

*Л. М. Архипова, Я. О. Адаменко  
Івано-Франківській національний  
технічний університет нафти і газу*

## **ЕКОРЕСУРСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТУРИСТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ У РАХІВСЬКОМУ РАЙОНІ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Прогноз наслідків для навколишнього середовища впровадження проектів розвитку туристичних комплексів в межах Карпатського регіону на Україні, а також екоресурсне забезпечення проектування крупних готельно-туристичних комплексів є надзвичайно актуальним та потребує науково-методологічного підґрунтя. Основна мета виконаних досліджень – це розгляд доцільності проектованої діяльності з точки зору екоресурсного забезпечення водопостачанням та водовідведенням крупного проекту (понад 10 тис. відпочиваючих) готельно-туристичного комплексу за умови дотримання вимог екологічної безпеки із використанням авторських науково-методологічних підходів до оцінки кількісних і якісних показників природно-техногенної безпеки гідроєкосистеми р. Чорна Тиса. Результати досліджень представлені з позицій пріоритету екологічних чинників у взаємозв'язку з економічними і соціальними. В роботі представлені авторські розрахунки основних кількісних характеристик природно-техногенної безпеки моніторингових створів поверхневих гідроєкосистем Карпатського регіону досліджуваної території. Запропоновані наукові підходи до визначення частини гідроресурсів, яка може бути використана проектованим туристичним комплексом за умов збереження екологічної безпеки та при мінімальному техногенному ризику. Теоретично визначена складова кількісного потенціалу гідроєкосистем досліджуваної території, яка може бути використана з метою водопостачання; на величину потенціалу розрахована максимальна можлива величина скиду стічних вод, як резерв для самоочищення, та акумуляції у водозбірних басейнах. Авторами був проведений аналіз отриманих даних середніх, максимальних і мінімальних концентрацій хімічних речовин в створі р. Чорна Тиса 1,0 км вище смт Ясіня та середніх, максимальних і мінімальних концентрацій хімічних речовин в створі р. Чорна Тиса 1,5 км нижче смт Ясіня за період 2014-2019 рр., виконаних Закарпатським обласним центром з гідрометеорології ДСНС України в сертифікованій лабораторії. Запропоновано місце розташування очисних споруд проектового туристичного комплексу.

**Ключові слова:** туристичний комплекс, екоресурсне забезпечення, гідроєкологічний потенціал, гідроєкосистема, якість водних ресурсів.

**Постановка проблеми.** Прогноз наслідків для навколишнього середовища впровадження проектів розвитку туристичних комплексів в межах Карпатського регіону на Україні є актуальними [1]. Основна мета – це розгляд доцільності проектованої діяльності та розробка заходів по нормалізації стану навколишнього середовища відповідно до вимог екологічної безпеки. Результати досліджень представлені з позицій пріоритету екологічних чинників у взаємозв'язку з економічними і соціальними [2]. Досліджуваний район поблизу смт Ясеня Закарпатської області розташований на південно-західному схилі Карпатських гір [3]. Перспективне розширення туристичного комплексу «Буковель» на цей район або будівництво нового туристичного комплексу поставить проблему екоресурсного забезпечення [4]. В першу чергу потребує оцінки можливості водопостачання, очистки стічних вод побутового характеру та відведення стоків для території планованого туристичного комплексу [5].

**Аналіз досліджень і публікацій.** Головною проблемою перспективних туристичних комплексів стане водозабезпечення оскільки підземні води залягають дуже глибоко і потужних добре витриманих горизонтів підземних вод тут практично немає [6]. Гідрогеологічні особливості цього району такі, що тут залягають в основному води у тріщинуватих колекторах [7]. Запаси цих вод – не встановлені, тому необхідно провести детальні інженерно-гідрогеологічні роботи по вишукуванню та встановленню запасів підземних вод [8].

**Мета роботи.** Основна мета виконаних досліджень – це розгляд доцільності проектованої діяльності з точки зору екоресурсного забезпечення водопостачанням та водовідведенням крупного проекту (понад 10 тис. відпочиваючих) готельно-туристичного комплексу за умови дотримання вимог екологічної безпеки із використанням авторських науково-методологічних

підходів до оцінки кількісних і якісних показників природно-техногенної безпеки гідрроєкоситеми р. Чорна Тиса.

**Викладення основного матеріалу.** Територія розташування перспективного туристичного комплексу в Рахівському районі знаходиться в самому обводненому районі Карпат з найвищими модулями річкового стоку як в середній за водністю рік (до 30 л/с км<sup>2</sup>), так і в мінімальний за водністю рік у порівнянні з іншими гірськими районами Українських Карпат.

На кожне ліжко-місце слід розраховувати від 120 до 300 л чистої води для водопостачання за добу [9] (по ДБН.В.2.5-64:2012 залежно від зірок готелю). Для 18000 ліжко-мість при повному завантаженні об'єм водоспоживання складе 2500-5800 м<sup>3</sup> за добу.

У гірських населених пунктах Ясіня (9200 жителів) та Чорна Тиса (3000 жителів) відсутня централізована система водозабору.

Планований максимальний об'єм водопостачання 5800 м<sup>3</sup>/добу, що дорівнює 0,067 м<sup>3</sup>/с. Для забезпечення потреб засніження схилів необхідно до 1 млн.м<sup>3</sup> акумулятивних вод.

Ресурси питних підземних вод в досліджуваному районі незначні і складають 50-100 м<sup>3</sup>/добу [10]. У зв'язку з цим перспективними для централізованого забезпечення якісною водою планованого туристичного комплексу є гірські потічки на залісених ділянках за межами населених пунктів. Водозабори загальною потужністю 0,1 м<sup>3</sup>/с обраного в робочому проекті типу пропонується спорудити за рахунок ресурсів річок та струмків, які відповідають показникам придатності для питного та технічного водопостачання.

В межах планованого розташування курорту знаходиться гідрологічний пост р. Чорна Тиса – смт Ясіня, на якому вимірюються рівні води річки. Найближчим гідрологічним постом, на якому вимірюються витрати води є р. Чорна Тиса – м. Рахів Для порівняння та обґрунтування розрахунків нижче в таблицях наведено дані на даний час закритого поста: р. Чорна Тиса – с. Білин. Період спостережень на складає від 40 до 70 років, тому вихідні значення норми річного стоку є стійкими з відносними середньоквадратичними похибками не більше  $\pm 4,5\%$ . Авторські розрахунки основних кількісних характеристик природно-техногенної безпеки моніторингових створів поверхневих гідроекосистем Карпатського регіону досліджуваної території представлені в табл. 1.

Таблиця 1

**Основні кількісні характеристики природно-техногенної безпеки моніторингових створів поверхневих гідроекосистем Карпатського регіону**

Ріка – пункт спостережень моніторингової мережі Гідрометеослужби України	Площа водозбору, км <sup>2</sup>	Висота створу, м, абс	Норма стоку, м <sup>3</sup> /с	Норма стоку, л/с·км <sup>2</sup>	Нульовий потенціал, м <sup>3</sup> /с	Нульовий потенціал, л/с·км <sup>2</sup>	Мінімальний стік, м <sup>3</sup> /с	Максимальний стік, м <sup>3</sup> /с	Середній з мах, м <sup>3</sup> /с	Середній з мах, л/с·км <sup>2</sup>	Кількісний потенціал, л/с·км <sup>2</sup>	Процент зміни норми 1990-2020 рр.
р. Чорна Тиса – смт Ясіня	194	650	4,882	25,16	3,78	19,5	2,81	204	124	639	5,66	+6,16
Чорна Тиса – с. Білин	540	490	13,2	24,44	7,99	14,8	5,52	697	301	55,7	9,64	+7,02
р. Тиса – м. Рахів	1070	432	24,92	23,29	15,8	14,8	4,67	938	489	457	8,49	+2,58

Визначення частини гідроресурсів, яка може бути використана народногосподарським комплексом за умов збереження екологічної безпеки та при мінімальному техногенному ризику ґрунтувалось на аналізі внутрішньорічної динаміки стоку. Тобто в числовому вираженні кількісній складовій природно-техногенної безпеки відповідає частка стоку, яка є більшою мінімальної середньомісячної витрати маловодного року. Потенціал може бути використаний з метою водопостачання; на величину потенціалу потрібно розраховувати максимально можливу величину скиду стічних вод, це резерв для самоочищення, цю воду можна акумулювати у водозбірних басейнах і т.д.

Отож, з точки зору екоресурсного забезпечення проектування туристичних комплексів в Карпатському регіоні, при заборі води з рік необхідно з метою екологічної безпеки залишати у незмінному природному стані витрату, яка дорівнює ґрунтовому живленню (в розрахунках за цю

величину було прийнято мінімальну середньомісячну витрату води середнього за водністю року. Розглянемо динаміку річкового стоку для визначення можливостей водопостачання туристичного комплексу. Для визначення кількості води на протязі календарного року виберемо три створи: в гирлах приток р. Чорна Тиса: р. Довжина, р. Станіслав, р. Стебний.

Для визначення кількісної складової стоку в досліджуваних створах були використані кореляційні зв'язки між нормою стоку, яка виражена середньобагаторічним модулем стоку, та середньою висотою водозборів. Враховуючи групування водозборів за ознакою приблизно однакової орієнтації і доступності вологих повітряних мас і за характером рельєфу, виділено 5 районів в Карпатському регіоні, для яких побудовані залежності модуля річкового стоку від середньої висоти водозборів. Досліджувана територія належить до другого району [11].

Залежність модуля стоку від середньої висоти водозбору описується рівнянням:

$$y = a + bx \ln x + cxa^2 \ln x, \quad (1)$$

коефіцієнт парної кореляції дорівнює 0,61 ( $F_{st} = 64,26 > F(0,1\%) = 18,64$ ), що є задовільним для визначення за цією залежністю річного стоку невивчених рік описуваного району, до яких належать досліджувані притоки р. Чорна Тиса.

Для зручності користування цією залежністю в табл. 2 уточнені її координати для різних діапазонів висот. Середня висота водозбору р. Довжина, визначена шляхом планіметривання, складає 900 м. Таким чином, виходячи з залежності, середньобагаторічний модуль стоку ріки складає 30,04 л/с км<sup>2</sup>. Звідси знаходимо норму стоку, тобто середню багаторічну витрату води в гирлі р. Довжина:

$$Q = (40 \times 30,04) / 1000 = 1,2 \text{ (м}^3/\text{с)}.$$

Водозбір р. Станіслав складає близько 33 км<sup>2</sup>, середня висота території басейну 720 м, середньобагаторічний модуль стоку ріки складає 26,15 л/с\_км<sup>2</sup>

Водозбір р. Стебний в с. Стебний складає 22 км<sup>2</sup>, середня висота території басейну 800 м, модуль стоку 28,8 л/с км<sup>2</sup>.

Розрахована норма стоку річки Станіслав складатиме:

$$Q = (33 \times 26,15) / 1000 = 0,863 \text{ (м}^3/\text{с)}.$$

Норма стоку струмка Стебний складатиме:

$$Q = (22 \times 28,5) / 1000 = 0,627 \text{ (м}^3/\text{с)}.$$

Таблиця 2

**Залежність середньо багаторічного модуля стоку (л/с км<sup>2</sup>) від середньої висоти водозбору для досліджуваної території**

Середня висота водозбору, м	Модуль стоку, л/с км <sup>2</sup>
600	20.16
700	25.09
800	28.50
900	30.04
1000	33.12
1100	34.93
1200	36.55

При розгляді кількісних характеристик стоку важливою складовою є багаторічна динаміка стоку. Чим менше буде змінюватись об'єм води в ріках з року в рік, тим більш стабільною буде робота туристичних комплексів, при інших рівних умовах зросте економічна ефективність. В якості основного показника зміни річкового стоку в часі прийнятий коефіцієнт варіації  $C_v$ .

В цілому для рік досліджуваної території характерне незначне коливання річкового стоку. Коефіцієнти варіації досить стійкі по висотних зонах і зменшуються з висотою місцевості. Для того, щоб визначити можливі зміни стоку для невивчених рік, обчислення коефіцієнтів варіації рекомендується проводити по емпіричних формулах. Запропонована формула для досліджуваної території виглядає наступним чином:

$$C_v = \frac{1,238}{M^{0,44} \cdot F^{0,025}} \quad (2)$$

Перевірка формули показала, що відхилення вирахованих значень від фактичних в більшості випадків не перевищує 10%. В цілому результати перевірки свідчать про те, що запропонована формула для визначення коефіцієнтів варіації невивчених рік досліджуваного регіону може бути

використана для практичних розрахунків. Вирахуваний для р. Довжина коефіцієнт варіації дорівнює 0,26.

Розрахунок місячних норм стоку та наявність бази даних для пунктів спостережень регіону дозволили отримати параметри кількісної складової внутрішньорічного розподілу стоку для умов середнього, багатоговодного і маловодного року вивчених рік і скласти типову таблицю розподілу стоку по сезонах і місяцях для невивчених рік регіону.

Розрахунок типового внутрішньорічного розподілу стоку для приток р. Чорна Тиса представлений в таблиці 3.

Таблиця 3

**Типові схеми динаміки стоку рік другого підрайону (у % від річного)**

Район	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Весна (III-V)	Літо (VI-VIII)	Осінь (IX-XI)	Зима (XII-II)
Середній по водності рік																
2а	4,36	4,90	7,67	16,6	15,8	10,8	9,32	7,05	5,93	5,33	6,24	5,91	40,1	27,2	17,5	15,2
Маловодний рік																
2а	2,62	4,06	5,10	17,5	17,0	12,7	8,70	9,13	5,93	5,05	7,20	4,98	39,6	30,5	18,2	11,7
Багатоговодний рік																
2а	2,21	3,31	3,37	11,2	12,6	15,6	13,2	8,64	5,85	7,74	10,5	5,87	27,2	37,4	24,1	11,4

Аналіз динаміки стоку рік досліджуваної території дозволяє зробити висновок, що лімітуючим періодом при визначенні розрахункового розподілу стоку в роки різної водності є межень (жовтень-лютий). Виділення меженого періоду на ріках Карпатського регіону досить умовно, тому що паводки спостерігаються протягом цілого року, і навіть в дуже маловодні роки для рік характерні високі паводки восени і взимку.

В досліджуваному районі частка дощового живлення дещо зменшується в середньому за багаторіччя порівняно з рештою частиною Карпатського регіону, а це обумовлює дещо більш рівномірний розподіл стоку по сезонах і місяцях. В басейні р. Довжина в типовий середній рік мінімальна кількість води проходить в січні, максимальна в квітні, відповідно стік весняного періоду більший за літній. Максимальна місячна амплітуда коливань стоку становить 12%. Аналіз типового розподілу маловодного року показує, що розподіл стоку по сезонах принципово залишається таким самим як і в середній по водності рік.

Використання наведених типових схем дає можливість для довільного створу в межах розглянутої території розподілити стік року при відсутності матеріалів натурних спостережень. Для цього необхідно визначити об'єм річного стоку або середньорічну витрату води заданої забезпеченості і провести розподіл по місяцях і сезонах у відповідності з відсотковим значенням в типових схемах.

Для р. Довжина (створ 1), р. Станіслав (створ 2) та р. Стебний (створ 3) витрати води в м<sup>3</sup>/с, розраховані для умов середнього, маловодного та багатоговодного років, наведені в табл. 4.

В кількісному вираженні гідроекологічному потенціалу відповідає частка місячного стоку, яка є більшою ніж мінімальна середньомісячна витрата маловодного року. Тобто, гідроекологічний потенціал може бути використаний з метою водопостачання і цю воду можна акумулювати у водозбірних басейнах.

Для збереження екологічної рівноваги у р. Довжина нижче створу №1 – кількість води не повинна зменшуватися в жоден з сезонів року нижче 0,283 м<sup>3</sup>/с. Така витрата води спостерігається в січні, тобто в цей період повинно бути передбачене альтернативне водопостачання. Вже в лютому використаний гідроекологічний потенціал в повному обсязі дозволяє акумулювати до 2500 м<sup>3</sup>/добу річкової води (в середній за водністю рік), яка може забезпечувати 7500 відпочиваючих за нормативом 300 л/добу людину. В грудні можливість акумуляції дозволить забезпечити водою більше 10000 туристів.

Аналізуючи кількість річкового стоку в створі №2 (р. Станіслав), необхідно зауважити, що гідро екологічний потенціал в даному місці становить 0,203 м<sup>3</sup>/с (в маловодністю рік). Ця річка в лютому дасть можливість акумулювати 950 м<sup>3</sup>/добу, що може забезпечити до 3000 відпочиваючих.

Але вже в березні з початком повені кількість води збільшиться до 10 тис. м<sup>3</sup>/добу, яка буде достатньою для забезпечення 10000 відпочиваючих.

Таблиця 4

**Середньомісячні витрати води у створах рік досліджуваної території для умов середнього по водності року, маловодного та багатоводного років**

Створ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Середній по водності рік												
1	0,628	0,706	1,104	2,390	2,275	1,555	1,342	1,015	0,854	0,768	0,899	0,851
2	0,452	0,507	0,794	1,719	1,636	1,118	0,965	0,730	0,614	0,552	0,646	0,612
3	0,328	0,369	0,577	1,249	1,189	0,812	0,701	0,530	0,446	0,401	0,469	0,445
Маловодний рік												
1	0,283	0,438	0,551	1,89	1,836	1,372	0,94	0,986	0,640	0,545	0,778	0,538
2	0,203	0,315	0,396	1,359	1,320	0,986	0,676	0,709	0,461	0,392	0,559	0,387
3	0,148	0,229	0,288	0,988	0,959	0,717	0,491	0,515	0,335	0,285	0,406	0,281
Багатоводний рік												
1	0,398	0,596	0,607	2,016	2,268	2,808	2,376	1,555	1,053	1,393	1,89	1,057
2	0,286	0,428	0,436	1,449	1,631	2,019	1,709	1,118	0,757	1,002	1,359	0,759
3	0,208	0,311	0,317	1,053	1,185	1,467	1,241	0,812	0,55	0,728	0,988	0,552

Гідроекологічний потенціал в створі №3 становить 0,148 м<sup>3</sup>/с в середній за водністю рік. Виходячи з меншої кількості води в даному створі, р. Стебна буде найменш придатною для водозабору та забезпечення водою перспективного туристичного комплексу. Вона зможе використовуватись як додаткове джерело для акумуляції стоку, крім лімітуючого сезону.

Основна проблема полягає в нерегулярності річкового стоку, і, як вже зазначалось, період найменших витрат води в річках Карпат припадає на зимовий період – період найщільнішого заповнення туристичного комплексу відпочиваючими. Найбільш доцільним для альтернативного водопостачання є створення невеликих акумулюючих водосховищ для допоміжного водопостачання в зимовий період. Щоправда, міцність греблі в даних створах повинна бути розрахована на можливість пропускати річковий стік, який в 15-20 разів більший за нульовий гідроекологічний потенціал. Побудувавши греблю висотою в 10 м на р. Довжина, утвориться водосховище довжиною 1,2 км, шириною 200 м, об'ємом 960-1200 тис. м<sup>3</sup>. Таким чином, створене водосховище (за умови скиду через греблю щосекундно кількості води на рівні нульового гідроекологічного потенціалу) зможе забезпечити туристичній комплекс протягом 2-3 місяців. Заповнення водосховища буде відбуватись в середній за водністю рік близько місяця за умов заповнення його восени.

В цілому закономірності внутрішньорічного розподілу стоку рік досліджуваного басейну полягають у наступному:

- в різні за водністю роки виділяється один багатоводний період, який охоплює фазу повені і паводків і триває з квітня по серпень за умов початку підйома рівнів води у березні і закінчення спаду до передвесняних рівнів у вересні. За цей час проходить біля 70% річного стоку;

- лімітуючим сезоном є межень, яка охоплює осінньо-зимовий період. При цьому в більшості випадків місяцем найменшої водності виявляється січень, хоча стійкий щорічний льодостав зовсім не є обов'язковим. За цей сезон проходить в середньому 30% річного стоку;

- в середньому за багаторіччя об'єм весняної повені залишається порівняно однаковим в середні, багатоводні та маловодні роки, а зміна річного об'єму стоку по сезонах залежить від кількості рідких опадів, які є визначаючими характеристикою водності року. Тобто в середньому за багаторіччя запас води в сніговому покриві для басейнів рік досліджуваного району в різні за водністю роки мало чим відрізняється;

- на ріках південно-західного схилу Карпат переважаючи об'єми води утворюються під час весняного водопілля в маловодні та середні за водністю роки. В багатоводні періоди максимальні місячні об'єми води частіше утворюються від випадіння дощів під час паводків.

Отже, за нашими розрахунками, без шкоди для гідроекосистеми, в створі селища Ясіня можна використати 1,1 м<sup>3</sup>/с. Курорт потребує 0,067 м<sup>3</sup>/с, що складає 6,1%. За умов лише використання гідроекологічного потенціалу необхідний об'єм води у всіх акумулятивних водосховищах близько 1 млн.м<sup>3</sup> можна накопичити за період близько 2-х тижнів (якщо витрата у річках буде дорівнювати середньо багаторічному значенню (для с-ща Ясіня – 4, 882 м<sup>3</sup>/с).

З метою збереження у водному об'єкті недоторканим нульового кількісного потенціалу природно-техногенної безпеки гідроекосистем рекомендуємо створення декількох невеликих руслових водоймищ (12 шт. по 10 тис. м<sup>3</sup>) біля фільтрувальних станцій, з яких щодня може використовуватись 5800 м<sup>3</sup> накопиченого потенціалу протягом двох тижнів в період мінімальних добових витрат. За умови водоощадливого споживання курорту планованих запасів води може вистачити на місяць мінімального стоку у водному об'єкті.

За нашими розрахунками, гідроекологічний потенціал, на який можна розраховувати скид стічних вод без шкоди для гідроекосистеми, в створі селища Ясиня складає 1,1 м<sup>3</sup>/с. Максимальна кількість стічних вод, що утворюватиме курорт – 0,0625 м<sup>3</sup>/с, що складає 5,7%. Тобто можна прогнозувати, що об'єм гідро екологічного потенціалу розбавить стічні води в 17,5 разів до нормативного стану рибогосподарських водойм.

За умов витрати середньо багаторічного значення у р. Чорна Тиса для смт Ясиня – 4,882 м<sup>3</sup>/с стічні води розбавлятимуться у 78 разів.

Побудова сучасних очисних споруд у планованому готельно-туристичному комплексі потужністю 6000 м<sup>3</sup>/добу дозволить забезпечити потреби в нормативному очищенні господарсько-побутових стічних вод не тільки курорту, а й населених пунктів Чорна Тиса і Ясиня. Враховуючи, що сучасні очисні споруди здійснюють очистку господарсько-побутових стічних вод на 90-95%, та те, що об'єм скиду нижче с-ща Ясиня складе 1,4 % від середнього об'єму води у водному об'єкті, можна прогнозувати, що на відстані 500 м від місця скиду вода водного об'єкту буде відповідати щонайменше II класу якості (добрий стан), на межі Карпатського біосферного заповідника якість водного об'єкту з врахуванням каналізування населених пунктів Чорна Тиса і Ясиня залишиться в допроектному стані.

Сучасний стан басейну р. Чорна Тиса оцінюється як наближений до природного. Поняття екологічний стан водного об'єкту дуже широко використовується в літературі. Більшість дослідників добрий екологічний стан в основному пов'язують з «непорушністю», або «природним станом» екосистеми. Згідно типізації, прийнятій Водною Рамковою Директивою ЄС, річка Чорна Тиса на даний час є непорушеним водним об'єктом [12].

Для теоретичного розрахунку якісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистеми р. Чорна Тиса застосована функціональна залежність норми комплексного індексу потенціалу якості (КПЯ) Тисянської гідроекосистеми в межах Карпатського регіону з висотою місцевості показала (КПЯ=8,13-39,3/ $H^{0.5}$ ), що для території проектного туристичного комплексу показник якісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистеми знаходиться на рівні КПЯ=6,12, що є оптимальним для стану гідроекосистеми і за класифікацією рівня природно-техногенної безпеки відносить ділянку р. Чорна Тиса до безпечної [13].

Експериментальна первинна оцінка якості води та екологічного стану річки Чорна Тиса проведена за даними польових досліджень Закарпатського обласного управління з гідрометеорології, що наведена в протоколах за результатами виїздів 2018-2019 рр. показала наступне: водні об'єкти досліджуваної території мають перший клас якості води та відмінний екологічний статус (табл. 5).

Авторами був проведений аналіз отриманих даних середніх, максимальних і мінімальних концентрацій хімічних речовин в створі р. Чорна Тиса 1,0 км вище смт Ясиня та середніх, максимальних і мінімальних концентрацій хімічних речовин в створі р. Чорна Тиса 1,5 км нижче смт. Ясиня за період 2014-2019 рр., виконаних Закарпатським обласним центром з гідрометеорології ДСНС України в сертифікованій лабораторії.

Отримані результати (прикладі на рис.1, 2) свідчать про прогнозні тенденції підвищення забруднення поверхневих водних об'єктів [14].

Отримані результати дозволяють стверджувати, що дифузні джерела забруднення є визначальними для басейну ріки Чорна Тиса. Саме неканалізована сільська місцевість є причиною емісії значних об'ємів забруднюючих речовин (органіки та біогенів) у річкові водні тіла, оскільки вони потрапляють у ґрунтові води або поверхневим стоком через неізольовані вигрібні ями, гноївки, господарські будівлі тощо [15]. Крім того, нелімітоване рекреаційне навантаження та самодіяльний туризм створюють проблеми із забрудненням водних об'єктів [16, 17]. У гірських населених пунктах Ясиня (9200 жителів) та Чорна Тиса (3000 жителів) відсутня централізована система каналізування та очистки стічних вод.

Згідно з «Правилами охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами» місце скиду стічних вод розташовується нижче за течією межі населеного пункту. Проблема очистки

стічних вод на планованому туристичному комплексі, слід спланувати у комплексі з системою очистки стічних вод у селі Чорна Тиса і селищі Ясіня, які розташовані нижче за течією р. Чорна Тиса, оскільки лише в такий спосіб можна досягнути «доброго стану» основного водотоку субрайону – р. Чорна Тиса відповідно до Водної Рамкової Директиви ЄС [18, 19].

Таблиця 5

Середня концентрація хімічних речовин в створі р. Чорна Тиса 1,5 км нижче смт Ясіня

Квартал	Кисень, мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	БСК <sub>5</sub> , мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	Азот амонійний, мг N/дм <sup>3</sup>	Азот нітритний, мг N/дм <sup>3</sup>	Залізо загальне, мг/дм <sup>3</sup>	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	Хром б+, мг/дм <sup>3</sup>	Феноли, мг/дм <sup>3</sup>	АСПАР, мг/дм <sup>3</sup>	К-сть, проб
II.2014	10,60	0,60	0,10	3,800	0,300	0,900	0,000	0,000	3,500	0,000	0,00	1
I.2015	13,50	0,60	0,04	1,900	0,100	1,400	4,000	10,00	1,700	0,000	0,05	1
IV.2015	12,80	0,70	0,10	1,300	0,200	2,500	15,000	18,00	8,100	0,000	0,00	2
III.2016	10,60	0,80	0,14	1,000	0,100	2,400	11,000	17,00	0,600	1,000	0,03	3
IV.2016	13,30	0,60	0,13	1,000	0,050	1,200	10,000	12,00	0,000	0,000	0,00	1
II.2017	13,40	0,80	0,13	0,800	0,050	1,600	0,007	0,008	0,000	2,000	0,05	1
IV.2017	12,10	2,53	13,20	0,250	0,002	0,113	0,007	0,010	0,009	0,001	0,013	3
II.2018	12,00	3,10	13,30	0,090	0,003	0,200	0,004	0,005	0,004	0,000	0,00	1
III.2018	11,40	3,00	11,80	0,270	0,001	0,110	0,004	0,005	0,005	0,001	0,00	1
IV.2018	13,35	2,00	9,90	0,670	0,001	0,045	0,006	0,008	0,004	0,001	0,00	2
III.2019	11,23	2,30	21,33	0,213	0,001	0,190	0,005	0,006	0,002	0,000	0,00	3

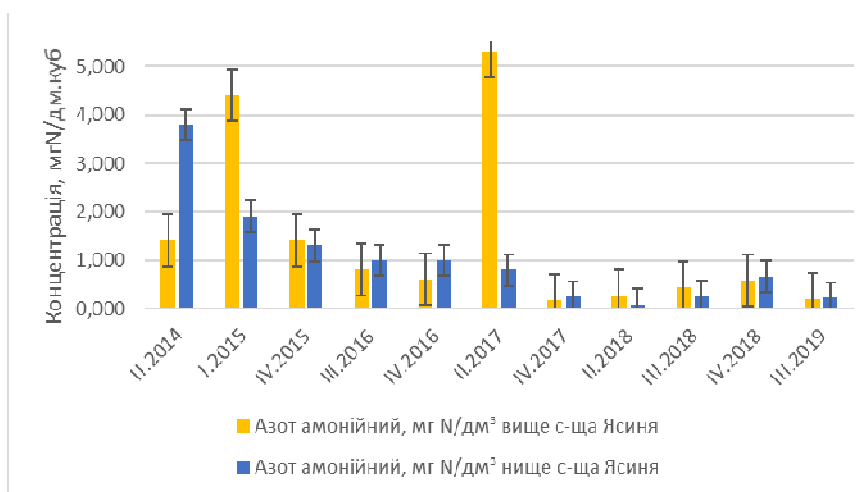


Рис. 1. Динаміка зміни концентрації азота амонійного в р.Чорна Тиса біля смт Ясіня

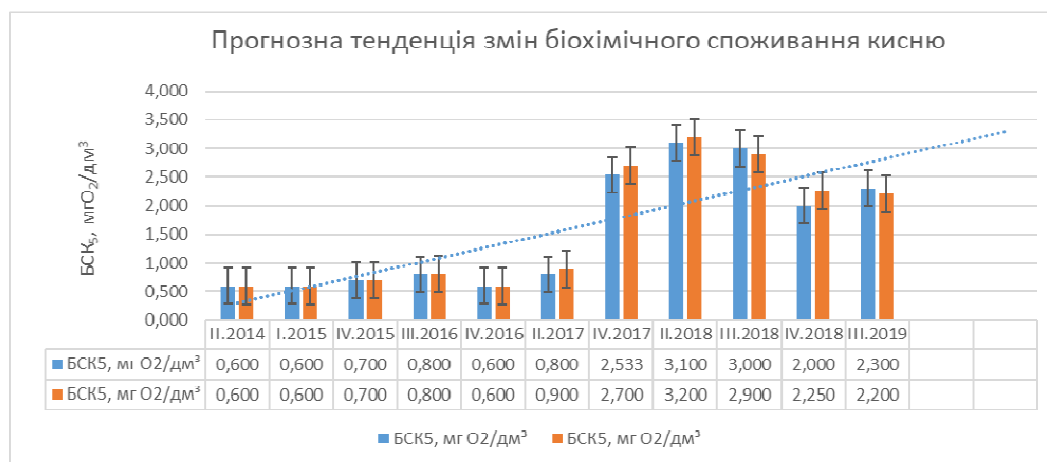


Рис. 2. Прогнозна тенденція змін біохімічного споживання кисню в р.Чорна Тиса (синій – вище смт Ясіня, помаранчевий – нижче)

Найкращий варіант, на нашу думку, розташування очисних споруд за межами населеного пункту Ясіня та не менше ніж за 1500 м від межі Карпатського біосферного заповідника (рис. 3).

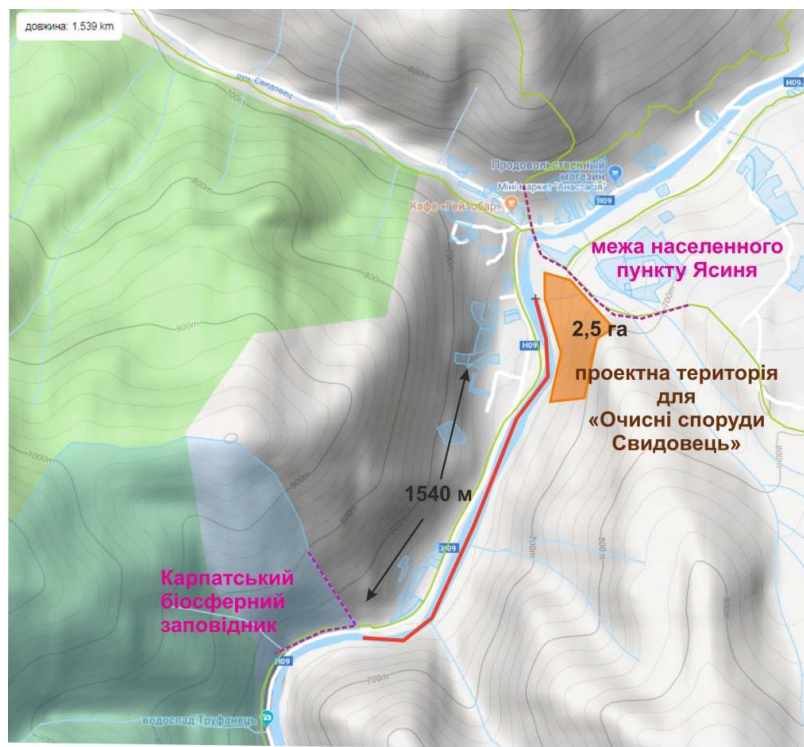


Рис. 3. Пропонована територія для розташування очисних споруд

**Висновки.** Підводячи підсумок даної статті можна сказати, екоресурсне забезпечення проєктованого туристичного комплексу в Рахівському районі у верхіві басейну р.Чорна Тиса реалістично і перспективне в майбутньому. На наш погляд водопостачання туристичного комплексу з рік досліджуваної території, як це було доведено вище, може бути безперебійним за умови відсутності негативного екологічного впливу на водні екосистеми в зв'язку з тим, що кількість водозабору не перевищуватиме 10% найменшої середньомісячної витрати багаторіччя [20]. Основна проблема в цьому випадку – технічна реалізація рішення акумулювання стоку під час лімітуючого сезону. Побудова сучасних очисних споруд у планованому готельно-туристичному комплексі потужністю 6000 м<sup>3</sup>/добу дозволить забезпечити потреби в нормативному очищенні господарсько-побутових стічних вод не тільки курорту, а й населених пунктів Чорна Тиса і Ясіня. Враховуючи, що сучасні очисні споруди здійснюють очистку господарсько-побутових стічних вод на 90-95%, та те, що об'єм скиду нижче с-ща Ясіня складе 1,4 % від середнього об'єму води у водному об'єкті, можна спрогнозувати, що на відстані 500 м від місця скиду вода водного об'єкту буде відповідати щонайменше II класу якості (добрий стан) [21], на межі Карпатського біосферного заповідника якість водного об'єкту з врахуванням каналізування населених пунктів Чорна Тиса і Ясіня залишиться в допроектному стані.

#### Література

1 Архипова Л.М. Гранична місткість та сталий розвиток рекреаційної зони «Буковель» // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування: науково-технічний журнал/засн.ІФНТУНГ. – №2(10)- Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2014. – С. 93-100.

2 Екологічна безпека збалансованого ресурсокористування в Карпатському регіоні: наукова монографія / за ред. професорів – докт. геол.-мін. наук О.М. Адаменка та докт. техн. наук Я.О. Адаменка. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2013. – 368 с.

3 Кравчук Я. С., Адаменко О. М., Адаменко Я. О. Геоморфологічний аналіз рельєфу перспективних ділянок Українських Карпат для рекреаційних потреб (на прикладі басейну Чорної Тиси) / Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій: збірник наукових праць / Львів. нац. ун-т ім. Івана Франка – Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, Вип. 2 (10). – 2019. – С.18-41 DOI: <http://dx.doi.org/10.309>.

4 Передерко В.П. Надмірний туризм у суспільстві споживання. Витоки, еволюція, наслідки // Монографія, 2018. – В-во Ламберт.-148 с.



5 Karpinski M., Pohrebennyk V., Bernatska N., Ganczarzyk J., Shevchenko O. Simulation of artificial neural networks for assessing the ecological state of surface water. // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, 2018. – SGEM, 18, 2.1, 693-700.

6 Ободовський Ю.О., Хільчевський В.К., Ободовський О.Г., Коноваленко О.С. Гідроморфологічний стан річок верхньої частині басейну Тиси (в межах України) // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2016. – Т.4(43) – С.38-51.

7 Адаменко О. М., Адаменко Я. О., Кравчук Я. С. Геологічна будова перспективної для рекреаційно-туристичного освоєння ділянки басейну Чорної Тиси (Українські Карпати) / Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій : збірник наукових праць / Львів. нац. ун-т ім. Івана Франка – Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, Вип. 1 (11). – 2020. – С.85-104 DOI: <http://dx.doi.org/10.30970/gpc.2020.1.3202>.

8 Odnorih, Z., Manko, R., Malovanyu, M., Soloviy, K. Results of Surface Water Quality Monitoring of the Western Bug River Basin in Lviv Region. // Journal of Ecological Engineering, 2020. - 21, 3. – pp. 18-26, <https://doi.org/10.12911/22998993/118303>.

9 Водний кодекс України : офіц. текст із змінами станом на 04 серп. 2016 р. № 1990-III // Відом. Верховної Ради України. – 2001. – № 2/3.

10 Національний план управління басейном р. Тиса [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://buvrtysa.gov.ua/newsite/download/National%20plan%20final\\_ost.pdf](http://buvrtysa.gov.ua/newsite/download/National%20plan%20final_ost.pdf).

11 Консевич Л.М. Обґрунтування кореляційного зв'язку річкового стоку з висотою місцевості в Карпатському регіоні // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія: Географія. – 2004. – №2(7). – С.41-48.

12 Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС : основ. терміни та їх визначення / [підгот.: Алієв К. та ін.]. – Вид. офіц. – К. : [б. в.], 2006. – 240 с.

13 Hryniuk V. I., Arkhyrova L. M. Regularity of effects of climatic changes on quality indicators of surface water of the Dniester basin // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 2018. – 3(165). – pp. 125-133. – DOI: 10.29202/nvngu/2018-3/17.

14 Архипова Л.М. Екологічні аспекти оцінки якості природних вод II –й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology-2009) // Збірник наукових статей. – Вінниця, 23-26 вересня 2009 року. – Вінниця: ФОП Данилюк, 2009 – 603 с.

15 Korchemlyuk M, Arkhyrova L, Kravchynskiy R and Mykhailiuk J. Anthropogenic influence from point and diffuse sources of pollution in the Upper Prut River basin // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 2019. – 1(169). – pp 125-131.

16 Melnyk A., Chyr N. Modern aspects of research of the natural reserve fund of the transcarpathian region as a core of the development of ecological tourism // Ukr. geogr. z., 2019. – 3. – pp 43-52, <https://doi.org/10.15407/ugz2019.03.043>.

17 Архипова Л.М. Оцінка гідроекологічного потенціалу басейну ріки Свіча в районі розробки нафтогазових родовищ // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, 2008. – №2(18). – С.17-20.

18 Екологічний стан водотоків басейну Верхньої Тиси (українсько – румунська ділянка) // За ред. С.О. Афанасьева – Ужгород «УВА», 2010. – 36с.

19 Архипова Л.М. Застосування теорії і методів оцінки гідроекологічної безпеки на передпроектних стадіях будівництва // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування: науково-технічний журнал/засн.ІФНТУНГ; 2012. – №1(5)- Івано-Франківськ: Симфонія форте – С. 25-29

20 Staško S., Buczyński S. Drought and its effects on spring discharge regimes in Poland and Germany during the 2015 drought // Hydrological Sciences Journal, 2018. – 63. – pp 741-751.

21 Khilchevskiy V. K., Kurylo S. M., Sherstyuk N. P. Chemical composition of different types of natural waters in Ukraine // Journal of Geology, Geography and Geocology, 2018. – 27(1). – сс. 68-80.

*L. Arkhypova, Ya. Adamenko*  
*Ivano-Frankivsk National Technical*  
*University of Oil and Gas*

## ECO-RESOURCE PROVISION OF DESIGNING THE TOURIST COMPLEX IN RAKHIV DISTRICT OF ZAKARPATTIA OBLAST

The prediction of consequences for the environment from the implementation of projects on the development of tourist complexes within the Carpathian region in Ukraine and also the ecoresource provision of designing large hotel and tourist complexes is extremely relevant and needs a scientific and methodological basis. The main purpose of the research is to consider the feasibility of the designed activity in terms of eco-resource supply of a large project (over 10 thousand vacationers) of the hotel and tourist complex with water supply and sewerage subject to compliance with the requirements environmental safety with the use of authors' scientific and methodological approaches to assessing the quantitative and qualitative indicators of the natural and technogenic safety of the hydroecosystem of the Chorna Tysa River. The research results are presented from in terms of the priority of environmental factors in relation to the economic and social factors. The authors' calculations of the main quantitative characteristics of the natural and technogenic safety of the monitoring sites of surface hydroecosystems of the Carpathian region of the studied territory are presented in the paper. The authors have proposed the scientific approaches to defining the part of hydroresources which can be used by the designed tourist complex upon the condition of preserving the environmental safety and at the minimum technogenic risk. The component of the quantitative potential of hydroecosystems of the study area, which can be used for water supply, is theoretically determined; the maximum possible value of wastewater discharge, as a reserve for self-purification, and accumulation in catchment basins is calculated for the potential value. The authors have analyzed the obtained research data on the average, maximum and minimum concentrations of chemicals in the Black Tysa River 1.0 km upstream the urban-type settlement of Yasinia and the average, maximum and minimum concentrations of chemicals in the Black Tysa River 1.5 km downstream the urban-type settlement of Yasinia for the period 2014-2019, obtained by the Transcarpathian Hydrometeorological Center in a certified laboratory. The location of treatment facilities of the designed tourist complex is proposed.

**Key words:** tourist complex, ecoresource provision, hydroecological potential, hydroecosystem, quality of water resources.

### References

- 1 Arkhypova L.M. Hranychna mistkist ta stalji rozvytok rekreatsiinoi zony «Bukovel» // *Ekolohichna bezpeka ta zbalansovane resursokorystuvannia: naukovo-tekhnichnyi zhurnal/zasn.IFNTUNH.* – №2(10)- Ivano-Frankivsk: Symfoniia forte, 2014. – S. 93-100.
- 2 *Ekolohichna bezpeka zbalansovanoho resursokorystuvannia v Karpatskomu rehioni: naukova monohrafiia / za red. profesoriv – dokt. heol.-min. nauk O.M. Adamenka ta dokt. tekhn. nauk Ya.O. Adamenka.* – Ivano-Frankivsk: Symfoniia forte, 2013. – 368 s.
- 3 Kravchuk Ya. S., Adamenko O. M., Adamenko Ya. O. Heomorfolohichni analiz reliefu perspektyvnykh dilianok Ukrainskykh Karpat dlia rekreatsiinykh potreb (na prykladi baseinu Chornoj Tysy) / *Problemy heomorfolohii i paleoheohrafii Ukrainskykh Karpat i prylehlykh terytorii: zbirnyk naukovykh prats / Lviv. nats. un-t im. Ivana Franka – Lviv : LNU im. Ivana Franka, Vyp. 2 (10).* – 2019. – S.18-41 DOI: <http://dx.doi.org/10.309>.
- 4 Perederko V.P. Nadmirnyi turyzm u suspilstvi spozhyvannia. Vytoky, evoliutsiia, naslidky // *Monohrafiia*, 2018. – V-vo Lambert.-148 s.
- 5 Karpinski M., Pohrebennyk V., Bernatska N., Ganczarezyk J., Shevchenko O. Simulation of artificial neural networks for assessing the ecological state of surface water. // *International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management*, 2018. – SGEM, 18, 2.1, 693-700.
- 6 Obodovskyi Yu.O., Khilchevskyi V.K., Obodovskyi O.H., Konovalenko O.S. Hidromorfolohichni stan richok verkhnoi chastyni baseinu Tysy (v mezhakh Ukrainy) // *Hidrolohiiia, hidrokhimiiia i hidroekolohiiia*, 2016. – T.4(43) – S.38-51.
- 7 Adamenko O. M., Adamenko Ya. O., Kravchuk Ya. S. Heolohichna budova perspektyvnoi dlia rekreatsiino-turystychnoho osvoiennia dilianky baseinu Chornoj Tysy (Ukrainski Karpaty) / *Problemy heomorfolohii i paleoheohrafii Ukrainskykh Karpat i prylehlykh terytorii : zbirnyk naukovykh prats / Lviv. nats. un-t im. Ivana Franka – Lviv : LNU im. Ivana Franka, Vyp. 1 (11).* – 2020. – S.85-104 DOI: <http://dx.doi.org/10.30970/gpc.2020.1.3202>.

8 Odnorih, Z., Manko, R., Malovanyy, M., Soloviy, K. Results of Surface Water Quality Monitoring of the Western Bug River Basin in Lviv Region. // *Journal of Ecological Engineering*, 2020. - 21, 3. – pp. 18-26, <https://doi.org/10.12911/22998993/118303>.

9 Vodnyi kodeks Ukrainy : ofits. tekst iz zminamy stanom na 04 serp. 2016 r. № 1990-III // Vidom. Verkhovnoi Rady Ukrainy. – 2001. – № 2/3.

10 Natsionalnyi plan upravlinnia baseinom r. Tysa [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: [http://buvrtysa.gov.ua/newsite/download/National%20plan%20final\\_ost.pdf](http://buvrtysa.gov.ua/newsite/download/National%20plan%20final_ost.pdf).

11 Konsevykh L.M. Obgruntuvannya koreliatsiynoho zviazku richkovoho stoku z vysotoiu mistsevosti v Karpatskomu rehioni // *Naukovi zapysky Ternopilskoho derzhavnogo pedahohichnoho universytetu*. Serii: Heohrafiia. – 2004. – №2(7). – S.41-48.

12 Vodna Ramkova Dyrektyva YeS 2000/60/JeS : osnov. terminy ta yikh vyznachennia / [pidhot.: Aliiev K. ta in.]. – Vyd. ofits. – K. : [b. v.], 2006. – 240 s.

13 Hryniuk V. I., Arkhypova L. M. Regularity of effects of climatic changes on quality indicators of surface water of the Dniester basin // *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 2018. – 3(165). – pp. 125–133. – DOI: 10.29202/nvngu/2018-3/17.

14 Arkhypova L.M. Ekolohichni aspekty otsinky yakosti pryrodnykh vod II-i Vseukrainskyi zizd ekolohiv z mizhnarodnoiu uchastiu (Ekolohiia/Ecology-2009) // *Zbirnyk naukovykh statei*. – Vinnytsia, 23-26 veresnia 2009 roku. – Vinnytsia: FOP Danyliuk, 2009 – 603 s.

15 Korchemlyuk M, Arkhypova L, Kravchynskiy R and Mykhailyuk J. Anthropogenic influence from point and diffuse sources of pollution in the Upper Prut River basin // *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 2019. – 1(169). – pp 125-131.

16 Melnyk A., Chyr N. Modern aspects of research of the natural reserve fund of the Transcarpathian region as a core of the development of ecological tourism // *Ukr. geogr. z.*, 2019. – 3. – pp 43-52, <https://doi.org/10.15407/ugz2019.03.043>.

17 Arkhypova L.M. Otsinka hidroekolohichnoho potentsialu baseinu riky Svicha v raioni rozrobky naftohazovykh rodovyshch // *Naukovyi visnyk Ivano-Frankivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu nafty i hazu*, 2008. – №2(18). – S.17-20.

18 Ekolohichni stan vodotokiv baseinu Verkhnoi Tysy (ukrainsko – rumunska dilianka) // *Za red. S.O. Afanaseva – Uzhhorod «UVA»*, 2010. – 36s.

19 Arkhypova L.M. Zastosuvannya teorii i metodiv otsinky hidroekolohichnoi bezpeky na peredproektnykh stadiiakh budivnytstva // *Ekolohichna bezpeka ta zbalansovane resursokorystuvannya: nauko-tekhnichni zhurnal/zasn. IFNTUNH*; 2012.–№1(5)-Ivano-Frankivsk: Symfoniia forte –S. 25-29

20 Staško S., Buczyński S. Drought and its effects on spring discharge regimes in Poland and Germany during the 2015 drought // *Hydrological Sciences Journal*, 2018. – 63. – pp 741-751.

21 Khilchevskiy V. K., Kurylo S. M., Sherstyuk N. P. Chemical composition of different types of natural waters in Ukraine // *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 2018. – 27(1). – pp. 68-80.