

**НАУКОВІ ОСНОВИ РОЗШИРЕННЯ ФОНДУ ДЖЕРЕЛ
ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАСЕЛЕННЯ, УСУНЕННЯ ЗАГРОЗ
НАЦІОНАЛЬНІЙ БЕЗПЕЦІ УКРАЇНИ В ЕКОЛОГІЧНІЙ СФЕРІ**
(тема № 2504–п, № держреєстрації 0122U001686)

Науковий керівник теми, завідувач кафедри Е та ТРП,
д.т.н., професор ***М. Д. Гомеля***

Основні наукові результати

Рівень наукової новизни забезпечується за рахунок:

- розробки концепції використання мінералізованих шахтних, артезіанських чи стічних вод для водозабезпечення потреб населення на території дефіцитних регіонів України.
- дослідження та розробки простих та надійних методів попередньої обробки води перед зворотньоосмотичним знесоленням.
- розробки технологій, в яких передбачено використання відходів одних процесів в якості реагентів для інших.
- розробки наукових засад використання матеріалів з капілярними властивостями в процесах зневоднення осадів, що дозволяє створювати надзвичайно прості та ефективні системи без складного обслуговування та з мінімальними або взагалі без затрат енергії.
- розробки низькотемпературних уварювачів концентратів на основі матеріалів з капілярними властивостями, котрі дозволять суттєво підвищити ефективність їх електрохімічної утилізації.
- розробки нових конструкцій багатоканальних електролізерів з іонообмінними мембранами та оригінальних конструкцій електролізерів для отримання концентрованих розчинів окислених сполук хлору.
- розробки електролізерів, котрі можуть використовуватися для отримання коагулянтів або зрідженого водню для енергетики майбутнього.

В цілому рівень наукової новизни в повній мірі відповідає заявленому в технічному завданні проєкту.

Основні практичні результати

В об'ємі виконання проекту:

- Проведено аналіз водозабезпечення різних регіонів України та визначено основні забруднювачі поверхневих вод і їх вміст. Встановлено наявність на різних територіях, включаючи Донецьку та Луганську області, природних та антропогенних джерел води, придатних для подальшої обробки і використання в якості питних вод.
- На основі аналізу хімічного складу вод різноманітного походження в якості найбільш прийнятних технологій визначені баромембранні методи.
- Оскільки забезпечення ефективної роботи баромембранного обладнання при обробці мінералізованих вод потребує додаткової обробки, було вивчено ефективність реагентних та іонообмінних методів в процесах попередньої обробки води та вибрано технології утилізації відходів, що при цьому утворюються.
- Досліджено ефективність електрохімічних, сорбційних, флотаційних методів попередньої підготовки води та можливих методів відновлення чи переробки регенераційних розчинів і концентратів.
- В якості основних джерел водопостачання для забезпечення потреб населення Донецької та Луганської областей вибрано шахтні води, об'єми утворення котрих дозволяють повністю забезпечити існуючі потреби.
- Вивчено ефективності використання методів нанофільтрації та зворотного осмосу для попередньо оброблених різними методами шахтних та природних вод, визначено допустимий ступінь відбору перміату та склад і мінералізацію утворених концентратів.
- Досліджено процеси обробки концентратів різноманітними методами – електрохімічним, реагентним, випарюванням при низьких температурах. Вивчено ефективність обробки концентратів у багатоканальних електролізерах з метою отримання дезінфікуючих та знезаражуючих розчинів.
- Запропоновано технологічні схеми забезпечення водою питної якості споживачів при використанні в якості джерел водопостачання мінералізованих поверхневих, артезіанських, морських, шахтних та інших вод. Об'єм та структура виконаних досліджень відповідають технічному завданню проекту.

ПОРІВНЯЛЬНА ТАБЛИЦЯ ПОКАЗНИКІВ НДР

№ з/п	Назва формального показника	Плановане значення	Фактичне значення
Відповідно до проектної заявки			
1	Опубліковано статті у наукових журналах, що входять до наукометричних баз даних WoS та/або Scopus, або публікації у виданнях, які містять інформацію, що становить державну таємницю для проєктів оборонного і подвійного призначення, <i>кількість</i>	11	23
2	Опубліковано за темою проєкту статті у фахових виданнях України категорії «Б», статті у періодичних закордонних фахових виданнях, що мають ISSN, а також англomовні тези доповідей у матеріалах міжнародних конференцій, <i>кількість</i>	9	17
3	Отримано охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності (у тому числі свідоцтва на реєстрацію авторського права на твір, патентів на винахід)		
	- патенти на винахід, <i>кількість</i>	1	1
	- патенти на корисну модель, <i>кількість</i>	3	3
	- свідоцтва на авторський твір, патент на промисловий зразок, <i>кількість</i>	3+1	3+1
4	Представлено науково-практичні результати проєкту на міжнародних комунікативних форумах, всеукраїнських та регіональних науково-технічних/промислових виставкових заходах, в мережі підприємств, що підтверджується відповідним сертифікатом чи посиланням на електронну версію заходу/матеріалів/каталогів, <i>кількість</i>	10	21
5	Укладено господарчі договори, продані ліцензії, отримано грантові угоди як впровадження наукових або науково-практичних результатів проєкту, <i>відсоток від загальної суми вартості проєкту (Підтвердження довідкою з бухгалтерської служби за формою у Додатку 2)</i>	1267	50
6	Отримано акти впровадження результатів реалізації проєктів у господарську практику органів державної влади, наукоємних підприємств, приватних компаній (на договірній основі) тощо, <i>кількість</i>	3	1
7	Нові знання, призначені для створення нових або вдосконалення існуючих (вказати одне значення, непотрібне викреслити):		
	- матеріалів, продуктів, пристроїв, систем, технологій - як завершене комплексне рішення	+	+
	- матеріалів, продуктів, пристроїв, систем, технологій - як ключовий складовий елемент/-и рішення вищого рівня (надсистеми)		
	- конкретні пропозиції щодо виконання актуальних науково-технічних та суспільних завдань		
Відповідно до технічного завдання (додаткові)			
1			
Показник, що не планувався, але був виконаний (за наявності)			
1			

Контакти з бізнесом

№ п/п	Найменування компанії	Тема господарського договору	Об'єм фінансування, тис. грн.
1	ІВІК "Формула води"	Визначення та оцінка основних характеристик «Фільтру первинної очистки та дезинфекції води» (договір № 30/08-23 від 30.08.2023 р., Гомеля М.Д.)	30,00
2	ТОВ "Хімакс"	Визначення протинакипної ефективності реагентів. (г/д №Дндч/0201.01/0204.02/149/2023 від 21.07.2032 р., Трус І.М.)	20,00

Дослідні зразки, створені в об'ємі виконання проєкту

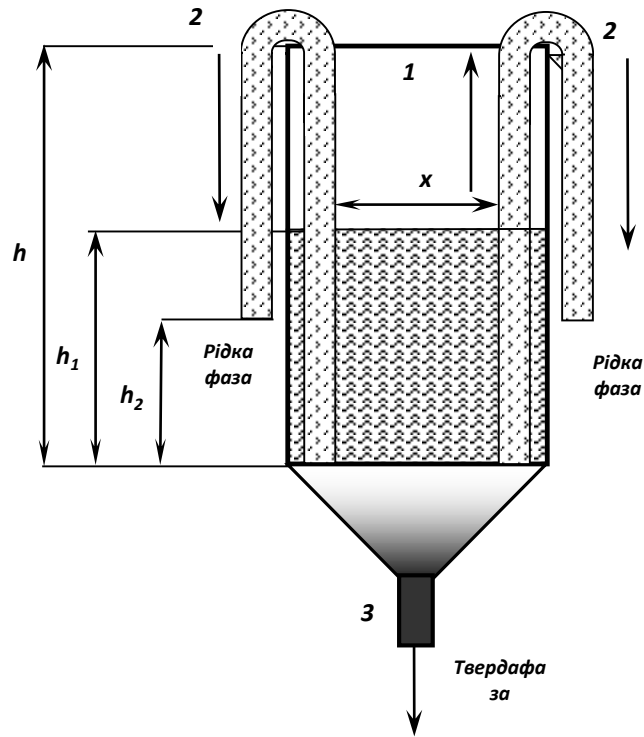


Схема фільтру для розділення рідкої та твердої фаз: 1 – пластикова ємність; 2 – капілярний фільтр із відповідного матеріалу; 3 – патрубок для відбору твердої фази



Фільтр для розділення рідкої та твердої фаз

Охорона об'єктів права інтелектуальної власності

№ з/п	Повні дані про охоронні документи; <u>підкреслити прізвища авторів</u> , зазначених у списку виконавців
1.	<ul style="list-style-type: none">- Заявка № u 2023 03710 від 01.08.2023 на КМ "Спосіб одержання цементів загальнобудівельного призначення", <u>Гомеля М.Д., Трус І.М., Галиш В.В., Макаренко І.М.</u> стадія формальної експертизи.- Заявка № u 2023 03858 від 11.08.2023 на КМ "Спосіб одержання цементів загальнобудівельного призначення, що містять осад знезалізнення води", <u>Трус І.М., Галиш В.В., Макаренко І.М., Гомеля М.Д.</u>, стадія формальної експертизи.- Заявка № u 2023 04342 від 14.09.2023 на КМ "Спосіб електрохімічного концентрування розчинів", <u>Гомеля М.Д., Трус І.М., Крижанівська Я.П., Галиш В.В., Макаренко І.М.</u> стадія формальної експертизи.- Заявка № a 2023 04071 від 28.08.2023 на винахід "Спосіб електрохімічного отримання сірчаної кислоти", <u>Гомеля М.Д., Трус І.М., Галиш В.В., Макаренко І.М.</u>, стадія попередньої експертиза.- Заявка № s 2023 00855 від 04.10.2023 на промисловий зразок "Фільтр для розділення рідкої та твердої фаз", <u>Гомеля М.Д., Радовенчик Я.В., Трус І.М.</u>, стадія - попередня експертиза.- Заявка № с 2023 07124 від 04.10.2023 на свідоцтво на авторське право. Зворотньоосмотичне вилучення хроматів із води, <u>Гомеля М.Д., Трус І.М., Галиш В.В.</u>- Заявка № с 2023 07125 від 04.10.2023 на свідоцтво на авторське право. Зворотньоосмотичне опріснення води після її декарбонізації та попереднього механічного доочищення, <u>Гомеля М.Д., Трус І.М., Галиш В.В.</u>- Заявка № с 2023 07126 від 04.10.2023 на свідоцтво на авторське право. Нанофільтраційне опріснення слабомінералізованих декарбонізованих вод, <u>Гомеля М.Д., Трус І.М., Галиш В.В.</u>

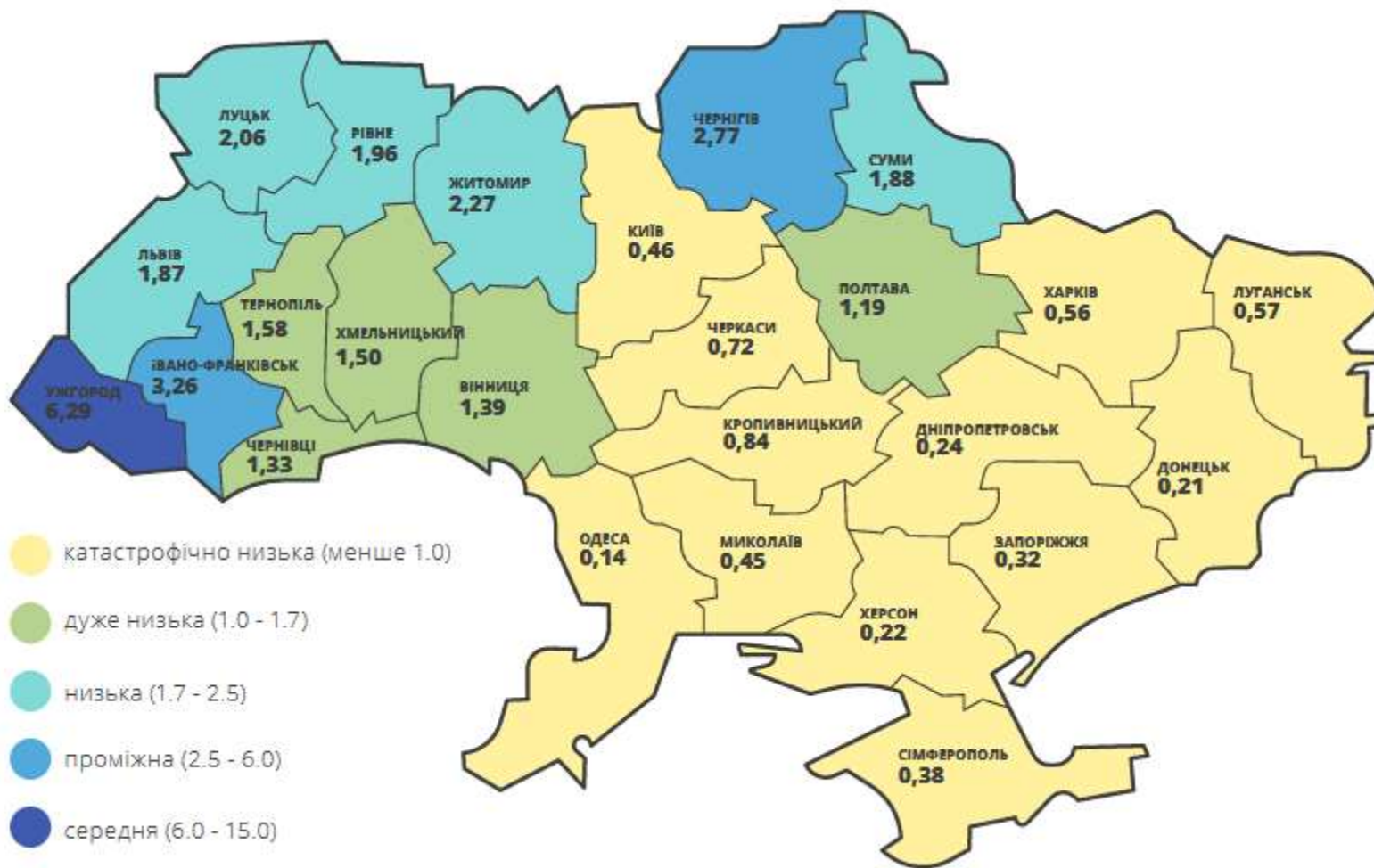
Ступінь готовності розробки до виходу на ринок

Окремі елементи представленої роботи пройшли лабораторні та дослідно – промислові випробування із позитивними результатами. Синтезовані та випробувані реагенти для попередньої обробки води перед баромембранним очищенням, розроблені лабораторні зразки необхідного обладнання для електрохімічної переробки концентратів та їх упарювання, відпрацьовані відповідні технологічні рекомендації щодо ефективного застосування експериментальних зразків. Можлива розробка дослідно-промислових зразків нового устаткування, адаптація розроблених реагентів до технологічних процесів існуючих станцій водопідготовки та водоочищення.

Перспективи розвитку проєкту

Проведені успішні випробування розроблених реагентів та обладнання. Підтверджені їх висока ефективність та екологічна доцільність.

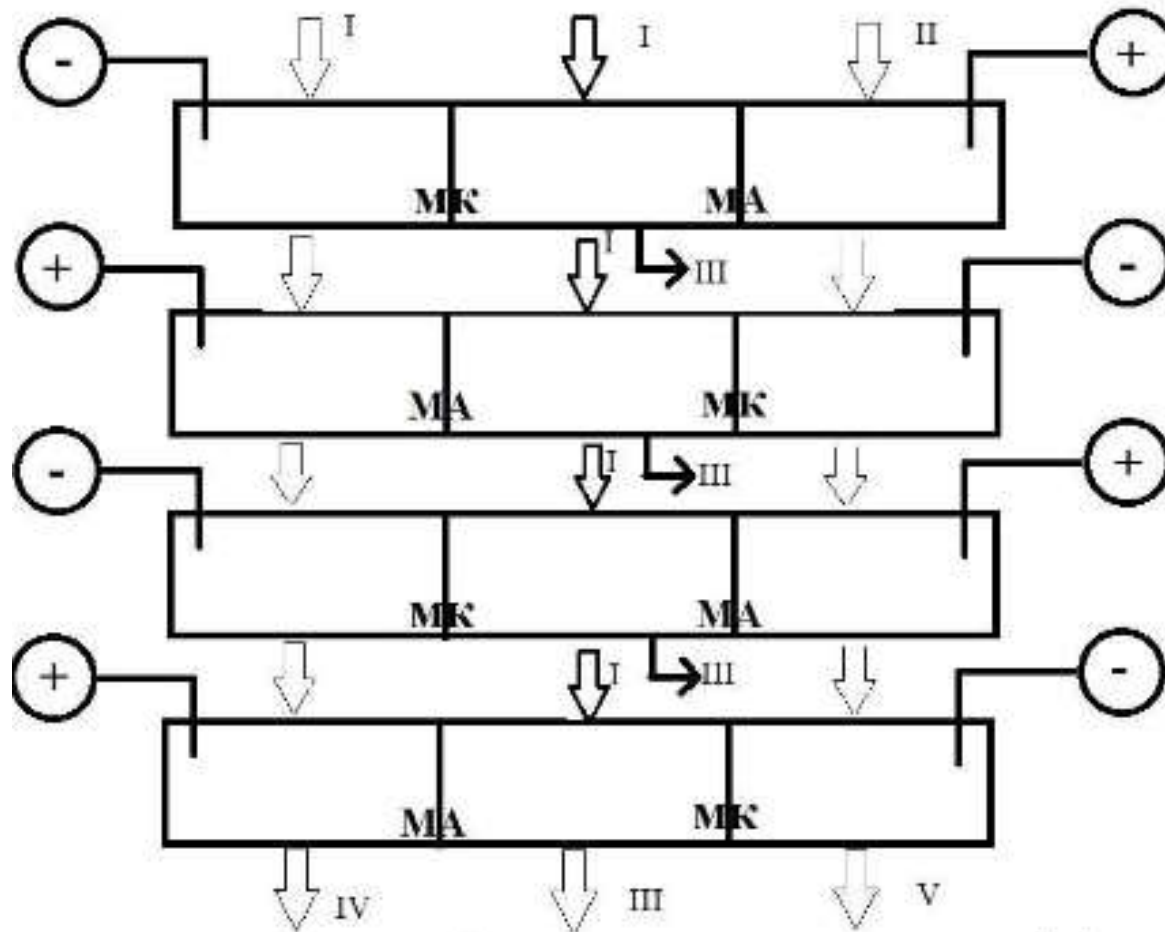
Забезпеченість регіонів України місцевими водними ресурсами, тис. м³/рік на одну людину (Ромащенко та ін., 2020).

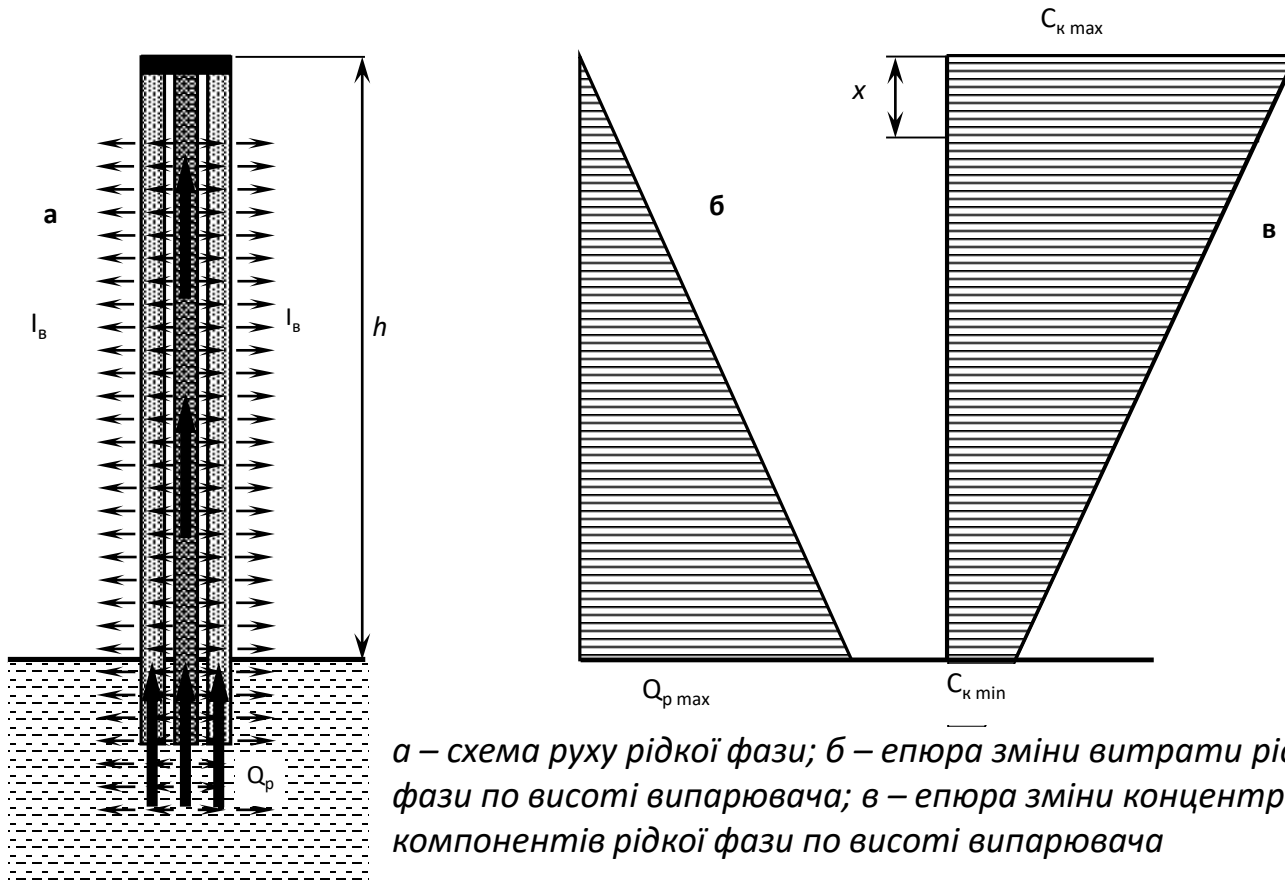


Порівняльні характеристики скидів
зворотних (стічних) вод за
2020 і 2021 роки

Обсяги скинутих зворотних вод, млн. м³	2020 р.	2021р.
Усього	5159	4684,6
Забруднені	518	541,5
Без очищення	100	119,3
Недостатньо очищені	418	422,2
Нормативно-очищені	1425	1430,2
Нормативно-чисті без очистки	3216	2712,9
Не категоровані води	-	-
Потужність очисних споруд	5142	5520,8

Схема електролізера для концентрування розчину NaCl концентратів





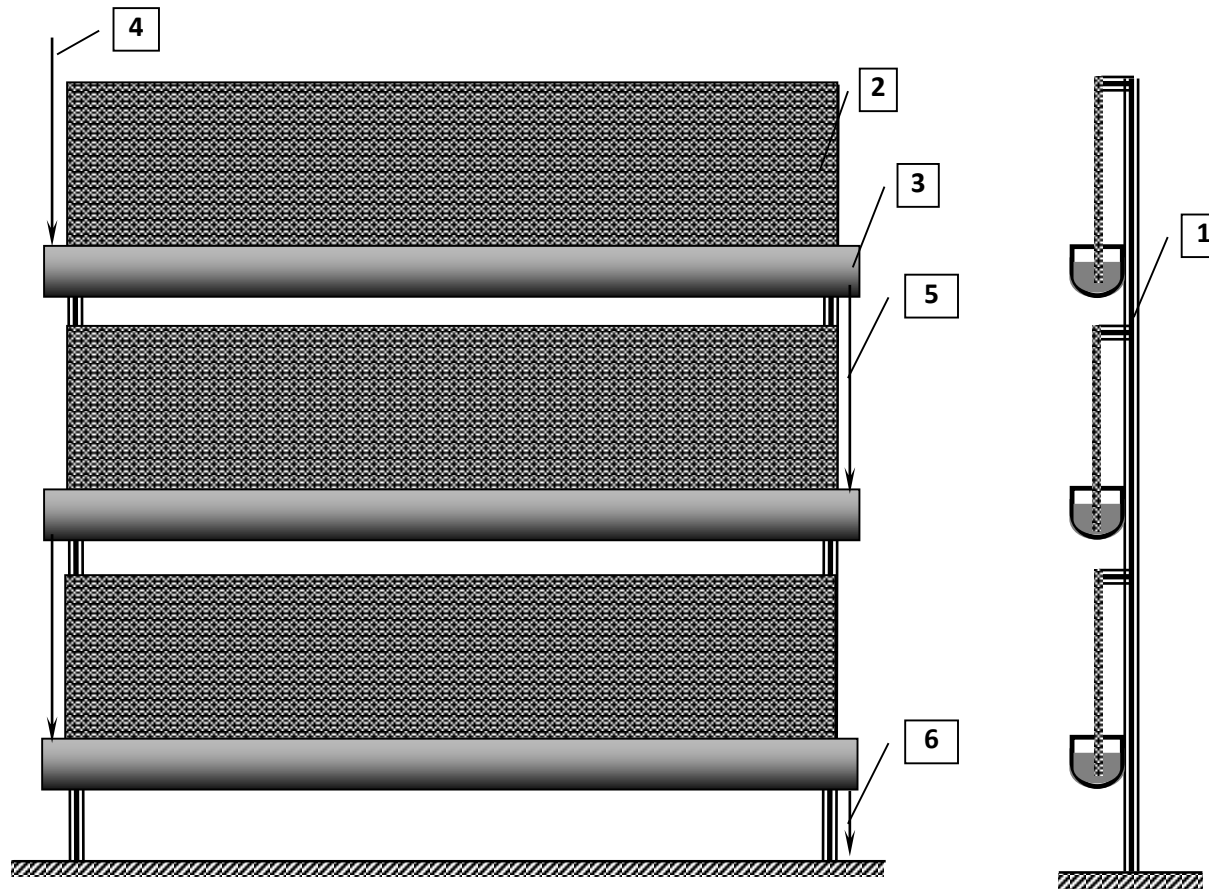
а – схема руху рідкої фази; б – епюра зміни витрати рідкої фази по висоті випарювача; в – епюра зміни концентрації компонентів рідкої фази по висоті випарювача

Модель роботи низькотемпературного випарювача

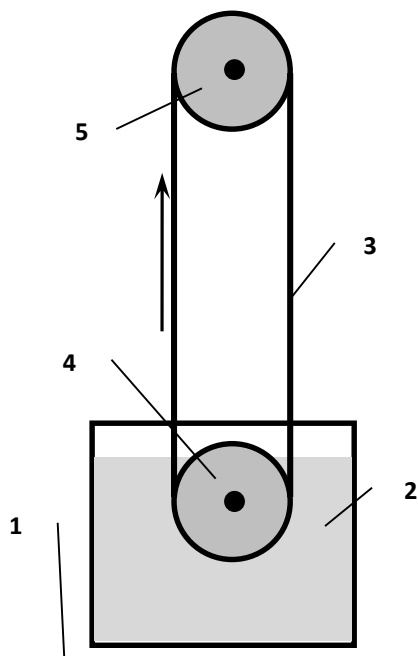
Випробування полотниць із бавовни при різній кількості смужок в природних умовах

Дата	Випарувалося за добу, см ³ при кількості шарів тканини			Середньо-добова температура, °С	Середньодобова швидкість вітру, м/с	Примітки
	0	9	21			
19.03.2021	2,5	2,5	12,5	2,3	2,9	дощ зранку
20.03.2021	5	20	37	2,9	4,5	дощ зранку
30.03.2021	20	105	165	4,5	3,9	сонце
23.04.2021	4,5	85	122,5	5,5	2,1	сонячно
25.03.2021	20	32,5	50	6	4,1	перемінно
22.03.2021	30	70	100	7,9	3,6	сонце
13.04.2021	15	72,5	110	9,3	3,3	дощ
10.04.2021	7,5	112,5	167,5	10,3	3	сонце
14.05.2021	30	30	45	11,1	2	мряка
23.03.2021	25	150	200	12,2	3,6	дощ зранку
04.04.2021	20	122,5	200	13,5	3,4	сонце
27.05.2021	25	100	150	14,6	2,2	дощ
21.05.2021	40	80	110	15,7	3,5	дощ
01.06.2021	45	145	220	16,2	5,2	перемінно
29.04.2021	35	135	200	17,6	1,7	сонячно
28.05.2021	25	110	170	18,2	2	сонячно
05.06.2021	37,5	100	170	19,6	1,7	перемінно
07.05.2021	30	147,5	220	20,2	2,1	сонячно
29.05.2021	40	145	220	21,1	3,1	сонячно

Схема каскадного інтенсифікатора випарювання токсичних розчинів із шламосховищ

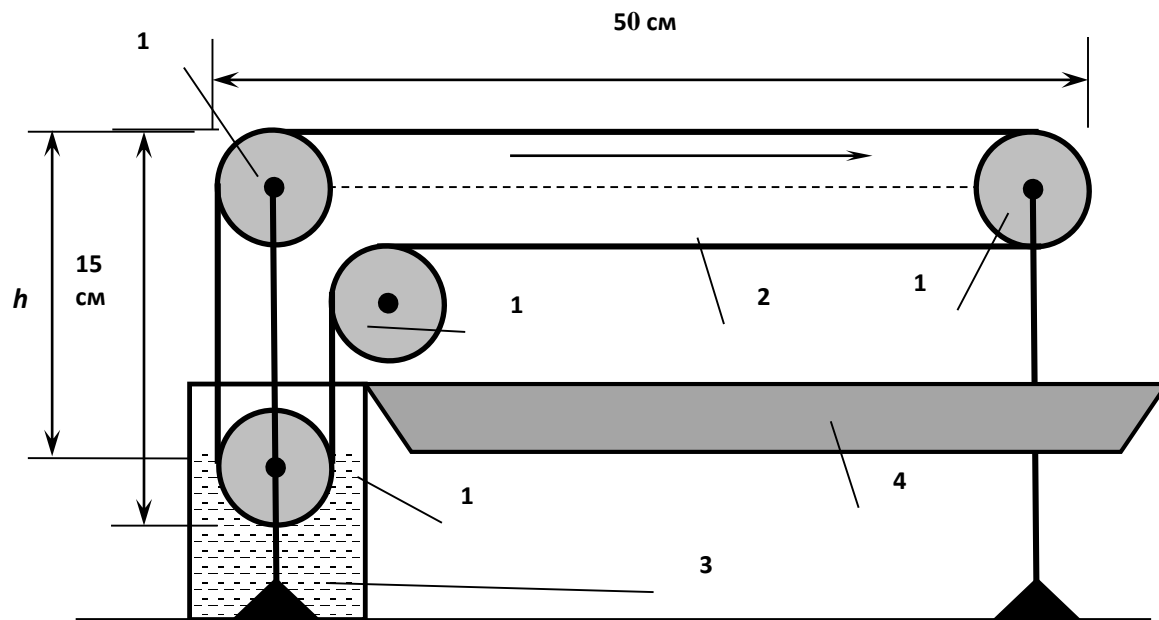


1- металева стійка; 2 – полотнище тканини; 3 – жолоб для подачі розчинів; 4 – подача розчину на випарювач; 5 – перелив розчинів між каскадами; 6 – злив залишків після випарювання



1 – штатив; 2 – ємність з розчином; 3 – безкінечне тканинне полотно; 4 – нижній барабан; 5 – верхній барабан

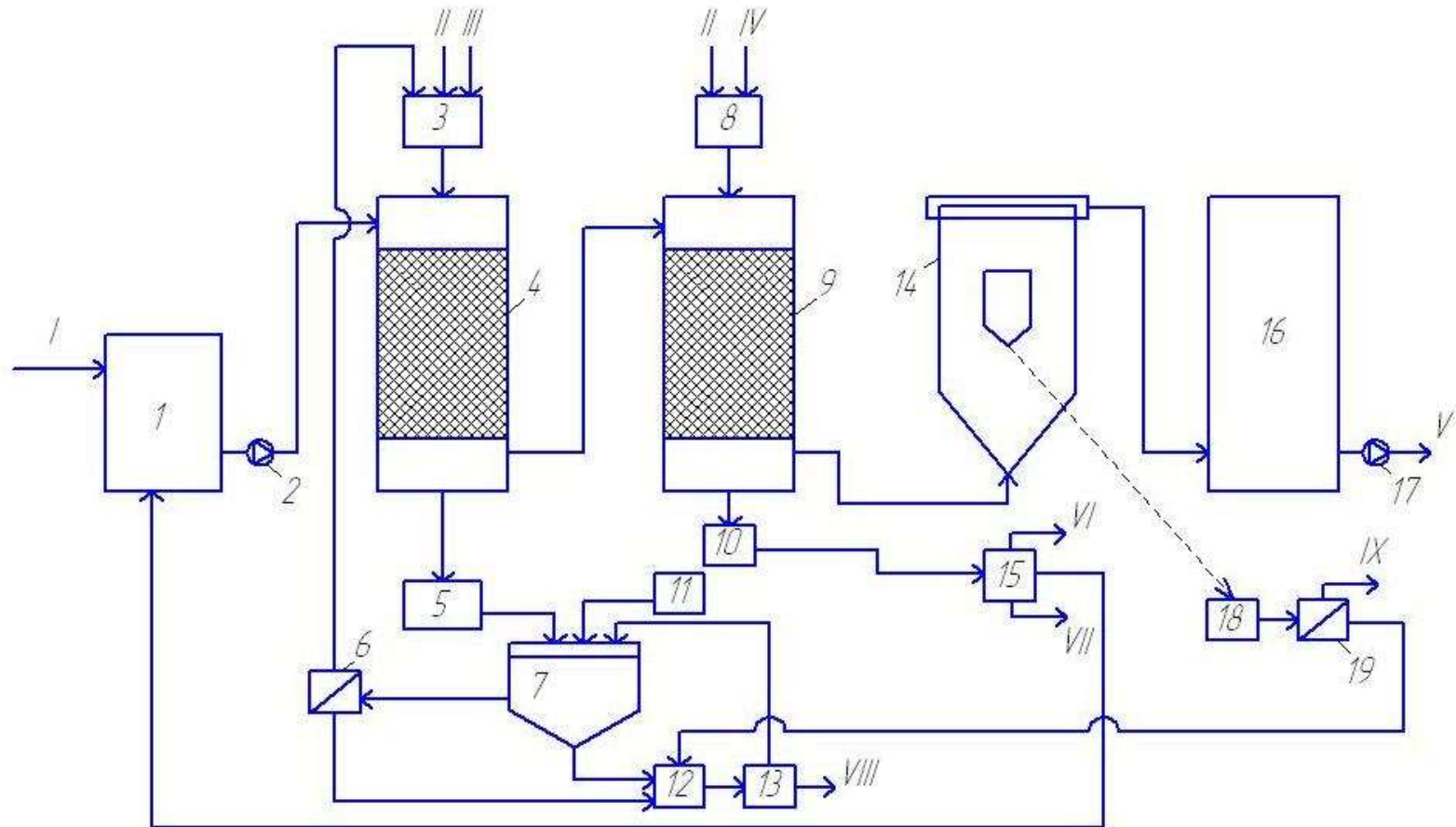
Кристалізатор із рухомим тканинним ПОЛОТНОМ



1 – барабани, здатні обертатися; 2 – тканинне полотнище; 3 – ємність з розчином; 4 – лоток для кристалів;

Низькотемпературний кристалізатор з рухомим тканинним полотнищем

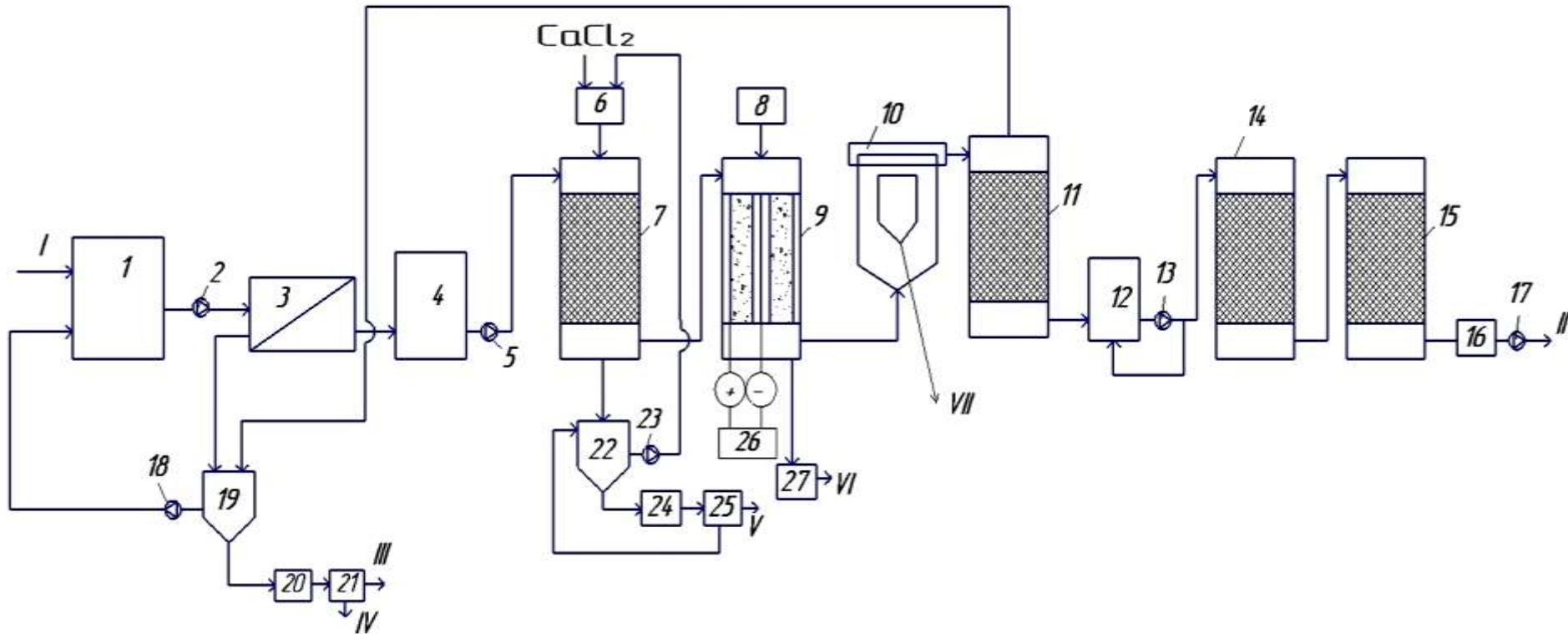
Принципова схема демінералізації шахтних (стічних) вод (концентратів)



1 – резервуар шахтних вод (концентратів, стічних вод); 2, 17 – насоси; 3, 8, 11 – витратні баки; 4, 9 – аніонообмінні фільтри (АВ-17-8); 5, 10 – приймальні резервуари відпрацьованих регенераційних розчинів; 6 – стрічковий фільтр; 7 – резервуар-відстійник; 12, 18 – шламосховище; 13, 19 – шнековий фільтр-прес; 14 – освітлювач зі зваженим шаром осаду; 15 – електролізер; 16 – резервуар освітленої води;

I – подача шахтної (стічної) води (концентрату); II – подача води; III – CaCl_2 ; IV – подача соди (лугу); V – подача води до споживача; VI – розчин соляної кислоти; VII – розчин лугу; VIII – гіпс на переробку; IX – осад на переробку

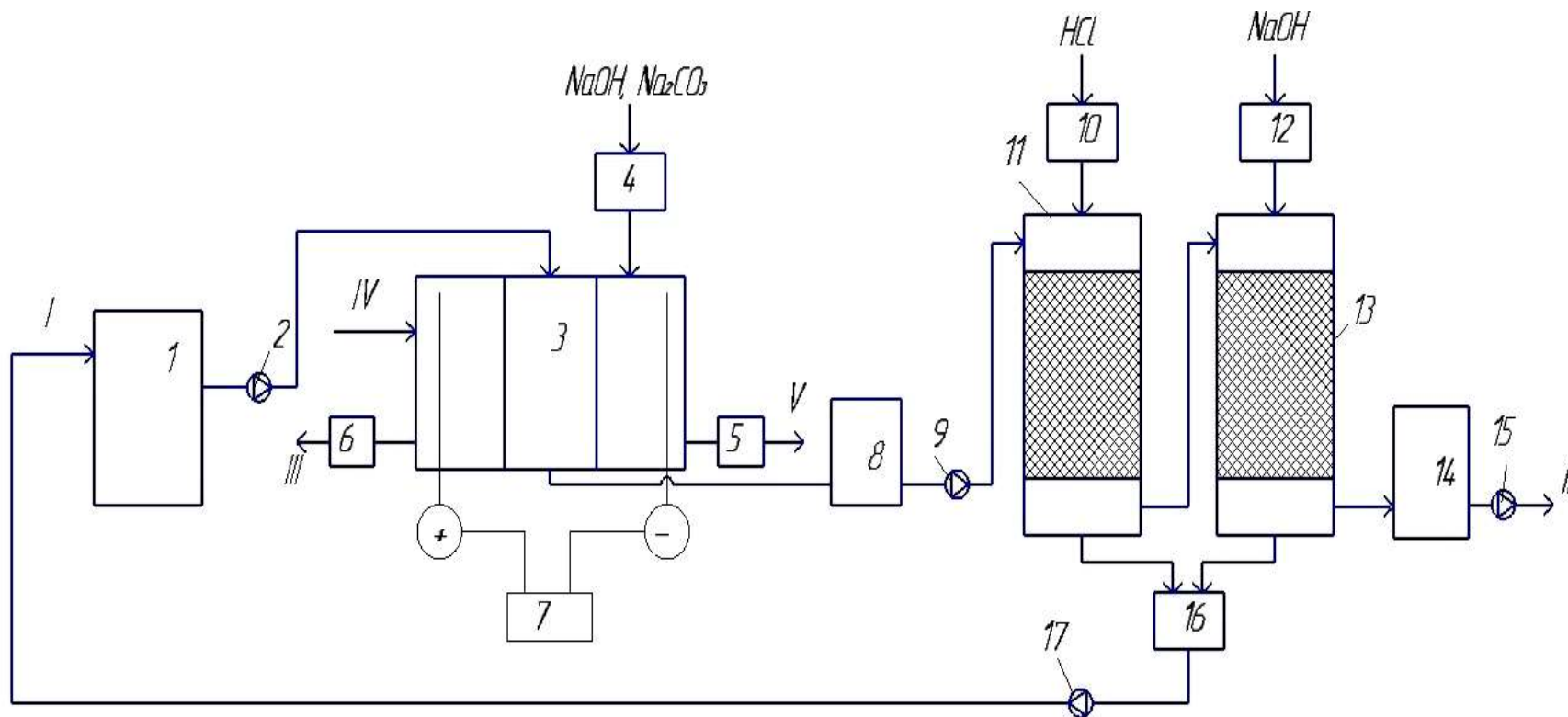
Технологічна схема демінералізації шахтних вод



1 – резервуар шахтних вод; 2, 5, 13, 17, 18, 23 – насоси; 3 – ультрафільтраційна установка; 4, 12, 16 – резервуар очищеної води; 6 – витратний бак розчину хлориду кальцію; 7 – аніонообмінний фільтр (завантаження АВ-17-8); 8 – витратний бак розчину лугу або соди; 9 – електролізер з аніонітом АВ-17-8; 10 – провітлювач із завислим шаром осаду; 11 – механічний фільтр; 14 – катіонообмінний фільтр (слабокислотний катіоніт в кислій формі); 15 – аніонообмінний фільтр (низькоосновний аніоніт в основній формі); 19, 22 – резервуар усереднювач; 20, 24 – шламосховище; 21, 25 – фільтр-прес; 26 – джерело постійного струму; 27 – резервуар для збору розчину гіпохлориту натрію.

I – подача шахтної води; II – відведення очищеної води; III – осад на захоронення; IV – скид в каналізацію; V, VII – на переробку; VI – до споживача

Принципова технологічна схема установки переробки розчинів хлориду натрію з використанням трикамерного електролізера



1 – резервуар розчину NaCl; 2, 9, 15, 17 – насоси; 3 – трикамерний електролізер; 4, 12 – витратні баки розчину лугу або соди; 5 – резервуар з розчином гіпохлориту або хлориту натрію; 6 – резервуар з розчином лугу; 7 – джерело постійного струму; 8, 14 – резервуари обробленої води; 10 – витратний бак соляної кислоти; 11 – фільтр із слабокислотним катіонітом; 13 – фільтр із низькоосновним аніонітом; 16 – нейтралізатор.

I – подача розчину NaCl; II – відведення знесоленої води; III – відведення 5 %-го розчину лугу; IV – подача розведеного розчину лугу; V – відведення розчину гіпохлориту (хлориту) натрію

Дякую за увагу!