

21. Шерцун М.Х. Ліс як фактор збереження екосистем гірських регіонів Європи.// Сталій розвиток Карпат та інших гірських регіонів Європи. Матеріали міжнар. конференції. Ужгород. –2010. – С. 129-131.
22. Goetel W. Sozologia – nauka o ochronie przyrody i jej zasobów. – Kosmos, 1966. Z.5. – S. 473-482.
23. Enger E.D., Smith B.F. Environmental science. 6-th ed. Boston – St. Louis Missouri. – 1997. – 456 s.
24. Kostrowicki A.S.. Z problematyki badawczej systemu człowiek-środowisko. Przegl. Geogr. - 1970. - 42, 1: 3-18.
25. Meffe G.K. Caroll C.R. What is Conservation Biology and contributors. G.K. Meffe, C.R. Caroll Principles of Conservation Biology. 2-nd edition. - 1997. – P. 3-29.
26. Przewoźniak M. Podstawy geografii fizycznej kompleksowej. Skrypty uczelniane UG, Gdańsk, 1987.
27. Stojko S.M. Konceptualne zasady (principles) geozologii – nauki o ochronie przyrody // Infrastruktura i ekologia terenow wiejskich. – Krakow, 2008. – № 2. – S.59-70.
28. Vološčuk I. Ochrana prirody a krajiny. Technicka univerzita vo Zvolene. – 2003. - 237 s.

<sup>1</sup>Інститут екології Карпат НАН України, Львів

<sup>2</sup>Львівський національний університет імені Івана Франка

Стаття надійшла до редакції 29.12.2011

УДК 504.12

**В.Ф. Головчак**

**ТРАНСФОРМАЦІЯ СКЛАДОВИХ ГЕОСИСТЕМИ У ПРОЦЕСІ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ НА КАЛУШ-ГОЛИНСЬКОМУ РОДОВИЩІ  
КАЛІЙНИХ РУД**

**В.Ф. Головчак**

**ТРАНСФОРМАЦИЯ СОСТАВЛЯЮЩИХ ГЕОСИСТЕМЫ В ПРОЦЕССЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА КАЛУШ-ГОЛИНСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ КАЛИЙНЫХ РУД**

*Государственное управление охраны окружающей природной среды в Ивано-Франковской области, Ивано-Франковск*  
Показаны и проанализированы причины и последствия трансформации составляющих геосистемы при эксплуатации Калуш-Голынского месторождения калийных руд, которые могут привести к аномальным загрязнениям окружающей среды и критическим ограничениям устойчивого развития региона. Предложено ряд мероприятий, способных оперативно улучшить ситуацию, которая на сегодня достигла уровня экологической катастрофы.

**Ключевые слова:** Калуш-Голыньское месторождение; геосистема; горнопромышленные геоконплексы; техногенные нарузки.

**V. Golovchak**

**TRANSFORMATION OF THE COMPONENTS OF GEOSYSTEM IN NATURE MANAGEMENT PROCESS AT KALUSH-HOLYN POTASH ORES DEPOSIT**

*State Administration of Environmental Protection in Ivano-Frankivsk Region, Ivano-Frankivsk*

The causes and consequences of transformation of the components of geosystem in the process of operation of Kalush-Holyn potash ores deposit, which can lead to abnormal contamination of the environment and critical constraints of the sustainable development of the region are shown and analyzed. A number of activities that can quickly improve the situation, which has now reached the level of environmental disaster, are suggested.

**Keywords:** Kalush-Holyn deposit; geosystem; mining geocomplexes, anthropogenic impacts.

Розрізняють чотири основні антропогенні фактори безпосереднього впливу діяльності людини на природні системи: зміна структури земної поверхні; зміна складу біосфери, кругообіг і баланс речовин; зміна енергетичного і теплового балансу окремих ділянок і регіонів; зміни в біоті. Загалом ці фактори, як зазначає А.Г. Ісаченко, мають вторинний характер, вони накладаються на безперервний природний фон, створюють своєрідні антропогенні екологічні аномалії з різною інтенсивністю прояву.

За історичний період експлуатації Калуш-Голыньського родовища калійних руд (понад 100

років) на його базі створено потужний гірничо-хімічний комплекс. Зокрема, у м. Калуш та на території навколишніх сіл (Хотинь, Сівка-Калуська, Кропивник, Пійло) споруджено і працювали три рудники, один недобудований (рудник «Пійло»), калійне виробництво, нафтохімічний комплекс, Домбровський кар'єр, три хвостосховища, два солевідвали та інші об'єкти. Вплив гірничих робіт на складові геосистеми супроводжувався зростанням дії факторів діяльності виробництв, які входять до складу цього гірничопромислового комплексу.

Основними наслідками цього впливу є:

- виведення з системи землекористування

понад 1000 га земель, частина з яких безповоротно втрачена;

- просідання денної поверхні над гірничими виробками та утворення провальних лійок;

- порушення природних умов живлення, транзиту та розвантаження підземних і поверхневих вод;

- забруднення поверхневих і підземних вод внаслідок негативного впливу відвалів та хвостосховищ, у т.ч. засолення підземних вод на площі понад 1000 га;

- утворення штучного солоного озера на місці Домбровського кар'єру;

- розвиток процесів зсуво- і карстоутворення та пластичних деформацій на бортах Домбровського кар'єру, а також на схилах солевідвалів.

Ускладнення гірничо-геологічних та екологічних умов призводить до істотної зміни природно-техногенних зв'язків, які сформувалися внаслідок впливу на геологічне середовище тривалої розробки родовища калійних руд.

Припинення калійного виробництва за комплексом супутніх екологічних наслідків призвело до погіршення економічних показників, а також до стійкого зростання еколого-соціальних загроз безпеки життєдіяльності внаслідок дії таких факторів:

- забруднення поверхневих і підземних джерел питного водопостачання;

- прискорення міграції токсичних сполук, в т.ч. гексахлорбензолу (ГХБ) і речовин із промислових майданчиків та неконтрольованих звалищ;

- скорочення термінів безпечної експлуатації водопровідно-каналізаційних мереж, фундаментів промислових і житлових споруд, у тому числі внаслідок зростання агресивності ґрунтових вод і ґрунтів;

- втрати продуктивності ґрунтів внаслідок їх засолення;

- погіршення якості сільськогосподарської продукції;

- зростання захворюваності населення.

Нижче наведено узагальнені оцінки проявів окремих еколого-гідрогеологічних чинників.

**1. Забруднення поверхневих і підземних вод.** Наймасштабнішим порушенням водно-екологічних умов регіону є зміна мінералізації ґрунтових вод та поверхневого стоку річок.

За геоморфологічними ознаками Калуш-Голинське родовище калійних солей розміщене у низинній частині Прикарпатського прогину, що має назву Калуська улоговина. Сучасний рельєф цієї ділянки Прикарпаття сформований діяльністю річок.

Природними водотоками району досліджень є річки Лімниця, Млинівка, Сівка, Кропивник, крім того тут штучно створений русло-канал р. Сівки. Води на переважній частині території є напірними (крім Хотінської дільниці). У природному стані

розвантаження вод із водоносного горизонту відбувалося у річки. Тому забруднення водоносного горизонту позначається на хімічному складі річок та потічків.

Як свідчать проведені в попередні роки дослідження [1, 5, 6, 7, 9, 10, 11], на хвостовищах та відвалах Калуського промислового вузла утворюються значні кількості мінералізованих вод, які із затоплених підземних виробок потрапляють у навколишнє середовище, переважно в річкову систему та водоносний горизонт. Причому, у алювіальну товщу долин річок Сівки та Кропивник шахтні розсоли проникають як безпосередньо у їх русло, так і більшою мірою в підрусовий стік.

Із хвостосховища № 1 витікають розсоли з мінералізацією до 371 г/л, із шламонакопичувача в напрямку р. Кропивник – близько 90 г/л. Мінералізація вод у ареалі засолення гравійно-галькового водоносного горизонту в районі хвостосховища № 1 перевищує 170 г/л. Розсоли, що витікають протягом багатьох років із тіла дамби у південно-східному куті хвостосховища № 2, мають мінералізацію 401 г/л. [5, 6, 9].

Фактично у районі хвостосховищ відбувається формування складного ареалу забруднення природних вод.

Найбільшим за площею поширення джерелом забруднення підземних вод і природних водотоків є розсоли затоплених гірничих виробок шахтних полів. Концентрація розсолів постійно змінюється. Фахівці ДП «НДІ Галургії» зробили висновок про тісну взаємодію розсолів шахтних виробок із підземними і поверхневими природними водами по тріщинах просядкових мульд та карстово-провальних вирв [6]. Гідродинамічний режим території має чітку спрямованість на вилуговування гірського масиву з винесенням солей насамперед у водоносний гравійно-гальковий горизонт.

Дослідження 2009 року [5, 6] підтвердили, що триває диференціація мінералізованих вод у розрізі водоносного горизонту (по глибині) за густиною.

За даними багаторічних спостережень [6] встановлено, що надходження солей у водоносний горизонт та річкову систему, а також розміри виявлених гідрохімічних аномалій (ареалів засолення та величин мінералізації зосереджених у них ґрунтових вод) мають пульсуючий характер.

У річках, які протікають досліджуваною територією, вище зони впливу техногенних об'єктів величина мінералізації знаходиться в межах 0,3-0,5 г/л. За складом води хлоридно-кальцієві, гідрокарбонатно-натрієві. Нижче за течією, починаючи від району розташування хвостосховища № 1, мінералізація і тип вод змінюються. Тут максимальний вміст солей у р. Сівка зафіксований у кількості 37,852 г/л. Мінералізація у р. Кропивник під залізничним містком нижче хвостосховища № 1 становила 24,107 г/л. Підвищена мінералізація

грунтових вод (від 2,136 г/л до 43,865 г/л) зафіксована у свердловинах №№ 61, 63, 65, 69, 73, 124, що були пробурені на першій надзаплавній терасі р. Лімниця – в долині р. Млинівки [6].

Висновки ДП «НДІ Галургії» підтверджуються також результатами аналізів вод річок Сівка, Кропивник, Млинівка, Лімниця, виконаних у 2010-2011 рр. лабораторією Державної екологічної інспекції в Івано-Франківській області. Стабільно забрудненими солями є річки Сівка та Кропивник (рис. 1, 2).

**2. Проникнення прісних вод у шахтні виробки.** Окрему увагу слід звернути на можливість катастрофічного погіршення еколого-гідрогеологічних умов внаслідок прориву річки Лімниця у Хотінське шахтне поле з наступним засоленням цих вод і міграцією їх у р. Дністер, яка є транскордонною водною артерією.

Це шахтне поле залишене у так званій «сухій» консервації. В районі шахтного поля існує потужний гравійно-гальковий горизонт, який пов'язаний з річкою, і з якого вода може проникати в шахтні порожнини. Край найближчої підземної камери Хотінського поля знаходиться на відстані 30 м від водного плеса річки. Сольові породи цього поля представлені легкорозчинними силвінітовими і галітовими відкладами, тому міжкамерні цілики можуть втратити свою несучу здатність, що призведе до швидкого просідання земної поверхні.

Отже, проникнення прісних поверхневих вод р. Лімниця у шахтні виробки – це надзвичайно важлива загроза з непередбачуваними наслідками.

Для запобігання екологічної катастрофи необхідно провести регулювання русла р. Лімниця та будівництво водозахисних дамб довжиною 25 км. Такі заходи унеможливають проникнення повеневих вод р. Лімниця у шахтні виробки, а також сприятимуть протипаводковому захисту населених пунктів вище по течії р. Лімниця й на протилежному березі, а саме: с. Пійло, с. Довге Калуське, с. Добровляни, масив Хотінь та с. Підмихайля Калуського району.

**3. Зміщення та зсування гірських порід у межах шахтних полів.** Досягаючи поверхні землі, ці процеси спричинюють просідання її у вигляді западин. Проведеними дослідженнями [1, 5, 7, 8, 10, 11] встановлено, що на площі рудника «Калуш» спостерігається активізація провально-карстових процесів із надходженням розсолів у водоносний горизонт. У межах Хотінського поля є непрямі ознаки проникнення вод (розсолів) у виробки.

Для рудника «Ново-Голинь» характерний кінцевий етап затоплення розсолами, активними до соленосної товщі, і триває початкова стадія деформації гірського масиву. Після його завершення можна прогнозувати розвиток процесів, анало-

гічних тим, що відбуваються на затоплених шахтних полях рудника «Калуш».

Оцінюючи тенденцію розвитку процесів у межах затоплених гірничих виробок у соленосних відкладах, можна стверджувати, що відбувається активне руйнування соленосної товщі, послаблення стійкості конструктивних елементів системи розробки – ціликів, водозахисної стеліни. Система, утворена у геологічному середовищі, розвивається у напрямі досягнення рівноважного стану шляхом витіснення штучно створеного високомобільного розсолного горизонту із гірничого масиву. Ці два компоненти системи різко відрізняються за своїми фізичними властивостями, тому вона є нестабільною. Витіснення мобільнішого компонента відбувається в напрямку зниження літологічного тиску – вгору, у водоносний горизонт, по зонах геологічних порушень та тріщинах, що виникають при руйнуванні цілісності водозахисної стеліни. Отже, закриття шахт з їх частковим або повним затопленням призводить до значних змін умов міграції засоленних вод.

#### **4. Формування провальних карстових лійок над затопленими шахтними полями.**

Перша лійка (№ 4) з'явилась на Північному каїнітовому полі у березні 1984 р. Її утворення супроводжувалось припливом розсолів на II горизонті з дебітом 50 м<sup>3</sup>/добу і мінералізацією 200-280 г/л. У вересні 1985 р. за 30-40 м на північ утворилось ще дві лійки (№ 4а і № 4б), у грудні 1985 р. на відстані 15-20 м на захід від лійки № 4 - № 4в. Нині в цьому районі утворилося озеро глибиною близько 1,5 м, площею 400 м<sup>2</sup>.

У червні 1985 р. внаслідок обвалу покрівлі в камері 33в утворилась дійка № 5.

Найнебезпечнішим було раптове осідання земної поверхні в 1987 р. по колишній вулиці Пархоменка. Зона раптового просідання земної поверхні охопила площу 0,6 га, центр мульди опустився на глибину 8,5 м. Із мульди просідання негайно були відселені жителі із 17 житлових будинків та припинено будівництво нових 43 житлових будинків на території, де згодом розпочалися карстоутворюючі процеси. Ці явища, але в менших масштабах, повторювались у 1993, 1995, 1997, 2001, 2007-2009 рр.

Попри стабілізацію процесу зсуву земної поверхні, карстові явища над Північним каїнітовим полем не припинилися. Всього над полем утворилося 13 лійок, остання (№ 15) – 1 квітня 2009 року [10, 11].

#### **Висновки**

Дослідження трансформацій складових геосистеми при експлуатації Калуш-Голинського родовища калійних руд та попередні прогнози свідчать про зростання впливу солевідвалів, хвостосховищ,

дата відбору проб	хлориди	сухий залишок	
1	13449,85	48063	
2	1608,1	4186	
3	1790,88	4484	
4	1973,6	5320	
5	2119,81	6468	
6	2996,98	7948	
7	1388,84	4745	
8	3362,46	8312	
9	17908,76	63355	
10	40934,32	160241	
11	24.07.2010	5262,98	11435
12	28.07.2010	858,89	2700
13	04.08.2010	4385,82	13761
14	10.08.2010	4312,73	11183
15	18.08.2010	5908,88	13329
16	26.08.2010	8689,53	19260
17	01.09.2010	8863,32	20030
18	09.09.2010	5648,2	14784
19	14.09.2010	7125,42	17105
20	22.09.2010	6082,67	15671
21	29.09.2010	9732,27	23924
22	05.10.2010	10079,86	23622
23	13.10.2010	2259,28	5282
24	19.10.2010	10775,02	24406
25	27.10.2010	37734,67	89460
26	04.11.2010	4738,77	20432
27	11.11.2010	4563,26	20032
28	18.11.2010	35979,57	93798
29	24.11.2010	43877,52	129635
30	01.12.2010	42122,42	126470
31	08.12.2010	41244,87	123390
32	17.12.2010	10079,86	23596
33	24.12.2010	10004,07	23389
34	04.01.2011	35102,02	103564
35	12.01.2011	7309,7	17050
36	18.01.2011	8588,9	23446
37	26.01.2011	18639,73	53052
38	02.02.2011	2467,02	5816
39	08.02.2011	4203,08	9048
40	14.02.2011	4203,08	9082
41	23.02.2011	2741,14	5572
42	03.03.2011	2375,65	5483
43	12.03.2011	4934,05	12870
44	18.03.2011	4751,31	12504
45	25.03.2011	2558,4	5384
46	07.04.2011	31066,22	144932
47	14.04.2011	36548,5	151760

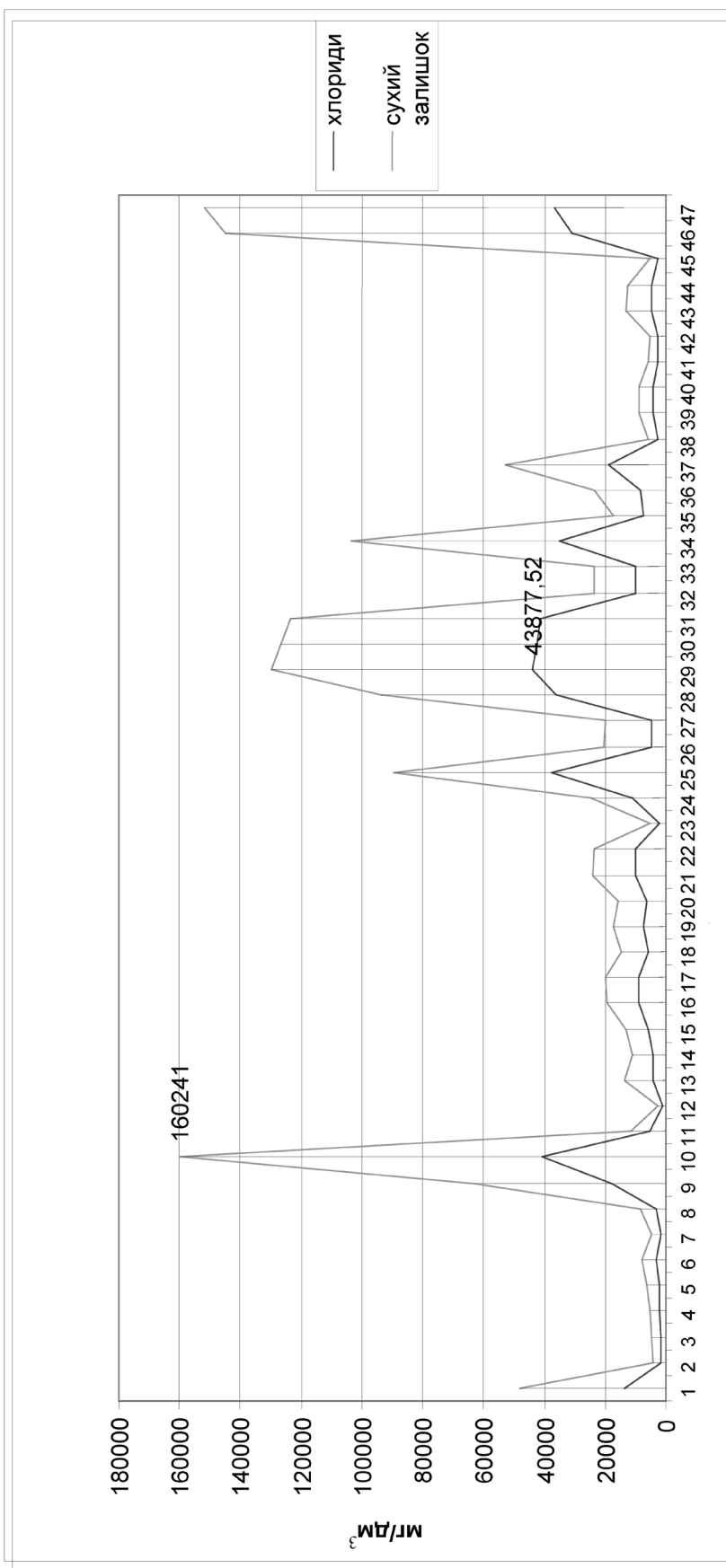


Рисунок 1. Динаміка вмісту компонентів соляного складу р. Сівка (500 м нижче Домбровського кар'єру)



дата відбору проб	хлориди	сухий залишок
1 13.03.2010	8625,45	30496
2 24.03.2010	6871,1	32497
3 30.03.2010	6505,6	26639
4 09.04.2010	8040,67	32460
5 15.04.2010	8917,83	25661
6 28.04.2010	9648,8	30032
7 17.05.2010	6798,02	17207
8 15.06.2010	11110,74	43220
9 16.07.2010	10964,55	36007
10 21.07.2010	17177,79	59400
11 28.07.2010	6871,12	23801
12 04.08.2010	13888,43	38459
13 10.08.2010	11695,52	31770
14 18.08.2010	12512,92	34288
15 26.08.2010	11470,18	33898
16 01.09.2010	9037,11	21614
17 09.09.2010	4866,14	12756
18 14.09.2010	8515,74	22737
19 22.09.2010	5387,51	14957
20 29.09.2010	8863,32	23239
21 05.10.2010	5561,3	14586
22 13.10.2010	10601,23	28224
23 19.10.2010	8863,32	22683
24 27.10.2010	8248,97	23380
25 04.11.2010	8248,97	28532
26 11.11.2010	8599,99	27332
27 18.11.2010	8863,26	24015
28 24.11.2010	8424,48	22524
29 01.12.2010	9477,54	22628
30 08.12.2010	7897,95	20250
31 17.12.2010	9477,54	26942
32 24.12.2010	8248,97	23035
33 04.01.2011	6669,38	19378
34 12.01.2011	12426,49	31560
35 18.01.2011	4020,34	10446
36 26.01.2011	8863,01	22692
37 02.02.2011	15076,26	40510
38 08.02.2011	12061	31525
39 14.02.2011	12426,49	35430
40 23.02.2011	15167,63	37182
41 03.03.2011	9319,87	23831
42 12.03.2011	13705,69	38570
43 18.03.2011	13888,43	38985
44 25.03.2011	7857,93	21318
45 07.04.2011	13705,69	36674
46 14.04.2011	15350,37	42475

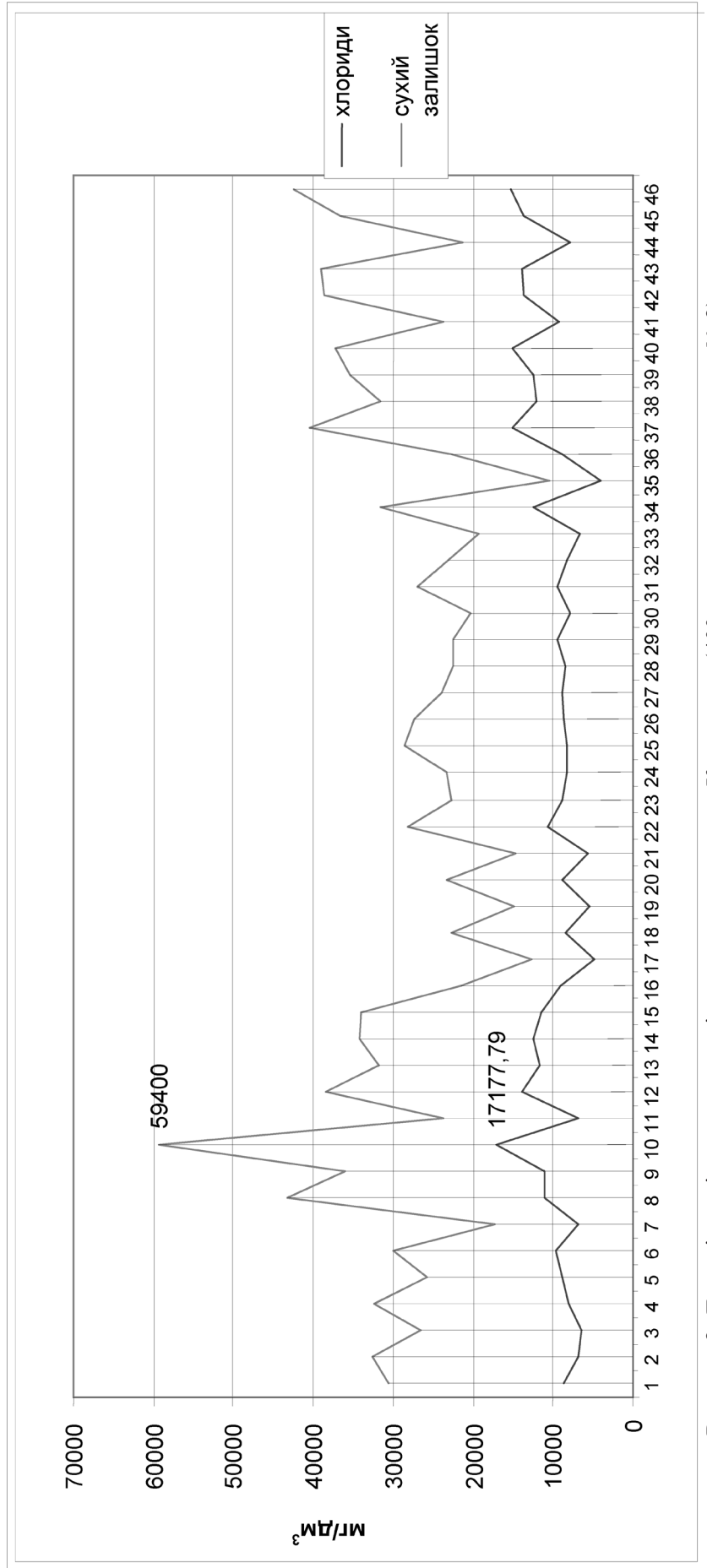


Рисунок 2. Динаміка вмісту компонентів соляного складу р. Кропивник (400 м нижче хвостосховища № 2)

Домбровського кар'єру та окремих шахтних полів, залитих розсолами, на стан водних і земельних ресурсів регіону. При цьому простежуються такі специфічні зміни:

- виникнення депресії навколо Домбровського кар'єру та утворення солоного озера у самому кар'єрі;

- насичення солями значних обсягів підземних вод зі зміною їх гідравлічного і фільтраційного руху та взаємодією з поверхневими водними об'єктами (річки, потічки, водозабори);

- вторинне підтоплення просідаючих територій;

- наявність значної кількості зон техногенних деформацій, які формують недостатньо вивчені шляхи просочення поверхневих вод з наступним їх засоленням.

Просідання земної поверхні охоплюють значні площі, у межах яких уповільнюється поверхневий стік та зростає інфільтраційне живлення шахтних водопритоків. Водовідливи із соляних шахт скорочують запаси питних підземних вод, спричиняють їх забруднення і цим самим погіршують існуючі умови водопостачання населених пунктів в районі видобування калійних руд. Крім того, спостерігається розвиток карстових процесів.

Під впливом солевідвалів, хвостосховищ, накопичувачів, відстійників ареал засолення досяг 1000 га і продовжує збільшуватися.

При піднятті рівня розсолів у Домбровському кар'єрі до підшови водоносного горизонту неминучим є їх міграція по водоносному горизонту. При цьому необхідно врахувати, що у південну

частину кар'єру було скинуто десятки тисяч тонн промислових та побутових відходів, включаючи ГХБ, отже можливе стійке забруднення не тільки гірничого простору, але й значної площі водоносних пластів.

Підсумовуючи вищенаведене, необхідно зазначити, що екологічна ситуація в зоні діяльності Калуського гірничо-промислового вузла є достатньо критичною. Відбувається накопичення регіональних порушень екологічних параметрів навколишнього середовища, стійке зростання еколого-соціальних загроз безпеки життєдіяльності людей та зниження потенціалу сталого розвитку. На сучасному етапі починають формуватися принципово нові еколого-геологічні умови, моніторинг та прогнозування яких недостатні. Це призводить до вибору не завжди об'єктивних підходів до способів ліквідації шахт та робіт з еколого-техногенної рекультивациі і природоохоронних робіт та, у зв'язку з цим, до істотних негативних впливів на довкілля та умови життєдіяльності населення.

Для отримання об'єктивної інформації про стан таких важливих для життєдіяльності елементів природного середовища, якими є природні водотоки і водоносний горизонт, необхідно налагодити систему моніторингу, розширити мережу спостережних свердловин та систематично вивчати всі процеси, які відбуваються у гідросфері та гірничо-технологічних об'єктах. Тільки в такому випадку можна адекватно оцінити ситуацію і розробляти та втілювати необхідні заходи для недопущення розвитку катастрофічних процесів.

1. Ведення постійно діючої моделі геологічного середовища над шахтним полем рудника „Ново-Голинь”. – Калуш: ДП «НДІ Галургія», 2007. – 82 с.
2. Енергетично-ресурсна складова розвитку України / С.О.Довгий та ін. – К.: Ніка-Центр, 2010. – 264 с.
3. *Іванов С.* Гоекадастрові дослідження гірничопромислових територій. – Львів: ВЦ ЛНУ ім. І.Франка, 2009. – 369 с.
4. *Петлін В.М.* Екологічні механізми організації природних територіальних систем. – Львів: ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2008. – 304 с.
5. Підготовка матеріалів до вихідних даних з консервації Домбровського кар'єру / Звіт про науково-дослідну роботу. – Калуш: ДП „НДІ галургія”, 2008. –Т. 1. – 148 с.
6. Проведення моніторингових спостережень засоленості водоносного горизонту над шахтними полями Калуш-Голинського родовища на 2009 рік / Звіт про науково-дослідну роботу по договору № 36. – Калуш: ДП „НДІ галургія”, 2009. – 108 с.
7. Проведення моніторингових спостережень над шахтними полями Калуш-Голинського родовища калійних солей /Звіт по договору № 1 (396 Н/08). – Калуш: ДП «НДІ Галургія», 2008. – 103 с.
8. Прогнозування деформацій земної поверхні над відпрацьованими шахтними полями рудника «Ново-Голинь» за результатами геофізичних досліджень 1995-2004 рр. / Звіт ІФНТУНГ. – Івано-Франківськ, 2005. – 94 с.
9. Прогнозування змін природного стану ґрунтів, підземних вод над затопленими гірничими виробками / Звіт про науково-дослідну роботу (промисловий етап 2) по договору № 239 Н/96-98/. – Калуш: НДІ «Галургія», 1997. – 46 с.
10. Продовження моніторингових спостережень над шахтними полями Калуш-Голинського родовища калійних солей у 2009 році / Звіт по договору № 33/09. Частина 1. – Калуш: ДП „НДІ галургія”, 2009. - 87 с.
11. Результати геофізичного моніторингу на рудних полях відпрацьованих рудників Калуш-Голинського родовища /Звіт ПДП „Спецгеологорозвідка”. - Івано-Франківськ, 2008. – 69 с.
12. *Удод В.М.* Трансформація складових біосфери в процесі природокористування // Екологічна безпека та природокористування / Зб. наук. праць Київ. нац. ун-ту будівництва і архітектури, Ін-т телекомунікацій і глобального інформаційного простору. – К., 2010. – Випуск 3. – С. 109-113.