

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра геоінженерії
(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»

УДК 628.4, 504.06

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Анатолій КРЮЧКОВ
(підпис) (ім'я, прізвище)

« ____ » _____ 2020 р.

**Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра
зі спеціальності 101 Екологія**
(код та назва спеціальності)

на тему: «Зменшення навантаження на водне середовище шляхом
застосування альтернативних підходів до використання водяного горіха в
промисловості»

Студентка групи ОЗ-91мп Науменко Д. П. _____
(шифр групи) (прізвище та ініціали) (підпис)

Науковий керівник Гребенюк Т. В., к. т. н., доцент _____
(прізвище та ініціали, науковий ступінь, вчене звання, посада) (підпис)

Консультант Стартап-проекту Шевчук Н. А., к. т. н., доцент _____
(назва розділу) (прізвище та ініціали, науковий ступінь, вчене звання) (підпис)

Рецензент Босак А. В., к.т.н., доцент _____
(прізвище та ініціали, науковий ступінь, вчене звання) (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань

Студентка _____
(підпис)

Київ – 2020 року

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра геоінженерії
(повна назва кафедри)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність (спеціалізація) – 101 Екологія («Інженерна екологія та ресурсозбереження»)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Анатолій КРЮЧКОВ
(підпис) (ім'я, прізвище)

« ____ » _____ 2020 р.

**ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію**

студенці _____ Науменко Дар'ї Павлівні
(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема дисертації «Зменшення навантаження на водне середовище шляхом застосування альтернативних підходів до використання водяного горіха в промисловості»,

науковий керівник дисертації Гребенюк Тетяна Володимирівна, к. т. н., доцент,
(прізвище, ім'я, по-батькові, науковий ступінь, вчене звання, посада)

затверджені наказом по університету від « 03 » листопада 2020 р. №3199-с

2. Дата подання студентом дисертації « 15 » грудня 2020 р.
3. Об'єкт дослідження – процес використання водяного горіха в промисловості.
4. Предмет дослідження – характеристика елементного складу та параметри спалювання водяного горіха для гарячого водопостачання.
5. Перелік завдань, які потрібно розробити: проаналізувати особливості рогульника плаваючого; дослідити кількісні характеристики води річки Ірша; провести математичне моделювання трансформації і перенесення заліза та марганцю на прикладі річки Ірша; розглянути можливості застосування *Tara natans* в промисловості; розробити стартап-проект.
6. Перелік графічного (ілюстрованого) матеріалу: вид *Tara natans*; схема технологічного процесу виробництва паперу; схема виробництва сульфатної целюлози; схема технологічного процесу преробки макулатури; схема

розташування гідрохімічних постів; експериментальні криві залежності; графік елементного складу водяного горіха; технологічна схема парового твердопаливного котла типу КЕ.

7. Орієнтовний перелік публікацій: в XXVII Міжнародній науково-технічній конференції «Гуманітарний простір науки: досвід і перспективи» на тему «The water caltrop impact on the ecological status of reservoirs in Ukraine»; в XII науково-технічній конференції «Енергетика. Екологія. Людина» на тему «Дослідження впливу *Trapa natans* на стан водного середовища річки Ірша»; в IX Міжнародній науково-технічній конференції «Perspectives of world science and education» на тему «Analysis of negative facts of existence in water facilities of Ukraine *Trapa natans*»; стаття в науковому журналі «Енергетика: економіка, технології, екологія» на тему «Analysis of use of *Trapa natans* as alternative fuel for boiler»; в III науково-технічній конференції магістрантів ІЕЕ на тему «Дослідження властивостей *Trapa natans* для подальшого застосування в промисловості».

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали, посада	Дата, підпис	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Репін М.В., к.т.н., асистент		
Стартап-проект	Шевчук Н.А., к.т.н., доцент		

9. Дата видачі завдання: «01» вересня 2020 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1.	Вибір і затвердження теми. Складання плану, розробка індивідуального завдання	01.09.20-28.09.20	Виконано
2.	Підбір і ознайомлення з літературою	29.09.20-12.10.20	Виконано
3.	Поглиблене вивчення літературних джерел і написання теоретичної частини.	13.10.20-09.11.20	Виконано
4.	Збір і аналітична обробка статистичного матеріалу з теми дослідження	10.11.20-23.11.20	Виконано
5.	Написання дисертації та її оформлення	24.11.20-10.12.20	Виконано
6.	Подання магістерської дисертації до екзаменаційної комісії. Захист	11.12.20-22.12.20	Виконано

Студентка

(підпис)

Дар'я НАУМЕНКО
(ім'я, прізвище)

Науковий керівник

(підпис)

Тетяна ГРЕБЕНЮК
(ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація містить 108 сторінок, 24 ілюстрації, 27 таблиць та 60 джерел за переліком посилань.

Актуальність теми дослідження. Останнє десятиліття в багатьох водних об'єктах України спостерігається розростання водяного горіха, що призводить до екологічної проблеми. Для збереження інших біологічних видів, постає необхідність в регулюванні кількості *Trapa natans* шляхом застосування альтернативних методів використання на промислових підприємствах.

Мета дослідження: пошук альтернативних можливостей використання водяного горіха в промислових цілях.

Для досягнення встановленої мети дослідження необхідно розв'язати наступні **завдання:**

- проаналізувати особливості рогульника плаваючого;
- дослідити кількісні характеристики води річки Ірша;
- провести математичне моделювання трансформації і перенесення заліза та марганцю на прикладі річки Ірша;
- розглянути можливості застосування *Trapa natans* в промисловості;
- розробити стартап-проект.

Об'єкт дослідження: процес використання водяного горіха в промисловості.

Предмет дослідження: характеристика елементного складу та параметри спалювання водяного горіха для гарячого водопостачання.

Наукова новизна: встановлено закономірність розростання водяного горіха в залежності від перевищення вмісту у воді заліза та марганцю.

Практична цінність: запропоновано використання рогульника плаваючого як альтернативне паливо для котельнь системи гарячого водопостачання.

Апробація результатів. Основні результати роботи викладено на 7-ми науково-технічних конференціях та опубліковано 2 статті у наукових фахових виданнях категорії «В».

Публікації. За результатами виконаних досліджень опубліковано тези у збірнику X Науково-технічній конференції Інституту енергозбереження та енергоменеджменту «Енергетика. Екологія. Людина», тези у збірнику XIX Всеукраїнська студентська науково-практична конференція «Science and technology of the XXI century», тези у збірнику XXVII Міжнародній науково-технічній конференції «Гуманітарний простір науки: досвід і перспективи», тези у збірнику XX Всеукраїнська студентська науково-практична конференція «Science and technology of the XXI century», тези у збірнику XII Науково-технічній конференції «Енергетика. Екологія. Людина», тези у збірнику IX Міжнародній науково-технічній конференції «Perspectives of world science and education», тези у збірнику III науково-технічній конференції магістрантів ІЕЕ, статтю у науковому журналі «Енергетика: економіка, технології, екологія» та статтю у науково-практичному журналі «Екологічні науки».

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ВОДЯНИЙ ГОРІХ, ТРАПА NATANS, РОГУЛЬНИК ПЛАВАЮЧИЙ, МАРГАНЕЦЬ, ЗАЛІЗО, БІОІНДИКАТОР, АЛЬТЕРНАТИВНЕ ПАЛИВО.

ABSTRACT

The master's dissertation contains 108 pages, 24 illustrations, 27 tables and 60 sources according to the list of references.

Actuality of theme. Over the last decade, many water bodies in Ukraine have seen the growth of water nuts, which leads to an environmental problem. To preserve other species, there is a need to regulate the amount of *Trapa natans* by using alternative methods of use in industrial enterprises.

The purpose of the work: search for alternative opportunities for the use of water nuts for industrial purposes.

To achieve this goal, the following **research tasks** are defined:

- analyze the features water caltrop;
- to investigate the quantitative characteristics of the water of the river Irsha;
- to carry out mathematical modeling of transformation and transfer of iron and manganese on the example of the river Irsha;
- consider the opportunities application of *Trapa natans* in industry;
- develop a startup project.

The object of the research: the process of using water walnut in industry.

The subject of research: characteristics of the elemental composition and parameters of water walnut burning for hot water supply.

Scientific novelty of the research: the regularity of growth of a water nut depending on excess of content in water of iron and manganese is established.

The practical value of the obtained results: the use of a water caltrop as an alternative fuel for boiler houses of the hot water supply system is proposed.

Approbation of the results of the dissertation. The main results of the work are presented at 7 scientific and technical conferences and 2 articles are published in scientific professional publications of category "B".

Publications. According to the results of the research, theses were published in the collection of the X Scientific and Technical Conference of the Institute of Energy Conservation and Energy Management «Energy. Ecology. Human», abstracts in the

collection of the XIX All-Ukrainian student scientific-practical conference «Science and technology of the XXI century», abstracts in the collection of the XXVII International scientific and technical conference «Humanitarian space of science: experience and prospects», abstracts in the collection of the XX All-Ukrainian student scientific-practical conference practical conference «Science and technology of the XXI century», abstracts in the collection of the XII Scientific and Technical Conference «Energy. Ecology. Human», abstracts in the collection of the IX International scientific and technical conference «Perspectives of world science and education», abstracts in the materials of the IIIrd Scientific and Technical Conference of the Master's students of the Energy Saving and Energy Management Institute (based on the results of the dissertation researches of the undergraduate students), article in the scientific journal «Energy: economy, technologies, ecology» and article in the scientific practical journal «Environmental Sciences».

KEYWORDS: WATER WALNUT, TRAPA NATANS, WATER CAITROP, MARGANESE, IRON, BIOINDICATOR, ALTERNATIVE FUEL.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І	
ТЕРМІНІВ	11
ВСТУП	12
1 АНАЛІЗ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТА ВПЛИВ НА ВОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ	
ВОДЯНОГО ГОРІХА	14
1.1 Загальні відомості про <i>Tigra natans</i>	14
1.2 Технологія виробництва продукції на паперовому підприємстві	20
1.2.1 Характеристика ресурсів виробництва.....	20
1.2.2 Характеристика продукції підприємства	21
1.3 Забруднення водних об'єктів від діяльності паперових підприємств.....	30
1.3.1 Опис джерел забруднення.....	30
1.3.2 Аналіз впливу джерел забруднення на навколишнє середовище...	33
Висновки до розділу 1	35
2 ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ	
БІОІНДИКАЦІЙНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ВОДЯНОГО ГОРІХА.....	36
2.1 Вплив заліза та марганцю на водне середовище	36
2.2 Одновимірна модель трансформації і перенесення забруднюючих	
речовин на прикладі річки Ірша	37
2.3 Вміст та розподіл важких металів в тканинах та органах промислових	
видів риб Малинського водосховища	45
2.4 Накопичення важких металів малюсками та рогульником плаваючим..	49
2.5 Біоіндикаційні властивості водяного горіха з лабораторним	
підтвердженням.....	51
Висновки до розділу 2	52
3 МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ВОДЯНОГО ГОРІХА В	
ПРОМИСЛОВОСТІ	54
3.1 Використання рогульника плаваючого як фільтратруючий матеріал.....	54
3.2 Використання рогульника плаваючого як альтернативне паливо	54

3.2.1 Теплотворна здатність водяного горіха за формулою Менделєєва	57
3.2.2 Характеристика парового твердопаливного котла типу КЕ.....	63
3.2.3 Еколого-економічне обґрунтування вибору палива для парового твердопаливного котла КЕ-2,5-14С	68
Висновки до розділу 3	70
4 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ ВПРОВАДЖЕННЯ РОГУЛЬНИКА ПЛАВАЮЧОГО ЯК АЛЬТЕРНАТИВНЕ ПАЛИВО ДЛЯ КОТЕЛЕНЬ	71
4.1 Цілі та етапи реалізації стартап-проекту	71
4.2 Обґрунтування актуальності та новизна інноваційної ідеї стартап- проекту	72
4.3 Аналіз конкурентного середовища	73
4.4 Обґрунтування ресурсного забезпечення проекту	76
4.5 Ключові види діяльності та ключові партнери	78
4.6 Фінансове обґрунтування стартап-проекту.....	78
4.7 Витрати на оплату праці.....	79
4.8 Обґрунтування актуальності та новизна інноваційної ідеї стартап- проекту	81
4.9 Обґрунтування рівня рентабельності (прибутковості) інноваційної ідеї	83
4.10 Загальновиробничі витрати.....	84
4.11 Умовно-змінні витрати.....	85
4.12 Умовно-постійні витрати	86
4.13 Обґрунтування собівартості інноваційної ідеї стартап-проекту.....	86
4.14 Обґрунтування актуальності та новизна інноваційної ідеї стартап- проекту	87
4.15 Цільові групи потенційних споживачів.....	89
4.16 Канали збуту.....	89
4.17 Бізнес-модель проекту.....	89
Висновки до розділу 4	91
ВИСНОВКИ.....	92
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	93

ДОДАТОК А.....	100
ДОДАТОК Б	102
ДОДАТОК В.....	103
ДОДАТОК Г	105
ДОДАТОК Д.....	107

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

АПС – антиоксидантно-прооксидантна система;
БСК – біохімічне споживання кисню;
ГВП – гаряче водопостачання;
ГДК – гранично допустима концентрація;
ГПЗ – головна парова засувка;
ДТПА – діетілентріамінпентаоцетова кислота;
ККД – коефіцієнт корисної дії;
МНМА – малоцінні необоротні матеріальні активи;
ОВ – органічний вуглець;
ООН – Організація Об'єднаних Націй;
ПФ – преміальний фонд;
РЖК – регулюючий живильний клапан;
СВ – сажистий вуглець;
ТОВ – товариство з обмеженою відповідальністю;
ФОП – фонд оплати праці;
ФРВ – фонд розвитку виробництва;
ФСР – фонд соціального розвитку.

ВСТУП

За останнє десятиліття рогульник плаваючий розрісся на тисячі гектар акваторії водосховищ України, створюючи екологічну загрозу. Річки, водосховища та інші водні об'єкти, де зустрічається дана рослина, з кожним роком все більше втрачають своє біорізноманіття. Після того як водяний горіх проросте, його листя рясно вкриває водну поверхню водного об'єкту, не пропускаючи кисень і сонце в водні прошарки, що перешкоджає розвитку фітопланктону. А колючі плоди, що поширюються потоками води, представляють собою небезпеку для відпочиваючих на пляжі, травмуючи їх [1].

З кожним роком все більш гостро постає проблема забезпечення людства достатньою кількістю запасів палива. Ціна на викопне пальне зростає, а його кількість зменшується. Тому є потреба проводити дослідження для подальшого застосування в промисловості та побуті альтернативні види палива. Використання біопалива також може призупинити найбільшу екологічну проблему – зміну клімату планети. Біопаливо має менший вплив на парниковий ефект, адже рослини, які потім використовують, як біопаливо, поглинають вуглець з атмосфери та виробляють кисень [2].

На підставі розглянутого, особливої актуальності набувають роботи, спрямовані на отримання та дослідження можливості застосування водяного горіха на промислових підприємствах.

Вирішенням проблеми може стати використання *Trapa natans* на паперових підприємствах, що розташовані поблизу водних об'єктах на яких спостерігають його активне розростання .

Метою магістерської дисертації є пошук альтернативних можливостей використання водяного горіха в промислових цілях.

Для досягнення встановленої мети дослідження необхідно розв'язати наступні завдання:

- проаналізувати особливості рогульника плаваючого;
- дослідити кількісні характеристики води річки Ірша;

- провести математичне моделювання трансформації і перенесення заліза та марганцю на прикладі річки Ірша;
- розглянути можливості застосування *Tgra natans* в промисловості;
- розробити стартап-проект.

Об'єкт дослідження – процес використання водяного горіха в промисловості.

Предмет дослідження – характеристика елементного складу та параметри спалювання водяного горіха для гарячого водопостачання.

Наукова новизна: встановлено закономірність розростання водяного горіха в залежності від перевищення вмісту у воді заліза та марганцю.

Практична цінність: запропоновано використання рогульника плаваючого як альтернативне паливо для котельнь системи гарячого водопостачання.

1 АНАЛІЗ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТА ВПЛИВ НА ВОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ ВОДЯНОГО ГОРІХА

1.1 Загальні відомості про *Trapa natans*

Рогоульник плаваючий, чилим, чортів горіх, водяний каштан (*Trapa natans*) – однорічна рослина з гнучким стеблом 50-500 см завдовжки, з підводним корінням та плаваючими листками, що утворюють розетку діаметром до 30 см. Розміщення ромбічних листових пластинок мозаїчне (рис. 1.1а). Квітки поодинокі, надводні, мають чотири білих пелюстки. Верхні долі чашечки квітки залишаються при плодах, дерев'яніють та перетворюються на шипи. Плоди кістяноподібні представлені на рис. 1.1б, мають вигляд чотирирогового горіху діаметром 2-5 см [1].



Рисунок 1.1, а – листові пластинки рогоульника; б – плоди *Trapa natans*
(Україна, Житомирська обл., м. Малин, Малинське водосховище)

Перший тип коріння водяного горіху має типову будову і прикріплене до дна, а другий тип – перисто-розсічене, коротке, вільно стирчить у воді («водяне коріння»). «Земляне коріння» відходить від стебла поблизу плода, виконуючи функції прикріплення до дна та всмоктування поживних речовин з мулу. При цьому старий плід залишається на весь час вегетації рослини, занурюючись в мул, тим самим допомагає рослині прикріпитися до дна. Рослина разом з

торішнім плодом може легко відриватись від ґрунту і вільно плавати, поки наново не зачепиться рогами плода для подальшого укорінення.

Перисто-розсічене – «водяне коріння» потрібне не лише для всмоктування поживних речовин з води та процесу дихання, але і для процесу фотосинтезу, оскільки містять хлорофіл. У міру зростання стебел, біля їх основи, спостерігається поява великої кількості додаткових коренів, які виконують функції прикріплення до субстрату і вилучення поживних речовин з середовища у великій сім'ядолі насіння [2].

Стебло рогульника занурене у воду і розділене на сегменти довжиною від 60 до 90 мм, повна його довжина становить 3-5 м. Воно має первинну анатомічну структуру, типову для водних рослин, характеризується наявністю в корі повітряних порожнин, а в центральному циліндрі – розташовані елементи ксилеми і флоєми. При підвищенні рівня води, стебло може відокремитися від дна і розвиватись в товщі води. Коли рівень води знизиться і коріння опустяться на дно, рослина вкорінюється знову [3].

Листя у водяного горіха двох типів: підводні дрібні супротивні та надводні великі, які утворюють розетку діаметром 10-30 см та нагадують за формою листя берези, причому число розеток у однієї рослини може бути більше однієї. В рік холодного літа частіше зустрічаються рослини з однією розеткою, а в занадто жарке літо формується більша їх кількість (до 8 розеток на рослині). При цьому формується лише одна велика розетка діаметром до 35 см, а інші набагато менші до 15 см [4].

Зрілі і розвинені плоди утворюються в основних розетках, тоді як в розетках першого і другого порядку всі плоди зазвичай виявляються недорозвиненими. Плаваючі листя рогульника більш щільні, лискучі, правильної ромбоподібної форми, черешки листя роздуті. Ці здуття черешків заповнені повітряносією тканиною, іноді їх називають – плаваючим міхуром або - плавальним апаратом. Ці здуття починають збільшуватися в період цвітіння і допомагають розетці листя зберігати плаваюче положення, що важливо для плодоношення, так як – плаваючі бульбашки сприяють збереженню плодів в

плаваючому стані до дозрівання. Підводні листя недовговічні, тоді як надводні листя зберігаються на весь період вегетації. Мезофіл в підводному розсіченому листі є гомогенним з великою кількістю хлоропластів, продихи відсутні. Нижня частина плаваючого листя суцільна, а у верхня зубчаста на якій розташовані продихи [5].

Квітконоси тонкі, покриті волосками, розташовуються біля основи черешків листя. Квітки дрібні, білі, воронкоподібні, складаються з 4 чашолистків, 4 пелюсток, 4 тичинок однієї маточки з нижньою зав'яззю, а над зав'яззю є хвилястий диск. Плід – однонасінна кістянка, чашолистки розростаються на верхівці плоду в два-чотири гостро-колючих, дерев'янистих, зазубрених шипа. М'ясистий шар плода швидко руйнується у воді, після чого плід набуває вигляду горіха, чорного або темно-коричневого кольору, з потужними рогами, на кінцях яких є гострі колючки. Одна сім'ядоля зародка велика, м'ясиста, що заповнює всю порожнину кістянки, інша - маленька. При проростанні, велика сім'ядоля залишається всередині плоду [6].

Так як рогульник однорічна рослина, його розвиток щороку починається з проростання насіння, що прикріплюється на дно водного об'єкта за допомогою специфічної форми плода. Зародковий корінець *Traza natans*, на відміну від кореня всіх інших рослин, починає рости не вниз, а вгору і лише після появи стебла згинається дугою і прикріплюється до ґрунту [7]. Можна припускати, що ця особливість проростання водяного горіха важлива для надійного прикріплення до дна водойми, однак точного пояснення значення такого зростання корінця немає.

Визначальне значення для розвитку *Traza natans* має ступінь прогрівання води. Першими починають проростати і виходити на поверхню рослини, розташовані ближче до берега на меншій глибині, так як в цих зонах водойми дно і вода прогріваються швидше. Ріст стебла і розетки також сильно залежить від температури води, тому більші за розміром розетки спочатку розташовуються в зоні оптимуму (глибина до 1,5 м), а в більш глибокій зоні

зосереджені розетки маленького розміру. У той же час вихід рослин на поверхню води і терміни вегетації в цілому залежать і від рівня води у водоймі [5].

Також від температурних умов залежить цвітіння водяного горіха. Є відомості, що цвітіння можливе тільки при температурі не нижче 20°C, приблизно такі ж дані отримані Лесковим А.П. [8] для озера Комогорцівське, який показав, що цвітіння відбувається при температурі води 21-24°C.

Вважається, що водяний горіх – самозапильна рослина. Найімовірніше, запилення відбувається ще під водою до розкриття квітки. Так як квітки часто відвідуються різними комахами, в літературі зустрічаються окремі вказівки на можливість запилення квіток комахами (джмелями, осами, бджолами). Цвітіння окремо взятого квітки триває дуже короткий час, зазвичай близько 12 годин [9]. Після завершення цвітіння квітконіжки загинаються в воду і відбувається дозрівання плодів. У однієї рослини утворюється до 10-15 плодів. Вони досить важкі, щоб утримати їх на поверхні, тому в потовщених черешках листя до періоду плодоношення спостерігається збільшення розмірів «плавальних пухирців» [10]. Дозрівання плоду триває близько одного місяця, і з кінця серпня спостерігається відділення зрілих плодів, які падають на дно водойми і закріплюються в ґрунті своїми ріжками. Здатність до проростання може зберігатися до 50 років, однак найчастіше насіння проростає протягом перших двох років [1] .

Рогоульник росте в прісноводних стоячих або слабо проточних водоймах (озера, заводи, водосховища і т.п.) на глибині 100-500 см, віддає перевагу мулистим ґрунтам, утворює чисті зарості або зустрічається з іншими великими водними рослинами (рис. 1.2) [8].

Водяний горіх має великий природний ареал, який включає Африку, багато районів Азії (Туреччина, Азербайджан, Грузія, Казахстан, Китай, В'єтнам, Японія, Індія, Пакистан і ін.), також росте в Північній Америці і Австралії, де він був інтродукований людиною та став інвазійним видом, тому що досить швидко засмічує водойми [9].



Рисунок 1.2 – Зарості рогульника з лататтям жовтої (Україна, Житомирська обл., р. Ірша)

В США водяний горіх був завезений в 1870 рр. і спочатку вирощувався в ставках Кембриджського ботанічного саду в місті Кембридж штату Массачусетс. Його поширення територією США відбувалося в основному природними шляхами. На даний час рогульник плаваючий в Північній Америці можна знайти в таких штатах США, як Нью-Йорк, Делавер, Меріленд, Массачусетс, Нью-Гемпшир, Пенсільванія, Вермонт, Вірджинія і Вашингтон. Водяний горіх визнаний дуже небезпечним водяним бур'яном в 35 штатах США і в провінції Квебек в Канаді. У Північній Америці розробляються спеціальні заходи для стримування збільшення його чисельності та поширення.

Водяний горіх широко поширений в центральній Європі і в меншій мірі в південній Європі. У цих відносно теплих регіонах представники роду *Tigra patans* є досить рідкісними, але не завжди знаходяться під загрозою зникнення. В цілому, з європейських країн водяний горіх, судячи з усього, не зустрічається в Іспанії, Португалії, Великобританії, Ірландії, Норвегії, Фінляндії [10].

Що стосується східної Європи, то тут водяний горіх внесений в червоні книги багатьох країн: Польщі, Білорусі, України, Латвії та ін.

На території України виділяють від 6 до 9 гіпотетичних видів рогульника. Ці види поширені в широколистянолісовій, лісостеповій і степовій зонах (в

заплавних водоймах і затоках рік Дніпра, Прип'яті, Тетерева, Десни, Уборті, Ужа, Латориці, Боржави, Сіверського Дінця та Шацьких і придунайських озер) [8].

В Україні відзначається широке поширення деяких видів або підвидів *Typha latifolia*, чисельність яких необхідно обмежувати, оскільки ними буквально повністю заростають деякі водойми. Особливо складна ситуація з водяним горіхом склалася в Київському і Канівському водосховищах (рис. 1.3), де він навіть став причиною загибелі риби. Було зафіксовано, що дана рослина спостерігається в природних місцях розмноження різних видів риби і не дає змоги рибі нереститися. Колючі плоди поширюються потоками води та представляють собою небезпеку для відпочиваючих на березі, травмуючи їх [12].



Рисунок 1.3 – Зарості водяного горіха (Україна, м. Київ, р. Дніпро)

Завдяки особливій морфо-біологічній структурі, водяний горіх здатний покрити воду трьома шарами листя, що перешкоджає зростанню місцевих водних рослин та не пропускає кисень і сонце в водні прошарки, що не дає розвиватись фітопланктону – генератору розчиненого кисню у воді. У водоймах з переважанням *Typha latifolia* рівень розчиненого кисню нижче норми приблизно в 40% випадків. Низький рівень кисню, викликаний присутністю виду, робить

водойми непридатними для риб і впливає на окислювально-відновні реакції в донних відкладеннях. А області застійної води, викликані щільними скупченнями *Typha latifolia*, створюють місця для розмноження москітів [14].

Великі скупчення рогульника зменшують потік води і навіть ускладнюють водне сполучення. Велике поширення водяного горіха обмежує рекреаційні види діяльності, такі як катання на човнах, рибалка і полювання. Щоб контролювати поширення цього виду потрібні чималі капіталовкладення.

Для видалення рогульника використовують механічне і ручне прибирання різними державними організаціями. Захоплені місця проживання повинні контролюватися на термін до 12 років після прийняття заходів, щоб гарантувати, що банк насіння вичерпаний. Менші популяції можуть контролюватися ручним прибиранням або згрібанням, тому що коріння легко піднімаються з осаду. Методи збору врожаю повинні проводитися до того, як у рослини дозріває насіння - в липні. На жаль, для великих заростей водяного горіха довготривалі механічні та хімічні заходи контролю не завжди є практичними [13].

Водяний горіх можна використовувати для приготування високоякісного рослинного масла, він збагачений фосфором, марганцем, залізом, каротином, має високу екстрактивність в неполярних розчинниках, що є безумовним свідченням його високої лікарської цінності [14].

1.2 Технологія виробництва продукції на паперовому підприємстві

1.2.1 Характеристика ресурсів виробництва

Сировинна база використовує макулатуру. Макулатура являє собою вторинну сировину, тобто вживані папір та картон, а також промислові відходи від їх переробки (рис. 1.4). Вона є повноцінним замінником свіжих волокнистих напівфабрикатів під час виробництва картону та паперу.

Підприємства з переробки макулатури коштують у 2-3 рази дешевше і менше забруднюють довкілля, ніж підприємства з виробництва напівфабрикатів із рослинної сировини. Використання макулатури дозволяє економити 3,0-4,5 м³

деревини або майже 15 дорослих дерев на одну тонну паперу. Завдяки використанню в якості сировини макулатури, вдається уникнути вирубки понад 5 млн. дерев [15].



Рисунок 1.4 – Макулатура – сировинна база для багатьох паперових підприємств

1.2.2 Характеристика продукції підприємства

Основна діяльність підприємства – виробництво різноманітних целюлозно-паперових виробів. Підприємство виробляє такі найменування виробів: туалетний папір, гофрокартон, картон універсального типу, папір обгортковий марки «Е», крафт гільза картонна, основа необхідна для виробництва туалетного папіру, паперові рушники у рулоні, паперові рушники листові [16].

Інженерна інфраструктура фабрики складається з 6 самостійних і 10 допоміжних цехів, також має в своєму складі енергетичну станцію і повністю забезпечує технологічний процес.

Схема технологічного процесу виробництва паперу (рис. 1.5) складається:

- приготування паперової маси, що складається з операції по масному помелу волокон, проклеюванню, наповненню і відбілюванню маси;
- акумулювання паперової маси;
- розбавлення маси водою до необхідної концентрації;
- очищення від сторонніх включень, вузликів;
- виготовлення паперу на папероробній машині;
- відлив паперового листа, його пресування, сушку, обробку і намотування в рулони [17].

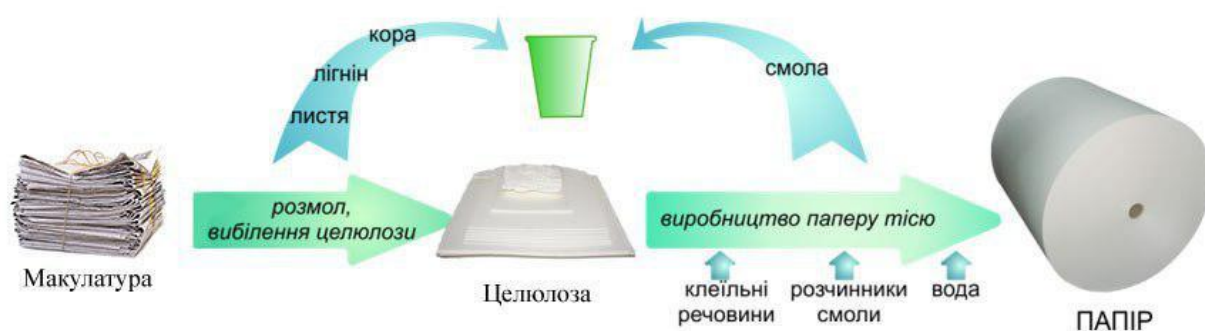


Рисунок 1.5 – Схема технологічного процесу виробництва паперу

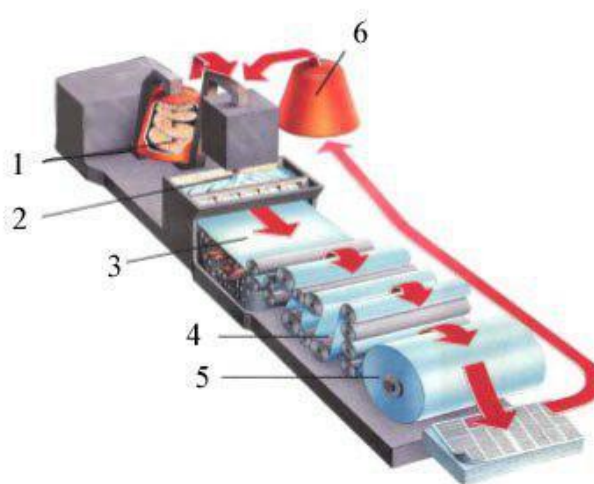
Папір одержують з целюлози, целюлозних волокон.

Сухі волокнисті напівфабрикати попередньо в гідророзбивачах розпускають водою. Після цього в регуляторах композиції їх змішують в певному співвідношенні. Потім переходять до операції по масному помелу волокон.

Залежно від якості паперу відбуваються наступні технологічні операції виробництва паперу: паперова маса йде або на виготовлення паперу, або на такі процеси як введення проклеювальної речовини, барвників, наповнювачів.

На сьогоднішній день виробництво целюлозно-паперових виробів опирається на подрібнюванні деревини та кип'ятінні паперової маси з різними хімічними розчинами (наприклад гідроксидом натрію). В результаті хімічних реакцій виділяється чиста целюлоза. Целюлозна маса потребує очищення від

домішок, просування конвеєром через гарячі валки, за для висушування та пресування в готову паперову продукцію (рис. 1.6).



1 – розщеплення пульпи на волокна; 2 - відбілювання пульпи; 3 – осаджування пульпи; 4 – сушіння та пресування целюлози в аркуші паперу; 5 – готовий папір; 6 – пульпа з макулатури

Рисунок 1.6 – Технологічні процеси виготовлення паперу

Одержати папір можна за допомогою таких основних хімічних процесів:

- сульфатний (крафт процес);
- сульфітний;
- напівхімічний;
- содовий.

Під час крафт-процесу в сульфатній варильній рідині вариться деревна тріска при високій температурі та тиску (рис. 1.7). Сульфатна варильна рідина – водний розчин сульфиду натрію Na_2S та гідроксиду натрію NaOH , що розчиняє лігнін деревини. Після варіння пульпу відфільтровують та декілька разів промивають водою від варильної рідини.

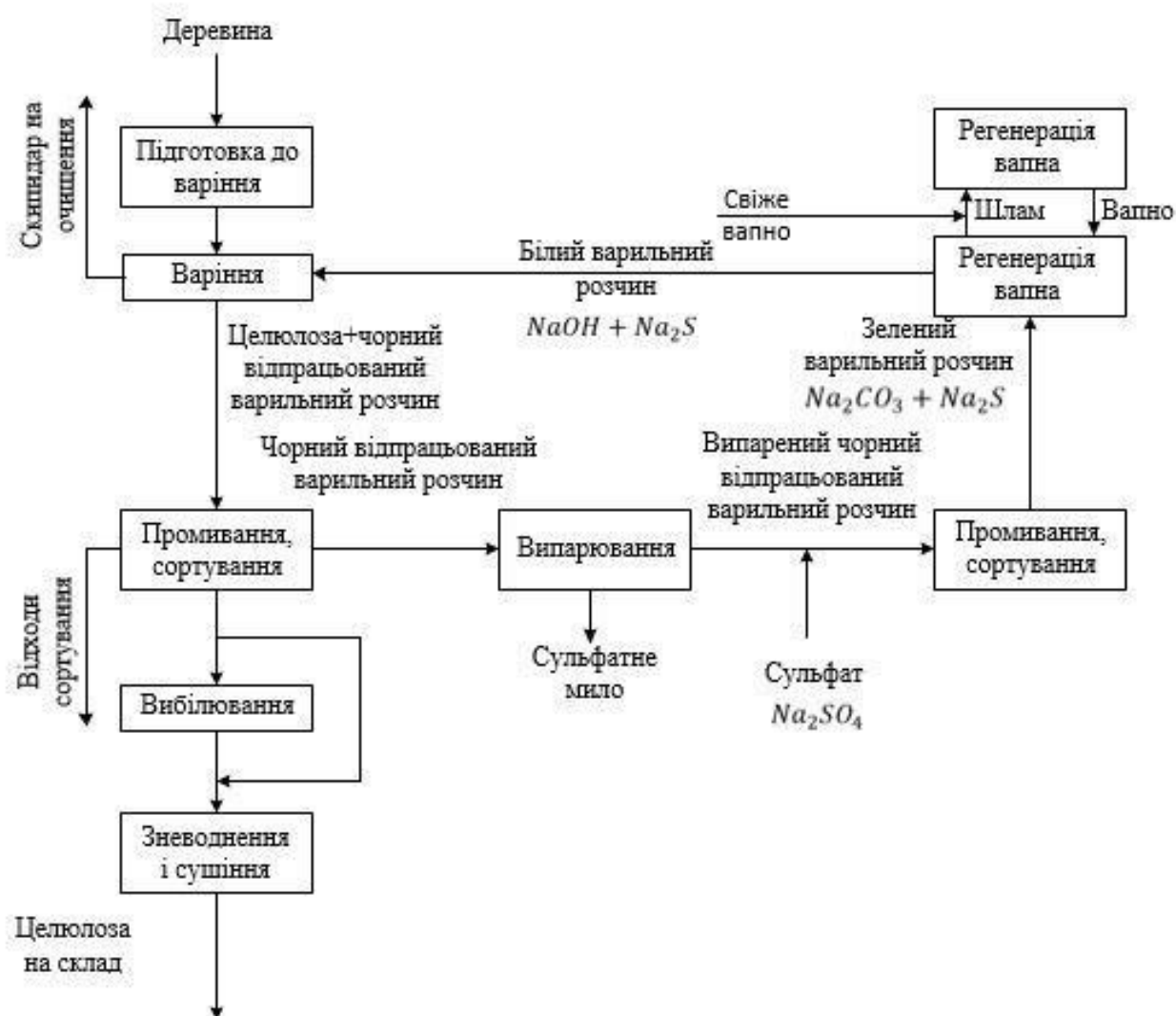


Рисунок 1.7 – Принципова схема виробництва сульфатної целюлози

У котлах періодичної дії проходить процес сульфатного варіння при температурі 140° та при тиску 1,2 МПа.

Сульфатний і сульфітний процеси подібні між собою, але під час сульфітного варіння деревини використовують сіль сірчистої кислоти та сульфідний лужний розчин.

Застосування макулатури як сировину базу потребує включення додаткових технологічних циклів на підприємстві [18].

Процес переробки макулатури включає в себе такі стадії (рис. 1.8):

- розпуск;
- очищення при високій концентрації;

- попереднє сортування;
- флотація;
- очищення від важких включень;
- диспергування.

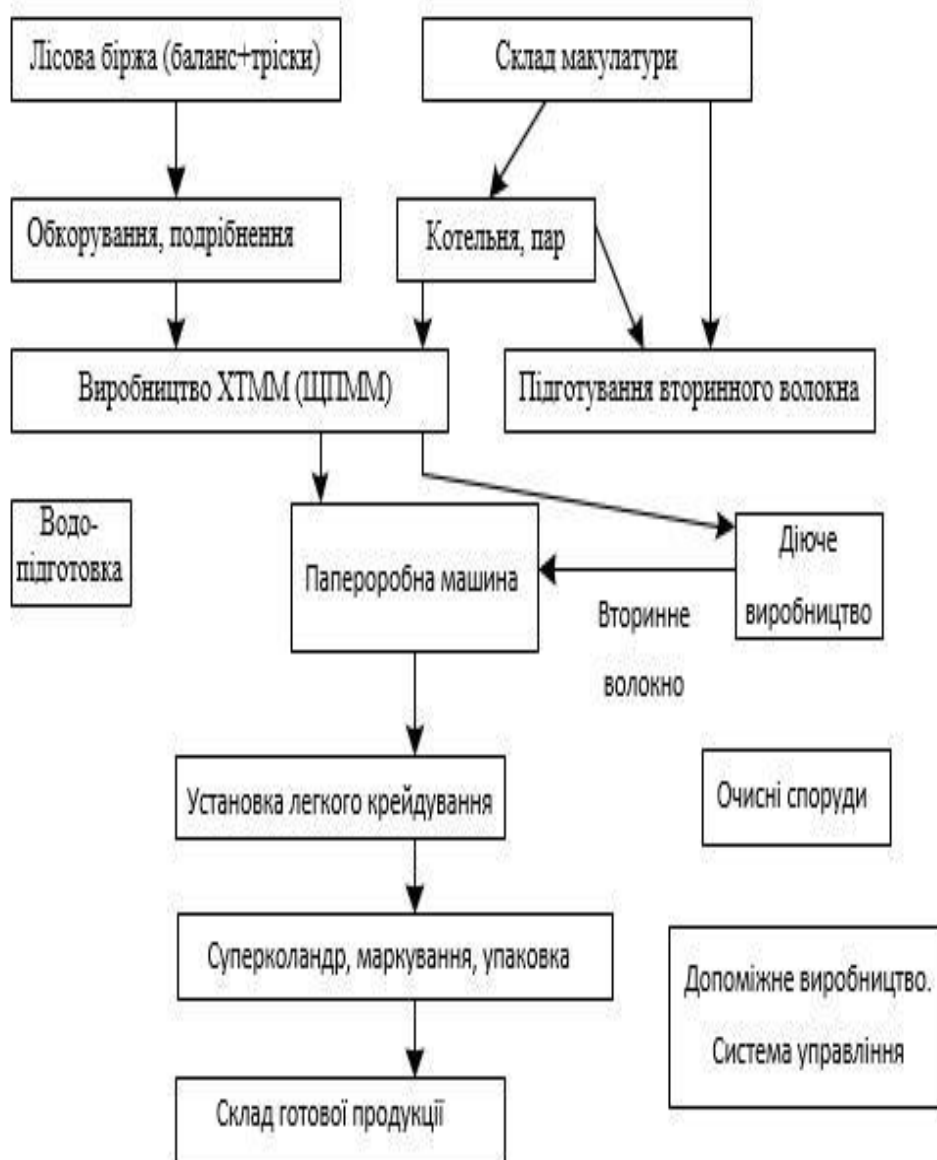


Рисунок 1.8 – Технологічний процес переробки макулатури

Макулатуру розпускають гідророзчинником високої концентрації з добавками хімікатів H_2O_2 , NaOH , NaSiO_3 , ДТПА (діетілентріамінпентаоцетова кислота), жирних кислот, також присутні NH і OH .

При переробці на формувальних тканинах і пресових частинах випадає осадок полімерні компоненти, але також багато хімікатів утворюється при змиванні друкарської фарби такі як: мінеральні речовини (глина, тальк, діоксид титану); каніфолі, жирні кислоти і їх похідні; полімерні матеріали; вуглеводневі масла; волокна і неідентифіковані матеріали.

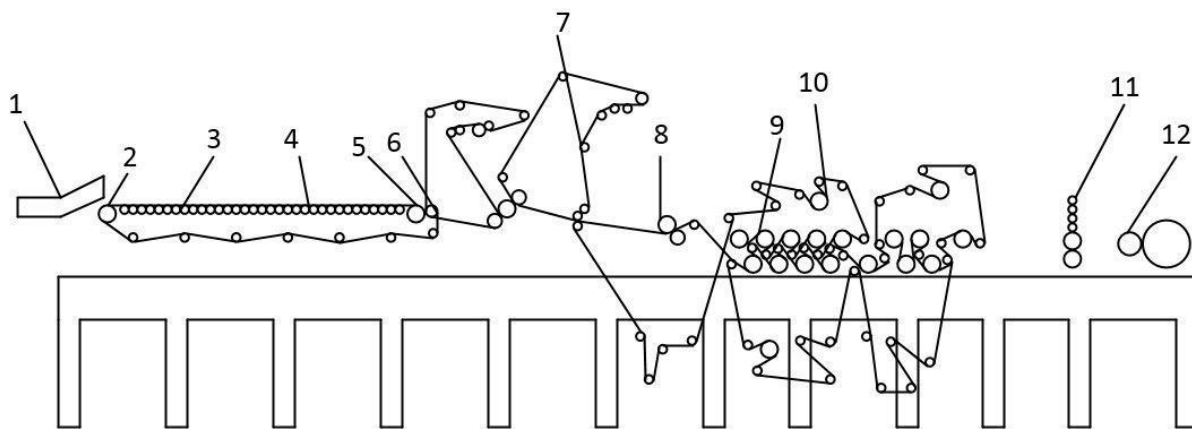
Відходи при переробці макулатури становлять 16 % сухих речовин, з них 50 % горючі речовини. Зола і відходи процесу змивання друкарської фарби містять важкі метали. А при спалюванні відходів переробки макулатури виділяються хлорорганічні речовини, що також надають несприятливий вплив на навколишнє середовище [16].

Небілену целюлозу після очищення від лігніну піддають відбілюванню. Процес відбілювання – проміжний процес між процесами виготовлення целюлози та паперу. Відбілювання здійснюється в декілька етапів послідовною дією. До диспергованої у воді целюлозної маси додають різні окисники: газоподібний хлор; хлорну воду; гіпохлориди; оксиди хлору; перекис водню; кисень у лужному середовищі.

Хлор та його сполуки є сильними окислювачами, які використовують за їх окислювальну здатність в процесах відбілювання. Окислювальна здатність хлору та його з'єднань спостерігається на реакціях гідролізу з утворенням кисневмісних продуктів гідролізу та дисоціації їх на іони; кисень отримують при розкладанні кисневмісних іонів хлору, який в момент виділення надає окисну дію.

Процес відбілювання проходить впродовж 30-60 хвилин. Після цього світлозабарвлення кислота нейтралізується карбонатом натрію. Далі продукт висушують [19].

Папероробна машина – машина яка складається з сіткової, пресової та сушильної частин (рис. 1.9).



1 – напірний ящик; 2 – грудний вал; 3 – гідропланка; 4 – вологий відсмоктуваючий ящик; 5 – відсмоктуючий гауч-вал; 6 – пересасуючий пристрій; 7 – відсмоктуючий пресовий вал; 8 – гранітний вал; 9 – пресовий вал з регулюючим прогином; 10 – сушильний циліндр; 11 – вали циліндра з регулюючим прогином; 12 – циліндр намоту

Рисунок 1.9 – Папероробна машина Б-15

Сіткова частина призначена для формування і зневоднення паперу, складається з напірного ящика і сіткового стола. Напірний ящик призначений для безперервного руху маси на сітку. Сітковий стіл – горизонтальна площина, утворена основним елементом - сіткою, натягнутою між грудним валом та гауч-валом. Сітка – приводний ремінь валів сіткового столу папероробної машини, а також канвеерна стрічка для паперового полотна. На ній відбувається формування паперового полотна за рахунок створення режиму зневоднення паперової маси.

Папероробна машина працює зі швидкістю 350 м/хв, тому для створення сітки використовують синтетичні нитки, які сприяють підвищенню утримання волокна та наповнювача.

Переплетення конструкції сітки буває: одношарове, двошарове, тришарове, SSB-структура, ультратонкі багатошарові.

Одношарове – тканинне полотно з ниток основи, орієнтованих в повздовжньому напрямі поперечного руху сітки. Використовуються на машинах для виготовлення пакувального виду картону та паперу.

Двошарове – має систему повздовжніх та декілька систем поперечних ниток, транспортують функції із збереженням водопропускної здатності. Через підвищене утримання дрібного волокна та наповнювача погіршує умови зневоднення полотна, що ускладнює промивку сітки.

Тришарове – дві незалежні сітки, пов'язанні між собою зв'язкою третьої системи ниток. Більш жорстка структура ниток, тому що знос зв'язує нитки, що призводить до звуження сітки при проходженні сполучного коливання на сітковому столі, з часом призводить до погіршення якості паперу.

SSB-структура – складається з двох шарів нитки основи та трьох шарів повздовжніх ниток, має високу зносостійкість, створює кращі умови формувань за достатнього ступеня зневоднення, відсутнє маркування полотна при рівномірному розташуванні та невеликій площі осередків по всій поверхні сітки.

Ультратонке багатошарове – створенні з більш міцних полімерних матеріалів з малим отвором з боку, що примикає до паперового полотна, має основу для підтримки паперового полотна, що створює кращі умови формувань при достатньому ступені зневоднення, також відсутнє маркування полотна внаслідок невеликої площі осередків, що рівномірно розташовані по поверхні сітки.

Пресова частина – частина папероробної машини, що слугує для подальшого механічного зневоднення полотна паперу після сіткового столу. Процес пресування відбувається у пресувальній частині папероробної машини та складається з декількох пресів. Верхній прес – гранітний, нижній – металевий, вкритий гумовим шаром. Зневоднений папір, з вологістю 18-20 %, спрямовують у пресову частину, де відбувається його ущільнення. Пресування дозволяє зменшити пористість паперу та поліпшити фізико-механічні властивості.

Остаточне зневоднення паперу та доведення до встановлених стандартами вологості проходить під час процесу сушіння. Цей процес відбувається в

сушильній частині папероробної машини. Сушильна частина складається з сушильних циліндрів, розташованих в два яруси в шаховому порядку. Сушильний циліндр – порожнистий сталевий циліндр діаметром 1500 або 1800 мм, що нагрівається зсередини парою. Циліндри розраховані на робочий тиск 0,35 МПа. Число циліндрів залежить від виду паперу, що виробляється, і швидкості робочого органу машини. Температура висушування впливає на властивості паперу.

Процес висушування проводять такими способами: контактним та конвекційним. При контактному способі висушування теплота від нагрітої поверхні сушильних циліндрів передається вологому паперу. В сушильні циліндри подають гарячу пару, що допомагає досягти температури не вище 180°, аби не перегріти папір.

При конвекційному способі висушування папір висушують нагрітим повітрям.

Після висушування полотна паперу (картону) має температуру 70 – 90°C, при якій не можна змотувати полотно в рулон. Адже ця температура ще довго буде зберігатися, що призводить до погіршення якості паперу через термічну деструкцію рослинних волокон [20].

Для усунення термічної деструкції полотна картону після процесу сушіння проходить процес остаточного охолодження на двох холодильних циліндрах до температури 25 – 45°C. Процес охолодження проходить наступним чином: циліндри охолоджують з середини проточною водою, що дозволяє зволожитися картону на 1 – 2 % завдяки конденсату, що утворюється на поверхні циліндру [21].

Виробництво паперу практично безвідходне, нестандартну продукцію переробляють на папір. Також використання вторинної сировини дозволяє зменшувати кількість відходів. Воду для виробництва також можна використовувати повторно для технічних процесів, після очищення від шкідливих речовин на очисних спорудах.

1.3 Забруднення водних об'єктів від діяльності паперових підприємств

1.3.1 Опис джерел забруднення

Підприємства целюлозно-паперової промисловості впливають на стан поверхневих вод, адже є однією з найбільш водоспоживних галузей народного господарства. Щорічне споживання води від загального водокористування складає близько 4,5 – 5 % (біля 1,7 – 2,1 млрд. м³ свіжої води). Майже всі технологічні процеси виробництва потребують використання свіжої води.

По впливу на навколишнє середовище ця промисловість залишається однією з проблемних за величиною токсичних скидів в воду (табл. 1.1) і екологічної небезпеки для природного середовища (табл. 1.2).

Таблиця 1.1 – Угрупування галузей промисловості за коефіцієнтом токсичності скидів в вод

Галузі промисловості	Коефіцієнт токсичності скидів у воду	Оцінка токсичності скидів
Мікробіологічна; Хімічна; Нафтохімічна; Целюлозно-паперова	$KT_2 > 5.1$	Особливо токсичні скиди
Кольорова металургія; Чорна металургія	$KT_2 = 2,1 - 5,0$	Дуже токсичні скиди
Харчова; Паливна; Теплоенергетична	$KT_2 = 1,1 - 2,1$	Токсичні скиди
Машинобудування і металообробка; Легка; Будматеріали	$KT_2 = 0,5 - 1,0$	Менш токсичні скиди

Крім хімічного забруднення водою відбувається теплове забруднення води. Це відбувається внаслідок використання великих обсягів води протягом технологічного процесу, а також використання води в теплообмінниках і

конденсаторах для охолодження, після чого нагріта вода потрапляє зі стоком в гідросферу [22].

Таблиця 1.2 – Класифікація галузей промисловості за екологічної небезпеки для природного середовища

Галузі промисловості	Індекс екологічної небезпеки, розрахований по відношенню до валової продукції	Оцінка токсичності скидів
Кольорова металургія; Мікробіологічна	$IE > 10,1$	Особливо небезпечні
Хімічна; Нафтохімічна; Чорна металургія; Теплоенергетика	$IE = 5,1 - 10,0$	Дуже небезпечні
Лісова; Деревообробна; Целюлозно-паперова; Паливна	$IE = 1,1 - 5,0$	Небезпечні
Промисловість будматеріалів; Харчова промисловість; Машинобудування і металообробка; Легка промисловість	$IE = 0,05 - 1,0$	Менш небезпечні

На целюлозно-паперових комбінатах першочергове значення має зниження кількості та ступеня забрудненості стічних промислових вод. Головними джерелами забруднення від виробництва целюлози є варильний (базується на сульфатному та сульфітному варінні деревини) та відбілювальний (відбілювання напівфабрикатів з використанням хлоровмісних продуктів) цехи (Додаток А, Б).

При варінні у стік потрапляють залишкові хімікати та органічні сполуки.

При випуску 3 млн. т/рік целюлози утворюється 3,5 млн. т/рік відпрацьованих лугів в перерахунку на суху речовину. З них біля 2 млн. т/рік

можна утилізувати у вигляді спиртів. А інші сухі речовини відпрацьованих лугів скидається на очисні споруди.

При процесі відбілювання целюлози використовують хлор, або його похідні (оксид хлору, хлориди, гіпохлориди). При делігніфікації деревини фенольновмісні фрагменти лігніну взаємодіють з хлорними реагентами, утворюючи діоксини та фурани, що є високотоксичними екотоксикантами [21].

Основна проблема галузі експлуатування старих технологій та обладнання системи очистки. Під час обробки целюлозної та паперової маси, промивання целюлози, вилучення шламів утворюються забрудненні стічні води.

Стоки можуть мати кислу, нейтральну або лужну реакцію, що в будь-якому випадку пов'язано зі зміною природного рН водоймищ (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Характеристика стоків целюлозно-паперової промисловості

Вид виробництва	Кількість стічних вод на тонну продукції, м ³	Середовище
Сульфітна небіллена целюлоза	130 – 160	Кисле
Сульфітна відбілена целюлоза	400 – 500	Нейтрально-лужне
Картон	30 – 60	Нейтральне
Папір	50 – 70	Слабокисле
Сульфатна небіллена целюлоза	100 – 150	Лужне

Промислові води після відбілювального цеху мають жовте забарвлення, смолистий запах, перманганатну окисність 160 – 240 мг O₂/дм³, вміст замулених речовин 800 – 1000 мг/дм³, з них 70 – 90 % органічні речовини, БСК₅ 10 – 30 мг O₂/дм³.

Стічні води цього цеху мають лужний характер, збагачені хлором, ртуттю, їх сполуками та органічними речовинами. Стік цеху відбілювання - лужні води з розчиненим хлором та органічними сполуками. Ці сполуки є токсичними, тому потребують ретельного очищення [19].

До складу стічних вод входять: розчинена органіка, мінеральні речовини ($SO_4, SO_3, CO_3, NaCl$) (табл. 1.4).

Основні потоки [21]:

- лужні стічні води варильного цеху;
- стічні води відбілювального цеху;
- конденсати варильного цеху.

Таблиця 1.4 – Характеристика стічних вод целюлозного виробництва

Цехи	Норма водовідведення, м ³ /т целюлози	Завислі речовини, г/дм ³	pH	Сухий залишок, мг/дм ³
Варильний	30	450	9,5 – 10,5	2000 – 45000
Відбілювальний	35	30	2,0 – 8,0	6000
Сушильний	15	180	9,0	500 – 1500

1.3.2 Аналіз впливу джерел забруднення на навколишнє середовище

Якщо вода у водоймі використовується для питних потреб населення, має рибогосподарське значення, то при скиданні стічних вод нормується якість води водойми в місці водокористування після їх змішування, врахування розведення водою водойми від місця скидання до водозбору, або межі рибогосподарських угідь.

Нижче місця спуску промислових вод целюлозно-паперового підприємства у пункті найближчого водокористування регламентується якість води у водоймі:

- не повинна мати запахів і присмаків більше 2 балів;
- знаходження pH води в межах 6,5 – 8,5;
- м'ясо риб не повинне мати від води запахів та присмаків;
- вміст змулених речовин не може перевищувати 0,25 – 0,75 мг/дм³;

– в стовпчику води висотою 10 – 20 см не може бути виявлення забарвлення води;

– повне БСК не може перевищувати 3 – 6 мг O_2 /дм³;

– концентрація кисню не повинна бути меншою, ніж 4 – 6 мг O_2 /дм³.

В забруднених стічних водах підприємства наявні такі зважені речовини: формальдегіди, марганець, нафтопродукти, сульфати, хлориди, метанол, диметилдисульфід, фурфурол, метали, речовини метоксильних, карбоксильних та фенольних груп. Біля пункту водокористування ці речовини повинні бути відсутні у водоймі [22].

Одні з найнебезпечнішими є діоксини (рис. 1.10) та фурани.

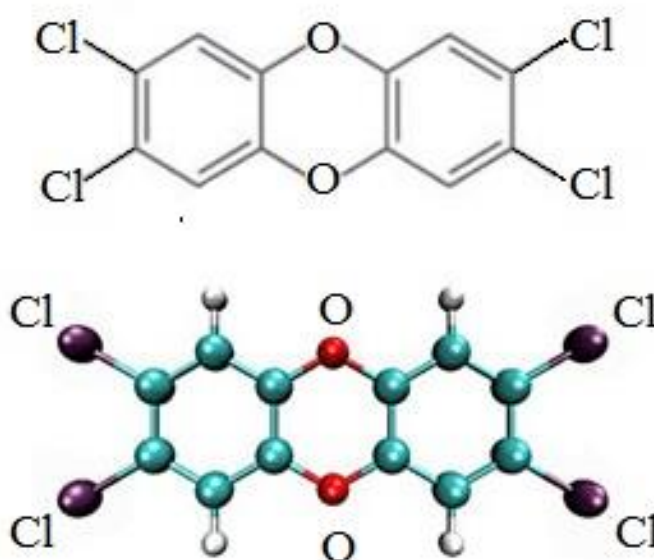


Рисунок 1.10 – Діоксин

Гранично допустима концентрація діоксинів та фуранів для дорослої людини становить $320 \cdot 10^{-12}$ частин г/день. Така щоденна доза призводить до виникнення онкологічних захворювань. За загальною токсичністю екотоксиканти перевищують найсильніші отрути такі, як стрихнін, ціаністий натрій, діізопропілфторфосфат.

Норма забруднення питної води 20 пкг/л. Тобто, якщо людина вагою в 50 кг в день випиває 3 л води, то вона отримує 10% від добової норми діоксинів.

Але якщо ця ж людина буде вживати нежирну рибу (з кількістю жиру не більше 5 %), кількість діоксину в якій 50 пкг/г, то 500 г такої риби у раціоні дасть 1250 пкг токсиканту, а це в двічі більше за добову норму. Риба з кількістю жиру 50%, легко біоаккумулюється з хлороорганічними екотоксикантами, тому більш високі рівні накопичення діоксину, що призводить до серйозних екотоксикологічних ефектів [23].

Висновки до розділу 1

1. Рогульник плаваючий, чилим, чортів горіх, водяний каштан (*Trapa natans*) – однорічна рослина з гнучким стеблом 50-500 см завдовжки, з підводним корінням та плаваючими листками, що утворюють розетку діаметром до 30 см.
2. Встановлено, що водяний горіх здатний покрити воду трьома шарами листя – перешкоджає зростанню місцевих водних рослин та не пропускає кисень і сонце в водні прошарки, що в свою чергу не дає розвиватись фітопланктону – генератору розчиненого кисню у воді.
3. Розглянута технологічна схема виробництва паперової продукції на підприємстві ТОВ «ПАПІР-МАЛ».
4. Проаналізовано джерела забруднення водойм від промислових вод паперової фабрики.

2 ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ БІОІНДИКАЦІЙНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ВОДЯНОГО ГОРІХА

2.1 Вплив заліза та марганцю на водне середовище

Забруднення водного середовища стає глобальною екологічною проблемою сьогодення. Це особливо небезпечно в умовах дефіциту прісної води в багатьох регіонах і країнах світу. За даними ООН близько одного мільярда людей живе в умовах постійного дефіциту прісної води, до 2050 року їх кількість досягне 6 млрд. чоловік [24].

Розглянуто вміст у водному об'єкті таких елементів, як залізо та марганець. У поверхневих водах залізо в основному знаходиться в вигляді його тривалентних комплексних сполук з розчиненими неорганічними і органічними гумусними сполуками [25].

Окис заліза в великих обсягах може мати серйозні наслідки для навколишнього середовища. В результаті затоплення залізних рудників та роботи прилеглих до водних об'єктів промислових підприємств у ставки, річки і озера можуть потрапити величезні обсяги заліза, що може викликати отруєння риб і забруднення навколишнього середовища. Молекули заліза вступають в реакцію з киснем, в результаті чого утворюється тверда окис заліза жовтого кольору, яка випадає на дно водойм і забруднює їх. Жовтий окис заліза душить водну флору і фауну, вбиваючи риб і підводні рослини [26].

Марганець вважають «відносно» нетоксичним, але його здатність легко змінювати ступінь окиснення і широкий спектр коливань вмісту у прісних водоймах викликають інтерес до вивчення його дії на гідробіонтів. Також марганець спричиняє токсичну дію на ссавців, це пов'язано зі специфічним його впливом на тіоли, які є похідними вуглеводнів, у молекулах яких один або декілька атомів гідрогену заміщені меркаптогрупою – SH (тіольною, сульфгідрильною). Тіоли, в яких меркаптогрупа сполучена з аліфатичним радикалом, називають тіоспиртами, з ароматичним — тіофенолами.

Для виявлення універсальних та видових характеристик тіолових сполук організму за дії іонів важких металів становило інтерес розглянути їх вплив на представників, що належать до одного біотопу, але різних за екологічними вимогами. Значення обраних для дослідження видів визначається тим, що короп є промисловою рибою, а беззубка лебедина – одним з найпоширеніших на території України видів прісноводних двостулкових молюсків, які можуть ефективно концентрувати метали – забруднювачі.

Прісноводні тварини мають здатність зв'язувати надлишок марганцю за широкого діапазону його концентрації у воді узгоджено із значною активацією антиоксидантних факторів організму. Надлишок металів в тканинах не акумулюється металотіонеїнами і викликає найзначніші ознаки токсичності.

У печінці коропа за дії всіх доз іонів марганцю його вміст у термостабільних компонентах істотно зростає. Причому це відбувається навіть за умов його зменшення в тканині. Специфічною ознакою дії марганцю на тіоли у коропа є значне збільшення вмісту білкових тіолів за незмінного вмісту небілкових тіолів.

Вплив марганцю на антиоксидантно-прооксидантної системи (АПС) у печінці коропа має антиоксидантну спрямованість, що відповідає найвищому вмісту вільної форми марганцю в тканині.

У беззубки дія іонів марганцю викликає істотні зміни показників АПС, хоча в цілому зміни показників АПС у тканинах беззубки збалансовані.

Марганець виявляє схильність до акумуляції в низькомолекулярних сполуках в обох організмів. Однак, тоді як у коропа він у великому діапазоні доз акумулюється в металотіонеїни і активує антистресові системи організму, то у беззубки він накопичується в небілковому розчині і пригнічує антиоксидантний захист [27].

2.2 Одновимірна модель трансформації і перенесення забруднюючих речовин на прикладі річки Ірша

У води річки Ірша з прилеглих до неї промислових підприємств потрапляють забруднюючі речовини. Щоб передбачити розміри забрудненої водної екосистеми розглянуто математичну модель трансформації і перенесення [24].

За умови поширення забруднювальних речовин у річці (одновимірний випадок) рівняння в частинних похідних має такий вигляд:

$$\frac{\partial U}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \lambda(t, x)U - V \frac{\partial U}{\partial x} + f(t, x) + \eta(t, x), \quad (2.1)$$

де $\eta(t, x)$ – випадкова величина, для якої

$$E\eta(t, x)\eta(\tau, s) = Q(t, x, s)\delta(\tau - t); \quad (2.2)$$

$$E\eta(t, x) = 0.$$

з крайовими умовами:

$$U(t, x_0) = \xi x_0(t); \quad (2.3)$$

$$U(t, x_N) = \xi x_N(t).$$

Тут $U = U(t, x)$ – концентрація забруднювальної речовини; $f(t, x)$ – функція потужності джерел викидів, що лежить у початку координат

$$f(t, x) = \begin{cases} g(t) & \text{при } x = 0; \\ 0 & \text{при } x > 0; \end{cases} \quad (2.4)$$

де $V(x, t)$ – швидкість потоку;

$\lambda(t, x)$ – величина, що характеризує швидкість розпаду речовини (самоочищення потоку);

a – коефіцієнт турбулентної дифузії.

Розіб'ємо відрізок $[x_0, x_N]$ на N рівних частин точками $x_k = kh_x + x_0$, де $h_x = (x_N - x_0)/N$, і виберемо крок по t , що дорівнює τ . Відомі різні методи побудови різницьових схем вихідного диференціального оператора залежно від

структури розв'язання, неперервності або розривності коефіцієнтів, які дають змогу побудувати різницевий аналог у вигляді співвідношення концентрації речовини забруднення у вузлах схеми (шаблону).

Так, якщо припускається гладкість точного розв'язку, можна розкласти в ряд:

$$U_{k,n+1} = U_{k,n} + \tau \left(\frac{\partial U}{\partial t} \right)_{k,n} + O(\tau^2); \quad (2.5)$$

$$U_{k,n+1} = U_{k,n} \pm h_x \left(\frac{\partial U}{\partial x} \right)_{k,n} + \frac{1}{2} h_x^2 \left(\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \right)_{k,n} \pm \frac{1}{6} h_x^3 \left(\frac{\partial^3 U}{\partial x^3} \right)_{k,n} \pm O(h_x^4).$$

Замінивши в рівнянні (2.1) похідні різницями, дістанемо його різницевий аналог:

$$\begin{aligned} \frac{U_{k,n+1} - U_{k,n}}{\tau} = a \frac{U_{k+1,n} - 2U_{k,n} + U_{k-1,n}}{\Delta x^2} - \\ - V \frac{U_{k+1,n} - U_{k-1,n}}{2\Delta x} + \lambda U_{k,n} + f(x_n, t_n) + \eta(x_n, t_n). \end{aligned} \quad (2.6)$$

Підставляючи формулу (2.5) в рівняння (2.6), переконаємося, що вихідне диференціальне рівняння апроксимується з точністю до $O(x^4, \tau^2)$. Крім, умов апроксимації, для збіжності розв'язку задачі (2.6) до розв'язку задачі, що описується неперервним оператором (2.1), перевіряється ще умова стійкості різницевої схеми.

Описаний метод побудови різницевих схем має назву *метод різницевої апроксимації*. Цей метод дає змогу легко скласти схему першого або другого порядку апроксимації на прямокутній сітці для рівнянь з неперервними (й досить гладкими) коефіцієнтами. Однак даний метод важко або навіть неможливо застосовувати в складних випадках: для рівнянь з розривними коефіцієнтами, для рівнянь високого порядку і т.д.

Задача ідентифікації різницевого рівняння (2.6) – знаходження числових значень (оцінок) коефіцієнтів a , V , λ . Якщо коефіцієнт дифузії a , швидкість перенесення забруднень V ще піддаються оцінці, то $\lambda(t, x)$ – функція, що характеризує розпад забруднень за рахунок механічних і біологічних перетворень, визначається в природних умовах надто складно.

Поставимо задачу, що має на меті запобігання зниженню якості питної води нижче від санітарно-гігієнічних нормативів.

Точка A (рис. 2.1) це початок Малинського водосховища, яке споруджене на річці Ірша. B район розбавлення стічних вод джерельною водою, що й потрібно дослідити.

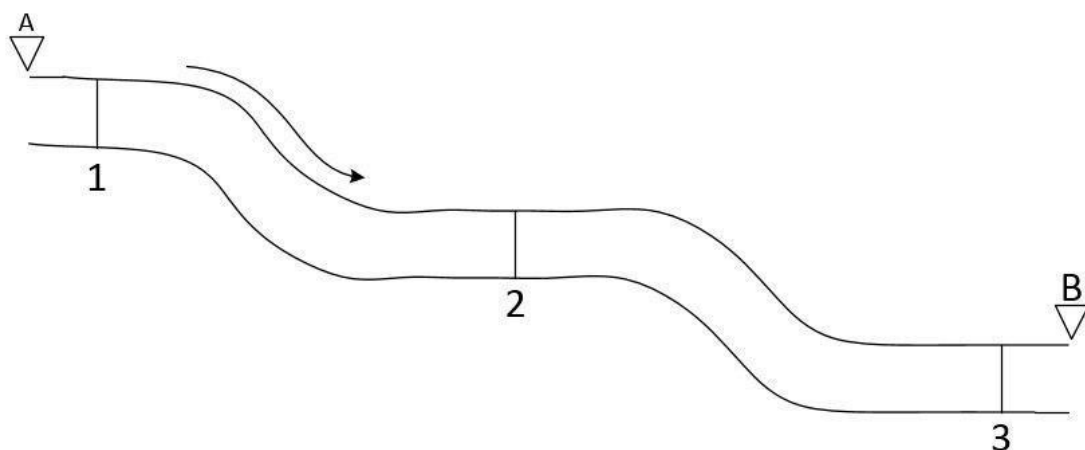


Рисунок 2.1 – Схема спостережень і розташування гідрохімічних постів на річці Ірша

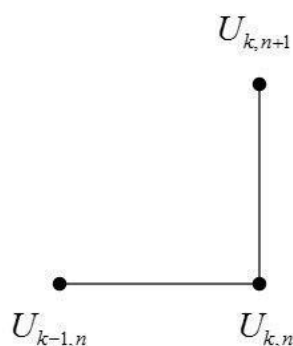


Рисунок 2.2 – Розрахункова комірка (шаблон) для побудови моделей

Необхідно скласти систему локального моніторингу, яка б базувалась на мінімально можливому числі гідрохімічних постів спостережень та на результатах аналізу гідрохімічної обстановки в річці з використанням математичних моделей.

Тимчасова схема спостережень, яка організовується для збирання даних натуральних спостережень за концентрацією забруднювальних речовин з метою ідентифікації моделей прогнозу, добирається в такий спосіб.

Здійснюється спостереження у точці A безпосередньо на початку водосховища. В точці 1 , а також у точках $2, 3$ здійснюються синхронні вимірювання концентрацій забруднювальних речовин з інтервалом часу τ . Відстань Δx між точками краще брати постійною (рівномірна межа спостережень). Співвідношення між τ і Δx добирається таким, аби схема була стійкою.

Виходячи з різницевої схеми (2.6) одновимірного рівняння процесів дифузії, переносу й самоочищення (2.1), помічаємо, що структуру різницевого оператора можна відшукати у вигляді

$$U_{k,n+1} = a_{-1}U_{k-1,n} + a_0U_{k,n} + a_1U_{k+1,n}, \quad (2.7)$$

де

$$a_{-1} = \left(\frac{a}{(\Delta x)^2} + \frac{V}{2\Delta x} \right) \tau; \quad (2.8)$$

$$a_0 = \left(\frac{1}{\tau} - \frac{2a}{(\Delta x)^2} + \lambda \right) \tau; \quad (2.9)$$

$$a_1 = \left(\frac{a}{(\Delta x)^2} - \frac{V}{2\Delta x} \right) \tau; \quad (2.10)$$

Якщо швидкість течії на відрізку $A-B$ вважати постійною, умови самоочищення також ідентичними, то синхронними вимірюваннями в моменти $\tau, 2\tau, 3\tau$ у точках $1-3$ концентрацій $U_{k-1,n}^i, U_{k,n}^i, U_{k+1,n}^i$ (рис. 2.1) дістанемо матрицю спостережень X та вектор вихідної величини Y :

$$X = \begin{bmatrix} U_{k-1,n}^0 & U_{k,n}^0 & U_{k+1,n}^0 \\ U_{k-1,n}^1 & U_{k,n}^1 & U_{k+1,n}^1 \\ \dots & \dots & \dots \\ U_{k-1,n}^{n_1} & U_{k,n}^{n_1} & U_{k+1,n}^{n_1} \end{bmatrix}; \quad Y = \begin{bmatrix} U_{k,n}^1 \\ U_{k,n}^2 \\ \dots \\ U_{k,n}^{n_1+1} \end{bmatrix}, \quad (2.11)$$

що дає змогу знайти невідомий вектор $a^T = (a_{-1}, a_0, a_1)$ з системи алгебраїчних рівнянь:

$$(X^T X)a = X^T Y. \quad (2.12)$$

Виходячи з рівнянь (2.8), (2.9) та (2.10) за умови відомих значень a^T , можна визначити фізичні параметри a , V , λ .

Окремо треба ідентифікувати «функцію джерела», тобто залежність концентрації забруднювальних речовин у створі повного перемішування (точка I):

$$U_{0,n} = b_0 Q + b_1 QM \quad (2.13)$$

як функцію викиду стічних вод M за час τ , м^3 ; витрат води в річці Q , $\text{м}^3/\text{с}$.

Зауважимо, що схема шаблону (рис. 2.1) не є оптимальною, коли необхідно мінімізувати число спостережень постійної схеми, оскільки за цих умов спостереження здійснюються в точках $U_{1,n}, U_{2,n}, U_{3,n}$ як у початкових умовах, а також в точці B .

Припускаючи, що перенесення речовини за рахунок дифузії є малим порівняно з перенесенням течією річки, дістанемо рівняння:

$$\frac{dU}{dt} = -V \frac{dV}{dx} + f(x, t) + \lambda(x, t)U. \quad (2.14)$$

Легко побачити, що тоді можна використати шаблон (рис. 2.2) і знайти невідомі коефіцієнти рівнянь:

$$U_{k,n+1} = b_0 U_{k,n} + b_1 U_{k-1,n} \quad (2.15)$$

Проведемо розрахунковий аналіз для річки Ірша.

За даними гідрохіманалізу поверхневої води річки Ірша (табл. 2.1) є перевищення ГДК марганцю та заліза [27].

Таблиця 2.1 – Результати гідрохіманалізів поверхневої води в р. Ірша

Назва створу	Запах Бал	Забарвленість Градуси	pH	Залізо мг/дм ³	Марганець мг/дм ³	Нітрити мг/дм ³	Хлориди мг/дм ³
Гранично допустимі норми згідно ДСанПін 2.2.4-171-10	≤ 3	≤ 20	6,5-8,5	≤ 0,1	≤ 0,05	≤ 0,5	≤ 300
Створ 1 р. Ірша, початок Малинського водосховища, Малинський район, Житомирська обл.	3	50	7,3	0,5	0,2	0,025	10
Створ 2 р. Ірша, відбір перед дамбою, Малинське водосховище, Малинський район, Житомирська обл.	3	50	7,54	0,3	0,1	0,025	10

Також маємо значення:

$\alpha = 1,4$ – коефіцієнт турбулентної дифузії;

$V(x, t) = 1,2$ дм/с – швидкість потоку;

$\lambda(x, t) = 1$ – величина, що характеризує швидкість розпаду речовини (самоочищення потоку) [28];

$\tau = 1$ год = 3600 с – інтервал часу [29].

Ми маємо значення для точок 1 і 2, знайдемо концентрацію заліза для точки 3, а так як відстань між точками вимірювання повинна бути однакою, то $\Delta x = 6$ км = 60000 дм – відстань між точками.

Спочатку знаходимо

$$a_{-1} = \left(\frac{1,4}{(60000)^2} + \frac{1,2}{2 \cdot 60000} \right) \cdot 3600 = 0,036;$$

$$a_0 = \left(\frac{1}{3600} - \frac{2 \cdot 1,4}{(60000)^2} + 1 \right) \cdot 3600 = 3601;$$

$$a_1 = \left(\frac{1,4}{(60000)^2} - \frac{1,2}{2 \cdot 60000} \right) \cdot 3600 = -0,022;$$

Порівнявши вирази (7) та (15) маємо

$$a_{-1}U_{k-1,n} + a_0U_{k,n} + a_1U_{k+1,n} = b_0U_{k,n} + b_1U_{k-1,n}$$

$$a_1U_{k+1,n} = b_0U_{k,n} + b_1U_{k-1,n} - a_{-1}U_{k-1,n} - a_0U_{k,n}$$

$$U_{k+1,n} = \frac{b_0U_{k,n} + b_1U_{k-1,n} - a_{-1}U_{k-1,n} - a_0U_{k,n}}{a_1}$$

$$U_{k+1,n} = \frac{2101,045 \cdot 0,3 + 591,676 \cdot 0,5 - 0,036 \cdot 0,5 - 3601 \cdot 0,3}{-0,022} =$$

$= 0,24 \text{ мг/дм}^3$ – концентрація заліза у точці 3, що перевищує значення ГДК більше ніж в 2 рази (рис. 2.3).

$$U_{k+1,n} = \frac{2101,045 \cdot 0,1 + 591,676 \cdot 0,2 - 0,036 \cdot 0,2 - 3601 \cdot 0,1}{-0,022} =$$

$= 0,092 \text{ мг/дм}^3$ – концентрація марганцю у точці 3, що перевищує значення ГДК майже в 2 рази (рис 2.3).

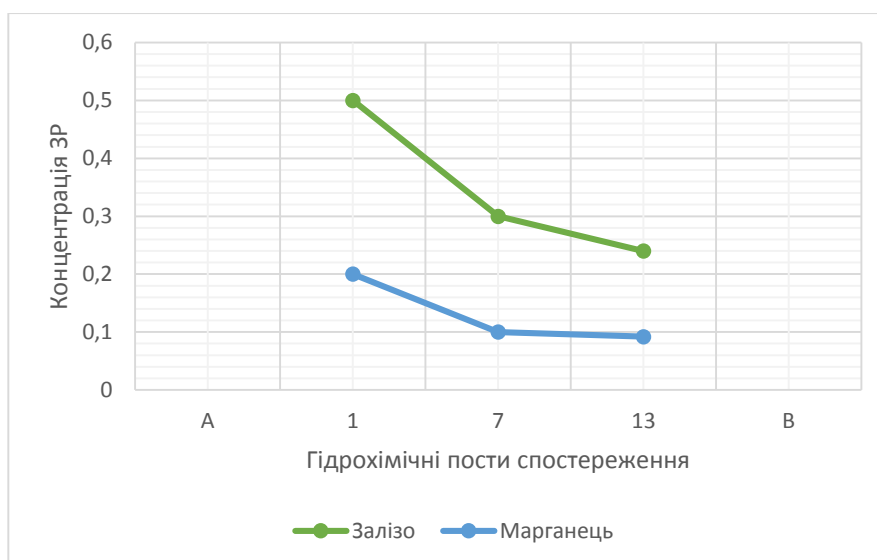


Рисунок 2.3 – Зміна концентрації залежно від відстані створів

2.3 Вміст і розподіл важких металів в тканинах і органах промислових видів риб Малинського водосховища

Риби є верхньою ланкою трофічного ланцюгу у водних екосистемах, тому розглядаються як біотичні накопичувачі металів [30].

Для дослідження впливу чинників на вміст і розподіл важких металів в іхтіофауні використовували основні види Малинського водосховища - лящ, плотвиця, синець [31].

Тканини і органи риб виконують різні фізіологічні функції в їх метаболізмі, в зв'язку з цим спостерігаються тканинні особливості акумуляції біоелементів. Для вивчення специфіки вмісту важких металів в рибах їх вміст визначали в м'язах, зябрах, лусці, серці, печінці, гонадах. Оскільки, крові виконує важливу транспортну функцію по відношенню до металів, а м'язова тканина – депонуючу функцію, то в печінці відбувається не тільки їх біоаккумуляція, а й максимальне залучення в метаболічні процеси.

Представлені середні значення валового вмісту важких металів в тканинах і органах риб Малинського водосховища. Валовий вміст різних важких металів в рибах значно відрізняється, тому можна виділити дві групи металів за ступенем накопичення: залізо – цинк (перша група); мідь – хром – свинець (друга група).

Лящ. В організмі ляща вміст заліза більший в порівнянні з іншими елементами (рис. 2.4 та рис. 2.5).

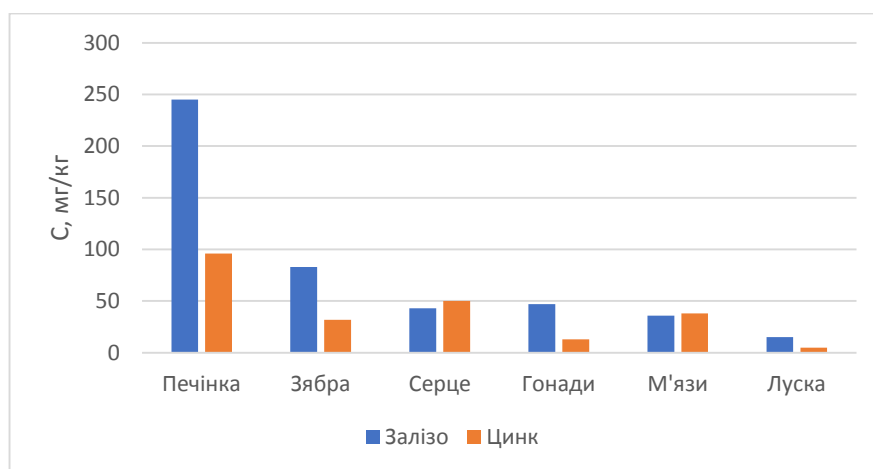


Рисунок 2.4 – Вміст заліза та цинку в тканині та органах ляща (мг/кг сирової маси)

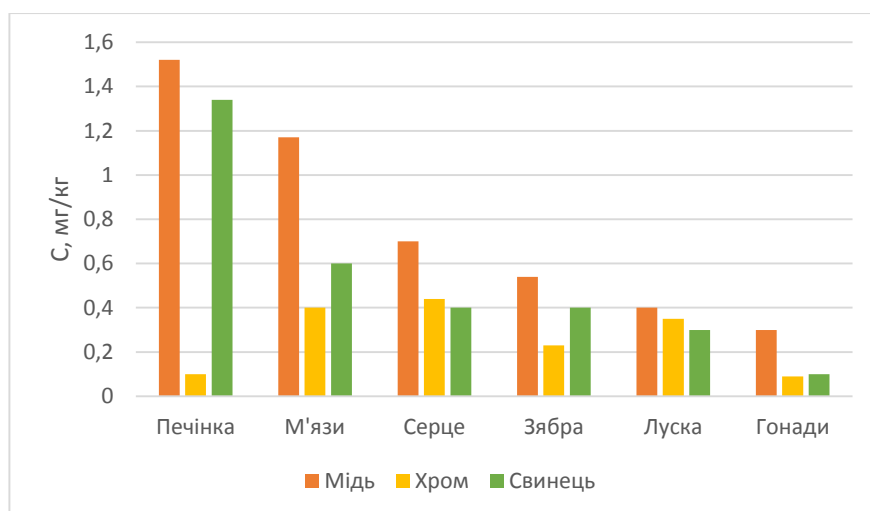


Рисунок 2.5 – Вміст міді, хрому та свинцю в тканині та органах ляща (мг/кг сирової маси)

Акумуляція заліза і цинку головним чином спостерігається в печінці ляща. Високий вміст цих металів визначається: широким поширенням в біосфері Землі; вони є есенціальними елементами для організмів гідробіонтів; беруть активну участь у найважливіших біохімічних процесах; вони є невід'ємною частиною біомолекул (міоглобін, гемоглобін, цитохроми і ін.), необхідних для стійкого метаболізму, процесів кровотворення і енергообміну. Цинк бере участь у

фізіологічних процесах (гормональний метаболізм, імунна реакція, стабілізація рибосом і мембран клітин) [32].

Високий вміст міді відзначається в м'язах, серці та печінці. Найбільше накопичення хрому встановлено в м'язах і серці, значний його зміст відзначено в зябрах та лусці, які активно беруть участь в обміні хрому між рибою і навколишнім середовищем.

Встановлена залежність накопичення заліза і цинку між органами, що забезпечуються великою кількістю крові, пояснюється їх фізіологічними функціями. Залізо бере участь в кровотворній функції, перенесення кисню з зябер в тканини і органи, входить до складу ферментів крові, де накопичення цього металу відбувається за рахунок геміної форми; цинк – важливий компонент металоферментів, що локалізуються в м'язах і серці [33].

Для другої групи металів встановлена загальна тенденція накопичення між м'язами та лускою. З отриманих результатів можна зробити висновок, що їх надходження в м'язи відбувається з навколишнього середовища. Дані метали сорбуються через слиз на поверхню луски, яка грає бар'єрну роль, знижуючи токсичність металів за рахунок зв'язування їх специфічними білками слизу [34].

Плотвиця, синець. Результати фізико-хімічного аналізу вмісту важких металів в синці і плотвиці показали, що є однакові тенденції в розподілі металів по організму риб. Вміст важких металів в тканинах і органах синця представлено на рис. 2.6 та рис. 2.7; плотви – рис. 2.8 та рис. 2.9.

В тканинах і органах синця та плотвиці встановлено високий вміст заліза і цинку. Максимальний вміст заліза у синця і плотвиці знайдено в печінці, а цинку – в лусці.

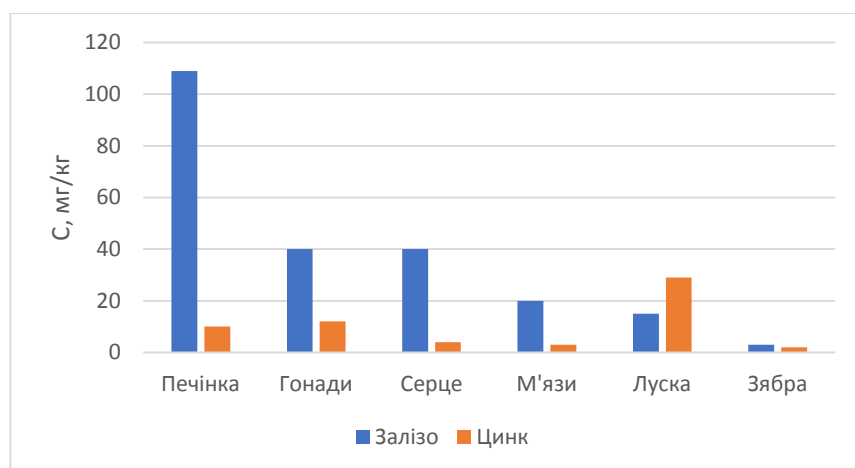


Рисунок 2.6 – Вміст заліза і цинку в тканинах та органах синця (мг/кг сирової маси)

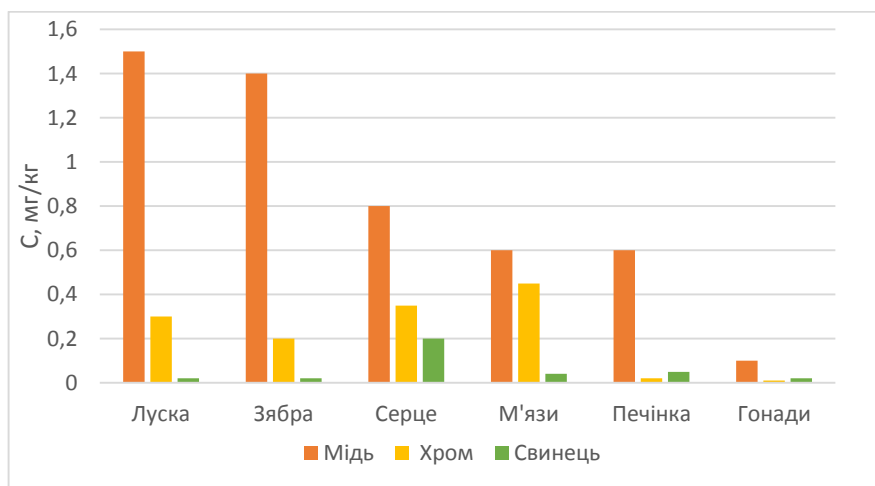


Рисунок 2.7 – Вміст міді, хрому і свинцю в тканинах та органах синця (мг/кг сирової маси)

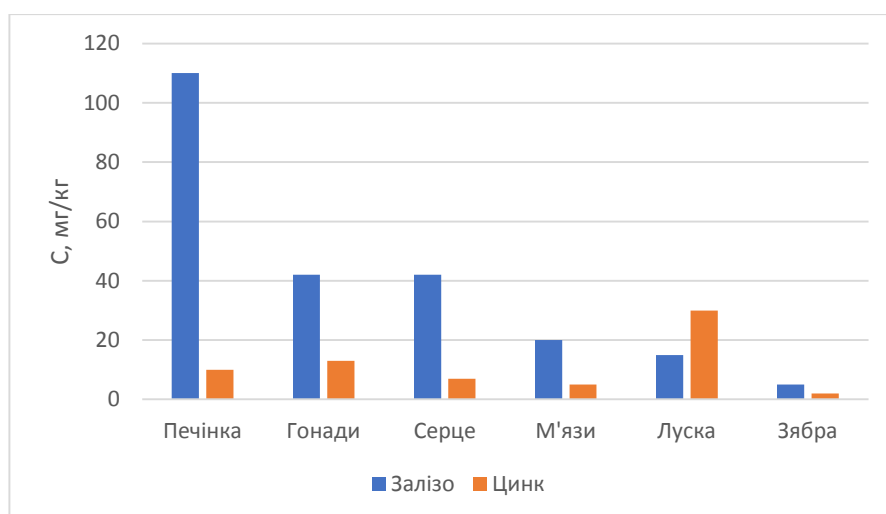


Рисунок 2.8 – Вміст заліза та цинку в тканинах і органах плотвиці (мг/кг сирової маси)

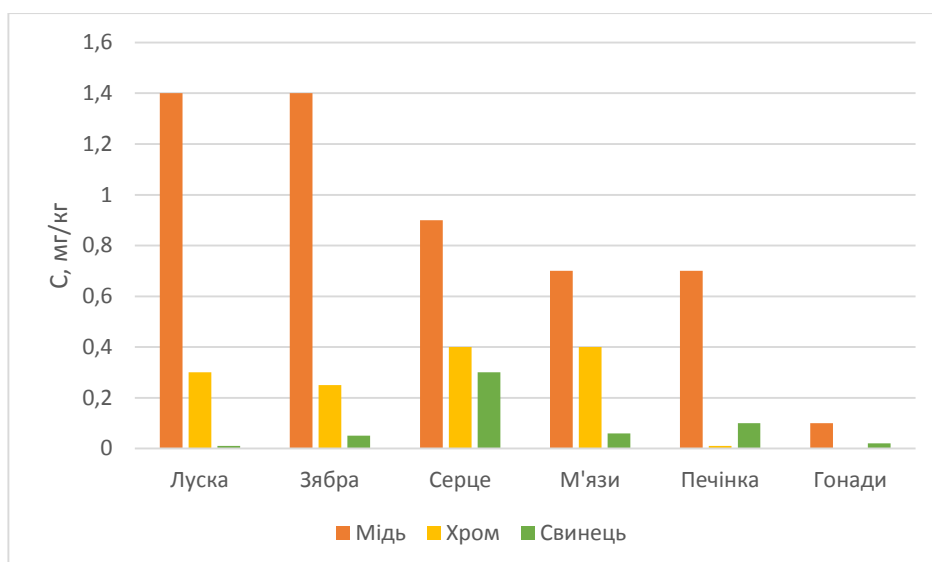


Рисунок 2.9 – Вміст міді, хрому та свинцю в тканинах і органах плотвиці (мг/кг сирової маси)

Надходження хрому і свинцю (металів, які не беруть участі в метаболізмі) відбувається як із зовнішнього середовища, за допомогою органів, які безпосередньо контактують з водним середовищем (луска і зябра), так і з кормовими об'єктами (печінка і серце).

Незалежно від видової приналежності риби в печінці накопичується залізо, що підтверджує важливу обмінно-депонує роль цього органу щодо важких металів; а в м'язах і серці накопичення хрому. В динаміці накопичення цинку, свинцю і міді є видові особливості.

2.4 Накопичення важких металів молюсками та рогульником плаваючим

Для дослідження вмісту важких металів у вищій водній рослинності використовували гідрофіт – водяний горіх (*Trapa natans*), а у бентосних організмах використовували макрозообентос, молюски роду *Unio*.

Дослідження вмісту важких металів у молюсках проводилося у річці Ірша, результати якого наведені в таблиці 2.2 [35].

Таблиця 2.2 – Вміст важких металів в молюсках р. Ірша

Місце дослідження	Вміст, мг/кг				
	Залізо	Цинк	Мідь	Нікель	Хром
Малинське водосховище, р. Ірша, Житомирська обл.	1,36±0,06	0,32±0,01	0,051±0,002	0,05±0,02	0,03±0,001

Ряд зменшення вмісту важких металів у молюсках виглядає наступним чином: Fe – Zn – Cu – Ni – Cr. Встановлено, що в молюсках вміст заліза і цинку на порядок вище інших елементів.

Дослідження вмісту важких металів в рогульнику плаваючого проводилося відповідно до таких умов: наявність можливих антропогенних джерел, у вигляді промислових підприємств. Результати дослідження вмісту важких металів в водяному горісі проводилось у Малинському водосховищі наведені в таблиці 2.3 [33].

Таблиця 2.3 – Вміст важких металів в водяному горісі р. Ірша

Місце дослідження	Вміст, мг/кг				
	Залізо	Цинк	Мідь	Нікель	Хром
Малинське водосховище, р. Ірша, Житомирська обл.	4,78±2,39	2,32±0,12	0,54±0,02	0,23±0,01	0,12±0,006

Ряд зменшення вмісту важких металів в рогульнику плаваючому, збігається з рядом молюсків. У рогульника також спостегірається високий вміст заліза і цинку.

Високий вміст заліза і цинку в молюсках та в чилимі р. Ірша пояснюється тим, що вони є фізіологічно активними металами, які беруть участь в життєдіяльності водних організмів. Встановлено, що біологічні об'єкти (молюски та вищі водні рослини) активно поглинають важкі метали із води.

2.5 Біоіндикаційні властивості водяного горіха з лабораторним підтвердженням

Дані аналітичних досліджень за хімічним складом ядра водяного горіха: вода – до 43%; клітковина – 4,5%; білок – 4,8%; безазотисті екстрактивні речовини – 37%; зола – до 1%; жир – 7,2%; фосфор – 415 мг%; кальцій – 40 мг%; каротин – 144 мкг%; залізо – 36 мг/кг [15].

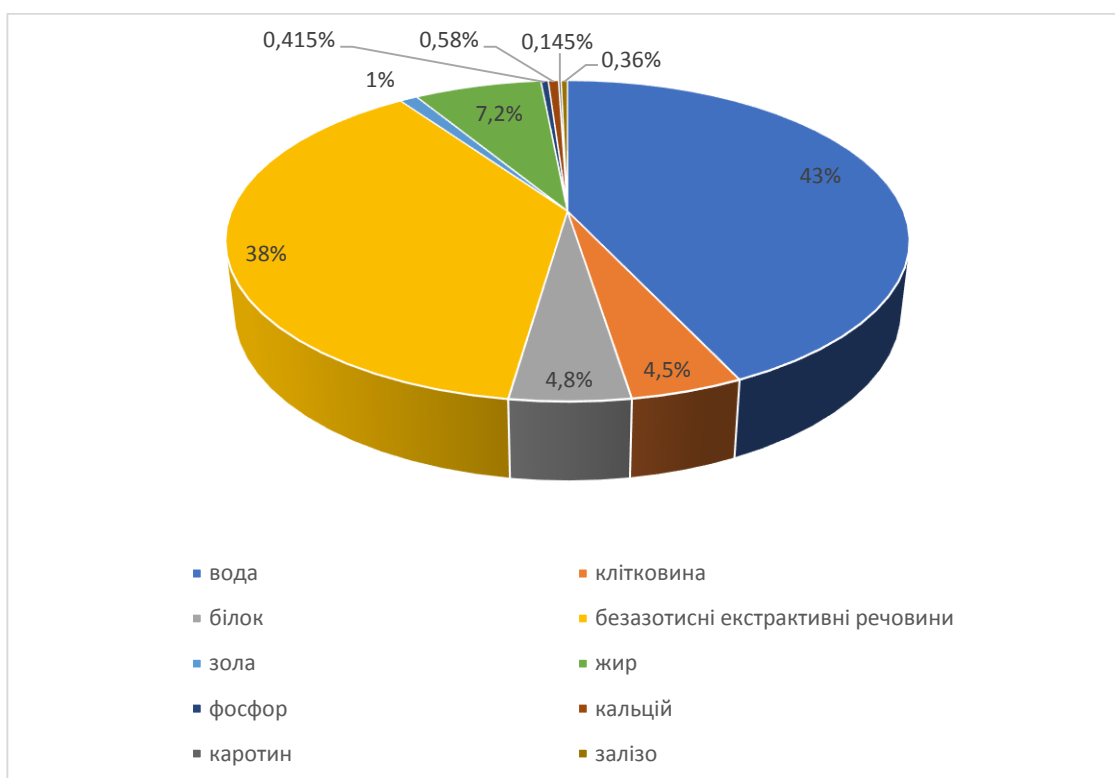


Рисунок 2.10 – Хімічний склад ядра водяного горіха

Як видно з наведених даних, водяний горіх містить велику кількість води (43%). Також він містить малу кількість білка, жиру, золи і менше клітковини (дані наведені в перерахунку на суху речовину), ніж в інших горіхах, що і визначає його досить низьку енергетичну цінність. Значно більше в ньому безазотистих екстрактивних речовин, а також фосфору і заліза. Показовим є те, що водяний горіх містить велику кількість каротиноїдів, які відомі як хороші антиоксиданти.

В дослідженні було проаналізовано і кількісний склад деяких солей металів в плодах *Tetraodon lineatus* (мг / кг). Він виявився таким: магній - 51; залізо - 36; мідь - 1,5; цинк - 15; кобальт - 2; нікель - 3,5; кадмій - 0,12; хром - 2; свинець - 0,55; марганець - 23. При аналізі можна встановити незначне перевищення ГДК заліза (ГДК 0,1 мг / кг) і марганцю (ГДК 0,5 мг / кг), що свідчить про вибіркову адсорбцію в горіхах солей важких металів [15].

Водяному горіху подобаються водойми, що використовують для охолодження ТЕС. Оскільки такі водойми можна охарактеризувати більшою температурою води, із за чого відбувається зсув карбонатно-кальцієвої рівноваги. У першому випадку зменшується вміст іонів Ca^{2+} , Mg^{2+} і CO_3^{2-} , у другому – у воді з'являються іони феруму.

Внаслідок використання великих обсягів води для технологічних процесів, у тому числі використання в теплообмінниках та конденсаторах для охолодження, після чого нагріта вода потрапляє зі стоком в річку Ірша. Води річки підходять для проростання водяного горіха та його подальшого поширення.

Гідрохімічний аналіз поверхневих вод річки Ірша показує, що у воді є певні перевищення заліза (Додаток В, Г, Д).

Можна зробити висновки, що рогульник плаваючий росте в чистій, гарно прогрітій воді, в складі якої є великий вміст заліза. Тобто водяний горіх можна розглядати як біоіндикатор заліза у воді.

Висновки до розділу 2

1. Досліджено вплив марганцю та заліза на водне середовище.
2. Використовуючи одновимірну математичну модель трансформації й перенесення забруднюючих речовин, встановлено перевищення ГДК марганцю та заліза, майже в 2 рази.
3. Проаналізовано вплив та накопичення важких металів в тканинах та органах промислових видів риб Малинського водосховища. Валовий вміст

різних важких металів в рибах значно відрізняється, тому можна виділити дві групи металів за ступенем накопичення: залізо – цинк (перша група); мідь – хром – свинець (друга група).

4. Досліджено вміст важких металів у молюсках та рогульнику плаваючому. Високий вміст заліза (до 5 мг/кг) у чилимі пояснюється тим, що він є фізіологічно активним металом, який бере участь в життєдіяльності водних організмів.

5. Доведено, що рогульник плаваючий росте в чистій, гарно прогрійтій воді, в складі якої є великий вміст заліза, концентрація якого в річці Ірша 0,2-0,5 мг/дм³, тобто можна використовувати його біоіндикаційні властивості для виявлення заліза у водоймі.

3 МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ВОДЯНОГО ГОРІХА НА ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

3.1 Використання рогульника плаваючого як фільтратруючий матеріал

Лушпиння з *Trapa natans* можна перетворити в модифіковане залізом активоване вугілля. Адсорбуюче з'єднання добре сорбує хром, більшість нафтопродуктів, також можуть видалити нітроти та метали з забрудненої води. В даний період одним з актуальних завдань є проблема вибору ефективного сорбенту, що володіє високими сорбційними властивостями до тих чи інших токсичних реагентів. Крім того, сучасні сорбенти повинні піддаватися регенерації, мати високу механічну міцність і утилізуватися без порушення екологічних норм. В експериментах в Індії за допомогою чилиму вдалося видалити значну кількість ртуті з стічних вод паперової фабрики [15].

3.2 Використання рогульника плаваючого як альтернативне паливо

З кожним роком ціни на викопне паливо зростають, а його кількість зменшується. Людство вже давно у пошуках альтернативного палива. Як приклад, використання деревних палет або біомаси. Використання біопалива також може призупинити найбільшу екологічну проблему – зміну клімату планети. Біопаливо має менший вплив на парниковий ефект, адже рослини, які потім використовують, як біопаливо, поглинають вуглець з атмосфери та виробляють кисень.

Людство має потребу в альтернативному паливі, адже кількість природного викопного палива зменшується, а його використання збільшує кількість парникових газів, породжуючи найбільшу екологічну проблему сучасного світу.

Вугілля зазвичай характеризується більш високими температурами горіння і містить більше сірки та азоту, ніж деревина та інші види біомаси. Це означає, що спалювання вугілля призводить до виділення SO_2 і оксидів азоту

(NO_x) (4% викидів SO_2 і 1% викидів NO_x в світовому масштабі), а також токсичних забруднювачів, які зв'язуються з PM (зважені тверді частинки) шляхом адсорбції (утворення дуже тонкого шару на поверхні частинок) або поглинання. Ситуація ускладнюється тим, що вугілля, що видобувається в певних географічних регіонах, містить такі токсичні елементи, як фтор, миш'як, селен, ртуть і свинець. Спалювання таких видів вугілля асоціювалося з отруєнням токсичними сполуками, що виділяються при горінні [36].

$PM_{2,5}$ (зважені тверді частинки з аеродинамічним діаметром менше 2,5 мкм) – один з основних забруднювачів повітря, що утворюються при спалюванні твердих видів палива. Тонкодисперсні частинки, джерелом яких є спалювання деревини, зазвичай вважаються найкращим індикатором впливу на здоров'я; цей забруднювач найбільш широко вивчений і знаходиться в центрі уваги більшості нормативів, що регламентують викиди.

СВ (сажистий (чорний) вуглець) – це одна зі складових $PM_{2,5}$, який справляє негативний вплив на здоров'я і визнається важливим короткоживущим забруднювачем, що впливає на клімат [37]. У міру того як викиди з дров'яних печей або пристроїв для спалювання довгих деревних полін остигають або "старіють", СВ адсорбує ряд газоподібних вуглеводнів. При правильній експлуатації, що дозволяє оптимізувати повітряний потік, печі, що працюють на деревних гранулах (пеллетах), викидають набагато менше СВ і поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ), ніж традиційні дров'яні печі [38].

ОВ (органічний вуглець) - інший компонент PM , який безпосередньо викидається в повітря при горінні багатьох видів твердого палива, а також утворюється як вторинний забруднювач. Органічні і деякі неорганічні викиди піддаються швидкій фізико-хімічній трансформації, за якою слідує більш пізні реакції в атмосфері [39]. Швидкість багатьох реакцій залежить від сонячного освітлення (ультрафіолетового випромінювання), а також від атмосферної температури; це означає, що в холодний і темний період опалювального сезону вони протікають набагато повільніше, ніж в інші, більш сонячні і теплі періоди року. На відміну від СВ, аерозолі, що містять ОВ, як правило, надають

охладжуючу дію на клімат. При використанні малогабаритних нагрівачів навіть підвищення ефективності згоряння практично не вплине на рівень викидів СВ при спалюванні певної кількості палива. Однак більш повне згоряння призведе до значного зниження викидів органічних сполук і збільшення викидів таких неорганічних солей, як сульфати, хлориди та карбонати калію і цинку, склад яких залежить від виду біомаси [40].

Дим при спалюванні деревини (і інших видів біомаси) містить також газоподібні забруднювачі повітря, з якими може бути пов'язаний ряд несприятливих наслідків для здоров'я. Серед цих газів: CO , NO_x), леткі органічні сполуки (акролеїн, формальдегід, бензол), газоподібні і зважені ПАУ, а також інші органічні сполуки, включаючи карбонові кислоти, численні насичені і ненасичені вуглеводні, ароматичні з'єднання і кисень органічні сполуки (альдегіди, хінони, феноли, органічні кислоти і спирти). Від згоряння біомаси, яка, наприклад, в результаті обробки солоною водою або транспортування по морю містить хлор, може призводити також до викидів хлорвмісних органічних сполук. Спалювання вугілля часто супроводжується викидом SO_2 через можливе високий вміст сірки в цьому виді палива [41].

Левоглюкозан – це маркер горіння біомаси, який часто використовується як індикатор для визначення експозиції до продуктів горіння палива на основі біомаси або при дослідженні розподілу джерел. У той час як користь від застосування Левоглюкозан в якості маркера спалювання біомаси вже доведена, необхідне проведення додаткових досліджень для кількісної оцінки взаємозв'язку між рівнями Левоглюкозан і масовою концентрацією PM при сценаріях, що включають застосування різних видів деревини і пристроїв для її спалювання [42].

При спалюванні вугілля можуть виділятися особливо небезпечні для здоров'я людини елементи та з'єднання (фтор, миш'як, селен, ртуть і свинець); спалювання вугілля в домашніх господарствах може призводити до викидів цих забруднювачів у внутрішнє середовище приміщень [43]. В особливо важкій економічній ситуації люди часто вдаються до спалювання уламків меблів,

пластика і сміття. Горіння цих матеріалів супроводжується викидами таких вкрай шкідливих для здоров'я людини забруднювачів, як діоксини та свинець.

Короткочасний вплив частинок, що утворюються при горінні деревини, і частинок, що виділяються при спалюванні різних видів викопного палива, однаково небезпечно для здоров'я. В експериментах на тваринах було доведено, що в димі від спалювання твердого палива присутній 28 токсичних забруднювачів, в тому числі 14 канцерогенних сполук і 4 агента, що сприяють розвитку раку [44].

Зв'язок між підвищеннями добових концентрацій *РМ* в атмосферному повітрі і зростанням смертності та числа госпіталізацій була продемонстрована в сотнях епідеміологічних досліджень часових рядів, проведених в різних кліматичних умовах і популяціях. Довгострокова експозиція (роки) до *РМ*, мабуть, має більший вплив на здоров'я, ніж короткострокова (дні), хоча слід врахувати, що досліджень довгостроковій експозиції було проведено менше. Результати проведених досліджень дозволяють припустити, що вплив *РМ* не тільки викликає гострі прояви захворювання, але може також прискорювати розвиток хронічних хвороб або навіть служити причиною їх виникнення [45]. У країнах з низьким рівнем доходів довгостроковий вплив високих концентрацій забруднювачів в складі деревного диму асоціювалося з інфекціями нижніх дихальних шляхів (включаючи пневмонію) у дітей, хронічними обструктивними захворюваннями легень, зниженням функції легенів і раком легенів у жінок, а також з мертвонароджених та низькою масою тіла при народженні [46].

3.2.1 Теплотворна здатність водяного горіха за формулою Менделєєва

Для підприємств прилеглих до водосховищ є можливість розглянути *Tigra patans* як альтернативне паливо для котельнь системи ГВП. Властивості рогульника швидко розповсюджуватися та розмножуватися, а також його хімічний склад, дають можливість розглядати його як альтернативне паливо для котельнь системи гарячого водопостачання (ГВП) [47].

При спалюванні рогульника виділяється вуглекислий газ, азот та зола, але в меншій кількості ніж при спалюванні інших видів палива. Оксид азоту NO і діоксид азоту N_2O в атмосфері зустрічаються разом, тому найчастіше оцінюють їх сумісна дія на організм людини. Тільки поблизу від джерела викидів спостерігається висока концентрація NO . При згорянні палива в автомобілях і в теплових електростанціях приблизно 90% оксидів азоту утворюється у формі монооксиду азоту. Решта 10% припадають на діоксид азоту. Однак в ході хімічних реакцій значна частина NO перетворюється в N_2O - набагато більш небезпечне з'єднання. Монооксид азоту NO являє собою безбарвний газ. Він не подразнює дихальні шляхи, і тому людина може його не відчувати. При вдиханні NO , як і CO , зв'язується з гемоглобіном. При цьому утворюється нестійке нітросоедінений, яке швидко переходить в метгемоглобін, при цьому Fe^{2+} переходить в Fe^{3+} . Іон Fe^{3+} не може оборотно зв'язувати O_2 і таким чином виходить з процесу переносу кисню. Концентрація метгемоглобіну в крові 60 - 70% вважається летальною. Але таке граничне значення може виникнути тільки в закритих приміщеннях, а на відкритому повітрі це неможливо [48].

Щоб розрахувати кількість рогульника для опалення води, розглянуто емпіричну формулу Д.І. Менделєєва.

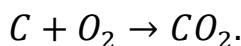
Хімічні реакції супроводжуються виділенням або поглинанням теплоти, а реакція горіння завжди супроводжується виділенням теплоти.

Теплотою згорання Q_r (Дж/моль) називається кількість теплоти, що виділяється при повному згорянні одного моля речовини і перетворення горючої речовини в продукти повного горіння. У технічних розрахунках частіше використовується не теплота згорання Q_r , а теплотворна здатність палива Q (Дж/кг або Дж/м³).

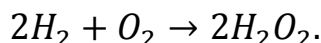
Знання теплоти згорання і теплотворної здатності палива необхідно для розрахунку температури горіння або вибуху, тиску при вибуху, швидкості поширення полум'я та інших характеристик. Теплотворна здатність палива визначається або експериментальним, або розрахунковим способами.

Для встановлення зв'язку між теплотою згорання і теплотворною здатністю речовини необхідно записати рівняння хімічної реакції горіння.

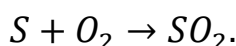
Продуктом повного горіння вуглецю є діоксид вуглецю:



Продуктом повного горіння водню є вода:



Продуктом повного горіння сірки є діоксид сірки:



При цьому виділяються у вільному вигляді азот, галоїди і інші негорючі елементи.

Якщо теплотворна здатність палива невідома, то її можна розрахувати за допомогою емпіричної формули, запропонованої Д.І. Менделєєвим. Для цього необхідно знати елементарний склад палива (еквівалентну формулу палива), тобто процентний вміст в ньому наступних елементів:

- кисню(O);
- водню(H);
- вуглецю(C);
- сірки(S);
- азоту (N);
- золи(A);
- води(W).

У продуктах згорання палив завжди містяться пари води, які утворюються як через наявність вологи в паливі, так і при згорянні водню. Відпрацьовані продукти згорання залишають промислову установку при температурі вище температури точки роси. Тому тепло, яке виділяється при конденсації водяної пари, не може бути корисно використано і не повинно враховуватися при теплових розрахунках.

Для розрахунку зазвичай застосовується нижча теплотворна здатність Q_H палива, яка враховує теплові втрати з парами води. Для твердих і рідких палив величина Q_H (МДж/кг) наближено визначається за формулою Менделєєва:

$$Q_n = 0,339[C] + 1,025[H] + 0,1085[S] - 0,1085[O] - 0,025[W], \quad (3.1)$$

де в дужках вказано відсотковий (мас.%) вміст відповідних елементів в складі палива.

У цій формулі враховується теплота екзотермічних реакцій горіння вуглецю, водню і сірки (зі знаком «плюс»). Кисень, що входить до складу палива, частково заміщає кисень повітря, тому відповідний член у формулі (1) береться зі знаком «мінус». При випаровуванні води теплота витрачається, тому відповідний член, що містить W , береться також зі знаком «мінус» [49].

Вирішенням задачі є забезпеченням альтернативним паливом підприємства, що знаходяться поблизу водосховищ.

Для цього необхідно визначити кількість водяного горіха, необхідного для нагрівання 500 літрів води від 30°C до 100°C , якщо на нагрівання витрачається 5% теплоти, що виділяється при горінні, а теплоємність води $c = 1$ ккал/(кг · град) або 4,1868 кДж/(кг · град). Досліджено склад водяного горіха по вищенаведеним елементам, наведено на рис. 3.1 [50].

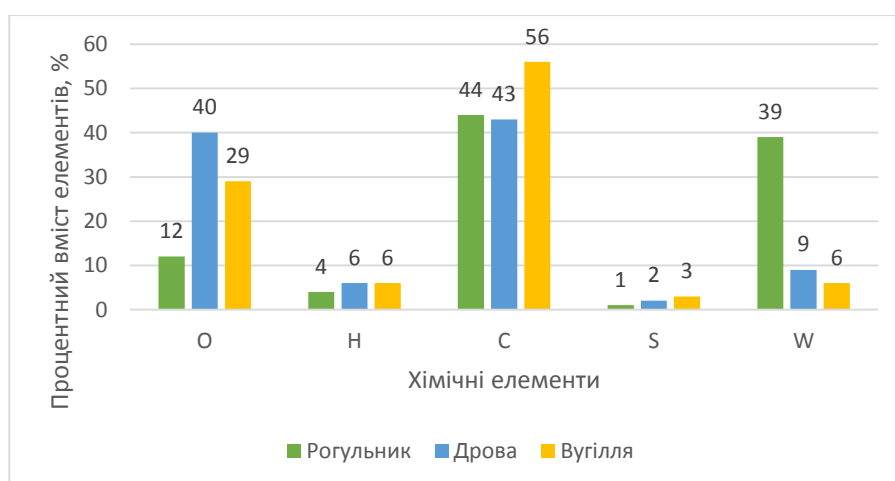


Рисунок 3.1 – Елементний склад водяного горіха, дров та вугілля

Визначимо кількість теплоти, необхідної для нагрівання $m = 500$ кг води:

$$Q_1 = c \cdot m \cdot \Delta T = 4,1868 \cdot 500 \cdot (100 - 30) = 146,538 \text{ МДж.}$$

Знайдемо теплотворну здатність водяного горіха за формулою Менделєєва (3.1):

$$Q_H = 0,339 \cdot 44 + 1,025 \cdot 4 + 0,1085 \cdot 1 - 0,1085 \cdot 12 - 0,025 \cdot 39 = 16,847 \text{ МДж/кг.}$$

Отже, кількість теплоти, що витрачається на нагрів води, при згорянні 1 кг рогульника (з урахуванням того, що на її нагрівання витрачається 5% теплоти ($a = 0,05$), що виділяється при горінні):

$$Q_2 = a \cdot Q_H = 0,05 \cdot 16,847 = 0,842 \text{ МДж/кг.}$$

При цьому кількість водяного горіха, необхідного для нагрівання 500 літрів води від 30°C до 100°C:

$$M = \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{146,538}{0,842} = 174,04 \text{ кг.}$$

Отже, для нагрівання води в котельні системи ГВП потрібно 174 кг рогульника.

Щоб зробити необхідні висновки, порівняємо такі види палива як водяний горіх, дрова та вугілля. Для цього було проведено необхідні розрахунки для тих самих умов, тільки для інших видів палива.

Було проведено дослідження склад дров та представлено на рис. 3.1 [15]. За допомогою цих значень знайдемо теплотворну здатність дров за формулою Менделєєва (3.1):

$$Q_H = 0,339 \cdot 43 + 1,025 \cdot 6 + 0,1085 \cdot 2 - 0,1085 \cdot 40 - 0,025 \cdot 9 = 16,379 \text{ МДж/кг.}$$

При цьому кількість теплоти, що витрачається на нагрів води, при згорянні 1 кг дров (з урахуванням того, що на її нагрівання витрачається 5% теплоти ($a = 0,05$), що виділяється при горінні):

$$Q_2 = a \cdot Q_H = 0,05 \cdot 16,379 = 0,818 \text{ МДж/кг.}$$

Визначимо необхідну кількість дров необхідних для нагрівання 500 літрів води від 30°C до 100°C:

$$M = \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{146,538}{0,818} = 179,14 \text{ кг.}$$

Для нагрівання води в котельні системи ГВП потрібно 179,14 кг дров.

Досліджено склад вугілля та представлено на рис. 3.1 [51]. Використаємо ці значення, щоб знайти теплотворну здатність вугілля за формулою Менделєєва (3.1):

$$Q_H = 0,339 \cdot 56 + 1,025 \cdot 6 + 0,1085 \cdot 3 - 0,1085 \cdot 29 - 0,025 \cdot 6 = 22,163 \text{ МДж/кг.}$$

За цих умов кількість теплоти, що витрачається на нагрів води, при згорянні 1 кг вугілля (з урахуванням того, що на її нагрівання витрачається 5% теплоти ($a = 0,05$), що виділяється при горінні):

$$Q_2 = a \cdot Q_H = 0,05 \cdot 22,163 = 1,108 \text{ МДж/кг.}$$

Отже, знайдемо необхідну кількість вугілля необхідне для нагрівання 500 літрів води від 30°C до 100°C:

$$M = \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{146,538}{1,108} = 132,25 \text{ кг.}$$

Для нагрівання води в котельні системи ГВП потрібно 132,25 кг вугілля.

Зрозуміло, що рослинна біомаса не може конкурувати з традиційними вуглеводневими паливами по енергетичній ефективності, але навіть їх часткове заміщення дозволяє поліпшити економічну і екологічну ситуацію в країні. Проте, широкому впровадженню рослинної біомаси в теплоенергетику перешкоджають ряд чинників. Отже постає необхідність скорочення витрат традиційних викопних палив та зменшення шкідливих викидів у довкілля, за рахунок використання рослинної біомаси, як відновлюваного джерела енергії. А насамперед підприємствами, які прилеглі до водойм з активним розростання водяного горіху, оскільки з 1 га можна отримати 4 т горіхів [52].

3.2.2 Характеристика парового твердопаливного котла типу КЕ

Сучасна котельня є складним технологічним комплексом. Вона складається з котельного агрегату та котельного допоміжного устаткування. Продукцією котельного цеху є перегріта водяна пара необхідних параметрів, що використовується на технологічні потреби і потреби населення.

До складу котельного агрегату входять: паровий котел, топка, водяний економайзер, обмуровка і арматура.

На підприємстві ТОВ «ПАПІР-МАЛ» проводяться виробнича діяльність, у тому числі встановлення твердопаливного котла і побудова приміщення котельні [53].

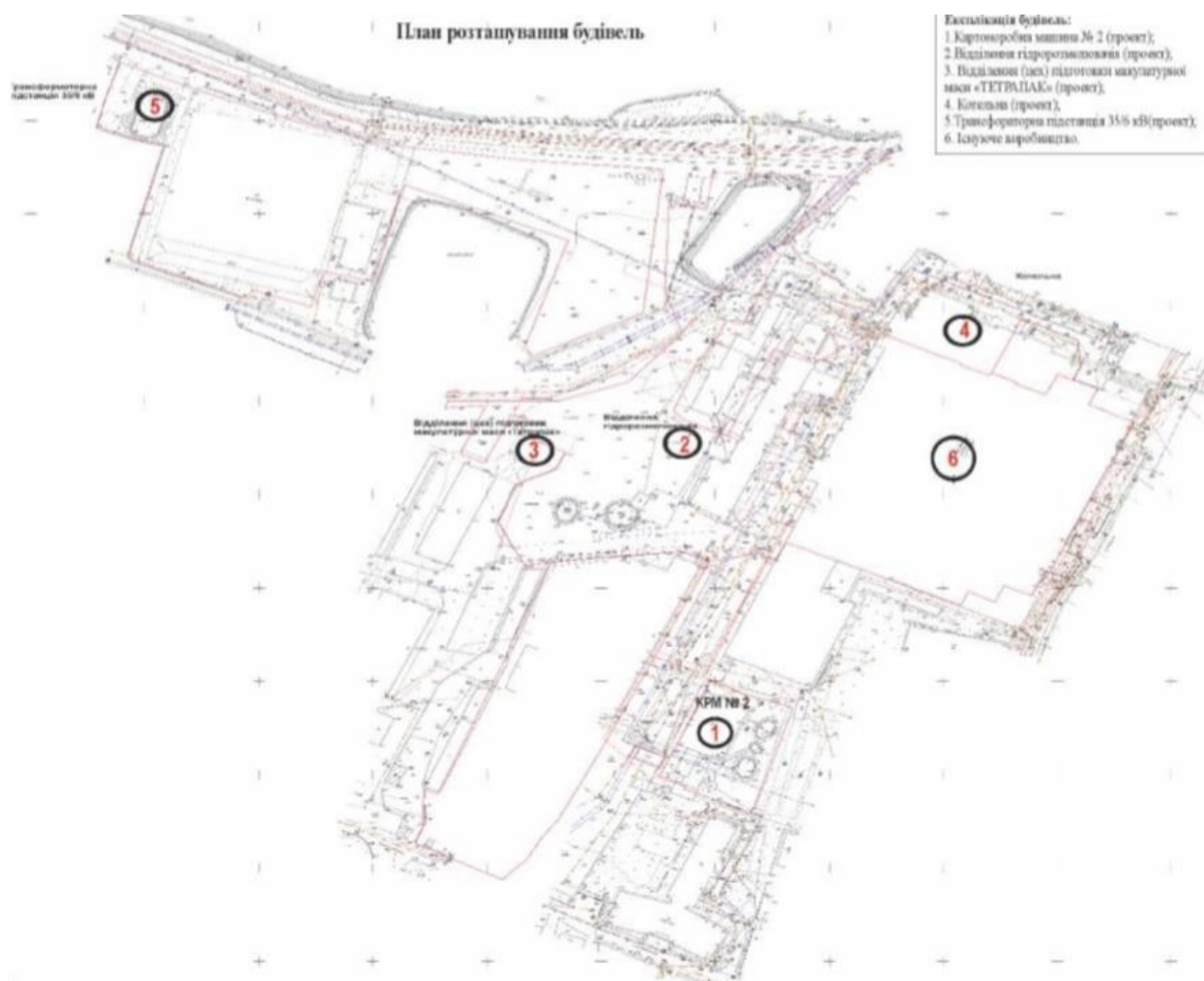
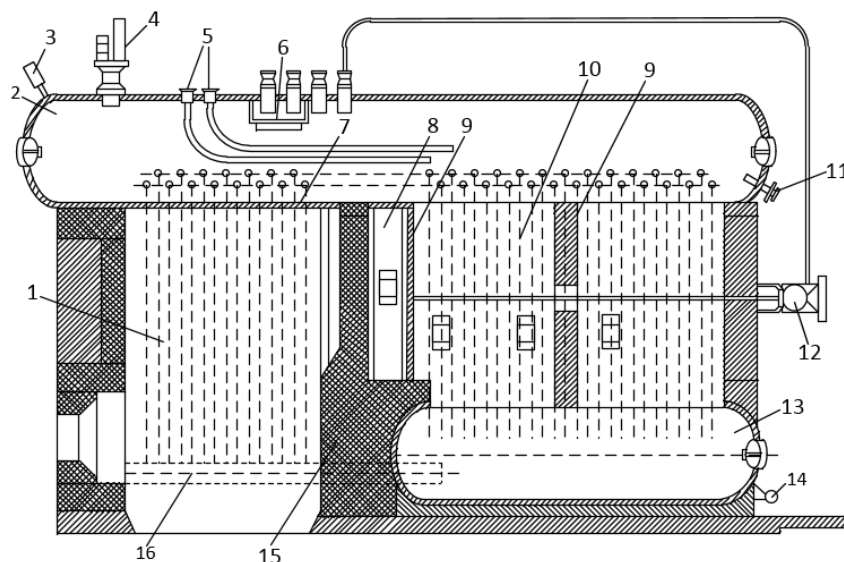


Рисунок 3.2 – Генеральний план забудови ТОВ «ПАПІР-МАЛ»

Котел типу КЕ-2,5-14С – котел з природною циркуляцією та з шаровими механічними топками, призначений для вироблення насиченої або перегрітої пари, яку використовують на технологічні потреби промислових підприємств, в системах опалення, вентиляції та гарячого водопостачання. Повздовжній переріз котла представлений на рис. 3.3 [54].



1 – топка, 2 – верхній барабан, 3 – манометр, 4 – запобіжний клапан, 5 – трубопровід живлення, 6 – сепараційний пристрій, 7 – легкоплавка пробка, 8 – камера догорання, 9 – перегородка, 10 – кип'ятильний пучок труб, 11 – трубопровід неперервної продувки, 12 – обдувочний пристрій, 13 – нижній барабан, 14 – трубопровід періодичної продувки, 15 – обмуровка, 16 – колектор

Рисунок 3.3 – Поздовжній переріз парового котла КЕ-2,5-14С

Технічна характеристика парового котла КЕ-2,5-14С представлена в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Основні технологічні параметри котла типу КЕ-2,5-14С

Технічні дані	Тип котла
	Котел паровий КЕ-2,5-14С
Паропроодуктивність, т/ч (МВт)	2,5 (1,82)
Робочий тиск, МПа (кгс/см ²)	1,3 (13)
Температура пар на виході, °С	194
Температура живильної води, °С	100
Тиск гарячої води, Мпа	0,6
Температура гарячої води на виході з котла, °С	70

Продовження таблиці 3.1

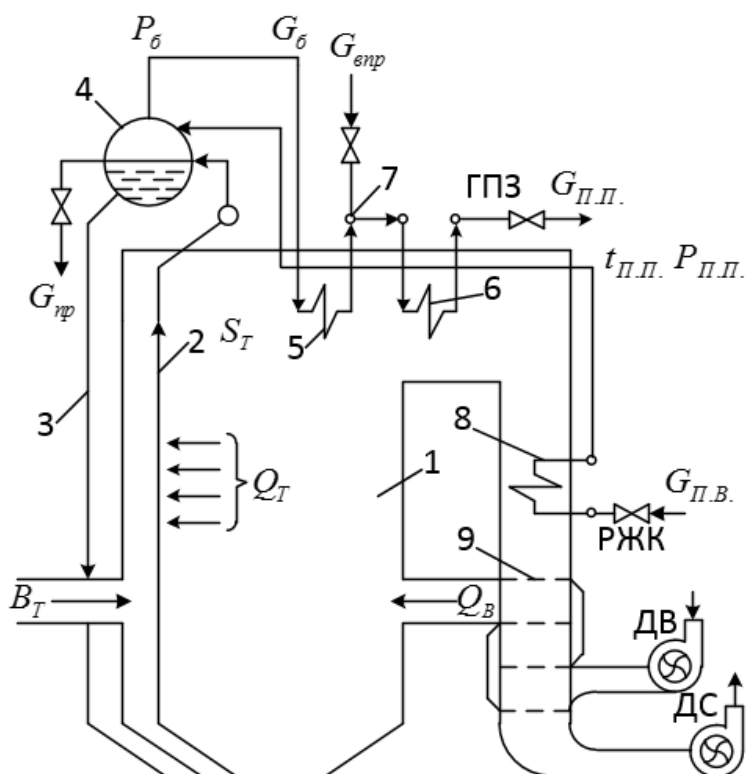
Технічні дані	Тип котла
	Котел паровий КЕ-2,5-14С
Загальна жорсткість води, мг · экв/дм ³	22
Загальна лужність, мг · экв/дм ³	1,5-2,6
ККД, %	80,8
Витрати палива, м ³ /год	292
Габарити (L×B×H), мм	5660×4640×5050
Маса, кг	8150

Принципова схема технологічного процесу, що протікає в барабанному паровому котлі, показана на рис.3.4. Паливо надходить через пальники в топку 1, де його спалюють зазвичай смолоскиповим способом. Для підтримки процесу горіння в топку подають повітря в кількості Q_B . Його нагнітають за допомогою вентилятора (ДВ) і попередньо нагрівають в повітро-підігрівачі 9.

Утворені в процесі горіння димові газы відсмоктують з топки димососом (ДС). Попутно вони проходять через поверхні нагріву пароперегрівачів 5, 6, водяного економайзера 8, повітро-підігрівача 9 і видаляються через димову трубу в атмосферу.

Процес пароутворення протікає в підйомних трубах циркуляційного контуру 2, що екранують камерну топку і постачає водою з опускних труб 3. Насичена пара G_6 з барабана 4 надходить в пароперегрівач, де нагрівається до встановленої температури за рахунок радіації факела і конвективного обігріву топковими газами. При цьому температуру перегріву пара регулюють в пароохолоджувачах 7 за допомогою впорскування води $G_{впр}$.

Основними регульованими величинами котла служать витрата перегрітої пари $G_{п.п.}$. Витрата пара є змінною величиною, а його тиск і температуру підтримують поблизу постійних значень в межах допустимих відхилень, що обумовлено вимогами заданого режиму роботи споживача теплової енергії.



ГПЗ – головна парова засувка; ДВ – вентилятор; ДС – димосос; РЖК – регулюючий живильний клапан; 1 – топка; 2 – циркуляційний контур; 3 – опускні труби; 4 – барабан; 5,6 – пароперегрівачі; 7 – паро-охолоджувач; 8 – економайзер; 9 – підігрівач повітря.

Рисунок 3.4 – Принципова технологічна схема барабанного котла

Крім того, слід підтримувати в межах допустимих відхилень значення наступних величин:

- рівня води в барабані – регулюють зміною подачі живильної води $G_{п.в.}$;
- розрідження у верхній частині топки S_T - регулюють зміною подачі димососів, що відсмоктують димові гази з топки;
- оптимального надлишку повітря за пароперегрівом а (02) - регулюють зміною подачі дуттєвих вентиляторів, що нагнітають повітря в топку;
- концентрації оксидів азоту в димових газах - регулюють, наприклад, подачею вентиляторів рециркуляції газів в топку;
- солемісту котельної води - регулюють зміною витрати води, що випускається з барабана в розширювач безперервної продувки.

Перераховані величини змінюються в результаті регулюючих впливів і під дією зовнішніх і внутрішніх збурень, що носять детермінований або випадковий характер. Котел в цілому, наприклад з'єднання паливо - витрата або тиск пара, вважають системою спрямованої дії [52].

3.2.3 Еколого-економічне обґрунтування вибору палива для парового твердопаливного котла KE-2,5-14C

Основна кількість вуглецю викидається у вигляді вуглекислого газу CO_2 і не відноситься до числа токсичних компонентів, але в глобальному масштабі може зробити вплив на стан атмосфери і навіть змінити клімат планети. Окис вуглецю є токсичним компонентом, але при раціонально побудованому процесі горіння в топці котла вміст CO в димових газах незначний. Головними компонентами, що забруднюють атмосферу в районі розташування котелень, є сірчистий ангідрид SO_2 і окису азоту NO та NO_2 . У топковій камері утворюється в основному окис азоту NO . Однак при його русі в атмосфері відбувається доокиснення, внаслідок чого розрахунок ведуть на більш токсичний двоокис азоту [50].

Основні характеристики кам'яного вугілля, дров та рогульника представлені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Екологічна, технологічна та економічна характеристика порівняння видів палива

Характеристики	Кам'яне вугілля	Дрова	Рогульник плаваючий
Розмір, мм	0-300	330	25-50
Масова частка загальної вологи на робочий стан, %	17	20	30
Зола на сухий стан, %	35	25	15
Вихід летких речовин на сухий беззолний стан, %	49	17,5	3,5
Вміст сірки на сухий стан, %	2	0,6	0,1

Продовження таблиці 3.2

Характеристики	Кам'яне вугілля	Дрова	Рогульник плаваючий
Вища теплота згоряння на сухий беззолний стан, ккал/кг	6900	5100	5800
Нижча теплота згоряння на сухий беззолний стан, ккал/кг	4100	3000	3500
Масова частка хлору на сухий стан, %	0,04	0,03	0,001
Кількість для вироблення 1000 Гкал теплової енергії, т	268	506	358
Ціна палива на 2020 рік, грн за 1 кг	5,9	3,4	1

Проаналізовано викиди забруднюючих речовин при використанні різних видів палива та виявлено, що викиди всіх забруднюючих речовин (SO_2 , NO_2 , Cl , As , CO , бенз(а)пірен, тверді частинки) при використанні кам'яного вугілля більша, ніж кількість викидів при використанні інших видів палива (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Результат аналізу викидів забруднюючих речовин

Забруднюючі речовини	Викид забруднюючих речовин, т		
	Кам'яне вугілля	Дрова	Рогульник плаваючий
SO_2	2,6	1,2	0,5
NO_2	0,96	0,56	0,1
Cl	0,014	0,01	0,002
As	0,00006	0,00004	0,00001
Бенз(а)пірен	$0,91 \cdot 10^{-6}$	$0,34 \cdot 10^{-6}$	$0,1 \cdot 10^{-6}$
CO	5,2	3,8	4
Тверді частинки (летюча зола)	1,41	0,88	0,7

Висновки до розділу 3

1. Лушпиння рогульника плаваючого модифіковане залізом добре сорбує хром, більшість нафтопродуктів, також можуть видалити нітроти та метали з забрудненої води.
2. Розраховано, що для нагрівання 500 л води до 100°C необхідна кількість водяного горіха становить 174,04 кг.
3. Розглянуто технічну характеристику парового твердопаливного котла типу КЕ-2,5-14С.
4. Проаналізовано екологічну, технологічну та економічну характеристику таких видів палива як вугілля, дрова та рогульник плаваючий.
5. Було проведено аналіз викидів забруднюючих речовин при використанні різних видів палива. Виявлено, що викиди при спалюванні рогульника плаваючого менші, ніж при використанні іншого виду палива.

4 РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ ВПРОВАДЖЕННЯ РОГУЛЬНИКА ПЛАВАЮЧОГО ЯК АЛЬТЕРНАТИВНЕ ПАЛИВО ДЛЯ КОТЕЛЕНЬ

4.1 Цілі та етапи реалізації стартап-проекту

На початку розроблення стартап-проекту доцільно обґрунтувати цілі етапів його реалізації (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Цілі основних етапів реалізації стартап-проекту

Етапи реалізації стартап-проекту	Цілі етапів реалізації стартап-проекту
Початковий етап стартап-проекту	Дослідження потреб та запитів споживачів, суперечностей та технологічних недосконалостей діючих продуктів-аналогів конкурентного середовища
Етап обґрунтування актуальності інноваційної ідеї	Задоволення нових потреб споживачів, удосконалення діючих технологій та устаткування
Етап аналізу конкурентного середовища	Виявлення можливих конкурентів-виробників, які виготовляють схоже обладнання або пропонують схожі технології та здійснення порівняльного аналізу техніко-економічних переваг та недоліків реалізації пропонованої ідеї
Етап обґрунтування ресурсного забезпечення проекту	Визначення необхідних матеріальних, трудових, капітальних ресурсів, ключових процесів, технології, обладнання та реалізації проекту в часі і просторі
Етап фінансового забезпечення реалізації проекту	Обґрунтування собівартості та ціни реалізації інноваційної ідеї
Інвестиційний етап реалізації стартап-проекту	Пошук потенційних інвесторів фінансування стартап-проекту
Маркетинговий етап реалізації проекту	Обґрунтування каналів збуту продукту стартап-проекту, залучення потенційних споживачів, формування необхідних сегментів ринку

4.2 Обґрунтування актуальності та новизна інноваційної ідеї стартап-проекту

Початковий етап стартап-проекту спирається на попередні розділи, в яких виявлені та узагальнені наявні суперечності та недосконалості діючих технологій, обладнання, які потребують розвитку, доопрацювання. Водночас, на початковому етапі доцільно виявити та дослідити нові потреби та запити споживачів визначеного виду діяльності. Окреслення нерозв'язаних проблем, виявлених суперечностей дозволить обґрунтувати доцільність їх вирішення за допомогою створеного обладнання.

Обґрунтування інноваційної ідеї зумовлює необхідність окреслення її актуальності для подолання виявлених на попередньому етапі суперечностей, покладені в основу розроблення інноваційної ідеї, технології, обладнання, їх виробництва та продажу в ході реалізації стартап-проекту. Водночас доцільно від їх використання споживачами [55].

Використання викопного палива в сучасному світі і далі породжує такі екологічні проблеми як забруднення атмосферного повітря та глобальне потепління.

Традиційне паливо для котельнь систем ГВП є кам'яне вугілля та дрова, але недоліком є скінченість ресурсів та вплив на атмосферне повітря.

Основною ідеєю стартап-проекту є використання рогульника плаваючого як нове альтернативне паливо для котельнь системи гарячого водопостачання.

Можливість використання водяного горіха як палива буде у підприємств прилеглих до водних об'єктів (таких як водосховища), які використовують для технологічних потреб котельні.

Реалізація такого проекту розглядатиметься на прикладі підприємства по виготовленню паперово-картонної продукції ТОВ «Папір-Мал». Опис ідеї наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Актуальність та новизна ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Переваги та вигоди для споживача
Впровадження використання альтернативного палива – водяного горіха для котелень системи ГВП	<ol style="list-style-type: none"> 1. Використання при гарячому водопостачанні. 2. Використання для опалення приміщення. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Простота у використанні. 2. Дешевизна, у порівнянні з викопним паливом. 3. Зменшення використання викопного палива. 4. Забезпечення підприємств прилеглих до водосховищ біопаливом. 5. Зменшення забруднення атмосферного повітря при згорянні палива.

4.3 Аналіз конкурентного середовища

Аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї порівняно із пропозиціями конкурентів передбачає:

- визначення кола конкурентів, що вже існують на ринку, та проводиться збір інформації щодо значень техніко-економічних показників для ідеї власного проекту та проектів-конкурентів;
- визначення переліку техніко-економічних переваг ідеї.

Одним з перспективних напрямків альтернативної енергетики є біоенергетика. Цей напрямок об'єднує способи отримання енергії з відходів, біопалива з рослин, використання нетрадиційних видів палива. У біоенергетиці використовують сміття з будівництва, від вирубки лісу, від виробництва паперу, від фермерських господарств, сміття з міських звалищ.

У багатьох країнах світу відсутні родовища нафти та газу. Біологічне паливо дає можливість отримати отримати екологічну незалежність та екологічну безпеку, оскільки продукти розпаду менше шкодять довкіллю.

Найбільший конкурент біопалива це традиційні види палива. В роботі розглянуто – вугілля. Цей вид палива найчастіше використовується на

промислових підприємствах для різних технічних процесів. Але його запаси з кожним роком зменшуються, а при спалюванні збільшує парниковий ефект.

Впродовж тисячоліть для опалення людина використовує такий вид біопалива як дрова. Лісові ресурси, на відміну від викопного виду палива, є майже у кожній країні світу. Але нераціональне використання, не контрольована вирубка дерев призводить до зменшення площ одного із найцінніших ресурсів планети. Древа поглинають вуглекислий газ та виробляють кисень, що необхідний для усіх живих організмів.

Для збереження традиційних видів палива для майбутніх поколінь, слід розвивати біоенергетику.

В роботі запропоновано для підприємств прилеглих до водних об'єктів, таких як паперові фабрики, використовувати в якості палива водяний горіх для котельнь системи ГВП. Для цього було проведена порівняльна характеристика вугілля, дров та рогульника плаваючого. Результати аналізу узагальнені в табл.

Таблиця 4.3 – Переваги ідеї проекту

	Техніко-економічні характеристики	Стартап-проект	Вугілля	Дрова
1.	Питома теплота згорання в кВт (на 1 кг, м/куб. або кВт)	4,2	7,5	3,1
2.	В еквіваленті до 1 м/куб. природного газу	0,5	0,8	0,4
3.	Необхідна кількість для нагрівання 500 л води при $t=30-100^{\circ}\text{C}$, кг	174,04	132,25	179,14
4.	Ціна палива на 2020 рік, грн за 1 кг	1	5,9	3,4
5.	ККД котла, %	80,8		
6.	Середня витрата палива за місяць, кг	1553,53	1047,06	2260

Водночас, в ході реалізації стартап-проекту доцільно здійснити SWOT-аналіз потенційних загроз та можливостей реалізації стартап-проекту,

визначивши сильні та слабкі сторони, а також його можливості та загрози. SWOT-аналіз дозволяє упорядкувати процес формування бізнес-ідеї.

Потенційні внутрішні переваги (сильні сторони): менший вплив на навколишнє середовище, дешевизна продукції в порівнянні з іншими видами палива, наявність виду на території України, простота у вирощуванні, відновлювальність та циклічність ресурсу, економічна безпека та стабільність, зменшення використання викопного палива, тощо.

Потенційними внутрішніми недоліками (слабкі сторони) можуть бути такі: обмежена область застосування, сезонність проростання та плодоношення, природні фактори, тощо.

До потенційних зовнішніх можливостей можна віднести такі: нова сировинна база для застосування на промислових підприємствах, подальші розробки та дослідження, поліпшення екологічного стану атмосферного повітря.

Потенційні зовнішні загрози: невелика кількість споживачів, недостатня кількість інвесторів, при використанні великих об'ємів водяного горіха, може постати загроза зникнення виду.

Результати SWOT-аналізу доцільно узагальнити у відповідній матриці (табл. 4.4).

Таблиця 4.4 – Матриця SWOT-аналізу

S (strength) – Сильні сторони	W (weaknesses) – Слабкі сторони
<ol style="list-style-type: none"> 1. Менший вплив на навколишнє середовище. 2. Дешевизна в порівнянні з іншими видами палива. 3. Наявність на території України. 4. Простота у вирощуванні. 5. Відновлювальність та циклічність ресурсу. 6. Економічна безпека та стабільність. 7. Зменшення використання викопного палива. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обмежена область застосування. 2. Сезонність проростання та плодоношення. 3. Природні фактори.

Продовження таблиці 4.4

О (opportunities) – Можливості	Т (threats) – Загрози
<ol style="list-style-type: none"> 1. Нова сировинна база для застосування у промисловості. 2. Подальші розробки та дослідження. 3. Поліпшення екологічного стану атмосферного повітря. 4. Зменшення навантаження на водне середовище. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Невелка кількість споживачів. 2. Недостатня кількість інвесторів. 3. Великі об'єми використання можуть призвести до загрози зникнення водяного горіха.

4.4 Обґрунтування ресурсного забезпечення проекту

Матеріальні ресурси. Виробничі потужності (робочі й силові машини й устаткування); будівлі; транспортні засоби; передавальні пристрої; вимірювальні й регулюючі прилади й пристрої; обчислювальна техніка й програмні засоби до неї; інструмент; виробничий і господарський інвентар і приналежності.

Інтелектуальні ресурси. Патенти, авторські права, права на дизайнерську діяльність, виробничі таємниці, know-how, товарні знаки, знаки обслуговування.

Людські ресурси. Персонал. Штат висококваліфікованих фахівців у сферах теплотехніки, механіки, екології, біології.

Інформаційні ресурси. Інформаційні технології.

Фінанси. Грошові кошти, кредитні лінії або фондний резерв для найму співробітників на керівні посади. Використання частини виручки на фінансування розробок на замовлення клієнтів, це є гарантією, що вони не стануть замовляти продукцію у конкурентів.

Вартість проекту об'єднує процеси планування, складання бюджету фінансування, власне фінансування, управління та контроль, які забезпечують виконання проекту в межах схваленого бюджету.

У ході контролю вартості проекту доцільно враховувати зміни витрат, які висуваються зацікавленими сторонами проекту, оскільки учасники проекту можуть обчислювати його вартість різними способами. Передусім це стосується необхідних для виконання операцій проекту вартості ресурсів. Водночас, в

управлінні вартістю проекту доцільно прогнозувати вплив прийнятих управлінських рішень на його обслуговування та технічну підтримку, подальші поточні споживчі та експлуатаційні витрати та результати впровадження.

Обґрунтуємо та узагальнимо в табл. 4.5 величину необхідних капіталовкладень на реалізацію стартап-проекту.

Таблиця 4.5 – Обґрунтування капіталовкладень на реалізацію проекту

Статті капіталовкладень	Величина, тис. грн.
Прямі матеріальні затрати	
витрати комплектуючих виробів	120
витрати електроенергії	3
витрати на запасні частини	5
інші матеріальні витрати	2
Прямі затрати на оплату праці виробничих працівників	
заробітна плата за ставками і тарифами виробничих працівників	12
премії, заохочення, компенсаційні виплати виробничих працівників	50
оплата відпусток виробничих працівників	12
Вартість основних фондів та нематеріальних активів виробничого призначення	
початкова вартість задіяних у виробничому процесі основних засобів та необоротних нематеріальних активів (разом із транспортуванням, установкою та демонтажем)	306
Інші прямі витрати	
витрати на дослідження та розробку інноваційних продуктів	5
витрати на оплату комунальних послуг	15
Загальновиробничі витрати	
витрати на основні засоби та нематеріальні активи загальновиробничого призначення	100
витрати на вдосконалення технології й організації виробництва	20
витрати на охорону праці, техніку безпеки і охорону довкілля	10
Всього капіталовкладень на реалізацію проекту	660

4.5 Ключові види діяльності та ключові партнери

Для досягнення мети проекту покладені наступні види діяльності: виробництво, інноваційна та реалізація. Для кожного виду діяльності наведемо опис і результат, які запишемо в табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Ключові види діяльності

Назва діяльності	Опис діяльності	Результат діяльності
Виробництво	Вирощування та збір продукту	Забезпечення споживача продукцією
Інноваційна	Трансформація наукових досліджень і розробок, інших науково-технічних досягнень у покращений продукт введений на ринок, їх адаптацію до актуальних вимог	Продукт з новими якостями
Реалізація	Впровадження нового продукту на ринку	Продаж продукту та задоволення потреб споживачів

На ринку палива для котельнь присутня величезна кількість виробників. Вибір палива для цих підприємств залежить від конкретної ситуації, яка пов'язана з умовами в яких перебувають споживачі, тому окреслити ключових партнерів достатньо складно.

4.6 Фінансове обґрунтування стартап-проекту

Означений етап реалізації стартап-проекту передбачає обґрунтування необхідних витрат, формування на їх основі собівартості реалізації бізнес-ідеї стартап-проекту та формування її ціни. Витратне обґрунтування ціни товару

передбачає обґрунтування собівартості виробництва товару. Собівартість узагальнює витрати підприємства на виробництво і реалізацію товару. Положення бухгалтерського обліку – 16 «Витрати» [56], найбільш узагальнений підхід до класифікації витрат, передбачає п'ять економічних елементів (табл. 4.7).

Таблиця 4.7 – Витрати виробництва за економічним елементами

Виробнича собівартість продукції	Прямі матеріальні затрати: <ul style="list-style-type: none"> – витрати сировини й матеріалів; – витрати комплектуючих виробів; – витрати палива й енергії; – витрати запасних частин; – інші матеріальні витрати;
	Прямі затрати на оплату праці: <ul style="list-style-type: none"> – заробітна плата за ставками і тарифами; – премії, заохочення, компенсаційні виплати, оплата відпусток; – оплата іншого невідпрацьованого часу; – інші витрати на оплату праці.
	Соціальні відрахування до Пенсійного фонду – 22% по заробітній платі
	Амортизація основних фондів та нематеріальних активів для власного виробничого призначення: <ul style="list-style-type: none"> – амортизація основних засобів та необоротних нематеріальних активів; – амортизація інших необоротних матеріальних активів;
	Інші прямі витрати: <ul style="list-style-type: none"> – витрати на дослідження та розробки; – вартість робіт, послуг сторонніх підприємств та комунальних послуг; – вартість оренди, повернення інвестицій та їх обслуговування.
	Загальновиробничі витрати

4.7 Витрати на оплату праці

Даний крок роботи передбачає аналіз структури персоналу підприємства та розмежування працівників, оплата праці яких здійснюється на основі посадових окладів (їх відносять до умовно-постійних витрат підприємства) та

працівників, оплата праці яких – відрядна з урахуванням розряду працівника (їх відносять до умовно-змінних витрат підприємства). До фонду оплати праці підприємства крім заробітної плати персоналу входять і нарахування підприємства по заробітній платі до Пенсійного фонду [57].

Фонд оплати праці (ФОП) – це сукупність заробітної плати працівників підприємства разом із соціальними відрахуваннями до пенсійного фонду, який визначається за формулою:

$$ФОП = ЗП + \text{Нарахування до Пенсійного фонду, грн}, \quad (4.1)$$

де ЗП – величина сукупної заробітної плати працівників підприємства, грн.

Нарахування до Пенсійного фонду становлять 22%.

Основними сучасними формами оплати праці є погодинна і відрядна. Кожна з них має власні особливості нарахування. Так, пряма погодинна система оплати праці кількість відпрацьованого працівником часу та обчислюється за формулою:

$$TC_{min} = TC \times t, \text{ грн} \quad (4.2)$$

де t – кількість відпрацьованих працівником годин, год;

TC – тарифна ставка оплати праці, грн/год.

Зазначимо, що з 1 вересня 2020 року мінімальна заробітна плата в Україні становить 5000 на місяць, тоді мінімальна тарифна ставка оплати праці становитиме:

$$TC_{min} = 5000 / (30 / 7) \cdot 40 = 28,23 \text{ грн}, \quad (4.3)$$

де 5000 – діюча мінімальна заробітна плата в Україні 01.09.2020 р., грн;

30/7 – кількість робочих днів місяця;

40 – нормативна тривалість робочого тижня, годин.

Водночас зазначимо, що оплата праці виробничих працівників здійснюється відповідно законодавчо закріпленої єдиної тарифної сітки розрядів і коефіцієнтів з оплати праці працівників установ, закладів та організацій окремих галузей бюджетної сфери.

Дані структури персоналу та фонду оплати праці узагальнюємо в табл. 4.8.

Таблиця 4.8 – Структура персоналу та ФОП

№ п/п	Посада	Форма оплати	Кількість працівників	Заробітна плата (тис. грн)	
				за місяць	за рік
Адміністративно-технічний персонал					
1.	Начальник підрозділу	Погодинна	3	17	204
2.	Науково-дослідний персонал	Погодинна	2	12	144
3.	Інженери АСУ ТП	Погодинна	2	6	72
Всього				35	420
Соціальні відрахування до Пенсійного фонду (22%)				8	93
ФОП				43	513
Виробничий персонал					
1.	Збиральники плодів	Погодинна	5	8	96
2.	Транспортувальники	Погодинна	3	7	84
Всього				15	180
Соціальні відрахування до Пенсійного фонду (22%)				4	48
ФОП				19	228

4.8 Обґрунтування вартості задіяних основних фондів та амортизаційних відрахувань

Згідно з П(С)БО 7 “Основні засоби” до основних фондів підприємства відносять: 1) основні засоби: (земельні ділянки, капітальні витрати, пов’язані з їх поліпшенням, будинки, споруди, передавальні пристрої, машини, обладнання, транспортні засоби, інструменти, прилади, інвентар, робочу і продуктивну худобу, багаторічні насадження, інші основні засоби; 2) інші необоротні матеріальні активи (бібліотечні фонди, малоцінні необоротні матеріальні активи (МНМА), тимчасові споруди, природні ресурси, інвентарну тару тощо) Як зазначалося вище МНМА можуть списуватися одноразово на собівартість [58].

Відповідно до п. 14.1.138 Податкового кодексу України [59], основні фонди – це матеріальні активи підприємства, вартість яких перевищує 6000 грн., призначені власником для використання в господарській діяльності терміном більше, ніж рік з дати введення в експлуатацію. Їх вартість постійно зменшується у зв'язку з фізичним і моральним зносом. Цей процес називається амортизацією. Таким чином, амортизація – процес поступового переносу вартості основних фондів, нематеріальних активів підприємства на готову продукцію, роботи, послуги у межах діючих норм амортизаційних відрахувань.

Національний стандарт пропонує підприємству обрати один із п’яти методів для розрахунку амортизації об’єкта основних засобів. Метод амортизації підприємство обирає самостійно. Однак, прямолінійний метод найпоширеніший на практиці. Причина цьому – простота. За цим методом річна сума амортизації визначається діленням вартості, яка амортизується, на очікуваний період часу використання об’єкта основних засобів. Метод передбачає рівномірний розподіл амортизаційних відрахувань протягом корисного терміну експлуатації об’єкта основних засобів до досягнення ним ліквідаційної вартості [60]:

$$H_a = \frac{100\%}{T_{cl}}, \quad (4.4)$$

де H_a – норма амортизації;

T_{cl} – термін експлуатації об’єкта основних засобів.

Вартість проведення основних і допоміжних робіт визначають за діючими прейскурантами та окремими розцінками. Водночас, витрати на проведення поточних ремонтів обладнання та запасні частини для їх проведення становлять відсоток вартості обладнання та складають загальну вартість їх використання. При визначенні капітальних витрат враховують вартість необхідного обладнання, приладів, апаратів тощо з урахуванням витрат на доставку і монтаж обладнання на виробничій ділянці; будівництво, розширення або переобладнання виробничих будівель, споруд або окремих їх частин, пов'язаних з введенням у дію пропонованого в проекті обладнання.

Узагальнимо вартість основних фондів та амортизаційних відрахувань у табл. 4.9.

Таблиця 4.9 – Обґрунтування вартості амортизаційних відрахувань основних фондів

Назва об'єкта	Кількість, шт	Вартість, тис. Грн	Річна норма амортизації, %	Амортизаційні відрахування, тис. грн
Будівлі	1	306	5	16
Обладнання	10	50	10	50
Транспортні засоби	3	700	20	4
Інструменти, прилади, інвентар	20	10	25	50
Всього				120

4.9 Інші прямі витрати

До прямих інших прямих витрат належать витрати на дослідження та розробку, послуги сторонніх організацій, комунальні послуги та оренду, кредити та їх обслуговування, втрати від браку з технологічних причин, операційної курсової різниці, витрати штрафів тощо.

Узагальнимо інші прямі витрати в табл. 4.10.

Таблиця 4.10 – Обґрунтування прямих інших витрат

<i>Види послуг</i>	<i>Джерело даних</i>	<i>Вартість послуг, тис. Грн</i>	
		<i>на місяць</i>	<i>на рік</i>
1. Транспортні витрати	Розрахунки	25	300
2. Комунальні послуги	Розрахунки	1	12
3. Дослідження і розробка	Розрахунки	5	60
4. Інвестиції та обслуговування	Розрахунки	50	600
Всього:		81	972

4.10 Загальновиробничі витрати

Відповідно до П(С)БО – 16 «Витрати» до складу загальновиробничих витрат включаються [57]:

- Витрати на управління виробництвом (оплата праці апарату управління цехами, дільницями тощо; відрахування на соціальні заходи і медичне страхування апарату управління цехами, дільницями; витрати на оплату службових відряджень персоналу цехів, дільниць тощо);

- Амортизація основних засобів загальновиробничого (цехового, дільничого, лінійного) призначення;

- Витрати на утримання, експлуатацію та ремонт, страхування, операційну оренду основних засобів, інших необоротних активів загальновиробничого призначення.

- Витрати на вдосконалення технології й організації виробництва (оплата праці та відрахування на соціальні заходи працівників, зайнятих удосконаленням технології і організації виробництва, поліпшенням якості продукції, підвищенням її надійності, довговічності, інших експлуатаційних характеристик у виробничому процесі; витрати матеріалів, купівельних комплектуючих виробів, оплата послуг сторонніх організацій тощо);

- Витрати на обслуговування виробничого процесу (оплата праці загальновиробничого персоналу; відрахування на соціальні заходи, медичне

страхування робітників та апарату управління виробництвом; витрати на здійснення технологічного контролю за виробничими процесами та якістю продукції, робіт, послуг);

– Витрати на охорону праці, техніку безпеки і охорону навколишнього природного середовища.

Узагальнимо загальновиробничі витрати в табл. 4.11.

Таблиця 4.11 – Загальновиробничі витрати

<i>Види послуг</i>	<i>Джерело даних</i>	<i>Вартість послуг, тис. Грн</i>	
		<i>на місяць</i>	<i>на рік</i>
1. Витрати на управління виробництвом	Розрахунки	20	240
2. Амортизація основних засобів загальнобизнєсового призначення	Розрахунки	15	180
3. Витрати на утримання, ремонт і т.д.	Розрахунки	5	60
4. Витрати на вдосконалення технології й організації виробництва	Розрахунки	5	60
5. Витрати на обслуговування виробничого процесу	Розрахунки	10	120
6. Витрати на охорону праці і техніку безпеки	Розрахунки	7	84
Всього:		62	744

4.11 Умовно-змінні витрати

До умовно-змінних витрат відносять витрати на виробництво певного виду продукції. Величина їх змінюється залежно від зміни обсягу випуску продукції. Умовно-змінні витрати узагальнимо в табл. 4.12.

Таблиця 4.12 – Умовно-змінні витрати підприємства

<i>Статті витрат</i>	<i>Джерела даних</i>	<i>Витрати (тис. грн)</i>	
		<i>на місяць</i>	<i>на рік</i>
1. ФОП виробничого персоналу	табл. 4.8	19	228
2. Транспортні витрати	табл. 4.10	25	300
Всього:		44	528

4.12 Умовно-постійні витрати

До умовно-постійних виробничих витрат відносять витрати на обслуговування і управління виробництвом, які залишаються незмінними або майже незмінними при зміні обсягів діяльності. До них відносять: амортизаційні відрахування, Фонд оплати праці адміністративно-технічного персоналу з нарахуваннями, орендну плату підприємства, комунальний податок, збір за забруднення навколишнього природного середовища, витрати на пожежну сигналізацію тощо [59]. Розрахунок умовно-постійних витрат підприємства записують у табл. 4.13.

Таблиця 4.13 – Умовно-постійні витрати підприємства

<i>Статті витрат</i>	<i>Джерела даних</i>	<i>Витрати, тис. грн</i>	
		<i>на місяць</i>	<i>на рік</i>
1. ФОП адміністративно-технічного персоналу	табл. 4.8	43	516
2. Амортизаційні відрахування	табл. 4.9	10	120
Всього:		53	636

4.13 Обґрунтування собівартості інноваційної ідеї стартап-проекту

Собівартість інноваційної ідеї складається з умовно-змінних та умовно-постійних витрат.

Розрахунок собівартості узагальнено в табл. 4.14.

Таблиця 4.14 – Обґрунтування собівартості товару

<i>Статті витрат</i>	<i>Джерела даних</i>	<i>Витрати, тис. грн</i>	
		<i>на місяць</i>	<i>на рік</i>
1. Умовно-змінні витрати	табл. 4.12	44	528
2. Умовно-постійні (накладні) витрати	табл. 4.13	53	636
3. Собівартість	стр.1+стр. 2	97	1164

4.14 Обґрунтування рівня рентабельності (прибутковості) інноваційної ідеї

Відносна величина прибутку підприємства характеризується рівнем рентабельності. Рівень рентабельності це співвідношення прибутку до витрат виробництва, розрахованих у відсотках:

$$N_{np.} = \frac{\Pi}{BB} \cdot 100\%, \quad (4.5)$$

де Π – прибуток підприємства,

BB – валові витрати.

Прибуток – це не арифметична ймовірність, яка визначається лише наприкінці звітного періоду (місяця, кварталу, року). Це специфічна мета підприємства, яка вимірюється кількісно, тому величину прибутку доцільно планувати та визначати з самого початку [58].

В умовах ринкової економіки величина прибутку повинна відображати відносини власності або інші фінансові зобов'язання, наприклад, оплату дивідендів власникам акцій або залучення кредиту тощо. Рекомендований розподіл прибутку підприємства за фондами такий:

- фонд розвитку виробництва (ФРВ) – 50%;
- фонд соціального розвитку (ФСР) – 25%;
- преміальний фонд (ПФ) – 10%;
- дивіденди засновникам – 15%.

Дані обґрунтування необхідного рівня прибутку інноваційної ідеї, для якої розраховується ціна узагальнюємо в табл. 4.15.

Таблиця 4.15 – Обґрунтування рівня рентабельності

<i>Статті витрат</i>	<i>Джерело даних</i>	<i>Од. вимір.</i>	<i>Значення показників</i>
1. Собівартість одиниці продукції	табл. 4.14	тис. грн	97
Обсяг виробництва в рік	Прогноз		45
2. Необхідний прибуток	пп.2.1+2.2+2.3+ 2.4+2.5+ 2.6+2.7	тис. грн	4200
2.1. Кредитні засоби та їх обслуговування	Кредитна угода	тис. грн	2300
2.2. Засоби ФРВ	Колективна угода	тис. грн	970
2.3. Засоби ФСР	Колективна угода	тис. грн	485
2.4. Засоби ПФ	Колективна угода	тис. грн	194
2.5. Грошові виплати власникам підприємства	Колективна угода	тис. грн	291
2.6. Фінансовий резерв	(пп.2.1+2.2+2.3 + 2.4+2.5) · 0,05/0,95	тис. грн	220
2.7. Податок на прибуток	(пп.2.1+2.2+2.3 + 2.4+2.5) · 0,18	тис. грн	756
3. Необхідний рівень рентабельності продукції	п.2 / п.1 · 100%	%	47

4.15 Цільові групи потенційних споживачів

В обґрунтуванні потенційних споживачів доцільно виявити цільові групи (табл. 4.16), яким буде пропонуватися створена продукція [55].

Таблиця 4.16 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

Опис цільової групи потенційних клієнтів	Орієнтовний попит в межах цільової групи	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
Паперові фабрики	Залежить від необхідної кількості води для технологічного процесу	Немає	Простий
Паперова промисловість	Залежить від необхідної кількості води для технологічного процесу		Середній

4.16 Канали збуту

Канали збуту — це сукупність фірм або окремих осіб, які виконують посередницькі функції щодо фізичного переміщення товарів і перебирають на себе або сприяють переданню права власності на товари на шляху їх просування від виробника до споживача.

Каналами збуту є прямі канали пов'язані з транспортуванням товарів від виробника до споживача без використання посередників.

4.17 Бізнес-модель проекту

Розробка стартап-проекту – це створення бізнес-моделі комерціалізації науково-технічних розробок. Побудова конкурентної бізнес-моделі є

ефективним інструментом вирішення поставлених у роботі задач і представляє структуру найважливіших елементів бізнес-проекту та є джерелом інноваційних ідей і підходів, які можуть бути застосовані в унікальному поєднанні компонентів [60].

В табл. 4.17 представлено структуру бізнес-моделі альтернативного палива.

Таблиця 4.17 – Структура бізнес-моделі

Ключові партнери 1. Підприємства виробники паперової продукції. 2. Підприємства, що використовують для опалення котельні.	Ключові види діяльності Розробка та впровадження обладнання для автоматизації систем управління насосами	Цінність пропозиції 1.Дешевизна, порівняно з іншими видами палива. 2.Поліпшення екологічного стану атмосферного повітря. 3.Відновлювальність та циклічність ресурсу. 4.Зменшення використання викопного палива.	Споживчі сегменти Підприємства, які розташовані поблизу водного об'єкту та використовують котельні системи ГВП.
	Ключові ресурси Інтелектуальні ресурси, людські ресурси (персонал), фінансові ресурси (власні кошти, інфестиції), інфраструктурні ресурси (техніка та обладнання).		Канали збуту Внутрішній ринок палива.
Структура собівартості 1. Зарплатний фонд. 2. Транспортні витрати. 3. Виробничі витрати. 4. Науково-дослідні витрати.		Потоки надходження доходу Дохід від продажу. Ліцензії. Дохід від передачі прав на користування патентами на технології. Навчання персоналу клієнтів.	

Висновки до розділу 4

1. Стартап-проект розроблявся для вирішення проблеми зменшення традиційних видів палива, для цього на підприємствах, що знаходяться поблизу водосховищ використовувати рогульник плаваючий як альтернативне пальне.
2. Було встановлено, що на цей товар буде попит, рентабельність становить 47 відсотків.
3. При розробці ринкової стратегії, було визначено, що потенційними користувачами проекту є паперові підприємства, що використовують котельні системи ГВП.
4. Стартап-проект має конкурентні переваги, крім того існує попит з боку ринку, отже, можливо стверджувати, що цей продукт важливий, життєздатний та існує можливість успішної комерційної реалізації.

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що водяний горіх здатний покрити воду трьома шарами листя – перешкоджає зростанню місцевих водних рослин та не пропускає кисень і сонце в водні прошарки, що в свою чергу не дає розвиватись фітопланктону – генератору розчиненого кисню у воді.

2. Доведено, що рогульник плаваючий росте в чистій, гарно прогрітій воді, в складі якої є великий вміст заліза, концентрація якого в річці Ірша 0,2-0,5 мг/дм³, тобто можна використовувати його біоіндикаційні властивості для виявлення заліза у водоймі.

3. Використовуючи метод різницевої апроксимації розраховано концентрацію заліза та марганцю, що перевищує ГДК майже в 2 рази.

4. Розраховано, що для нагрівання 500 л води необхідна кількість водяного горіха становить 174,04 кг.

5. Проведено екологічну, технічну та економічну порівняльну характеристику горіху з двома видами палива, що дало нам змогу стверджувати про можливість його використання в якості палива.

6. Стартап-проект розроблявся для вирішення проблеми зменшення традиційних видів палива, для цього на підприємствах, що знаходяться поблизу водосховищ використовувати рогульник плаваючий як альтернативне пальне. Встановлено, що на цей товар буде попит, рентабельність становить 47 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гребенюк Т.В., Науменко Д.П. The water caltrop impact on the ecological status of reservoirs in Ukraine. *Гуманітарний простір науки: досвід і перспективи*. 2020. №27. С. 33-35.
2. D. Naumenko, T. Hrebenuk, O. Zakladnyi, V. Bronytskyi. ANALYSIS OF USE OF TRAPA NATANS AS ALTERNATIVE FUEL FOR BOILER. *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2020. №1. С. 90–96.
3. Лесков А.П. К анатомии *Trapa natans* (Trapaceae). В сборнике: Флора, растительность и растительные ресурсы Забайкалья и сопредельных территорий. под общей редакцией М. В. Гилёвой, О. А. Поповой, Е. П. Якимовой. 2013. С. 69-71.
4. Недуха О.М. Анатомічна структура підводних органів *Trapa natans* L. у зв'язку з екологією виду. *Modern Phytomorphology*. 2015. Т. 8. С. 153–160.
5. Агаева И.В. Рогульник плавающий (*Trapa natans*), как объект Красной книги Пензенской области. В сборнике: Раритеты флоры Волжского бассейна. 2012. С. 11-15.
6. Доброчаева Д. М. Родина Водяногоріхові – Hydrocaryaceae. *Визначник рослин України*. 2005. – С. 484-485.
7. Губанов И.А. и др. *Trapa natans* L. S.L. — Рогульник плавающий, или Рогульник, или Чилим. Иллюстрированный определитель растений Средней России. В 3 т. М.: Т-во науч. изд. КМК, Ин-т технолог. иссл., 2003. Т. 2. Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). С. 597.
8. Kachare S., Tiwari S., Tripathi N. Morphological and molecular assessment of genetic diversity of water chestnut (*Trapa natans*) from different ponds of central India. *World Research Journal of Cell Biology*. 2013. V. 1. P. 28-31.
9. Науменко Д.П., Гребенюк Т.В. Дослідження впливу *Trapa natans* на стан водного середовища річки Ірша. *Енергетика. Екологія. Людина*. 2020. №12. С. 347-350.

10. Лесков А.П. Экология и биология *Trapa natans* L. (Восточное Забайкалье). *Ученые записки Забайкальского государственного университета. Серия: Биологические науки*. 2010. № 1. С. 140-146.
11. Li X.L., Fan X.R., Chu H.J., Wei Li., Chen Y.Y. Genetic delimitation and population structure of three *Trapa* taxa from the Yangtze River, China. *Aquatic Botany*. 2017. V. 136. P. 61–70.
12. Доброчаєва Д. М., М'якушко Т.Я., Сябряй С.В. Водяний горіх (*Trapa natans*) в басейні середньої частини р. Дніпро: Укр. ботан. журн. К. 2006. Т. 43. № 1. С. 87-90.
13. Тухфатуллина М.С. Ресурсы водяного ореха *Trapa natans* в Северной Беларуси. *Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта*. 2013. № 2. С. 36-40.
14. Дидух А.Я. Водянойорех плавающий *Trapa natans* и необходимые меры для его сохранения в Украине. *Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада*. 2011. № 102. С. 20-26.
15. Hrebeniuk T.V., Bronytsky V.O., Naumenko D.P. ANALYSIS OF NEGATIVE FACTS OF EXISTENCE IN WATER FACILITIES OF UKRAINE TRAPA NATANS. *Perspectives of world science and education*. 2020. №9. С. 55-60.
16. Неволін О. І., Полубоярион Г. І. Технологія целюлозно-паперового виробництва. *Сировина та виготовлення полуфабрикатів*. Харків. 2002. С. 180.
17. Окунев В. С. Технология целюлозы: учеб. пособ. Москва: Издательство МГТУ им Н. Э. Баумана. 2011. 145 с.
18. Карнаухов І. М. Про технологічні процеси виробництва целюлозного підприємства. *Вісник НАН України*. 2014. Вип. 9. С. 23–28.
19. Киевицкая А. И. Обработка древесины. Целюлоза: стенд «ЯЛІНА»: автореф. дис. на соискание науч. степ. д-ра ф.-м. наук: Минск. 2017. 42 с.
20. Охріменко О. В., Вогнівенко Л. П., Біла Т. А. Методи переробки вторинної сировини. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 101. С. 214219.
21. Целюлозна промисловість: у 3 т. /глав. ред. Миллионщиков М. Д. Москва: Октябрь, 1962. Т. 13. 415 с.

22. Naumenko D. P., Hrebeniuk T. V. Impact of the pulp and paper industry on the quality of water bodies in Ukraine. *Science and technology of the XXI century: наук.-практ. конф.*, м. Київ, 29 листопада 2018 р. Київ, 2018. С. 23–25.
23. Наumenко Д. П., Гребенюк Т. В. Аналіз впливу целюлозно-паперової промисловості на стан водних об'єктів України. *Енергетика. Екологія. Людина*. Київ. 2018. С. 103– 106.
24. ДСТУ 3500:2009. Макулатура паперова і картонна. Технічні умови. [Чинний від 2009-06-06]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 201 с.
25. Пинаев С. С. Исследование в обоснование применения макулатуры как сырья: дис. на соискание науч. степ. канд. тех. наук: Нижний Новгород, 2011. 237 с.
26. Непенін Н. Н., Непенін Ю. Н. Технологія целюлози: навч. посіб. Москва, 2006. 340 с.
27. Гребенюк Т. В., Броницький В. О., Наumenко Д. П. Математичне моделювання перенесення марганцю у водному середовищі на прикладі річок Хомора і Случ. *Екологічні науки*. 2018. № 22. С. 88-100.
28. Черних В. П., Зіменковський Б. С., Гриценко І. С. Органічна хімія: навч. посіб. Київ, 2008. 205 с.
29. Річка Ірша. Енциклопедія сучасної України. URL: <http://esu.com.ua> (дата звернення: 01.10.2020).
30. Вплив заліза на здоров'я людини. ВСЕСВІТНЯ ОРГАНІЗАЦІЯ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я. URL: <https://www.who.int> (дата звернення 05.10.2020).
31. Перельман А.И. Геохимия. – М.: Высшая школа, 1999. – 329 с.
32. Сухопарова В.П., Соколов О.А., Тюрюканова Г.К., Стрекозов Б.П., Перфилова Н.В., Злобина А.И. Хлорорганические соединения и тяжелые металлы в рыбе. *Экология*. 2004. № 1. С. 35-42.
33. Аналіз водних рослин. Хімічний аналіз. СУДОВА НЕЗАЛЕЖНА ЕКСПЕРТИЗА УКРАЇНИ. URL: <https://ekspertiza.com.ua> (дата звернення 07.10.2020)

34. Кузнецов В.А. Изменение в рыбном сообществе Куйбышевского водохранилища, связанное с переходом его экосистемы в фазу дестабилизации: Тез. докл. VIII съезда ГБО РАН. Калининград. 2011. Т. 1. С. 114-115.
35. Ashley L. Action of iron salts in solution on gold fish: Progr. Fish-Cult. 2010. Vol. 32. P. 109-112.
36. Ваганов А.С. Сравнительная характеристика содержания тяжелых металлов в промысловых видах рыб. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Спец. выпуск «ЭкоБиотех-2011»*. 2011. Т. 13. № 5 (2). С. 143.
37. Головкин Н.А., Крайнова Л.С. Макро- и микроэлементный состав некоторых видов рыб Мирового океана. *Рыбное хозяйство*. 2004. № 4. С. 60-64.
38. Войнар О.А. Роль цинка в организме животных и человека. Микроэлементы в жизни растений и животных. М. : Изд-во Академии наук, 2002. С. 572-579.
39. The United Nations World Water Development Report 4: Managing Water under Uncertainty and Risk (Vol. 1), Knowledge Base (Vol. 2) and Facing the Challenges (Vol. 3). The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. 2012. 909 p.
40. Аналіз води. Хімічний та мікробіологічний аналіз води. СУДОВА НЕЗАЛЕЖНА ЕКСПЕРТИЗА УКРАЇНИ. URL: <https://ekspertiza.com.ua>.
41. Чобан А.Ф. Оцінка впливу стічних вод ТЕС на природні водні об'єкти. *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. 2008. №4. С. 52–58.
42. Eriksson A.C. Particulate PAH emissions from residential biomass combustion: time-resolved analysis with aerosol mass spectrometry. *Environ Sci Technol*. 2014. №48. С. 7143-7150.
43. Kocbach Bølling A. Health effects of residential wood smoke particles: the importance of combustion conditions and physicochemical particle properties. *Part Fibre Toxicol*. 2015. С. 6–29.
44. Петрикеева Н.А. Использование полной теплоты сгорания топлива в котельных установках. *Научный журнал. Инженерные системы*. 2014. С. 237.

45. Хужаев П.С. Регулирование теплового режима топок для эффективного сжигания различных топлив. *Актуальные проблемы и перспективы развития строительных конструкций: инновации, модернизация и энергоэффективность в строительстве*. Алма-Ата. 2015. С.149-153.
46. Safarov M.M. Elictrical, mechanical and heat proprties of silicous aluminum alloys. Pakistan. 2012. P.360.
47. Лыршиков С.Ю. Виды топлива для твердотопливных котлов. *Химия в интересах устойчивого развития*. 2015. С. 111–115.
48. Li J., Li X., Zhou C., Li M., Lu S., Yan J., Qi Z. Study on the influencing factors of the distribution characteristics of polycyclic aromatic hydrocarbons in condensable particulate matter. *Energy and Fuels*. 2017. V.31. № 12. pp. 13233-13238.
49. Оцінка впливу на довкілля будівництва цеху картоноробної машини №2 та його експлуатації у Малинському районі Житомирської області. Малин. 2019. 196 с.
50. Альтшулер В. С. Современное состояние и развитие технологии газификации твердого топлива. *Химическая технология*. 2013. 346 с.
51. Г.Г. Нургалеева. Оценка загрязнения атмосферного воздуха и эколого-экономическое обоснование выбора марки угля для парового твердотопливного котла. *МОЛОДЕЖНАЯ НАУКА 2015: ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ*. 2015. С. 251–254.
52. Yeo B.G., Takada H., Hosoda J., Kondo A., Yamashita R., Saha M., Maes T. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and hopanes in plastic resin pellets as markers of oil pollution via international pellet watch monitoring. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 2017. V.73. № 2. pp. 196-206.
53. Gerasimov G. Modeling study of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans behavior in flue gases under electron beam irradiation. *Chemosphere*. 2016. Vol. 158. P. 100-106.
54. Голицын, А. Н. Основы промышленной экологии. М.: Академия, 2012. – 240 с.

55. Стартап-проект. Рекомендації до виконання розділу магістерської дисертації «Розроблення стартап-проекту» [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальностей: 101 «Екологія», 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», 144 «Теплотехніка», спеціалізацій: «Інженерна екологія та ресурсозбереження», «Інжиніринг електротехнічних комплексів», «Електромеханічні та мехатронні системи енергоємних виробництв», «Системи електропостачання», «Енергетичний менеджмент та енергоефективність» «Енергетичний менеджмент та інжиніринг» / П. В. Круш, Н. А. Шевчук, О. І. Андрус ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні тестові дані (1 файл: 127 КБ). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 50 с. <https://ela.kpi.ua>

56. Startup-project: Recommendations for the elaboration of the Master's thesis section «Startup Project Elaboration» [Electronic resource]: teach. edition for studio specialties 101 «Ecology», 141 «Power, electrical engineering and electromechanics», 144 «Thermal engineering» specializations «Engineering Ecology and Resource saving», «Engineering of Automated Electrotechnical Complexes», «Electromechanical and Mechatronic Systems of Power-intensive Industries», «Power Supply Systems», «Energy Management and Energy Efficiency», «Energy Management and Engineering» / P. Krush, N. Shevchuk, O. Andrus ; Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute. – Electronic test data (1 file: 109 Kb). – Kyiv : Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2019. – 50 p. <https://ela.kpi.ua>

57. Шевчук Н.А. Розробка та впровадження стартап-проекту на прикладі геосинтетичного модуля-опалубки / Шевчук Н.А., Вапнічна В.В. // Сучасні проблеми економіки і підприємництво [Текст]: Збірник наукових праць. – Вип. 23. – К.: ІВЦ Видавництво «Політехніка», 2019 С.32-40. [file:///C:/Users/user/Downloads/165788-384771-1-PB%20\(6\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/165788-384771-1-PB%20(6).pdf)

58. Шевчук Н.А., Зайченко С.В., Кривда О.В. Впровадження та реалізація стартап-проекту геомехатронного комплексу Сучасні проблеми економіки і підприємництво [Текст]: Збірник наукових праць. – Вип. 21. – К.:

ІВЦ Видавництво «Політехніка», 2018 С. 94-101. <http://sb-keip.kpi.ua/article/viewFile/130546/132655>

59. Шевчук Н.А. Впровадження та реалізація стартапів в гірництві / Шевчук Н.А. / Міжнародна науково-технічна конференція, присвячена 120 – річчю КПІ «ПРОБЛЕМИ ГЕОІНЖЕНЕРІЇ ТА ПІДЗЕМНОЇ УРБАНІСТИКИ», м. Київ, 17-18 травня 2018 р.– К.: НТУУ «КПІ», 2018. – С. 89-90.

60. Шевчук Н.А. Економіка і організація виробництва: Рекомендації до виконання розрахункової роботи:[Електронний ресурс]: навч. посібник для студ. спеціальностей: 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціалізацій: «Інжиніринг електротехнічних комплексів», «Електромеханічні та мехатронні системи енергоємних виробництв» / Н.А. Шевчук, С.О. Тульчинська / КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 60 с.

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Характеристика стічних вод сульфатцелюлозного виробництва

Цех	Норма водовідведення, м ³ /т целюлози або побічного продукту	Змунені речовини, мг/дм ³		Показник якості			Залишок, мг/дм ³	
		Всього	Волокно	Кольоровість, град, ПКШ	рН	Сухий	Прожарений	
Варильний у разі виробництва невідбіленої целюлози:	з виходом 46%	130	100	2000	10,5	2500	850	
	з виходом 53%	445	370	2000	9,5	4500	2900	
	з виходом 56%	130	100	2000	10,0	2000	650	
Відбілювальний: ступінь хлорування ступінь лугування Сортування відбіленої целюлози	31,5 - 33	30	30	5000	1,5 – 2,0	5800	3700	
	14 – 16,5	30	30	18000	7,5 – 8,0	5000 - 5650	2270 - 2950	
	10	290	30	100 - 150	4,5	590	470	
Варильний (конденсати) Сушильний	1,3	-	-	-	10,0	-	-	
	11,5	75 - 170	50 – 155	100 - 750	4,5 – 9,0	520 - 1630	410 – 550	
Побічних продуктів: розкладання сульфатного мила								
ректифікація талової олії ректифікація сульфатного скипидару	1,2	300	-	-	5,0	200000	18500	
	22	100	-	-	6,5	200	100	
	83	65	-	-	9,0	2200	1300	

Продовження таблиці А.1

Цех	БСК ₅ , мг/дм ³	ХСК, мг/дм ³	Сірков одень	ММ	Показник якості				Етанол	Феноли
					ДМС і ДМДС	Метанол	Скипидар	Специфічні речовини, мг/дм ³		
Варильний у разі виробництва невідбіленої целюлози:										
	з виходом 46%	460	3150							
	з виходом 53%	550	2350	-	-	-	-	-	-	-
	з виходом 56%	850	5800							
Відбілювальний:										
	ступінь хлорування	120 – 265	1050 – 1710	-	-	-	-	-	-	-
	ступінь лугування	250 - 410	1700 - 2900							
	Сортування відбіленої целюлози	15	90	-	-	-	-	-	-	-
Варильний (конденсати)										
	Сушильний	12500 13 - 300	- 80 - 2000	200 -	400 -	675 -	7800 -	350 -	1500 -	- -
Побічних продуктів: розкладання сульфатного мила ректифікація талової олії ректифікація сульфатного скипидару										
		7000	14500	16						20
		320	560	6	15	10	-	-	-	20
		2900	11000	100	65	500	-	750	-	15

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 – Характеристика стічних вод виробництва сульфітної целюлози

Цех	Норма водовідведення, м ³ /т целюлози	Змулені речовини, мг/дм ³		рН	Показник якості		БСК ₅ , мг/дм ³	ХСК, мг/дм ³
		Всього	Волокно		Сухий	Залишок, мг/дм ³		
Варильний у разі виробництва невідбіленої целюлози: з виходом 48% з виходом 50% Відбілювальний: ступінь хлорування ступінь лугування Сортування відбіленої целюлози	134,0	150	100	3,5	3100	1500	235	1750
	70,3	105	100	3,5	1750	400	350	2350
	33,7	30	30	2,0	2900	1300	120	1200
	19,3	30	30	10,0	5650	3500	300	1850
	10,0	290	265	4,5	940	490	50	280
Сушильний	11,0 – 11,5	75	75	6,0	2300	500	900	3150

ДОДАТОК В



СУДОВА НЕЗАЛЕЖНА ЕКСПЕРТИЗА УКРАЇНИ

Україна, 03179, м. Київ, пр-т. Перемоги, 123 тел: 0 800 301 448 безкоштовно в межах України
info@ekspertiza.com.ua; www.ekspertiza.com.ua

ВИСНОВОК № КВ-1-8-943.19
щодо якості зразку(ів) води

м. Київ

07.10.2019 р.




Замовник: Науменко Дар'я Павлівна
Зразок: "Вода — перед водосховищем"

Гранично допустимі норми згідно: Державні санітарні норми та правила Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною (ДСанПін 2.2.4-171-10), затверджені Наказом Міністерства охорони здоров'я України від 12.05.2010 №400.

Порівняльна таблиця № 1:

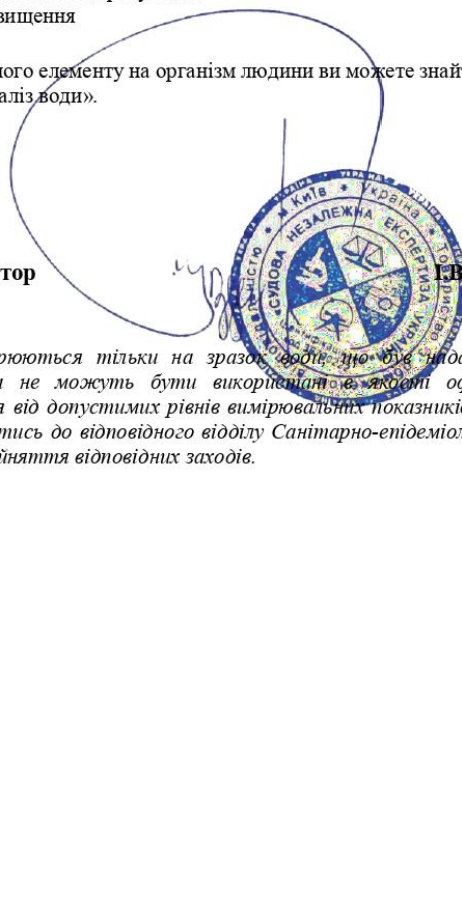
Назва показнику	Одиниці виміру	Гранично допустимі норми для питної води			Результат
		Водопровідної	З колодязів та каптажів джерел	Фасованої, з пунктів розливу та бюветів (негазованої)	
Запах при 20 °С при 60 °С	бали	≤ 2	≤ 3	≤ 0	2
		≤ 2	≤ 3	≤ 1	3
Забарвленість	градуси	≤ 20	≤ 35	≤ 10	50
Каламутність	нефелометрич на одиниця каламутності	≤ 1,0	≤ 3,5	≤ 0,5	5
Водневий показник	одиниці рН	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5 - 8,5	7,3
Залізо загальне	мг/куб.дм	≤ 0,2	≤ 1,0	≤ 0,2	0,5
Загальна жорсткість	ммоль/куб.дм	≤ 7,0	≤ 10,0	≤ 7,0	3,57
Сульфати	мг/куб.дм	≤ 250	≤ 500	≤ 250,0	25
Амоній	мг/куб.дм	≤ 0,5	≤ 2,6	≤ 0,1	<0,05
Нітрати (по NO ₃ -)	мг/куб.дм	≤ 50,0	≤ 50,0	≤ 10	1
Нітрити	мг/куб.дм	≤ 0,5	≤ 3,3	≤ 0,5	0,025
Хлориди	мг/куб.дм	≤ 250	≤ 350	≤ 250	10
Марганець	мг/куб.дм	≤ 0,05	≤ 0,5	≤ 0,05	0,2
Фториди	мг/куб.дм	≤ 1,5	≤ 1,5	≤ 1,5	0,5
Перманганатна окиснюваність	мг/куб.дм	≤ 5,0	≤ 5,0	≤ 2,0	<1
TDS	ppm	Не визначається	Не визначається	Не визначається	178

Висновки щодо якості наданого(их) Замовником зразку(ів) води зроблено фахівцями ТОВ «Судова незалежна експертиза України» за результатами аналізу інформації про походження та призначення зразку(ів) води, проведеного тестування за обраними Замовником показниками, з урахуванням діапазону вимірювань та можливої похибки. Результати викладені у колонці «Результат» порівняльних таблиць № 1.

-  - показник в нормі.
-  - показник потребує незначного коригування
-  - присутнє значне перевищення

Інформацію про вплив конкретного елемента на організм людини ви можете знайти на нашому сайті: ekspertiza.com.ua в розділі «Аналіз води».

Директор



І.В. Герц

Примітка: Результати поширюються тільки на зразок води, що був наданий на дослідження, мають консультативний характер та не можуть бути використані в якості офіційного підтвердження або спростування факту відхилення від допустимих рівнів вимірювальних показників. У випадку виявлення значних відхилень, рекомендуємо звернутись до відповідного відділу Санітарно-епідеміологічної служби для проведення офіційного вимірювання та прийняття відповідних заходів.

ДОДАТОК Г



СУДОВА НЕЗАЛЕЖНА ЕКСПЕРТИЗА УКРАЇНИ

Україна, 03179, м. Київ, пр-т. Перемоги, 123 тел: 0 800 301 448 безкоштовно в межах України
info@ekspertiza.com.ua; www.ekspertiza.com.ua

ВИСНОВОК № КВ-1-8-943.19
щодо якості зразку (ів) води

м. Київ

07.10.2019 р.

Замовник: Науменко Дар'я Павлівна




Зразок: "Вода — у водосховищі"

Гранично допустимі норми згідно: Державні санітарні норми та правила Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною (ДСанПін 2.2.4-171-10), затверджені Наказом Міністерства охорони здоров'я України від 12.05.2010 №400.

Порівняльна таблиця № 1:

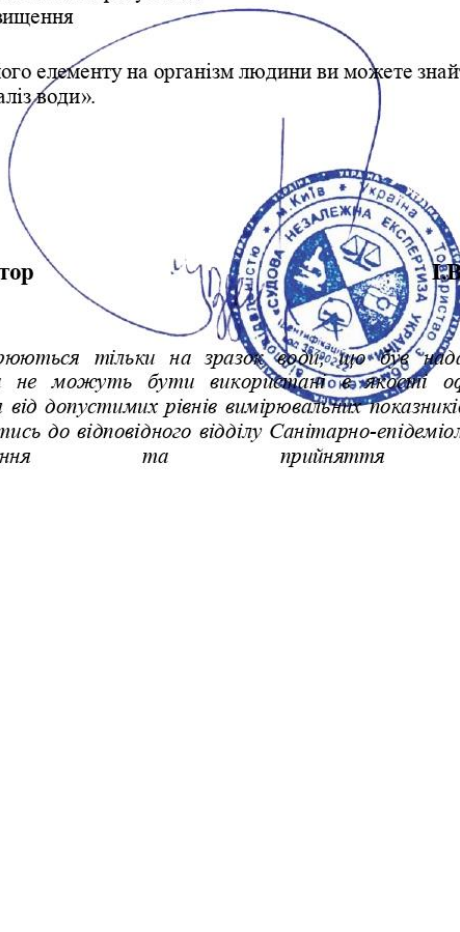
Назва показника	Одиниці виміру	Гранично допустимі норми для питної води			Результат
		Водопровідної	З колодязів та каптажів джерел	Фасованої, з пунктів розливу та бюветів (негазованої)	
Запах при 20 °C при 60 °C	бали	≤ 2 ≤ 2	≤ 3 ≤ 3	≤ 0 ≤ 1	1 3
Забарвленість	градуси	≤ 20	≤ 35	≤ 10	50
Каламутність	нефелометрич на одиниця каламутності	≤ 1,0	≤ 3,5	≤ 0,5	5
Водневий показник	одиниці рН	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5 - 8,5	7,54
Залізо загальне	мг/куб.дм	≤ 0,2	≤ 1,0	≤ 0,2	0,3
Загальна жорсткість	ммоль/куб.дм	≤ 7,0	≤ 10,0	≤ 7,0	3,71
Сульфати	мг/куб.дм	≤ 250	≤ 500	≤ 250,0	25
Амоній	мг/куб.дм	≤ 0,5	≤ 2,6	≤ 0,1	<0,05
Нітрати (по NO ₃ -)	мг/куб.дм	≤ 50,0	≤ 50,0	≤ 10	1
Нітрити	мг/куб.дм	≤ 0,5	≤ 3,3	≤ 0,5	0,025
Хлориди	мг/куб.дм	≤ 250	≤ 350	≤ 250	10
Марганець	мг/куб.дм	≤ 0,05	≤ 0,5	≤ 0,05	0,1
Фториди	мг/куб.дм	≤ 1,5	≤ 1,5	≤ 1,5	<0,25
Перманганатна окиснюваність	мг/куб.дм	≤ 5,0	≤ 5,0	≤ 2,0	<1
TDS	ppm	Не визначається	Не визначається	Не визначається	185

Висновки щодо якості наданого(их) Замовником зразку(ів) води зроблено фахівцями ТОВ «Судова незалежна експертиза України» за результатами аналізу інформації про походження та призначення зразку(ів) води, проведеного тестування за обраними Замовником показниками, з урахуванням діапазону вимірювань та можливої похибки. Результати викладені у колонці «Результат» порівняльних таблиць № 1.

-  - показник в нормі.
-  - показник потребує незначного коригування
-  - присутнє значне перевищення

Інформацію про вплив конкретного елемента на організм людини ви можете знайти на нашому сайті: ekspertiza.com.ua в розділі «Аналіз води».

Директор



І.В. Герц

Примітка: Результати поширюються тільки на зразок води, що був наданий на дослідження, мають консультативний характер та не можуть бути використані в якості офіційного підтвердження або спростування факту відхилення від допустимих рівнів вимірювальних показників. У випадку виявлення значних відхилень, рекомендуємо звернутись до відповідного відділу Санітарно-епідеміологічної служби для проведення офіційного вимірювання та прийняття відповідних заходів.

ДОДАТОК Д



СУДОВА НЕЗАЛЕЖНА ЕКСПЕРТИЗА УКРАЇНИ

Україна, 03179, м. Київ, пр-т. Перемоги, 123 тел: 0 800 301 448 безкоштовно в межах України
info@ekspertiza.com.ua; www.ekspertiza.com.ua

ВИСНОВОК № КВ-1-8-943.19
щодо якості зразку (ів) води

м. Київ

07.10.2019 р.

Замовник: Науменко Дар'я Павлівна




Зразок: "Вода — після водосховища"

Гранично допустимі норми згідно: Державні санітарні норми та правила Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною (ДСанПін 2.2.4-171-10), затверджені Наказом Міністерства охорони здоров'я України від 12.05.2010 №400.

Порівняльна таблиця № 1:

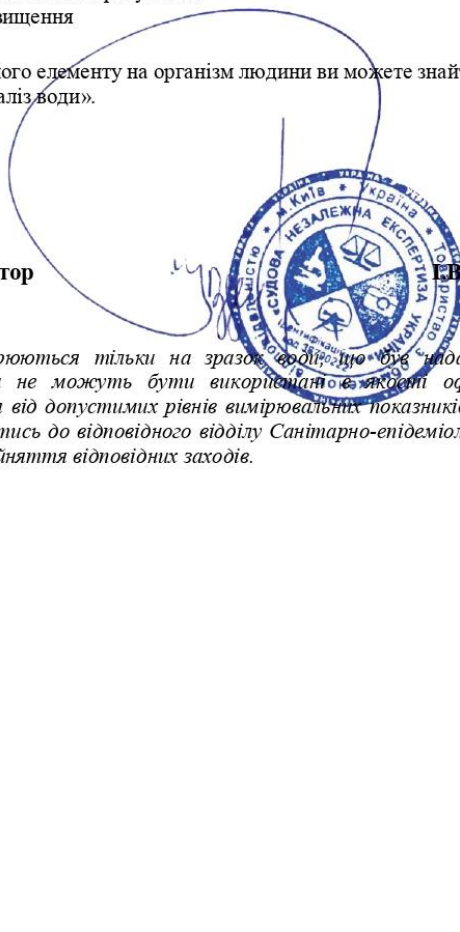
Назва показнику	Одиниці виміру	Гранично допустимі норми для питної води			Результат
		Водопровідної	З колодязів та каптажів джерел	Фасованої, з пунктів розливу та бюветів (негазованої)	
Запах при 20 °C при 60 °C	бали	≤ 2 ≤ 2	≤ 3 ≤ 3	≤ 0 ≤ 1	1 3
Забарвленість	градуси	≤ 20	≤ 35	≤ 10	50
Каламутність	нефелометрич на одиниця каламутності	≤ 1,0	≤ 3,5	≤ 0,5	2
Водневий показник	одиниці рН	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5 - 8,5	7,33
Залізо загальне	мг/куб.дм	≤ 0,2	≤ 1,0	≤ 0,2	0,2
Загальна жорсткість	ммоль/куб.дм	≤ 7,0	≤ 10,0	≤ 7,0	3,73
Сульфати	мг/куб.дм	≤ 250	≤ 500	≤ 250,0	25
Амоній	мг/куб.дм	≤ 0,5	≤ 2,6	≤ 0,1	<0,05
Нітрати (по NO ₃ -)	мг/куб.дм	≤ 50,0	≤ 50,0	≤ 10	1
Нітрити	мг/куб.дм	≤ 0,5	≤ 3,3	≤ 0,5	0,025
Хлориди	мг/куб.дм	≤ 250	≤ 350	≤ 250	10
Марганець	мг/куб.дм	≤ 0,05	≤ 0,5	≤ 0,05	0,09
Фториди	мг/куб.дм	≤ 1,5	≤ 1,5	≤ 1,5	0,5
Перманганатна окиснюваність	мг/куб.дм	≤ 5,0	≤ 5,0	≤ 2,0	<1
TDS	ppm	Не визначається	Не визначається	Не визначається	186

Висновки щодо якості наданого(их) Замовником зразку(ів) води зроблено фахівцями ТОВ «Судова незалежна експертиза України» за результатами аналізу інформації про походження та призначення зразку(ів) води, проведеного тестування за обраними Замовником показниками, з урахуванням діапазону вимірювань та можливої похибки. Результати викладені у колонці «Результат» порівняльних таблиць № 1.

-  - показник в нормі.
-  - показник потребує незначного коригування
-  - присутнє значне перевищення

Інформацію про вплив конкретного елемента на організм людини ви можете знайти на нашому сайті: ekspertiza.com.ua в розділі «Аналіз води».

Директор



Г.В. Герц

Примітка: Результати поширюються тільки на зразок води, що був наданий на дослідження, мають консультативний характер та не можуть бути використані в якості офіційного підтвердження або спростування факту відхилення від допустимих рівнів вимірювальних показників. У випадку виявлення значних відхилень, рекомендуємо звернутись до відповідного відділу Санітарно-епідеміологічної служби для проведення офіційного вимірювання та прийняття відповідних заходів.

