

МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
(УНУС)

Факультет плодовоовочівництва, екології та захисту рослин

Кафедра екології та безпеки життєдіяльності

Допущено до захисту

«___» (_____) 2024 року

Зав. кафедри, к. с.-г., доцент

_____ Ольга ВАСИЛЕНКО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

АНАЛІЗ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ ТА РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЩОДО ЇЇ
ПОЛІПШЕННЯ В МЕЖАХ М. УМАНЬ

Виконав студент 2 курсу, групи 21-м-ек
спеціальності 101 Екологія
БОБИН Михайло Михайлович

Керівник: НІКІТІНА Ольга, к. с.-г. н., доцент

Умань – 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1 ОСНОВНІ ФУНКЦІЇ, ВЛАСТИВОСТІ, СКЛАД ТА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ВОДИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	6
1.1. Основні функції і властивості води	6
1.2. Склад і категорії природних вод	10
РОЗДІЛ 2. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	14
2.1 Умови проведення досліджень	14
2.2 Характеристика об'єкту досліджень	14
2.3 Методика проведення досліджень	16
2.4 Аналіз стану охорони праці в дослідній лабораторії	23
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ	27
3.1. Вибір основного технологічного обладнання для вдосконалення технологічної схеми очисних споруд	27
3.2 Аналіз якості питної води у колодязях м. Умань	33
3.3 Основні заходи щодо поліпшення якості питної води в межах м. Умань	36
РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ЗАТРАТ НА ПРОВЕДЕННЯ АНАЛІЗУ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ	40
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ	42
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	43
ДОДАТКИ	47

ВСТУП

За прогнозами ООН, до 2020 року водність об'єктів, що містять прісну воду зменшиться на 20%, а до 2025 р. 65% населення планети будуть жити в умовах постійного браку питної води. Україна є однією з найменш водозабезпечених країн Європи. В нас від низької якості питної води, що не відповідає санітарно-гігієнічним нормам і стандартам страждає кожний п'ятий громадянин, тоді як у середньому на планеті – лише кожний десятий. Споживання якісної питної води в кількості 30 грам на 1 кг ваги тіла за одну добу, що задовольняє основні потреби людини, є однією з умов зміцнення її здоров'я, збалансованого розвитку громади.

Новий нормативний документ ДСанПіН 2.2.4-171-10 встановлює вимоги до безпечності та якості питної води, яка призначена для споживання людиною, а також правила виробничого контролю з додержанням державного санітарно-епідеміологічного нагляду у сфері питного водопостачання населення.

Тому доцільно вести постійний моніторинг і аналітичний контроль стану якості питної води з джерел централізованого й децентралізованого водопостачання. Для поліпшення цієї ситуації слід проводити постійну паспортизацію криниць міста з доведенням інформації до користувачів та впроваджувати заходи з попередження забруднення криниць в районах приватної забудови.

Актуальність теми.

Сучасна екологічна ситуація з водними ресурсами в Україні, в т. ч. м. Умань, характеризується сталим зростанням дефіциту питної води належної якості та захворювань від споживання неякісної питної води. Недотримання стандарту якості питної води призводить до несприятливих наслідків для здоров'я й еколого-безпечного благополуччя населення. В м. Умань проблема забезпечення населення доброякісною питною водою наразі є дуже гострою. Зараз централізованим водопостачанням в м. Умань забезпечене близько 70% населення. Однак мало хто з мешканців міста вважає воду з-під крана якісною й еколого-безпечною питною водою.

Об'єктом дослідження – питна вода різних джерел водопостачання в м. Умань, її відповідність санітарно-гігієнічним показникам.

Предмет дослідження – вплив різних чинників на якість питної води в м. Умань

Метою роботи дипломної роботи – дослідити якість питної води різних джерел водопостачання в м. Умань

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі **завдання**:

- подати еколого-географічну характеристику об'єкту досліджень;
- опрацювати методику визначення показників якості питної води;
- з'ясувати основні вимоги споживачів до якості питної води;
- визначити основні фізико-хімічні показники якості водопровідної питної води м. Умань;
- провести екологічну оцінку якості питної води у криницях м. Умань на основі затверджених методик;
- встановити причини, що змінюють і погіршують якість питної води міста;
- на основі проведених досліджень, запропонувати комплекс заходів щодо поліпшення стану якості питної води у м. Умань

Методи дослідження. Математико-статистичні (для обробки даних); об'ємний (титрування), фотометричний (колориметричний), аналітично-діагностичні; комплексний, ретроспективний і порівняльний аналізи (для виявлення причинно-наслідкових зв'язків щодо антропогенної трансформації водних екосистем); міждисциплінарний, екосистемний, ландшафтно-екологічний, гідроекологічний і соціологічний підходи (для екологічної оцінки якості питної, перспектив збереження водних екосистем), рекреаційних навантажень на водні екосистеми; картографічні (для створення карт), моніторингу.

Наукова новизна одержаних результатів. З метою підвищення рівня

екологічної безпеки на основі виконаних досліджень отримані наукові результати щодо вивчення якості питної води м. Умань.

Практичне значення роботи. Для поліпшення якості питної води м. Умань необхідно здійснити комплекс заходів: організаційних, адміністративних, нормативно-правових, технологічних, лісомеліоративних, агротехнічних й гідротехнічних, які направлені на усунення забруднення, засмічення та виснаження водних екосистем територіальної громади

Апробація результатів роботи Основні положення кваліфікаційної роботи представлялися і обговорювалися на XIII Всеукраїнській науково-практичній Інтернет-конференції «Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства»

Структура та обсяг дипломної роботи. Загальний обсяг роботи становить 46 сторінки комп'ютерного тексту. Дипломна робота складається з вступу, 4 розділів, висновків та 1 додатку. Список використаних джерел нараховує 41 джерел.

РОЗДІЛ 1

ОСНОВНІ ФУНКЦІЇ, ВЛАСТИВОСТІ, СКЛАД ТА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ВОДИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.2. Основні функції і властивості води

Вода – це хімічна сполука, що складається з водню і кисню. У її складі 11,11% водню і 88,89% кисню за масою. При утворенні молекули води два атоми водню з'єднуються з одним атомом кисню. Структура молекули нагадує рівнобедрений трикутник: на вершині розташований атом кисню, а біля основи – два атоми водню. Через те, що обидва атоми водню зміщені в один бік відносно атома кисню, молекула води має високу полярність – розподіл позитивного і негативного зарядів є нерівномірним. Сторона з атомом кисню набуває невеликого негативного заряду, тоді як бік з атомами водню має надлишок позитивного заряду. Полярність молекули та інші міжмолекулярні сили сприяють здатності молекул води об'єднуватися в асоціації – тобто утворювати групи молекул. Найпростішою формою є водяна пара (гідроль) з формулою H_2O . В рідкому стані вода здебільшого існує як сполука двох молекул H_2O (дигідроль), а в твердому стані (лід) складається з трьох молекул H_2O (тригідроль). У льоду переважають молекули тригідроля, які мають найбільший об'єм, і поодинокі молекули H_2O відсутні. У пароподібному стані при температурах понад 1000 °C вода здебільшого складається з молекул гідроля, оскільки висока швидкість руху молекул заважає їх об'єднанню. У рідкому стані вода є сумішшю молекул гідроля, дигідроля та тригідроля, співвідношення між якими залежить від температури. [1–3].

Органолептичні характеристики води визначаються фізичними, хімічними та біологічними факторами. Оптимальна температура питної води має бути 8-12°C. Вода такої температури приємна на смак, освіжає, ефективно втамовує спрагу, швидко засвоюється і сприяє активній секреторній та моторній діяльності шлунково-кишкового тракту. Теплу воду, навпаки, п'ють неохоче, вона

повільніше засвоюється та погано вгамовує спрагу. Вживання її у великій кількості може викликати неприємні відчуття, а іноді й нудоту [4,5]..

Краще спрагу задовольняє прохолодна або гаряча вода, яка сприяє секреції слини і швидше всмоктується, ніж холодна або тепла. При будь-якій t найкраще задовольняє спрагу, посилюючи слиновиділення, міцний настій чаю. Пиття води, t якої менше 5°C , викликає неприємні відчуття в порожнині рота, в тому числі зубний біль і може бути причиною переохолодження горла і рота. Близькою до оптимальної є t води підземних джерел, що залягають на глибині 15-20 м, і річні коливання t якої не перевищують 2°C . Це свідчить про добру захищеність води з поверхні ґрунту [6].

Органолептичні характеристики води визначаються фізичними, хімічними та біологічними факторами. Оптимальна температура питної води має бути $8-12^{\circ}\text{C}$. Вода такої температури приємна на смак, освіжає, ефективно вгамовує спрагу, швидко засвоюється і сприяє активній секреторній та моторній діяльності шлунково-кишкового тракту. Теплу воду, навпаки, п'ють неохоче, вона повільніше засвоюється та погано вгамовує спрагу. Вживання її у великій кількості може викликати неприємні відчуття, а іноді й нудоту [7]..

Люди віддають перевагу питній воді, яка є прозорою, безбарвною, не має неприємного запаху чи присмаку. Така вода не повинна містити видимих неозброєним оком організмів, завислих часток або плівок на поверхні. Якісна вода має бути прозорою, що визначається її здатністю пропускати видиме світло, залежно від наявності у ній суспендованих мінеральних чи органічних часток. Вода вважається достатньо прозорою, якщо через 30-сантиметровий шар можна розгледіти звичайний друкований текст. Протилежністю прозорості є каламутність, яка свідчить про наявність у воді домішок ґрунту, стічних вод або проблем з обладнанням криниць і свердловин. Каламутні води гірше піддаються знезараженню, в них краще виживають мікроорганізми, а надмірна каламутність

може подразнювати слизову оболонку шлунка і кишківника. Згідно з ДСанПіН України № 383 "Вода питна...", рівень каламутності питної води не повинен перевищувати 0,5 (максимально – 1,5) НОК (нефелометричних одиниць каламутності), при цьому вміст завислих часток має бути не більше 1,5 мг/дм³ [8-10].

Колірність поверхневих і неглибоких підземних вод зазвичай викликана наявністю гумінових речовин, що вимиваються з ґрунту і надають воді жовтувато-коричневий відтінок. Додатково на колір води можуть впливати процеси цвітіння водоростей та забруднення стічними водами. На очисних спорудах водогонів колірність природної води знижується. Глибокі підземні води зазвичай є безбарвними. При лабораторних дослідженнях інтенсивність кольору води порівнюється із спеціальною шкалою стандартних розчинів, а результат виражається в градусах (Г) колірності. За еталон вважається забарвлення, що відповідає 1 мг платини у вигляді хлоро-платинату калію в 1 дм³ води; колірність понад 20° (35°) вважається небажаною [11].

Присмак і запах води залежать від різних факторів. Органічні речовини рослинного походження та продукти їх розпаду надають воді землистого, трав'янистого або болотного запаху та присмаку. Гниття органічних сполук може викликати характерний запах. Під час цвітіння водорості, які розкладаються, можуть надавати воді рибний або огірковий запах. Забруднення води побутовими та промисловими стоками, а також пестицидами, також можуть стати причиною неприємного запаху і присмаку. У глибинних водах запах і присмак здебільшого виникають через розчинені мінеральні солі або гази, як-от H₂S. Звичайні методи очищення на водогонах дещо зменшують запах і присмак води, але не повністю. Незвичний запах і присмак можуть вказувати на техногенне забруднення. У таких випадках проводиться аналіз джерел забруднення, розглядається необхідність додаткових хімічних досліджень, заходів для поліпшення якості води та її

придатності для пиття [12, 13].

Якість води також залежить від різноманітних стоків. Під час танення снігу, льоду чи випадання дощу утворюються зливі стічні води, які можуть містити різні мікроорганізми, органічні та неорганічні речовини, а також механічні домішки. Рівень їх забруднення багато в чому визначається чистотою поверхонь водозбору. Найбільшу кількість бактерій, вірусів, яєць гельмінтів та органічних речовин містять господарсько-фекальні стоки. Промислові стічні води, у свою чергу, часто багаті на неорганічні речовини, концентрація яких може перевищувати санітарно допустимі норми. Додатково, у воді можуть міститися реагенти, які використовуються для її обробки. Тому склад і концентрація хімічних речовин у воді вказують на її фізіологічну якість, ступінь та вид забруднення, а також на необхідність очищення і можливість використання [12, 14].

Запах і присмак води оцінюються за шкалою в балах:

- 1 бал – дуже слабкий запах або присмак, який можуть розпізнати лише досвідчені лаборанти;
- 2 бали – слабкий запах, який не привертає уваги споживача;
- 3 бали – помітний запах, який викликає певне невдоволення у споживача;
- 4 бали – виражений запах, що робить воду неприємною для вживання;
- 5 балів – дуже сильний запах, який робить воду повністю непридатною для використання.

Відповідно до ДСанПіН України "Вода питна", інтенсивність запаху чи присмаку води не повинна перевищувати 2 одиниці розведення (ОР) до повного зникнення ознаки. Активна реакція води (рН) має залишатися в межах 6,5–8,5 [7].

На органолептичні показники впливають як походження води, так і мінеральний склад. В природі хімічний склад води формується при її контакті з

різними геологічними породами, залежить від розчинності мінералів, а також може змінюватися в результаті антропогенної діяльності. Ступінь загальної мінералізації характеризує сухий залишок. Він дає уявлення про кількість розчинених у воді солей. Доброю для вживання вважають прісну воду, загальна мінералізація якої становить не менше 100 і не більше 1000 (1500) мг/дм³. Мінеральні води (найчастіше лікувальні) містять від 1 до 10 г/дм³ розчинених солей. Солоня (морська) вода має мінералізацію до 50 г/дм³, а розсолоня – понад 50 г/дм³. Мінералізація прісних вод може підвищуватись і за рахунок потрапляння у воду сторонніх хімічних речовин [3].

1.2 Склад і категорії природних вод

Склад природних вод формується під сукупною дією фізичних, фізико-хімічних і хімічних процесів за участю мінеральних і органічних речовин та живих істот. Розрізняють **фізичні**, **хімічні** (фізико-хімічні) та **гідробіологічні** (мікробіологічні) властивості води. Визначення фізичних властивостей та інгредієнтного складу природних вод має надзвичайно важливе екологічне значення. Адже 80% мінеральних солей (кальцій, магній, натрій, калій, фосфор та ін.) надходять у живий організм з водою. Тому особливо актуальним є визначення поелементного складу хімічних речовин у воді. Залежно від елементів та їх сполук, агрегатного стану і концентрації домішок застосовуються різні методи аналізу: атомно-абсорбційної й емісійної спектрофотометрії – для визначення неорганічних речовин і хромато-спектрометрії – для ідентифікації органічних сполук. Проте ці методи через їх складність і високу вартість апаратури використовують переважно у спеціалізованих науково-дослідних установах. У практичній роботі санітарно-епідеміологічної служби (СЕС), водоохоронної інспекції, для гідрологічних, гідрофізичних і гідрохімічних спостережень застосовують доступні “традиційні” методи аналізу: об’ємний (титрування),

фотометричний (колориметричний), газохроматографічний, спектрофотометричний, полярографічний та інші [15].

Вода у природному стані – надзвичайно складний розчин мінеральних та органічних речовин. Розчини можуть бути *справжніми* і *колоїдними*. Справжні розчини містять розчинені речовини з молекулярним ступенем дисперсності у вигляді йонів або недисоційованих молекул, а колоїдні – у вигляді груп молекул. Грубодисперсні системи (суспензії, емульсії), що містять речовини з частками більших розмірів, не вважаються водними розчинами [7].

У гідрохімії під поняттям “**хімічний склад природних вод**” розуміють увесь комплекс розчинених мінеральних і органічних речовин, що знаходяться в йонно-молекулярному й колоїдному станах. Під формуванням складу води розуміють сукупність процесів, що призводять до утворення того чи іншого складу розчинених у ній мінеральних і органічних речовин. Основними природними чинниками, які впливають на формування хімічного складу води, є: **фізико-географічні** (грунти, клімат, рельєф, вивітрювання, випаровування); **геологічні** (склад гірських порід); **фізико-хімічні** (властивості елементів, окислювально-відновні процеси, гідроліз солей, йонний обмін); **біологічні** (життєдіяльність рослин і тварин, фотосинтез, діяльність бактерій) [16].

У гідрохімії термін «хімічний склад природних вод» включає всі розчинені мінеральні та органічні речовини, які перебувають у воді у йонно-молекулярному та колоїдному станах. Формування складу води означає сукупність процесів, які призводять до утворення певного набору розчинених мінеральних та органічних речовин у воді. Основні природні фактори, що впливають на формування хімічного складу води, включають:

- фізико-географічні фактори (тип ґрунтів, клімат, рельєф, процеси вивітрювання, випаровування);
- геологічні фактори (склад гірських порід);

- фізико-хімічні фактори (властивості елементів, процеси окислення і відновлення, гідроліз солей, йонний обмін);
- біологічні фактори (життєдіяльність рослин і тварин, фотосинтез, активність бактерій) [12].

Оскільки водойми є відкритими системами, на стан яких впливають не лише компоненти природних комплексів (атмосферне повітря, літологічний склад порід, ґрунти, живі організми), а й антропогенні чинники (обсяги й ступінь забрудненості стічних вод, розораність і ерозійність ґрунтів “насиченість” водозборів поселеннями та комунікаціями тощо), то вплив останніх на якість природних вод визначають допомогою спеціальних показників. Досліджуючи шляхи стікання атмосферних опадів, що формують місцевий стік, а також аналізуючи гідрологічні й гідрохімічні дані, виділяють такі *генетичні категорії вод*: *поверхнево-схилові* – стікають з схилів, коли ґрунтовий шар знаходиться в стані повної вологоємкості; *ґрунтово-поверхневі* – стікають мікрострумками і є сумішшю схилових ґрунтових вод; *ґрунтово-підґрунтові* – надходять з ґрунтово-підґрунтового шару, де в період перезволоження виникають тимчасові водоносні горизонти; *підґрунтові* – надходять з постійно існуючих горизонтів, що залягають на першому від поверхні суцільному водотривкому шарі [17].

Згідно з «Правилами охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами», прісні води суходолу поділяються на чотири категорії залежно від мети їх використання:

1. Перша категорія – водойми для господарсько-питного водопостачання населення та підприємств харчової промисловості.
2. Друга категорія – водойми культурно-побутового призначення, що використовуються для відпочинку, рекреації та водних видів спорту.
3. Третя категорія – водойми для рибогосподарських цілей, де зберігаються та нерестяться цінні види риб, які чутливі до рівня розчиненого кисню та кількості завислих речовин у воді.

4. Четверта категорія – водойми рибогосподарського призначення для збереження та нересту інших видів риби [18, 19].

Суттєвий вплив на склад природних вод має біологічний чинник, тобто життєдіяльність рослинних і тваринних організмів. Вибіркове поглинання йонів рослинами змінює склад води, її кислотно-лужну рівновагу. Відома, наприклад, здатність деяких рослин-галофітів накопичувати хлориди (полин) або сульфати (кермек). Коріння рослин, виділяючи у воду вуглекислий газ, сприяє розчиненню карбонатів та інших слаботорозчинних речовин. Фотосинтетична діяльність рослин збагачує водне середовище органічними речовинами та киснем і відповідно знижує концентрацію в ньому вуглекислого газу. Важлива роль у процесах метаморфізації хімічного складу вод належить мікроорганізмам, які здійснюють розклад органічних сполук до простих мінеральних речовин (Ca , H_2O , CH_4 та ін.), а також забезпечують процеси біохімічного окислення і відновлення багатьох хімічних елементів [20, 21].

РОЗДІЛ 2

УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Умови проведення досліджень

Умань, розташоване на Придніпровській височині, є адміністративним центром Уманського району та однойменної міської громади у Черкаській області України. Місто розташоване на обох берегах річки Уманка, яка є притокою Ятрані, за 186 км на південний захід від Черкас. Населення Умані становить 81 525 осіб (на початок 2022 року) і історично вважається важливим осередком Східного Поділля, знаходячись на межі Поділля та Наддніпрянської України. Через місто проходять автошляхи М05 та М30.

Клімат Умані обумовлений розташуванням міста – близькістю до степової зони помірного поясу. Загалом клімат міста є помірно континентальним з м'якою зимою і теплим літом.

Середньорічна температура повітря в місті становить близько $+8^{\circ}\text{C}$, а мінімальна вона у січні ($-3,8^{\circ}\text{C}$), максимальна – у липні ($+20,5^{\circ}\text{C}$).

Відносна вологість повітря в середньому за рік становить 70 %, мінімальна вона у травні (55 %), максимальна – у грудні (85 %). Найбільший став в місті (Осташівський) займає площу 58 га. Уманський парк Софіївка входить до семи чудес України.

2.2 Характеристика об'єкту досліджень

Централізоване водопостачання міста Умані забезпечується такими джерелами: поверхневі води річки Рось – придбана вода від ТОВ «Білоцерківвода» з м. Біла Церква, підземні води Уманського родовища, а також поверхневі води Олександрівського водосховища, яке наразі не експлуатується через недостатні запаси води.

Основним джерелом води для Умані є придбана вода, що покриває 80% потреб міста. Вода надходить через водоочисні споруди КП “Київоблводоканал” до резервуара чистої води об’ємом 10 тисяч м³ на ділянці насосної станції “Біла Церква”. Звідти її перекачують трубопроводом «Водогін Біла Церква–Умань» до чотирьох резервуарів по 10 тисяч м³ кожний, розташованих на території насосної станції “Родниківка-IV” у с. Родниківка (висота 228,2 м над рівнем моря). Загальна ємність ділянки водогону Біла Церква – Родниківка перевищує 90 тисяч м³, а добове споживання води Уманню становить приблизно 8-10 тисяч м³.

Олександрівський водозабір, розташований на північ від Умані, включає 9 робочих і 2 резервні свердловини з виробничою потужністю 192 м³. Він оснащений насосною станцією I-го підйому, яка має два насоси Д-200 (продуктивність – 180 м³/год, тиск – 100 м) і два насоси К-90/80 (продуктивність – 25 м³/год, потужність – 15 кВт, тиск – 80 м). Для знезараження води використовується розчин гіпохлориту натрію. Вода зі свердловин надходить до водозбірника об’ємом 30 м³, розміщеного на майданчику насосної станції I-го підйому, звідки подається по чавунному водогону діаметром 200 мм у резервуари чистої води на насосній станції II-го підйому на вул. Горького, а потім – у міську розподільчу мережу.

Піківецький водозабір, що розташований за 5-6 км на північний захід від Умані, складається з 24 свердловин, двох залізобетонних резервуарів чистої води загальним об’ємом 1,5 тис. м³, а також насосної станції II-го підйому. Станція оснащена двома насосами 6-НДВ (продуктивність – 200 м³/год, тиск – 60 м, потужність – 75 кВт) та насосом Д-320-70 (продуктивність – 320 м³/год, тиск – 70 м, потужність – 90 кВт). Вода зі свердловин подається до резервуарів чистої води, звідки насосами станції «Піківець» безперервно транспортується чавунним водогоном діаметром 400 мм і завдовжки 14,2 км у розподільчу мережу міста. Для знезараження води використовується гіпохлорит натрію.

В системі водопостачання м. Умань налічується 7 водопровідних насосних станцій, які забезпечують розподіл води в міській водопровідній мережі.

2.3 Методи дослідження

Визначення температури. Температура води визначають за допомогою термометрів (спиртових, ртутних, термісторних). Якщо глибина водойми > 1 м, температура визначають через кожний 1 м глибини. Для замірювань температури на глибинах понад 1 м використовують шпагат з поділками на м і см. До нижнього кінця прив'язують термометр і баласт. Попередньо глибину водойми промірюють у місці, де визначатимуть температуру. Глибинні вимірювання температури виконують з містка чи човна, причому слід суворо дотримуватися правил безпечної поведінки на воді. Вимірювання температури проводять одночасно з іншими дослідженнями (відбором проб води, визначенням її прозорості тощо). Вимірювати температуру води в річці бажано біля місця скидання у водойму води з підприємства чи електростанції. У цьому разі замірювання виконують вище й нижче від місця скидання [23].

Визначення кольоровості води. Готують серію еталонних розчинів: у мірні колби на 100 мл наливають зазначені об'єми розчину 1, доливають до риски розчином 2 і перемішують. Визначають оптичну густину отриманих розчинів і будують градувальну криву залежності кольоровості від оптичної густини. Потім вимірюють оптичну густину аналізованої води і визначають за графіком кольоровість (якщо вона більше 80° , воду розбавляють, а результати помножують на кратність розбавлення). Під час визначення кольору води рекомендують визначати її оптичну густину на спектрофотометрі за різних довжин хвилі чи на фотоелектроколориметрі (ФЕК) з різними світлофільтрами. Проби води не консервують, визначення проводять упродовж 2 год, заздалегідь профільтрувавши пробу і відкинувши перші порції фільтрату. Оптичну густину вимірюють у кюветі з товщиною світлопоглинального шару 1 см порівняно з

дистильованою водою. Довжина хвилі світла, яка найбільше поглинається водою, є характеристикою її кольору. Слід знати, що видимий колір розчину є додатковим до кольору випромінювання, який поглинається [24]. Значення оптичної густини досліджуваної води за довжини хвилі, близької до максимуму поглинання, є мірою інтенсивності її забарвлення. За правилами скидання стічних вод у водойми природна вода при змішуванні має залишатися прозорою в шарі завтовшки 10 см. З цією метою в лабораторних умовах визначають ступінь розбавлення води, за якого колір її шару зазначеної товщини стане непомітним. Для цього на аркуш паперу ставлять три циліндри з прозорого скла діаметром 20-25 мм. У І-ий циліндр наливають стічну воду (висота шару 10 см), у ІІ-ий – стільки ж дистильованої води. В ІІІ-ому циліндріт – стічна вода, яку поступово розбавляють доти, доки при огляді зверху розбавлена і дистильована вода не стануть однаковими.

Визначення запаху. Порогова концентрація запаху – це концентрація визначуваної речовини в розчині при максимальному розбавлянні, коли запах ще відчутний. Для визначення порогу запаху 200 мл аналізованої води переносять у конічну колбу місткістю 400-500 мл, додають 200 мл води без запаху (її готують так: пропускають воду крізь колонку з активованим вугіллям; можна додати 0,6 г вугілля на 1 л води, перемішати і профільтрувати крізь шар вати в кімнаті, де немає запахів). Розбавляючи поступово в 2 рази, досягають порогової концентрації, коли запах перестане відчуватися в двох найбільших розбавленнях. У кілька колб, заздалегідь споліснутих водою для розбавлення, що не має запаху, вносять 200, 100, 65, 50, 40, 33, 25, 20 мл аналізованої води і доводять об'єм водою для розбавлення до 200 мл. Ставлять контроль. Колби закривають. Починаючи з найбільшого розбавлення, струшують колби і визначають характер та інтенсивність запаху. Якщо аналізують дуже забруднені води, кількість досліджуваної води може становити 16, 8, 4, 2, 1 мл. Інтенсивність запаху води обчислюють за формулою:

$$U=200/V \quad (2.1)$$

V – об’єм проби взятий для приготування суміші, в якій виявлений відчутний запах [25].

Визначення каламутності води. При дослідженні природних вод 100 г глини розтирають з дистильованою водою у фарфоровій ступці, змиваючи розтерту глину в скляну посудину, яку потім заповнюють доверху дистильованою водою і, перемішавши, залишають стояти 60 хв. Сифоном відбирають з посудини шар води заввишки 180 мм. Цей шар містить глинисту суспензію з часточками, що мають гідравлічний розмір менш як 0,05 мм/с. Суспензію води відфільтровують на щільному паперовому фільтрі, висушують при t 105° С і розтирають в агатовій ступці. Наважку її в 1 г знову розтирають у ступці з дистильованою водою, змиваючи в мірну колбу місткістю 1 л, в яку налито 200 мл 0,1%-го розчину стабілізатора; об’єм доводять до риски водою (1 мл суспензії містить 1 мг глини). З отриманої суспензії готують розбавленням суспензії з концентрацією завислих часточок 1, 2, 5, 10, 20, 40, 60 мг/л, користуючись якими, будують градувальну криву фотометра, застосовуючи для малих концентрацій (до 10 мг/л) кювету з товщиною світлопоглинального шару 50 мм і тонші кювети для зразків з вищим вмістом суспензії. Швидко і зручно вимірювати каламутність з допомогою турбідиметра (дослівно “вимірювача каламутності”). Фотометричні методи використовують лише при концентрації зависей < 100 мг/л, при більшому вмісті їх визначають гравіметрично, фільтруючи воду крізь беззольні паперові фільтри "синя стрічка" або мембранні фільтри [24].

Визначення грубодисперсних зависей. Визначення суми органічних і неорганічних зависей. Беззольні фільтри “біла стрічка” кладуть у бюкси і висушують з відкритими кришками при 105°С упродовж 2 год, охолоджують закриті бюкси з фільтром в ексикаторі і зважують на аналітичних терезах.

Крізь підготовлений фільтр пропускають 100-1000 мл природної чи стічної води (залежно від вмісту грубодисперсних часточок), осад зі стінок колби змивають невеликою порцією фільтрату в лійку з фільтром. Після фільтрування фільтр з осадом переносять у той самий бюкс (бюкси і фільтри прону-мерувати!), висушують при 105°C, охолоджують в ексикаторі і зважують, закривши кришкою. Висушування, охолодження і зважування повторюють до досягнення сталої маси. Масову концентрацію грубоперсних домішок X обчислюють за формулою:

$$X=(a-b)*100/V \quad (2.2)$$

де a - маса бюкса з осадом на фільтрі, мг; b – маса бюкса з пустим фільтром, мг; V - об'єм води, мл.

Визначення залишку після прожарювання (вміст мінеральних речовин). Зважений після висушування фільтр з осадом обережно переносять пінцетом у заздалегідь прожарений і зважений фарфоровий тигель, ставлять у холодну муфельну піч, доводять температуру до 700° С і прожарюють осад протягом 1 год. Вимикають муфельну піч, обережно виймають щипцями тигель, охолоджують в ексикаторі і зважують.

Масову концентрацію ~~прожарених~~ грубоперсних часточок визначають за формулою:

$$Y=(c-d)*1000/V \quad (2.3)$$

де c і d - відповідно маса тигля з V

фільтром до і після прожарювання, мг; V - об'єм аналізованої води, мл. За різницею ($X - Y$) визначають вміст органічних зависей, що за температури 700°C згоріли з утворенням переважно оксиду карбону (IV) і води [26].

Визначення вмісту розчинених речовин (сухого залишку). У прожарену, охолоджену і зважену фарфорову чашку вміщують 50-250 мл аналізованої профільтрованої природної чи стічної води. Воду випарюють на водяній бані з

дистильованою водою досуха. Переносять чашку із залишком у сушильну шафу і висушують при 105°C до сталої маси

Біохімічне споживання кисню (БСК₅). Воду для розбавлення готують на дистильованій воді, яку відстоювали впродовж 4-5 діб, додаючи в неї поживні для мікроорганізмів солі. У дистильовану воду вносять по 1 мл поживних солей на 1 л води. Перемішують струшуванням для аерації. Безпосередньо перед визначенням БСК у воду для розбавлення додають культуру мікроорганізмів (1 мл на 1 л води) і 200 мг гідрокарбонату натрію Na₂CO₃ на 1 л води для створення рН у межах 6,8-7,5. Як культуру мікроорганізмів використовують "грунтову бовтанку": 25 г ґрунту з горщиків для квітів вносять у 0,5 л дистильованої води, перемішують, відстоюють 1 год, два рази фільтрують; фільтрат додають до води для розбавлення в кількості 1 мл на 1 л води. Вода для розбавлення за кімнатної температури (18-20°C) має містити 8-9 мг/л розчиненого кисню. БСК води для розбавлення визначають одночасно з визначенням БСК проби. БСК₅ води для розбавлення не має перевищувати 0,5 мг/л [28].

Твердість води. Визначення загальної твердості комплексометричним методом. Метод ґрунтується на взаємодії катіонів кальцію і магнію з трилоном Б в аміачному буферному розчині (рН~9,5) з утворенням внутрішньокмплексних сполук (за наявності металохромних індикаторів). Чутливість методу 0,001 ммоль екв/л. Катіони важких металів перешкоджають визначенню, тому їх попередньо осаджують у вигляді малорозчинних сполук чи зв'язують у стійкі комплекси (маскують). Аналізована вода має бути прозорою (каламутну воду заздалегідь фільтрують). Мастило, яке знебарвлює індикатор, також видаляють фільтруванням. Титрування виконують за кімнатної температури. Початкове значення рН аналізованої проби води має становити 4,3, оскільки лише при цьому аміачний буферний розчин забезпечує необхідний рН = 9,5 [26].

Розчинений кисень (метод Вінклера). Пробу води відбирають батомет-

ром у градуйовану склянку місткістю 250-300 мл доверху, вводять, опускаючи піпетку до дна, 1-2 мл розчину солі мангану (II), потім 1-2 мл лужного розчину йодиду калію на незначну глибину, закривають пробкою, щоб не було бульбашок повітря, і повертають кілька разів колбу для перемішування розчину. Малорозчинний $\text{MnO}(\text{OH})_2$ осаджується. Через 10-15 хв у склянку обережно добавляють 10 мл H_2SO_4 (і маскувальний реагент, якщо потрібно). Закривають пробкою і перемішують (на рідину, що виливається, не звертають уваги). Вміст склянки переносять у конічну колбу місткістю 500 мл (або відбирають лише певний об'єм піпеткою), споліскують склянку дистильованою водою і титрують йод, що виділився, тіосульфатом натрію до солом'яно-жовтого кольору, добавляють 1 мл крохмалю і титрують до зникнення синього забарвлення.

Кислотність і лужність вод. Визначення pH вод. Найточніше визначають pH вод з допомогою pH-метра. Можна скористатися універсальним індикаторним папером і за кольоровою шкалою визначити pH. Ще один спосіб – використання різних кислотно-основних індикаторів, які змінюють своє забарвлення при різних значеннях pH. Знаючи інтервал pH зміни кольору кількох індикаторів, можна з достатньою точністю визначити pH води, наливши 5-10 мл аналізованої води в пробірки і добавивши по 1-2 краплі індикатора [28].

Визначення лужності. Якщо стічна вода каламутна, її фільтрують, якщо інтенсивно забарвлена - розбавляють дистильованою водою у мірних колбах місткістю 100 чи 200 мл. Взятий об'єм води враховують під час розрахунку результатів аналізу. У конічну колбу наливають 100 мл аналізованої води, добавляють 5 крапель фенолфталеїну і отриманий розчин титрують на білому тлі хлоридною чи сульфатною кислотою до зникнення рожевого забарвлення. Кількість витраченої кислоти відповідає лужності води за фенолфталеїном, тобто вмісту в ній речовин - слабких основ. Потім у колбу добавляють 5-6 крапель метилового жовтого чи бромфенолового синього чи змішаного індикатора. В другу конічну колбу наливають такий самий об'єм аналізованої води і стільки ж

індикатора, скільки його було добавлено в перший розчин. Ставлять обидві колби на білий папір і титрують рідину в першій колбі доти, доки її колір не почне відрізнятися від кольору рідини в другій колбі. Витрата титрованого розчину кислоти на друге титрування свідчить про вміст у воді аніонів слабких кислот.

Сполуки нітрогену (аміак, нітрити, нітрати). *Визначення аміаку.* Наливають у пробірку 10 мл води, яку аналізують. Добавляють 0,3 мл 50%-го розчину сегнетової солі, що запобігає появі білого осаду гідроксиду магнію, який перешкоджає аналізу (йони магнію завжди містяться у воді в невеликих кількостях). Добавляють 0,5 мл реактиву Несслера. Ставлять пробірку в штатив на 10 хв. За табл. 2.1 визначають вміст аміаку у воді [27].

Визначення нітритів. *Якісний метод з наближеною кількісною оцінкою.* Наливають у пробірку 10 мл води, яку аналізують. Добавляють 0,5 мл реактиву Грісса. Нагрівають суміш на водяній бані за температури 70°C упродовж 5 хв. За даними таблиці визначають вміст у воді нітритів [27].

Таблиця 2.1

Шкала для визначення вмісту аміаку у воді

Забарвлення при розгляданні		Масова концентрація аміаку, мг/л	Забарвлення при розгляданні		Масова концентрація аміаку, мг/л
збоку	зверху		збоку	зверху	
Немає	Немає	0,04	Світло-жовте	Світло-жовте	0,8
Немає	Ледь помітне	0,08	жовте	Жовте	2,0
Ледь помітне	Світло-жовте	0,2	Світло-жовте	Інтенсивне жовто-буре	4,0
Світло-жовте	Жовтувате	0,4			

Визначення нітратів. До 10 мл або іншого об'єму проби води, яка містить не більш як 0,2 мг NO_3^- , добавляють 1 мл свіжоприготовленого 0,5%-го розчину саліцилату натрію і випарюють досуха у фарфоровій чашці на водяній бані. Після охолодження до сухого залишку добавляють 1 мл концентрованої сульфатної кислоти і залишають стояти 10 хв (якщо утворюється забарвлений розчин, цей метод непридатний). Вміст чашки розбавляють дистильованою водою, кількісно

переносять у мірну колбу на 50 мл і додають 7 мл розчину NaOH. Після охолодження доводять об'єм розчину дистильованою водою до позначки, перемішують і вимірюють його оптичну густину при довжині хвилі 410 нм у кюветі з такою товщиною шару, щоб оптична густина не перевищує 1,50. Розчин порівняння - дистильована вода.

2.4 Аналіз стану охорони праці в дослідній лабораторії

Головною метою охорони праці є створення на кожному робочому місці безпечних умов праці, безпечної експлуатації обладнання, зменшення або повна нейтралізація дії шкідливих і небезпечних виробничих факторів на організм людини і, як наслідок, зниження виробничого травматизму та професійних захворювань.

Основними принципами названо: пріоритет життя і здоров'я працівників відповідно до результатів виробничої діяльності господарства, повної відповідальності власника за створення безпечних і нешкідливих умов праці; соціального захисту працівників, повного відшкодування збитків, у тому числі і моральних, особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві й професійних захворювань; професійна підготовка і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці; використання світового досвіду організації роботи щодо покращення умов і безпеки праці [29, 30].

Розроблений розділ має за мету проаналізувати існуючий стан охорони праці та розробити пропозиції, які підвищать безпеку праці на ТзОВ «Бадер Україна». На підприємстві створено службу охорони праці згідно Закону України "Про охорону праці". Керівник служби охорони праці підпорядкований директору підприємства.

Основними виробничими об'єктами підприємства, які мають найвищий

ступінь небезпеки травмування і отруєння працівників, викидів небезпечних речовин в повітря виробничих приміщень є такі: склад готової продукції; ремонтно-механічний цех; вакуум-компресорна станція; насосна станція, водопідготовка

Посадові інструкції інженерно - технічних працівників відповідають і вимогам положень, затверджених Держнаглядом охорони праці України від 03. 07.2013р. Щорічну перевірку знань працівників професій підвищеної небезпеки проведено в березні 2021р.

З метою виявлення причин виробничого травматизму та професійних захворювань спеціалісти служби разом з керівниками структурних підрозділів та головними спеціалістами проводять постійний аналіз травм. Для цього використовуються статистичний, топографічний, економічний і монографічний методи, які дозволяють розробити профілактичні заходи із запобігання небезпеки персоналу. Щорічно в колективному договорі розробляється і затверджується розділ з охорони праці між профспілковою організацією і правлінням. Представниками профспілкової організації та уповноважені ради трудового колективу з охорони праці проводять громадський контроль за дотриманням адміністрацією взятих зобов'язань щодо забезпечення всіх працівників необхідними засобами індивідуального захисту [31].

Розроблений розділ передбачає аналіз охорони праці та розроблення пропозицій, які підвищують безпеку праці під час проведення процесів водопідготовки та хімічних аналізів води на ТзОВ «Бадер Україна».

Згідно постанови Кабінету Міністрів №750 від 15.07.97р. основними напрямками роботи з охорони праці повинно бути створення безпечних і нешкідливих умов праці.

Оскільки, аналізи води проводяться в центральній заводській хімічній лабораторії, то представляємо вимоги безпеки праці при проведенні відповідних досліджень:

- до роботи у хімічній лабораторії допускаються особи, які пройшли інструктаж із питань охорони праці;
- працівники в лабораторії повинні працювати в засобах індивідуального захисту;
- засоби пожежогасіння повинні знаходитись на видному місці;
- працювати з незаземленими приладами заборонено;
- вмикати прилад можна тільки в мережу, яка відповідає напрузі приладу;
- електронагрівальні прилади необхідно ставити тільки на теплоізоляційний шар (керамічна плитка, азбест тощо);
- перед ввімкненням приладу дослідник повинен перевірити наявність заземлення;
- при наявності запаху газу в лабораторії не можна запалювати вогонь та вмикати електроприлади;
- перевірити справність роботи витяжної вентиляції;
- всі роботи з отруйними речовинами, газами і легкозаймистими речовинами слід проводити тільки у витяжній шафі;
- нюхати хімічні речовини дозволяється обережно, направляючи до себе пари або газу легким порухом руки;
- при наливанні реактивів та їх нагріванні не можна нахилитись над посудиною, щоб уникнути потрапляння бризок на обличчя або одяг;
- при переливанні кислоти з великих посудин необхідно користуватись спеціальними стояками;
- при розведенні концентрованих кислот або при наливанні їх до розчинів обов'язково доливати кислоту у воду, а не навпаки;
- легкозаймисті речовини (бензол, толуол, спирт, ацетон тощо) наливати подалі від вогню;

- при запалюванні газу необхідно спочатку запалити сірник, а потім поступово відкрити газовий кран.
- після закінчення роботи необхідно вимкнути всі електричні прилади, перекрити водопровідні та газові крани, прибрати своє робоче місце;
- застосовувати реактиви без назви забороняється;
- категорично забороняється залишати без нагляду пристрої, що працюють - електроприлади та газові пальники;
- категорично забороняється пробувати "на смак" хімічні речовини.
- у лабораторії категорично забороняється приймати їжу.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Екологічна оцінка фізико-хімічних показників якості водопровідної питної води м. Умань

Питну воду із централізованої мережі водопостачання використовує 79,5% населення міста. З кожним роком добовий обсяг спожитої води зменшується. Завдяки встановленим лічильникам та відповідній оплаті +за фактично спожиті об'єми, уманчани почали економити воду.

В Україні відбулись змінив нормативній базі щодо вимог до якості питної води. Набрали чинності ДСанПіН 2.2.4-171-10 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" з 1 липня 2010р. за N 452/17747. Постановою головного державного санітарного лікаря України за N26 від 19.07.2010 призупинено дію ГОСТ 2874-82 "Вода питьевая". Новий нормативний документ ДСанПіН 2.2.4- 171-10 встановлює вимоги до безпечності та якості питної води, призначеної для споживання людиною, та правила виробничого контролю і державного санітарно-епідеміологічного нагляду у сфері питного водопостачання населення (табл. 3.1). Новий державний документ встановлює вимоги по 76 показниках якості води (попередній ГОСТ 2874-82 - по 28). Введення нормативів поетапне: з 3.06.2010 – контроль по 53 показниках, з 1.1.2015 р. - по 64 показниках, з 1.1.2020 р. - по 76 показниках [32].

Таблиця 3.1

**Основні санітарно-хімічні показники безпечності і якості питної,
що наб- рали чинності з моменту офіційного опублікування ДСанПіН**

2.2.4-171-10

Показник	Норма для питної води, згідно ДСанПіН 2.2.4171-10 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною"	
	Водопровідної, з пунктів трозливу та бюветів	колодязів та каптажів джерел
Запах, бали	не більше 2	не більше 3,0
Смак та присмак, бали	не більше 2	не більше 3,0
Кольоровість, градуси	не більше 20 (35) ¹	не більше 35
Каламутність, мг/дм ³	не більше 0,58 (2,0) ¹	не більше 2,0
Водневий показник, од. рН	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
Залізо загальне, мг/дм ³	не більше 0,2 (1,0) ¹	не більше 1,0
Загальна жорсткість, моль/м ³	не більше 7,0 (10) ¹	не більше 10
Марганець, мг/дм ³	не більше 0,05 (0,5) ¹	не більше 0,5
Сульфати, мг/дм ³	не більше 250 (500) ¹	не більше 500,0
Сухий залишок, мг/дм ³	не більше 1000 (1500) ¹	не більше 1500
Хлориди, мг/дм ³	не більше 250 (350) ¹	не більше 350,0
Нітрати, мг/дм ³	не більше 50,0	не більше 50,0
Амоній, мг/дм ³	не більше 0,5 (2,6) ¹	не більше 2,6
Нітрити, мг/дм ³	не більше 0,5	не більше 3,3
Фториди, мг/дм ³	0,7 (IV), 1,2 (III), 1,5 (II) - по кліматичн. зонам	не більше 1,5
Окислювальність перманганатна, мг/дм ³	не більше 5,0	не більше 5,0
Мідь, мг/дм ³	не більше 1,0	не визначається
Поліфосфати, мг/дм ³	не більше 3,5	не визначається
Цинк, мг/дм ³	не більше 1,0	не визначається
Алюміній, мг/дм ³	не більше 0,2 (0,5)	не визначається
Кадмій, мг/дм ³	не більше 0,001	не визначається
Миш'як, мг/дм ³	не більше 0,01	не визначається
Молібден, мг/дм ³	не більше 0,07	не визначається
Ртуть, мг/дм ³	не більше 0,0005	не визначається
Свинець, мг/дм ³	не більше 0,01	не визначається

Для порівняння були взяті показники аналізів якості води в різних частинах міста. Показники якості водопровідної води відрізняються від показників, які були проведені на КП " Уманьводоканал", згідно методики (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Інформація щодо якості питної води на КП “Уманьводоканал” (2023 р.).

Показник	Фактична концентрація	Норма для водопровідної питної води, згідно ДСанПіН 2.2.4-171-10 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною"
Запах, бали	1/2	не більше 2
Смак та присмак, бали	1	не більше 2
Кольоровість, градуси	12-15	не більше 20 (35)1
Каламутність, мг/дм	0,68-1,07	не більше 0,58 (2,0)1
Водневий показник, од. рН	7,08-7,95	6,5-8,5
Залізо загальне, мг/дм	<0,05	не більше 0,2(1,0)1
Загальна жорсткість, моль/м ³	4,2-5,0	не більше 7,0 (10)1
Марганець, мг/дм ³	0,013	не більше 0,05 (0,5)1
Сульфати, мг/дм ³	82,02-91,34	не більше 250 (500)1
Сухий залишок, мг/дм ³	338,0-362,0	не більше 1000 (1500)1
Хлориди, мг/дм ³	34,3-37,2	не більше 250 (350)1
Нітрати, мг/дм ³	0,62-2,08	не більше 50,0
Амоній, мг/дм ³	<0,05-0,21	не більше 0,5 (2,6)1
Нітрити, мг/дм ³	0,003-0,008	не більше 0,5
Мідь, мг/дм ³	<0,02	не більше 1,0
Поліфосфати, мг/дм ³	<0,01	не більше 3,5
Цинк, мг/дм ³	<0,005	не більше 1,0
Алюміній, мг/дм ³	<0,04-0,34	не більше 0,2(0,5)
Кадмій, мг/дм ³	відсутній	не більше 0,001
Миш'як, мг/дм ³	<0,01	не більше 0,01
Молібден, мг/дм ³	<0,0025	не більше 0,07
Ртуть, мг/дм ³	<0,0002	не більше 0,0005
Свинець, мг/дм ³	<0,0005	не більше 0,01
Хром, мг/дм ³	<0,01	не більше 0,05
Нікель, мг/дм ³	<0,01	не більше 0,02
АПАР, мг/дм ³	<0,01	не більше 0,5
Залишковий хлор вільний	0,02-0,49	не більше 0,5
Залишковий хлор зв'язаний	0,8-1,49	не більше 1,2 (2,0)
Фториди, мг/дм ³	0,15	0,7 (IV), 1,2 (III), 1,5 (II)
Нафтопродукти, мг/дм ³	0,025-0,026	не більше 0,1
Загальні коліформи, КУО/100см ³	відсутні	відсутність
Мікробне число, КУО/см ³	1-10	не більше 100
Ентерококи, КУО/100 см ³	відсутні	відсутні
E. coli, КУО/100 см ³	відсутні	відсутність
Коліфаги, БУО/дм ³	відсутні	відсутність
Лужність, мг. екв/дм ³	2,6-3,8	не визначається

Так, результати аналізу якості водопровідної води взяті по вулиці

Незалежності свідчать, що більшість показників менші згідно норм, лише такий показник як перманганатна окислюваність рівнялась 6,8 мгО/дм³ тоді як норма становить менше 5 (табл. 3.3). Такі показники як лужність, бікарбонати, кальцій, магній, натрій та калій не визначались.

Таблиця 3.3

**Результати досліджень якості водопровідної води м. Умань,
вул.Незалежності**

Найменування показника	Результати аналізу	Норма
Кольоровість, градуси	18,25	<20
Запах, бали	1,0	<2
Каламутність, мг/дм ³	<0,03	<1,0
Водневий показник (рН)	7,05	6,5-8,5
Лужність, мг-екв/дм ³	5,4	не визначалась
Бікарбонати, (НСО ₃), мг/дм ³	324,3	не визначались
Сухий залишок, мг/дм ³ , (від50 мг/л)	400	<1000
Жорсткість загальна, мг-екв/дм ³	8,31	<7,0
Кальцій, (Са), мг/дм ³	71,52	не нормовано
Магній, (Mg), мг/дм ³	20,76	не визначався
Натрій та калій, (Na+K), мг/дм ³	40	не нормовано
Хлориди, (Cl), мг/дм ³	33,4	<250
Сульфати, (SO ₄), мг/дм ³	26,9	<250
Нітрати, (NO ₃) мг/дм ³	7,19	<5
Перманганатна окислюваність, мгО/дм ³	6,8	<5,0
Нітріти, (NO ₂), мг/дм ³	0,051	<0,5
Амоній, (NH ₄), мг/дм ³	0,215	<0,5
Залізо, (Fe), мг/дм ³	0,041	<0,2
Марганець, (Mn), мг/дм ³	<0,02	<0,05
Мідь, (Cu), мг/дм ³	<0,02	<1,0
Кадмій, (Cd), мг/дм ³	<0,001	<0,001
Кобальт, (Co), мг/дм ³	<0,01	<0,01
Нікель (Ni), мг/дм ³	<0,02	<0,02
Свинець, (Pb), мг/дм ³	<0,01	<0,01
Хром загальний, (Cr), мг/дм ³	<0,02	<0,05
Цинк, (Zn), мг/дм ³	0,018	<1,0

Значно кращі результати якості аналізу водопровідної води були відмічені на вул. Котляревського (таблиця 3.4). Так, кольоровість води становила лише 3,84 градуси, тоді як показники води взятої по вулиці Незалежності, становили 18,25 градусів, менші показники були по рН. Інші були практично однакові, але

всі вони були менші згідно норм для водопровідної питної води.

Таблиця 3.4

**Результати досліджень якості водопровідної води, м. Умань,
вул. Котляревського**

Найменування показника	Результати аналізу	Норма
Кольоровість, градуси	5,84	<20
Запах, бали	1,0	<2
Каламутність, мг/дм ³	<0,5	<1,0
Водневий показник (pH)	6,99	6,5-8,5
Лужність, мг-екв/дм ³	7,2	не визначалась
Бікарбонати (HCO ₃), мг/дм ³	432,4	не визначались
Сухий залишок, мг/дм ³ (від 50 мг/л)	790	<1000
Жорсткість загальна, мг-екв/ дм ³	9,69	<7,0
Кальцій (Ca), мг/дм ³	143,05	не нормується
Магній (Mg), мг/дм ³	28,08	не визначається
Натрій та калій (Na+K), мг/дм ³	45	не нормується
Хлориди (Cl), мг/дм ³	52,8	<250
Сульфати (SO ₄), мг/дм ³	93,0	<250
Нітрати (NO ₃) мг/дм ³	49,85	<50
Перманганатна окислюваність, мГО/дм ³	1,76	<5,0
Нітріти (NO ₂), мг/дм ³	0,064	<0,5
Амоній (NH ₄), мг/дм ³	0,168	<0,5
Залізо (Fe), мг/дм ³	0,045	<0,2
Марганець (Mn), мг/дм ³	<0,03	<0,05
Мідь (Cu), мг/дм ³	<0,02	<1,0
Кадмій (Cd), мг/дм ³	<0,001	<0,001
Кобальт (Co), мг/дм ³	<0,01	<0,01
Нікель (Ni), мг/дм ³	<0,02	<0,02
Свинець (Pb), мг/дм ³	<0,01	<0,01
Хром загальний (Cr), мг/дм ³	<0,02	<0,05
Цинк (Zn), мг/дм ³	0,013	<1,0

Таким чином, по результатах якості водопровідної води в різних місцях міста можна зробити висновок, що дані показники відрізнялись один від одного, але більшість з них були нижчими згідно норм для водопровідної питної води, згідно ДСаПіН 2.2.4 -171 “Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною”. Лише по показнику перманганатної окислюваності на вулиці Незалежності цей показник був вищий згідно норми.

Серед основних гігієнічних вимог, що пред'являються до питної води слід відзначити наступні: вода повинна мати бездоганні органолептичні та фізичні якості; вода повинна мати оптимальний хімічний склад; вода не повинна погіршувати біологічну цінність їжі; вода не повинна бути твердою; вода не повинна вміщувати радіоактивні та токсичні хімічні речовини; вода не повинна вміщувати патогенні мікроорганізми [34]. Запах води створюється специфічними речовинами, що утворюються в результаті хімічної взаємодії компонентів, які містяться у воді. Вони надходять у воду в результаті життєдіяльності гідробіонтів і розкладання органічних речовин й надходження із зовнішніх джерел. Вимірюються у балах [35]. Показником кількості нерозчинних у воді часток є прозорість, яка залежить від ступеня розсіювання світла у воді речовинами органічного і мінерального походження, які знаходяться у воді у завислому та колоїдному стані. Прозорість визначає протікання біохімічних процесів, що потребують світла (первинне продукування, фотоліз), вимірюється в см [36].

Важливим показником води є колір. Він вказує на кількість суспендованих і розчинених в ній речовин, навіть на їх природу (жовті чи бурі відтінки свідчать про наявність у воді органічних речовин, синювато-зелений - мікроскопічних водоростей тощо). Речовини, що визначають колір води надходять у воду внаслідок вивітрювання гірських порід, продукційних процесів, що відбуваються у водоймі, з підземним стоком, із антропогенних джерел. Насичений колір понижує органолептичні властивості води, зменшує вміст розчиненого кисню. Найдоцільніше колір води визначати за допомогою кольорового компаратора зі шкалою еталонних кольорів (цей прилад, як правило, поєднують з диском Секкі). Колір вимірюється в градусах [37, 39].

Відповідно до вищезазначених аспектів наведемо данні, отримані в результаті досліджень і проаналізуємо основні органолептичні показники. Судячи з даних, всі органолептичні показники відповідають нормативам, які встановлені ГОСТом що вже є досить вагомим фактором при оцінці якості питної води тому

що це найперші показники на які звертається увага. Також для простих споживачів ці показники є найпомітнішими і тому їх якість має важливе значення. Таким чином, в основі перших стандартів знаходились дещо спрощені принципи нормування води, які виходили лише з точки зору визначення її придатності для задоволення питних потреб, оцінки ступеня її безпеки та нешкідливості для здоров'я, тобто проблема гігієни водопостачання була пов'язана тільки з ров'язанням проблем фізіолого-гігієнічний зміст.

3.2. Аналіз якості питної води у колодязях м. Умань

В останні роки спостерігається зростання антропогенного забруднення ґрунтових вод нітратами, пестицидами і солями важких металів, які без очищення споживає місцеве населення. Однією з основних причин забруднення криничної води є незадовільний санітарно-технічний стан криниць (пошкодження чи взагалі відсутність підмосток, покрівлі, кришок, громадських відер), близьке розташування на відстані меншій ніж 20 метрів до джерел забруднення (надвірних вбиралень, компостосховищ), відсутність зливової каналізації, а також не проведення більше одного року робіт з ремонту, очищення та знезараження криниць, як це передбачено санітарними правилами.

За результатами лабораторних досліджень за мікробіологічними показниками фіксувались відхилення на рівні від 39,8% до 46,7%, а за хімічним – від 14,9% до 29,6%. Такі результати пов'язанні із тим, що люди, здебільшого, не утримують власні криниці так, як це потрібно. Основні фактори, які впливають на погіршення якості питної води, пов'язанні із недотриманням відстаней до джерела забруднення (вигрібних ям); не правильне обладнання та експлуатація криниць; невчасне проведення дезінфікуючих заходів, не створення водоохоронних зон до джерела водопостачання тощо. У 2024 році обстежувались криниці у дворах, де мешкають діти до трьох років. Із 45 відібраних проб для бактеріологічного

аналізу 28 – не відповідали санітарним вимогам, а у 20-ти виявлено перевищення норм по вмісту нітратів.

Одним з нормативних показників хімічного складу води криниць є вміст сполук азоту. Для різних категорій вод і різних сполук азоту встановлені певні ГДК. Азот відноситься до числа найважливіших біогенних елементів, концентрація його сполук в значній мірі визначає біологічну продуктивність водних об'єктів. Динаміка складу, співвідношення концентрацій мінеральних і органічних форм азоту вказує на напрямок домінуючих процесів самоочищення водойм.

Вміст нітратів, нітритів, амонію є важливими показниками хімічного складу води, які використовуються при проведенні екологічної оцінки та нормуванні якості природних вод. Крім оцінки якості води, інформація про вміст у водоймах різних форм азоту потрібна при вирішенні питань про баланс біогенних елементів, взаємозв'язок між процесами життєдіяльності водних організмів і хімічним складом води тощо.

Як видно з таблиці 3.5 за 2023–2024 роки було відібрано і проаналізовано 20 проб. Результати хімічного аналізу, зокрема нітратів показав, що в 2023 році з 10 проб не відповідало 34 проби, що становило 48%, тоді як в 2024 році кількість проб, що не відповідає нормативам ГДК, становила 40%. Аналіз бактеріологічних показників був дещо гірший, кількість проб, які не відповідали нормативам ГДК становила 34–35 проб, що відповідало 53–56% від загальної кількості.

Таблиця 3.5

**Гігієнічна характеристика криничної води за хімічними і
бактеріологічними показниками за 2023-2024 роки**

Роки	Хімічний аналіз, нітрати			Бактеріологічний аналіз		
	Кількість проб	Не відпов.	%	Кількість проб	Не відпов.	%
2023	10	34	48	10	35	56
2024	10	30	40	10	34	53

Нітрити – проміжні продукти біохімічного окислення амонійних іонів. Їх підвищений вміст може свідчити про фекальне забруднення води і, подібно до амоній-іонів, вказує на свіже забруднення. Питна вода не повинна містити нітрити у концентраціях, які визначають стандартними методами досліджень. Для питної води ГДК нітратів складає 45 мг/дм³ [15]. Перевищення ГДК нітратів зафіксовано в 19 пробах води (від 56 до 1251 мг/дм³), що складає 33% від загальної кількості проаналізованих зразків води. Найбільш забрудненими нітратами є колодязні води в районах приватної забудови, перш за все, вулиця Павлова і Леваневського (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Вміст сполук азоту в колодязних водах м. Умань, 2023–2024 рр.

Місце відбору проби води	Вміст, мг/дм ³		
	NH ₄	NO ₂	NO ₃
Вул. Павлова	0,1 - 2,3	0,1 - 0,048	3,8 - 43,6
Вул. Леваневського	0,4 - 8,8	0,02 - 0,17	8,7 – 235,0
Вул. Шкільна	0,08 - 0,7	0,01 - 0,06	247,2 – 1251,0

Поліпшення якості питної води досягається як її очищенням, так і покращенням стану водних джерел, яке забезпечується впровадженням заходів з попередження їх забруднення. Заходи, що запобігають забрудненню води з колодязів сполуками азоту такі: 1) упорядкування місць накопичення твердих побутових відходів, вирішення проблеми локальних сміттєзвалищ; 2) заборона використання добрив у приватному секторі міста у певні періоди року на

найбільш вразливих територіях, на яких внаслідок значної дренажності ґрунтів відбувається забруднення ґрунтових вод; 3) дотримання на таких територіях допустимих норм внесення мінеральних і органічних добрив; 4) належне утримання гноєсховищ; 5) створення і облаштування вигрібних ям, згідно санітарних вимог.

3.3. Основні заходи щодо поліпшення якості питної води в межах м. Умань

Екологічний стан якості питної води в межах міста залежать не тільки від внутрішньоводойменних процесів, а й від стану водозбірної площі, тобто зони формування первинного схилового стоку. Тому їх потрібно розглядати в нерозривній єдності з іншими структурно-функціональними компонентами природних ландшафтів: луками, орними угіддями, лісовими екосистемами, болотами [34, 40].

Нині водоохоронна система міста має включати в себе цілий комплекс гідротехнічних, агротехнічних, меліоративних (фітомеліоративних), інших заходів.

До заходів щодо запобігання *евтрофікації гідроекосистем* міста належать:

- 1) заміна в побуті і КП фосфоровмісних миючих речовин безфосфорними;
- 2) підвищення ефективності вилучення фосфору і азоту на спорудах біологічної очистки, оскільки в біологічно очищеній воді вміст азоту становить 15-20 мг/л, а загального фосфору – 3,3 мг/л;
- 3) зменшення змиву добрив з агроценозів, чому сприяє використання гранульованих добрив, раціональне поєднання кількості та виду мінеральних і органічних добрив, внесення добрив перед зяблевою оранкою, точне дотримання норм поливу;
- 4) фітомеліорація акваторій, за якою, крім видалення біогенів, досягається очистка води від токсичних речовин, оскільки водна рослинність (водний гіацинт, очерет, комиш, рогіз, роголистник, рдесник), на відміну від

інших гідробіонтів, здатна накопичувати значну кількість стійких токсикантів без порушення гідробіоценотичних зв'язків; 5) проведення штучної аерації (насичення води O_2 , за наявності якого відбувається окислення оргречовин і випадання їх на дно у вигляді мінерального осаду) при допомозі аераторів на станціях перед скиданням забруднених вод [9, 41].

З метою охорони гідроекосистем м. Умань необхідне впровадження таких **важливих заходів**:

1) створювати водоохоронні зони із комплексом технологічних, лісомеліоративних, агротехнічних, гідротехнічних й інших заходів, направлених на усунення забруднення, засмічення та виснаження водних ресурсів;

2) надійна робота станцій з біологічної, фізико-хімічної й механічної очистки виробничих і комунальних стічних вод;

3) вводити в дію: а) систему каналізації всього міста; б) основних комунікацій для відведення промислових стічних і зливних вод та спорудження станцій перекачування, контролю, підготовки і первинної очистки стічних вод; в) споруди й установок для очиски стічних вод (нафтоуловлювачів і жируловлювачів – суден-збирачів, станцій нейтралізації, флотаційних установок) і доочистки стічних вод;

4) впроваджувати в територіальній громаді систему безпечного збирання, сортування, транспортування, утилізації твердих побутових відходів;

5) дотримуватись норм і вимог щодо зберігання й внесення пестицидів, мінеральних і органічних добрив та регуляторів росту;

6) створити юридичні, організаційні, технічні і економічні передумови для переходу до екологічно безпечного використання водних об'єктів, дотримуватись екологічних законів (створення належної правової бази), які б забезпечували й регламентували діяльність, направлену на їх збереження й охорону на європейському рівні;

7) споруджувати на водозаборах водо- і ґрунтозахисні інженерно-

ландшафтні комплекси з доповненням лісових, чагарникових й лучно-болотних фітоценозів, створивши в басейнах річок оптимальне співвідношення між елементами ландшафту: орними, лучними, лісовими й водними угіддями і заповідним фондом;

8) у межах водоохоронних зон виділити земельні ділянки під ПЗС завширшки 25 м для малих рік (рис. 3.1) [28].

При новому землевідведенні чи забудові мають дотримуватися встановлені розміри ПЗС, які є територіями природоохоронного режиму з обмеженою господарською діяльністю, де забороняється: розорювання земель; зберігання й застосування пестицидів мінеральних і органічних добрив; організація літніх таборів для худоби; будівництво будь-яких споруд (крім гідротехнічних й гідрометричних); миття й обслуговування транспортних засобів і техніки; влаштування звалищ сміття, накопичування рідких і твердих відходів виробництв, гноєсховищ, скотомогильників, полів фільтрації, видобування корисних копалин тощо [20, 36];

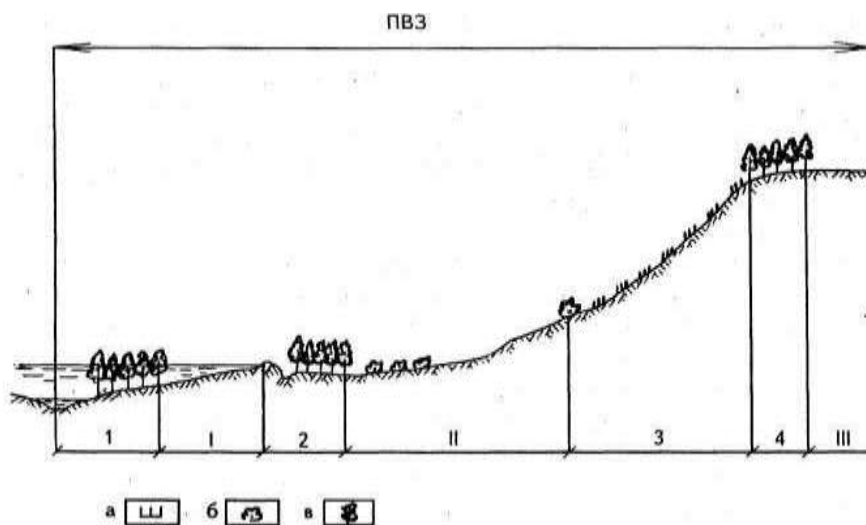


Рис. 3.1. Схема прибережної водозахисної зони:

лісосмуги: 1 – берегозахисна; 2 – перша водорегулююча; 3 – друга водорегулююча; 4 – третя водорегулююча; *сільськогосподарські угіддя*: I – заплавні; II – надзаплавні; III – заступні; а – лучна рослинність; б – чагарники; в – лісосмуги.

9) організовувати й впроваджувати екологічну експертизу небезпечних об'єктів, які впливають на екологічний стан річок міста та здійснювати їх водогосподарську інвентаризацію, паспортизацію, аудит і менеджмент. Для цього постійно проводити первинний облік поверхневих вод та екологічний моніторинг водних об'єктів, створивши банки екологічної інформації та консультативно-впроваджувальні центри з гідроекологічних питань;

10) всім підприємствам і установам дотримуватись встановленого порядку користування акваторіями міста, виконувати обов'язки з охорони вод, попередження і ліквідація їх шкідливої дії, правил ведення обліку вод, а також інших вимог встановлених водним законодавством.

РОЗДІЛ 4

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ЗАТРАТ НА ПРОВЕДЕННЯ АНАЛІЗУ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ

Проведення дослідження якості питної води є важливим етапом забезпечення екологічної безпеки та здоров'я населення. Аналіз економічних затрат дозволяє оцінити вартість проведення досліджень, оптимізувати витрати та підготувати основу для бюджетування майбутніх проєктів. У цьому розділі представлені розрахунки вартості, які включають витрати на матеріали, обладнання, робочу силу, транспорт та інші операційні витрати.

Розглянемо основні складові економічних затрат:

1. Матеріали та реактиви: необхідні для проведення фізико-хімічного та бактеріологічного аналізу води.
2. Обладнання: амортизація лабораторних приладів, витрати на оренду або обслуговування.
3. Оплата праці: включає зарплату персоналу, зайнятого у проведенні дослідження.
4. Транспортні витрати: витрати на доставку зразків води до лабораторії.
5. Адміністративні витрати: витрати на документацію, звітність, зв'язок.

На основі стандартного плану дослідження якості питної води наведемо деталізацію витрат.

Дослідження передбачає:

- Аналіз 50 зразків води.
- Використання спектрофотометра та хімічного аналізатора.
- Витрати на реактиви: 25 мл на зразок.

**Основні складові економічних затрат для проведення аналізу якості
питної води**

Витрати	Одиниця	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн
Реактиви (хімічні речовини)	мл	1250	2,00	2500
Амортизація обладнання	місяць	1	3000,00	3000
Зарплата персоналу	людино-година	40	200,00	8000
Транспортні витрати	поїздка	5	500,00	2500
Адміністративні витрати	комплект документів	1	1000,00	1000

Загальна сума витрат:

$$2500 + 3000 + 8000 + 2500 + 1000 = 17\,000 \text{ грн}$$

Для зниження загальних затрат рекомендується:

- Залучати грантові програми або місцеві екологічні фонди для покриття витрат.
- Використовувати багатофункціональні прилади, що знижують витрати на обладнання.
- Об'єднувати транспортування кількох зразків в одному маршруті для скорочення транспортних витрат.

Розрахунок економічних затрат показав, що проведення дослідження якості питної води на основі стандартних методів становить 17 000 грн. Оптимізація витрат може забезпечити зниження фінансового навантаження без втрати якості досліджень. Ці дані є основою для планування бюджету подібних проєктів.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

За результатами обстежень джерел централізованого і джерельного водопостачання міста Умань можна зробити наступні висновки:

1. Проведені лабораторні дослідження питної води централізованого постачання міста Умань свідчать про їх задовільну якість. Вода придатна для споживання, лише відчувається неприємний смак і запах, утворюється осад, тому необхідна частково заміна водопровідної мережі

2. Проведенні дослідження свідчать про низьку якість колодязних вод в мікрорайонах приватної забудови. Тому необхідно вести постійний екологічний контроль стану води з джерел децентралізованого водопостачання.

3. Для поліпшення екологічного стану якості питної колодязної води слід провести паспортизацію криниць міста з доведенням інформації до користувачів та впроваджувати заходи з попередження забруднення колодязів в мікрорайонах приватної забудови.

Для поліпшення якості питної води м. Умань необхідно здійснити комплекс заходів: організаційних, адміністративних, нормативно- правових, технологічних, лісомеліоративних, агротехнічних й гідротехнічних, які направлені на усунення забруднення, засмічення та виснаження водних екосистем територіальної громади

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бережнов С.П. Питна вода як фактор Національної безпеки. СЕС профілактична медицина. Київ, 2006. №4. С.8-13.
2. Білявський Г.О. Основи екології: Підручник., К.: Либідь., 2004. 408 с.
3. Вишневський В.І. Річки і водойми України. Стан і використання. К.: Віпол, 2000. 376 с.
4. Очищення води від біогенних елементів шляхом використання шунгіту і кременю. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/16134/1/184.pdf>
5. Жмур Н. С. Технологічні і біохімічні процеси очищення стічної води на спорудах з аеротенками. М.: АКВАРОС, 2003. 512 с.
6. Воронков П.П. Гідрохімічні основи виділення місцевого стоку та методи розчленування його гідрографу. Метеорологія та гідрологія. 1963. №8. С. 21–28
7. Хімко Р.В., Ключенко П.Д., Виговська Т.В. Дослідження та моніторинг малих річок. Хмельницький: ТОВ “Тріада-М”, 2005. 161 с.
8. ДСанПіН № 136/1940. Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання
9. Гавриленко А. Б. Комплексна очистка стокових вод від нітратів [Комплексна очистка стічних вод від нітратів]. Бюлетень наукових та практичних наук. 2010. С.42–46.
10. Закон України "Про питну воду та питне водопостачання"// Офіційний вісник України, 2002. № 6. С. 1-3.
11. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води: Підручник. К.: Вища школа, 2005. 671 с.
12. Запольський А.К., Салюк А.І. Основи екології. К.: Вища школа, 2003. 358 с.
13. Карюхіна Т.А., Чуранова І.М. Контроль якості води. Підручник. – М.

Стройиздат, 1986. - 175 с.

14. Качинський А.Б. Екологічна безпека України: системний аналіз перспектив покращення. К.: НІСД, 2001. 312 с.

15. Кічук І.Д., Гопченко Є.Д., Кічук Н.С., Черкес В.В. Проблеми водообліку на водогосподарських мережах Одещини. Український гідрометеорологічний журнал, 2010. №7. С. 190-194.

16. Кукурудза С.І. Гідроекологічні проблеми суходолу: Навчальний посібник /Заред. проф. В. Хільчевського. Львів: Світ, 1999. 232 с.

17. Левківський С.С., Падун М.М. Раціональне використання і охорона водних ресурсів: Підручник. К.: Либідь, 2006. 280 с.

18. Лобода Н.С., Отченаш Н.Д. Вплив водоспоживання води населенням на стан водних ресурсів України в умовах змін глобального клімату. Вісник Одеського державного екологічного університету. 2009. №7. С. 170.

19. Про питну воду та питне водопостачання: закон України від 10.1.2002. № 2918 - III – [Електр. ресурс]. Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws>

20. Про стан питного водопостачання та якість питної води в Україні. Центральна СТС МОЗ України. К.: Медицина, 2002. 25 с.

21. Природоохоронне законодавство України. – Режим доступу: <http://www.rada.gov.ua> – доступ з екрана.

22. ГОСТ 18826-73 «Вода питна. Методи визначення вмісту нітратів».

23. ГОСТ 2874-82 «ВОДА ПИТНА. Гігієнічні вимоги і контроль за якістю».

24. ГОСТ 3351-74 «Вода питна. Методи визначення смаку, запаху, забарвленості і каламутності».

25. ГОСТ 4151 – 72 «Вода питна. Методи визначення загальної жорсткості».

26. ГОСТ 4192 82 «Вода питна. Визначення мінеральних азотовмісних

речовин. Визначення нітрат іонів».

27. ГОСТ 4389-72 «Вода питна. Методи визначення вмісту сульфатів».
28. Яцик А.В. Водні ресурси: використання, охорона, відтворення, управління: Підручник для студентів вищих навч. Закладів. К.: Генеза, 2007. - 360 с.
29. Закон України «Про охорону праці»
30. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Класифікація. Система стандартів безпеки праці. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://vsegost.com/Catalog/41/41131.shtml>.
31. Правила улаштування електроустановок ПУЕ-85. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://tehdoc.ru>.
32. Романенко В. Д. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. К.:СИМВОЛ-Т,2009.28с.
33. Руденко Л.Р. Методика картографування екологічного стану поверхневих вод України за якістю води -К.:СИМВОЛ-Т, 2008. 48с.
34. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні.1996. К.:Вид-во Раєвського,1998.96с.
35. Новиков Ю.В. Методи дослідження якості води водоймищ.- М.:Медицина,1990. 358с.
36. Овруцький В.М., Шумецко В.М., Глуховський І.В. Екологічна токсикологія.Київ: «Столиця»,1998.114с.
37. Романенко В.Д.Основи гідроекології. Вид-во «Обереги»,2001.-728с.
38. Сухарев С.М.,Чундак С.Ю.,Сухарева О.Ю.Технологія та охорона навколишнього середовища. Навч. пос. Львів. «Новий світ-2000»,2004.-256с.
39. Тихий В., Яроват Л. Нормативні та практичні аспекти виконання оцінки впливу на навколишнє середовище.К.:Веселка,2002.150с.
40. Тільман Л.,Ковальчук О.Екологія Львівщини. Бюлетень. Держуправління екобезпеки у Львівській області.-Львів,2013.92с.

41. Царенко О.М., Нєсветов О.О., Кадацький Н.О. Основи екології та економіка природокористування: Навч. посіб.-2-ге вид. Суми: ВТД «Університетська книга», 2004. 400с. (286-298).

ДОДАТКИ

Додаток Б

Параметри розрахунку високонавантажувальних біофільтрів .

Питомий об'єм повітря, яке подається В _{уд} , м ³ /м ³	Висота біофільтра Н, м	Значення <i>k</i> , при середній температурі стічної води в холодний період Т, °С												
		8			10			12			14			
		Гідравлічне навантаження q, м ³ /(м ² *добу)												
8	2	3,02	2,32	2,04	3,38	2,5	2,18	3,76	2,74	2,36	4,3	3,02	2,56	
	3	5,25	3,53	2,89	6,2	3,96	3,22	7,32	4,64	3,62	8,95	5,25	4,09	
	4	9,05	5,37	4,14	10,4	6,25	4,73	11,2	7,54	5,56	12,1	9,05	6,54	
10	2	3,69	2,89	2,58	4,08	3,11	2,76	4,5	3,36	2,93	5,09	3,67	3,16	
	3	6,1	4,24	3,56	7,08	4,74	3,94	8,23	5,31	4,36	9,9	6,04	4,84	
	4	10,1	6,23	4,9	12,3	7,18	5,68	15,1	8,45	6,88	16,4	10	7,42	
12	2	4,32	3,38	3,01	4,76	3,72	3,28	5,31	3,98	3,44	5,97	4,31	3,7	
	3	7,25	5,01	4,18	8,35	5,55	4,78	9,9	6,35	5,14	11,7	7,2	5,72	
	4	12	7,35	6,83	14,8	8,5	6,92	18,4	10,4	7,69	23,1	12	8,83	