводяться з кругообігу речовин у ґрунті. Таким чином, гумати перешкоджають попаданню даних сполук у рослини, а отже, і в сільськогосподарську продукцію. Поряд з цим активація гумату мікрофлори призводить до додаткового збагачення ґрунту гуміновими кислотами. В результаті за рахунок описаного вище механізму ґрунт стає більш стійким до техногенного забруднення [49-51]. За рахунок активації діяльності ґрунтових мікроорганізмів гумати сприяють прискореному розкладанню токсичних органічних сполук, що утворюються при спалюванні палива, а також отрутохімікатів. Багатокомпонентний склад гумінових кислот дозволяє їм ефективно поглинати важкодоступні органічні сполуки, знижуючи їх токсичність для рослин і людини [48].

Найчастіше гумінові речовини застосовуються у рослинництві як стимулятори росту або мікродобрива. На відміну від аналогічних синтетичних регуляторів росту, гумінові препарати не тільки впливають на обмін речовин рослин: при систематичному їх використанні поліпшується структура ґрунту, її буферні та іонообмінні властивості, стають активнішими ґрунтові

мікроорганізми. Особливої уваги заслуговують адаптогенні властивості – гумінові препарати підвищують здатність рослин протистояти хворобам, засусі, перезволоженню, переносити підвищені дози солей азоту в ґрунті [42, 43, 48]. Переваги гумінових препаратів полягають також у тому, що вони підвищують засвоєння поживних речовин, а значить, потрібно менше мінеральних добрив без шкоди для врожаю.

Останнім часом перспективними вважають орґано-мінеральні мікродобрива, що містять гумат калію та/або натрію з добавкою Fe, Cu, Zn, Mn, Mo, Co і B в хелатній формі. Особливо вони хороші на карбонатних ґрунтах, де, незважаючи на високі концентрації мікроелементів, вміст їх у доступній для рослин формі невисокий. Треба сказати, що зазвичай для цих же цілей застосовують мікродобрива на основі синтетичних ліґандів (ЕДТА, ДТПА, ЕДДГА). Вони ефективні, але в їх промисловому виробництві використовують і монохлоруксусну кислоту, і етилендіамін, одержувані з хлорованих вуглеводнів. Звичайно, таке виробництво небезпечно для людини і навколишнього середовища. Крім того, якщо регулярно вносити добрива з синтетичними ліґандами, то вони накопичуються в ґрунті, а це погіршує його властивості. Тому створення та використання добрив на основі гумінових препаратів – більш безпечна альтернатива.

1.7 Висновок

Таким чином, при роботі станції біологічного очищення стічних вод на території великих міст утворюється велика кількість відпрацьованого мулу, який завдяки своїм поживним властивостям може бути використаний у якості добрив в сільському господарстві. Але використання надлишкового мулу обмежується за рахунок вмісту важких металів та інших токсичних речовин. Для вирішення цієї проблеми перспективним є застосування природних фізіологічно активних речовин гумінового походження. Протекторна функція гумінових сполук, а саме здатність цих речовин зв'язувати токсичні елементи в

малорухомі або важко дисоційовані з'єднання, обмежує міграційні особливості токсикантів в навколишньому середовищі і обумовлює високу екологічну роль в біогеоценозах.

РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ТА ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Об'єкт дослідження

Об'єктом дослідження являється надлишковий мул з мулового майданчику Південної станції аерації м. Дніпро, як токсичний компонент. Надлишковий мул утворюється в результаті біологічної очистки стічних вод на станціях аерації і складається для підсушування на мулових майданчиках. На території України кількість накопиченого надлишкового мулу перевищує 5 млрд. т, до яких щороку додається ще 3 млн. т нових осадів [3].

Південна станція аерації є одним з підрозділів МВКП «Дніпроводоканал». Підприємство «Дніпроводоканал» – міське комунальне виробниче підприємство. Підприємство здійснює свою виробничу діяльність з метою якісного, своєчасного забезпечення населення та окремих об'єктів питною водою, а також відводу стічної води.

Юридична адреса підприємства: 49101, м. Дніпро, вул. Троїцька, 21-А.

Дніпровській водопровід заснований 141 рік тому – 22 червня 1869 року. До 1914 року водопровід міста Катеринослава подавав до 13 тис. м³ води на добу, мав на Дніпрі в районі села Нові Кайдаки одну паросилову водокачку і малопродуктивну фільтрувальну станцію з повільними фільтрами англійської системи.

За роки Радянської влади потужність водопроводу збільшилася в 50 разів і складає 678 тис. м³ на добу, водоспоживання на одного жителя міста зросло з 27 літрів до 332 літрів. В даний час система водопостачання міста Дніпро являє собою одну з найбільш великих і складних інженерних систем індустріально розвиненого міста.

У її складі перебуває 9 великих насосних станцій першого, другого, третього і четвертого підйомів з встановленою потужністю 39 тис. кіловат, дві насосно-фільтрувальні станції загальною продуктивністю 350 тис. м³ на добу, 1796 кілометри магістральної розвідної водопровідної мережі і водоводів. В

1972 році в експлуатацію введена перша черга районного Аульського водопроводу продуктивністю 760 тис. м³ води на добу. Крім того, є два комплекси очисних споруд відомчого підпорядкування загальною продуктивністю 350 тис. м³ на добу, які підключені до системи міського водопостачання, і близько 300 км відомчих мереж.

Інтенсивне будівництво систем водовідведення в місті Дніпро почалося лише після закінчення Великої Вітчизняної війни. Однак довгий час побудовані споруди каналізації служили лише для відводу стічних вод і скидання їх у водойму без очищення, що призвело до різкого забруднення басейну річки Дніпро в межах міста.

Перша черга Лівобережної станції аерації продуктивністю 12 тис. м³ на добу була введена в експлуатацію лише в 1963 році. Завдяки наполегливості і завзятості експлуатаційників та будівельників завдяки впливові та допомозі міських партійних і радянських організацій до 1983 року потужність очисних споруд збільшилася в 35 разів, що дозволило припинити скидання неочищених стічних вод у річку Дніпро.

Для реалізації цього завдання в даний час експлуатується 31 насосна станція водовідведення з встановленою потужністю 35 тис. кіловат, три комплекси очисних споруд продуктивністю 535 тис. м³ на добу і 900,6 км каналізаційних колекторів і мереж (ЛСА, ЮСА і ЦСА).

МКВП «Дніпроводоканал» – міське комунальне виробниче підприємство. Юридична адреса підприємства: 49101, м. Дніпро, вул. Троїцька, 21-А.

Головним завданням підприємства являється забезпечення надійного використання основних фондів, що знаходяться на його балансі, за для безперебійного і якісного постачання в місто питної води і відводу стічної води. Підприємство є монополістом з надання послуг водозабезпечення і водовідведення в м. Дніпро.

Підприємство здійснює свою виробничу діяльність з метою якісного, своєчасного забезпечення населення та окремих об'єктів питною водою, а також відводу стічної води.

Сферою діяльності підприємства є не матеріальне виробництво, що включає послуги централізованого водопостачання, обробку і випуск стічних вод в річку. При цьому необхідність відповідності санітарним нормам, правилам і вимогам є обов'язковим для підприємства такого роду, що і складає його головну задачу. Тобто «Дніпроводоканал» надає послуги з постачання і очищення води.

2.2 Технологія очистки стічних вод на Південній станції аерації

Вода, що надходить у міську каналізаційну мережу, зазвичай представляє собою суміш стічних вод від населення і промпідприємств, звідки самопливом або за допомогою насосів, встановлених в насосних станціях водовідведення, направляються на очисні споруди водовідведення – Лівобережну, Південну і Центральну станції аерації, де проходять механічну та біологічну очистку, а потім скидаються у водойми.

Загальна характеристика очисних споруд. Проект комплексу очисних споруд Південної станції аерації був виконаний інститутом «Укрводоканалпроект» м. Києва. Побудовано споруди трестом № 17 СУ-1. Введено в експлуатацію в 1968 р.

Проектна продуктивність – 45 тис. м³/доб. Фактичний скид очищених стічних вод – 60 тис. м³/доб. Споруди не піддавалися реконструкції і розширення.

До складу споруд входять: приймальний лоток; будівля решіток; пісковловлювач; будівля бункерної; мулоущільнювачі; преаератор; первинні відстійники; будівля насосної первинних відстійників; аеротенки; вторинні відстійники; контактні резервуари; мулові майданчики; виробничий корпус, що включає машинний зал, хлораторні відділення, адміністративно-побутові приміщення.

Опис технологічного процесу. До Південної станції аерації стічні води надходять по напірносамопливним колекторам діаметром 600, 700, 1000 мм у

приймальний лоток від підприємств та житлової забудови південної частини міста. Приймальний лоток призначений для розподілу поступаючих стоків по трьом каналах, що ведуть до механічних ґраток. Розмір лотка 1000x1000 мм. Решітки призначені для затримання великих плаваючих домішків і встановлені на шляху руху води під кутом 60-70° до горизонту. Домішки, що затримуються на решітках видаляються за допомогою механізованих грабелів типу МР-11, скидаються на транспортер, далі в бункер-накопичувач і, в міру наповнення його вивантажуються на машину і вивозяться на звалище.

Далі стічні води надходять на горизонтальні пісковловлювачі, де відбувається виділення із стічних вод піску та інших мінеральних домішок з крупністю фракцій не менше 0,25 мм. Видалення піску з пісковловлювача проводиться щодня (щоб уникнути загнивання органічної частини осаду). Пісок, затриманий в напрямках секції пісковловлювачів, віддається гідроелеватором по пульпопроводу в бункери для зневоднення. Відстояна вода з бункера по переливному трубопроводу подається в приймальний лоток перед решітками, а пісок з бункера вивантажується на машину і вивозиться на смітник. Очищена від піску стічна вода надходить з пісковловлювачів з відкритого лотка в преаератор, призначений для попередньої аерації стоків киснем з додаванням активного мулу, який сприяє укрупненню суспензій і кращому випаданню в осад на первинних відстійниках. Преаератор складається з двох секцій розміром 12x12 м кожна і глибиною 3,6 м. У преаераторі 40% відведено під регенератор для регенерації активного мулу. Далі стічні води надходять в розподільну чашу первинних відстійників, звідки по трубопроводах направляється в центр кожного відстійника.

Первинні відстійники представляють собою круглий в плані резервуар діаметром 24 м і висотою 3,5 м. Стічні води з розподільної чаші подаються до центру первинного відстійника, а збір освітленої води проводиться по периферії. Розподіл осаду по днищу виражено фракціями: в центрі найбільш важкі частинки, а на периферії – найлегші. Це пояснюється тим, що швидкість зменшується від центру до периферії. Випав на дно осад відскрібається

муловим скребком в центральні напрямки, з яких насосами перекачується на мулові майданчики. Плаваючі речовини, що з'являються на поверхні за допомогою спеціальних пристроїв, укріплених на фермах мулових скребоків, скидаються у жиру збірник, звідки насосами подаються на мулові майданчики. Освітлена стічна вода з первинних відстійників по трубопроводах направляється у верхній канал освітленої води аеротенків. Тут відбувається аерація стічних вод у суміші з активним мулом. При аерації забруднення стічної рідини окислюються за рахунок життєдіяльності мікроорганізмів активного мулу, що представляють собою пластівці мулу, заселені великою кількістю мікроорганізмів, здатних мінералізувати органічні речовини стічних вод. В аеротенки безперервно подається повітря, яке забезпечує мул киснем, необхідним для життєдіяльності мікроорганізмів, а також сприяє хімічному окислення деяких видів забруднюючих речовин, що перебувають у зваженому, колоїдному і розчиненому стані. Таким чином, аеротенки повинні забезпечувати біологічну очистку стічних вод. Аеротенк представляє собою резервуар прямокутного перерізу 63,6 x 87, 5 x 3, 4 м, складається з 4-х коридорів. Всього три секції. У кожній секції один коридор відведений під регенератор. Аеротенк працює за принципом змішувача. Подача повітря в аеротенк здійснюється від повітродувної станції. Час аерації 11-12 годин. Суміш стічної води з активним мулом по лотку подається в розподільну чашу вторинних відстійників, звідки по трубопроводах діаметром 1000 мм підводиться у вторинні відстійники. Вторинні відстійники служать для виділення активного мулу з стічної рідини. Вони представляють собою круглий в плані резервуар діаметром 28 м і висотою 3,5 м. Кількість відстійників – 3 шт. Осівший у вторинних відстійниках мул видаляється з допомогою мулососів в камери випуску мулу, звідки по самопливному мулопроводу направляються в резервуар активного мулу і далі в верхній канал аеротенків. У аеротенках циркуляційний активний мул розподіляється по коридорах. Утворившийся в аеротенках і осівший у вторинних відстійниках надлишковий мул насосами відкачується в мулоущільнювачі і преаератор.

Мулоущільнювачі представляють собою відстійники вертикального типу в плані круглі діаметром 8 м з конічним днищем, що створює ємність для накопичення осаду. Осад, що накопичився в конусній частині випускається з мулової труби в мулову камеру і далі насосами відкачується на мулові майданчики. Освітлена стічна вода через переливні гребені по відвідному лотку надходить в преаератор. Освітлена стічна вода із вторинних відстійників самопливом направляєється в контактні резервуари, що представляють собою прямокутний у плані резервуар горизонтального типу розміром 16x21 м. Резервуар розділений на 4 секції. Контактні резервуари призначені для забезпечення необхідної за санітарними нормами тривалості контакту стічної води з хлорною водою, яка надходить з хлораторної, протягом 30 хвилин і затримання в процесі відстоювання нерозчинних домішок, що утворюються в результаті утворення пластівців при дезінфекції хлором (додаток Б).

Мулові майданчики призначені для зневоднення та сушіння сирого осаду і ущільненого надлишкового активного мулу до 70-80% вологості. Загальна кількість мулових карт – 24 шт. Загальна площа мулових майданчиків – 3,5 га. Підсушування осаду на мулових майданчиках відбувається шляхом випаровування та фільтрації води в дренажну систему. Підсушений осад з мулових карт згрібається бульдозером [52].

Характеристика стічних вод, які поступають на Південну станцію аерації. Стічна вода повинна відповідати наступним вимогам (табл. 2.1)

Як видно з таблиці 2.1 окремі показники забруднення стічних вод різними токсикантами перевищують нормативні аналогічні показники у 40-130 разів.

Вимоги до осаду і шламу, які утворюються після процесів очистки стічних вод:

- вологість сирого осаду 95%;
- вологість надлишкового мулу після вторинних відстійників 99,5%;
- вологість ущільненого надлишкового мулу 96-98%;
- вологість кеку на мулових майданчиках 80%;
- осад не повинен мати яєць гельмінтів;

Категорія очищених стічних вод – господарсько-побутові і промислові.
Категорія водокористування – культурно-побутові.

Таблиця 2.1 – Вимоги до якості стічних вод та фактичні показники якості комунальних стічних вод, які поступають до ПСА

№ п\п	Показники	Одиниці вимірювання	Норматив/ГДК очищених стічних вод	Норматив/ГДК стічних вод	Фактичні дані по стічній воді
1.	Температура	°С	6 – 30	6 – 40	
2.	Завислі речовини	мг/л	10,75	155	400 – 1200
3.	Прозорість	см	не менше 20		
4.	БПК повне	мг/л	6	158	375 – 600
5.	рН	один.	6,5 – 8,5	6,5 – 9,0	
6.	Азот амонійний	мг/л	2,0	15,8	60,0 – 140,0
7.	Нітрити	мг/л	3,3		
8.	Нітрати	мг/л	45		
9.	Хлориди	мг/л	350		
10.	Сульфати	мг/л	500		
11.	Фосфати	мг/л	3,5	3,5	8
12.	Сухий залишок	мг/л	1000		
13.	СПАВ	мг/л	0,5		20
14.	Залізо загальне	мг/л	0,3		
15.	Нафтопродукти	мг/л	0,3		
16.	Розчинений кисень	мг/л	не менше 4		
17.	Залишковий хлор	мг/л	не менше 1,5		
18.	Індекс ЛКП	шт./дм ³	не менше 1000		
19.	ХПК		6	210	500 – 800[53]
20.	Загальна концентрація розчинених солей			1000	

Характеристика вихідних стічних вод. Виробничі стічні води, для спільного відведення й очищення з побутовими стічними водами населеного пункту, повинні відповідати нижченаведеним вимогам:

- не порушувати роботу мереж і споруд;

- не містити більше 155 мг/дм³ завислих і спливаючих речовин;
- мати БПК повне не більше 160 мг/дм³;
- не містити речовини, які здатні засмічувати каналізаційні мережі або відкладатися на стиках труб;
- не надавати руйнівної дії на матеріал труб та елементи споруд;
- не містити горючі домішки і розчинені газоподібні речовини, здатні утворювати вибухонебезпечні суміші в каналізаційних мережах і спорудах;
- не містити шкідливі речовини в концентраціях, що перешкоджають біологічному очищенню стічних вод;
- мати температуру від 6°C до 40°C;
- не містити мінеральні забруднення;
- не містити речовини, для яких не встановлені ГДК у воді водойм;
- не містити небезпечні бактеріальні забруднення;
- не містити не розчинні масла, смоли, мазут;
- не містити біологічно жорсткі ПАР [52].

2.3 Методика відбору зразків осаду біологічних очисних споруд

Відбір зразків надлишкового мулу здійснювався згідно з наступними методичними рекомендаціями [54].

2.3.1 Відбір зразків осаду і надлишкового мулу зі шламових та мулових майданчиків

Осад і активний мул з шламових та мулових майданчиків відбирають методом точкових проб: майданчик ділять на 4 рівні частини і відбирають 4 проби з центру кожного квадрата пошарово з глибини 0 - 5 см, 5 - 20 см і до кінцевої глибини майданчика (але не більше 1 м), масою не менше 200 г кожна. Точкова проба повинна представляти собою частину осаду, типову для обстежуваних споруд.

Точкові проби осадів і шламів з мулових і шламових майданчиків відбирають в залежності від умов:

- совком (для опадів малої вологості);
- щупом з поздовжньою щілиною і поворотним пристроєм (для опадів високої вологості і сипучих опадів);
- гвинтоподібні щупом (для пастоподібних опадів).

Одиничні проби ретельно перемішують і квартують 3 - 4 рази. Осад, що залишився після квартування ділять на 6 – 9 квадратів, з центру кожного відбирають приблизно однакові кількості осаду, забезпечуючи захоплення всієї товщини шару.

Маса об'єднаної проби повинна бути не менше 1 кг (0,5 кг для аналізу і 0,5 кг для зберігання дубліката).

Проби зберігають у холодильнику в скляній банці з притертою або щільно загвинченою кришкою. Проби осадів і надлишкового мулу з шламових та мулових майданчиків не консервують.

2.3.2 Відбір зразків рідких осадів стічних вод

Рідкі осади стічних вод відбирають з трубопроводів або технологічних апаратів та інших ємностей з урахуванням їх конструкції:

- осад після відстійників, мулоущільнювачів, метантенків відбирають з трубопроводу при перекачуванні осаду в приймач, не раніше ніж через 10 хвилин роботи перекачуючого насоса;
- активний мул відбирають шляхом зачерпування з розподільного лотка.

Точкові проби рідких осадів відбирають з трьох горизонтів (поверхня, середина, дно площадки) з інтервалом 10 хвилин в кількості чотирьох-п'яти, обсягом не менше 500 см^3 кожна. Потім зливають в окрему ємність і ретельно перемішують. Для аналізу відбирають об'єднану пробу рідких опадів у кількості не менше 1 дм^3 ($0,5 \text{ дм}^3$ для аналізу і $0,5 \text{ дм}^3$ для зберігання дубліката).

Проби зберігають у холодильнику в скляній банці з притертою або щільно загвинченою кришкою. Проби рідких осадів стічних вод не консервують [54].

2.4 Оцінка токсичності надлишкового мулу за допомогою «Ростового тесту»

Оцінка якості об'єктів навколишнього середовища за інтенсивністю росту рослин-індикаторів отримала назву «Ростовий тест» і знайшла широке застосування на практиці. Даний метод використовують для визначення токсичності різних субстратів: ґрунтів, надлишкового мулу, водних джерел, відходів.

Сутність ростового тесту полягає в обліку змін показників росту проростків індикаторних культур, вирощених на досліджуваних зразках субстрату. У процесі контролюють інтенсивність росту індикаторної культури, насіння якої пророщують на досліджуваному та контрольному (не забрудненому) субстраті, фіксуючи енергію їх проростання, висоту проростків, довжину коренів, суху масу надземної і підземної частин [55].

Як тест-культури можна використовувати різні рослини: *Allium cepa L.*, *Raparus sativus L.*, *Triticum durum L.* тощо.

Визначення токсичності. Тестування зразків ґрунту або води проводять в умовах термостату при $t=25$ С, у чашках Петрі. На фільтрувальному папері розміщують 30-50 насінин тест-культури, які заливають 5-7 мл досліджуваної рідини. Якщо досліджують ґрунт, то у чашках на папері розміщують 1 г здрібненого ґрунту та заливають 5-7 мл вистояної кип'яченої водопровідної води. Найбільш зручними є рослини з дрібним насінням. Через 48-96 годин виміряють довжини кореневої і стеблової системи, визначають вологу та сиру масу паростків.

Для кожного з досліджуваних варіантів обчислюють середню довжину надземної і кореневої систем (формула 2.1):

$$\bar{x} \pm m, \quad (2.1)$$

де m – помилка середнього арифметичного, яку визначають за формулою 2.2:

$$m = \sqrt{\frac{\sigma^2}{N}}, \quad (2.2)$$

де N – кількість результатів;

σ^2 - дисперсія, яку визначають за виразом (формула 2.3):

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N}. \quad (2.3)$$

Достовірність різниці середніх арифметичних t розраховується за критерієм Стьюдента-Фішера (формула 2.4):

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}, \quad (2.4)$$

де \bar{x}_1 - середнє арифметичне значення показника в контрольному досліді;

\bar{x}_2 - середнє арифметичне значення показника в досліджуваному варіанті;

m_1 - помилка середнього арифметичного в контрольному досліді;

m_2 - те ж саме у досліджуваному варіанті.

Фітотоксичний ефект (ФЕ) визначають у відсотках щодо маси рослин, довжини кореневої або стеблової системи, кількості ушкоджених рослин або кількості сходів. Виходячи з кількості рослинної маси, що утворюється, ФЕ розраховують за формулою 2.5:

$$\text{ФЕ} = \frac{M_0 - M_x}{M_0} \cdot 100, \quad (2.5)$$

де M_0 – маса рослин у посудині з контрольним ґрунтом (водою);

M_x – маса рослин у посудині з досліджуваним ґрунтом (водою).

Значення фітотоксичного ефекту показує рівень відхилення дослідного зразка в порівнянні з контролем [55].

Статистичну обробку даних проводили на персональному комп'ютері з використанням програми Microsoft Excel.

2.5 Методика визначення критерію достовірності різниці Стьюдента

Критерій достовірності різниці дорівнює відношенню вибіркової різниці до похибки її репрезентативності та визначається за формулою:

$$t_d = \frac{d}{m_d} \geq t_{st}(V_d = n_1 + n_2 - 2), \quad (2.6)$$

де $d = \sqrt{M_1 - M_2}$ - різниця вибірових середніх;

$m_d = \sqrt{m_1^2 + m_2^2}$, - помилка вибіркової різниці.

m_1 , m_2 - похибка репрезентативності порівнюваних вибірових показників;

t_{st} - стандартне значення критерію, що визначається за таблицею критеріїв Стьюдента (табл.2.2).

Таблиця 2.2 – Стандартні значення критерію Стьюдента

v	t ₁	t ₂	t ₃	v	t ₁	t ₂	t ₃
1	12,7	63,7	637,0	13	2,2	3,0	4,2
2	4,3	9,9	31,6	14-15	2,1	3,0	4,1
3	3,2	5,8	12,9	16-17	2,1	2,9	4,0
4	2,8	4,6	8,6	18-20	2,1	2,9	3,9
5	2,6	4,0	6,9	21-24	2,1	2,8	3,8
6	2,4	3,7	6,0	25-28	2,1	2,8	3,7
7	2,4	3,5	6,3	29-30	2,0	2,8	3,7
8	2,3	3,4	5,0	31-34	2,0	2,7	3,7
9	2,3	3,3	4,8	35-42	2,0	2,7	3,6
10	2,2	3,2	4,6	43-62	2,0	2,7	3,5
11	2,2	3,1	4,4	63-175	2,0	2,6	3,4
12	2,2	3,1	4,3	176 i >	2,0	2,6	3,3

При використанні критерію достовірності Стьюдента можливі два основних випадки:

1. $t_d \geq t_{st}$ - отриманий в досліді критерій достовірності різниці дорівнює або перевищує стандартне значення критерію, знайденому по Стьюденту. В цьому випадку різниця достовірна.

2. $t_d < t_{st}$ - отриманий в досліді критерій достовірності різниці менше стандартного значення критерію, знайденому по Стьюденту. В цьому випадку різниця не достовірна [56].

2.6 Висновок

В даній роботі об'єктом дослідження являється надлишковий мул з мулового майданчику Південної станції аерації м. Дніпро, як токсичний компонент. Стічні води, що поступають на ПСА, не відповідають вимогам до якості стічних вод. Окремі показники забруднення стічних вод різними токсикантами перевищують нормативні аналогічні показники у 40-130 разів. При відборі проби надлишкового мулу користувалися методикою «Відбору зразків осаду і надлишкового мулу зі шламових та мулових майданчиків». Для оцінки токсичності надлишкового мулу використовувався один з методів біоіндикації «Ростовий тест», сутність якого полягає в обліку змін показників росту проростків індикаторних культур, вирощених на досліджуваних зразках субстрату. Статистичну обробку даних проводили на персональному комп'ютері з використанням програм Microsoft Excel.

РОЗДІЛ 3 ЗАСТОСУВАННЯ ПРИРОДНИХ ФІЗІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН ГУМІНОВОГО ПОХОДЖЕННЯ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ НАДЛИШКОВОГО МУЛУ ПІВДЕННОЇ СТАНЦІЇ АЕРАЦІЇ

3.1 Результати дослідження токсичних властивостей надлишкового мулу ПСА за допомогою «Ростового тесту»

Оцінку токсичності мулу здійснювали за допомогою «Ростового тесту», сутність якого полягає в обліку змін показників росту проростків індикаторної культури, вирощених на досліджуваних зразках, в даному випадку на надлишковому мулі. В якості тест-культур використовували *Allium cepa* L. (вивчали токсичний ефект за довжиною корінців), *Raparus sativus* L. (за кількістю пророслих насінин).

Першочергово на муловому майданчику ПСА було відібрано пробу надлишкового мулу вагою 1 кг, що було зафіксовано в акті відбору проб (додаток Б).

Підготовку мулу здійснювали наступним чином: після просушування зразку мулу (вагою 1 кг) при кімнатній температурі протягом місяця субстрат дрібнили у фарфоровій ступці. За допомогою технічних вагів зважували зразки проби надлишкового мулу вагою в 1 г, переносили їх в підготовлені окремі паперові конверти і зберігали до початку експерименту. Потім дані зразки розміщували на фільтрувальному папері в чашках Петрі. Зразки мулу зволожували та висівали насіння індикаторних культур.

Дослідження всіх варіантів проводили у трьох повторностях. В якості контролю рослини вирощували на ґрунті екологічно чистого регіону. Для вивчення можливості моделюючої дії гумінових сполук порівнювали токсичний ефект при вирощуванні насінин в наступних варіантах: (1) мул+вода, (2) мул+гумат натрію 0,1 %, (3) мул+гумат натрію 0,01% і (4) мул+гумат натрію 0,005%, (5) мул+гумат натрію 0,001%.

Через 96 годин виміряли довжину кореневої системи *Allium cepa L.*, та підраховували кількість пророслих насінин редису *Raparus sativus L.*

Значення середньої довжини кореневої системи і пригнічення ростових процесів *Allium cepa L.* представлені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Значення середньої довжини кореневої системи і пригнічення ростових процесів *Allium cepa L.*

Варіанти	Середня довжина кореневої системи <i>Allium cepa L.</i> , мм	Вірогідність, t_d	Критерій вірогідності Стьюдента, t_{st}	% від контролю	Пригнічення ростових процесів, %
Контроль	19,58	-	2; 2,6; 3,4	100	-
Мул+відстояна вода	12,51	8,34		63,89	36,11
Мул+гумат Na 0,1%	9,40	11,6		48,01	51,99
Мул+гумат Na 0,01%	12,40	9,97		63,32	36,67
Мул+гумат Na 0,005%	13,23	7,47		67,41	32,59
Мул+гумат Na 0,001%	14,60	6,30		71,80	28,19

Отримані результати свідчать про наявність токсичних властивостей в біологічному мулі Південної станції аерації м. Дніпро. Так, в досліджуваному варіанті (1) спостерігали вірогідне пригнічення ростових процесів в порівнянні з контролем (12,51+0,96 й 19,58+1,07 мм відповідно).

Це може бути обумовлено дією надлишкових концентрацій важких металів та інших забруднювачів. Додавання 0,1% розчину гумату натрію сприяло пригніченню ростових процесів, а подальше зменшення концентрації даної фізіологічно активної речовини призвело до їх стимулювання, що вказує на високу ефективність природно активної речовини саме у таких низьких концентраціях.

Таблиця 3.2 – Відхилення процесів проростання *Raparus sativus L.* від контролю

Варіанти	Кількість пророслих насінин <i>Raparus sativus L.</i>	% від контролю
Контроль	87	100
Мул+відстояна вода	72	82,75
Мул+гумат Na 0,1%	69	79,31
Мул+гумат Na 0,01%	73	83,91
Мул+гумат Na 0,005%	77	85,50
Мул+гумат Na 0,001%	81	93,10

На основі даних табл. 3.2 побудовано гістограму (рис. 3.1).

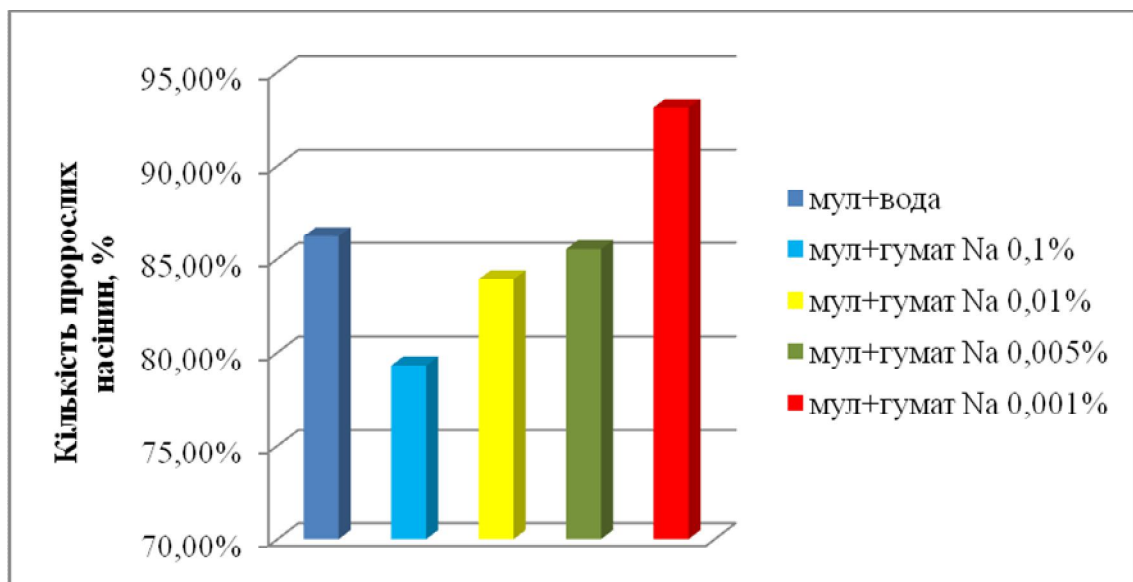


Рис. 3.1 – Модель відхилення процесів проростання *Raparus sativus L.* від контролю

Проаналізувавши дані табл. 3.2, а також гістограму 3.1 можна зробити наступні висновки: в досліджуваному варіанті (1) – мул+вода, спостерігається пригнічення процесів проростання такої індикаторної культури як *Raparus sativus L.* у порівнянні з контролем на 17,25 %, що свідчить про наявність токсичних властивостей надлишкового мулу. У варіанті (2) до субстрату додали таку фізіологічно активну речовину як гумат натрію в концентрації 0,1%, що привело до ще більшого пригнічення процесів проростання, але подальше

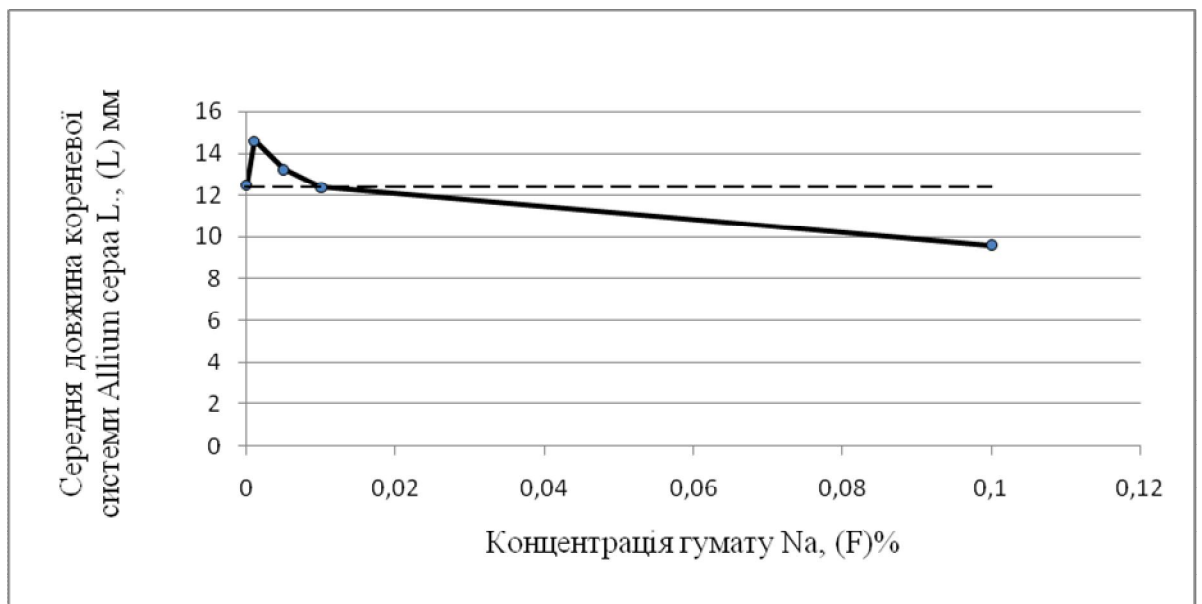
зменшення концентрації цієї речовини стимулювало проростання насінин, це в друге підтверджує високу ефективність низьких концентрацій гумату натрію.

3.2 Побудова моделі залежності довжини кореневої системи *Allium* *sepa* *L.* від концентрації сорбенту

На основі отриманих у ході експерименту результатів (табл. 3.3) побудовано модель залежності довжини кореневої системи *Allium sepa L.* від концентрації сорбенту, яка дозволить спрогнозувати подальший розвиток ростових процесів біологічних індикаторів (рис. 3.2).

Таблиця 3.3 – Кореляційна таблиця

Концентрація гумату Na, F%	0	0,001	0,005	0,01	0,1
Середня довжина кореневої системи <i>Allium sepa L.</i> , L мм	12,51	14,60	13,23	12,40	9,60



----- середня довжина кореневої системи *Allium sepa L.*, вирощеної на аналізованому субстраті без додавання розчину гумату натрію

Рис. 3.2 – Модель залежності довжини кореневої системи *Allium sepa L.*, від концентрації сорбенту

Аналізуючи модель залежності довжини кореневої системи *Allium cepa L.* від концентрації сорбенту можна зробити висновок, що мул у порівнянні з ґрунтом екологічно чистого регіону (середня довжина корінців є *Allium cepa L.* 19,58 мм) є токсичним для даного біоіндикатора. Але застосування фізіологічно активних речовин, у даному випадку гумату натрію, в нано концентраціях сприяє стимулюванню ростових процесів. Що говорить про високу протекторну функцію даних фізіологічно активних речовин саме в таких низьких концентраціях.

3.3 Висновок

Оцінку токсичності надлишкового мулу здійснювали за допомогою «Ростового тесту». Отримані у ході експерименту результати показали, що в досліджуваному субстраті в порівнянні з контролем спостерігається пригнічення ростових процесів *Allium cepa L.* і зниження кількості пророслих насінин *Raparus sativus L.* В обох експериментах спостерігали ідентичну картину: при додаванні гумату натрію в концентрації 0,1% відбувалось ще більше пригнічення процесів росту, і лише додавання 0,001 %-го розчину гумату натрію стимулювало їх. Це свідчить про те, що подальше зниження концентрацію сорбенту дозволить покращити якість надлишкового мулу, і навіть наблизити її до якості контрольного субстрату. Це в свою чергу може дозволити використовувати осад стічних вод в народному господарстві в якості добрива.

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

В кваліфікаційній роботі магістра досліджено методи зниження токсичних властивостей надлишкового мулу, який утворюється внаслідок очистки стічних вод, на підставі застосування фізіологічно активних речовин гумінового походження.

Основна частина даної науково-дослідницької роботи проводилася на базі лабораторії та в комп'ютерному класі кафедри екології та ТЗНС. Тому потенційну небезпеку життю та здоров'ю людини становлять фактори при відборі проб з мулових майданчиків, а також виробничого середовища лабораторних приміщень і електронне випромінювання при експлуатації ПЕОМ.

4.1 Техніка безпеки при відборі проб з мулового майданчику

Відбір проби надлишкового мулу проводився згідно з наступними вимогами:

- працівники були одягнуті в спецодяг, спецвзуття, рукавички;
- перед відбором і після відбору проб руки було оброблено спеціальним дезінфікуючим розчином «біологічні рукавички» (приготування розчину: змішати по 100 мл етилового спирту, гліцерину і аміачної води з масовою долею 10 %);
- проводився огляд шкіри рук та обличчя, адже рани та синці необхідно обробляти йодом [54].

4.2 Гігієнічні вимоги до параметрів виробничого середовища лабораторних приміщень

Оцінка екологічного стану досліджуваної території за допомогою біологічних методів проводилася в лабораторії кафедри екології та ТЗНС. У

лабораторії використовуються наступні методи аналізу: аналіз токсичності надлишкового мулу за допомогою рослин біоіндикаторів, облік кількості пророслих насінин біоіндикатора, облік зміни показників росту біоіндикатора з використанням термостату ТС-80 М-2.

Для проведення біотестування території першочергово було проведено відбір зразків надлишкового мулу і насінин рослин-індикаторів. При відборі проб для цитогенетичних досліджень строго дотримувались техніки безпеки при користуванні суспільним транспортом, правил пересування по пересіченій місцевості, уникали перегріву (переохолодження) тіла. Відбір проб здійснювався бригадою (не менш двох чоловік), яка вдягнута в зручний спецодяг [57].

Лабораторія займає одну кімнату площею 60 м^2 (поділену на 3 частини двома перегородками), в якій знаходяться: 8 лабораторних і 5 письмових столів, біля яких розташовані табурети та стільці, стелаж для книг, лабораторна шафа, холодильник. Проходи в лабораторії між торцями столів дорівнюють $0,8 \text{ м}$, а вздовж довгих сторін столів 1 м . На кожного робітника лабораторії приходить $4,5 \text{ м}^2$ робочої площі. На лабораторних столах розміщені мікроскоп «Біолам» Р-17, термостат ТС-80 М-2, електрична плитка, ваги лабораторні технічні, сушильна шафа [58].

Електропостачання лабораторії здійснюється перемінним струмом 220 В з частотою 50 Гц . Потужність приладів не перевищує 2 кВт . По периметру кімнати розташований контур заземлення. Міри безпеки при роботі з мікроскопом «Біолам» Р-17, термостатом ТС-80 М-2, електричною плиткою відповідають мірам, прийнятим при експлуатації установок з напругою 220 В . Розподільний електрощит відгороджений від дії бризів, і парів киплячої рідини і розташований на видному і доступному місці. Перед початком роботи зовнішнім оглядом перевіряється справність електророзетки, електровиделки, збереженість ізоляції шнура і заземлення.

Природне освітлення лабораторії здійснюється боковим світлом – через світові пройми у стінах. Штучне освітлення забезпечується двома світильниками з люмінесцентними лампами типу ЛБ, потужністю 40 Вт вони розташовані на стелі паралельно стіні з вікнами.

Для забезпечення комфортних метеорологічних умов на робочих місцях [59], у холодний час року і для підтримки необхідної температури (22-25 0С) їх отоплюють. Лабораторія обладнана кондиціонером БК-1500.

Працюючий персонал лабораторії забезпечений білими бавовняними халатами і ознайомлений на кожному робочому місці з інструкціями техніки безпеки і правилами експлуатації приладів.

При роботі в лабораторії строго дотримуються встановлених правил роботи, вимог техніки безпеки та гігієни праці. Роботи з токсичними та особливо небезпечними речовинами (бром, їдкі луги, концентровані кислоти, хлор, оксиди азоту) проводяться у витяжній шафі в захисних окулярах. При роботі з кислотами строго дотримуються правил змішування концентрованих кислот з водою. Залишки кислот, лугів, вогненебезпечних рідин та ін. не виливаються у раковини, а зливаються у спеціальні склянки, розміщені у витяжній шафі. Забороняється використовувати вогненебезпечні розчинники (спирт, ацетон та ін.) поблизу вогню, у теплому місці або поблизу нагрівальних приладів, нагрівати їх потрібно на відкритому вогні.

Для надання першої медичної допомоги в лабораторії є медична аптечка. При пораненні склом, усі осколки видаляються з рани, змазується йодом і перев'язується стерильним бинтом [60]. При термічних опіках обпечене місце присипається двовуглекислим натрієм (питною содою). При опіках хімічними речовинами (кислотами, лугами) уражену ділянку швидко промивають великою кількістю води. Потім на обпечене місце прикладається примочка: при опіку кислотами – 2% содовий розчин, лугами – слабким розчином оцтової кислоти. У випадку отруєння потерпілий відправляється в лікарню, в важких випадках викликається швидка допомога.

Лабораторний посуд та реактиви розташовані на двох лабораторних столах і на їх стелажах. Висота стелажа забезпечує зручне користування ними без застосування сход і табуретів [59]. Висота лабораторного столу дорівнює 0,85 м, ширина 1,25 м, висота полиць 0,5 м. Глибина полиць дорівнює 0,4 м. На всіх банках з реактивами наклеєні етикетки чи зроблені написи восковим олівцем для скла з позначенням, що в ній знаходиться.

Електрична плитка встановлена на теплоізоляційному шарі. Включати її можна, тільки коли ручка реостата знаходиться в нульовому положенні.

Під час технічного обслуговування та по закінченні роботи всі електричні прилади відключаються від електричної мережі, для чого вилку проводу витягають з розетки.

При роботі за мікроскопом «Біолам» Р-17 робоче місце повинно гарно освітлюватися [59, 60], тому використовується підсвічування від мережі з лампою накаливання потужністю 10 Вт. Лампа освітлювача включається безпосередньо в мережу перемінного струму 220 В [61]. При тривалих спостереженнях дрібних деталей і частих змін фокусування відбувається стомлення очних м'язів. Працездатність знижується до середини дня на 18%, а до кінця дня на 23%. Для зниження стомлення очей бажано робити зміну зорової обстановки, періодично робити перерви, під час яких закрити очі на 2-3 хвилини, або дивитись у даль, тому що при паралельних зорових осях очі відпочивають [61].

Лабораторія обладнана вуглекислотним вогнегасником, що розташований на видному місці та доступ до нього не загороджений. Крім того в коридорі ВНЗ на відстані 10 м розташовані пожежний гідрант і два вогнегасники типу ОХП-10. При виникненні пожежі треба швидко відключити електронагрівальні прилади, винести з приміщення всі горючі речовини, вогнище спокійно та швидко загасити вогнегасником або накрити покривалом. Якщо загасити пожежу не вдалося необхідно зателефонувати в пожежну охорону за номером

01, терміново оповістити усіх людей у приміщені та спокійно і швидко провести їх евакуацію.

4.3 Гігієнічні вимоги до параметрів виробничого середовища приміщень з ПЕОМ

При розумовій праці шкідливим фактором є електроні випромінювання, які впливають на співробітника при експлуатації ПЕОМ.

У комп'ютерному класі ДВНЗ «Національний гірничий університет» забезпечуються оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості і руху повітря (ДСТ 12.1.005-88, СН 4088-86) (таблиця 4.1). площа на одне робоче місце складає 6,0 м², а об'єм не менше ніж 20,0 м³.

Таблиця 4.1 – Норми мікроклімату для приміщень з ПЕОМ [60]

Пора року	Категорії роботи	Температура повітря, З	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодна	Легка-1а	22-24	40-60	0,1
	Легка-1б	21-23		
Тепла	Легка-1а	23-25		0,1
	Легка-1б	22-24		0,2

До категорії 1а належать роботи, що виконують сидячи і не вимагають фізичної напруги, при яких втрати енергії складають до 139Вт; до категорії 1б належать роботи, що виконуються сидячи, стоячи або зв'язані з ходінням і супроводжуються фізичною напругою, при яких втрати енергії складають 140-174Вт ДСТ 121005-88 СН 4088-86.

У повітрі зовнішнього природного середовища, як і в повітряному середовищі приміщень завжди є наявною певна кількість заряджених частинок, що називаються іонами. Рівні позитивних іонів у повітрі приміщення з ПЕОМ відповідають санітарно-гігієнічним нормам №2152-80, і складають 2500-3500 іонів/см³ повітря (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Рівні іонізації повітря приміщень при роботі з ПЕОМ [60]

Рівні	Число іонів у 1 см ³ повітря	
	п+	п-
Мінімально необхідні	400	600
Оптимальні	1500-3000	3000-5000
Максимально припустимі	50000	50000

Штучне освітлення в комп'ютерному класі здійснюється системою загального рівномірного освітлення.

Значення освітленості на поверхні робочого столу в зоні розміщення документів – 300-500 лк. Як джерело світла у випадку штучного освітлення використовуються люмінесцентні лампи типу ЛБ.

Надійність і ефективність природного та штучного освітлення приміщень залежить від своєчасності та ретельності їх обслуговування.

Дисплеї є потенційним джерелом випромінювання кількох діапазонів електромагнітного спектра: рентгенівського, оптичного, радіочастотного. Джерелом рентгенівського випромінювання є екран. Потужність експозиційної дози рентгенівського випромінювання на відстані 0,05 м від екрана до корпуса відео терміналу при яких-небудь положеннях регулюючих пристроїв не повинна перевищувати $7,74 \cdot 10^{-4}$ А/кг, що відповідає еквівалентній дозі 0,1 мбер/рік (100мкР/рік).

Щоденно перед початком роботи проводиться очищення екрану від пилу й інших забруднень. Під час виконання робіт на ПЕОМ дотримуються режими праці та відпочинку згідно до ДСанПіН 3.32-007-98: перебування на відстані 75 см від екрану монітору, регулярно робиться перерва в роботі. Для захисту від електровипромінювання кожна ПЕОМ обладнана захисним екраном. Після закінчення роботи ПЕОМ відключають від електричної мережі.

У випадку нещасного випадку чи раптовою захворювання, фактів порушення чи виявленні несправності ПЕОМ, засобів захисту або небезпечними та шкідливими виробничими факторами, що загрожують життю і

здоров'ю працівників, необхідно повідомити завідувачу кафедрою або завідувачого лабораторією. Забороняється: самостійно виконувати ремонт ПЕОМ, відключати захисні пристрої, самостійне проведення змін у конструкції та складі ПЕОМ.

Комп'ютерний клас оснащений системою автоматичної пожежної сигналізації. Підходи до засобів пожежогасіння вільні. Для надання першої медичної допомоги у приміщенні знаходиться медична аптечка.

4.4 Заходи щодо поліпшення умов праці і підвищення продуктивності працівників

Правильна організація робочих місць сприяє усуненню загального дискомфорту, зменшенню втомлюваності працівника, підвищенню його продуктивності. Організація робочого місця передбачає: а) правильне розміщення робочого місця у виробничому приміщенні; б) вибір ергономічного обґрунтованого робочого положення, виробничих меблів з урахуванням антропометричних характеристик людини; в) раціональну компановку обладнання на робочих місцях; г) урахування характеру й особливостей трудової діяльності.

Робочі місця з обчислювальною технікою варто розміщати щодо світлових прорізів, щоб природне світло падало збоку переважно ліворуч.

При розміщенні робочих столів з обчислювальною технікою варто дотримувати таких відстаней між бічними поверхнями обчислювальної техніки – 1,2 м, відстань від тильної поверхні від одного екрана до іншого – 1,5 м.

Висота поверхні робочого столу, з обчислювальною технікою повинна регулюватися в межах 680–800 мм, а ширина та глибина – забезпечувати можливість виконання операцій у зоні досяжності монітора (рекомендовані розміри: 600–400 мм – ширина, глибина – 800-1000 мм).

Робочий стіл повинний мати простір для ніг висотою не менш 600 мм. Висота поверхні сидіння повинна регулюватися в межах 400-500 мм, а ширина і глибина не менш 400 мм [60].

Для зниження статичної напруги м'язів верхні кінцівки повинні використовувати стаціонарні чи змінні підлокітники довжиною не менш 250 мм, а шириною 10-70 мм.

Екран повинний розміщатися на оптимальній відстані від очей, що складає 600-700 мм.

Клавіатуру потрібно розміщати на поверхні столу на відстані 100-300 мм від краю, не допускаючи її хитання. Допускається розміщувати клавіатуру на спеціальній, регульованій за висотою, робочій поверхні окремо від столу.

Від правильного розміщення обладнання на робочому місці вагомо залежить працездатність, затрачені зусилля при виконанні роботи, динаміка розвитку втоми, загальний функціональний стан організму користувача.

4.4.1 Режим праці та відпочинку

При організації праці, що зв'язана з використанням ПЕОМ для збереження здоров'я робітників, запобігання професійних захворювань і підтримки працездатності варто передбачати регламентовані перерви для відпочинку у робочих змінах.

Установлюються такі режими праці і відпочинку при роботі з ПЕОМ при восьмигодинній робочій зміні в залежності від характеру праці:

- для розроблювачів програм із застосуванням ПЕОМ варто призначати регламентовану перерву для відпочинку тривалістю 15 хвилин через кожен годину роботи ;

- для операторів із застосуванням ПЕОМ потрібно призначати регламентовані перерви для відпочинку тривалістю 15 хвилин через кожні 2 години роботи ;

- для операторів комп'ютерного набору варто призначати регламентовані перерви для відпочинку тривалістю 10 хвилин після кожної години роботи.

4.4.2 Медичні профілактичні заходи щодо збереження здоров'я та підвищення працездатності працівників

Медичним профілактичним заходам повинна приділятися значна увага. До цих заходів, в основному, належать: медичні огляди (попередні та періодичні); раціональне та профілактичне харчування; спеціальні вправи, самомасаж і психофізіологічне розвантаження.

Періодичні медичні огляди забезпечують динамічний нагляд за станом здоров'я працівника, виявлення ранніх ознак впливу несприятливих виробничих факторів на організм, а також захворювань, які не дають продовжувати роботу за даною професією. Вони повинні проводитися раз у два роки комісією в складі терапевта, невропатолога й офтальмолога.

Основними критеріями оцінки придатності до роботи з ПЕОМ повинні бути показники стану органів зору: гострота зору, показники рефракції, стан бінокулярного апарата ока й ін. Жінки, що працюють з ПЕОМ, обов'язково оглядаються лікарем акушером-гінекологом раз у два роки.

При виявленні хронічних неспецифічних захворювань працюючі з ПЕОМ повинні бути узяті на диспансерний облік.

Основною метою попереднього медичного огляду є встановлення початкового стану здоров'я претендента, і визначення його фізичної та психічної придатності до роботи за конкретно обраною професією.

Комплекси нескладних фізичних вправ, які щоденно виконуються в процесі роботи сприяють покращенню функціонального стану організму, підтриманню високого рівня працездатності та збереженню здоров'я працівників. Взагалі, у виборі профілактичних вправ і проведенні самомасажу потрібний суто індивідуальний підхід, який дозволяє враховувати зміст та

характер трудової діяльності, режим праці, побутові й інші умови життєдіяльності користувачів комп'ютерів [61].

4.5 Висновок

При виконанні даної науково-дослідницької роботи потенційну небезпеку життю та здоров'ю людини становили фактори при відборі проб мулу, виробничого середовища лабораторних приміщень і електронне випромінювання при експлуатації ПЕОМ.

Відбір проби надлишкового мулу проводився разом з працівниками, які були одягнуті в спецодяг, спецвзуття, рукавички; перед відбором і після відбору проб руки було оброблено спеціальним дезінфікуючим розчином.

Лабораторія займає одну кімнату площею 60 м², в якій знаходяться: 8 лабораторних і 5 письмових столів, біля яких розташовані табурети та стільці, стелаж для книг, лабораторна шафа, холодильник. Електропостачання лабораторії здійснюється перемінним струмом 220 В з частотою 50 Гц. Потужність приладів не перевищує 2 КВт. Природне освітлення лабораторії здійснюється боковим світлом – через світові пройми у стінах. Штучне освітлення забезпечується двома світильниками з люмінесцентними лампами типу ЛБ, потужністю 40 Вт. Для забезпечення комфортних метеорологічних умов на робочих місцях, у холодний час року і для підтримки необхідної температури (22-25 С⁰) їх отоплюють. Лабораторія обладнана кондиціонером БК-1500.

Працюючий персонал лабораторії забезпечений білими бавовняними халатами. Для надання першої медичної допомоги в лабораторії є медична аптечка.

Лабораторія обладнана вуглекислотним вогнегасником, що розташований на видному місці та доступ до нього не загороджений. Крім того в коридорі ВНЗ на відстані 10 м розташовані пожежний гідрант і два вогнегасники типу ОХП-10.

При розумовій праці шкідливим фактором є електроні випромінювання, які впливають співробітника при експлуатації ПЕОМ.

Щоденно перед початком роботи необхідно проводити очищення екрану від пилу й інших забруднень. Під час виконання робіт на ПЕОМ необхідно дотримуватись режимів праці та відпочинку згідно до ДСанПіН 3.32-007-98. Знаходитись на відстані 75 см від екрану монітору, регулярно робити перерву в роботі.

До медичним профілактичних заходів щодо збереження здоров'я та підвищення працездатності при роботі на ПЕОМ в основному, належать: медичні огляди (попередні та періодичні); раціональне та профілактичне харчування; спеціальні вправи, самомасаж і психофізіологічне розвантаження.

РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

В даній науково-дослідницькій дипломній роботі представлено результати біоіндикаційних досліджень токсичних властивостей надлишкового мулу, який утворюється в результаті очистки стічних вод в умовах Південної станції аерації м. Дніпро, а також обґрунтовано можливість зниження токсичних властивостей аналізованого субстрату на підставі застосування фізіологічно активних речовин гумінового походження.

В економічній частині розраховано економічний ефект від зменшення суми екологічного податку за розміщення мулу за рахунок переводу його як відходу 2-го класу небезпеки в відхід 4-го класу небезпеки на основі застосування гумінових сполук, а також економічну ефективність від застосування гумату натрію, в якості детоксиканта надлишкового мулу ПСА.

5.1 Методика розрахунку збору плати за розміщення відходів

Сума податку за розміщення відходів розраховується за формулою 5.1 [62, 63]:

$$Прв = \sum_{i=1}^n (Hni * Mli * Km * Ko), \text{ грн.} \quad (5.1)$$

де Mli - об'єм відходів i -го виду в тоннах, т;

Hni – ставки податку у поточному році за тонну i -го виду відходів у гривнях з копійками, т;

Kt – коригуючий коефіцієнт, який враховує розташування місця розміщення відходів і який наведено у пункті 246.5 статті 246 Податкового Кодексу;

Ko - коригуючий коефіцієнт, що дорівнює 3 і застосовується у разі розміщення відходів на звалищах, які не забезпечують повного виключення забруднення атмосферного повітря або водних об'єктів.

Нормативи збору за 1 т відходів i -го виду представлені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Ставки податку за розміщення відходів, які встановлюються залежно від класу небезпеки та рівня небезпечності відходів:

Клас небезпеки відходу	Рівень небезпеки відходів	Ставка податку, гривень за 1 тону
1	Надзвичайно небезпечні	1405,65
2	Високо небезпечні	51,2
3	Помірно небезпечні	12,84
4	Мало небезпечні	5

Коефіцієнт до ставок податку, який встановлюється залежно від місця (зони) розміщення відходів у навколишньому природному середовищі наведено в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Коефіцієнт до ставок податку, який встановлюється залежно від місця (зони) розміщення відходів у навколишньому природному середовищі

Місце (зона) розміщення відходів	Коефіцієнт
В межах населеного пункту або на відстані менш як 3 км від таких меж	3
На відстані від 3 км і більше від меж населеного пункту	1

5.2 Розрахунок розміру плати за розміщення надлишкового мулу на ПСА

Надлишковий мул належить до відходів II класу небезпеки – високо небезпечні відходи, що обумовлено вмістом в ньому токсичних важких металів [3, 5, 64, 65]. Загальна кількість мулових карт на ПСА– 24 шт [52]. Враховуючи те, що об'єми даного виду відходу з кожним роком збільшуються, реальний об'єм надлишкового мулу на одній муловій карті складає приблизно 580 т.

Розрахунок податку за розміщення 580 т надлишкового мулу, дорівнює 480 т (форм. 5.1.):

$$Pr_{\text{в}} = \sum_{i=1}^n (580 * 51,2 * 3 * 1) = 89088 \text{ грн.} \quad (5.1)$$

Розмір податку за розміщення 580 т мулу II класу небезпеки на одній муловій карті склав 89088 грн.

Розмір плати за розміщення надлишкового мулу на 24 мулових картах дорівнює:

$$Pr_{\text{заг.}} = Pr_{(II)} \cdot 24, \text{ грн} \quad (5.2)$$

де $Pr_{\text{заг.}}$ – загальний розмір плати за розміщення надлишкового мулу;

$Pr_{(II)}$ – розмір плати за розміщення надлишкового мулу, як відходу II класу небезпеки.

$$Pr_{\text{заг.}} = 89088 * 24 = 2138112 \text{ грн.}$$

Таким чином загальний розмір податку за розміщення надлишкового мулу, як відходу II класу небезпеки на ПСА склав: 2138112 грн.

5.3 Визначення кількості гумату натрію, необхідного для детоксикації надлишкового мулу

Для детоксикації 1 г надлишкового мулу необхідно 0,00005 г. гумату натрію; для детоксикації 1 кг. – 0,05 г гумату натрію, тоді на 1 т. надлишкового мулу необхідно 50 г. гумату натрію.

Кількість гумату натрію необхідна для детоксикації 580 т надлишкового мулу розраховано за формулою 5.3:

$$N_{\text{гумату Na}} = m_{\text{гумату Na}} \cdot m_{\text{надл.мулу}}, \text{ кг} \quad (5.3)$$

де $N_{\text{гумату Na}}$ - кількість гумату натрію, що необхідна для детоксикації надлишкового мулу;

$m_{\text{гумату Na}}$ - маса гумату натрію;

$m_{\text{надл.мулу}}$ - маса надлишкового мулу.

$$N_{\text{гумату Na}} = 0,00005 \cdot 580 \cdot 24 = 0,629 = 629 \text{ кг.}$$

Враховуючи те, що ціна за 1 кг гумата натрію складає – 11 грн, вартість гумату натрію необхідного для детоксикації надлишкового мулу:

$$C_{\text{заг.}} = N_{\text{гумату Na}} \cdot C_{\text{гумату Na}}, \text{ КГ} \quad (5.4)$$

де $C_{\text{заг.}}$ – загальна ціна гумату натрію;

$N_{\text{гумату Na}}$ – кількість гумату натрію;

$C_{\text{гумату Na}}$ – вартість 1 кг гумату натрію.

$$C_{\text{заг.}} = 629 \cdot 11 = 6919 \text{ грн.}$$

Таким чином для детоксикації надлишкового мулу на ПСА необхідно використати 629 кг гумату натрію, загальна ціна якого складає 6919 грн.

5.4 Розрахунок розміру плати за розміщення надлишкового мулу після його детоксикації

Після детоксикації надлишкового мулу гуматом натрія, за рахунок його протекторної функції, даний вид відходів переходить з II класу небезпеки в IV – мало небезпечні.

Розмір податку за розміщення 580 т надлишкового мулу, як відходу 4-го класу небезпеки склав (форм. 5.1):

$$Прв = \sum_{i=1}^n (580 * 5 * 3 * 1) = 8700 \text{ грн.} \quad (5.1)$$

Розмір податку за розміщення 580 т мулу IV класу небезпеки склав 8700 грн.

Розмір податку за розміщення надлишкового мулу на 24 мулових картах дорівнює (форм. 5.2):

$$Пр_{\text{заг.}} = 8700 * 24 = 208800 \text{ грн.}$$

Таким чином загальний розмір податку за розміщення надлишкового мулу, як відходу IV класу небезпеки на ПСА склав: 208800 грн.

5.5 Розрахунок економічного ефекту від застосування гумату натрію, в якості детоксиканта надлишкового мулу

Економічний ефект від реалізації результатів роботи полягає в зменшенні розміру плати за розміщення надлишкового мулу за рахунок зниження його токсичності, і переведення субстрату в відхід IV класу небезпеки.

Економічний ефект розраховується з формулою 5.5:

$$Ef = Pr_{заг.1} - Pr_{заг.2} - C_{заг.1} \text{ грн} \quad (5.5)$$

де Ef - економічний ефект від реалізації заходів.

$$Ef = 2138112 - 208800 = 1929312 \text{ грн}$$

Отже, економічний ефект від реалізації впроваджених заходів складає 1929312 грн.

5.6 Висновок

Надлишковий мул належить до відходів II класу небезпеки – високо небезпечні відходи, що обумовлено вмістом в ньому токсичних важких металів [3, 5, 64]. Проіндексований норматив збору за розміщення 1 т таких відходів складає 11 грн. 32 коп. Обробка даного субстрату розчином гумату натрію знижує його токсичність за рахунок зв'язування важких металів та переведення їх в нерухомі форми. Це дозволяє перевести надлишковий мул в відхід IV класу небезпеки – мало небезпечні. Таким чином економічний ефект від впровадження заходів щодо детоксикації надлишкового мулу склав – 1929312 грн.

ВИСНОВКИ

В даній науково-дослідницькій роботі досліджена можливість зниження токсичних властивостей надлишкового мулу (на прикладі Південної станції аерації м. Дніпро) на основі застосування фізіологічно активних сполук гумінового походження. Отримані результати дозволяють зробити наступні висновки:

1. При роботі станції біологічного очищення стічних вод на території великих міст утворюється близько 1,5-2 т відпрацьованого мулу на рік у розрахунку на одного жителя [4, 5]. Він завдяки своїм поживним властивостям може бути використаний у якості добрив в сільському господарстві. Але використання надлишкового мулу обмежується за рахунок вмісту важких металів та інших токсичних речовин.

Питання детоксикації біологічного мулу широко розглядаються в наш час. Але єдиної раціональної та екологічно безпечної технології його утилізації не існує, адже осад з різних очисних споруд має неоднакові фізичні, фізико-хімічні і біологічні властивості, а також абсолютно різний якісний і кількісний склад. Тому питання можливої детоксикації надлишкового мулу шляхом застосування фізіологічно активних речовин природного походження є дуже важливим і актуальним.

2. Застосування біологічного тестування з використанням Ростового тесту являється доцільним для вивчення загальної токсичності аналізованого субстрату.

3. Встановлене достовірне відхилення зниження кількості пророслих насінин *Raparus sativus L.* в 1,16 рази та пригнічення ростових процесів кореневої системи *Allium cepa L.* в 1,57 рази ($T_d = 8,34$), вирощених на надлишковому мулі Південної станції аерації, в порівнянні з екологічно чистим контролем – ґрунт с. Троїцьке Дніпропетровської області.

4. Обробка аналізованого субстрату розчинами гумату натрію в концентраціях 0,1, 0,01 и 0,005 % сприяла посиленню токсичних властивостей

мулу. При цьому токсичність надлишкового мулу знижувалась пропорціонально зменшенню концентрації природного фізіологічно активного компонента.

5. Встановлено, що застосування гумату натрію в концентрації 0,001% стимулювало ріст кореневої системи *Allium cepa L.* ($Td = 6,3$) та процеси проростання насінин *Raparus sativus L.*

6. Аналіз літературних джерел довів, що традиційні методи зниження токсичності надлишкового мулу на підставі застосування розчинів сірчаної та соляної кислот в певних концентраціях для вилуговування важких металів [12, 13] являються не лише малоефективними, але можуть привести до повторного забруднення мулу.

7. Протекторна функція гумінових речовин може бути обумовлена їх властивістю зв'язувати токсичні елементи та переводити їх в малорухомі або важко дисоційовані речовини. Це обмежує міграційні властивості токсикантів в оточуючому середовищі.

8. Обробка надлишкового мулу розчином гумату натрію знижує його токсичність за рахунок зв'язування важких металів та переведення їх в нерухомі форми. Це дозволяє перевести надлишковий мул з відходу II класу небезпеки (високо небезпечні) в відхід IV класу небезпеки (мало небезпечні). Це дозволяє перевести надлишковий мул в відхід IV класу небезпеки – мало небезпечні. Таким чином економічний ефект від впровадження заходів щодо детоксикації надлишкового мулу склав – 1929312 грн.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Моисеев, Н.Н. Судьба цивилизации. Путь разума [Текст] – М.: Изд-во МНЭПУ, 1998. – 226 с.
2. Семчук, Г.М. Современное состояние водопроводно-канализационного хозяйства Украины [Текст] / Тез. докл. Межд. Конгресса «ЭТЭВК – 1997» - Ялта, 1997. – С. 4 – 7.
3. Маслак, В.Н. К вопросу об утилизации осадков городских и промышленных сточных вод [Текст] / В.Н. Маслак, Н.И. Зотов // Тез. докл. Межд. Конгресса «ЭТЭВК – 2001» - Ялта, 2001. – С. 244 – 247.
4. Стольберг, Ф.В. Урбоэкология [Текст] – Киев: «Либра», 2000.-465 с.
5. Шмандий, В. М. Проблемы утилизации отходов на городских очистных сооружениях [Текст] / В. М. Шмандий, А. И. Святенко // Экология окружающей среды стран СНГ. – . 2000. № 8. – С. 10-11.
6. Бакланов, В. И. Использование осадков биологической очистки промышленных сточных вод в народном хозяйстве [Текст] / В.И.Бакланов, О.Г. Бобров, Н.Ф. Барановская // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. – Д.: НІТЕХІМ, 1990. – Вип. 26. – С.220.
7. Зотов, Н.И. Основы промышленной экологии [Текст] / Н.И. Зотов, С.Р. Суслов // – Минск: УП «Технопринт», 2001. – 85 с.
8. Автореферати дисертацій: електронна наукова бібліотека НБУВ (Електронний ресурс) / Режим доступу: URL: <http://www.nbu.gov.ua>.
9. Jonathan, A. Impact of regional climate change on human health [Text] / A. Jonathan, D. Campbell-Lendrum, Tracey Holloway & Jonathan A. Foley // Nature, 2005. – 438. – P. 310-317.
10. Делалио, А. С. Утилизация осадков городских сточных вод [Текст] / // Делалио, А. С., В.В. Гончарук, Б.Ю.Корнилович Г.Н. Пшинко., Л.Н. Спасенова, А.П. Криворучко // Химия и технология воды. - 2003. – 25, № 5. – С. 458 – 463.

11. Пайонк, Т. В. Законодавство Європейського Співтовариства в області утилізації осадів очищення стоків і осадів водопідготовки [Текст] // Тез. доп. Міжн. Конгресу «ЕТЕВК» – Ялта, 2003. – С. 12.

12. Способ получения органоминерального удобрения [Текст] / пат. 2038345 Россия: 6С05F 7/00 / В. Г. Петров, Е. С. Махнев, В. П. Семакин; заявит. и патентособственник Физико-технический институт со специальным конструкторским бюро Уральского отделения РАН. - № 4941908/26; заявл. 03.06.91; опубл. 27.06.95; Бюл. № 18.

13. Спосіб одержання органо-мінерального добрива [Текст]: / пат. 69195 Україна, 7 С05 F 7/00 / Ю.Я. Канченко, О. К. Чеботько, В. А. Копілевич; № 20031211518; заявл. 12.12.2003; опубл. 16.08.2004; Бюл. № 8.

14. Способ получения органоминерального удобрения из осадков сточных вод [Текст]: / пат. 2264998 Россия, С 05 F 7/00 / К. М. Элькинд, И. Г. Трунова, К. Н. Тишков; заявит. и патентособственник Государственное образовательное учреждение профессионального образования Нижегородский государственный технический университет. - № 2004109290/12; заявл. 29,03,2004; опубл. 27.11.2005; Бюл. № 33.

15. Способ получения органо-минерального удобрения [Текст]: / пат. 2039726 Россия, 6 С 05 F 7/00 / В. Г. Петров, Е. С. Махнев, В. П. Семакин; заявит. и патентособственник Институт прикладной механики Уральского отделения РАН. - № 4946683/26; заявл. 21.06.91; опубл. 20.07.95; Бюл. № 20.

16. Фірсов, А.І. Застосування осаду споруд очистки стічних вод як добриво [Текст]: // Химия и технология воды. - 2003. – 25, № 5. – С. 464 – 467.

17. Криволицкий Д. А., Экологическое нормирование на примере радиоактивного и химического загрязнения экосистем [Текст]: / Д.А. Криволицкий, А.М. Степанов, Ф.А. Тихомиров, Е.А.Федоров / Методы биоиндикации окружающей среды в районах АЭС.– М., 1988.– С.4-16.

18. Клименко, М.О. Моніторинг довкілля [Текст] / М. О. Клименко, А. М. Прищепа, Н. М. Вознюк. – К.: Академія, 2006. – 360 с.

19. Бурда, Р.І. Біологічний моніторинг [Текст] / Р. І. Бурда. – К.:Видавничий центр НАНУ, 2001. – 26 с.
20. Егорова, Е.И. Биотестирование и биоиндикация окружающей среды [Текст] / Е.И. Егорова, В.И. Белолипецкая. – Обнинск: ИАТЭ, 2000. – 80с.
21. Слободян, В.О. Біоіндикація [Текст]: навч. посібник / В.О. Слободян. – Івано-Франківськ: Полум'я, 2004. – 196 с.
22. Методичні рекомендації «Обстеження та районування території за ступенем впливу антропогенних чинників на стан об'єктів довкілля з використанням цитогенетичних методів» / А.І. Горова та ін. Д.: НГУ, 2007. – 25 с.
23. Селивановская, С.Ю. Создание тест-системы для оценки токсичности многокомпонентных образований, размещаемых в природной среде [Текст] / С. Ю. Селивановская, В. З. Латыпова// Экология.– 2004.– №1.– С. 21-25.
24. Довгалюк, А.И. Цитогенетические эффекты солей токсичных металлов в клетках апикальной меристемы корней проростков *Allium sera* L. [Текст] / А. И. Довгалюк, Т. Б. Калиняк, Я. Б. Блюм // Цитология и генетика.– 2001.– №2.– С. 3-10.
25. Куделин, В.М. Токсикологическая оценка сточных и дренажных вод Байкальского целлюлозно-бумажного комбината [Текст] / В. М. Куделин, Г. А. Тимошенко, В.С. Толстихина // Экология.– 2004.– №1.– С. 74-76.
26. Довгалюк, А.І. Токсична дія іонів металів на ріст та мітотичну активність клітин коренів цибулі *Allium sera* L. [Текст] / А. І. Довгалюк, Т. Б. Калиняк // Доповіді НАН України. - 1998.– №6.– С. 173-178.
27. Кабиров, Р.Р. Альгологический метод оценки токсичности поверхностно-активных веществ [Текст] / Р. Р. Кабиров, Р. Х. Хазипова – М.: Наука, 1991.– С. 282-285.
28. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.1.7.573-96. Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения [Текст]. – Введ. 31.10.96.

29. Gorova, A. Assessment of environmental and human health using cytogenetic methods [Text] / A. Gorova, I. Klimkina, A. Pavlitshenko, Y. Buchavy // The 3rd Central and Eastern Europe Conference on Health and the Environment “The Environment – a Platform for Health”, Cluj-Napoca, Romania. – Central European Journal of Occupational and Environmental Medicine, published by the Occupational Health Foundation, Budapest/Hungary, 2008. – Number 1. – Volume 14. – P. 30-31.

30. Николаевский, В.С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации [Текст] / В.С. Николаевский. – Пущино, ВНИИЛМ, 2002. – 220 с.

31. Биоиндикация. Методические рекомендации к выполнению лабораторной работы на тему: «Методы оценки токсичности водных источников и почв при помощи ростового теста» / А.И. Гороя, С.А. Рыженко, А.В. Павличенко, О.О.Борисовская – Д.:Национальный горный университет, 2007. – 28 с.

32. Рогов, В.М., Регуш, А.Я. Особливості адсорбції іонів важких металів із стічних вод природним кліноптилолітом, 2009 // (Електронна наукова стаття) Режим доступу: URL: <http://www.nbuu.gov.ua>.

33. Миначев, Х.М. Окислительно-восстановительный катализ на цеолитах [Текст] / Х. М. Миначев, В. В. Харламов. – М.: Наука, 1990. – 149 с.

34. Орлов, Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации [Текст]. – М.: МГУ, 1990. – 325с.

35. Флайг, В. М. Химический состав и физические свойства перегнойных веществ [Текст] / В. М. Флайг // Этюды о гумусе: Докл. Межд.симп. «Гумус и растение». – Прага. – 1997. – С.81-112.

36. Arutyunyan, R.M., Micronuclei in buccal mucosa cells of oral cavity cancer patients during radiotherapy [Text] / R.M. Arutyunyan, A.K. Nersessian // Abstracts of 16th International Cancer Congress. – New Delhi, India, 1994. – P. 383.

37. Nersessian, A.K. Micronuclei in oral mucosa of lung cancer patients under chemotherapy [Text] / A.K. Nersessian, R.M. Arutyunyan, S.A. Makarian // Bull. Genet.Soc. Canada. – 1994. – 25, N 1. - P. 42.

38. Мітченко, А.О. Вдосконалення сорбційних технологій видалення гумінових речовин із води для раціонального використання водних ресурсів [Текст] / А.О. Мітченко// НАН України. Ін-т колоїд. хімії та хімії води ім. А.В.Думанського. — К., 2004. — С 20-22.
39. Ballarian, C. D. Micronucleated cells in nasal mucosa of formaldehyde-exposed workers [Text] / C. D. Ballarian, F. Sarto, // *Mutat.Res.* – 1992. – 280, N 1. – P. 1-7.
40. Gorova A., Assessment of the Consequences of Anthropogenic Catastrophes on Ecological-Genetic Environmental Conditions and Human Health [Текст] / A. Gorova, A. Pavlychenko, I. Klimkina, Y. Buchavy // NATO ARW «Achieving Environmental Security: Ecosystem Services and Human Welfare», P.H. Liotta et al. (Eds.). – IOS Press, 2010. – P. 153-165.
41. Горовая, А.И. Гуминовые вещества в биосфере [Текст]. – М.: Наука, 1993. – 303 с.
42. Горовая, А.И. Гуминовые вещества. Строение, функции, механизмы действия, протекторные свойства, экологическая роль [Текст] / А. И. Горовая, Д. С. Орлов, О. В. Щербенко. - Киев: Наукова думка, 1995. – 303 с.
43. Горовая, А.И. Экологическая роль гуминовых веществ в уменьшении агрессивности тяжелых металлов в биогеоценозах [Текст] / А.И. Горовая, Е.С. Редько, Т. В. Скворцова // ИППЭ НАН Украины. – Днепропетровск, 1993. – С. 32.
44. Gorova A. Cytogenetic effects of humic substances and their use for remediation of polluted environments [Text] / A. Gorova, T. Skvortsova, I. Klimkina, A. Pavlischenko // (I.V.Perminova et al. (eds.) *Use of humic substances to remediate polluted environments: from theory and practice*, Springer. – 2005. – P. 311-328.
45. Горова, А.И. Методологічні аспекти оцінки генетичних наслідків техногенезу [Текст] / А. І. Горова // Зб. наукових праць «Екологія і природокористування»- Дніпропетровськ, 2001. – Вип. 3. – С. 143-151.
46. Gorova, A. Decreasing toxic and mutagenic activity of soils through the application of humic substances [Text] / Gorova, A., Klimkina I., Pavlitschenko A. //

General Assembly 2009 of the European Geosciences Union, Vienna (Austria). – 19-24.04.2009. – Vol.11. – EGU2009-814-3.

47. Порошенко, Г.Г. Антропогенные мутагены и природные антимутагены [Текст] / Порошенко, Г.Г. Абилов С.К. // Итоги науки и техники. Серия общая генетика. – М.:ВИНИТИ, 1988. – Т.12. – 206 с.

48. Горовая, А.И. Гуминовые вещества в биосфере [Текст]. – М.: Наука, 1993. – 303 с.

49. Воробьева, Л.И. Биоантимутагенное действие культуральной жидкости *Streptococcus faecalis* против мутагенеза, индуцированного α -нитрофлуореном у *Salmonella typhimurium* Та 1538 и Та 98 [Текст] / Л. И. Воробьева, Т. А. Чердынцева, С. К. Абилов // Микробиология. – 1996. – Т. 65, № 1. – С.79-83.

50. Дуган, О.М. Дослідження антимутагенної активності екстрактів із біомаси культивованих клітин деяких лікарських рослин у тесті Еймса [Текст] / О. М. Дуган, І. Р. Барияк, Т. І. Нестер, А. С. Дворник // Цитологія та генетика. – 1999. – №6. – С. 19-25.

51. Горовая, А.И. Роль физиологически активных веществ гумусовой природы в повышении устойчивости растений к действию пестицидов [Текст] / А. И. Горова // Биологические науки. – М.: Высшая школа, 1988. - №7. – С.5-16.

52. Технологічний паспорт ЮСА. – Дніпропетровськ, 2009.- 60 с.

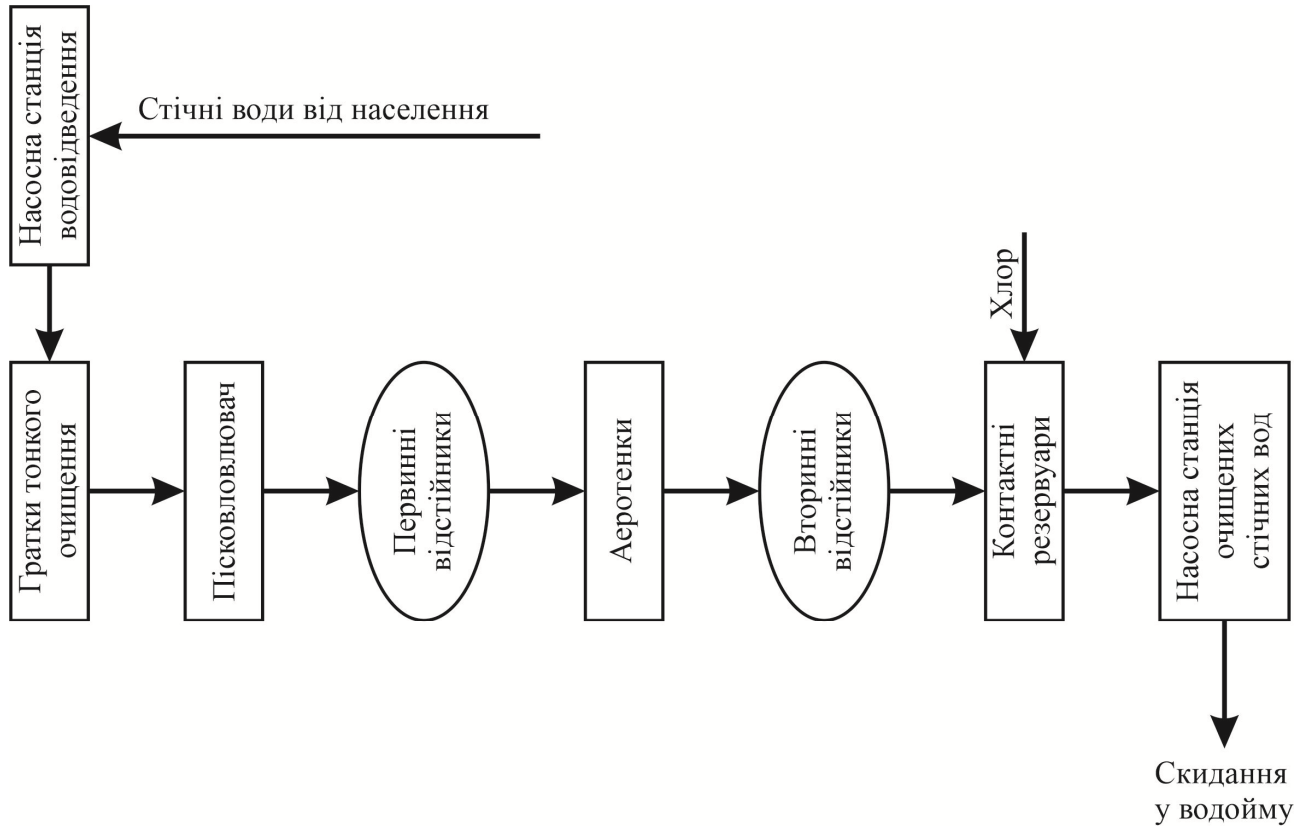
53. Очистка господарсько-побутових стічних вод (Електронний ресурс)/ Режим доступу: URL: http://potential4.com.ua/tehnologii_ochistki_-_gospodarsko-pobut.html.

54. Методические рекомендации. Отбор проб почв, грунтов, осадков биологических очистных сооружений, шламов промышленных сточных вод, донных отложений искусственно созданных водоемов, прудов-накопителей и гидротехнических сооружений (Электронный ресурс) / Режим доступа: URL: <http://www.opengost.ru>.

55. Биоиндикация. Методические рекомендации к выполнению лабораторной работы на тему: «Методы оценки токсичности водных источников и почв при помощи ростового теста» / А.И. Горювая, С.А. Рыженко, А.В. Павличенко, О.О.Борисовская – Д.:Национальный горный университет, 2007. – 28 с.
56. Плохинский, Н.А. Биометрия [Текст], 2-е издание — Москва.: 1970, 186 с.
57. Ушаков, К. С. Охрана труда [Текст] / К.С. Ушаков – М.: Недра, 1986. – 624 с.
58. Воскресенский, П.И. Техника лабораторных работ [Текст]. - М., Химия, 1973. – 717с.
59. Катренко, Л.А. Охорона праці [Текст]: Курс лекцій. Практикум: Навчальний посібник / Л. А. Катренко, Ю. В.Кіт, І. П. Пістун. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2003. – 496 с.
60. Ганузюк, М. П. Основи охорони праці [Текст]: підруч. для студ. вищих навч. закладів / М. П. Ганузюк, Є. П. Желібо, М. О. Халімовський. - К.:Каравела, 2004. – 408 с.
61. Ткачук, К.Н. Охорона праці [Текст] / К. Н. Ткачук, А. О. Гурін, П. В. Бересневич. – К. 1998. – 320с.
62. Экология и экономика природопользования. Учебник для вузов / Под ред. Э.В.Гарусова.- М.: Закон и право, ЮНИТИ, 1998. – 455 с.
63. Податковий кодекс України (Електронний ресурс) / Режим доступу: URL: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?page=1&nreg=2755-17>.
64. Про відходи [Текст]: Закон України N 187/98-ВР// Баланс. – 1998. – С. 5-7.
65. Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів [Текст] / Збірка доповідей VIII Міжнародної наукової конференції аспірантів і студентів, 14-16 квітня 2009 р. Т. 1 – Донецьк: ДонНТУ, 2009. – С. 55-56.

66. ГОСТ 7.1–84. Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления. – Взамен ГОСТ 7.1–76; Введ. 01.01.86. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 70 с.

67. **Кваліфікаційна** робота магістра: методичні рекомендації для студентів освітньо-професійної програми «Екологія» другого (магістерського) рівня вищої освіти зі спеціальності 101 «Екологія» [Текст] / В. Є. Колесник, А. В. Павличенко, С. А. Риженко, Д. В. Кулікова. НТУ «Дніпровська політехніка». Дніпро: НТУ«ДП», 2020. – 44 с.



Акт відбору проби надлишкового мулу

№ _____ від «_____» _____ р.

(відходи, осад, шлам, надлишковий мул, ґрунти)

Мета відбору _____

Дата відбору проби «_____» _____ р.

Час відбору _____

Назва підприємства, адреса підприємства

Найменування процесу, в результаті якого були отримані відходи (якщо такий має місце)

Місце відбору проби

Тип пробовідбірного обладнання _____

(матеріал та місткість)

Тип проби _____

(точкова, періодична, середньодобова)

Код або номер проби _____

Назва лабораторії, куди постачається проба _____

Кількість паралельно відібраних проб та об'єм кожної з них _____

Інформація про застосовну ємність для зберігання проб _____

(матеріал й т.ін.)

Умови відбору проб _____

t, °C, рН, O₂ (заповнюється за необхідності)

Агрегатний стан проби _____

(рідка, пастоподібна, тверда, сипуча і т. ін.)

Хімічний склад відходу _____

Уповноважений представник об'єкту, що відібрав пробу _____

(Ф. І. О., посада представника об'єкта)

Дата « _____ » _____ р. Підпис _____

Представник підприємства, прийнявший пробу _____

(Ф. І. О., посада)

Дата « _____ » _____ р. Підпис _____



«Молодь: наука та інновації»

Матеріали VIII Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених.

Секція 10 – «Екологічні проблеми регіонів».

Дніпро, 25 листопада – 27 листопада 2020 року

Дніпро
2020

УДК 574.635

Дубовик О.Ю., студент гр.101м-19з-1

Науковий керівник: Мironova I.G., к.т.н., доцент кафедри екології та ТЗНС
Національний технічний університет "Дніпровська політехніка", м. Дніпро, Україна

ОБРУНТУВАННЯ НАПРЯМІВ ЕКОЛОГОБЕЗПЕЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ ОСАДІВ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

Біологічне очищення стічних вод з використанням активного мулу шляхом обробки стоків в анаеробних і аеробних умовах призводить до утворення надлишкового мулу, який за своїми поживними властивостями може бути використаний у якості добрив в сільському господарстві. Але єдиної раціональної та екологічно безпечної технології утилізації надлишкового мулу не існує, адже осад з різних очисних споруд має неоднакові фізичні, фізико-хімічні і біологічні властивості, а також абсолютно різний якісний і кількісний склад [1]. Крім того, широке використання біологічного мулу може бути обмеженим за рахунок наднормативного вмісту важких металів. Тому обробка, утилізація та розміщення осаду стічних вод, а також питання можливої детоксикації біологічного мулу на підставі природних фізіологічно активних речовин гумінового походження є дуже важливим і актуальним питанням. Протекторна функція гумінових сполук, а саме здатність цих речовин зв'язувати токсичні елементи в малорухомі або важко дисоційовані з'єднання, обмежує міграційні особливості токсикантів в навколишньому середовищі і обумовлює високу екологічну роль в біогеоценозах [2-4].

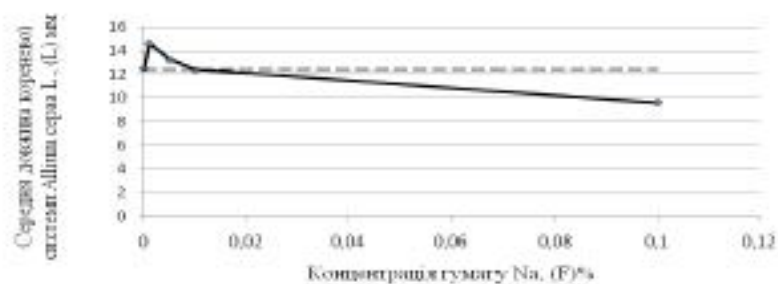
Об'єктом дослідження являється надлишковий мул з мулового майданчику Південної станції аерації (ПСА) м. Дніпро, як токсичний компонент. Надлишковий мул утворюється в результаті біологічної очистки стічних вод на станціях аерації і складається для підсушування на мулових майданчиках. На території України кількість накопиченого надлишкового мулу перевищує 5 млрд. т, до яких щороку додається ще 3 млн. т нових осадів [5].

Південна станція аерації є одним з підрозділів МВКП «Дніпроводоканал». Підприємство «Дніпроводоканал» – міське комунальне виробниче підприємство, яке здійснює свою виробничу діяльність з метою якісного, своєчасного забезпечення населення та окремих об'єктів питною водою, а також відводу стічної води. Стічні води, що поступають на ПСА, не відповідають вимогам до якості стічних вод. Окремі показники забруднення стічних вод різними токсикантами перевищують нормативні аналогічні показники у 40-130 разів. При відборі проби надлишкового мулу користувалися методикою «Відбору зразків осаду і надлишкового мулу зі шламових та мулових майданчиків». Для оцінки токсичності надлишкового мулу використовувався один з методів біоіндикації – «Ростовий тест», сутність якого полягає в обліку змін показників росту проростків індикаторних культур, вирощених на досліджуваній зразках субстрату – на надлишковому мулі. У процесі контролюють інтенсивність росту індикаторної культури, насіння якої проростають на досліджуваному та контрольному (не забрудненому) субстраті, фіксуючи енергію їх проростання, висоту проростків, довжину коренів, суху масу надземної і підземної частин [6]. В якості тест-культур використовували *Allium cepa* L. (вивчали токсичний ефект за довжиною корінців), *Raphanus sativus* L. (за кількістю пророслих насінин). Статистичну обробку даних проводили з використанням програм Microsoft Excel.

Оцінку токсичності надлишкового мулу здійснювали за допомогою «Ростового тесту». Дослідження всіх варіантів проводили у трьох повторностях. В якості контролю рослини вирощували на ґрунті екологічно чистого регіону. Для вивчення можливості моделюючої дії гумінових сполук порівнювали токсичний ефект при вирощуванні насінин в наступних варіантах: (1) мул+вода, (2) мул+гумат натрію 0,1 %, (3) мул+гумат натрію 0,01% і (4) мул+гумат натрію 0,005%, (5) мул+гумат натрію 0,001%.

Отримані у ході експерименту результати показали, що в досліджуваному субстраті в порівнянні з контролем спостерігається пригнічення ростових процесів *Allium cepa* L. Це свідчить про наявність токсичних властивостей в біологічному мулі ПСА. Так, в досліджуваному варіанті (1) спостерігали вірогідне пригнічення ростових процесів в порівнянні з контролем

(12,51±0,96 й 19,58±1,07 мм відповідно). Це, в свою чергу, може бути обумовлено дією надлишкових концентрацій важких металів та інших забруднювачів. Також отримані результати показали, що в досліджуваному субстраті у порівнянні з контролем спостерігається зниження кількості пророслих насіння *Raparus sativus* L. В обох експериментах спостерігали ідентичну картину: при додаванні гумату натрію в концентрації 0,1% відбувалось ще більше пригнічення процесів росту, і лише додавання 0,001 %-го розчину гумату натрію стимулювало їх. Це свідчить про те, що подальше зниження концентрацію сорбенту дозволить покращити якість надлишкового мулу, і навіть наблизити її до якості контрольного субстрату. Це в свою чергу може дозволити використовувати осад стічних вод в народному господарстві в якості добрива. На основі отриманих у ході експерименту результатів побудовано модель залежності довжини кореневої системи *Allium sera* L. від концентрації сорбенту, яка дозволить спрогнозувати подальший розвиток ростових процесів біологічних індикаторів (рис. 1).



----- середня довжина кореневої системи *Allium sera* L., вирощеної на аналізованому субстраті без додавання розчину гумату натрію

Рисунок 1 – Модель залежності довжини кореневої системи *Allium sera* L., від концентрації сорбенту

Аналізуючи модель залежності довжини кореневої системи *Allium sera* L. від концентрації сорбенту можна зробити висновок, що мул у порівнянні з ґрунтом екологічно чистого регіону (середня довжина корінців є *Allium sera* L. 19,58 мм) є токсичним для даного біоіндикатору. Але застосування фізіологічно активних речовин, у даному випадку гумату натрію, в наноконцентраціях сприяє стимулюванню ростових процесів. Що говорить про високу протекторну функцію даних фізіологічно активних речовин саме в таких низьких концентраціях.

Перелік посилань

1. Бакланов В.И., Бобров О.Г., Барановская Н.Ф. Использование осадков биологической очистки промышленных сточных вод в народном хозяйстве. Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. – Д.: НІТЕХІМ, 1990. – Вип. 26. – С. 220.
2. Горова А.І. Методологічні аспекти оцінки генетичних наслідків техногенезу. 36. наукових праць «Екологія і природокористування»- Дніпропетровськ, 2001. – Вип. 3. – С. 143-151.
3. Gorova, A., Klimkina I., Pavlitschenko A. Decreasing toxic and mutagenic activity of soils through the application of humic substances. General Assembly 2009 of the European Geosciences Union, Vienna (Austria). – 19-24.04.2009. – Vol.11. – EGU2009-814-3.
4. Горова А.И. Гуминовые вещества в биосфере. – М.: Наука, 1993. – 303 с.
5. Маслак, В.Н., Зотов Н.И. К вопросу об утилизации осадков городских и промышленных сточных вод. Тез. докл. Межд. Конгресса «ЭТЭВК – 2001» - Ялта, 2001. – С. 244 – 247.
6. Горова А.И., Рыженко С.А., Павличенко А.В., Борисовская О.О. Биондизация: методические рек. к выполнению лабораторной работы на тему: «Методы оценки токсичности водных источников и почв при помощи ростового теста». Д.: Национальный горный университет, 2007. – 28 с.

ВІДГУК

на кваліфікаційну роботу магістра

групи 101м–19з–1

Дубовик О.Ю.

**на тему: «Обґрунтування напрямів екологобезпечного використання осадів
очищення стічних вод»**

Кваліфікаційна робота Дубовик О.Ю. присвячена дослідженню токсичних властивостей надлишкового мулу Південної станції аерації м. Дніпро, а також знаходження шляхів зниження його токсичності з метою застосування в народному господарстві.

Дубовик О.Ю. дослідила токсичність надлишкового мулу за допомогою ростового тесту з використанням чутливих біоіндикаторів, вивчила найбільш ефективну концентрацію розчину гумата натрія як фізіологічно активної речовини природного походження з протекторними функціями.

Новизна, оригінальність й практична цінність даної роботи полягає в розробці способу зниження токсичності надлишкового мулу Південної станції аерації м. Дніпро шляхом обробки його розчином гумату натрію в концентрації 0,001 %, що може дозволити використання очищеного мулу в якості добрива у народному господарстві.

Отримано позитивний економічний ефект у розмірі 1929312 грн в рік від зменшення плати за розміщення надлишкового мулу на майданчиках Південної станції аерації м. Дніпро за рахунок перевodu його як відходу 2-го класу небезпеки в 4-й клас на підставі застосування гумінових сполук.

В цілому, кваліфікаційна робота Дубовик О.Ю. оформлена згідно діючих стандартів, відповідає спеціальності напряму підготовки 7.070801 «Екологія та охорона навколишнього середовища» і заслуговує на оцінку «добре».

Керівник кваліфікаційної роботи,
к.т.н., доцент кафедри екології та ТЗНС

І.Г. Миронова

РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну роботу магістра
групи 101м–19з–1
Дубовик О.Ю.

на тему: **«Обґрунтування напрямів екологобезпечного використання осадів
очищення стічних вод»**

Кваліфікаційна робота магістра виконана відповідно до завдання, відповідає темі дослідження.

Актуальність теми замовлена стрімко зростаючою кількістю відходів з осаду стічних вод, що утворюються на очисних станціях населених пунктів. Зокрема, упродовж року від одного умовного мешканця на міські очисні споруди надходить 25 – 30 кг органічних і мінеральних речовин, які в результаті очищення стічних вод виділяються у вигляді суспензій об'ємом від 600 до 800 л/рік. Як наслідок, тільки на території України кількість накопиченого осаду перевищує 5 млрд. т, до яких щороку додається ще 3 млн. т нових осадів. Тому утилізація надлишкового мулу та його детоксикація для можливого використання в народному господарстві у якості добрив є вкрай важливим питанням.

Дубовик О.Ю. проведено оцінку токсичних властивостей надлишкового мулу Південної станції аерації м. Дніпро за допомогою відгуків біоіндикаторів. Обґрунтовано технічне рішення зі зниження токсичності надлишкового мулу шляхом обробки їх розчином гумату натрію у певних концентраціях для його застосування у якості добрив в народному господарстві.

Робота виконана на сучасному рівні, отримана достовірна експериментальна база даних, що дозволяє сформулювати коректні та вірні висновки щодо загального стану надлишкового мулу на основі відгуків високочутливих біосистем.

Обґрунтованість та достовірність наукових положень і висновків підтверджуються використанням методів математичного аналізу і математичної обробки експериментальних даних.

Слід відзначити високу практичну значимість отриманих результатів. Результати роботи можуть бути використані для вирішення еколого-економічних і соціальних проблем великих міст на регіональному та державному рівнях, а також в якості методу отримання органо-мінерального добрива з осаду стічних вод.

Кваліфікаційна робота в цілому виконана на достатньому рівні і заслуговує на оцінку «добре».

Рецензент:

д.т.н, проф. кафедри гірничої
інженерії та освіти

О.Є. Хоменко

ДОВІДКА
про результати перевірки тексту кваліфікаційної роботи магістра
на присутність запозичень (плагіату)

Авторка роботи	Дубовик Олена Юріївна
ЗВО	Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»
Інститут, факультет, кафедра, група	Інститут природокористування, кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища, 101м-19з-1
Тема кваліфікаційної роботи	Обґрунтування напрямів екологобезпечного використання осадів очищення стічних вод
Результати перевірки	
Запозичення (плагіат), %	18,5
Оригінальність, %	81,5
Модуль пошуку	AntiPlagiarism.NET

Роботу перевірів:
доцент кафедри
екології та технологій захисту
навколишнього середовища

І.Г. Миронова