

### Список літератури

1. *Костенюк Л. В.* Закономірності руслоформування у річковій системі Верхнього Пруту: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд.геогр.наук: спец. 11.00.07 «Гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія» / Л. В. Костенюк. – Чернівці, 2012. – 20 с. 2. *Кравчук Я. С.* Геоморфологія Передкарпаття / Я. С. Кравчук. – Львів: Меркатор, 1999. – 188 с. 3. *Кравчук Я. С.* Геоморфологія Скибових Карпат / Я. С. Кравчук. – Львів: ВЦ ЛНУ ім. Ів. Франка, 2005. – 232 с. 4. *Кравчук Я. С.* Геоморфологія Полонинсько-Чорногірських Карпат / Я. С. Кравчук. – Львів: ВЦ ЛНУ ім. Ів. Франка, 2008. – 188 с. 5. *Ющенко Ю. С.* Геогідроморфологічні закономірності розвитку русел / Ю. С. Ющенко. – Чернівці: Рута, 2005. – 320 с.

#### Структура сучасної річково-долинної системи Пістинка-Лючка

*Костенюк Л.В., Ющенко Ю.С.*

*Використовуючи методикау виділення головних складових сучасних річково-долинних систем з використанням ГІС-технологій, виконано детальний опис і характеристику Одд системи Пістинка-Лючка*

**Ключові слова:** сучасна річково-долинна система (СРДС), однорідні ділянки днищ долин (Одд), поздовжній профіль, поперечний переріз.

#### Структура современных речных долин системы Пистынка-Лючка

*Костенюк Л.В., Ющенко Ю.С.*

*Используя методикау выделения главных составляющих системы речных долин и используя современные ГИС-технологии, выполнено детальную характеристику однородных участков речных долин системы Пистынка-Лючка.*

**Ключові слова:** современная система речных долин, однородные участки днищ долин, продольный уклон, поперечный профиль

#### The description of channel ways and high-water beds of Pistynka-Luchka system

*Kostenyuk L., Yushchenko Y.*

*Homogeneous areas of channel ways and high-water beds of major rivers within the Pistynka-Luchka system were outlined and characterized. Channel way-knowledge analysis of the homogeneous areas of channel ways and high-water beds'inner structure and the processes of their elements' development was conducted.*

**Keywords:** present-day river-lowland system, territorial division of river valley bottoms, homogeneous areas of river channels and flood plains.

**Надійшла до редколегії 10.07.2014**

УДК 556.5

**Манукало В. О., Гальперіна Т. О.**

*Український гідрометеорологічний інститут, м. Київ*

### ПРО ВРАХУВАННЯ ПРОСТОРОВОЇ НЕРІВНОМІРНОСТІ ГЛИБИНИ ПРОМЕРЗАННЯ ҐРУНТУ В РІЧКОВИХ БАСЕЙНАХ

**Ключові слова:** глибина промерзання, річковий басейн, просторовий розподіл

**Вступ.** У практиці гідрологічних розрахунків і прогнозів виникає необхідність оцінити фізичний стан ґрунту (вологість та інфільтраційну здатність) у зимово-весняний період. Ці характеристики залежать від ряду фізико-географічних факторів, зокрема, від глибини промерзання ґрунту. Глибина промерзання ґрунту в межах навіть незначних площ змінюється в залежності від співвідношення складових теплового балансу діяльного шару ґрунту, від його агрогідрологічних властивостей і структурних особливостей, висоти та рельєфу місцевості, а також від характеру рослинності на окремих ділянках території. Важливим фактором нерівномірності промерзання ґрунту у лісі є відмінність у товщині лісової підстилки

та мохового покриву. Суттєво впливає на просторовий розподіл глибини промерзання ґрунту сніговий покрив.

Питанню оцінки просторового розподілу глибини промерзання ґрунту при вирішенні гідрологічних задач присвячена низка публікацій, серед яких відмітимо роботи [3-6]. Наявність даних тривалих інструментальних вимірювань глибини промерзання ґрунту на спеціалізованих гідрометеорологічних станціях гідрометеорологічної служби України дозволила доповнити та деталізувати зазначені дослідження.

**Метою** даної статті є представлення результатів дослідження просторового розподілу глибини промерзання ґрунту на малих річкових водозборах, що розташовані в різних природних зонах України.

**Виклад основного матеріалу.** В основу дослідження покладені матеріали гідрометеорологічної служби України, а саме, дані вимірювань глибини промерзання ґрунту на малих водозборах Придеснянської, Велико-Анадольської водно-балансових станцій (ВБС) і Баришівської болотної станції (БС), а також Богуславської польової експериментальної гідрологічної бази (БПЕГБ) Українського гідрометеорологічного інституту.

Придеснянська ВБС розташована в басейні річки Десна в зоні Українського Полісся з властивими для нього кліматичними умовами. Ґрунти водозборів - сірі і світло-сірі лісні опідзолені на лесоподібних суглинках та супісках.

Богуславська ПЕГБ знаходиться в лісостеповій зоні в басейні ріки Рось. Ґрунтоутворюючі породи - лесоподібні суглинки. Ґрунти на рівних ділянках представлені головним чином мало гумусними слабо- та середньо змитими чорноземами. У верхній частині водозборів зустрічаються сірі та темно-сірі опідзолені ґрунти.

Велико-Анадольська ВБС (закрита на початку 1990-х років) розташовувалась у степовій зоні, займала західну частину басейну ріки Кальміус та південно-східну частину басейну р. Самари. Ґрунти - переважно звичайні чорноземи на суглинках.

Роботи Баришівської БС (припинила функціонувати як болотна станція на початку 1990-х років) проводились у басейні річки Трубіж. Ландшафт північної частини басейну річки типовий для Українського Полісся, південної частини - для лісостепу. Торф'яні ґрунти займали близько 70% площі заплави річки. Це в основному осоковий, осоково-гіпновий та осоково-гіпново-очеретовий торф. В південній частині басейну торф зникає, поступаючись місцем мінеральним ґрунтам на лесах та лесоподібних суглинках.

Спостереження за промерзанням ґрунтів на Придеснянській ВБС розпочали проводити ще до Другої світової війни, на інших станція – з 1960-х років. До війни та в перші післявоєнні роки глибину промерзання визначали візуально за відібраними в результаті шурфування зразкам, а з 1950-х років – за мерзлотоміром Даниліна. Вимірювання проводили в постійних місцях спостережень. З кінця 1950-х років на двох малих водозборах Придеснянської ВБС (логи Опитний та Лісний) проводили також маршрутні вимірювання глибини промерзання з одночасним відбором проб ґрунту на вологість.

В дослідженні використані матеріали спостережень по 1990 рік на Велико-Анадольській ВБС та Баришівській БС та по 1997 рік на Богуславській ПЕГБ та Придеснянській ВБС. За цей період відмічені зими як з дуже великою (більше 100-130 см), так і дуже малою (менше 30-35 см) глибиною промерзання, що дає підставу розглядати період спостережень як достатньо репрезентативний.

Спостереження за промерзанням ґрунту на мережі гідрометеорологічної служби проводять переважно на сільськогосподарських полях, а оцінку промерзання ґрунту на лісових ділянках виконують на основі співвідношення з її

значенням на польових ділянках. Наявність паралельних спостережень на ВБС та ПЕГБ на відкритих та лісових ділянках дозволила уточнити співвідношення глибини промерзання ґрунту в полі та лісі. Розглянута максимальна за зиму глибина промерзання ґрунту. Для аналізу відібрані дані спостережень в місцях з приблизно однорідним рельєфом та висотним положенням. Лісові ділянки на Придеснянській, Велико-Анадольській ВБС та Богуславській ПЕГБ зайняті листяним лісом.

Зв'язок між глибиною промерзання ґрунту в лісі та в полі  $L_n=f(L_n)$  для всіх розглянутих природних зон України можна описати однією нелінійною залежністю (рис.1), характер якої свідчить про те, що в лісі в результаті впливу лісової підстилки, а також більшої висоти снігового покриву глибина промерзання менша ніж у полі. Однак ця різниця не постійна. При малому промерзанні в полі ( $L_n \leq 30$  см) глибина промерзання у лісі менше в 3-4 рази, а при  $L_n > 30$  см це співвідношення складає 1,5 – 2,5 рази. При  $L_n \leq 7$  см,  $L_n = 0$ . Нелінійний характер залежності обумовлений більшим впливом розподілу снігового покриву на місцевості при незначному промерзанні ґрунту у полі.

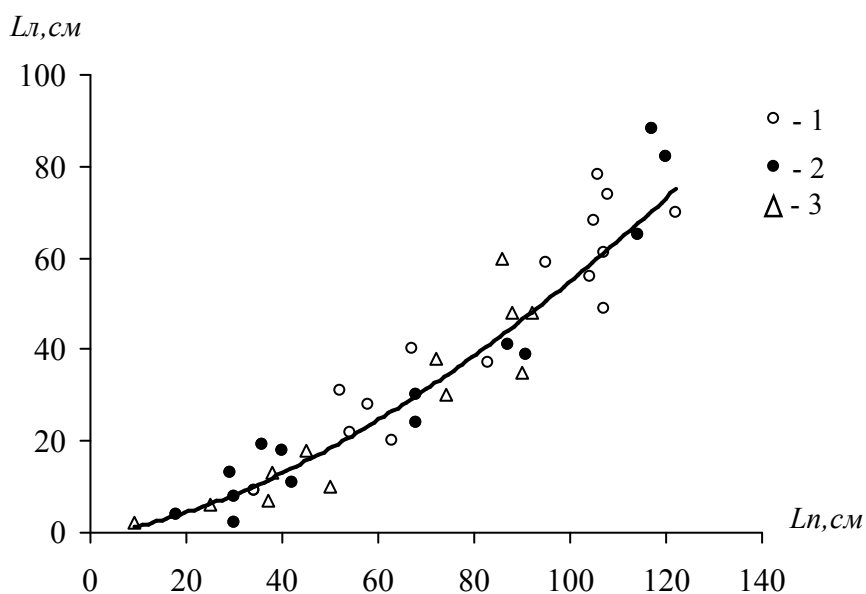


Рис.1. Зв'язок глибини промерзання ґрунту на залісених  $L_n$  та відкритих  $L_n$  ділянках водозборів Придеснянської ВБС (1), Богуславської ПЕГБ (2) та Велико-Анадольської ВБС (3)

Залежність  $L_n=f(L_n)$  аналітично може бути представлена формулою:

$$L_n=0,04L_n^{1,57}, \quad (1)$$

коефіцієнт кореляції якої, розрахований за методикою Г.А. Алексєєва [1], складає  $r = 0,94$ .

Структура формули (1) близька до структури рівняння, що отримано в роботі [6] для умов басейну річки Дон:

$$L_n=0,1L_n^{1,4} - 5, \quad (2)$$

що вказує на загальний територіальний характер залежності  $L_n=f(L_n)$  для південно-західної частини Російської рівнини для умов листяного лісу.

Заплавні болота у басейні річки Трубіж у природному стані завдяки більшій вологості торф'яних покладів, високої теплоємності та відносно низької теплопровідності торфу, а також наявності болотної рослинності промерзають у зимовий період неглибоко – до декількох сантиметрів, а в деякі зими не замерзають зовсім. Осушення та наступне сільськогосподарське використання боліт змінило їх гідрологічний та гідрогеологічний режими. Крім того, замість болотної рослинності, яка перешкоджає охолодженню боліт (у тому числі і за рахунок утримання снігу), прийшли сільськогосподарські культури. Ці культури збирають восени, що призводить до оголення полів та зменшення висоти снігового покриву.

Таким чином, осушення боліт сприяє збільшенню глибини промерзання ґрунту. Однак, навіть осушений торф'яний ґрунт промерзає менше, ніж мінеральний ґрунт завдяки наявності в ньому більшій кількості органічних речовин (рис.2).

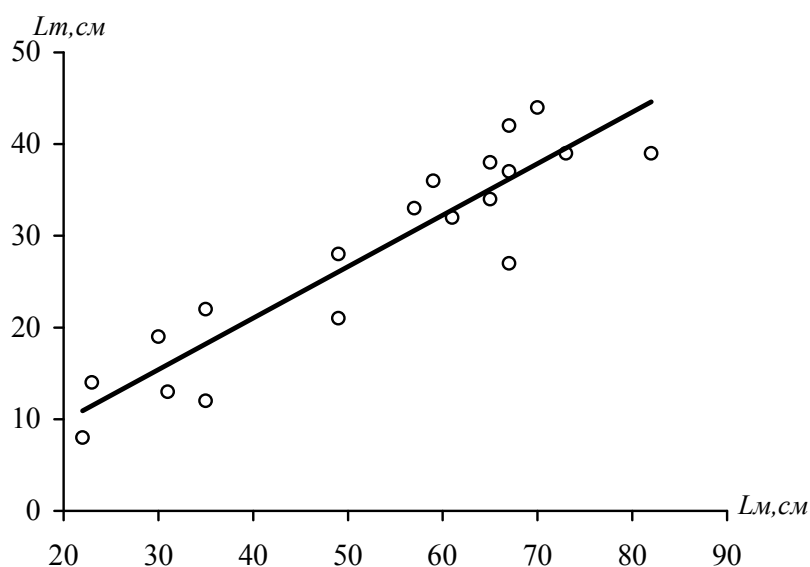


Рис.2. Зв'язок між глибиною промерзання осушеного мінерального ґрунту  $L_m$  та торф'яного ґрунту  $L_m$

Аналітичний зв'язок між глибиною промерзання торф'яних осушених  $L_m$  та мінеральних  $L_m$  ґрунтів в умовах Українського Полісся може бути виражений лінійним рівнянням

$$L_m = 0,56L_m - 1,45, \quad (3)$$

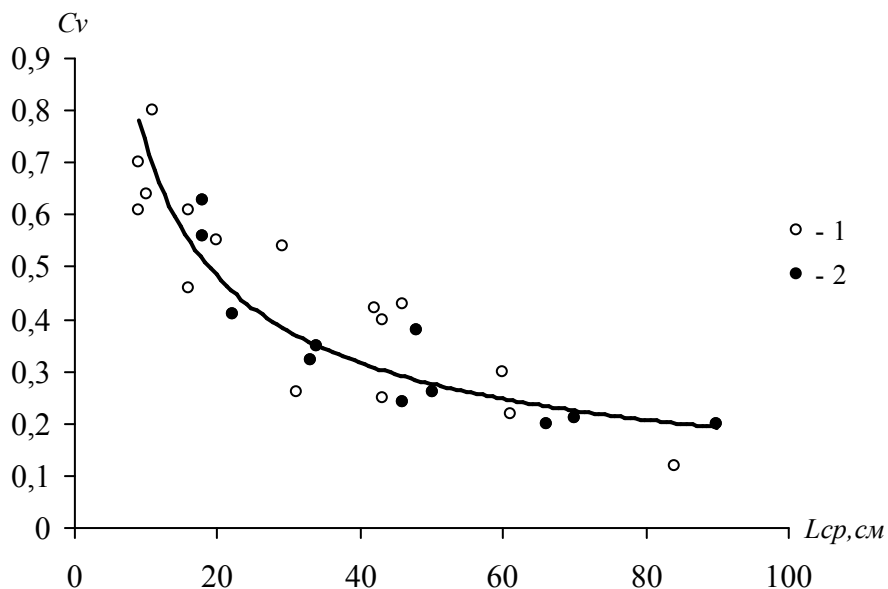
коефіцієнт кореляції якого  $r = 0,92$ .

Просторову нерівномірність промерзання ґрунту можна описати за допомогою кривих розподілу – емпіричних та теоретичних [2, 3]. Емпіричні криві розподілу будують за даними натурних вимірювань. Інтегральні криві розподілу дозволяють визначити сумарні площі ділянок території, що розглядається, з різною глибиною промерзання.

Із зменшенням середньої глибини промерзання збільшується її просторова нерівномірність. У зими з приблизно однаковими середніми значеннями глибини промерзання форма інтегральних кривих дуже близька, що дозволяє використовувати в різних розрахунках типові криві розподілу [3]. При цьому, в

якості теоретичної моделі можна використовувати біноміальний розподіл з відношенням коефіцієнта асиметрії до коефіцієнта варіації  $C_s / C_v = 2$ .

Має місце зв'язок коефіцієнта просторової варіації глибини промерзання ґрунту  $C_v$  із середньою в межах водозбору глибиною промерзання  $L_{cp}$  (рис. 3). Коефіцієнт кореляції зазначеної залежності, визначений за методикою Г.А.Алексєєва [1], становить  $r = 0,88$ .



**Рис.3. Залежність коефіцієнта варіації глибини промерзання по площі  $C_v$  від середньої по площі глибини промерзання  $L_{cp}$  для відкритих (1) та заліснених (2) водозборів**

Цей зв'язок має місце як для польових, так і для заліснених ділянок. Аналітично його можна виразити рівнянням

$$C_v = 2,97L_{cp}^{-0,61} \quad (4)$$

Маючи дані про середню глибину промерзання та коефіцієнт її просторової варіації можна визначити координати кривої розподілу, на підставі якої встановити долю площі річкового басейну з глибиною промерзання, яка нас цікавить  $fL$ .

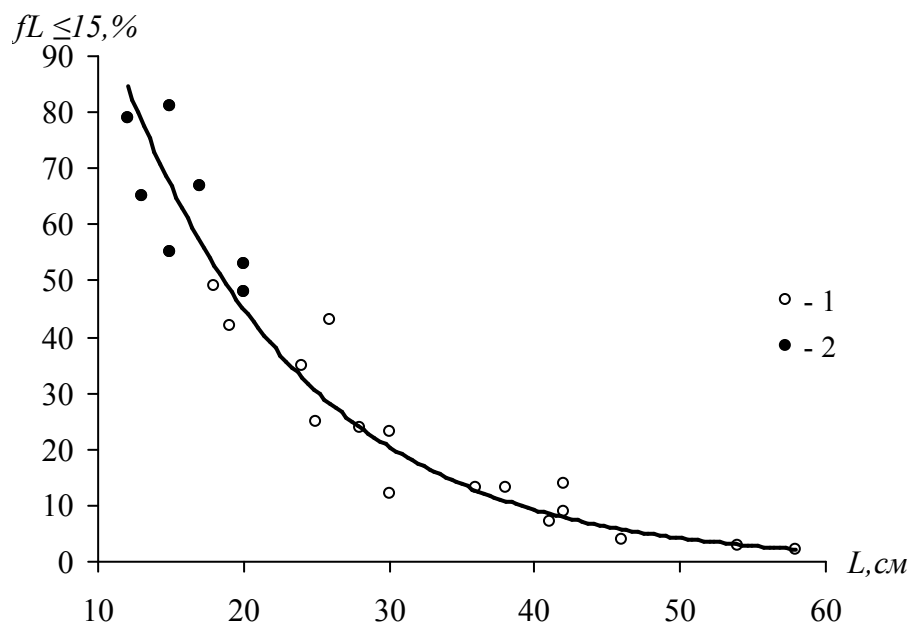
В гідрологічних прогнозах практичний інтерес становлять дані про площу басейну із незначною глибиною промерзання ґрунту, наприклад, що не перевищує 15 см, тобто в межах орного шару ґрунту з підвищеною водопроникністю. При збільшенні середньої глибини промерзання зменшується доля площі з глибиною промерзання ґрунту  $L \leq 15$  см.

За даними про щорічні криві розподілу глибини промерзання були визначені відносні значення площі водозборів (%), на яких глибина промерзання менше або дорівнює 15 см -  $fL \leq 15$ . Була побудована емпірична залежність (рис. 4) для визначення величини  $fL \leq 15$  (в % від загальної площі водозбору) за даними про середню на водозборі глибину промерзання ґрунту без попередньої побудови інтегральних кривих розподілу.

Залежність  $fL \leq 15 = \varphi(L_{cp})$  в аналітичному вигляді можна представити у вигляді рівняння:

$$fL \leq 15\% = 219e^{-0,079L_{cp}} \quad (5)$$

Коефіцієнт кореляції залежності (5), визначений за методикою [1], становить  $r = 0,97$ .



**Рис.4. Залежність відносної площі з глибиною промерзання ґрунту, що не перевищує 15 см  $fL \leq 15$  від середньої глибини промерзання в басейні  $L_{cp}$  для відкритих (1) та залісених (2) водозборів**

З рівняння (5) випливає, що при середній глибині промерзання ґрунту на водозборі  $L \geq 60$  см малоімовірно наявність ділянок з глибиною промерзання  $L \leq 15$  см, що узгоджується з даними, наведеними в публікаціях [3,6].

**Висновки і рекомендації.** В межах навіть невеликих річкових басейнів спостерігається істотна нерівномірність промерзання ґрунту. Глибина промерзання ґрунту у лісі менша ніж у полі, однак із збільшенням величини глибини промерзання ця різниця зменшується. Також менше промерзає осушений торф'яний ґрунт. При відсутності спостережень за глибиною промерзання ґрунту в лісі та на осушених болотах її значення для рівнинної частини України можна визначати за рівняннями (1) та (2).

Статистично просторову нерівномірність глибини промерзання ґрунту добре описують біноміальні криві розподілу (при  $C_s/C_v = 2$ ), для визначення координат яких необхідні відомості про середню по території глибину промерзання ґрунту та коефіцієнт її варіації. Для визначення останнього можна використовувати залежність (3).

Для оперативного визначення долі площі водозбору зі слабо промерзлим ґрунтом ( $L \leq 15$  см) можна без побудови інтегральних кривих розподілу, користуватися рівнянням (5).

#### Список літератури

1. Алексеев Г. А. Объективные методы выравнивания и нормализации корреляционных связей / Г. А. Алексеев. – Л. : Гидрометеиздат, 1971. – 363 с.
2. Апполов Б. А. Курс гидрологических прогнозов / Апполов Б. А., Калинин Г. П., Комаров В. Д. – Л. : Гидрометеиздат, 1974. – 419 с.
3. Комаров В. Д. Весенний сток равнинных рек Европейской части СССР, условия его формирования и методы прогнозов / В. Д. Комаров. – Л. : Гидрометеиздат, 1959. – 295 с.
4. Комаров В. Д. Исследование влияния глубины промерзания почвы на талый сток рек степной и лесостепной зон / В. Д. Комаров, Т. Т. Макарова // Труды IV Всесоюз. гидрол. съезда. – Л. : Гидрометеиздат, 1976. – Т.7. – С. 75-80.
5. Паршин В. Н. Определение и учет глубины промерзания почвы при расчетах и

прогнозах стока вод в зоні недостаточного у воложення / В. Н. Паршин // Метеорологія і гідрологія. – 1979. – №9. – С. 19-24. 6. Соколова Н. В. О просторовій і часовій змінливості промерзання ґрунту в басейні р. Дона / Н. В. Соколова // Труды ГГИ. – 1974. – Вып. 214. – С.32-40.

#### **Про врахування просторової нерівномірності глибини промерзання ґрунту в річкових басейнах**

**Манукало В. О., Гальперіна Т. О.**

*У статті розглянуто просторовий розподіл глибини промерзання ґрунту на малих річкових водозборах різних природних зон України. Використані результати інструментальних вимірювань глибини промерзання ґрунту на малих водозборах Придеснянської, Велико-Анадольської водно-балансових станцій, Баришівської болотної станції, а також Богуславської польової експериментальної гідрологічної бази Українського гідрометеорологічного інституту. Запропоновані емпіричні аналітичні залежності для визначення просторової нерівномірності глибини промерзання ґрунтів.*

**Ключові слова:** глибина промерзання, річковий басейн, просторовий розподіл.

#### **Об учете пространственной неравномерности глубины промерзания почвы в речных бассейнах**

**Манукало В. А., Гальперіна Т. А.**

*В статье рассмотрено пространственное распределение глубины промерзания почвы на малых речных водосборах различных природных зон Украины. Используются результаты инструментальных измерений глубины промерзания почвы на малых водосборах Придеснянской, Велико-Анадольской водно-балансовых станций, Барышевской болотной станции, а также Богуславской полевой экспериментальной гидрологической базы Украинского гидрометеорологического института. Предложены эмпирические аналитические зависимости для определения пространственной неравномерности глубины промерзания почвы.*

**Ключевые слова:** глубина промерзания, речной бассейн, пространственное распределение.

#### **About the consideration of the spatial distribution of soil freezing depth in river basins**

**Manukalo V. O., Galperina T. O.**

*The spatial distribution of soil freezing depth in small river catchments of different natural zones of Ukraine has been considered in the paper. Results of instrumental measurements of soil freezing depth in small watersheds of the Desnianska, Veliko-Anadolska water-balance stations, the Baryshevska marsh station, as well as the Boguslavska field experimental hydrological base of the Ukrainian Hydrometeorological Institute have been used. The empirical analytical dependences for the determination of spatial non-uniformity of the soil freezing depth have been proposed.*

**Keywords:** soil freezing depth, river catchment, space distribution.

**Надійшла до редколегії 27.08.2014**

УДК [574.52:556] (477)

**Дзеціна Д. В.**

*Національний авіаційний університет, м. Київ*

*Інститут гідробіології НАН України, м. Київ*

#### **ЗОВНІШНІЙ ВОДООБМІН ЯК ФАКТОР ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕКОСИСТЕМИ МАЛОГО ВОДОСХОВИЩА (на прикладі Шушківського – Гнилий Тікич)**

**Ключові слова:** складові водного балансу, зовнішній водообмін, трофічний статус

**Актуальність проблеми.** Відомо, що малі річки характеризуються значною нерівномірністю стоку як у межах року, так і за багаторічний період. Тому при сучасному інтенсивному господарському використанні місцевих водних ресурсів

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2014. – Т.3(34)