

ст. порушено стаціонарність рядів максимального стоку на території дослідження, і цей факт необхідно враховувати при виконанні гідрологічних і гідротехнічних розрахунків.

**Ключові слова:** клімат, максимальний стік, водопілля, тренд.

### **Исследование влияния современных изменений климата на характеристики максимального стока весеннего половодья в бассейне реки Припять**

**Гопченко Е.Д., Овчарук В.А., Шакирзанова Ж.Р.**

Рассмотрены многолетние изменения характеристик зимне-весеннего периода формирования весеннего половодья в бассейне р. Припять. Установлено что, начиная с 80-х годов прошлого столетия, нарушена стационарность рядов максимального стока на рассматриваемой территории, и этот факт необходимо учитывать при выполнении гидрологических и гидротехнических расчетов.

**Ключевые слова:** климат, максимальный сток, половодье, тренд.

### **Research of influence of modern changes of climate on descriptions of maximal runoff of spring flood in a river basin Pripyat'**

**Gopchenko E.D., Ovcharuk V.A., Shakirzanova Zh.R.**

The long-term changes of descriptions of winter-spring period of forming of spring flood are considered in a basin Pripyat'. It is set that, since 80th of past century, the stationarity of maximal flow is broken on the examined territory, and this fact must be taken into account at implementation of hydrological and hydrotechnical calculations.

**Keywords:** climate, maximal runoff, spring flood, trend.

*Надійшла до редколегії 25.02.10*

УДК 556.16.047

**Чорноморець Ю.О., Гребінь В.В.**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

## **БАГАТОРІЧНА ДИНАМІКА РЕЖИМУ ЖИВЛЕННЯ РІЧКИ ДЕСНА**

**Ключові слова:** гідрограф стоку, живлення річок, снігове живлення, дощове живлення, підземне живлення, зони активного водообміну

**Актуальність проблеми.** Багаторічні коливання водності супроводжуються зміною внеску кожного виду живлення у внутрішньорічний розподіл річкового стоку. Саме тому дослідження часової динаміки внеску окремих видів живлення річки у внутрішньорічний розподіл стоку води дозволить розширити уявлення про періодичні зміни водності.

**Мета досліджень.** Метою досліджень є характеристика режиму живлення р. Десна за багаторічний період.

**Аналіз попередніх досліджень.** Визначення переважаючого джерела живлення річок через розчленування гідрографів стоку, зазвичай, проводиться шляхом окреслення прямої лінії, що з'єднує останню витрату зимової межені та початкову витрату води періоду літньої межені [7]. Вперше такий метод визначення джерел живлення річок був запропонований

В.Г.Глушковим, а пізніше доопрацьований В.С.Советовим, який розділяв підземні води на дві категорії: глибокі підземні води і верховодка. Виділення глибоких підземних вод проводилося через проведення прямої горизонтальної лінії через найменшої річної витрати. В подальшому, у працях Б.В.Полякова та Б.І.Куделина змінилося визначення положення точок максимуму і мінімуму підземного живлення у період весняного водопілля. Уточнення до схеми розчленування гідрографа були внесені відповідно до спостережень за коливаннями рівнів ґрунтових вод у експериментальних свердловинах. Основна відмінність полягала в тому, що при висхідній стадії весняного водопілля, за умови змішаного живлення річки, в межах русло-заплавного комплексу утворюються зворотні гідравлічні похили ґрунтового потоку. В результаті цього процесу відбувається інфільтрація ґрунтових вод у зворотному від русла напрямі. Під час спаду водопілля дзеркало ґрунтових вод набуває похилу у початкову сторону та відбувається повернення профільтованих вод до річкового русла [6]. Вказана схема розчленування гідрографа являється дещо наближеною, оскільки має уточнюватися додатковими гідрогеологічними спостереженнями. Однак, завданням даної роботи є виявлення багаторічних змін внеску того чи іншого виду живлення до внутрішньорічного розподілу стоку, тому, застосовуючи єдину методику до кожного гідрологічного року, приймаємо можливу похибку як системну.

**Основні результати досліджень.** Багаторічні коливання водності супроводжуються змінами внутрішньорічного розподілу стоку через його перерозподіл між сезонами, що, в свою чергу, супроводжується зміною внеску того чи іншого виду живлення у об'єм стоку води за окремий період. Річковий стік можна розглядати з різних позицій. В першу чергу це результат взаємодії факторів клімату і підстильної поверхні. В такому випадку він є продуктом розвитку системи «клімат-підстильна поверхня», управлінським параметром якої є фактори клімату, зокрема, зміни температури повітря. З іншого боку, в гідрографічну мережу Десни, як і інших річок, вода надходить в результаті танення снігу, випадіння дощів та дренажу річкою горизонтів підземних вод. Тоді річковий стік можна вважати інтегруючою системою взаємодії дощового, снігового та підземного живлення. Приймаючи річну величину стоку за 100% прослідкуємо багаторічну динаміку внеску різних видів живлення у внутрішньорічний розподіл річкового стоку.

Для розрахунків приймається гідрологічний рік від 1 листопада поточного року до 31 жовтня наступного [4], який враховує умови формування вологозапасів водопілля вказаного року. Узагальнення проводяться для гідрологічного поста р. Десна – м. Чернігів. Тривалість періоду спостережень – 70 років, від 1 листопада 1936 р. до 31 жовтня 2007 р. Перехід річки на снігове живлення в осінньо – зимовий період брався від дати появи перших льодових явищ в районі гідрологічного поста за даними таблиці «Щоденні рівні води».

Для визначення основного джерела живлення гідрографи річкового стоку розчленовувалися відповідно до схем, розроблених Б.І. Куделиним[6]. Типові схеми розчленування гідрографів передбачають наступні гідрогеологічні

умови: ґрунтові води, гідравлічно не пов'язані з річкою; ґрунтові води, гідравлічно пов'язані з річкою; змішане ґрунтове живлення, а також змішане ґрунтове та артезіанське живлення. Розрахунки проводилися для Десни в районі Чернігова, тому наведемо короткий аналіз особливостей залягання підземних вод даного регіону.

Басейн Десни характеризується значним розвитком напірних водоносних горизонтів, приурочених до юрських, верхньокрейдових та палеогенових порід і ґрунтових вод, що містяться в четвертинних відкладах. В межах басейну виділяють два підрайони поширення ґрунтових вод [1].

Перший підрайон – водоносні горизонти знаходяться в юрських, сеноманських, бучацько-канівських, харківських, полтавських та четвертинних відкладах, він займає нижню і середню течію Десни в межах України. Напірний горизонт юрських відкладів, який міститься переважно в піщаній товщі байосу, складений в основному дрібно- та різнозернистими кварцевими пісками з прошарками крупнозернистих гравелистих пісків, розкритий у південно-західній частині підрайону на глибинах біля 150-250м. Досить поширений також бучацько-канівський водоносний горизонт, приурочений до товщі переважно дрібно- та різнозернистих пісків та пісковиків. Залягає він на глибинах від 20-35м на східній окраїні підрайону до 50-80м на вододілах річок центральної і західної частини, має напірні властивості і характеризується значними водозапасами. Живлення бучацько-канівського водоносного горизонту відбувається за рахунок інфільтрації атмосферних опадів у північно – східному крилі Дніпровсько-Донецької западини, а також за рахунок переливу в бучацько-канівські піски, напірних вод верхньокрейдових відкладів у районі, де ці піски залягають безпосередньо на тріщинуватій товщі мергельно-крейдяних порід сенонутуру, які містять напірні води. У районі м. Чернігів коливання п'єзометричних рівнів бучацько-канівського водоносного горизонту протягом року змінюється від 0,5 до 1,6м; природний режим вказаного горизонту знаходиться у взаємозв'язку з кліматичними умовами областей живлення. Значно поширений в межах підрайону горизонт відкладів харківського ярусу, приурочений до товщі, переважно, дрібнозернистих, рідше середньозернистих глауконітових пісків, що характеризуються значною глинистістю та досить частими включеннями прошарків глини. Це нерідко призводить до утворення у прошарках харківських відкладів ніби кількох окремих водоносних горизонтів, гідравлічно пов'язаних між собою, оскільки глинисті прошарки серед пісків залягають переважно у вигляді окремих лінз. У долині Десни відклади харківського ярусу частково або повністю розмиті, що призводить до широкого дренажу харківського горизонту гідрографічною сіткою. Залягає даний водоносний горизонт на глибинах від 15-30м до 50-60м та характеризується незначними напорами і невисокими водозапасами. Водоносний горизонт полтавських відкладів розвинений лише на підвищених та вододільних ділянках, де він приурочений до товщі тонко- та дрібнозернистих кварцевих пісків, що залягають в середньому на глибинах 20-30м. Найбільш обводненими серед

четвертинних відкладів є різно- та крупнозернисті флювіогляціальні та давньоалювіальні піски долин річок. Спостереження за коливаннями рівня в м. Чернігів зі свердловини харківського ярусу показали, що з початком весняного водопілля на Десні із запізненням на 10-15 днів відбувається підняття рівня води в свердловині максимум на 1,2-1,5м. Далі, на протязі травня спостерігається швидке зниження рівня води у свердловині, а подальші коливання не перевищують 0,1м. Це свідчить про те, що харківський водоносний горизонт характеризується сезонними коливаннями рівнів, а тому у період весняного водопілля він зазнає підпору від річкових вод [1].

Другий підрайон охоплює верхню частину басейну Десни в межах України (Холми, Семенівка, Новгород-Сіверський, Ямпіль, Шостка). На його території значно поширені підземні води, приурочені до товщі мергельно-крейдяних порід сенону-турону та четвертинних відкладів. Водоносний горизонт, що міститься у тріщинах мергельно-крейдяних порід сенону-турону на глибині 50-100м, має напірні властивості і характеризується значними запасами підземних вод. Водоносні горизонти четвертинних відкладів залягають неглибоко і характеризуються незначними запасами підземних вод. У районі північно-східної окраїни чернігівського Полісся у мергельно-крейдяній товщі сенону нерідко зустрічаються прошки зеленуватих дрібно- та різнозернистих глауконітових пісків та глин, що місцями досягають потужності 10-15м. Піски повсюдно містять напірні води, що гідравлічно пов'язані з водами тріщинуватої зони мергельно-крейдяних порід і утворюють з ними один загальний водоносний горизонт. Таким чином, для району північно-східної частини чернігівського Полісся областю живлення водоносного горизонту мергельно-крейдяних порід є вододіли північно-східного крила Дніпровсько-Донецької западини, де відклади верхньої крейди залягають неглибоко від денної поверхні під піщаними породами четвертинного віку, які добре фільтрують атмосферні опади у мергельно-крейдяну товщу сенону-турону [1]. Найбільш суттєві зміни рівнів води під впливом антропогенних чинників спостерігаються у водоносному горизонті сеноман-нижньокрейдяних відкладів, як основного джерела господарсько-питного водозабезпечення. Зниження рівня складає біля 30 м в районі м.Чернігів. За рахунок такого порушення рівневого режиму відбудеться інверсія умов водообміну з вище розташованими горизонтами за рахунок низхідної фільтрації [2].

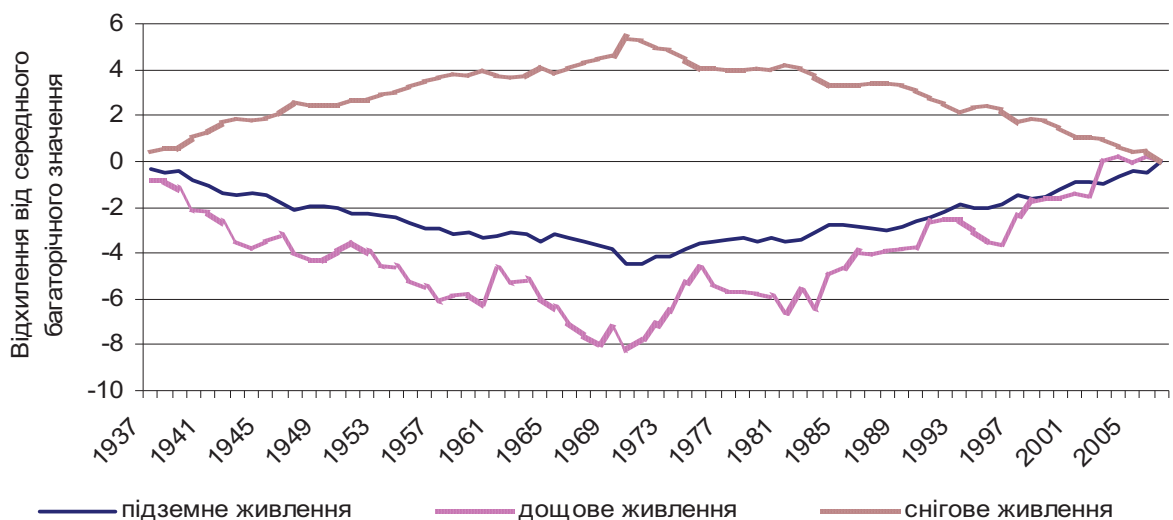
Таким чином, для розчленування гідрографу річки Десна в районі Чернігова приймається сценарій річки, що має змішане ґрунтове живлення водами: гідравлічно зв'язаними, не зв'язаними з річкою а також міжпластовими водами. Відсоток підземного живлення визначається особливістю підстильної поверхні, зокрема, характером залягання підземних вод та ступенем їх дренажу гідрографічною мережею басейну.

В середньому за багаторічний період для р. Десни в районі міста Чернігів співвідношення між дощовим, сніговим та підземним живленням становить, відповідно, 5%, 47% та 48%. З метою порівняння зміни внеску того чи

іншого виду живлення, було обраховано середні значення відповідних характеристик за період 1936-1988 рр. та 1989-2007рр. Визначення 1989 р. у якості початкового періоду сучасних змін гідрологічного режиму обумовлено розрахунками коливань середньої річної температури повітря за основними метеорологічними станціями в межах басейну р.Десни [9] та за висновками, зробленими в роботі [5].

Таким чином, співвідношення між дощовим, сніговим та підземним живленням за період до 1989 року було: 5%, 50% та 45%, а за період з 1989 року стало таким: 6%, 39% та 55%. Тобто внесок підземного живлення зріс на 10% за рахунок такого ж зниження відсотку снігового живлення.

Зважаючи на те, що критичні максимуми на Десні – це витрати весняного водопілля, зрозуміло, що у багатоводні роки частка снігового живлення у більшості випадків перевищує 65% від річного, а у маловодні роки вона, переважно, нижча 30%. Зменшення відсотку снігового живлення супроводжується відповідним зростанням відсотку підземного. Для виявлення часових закономірностей зміни внеску різних видів живлення (у %) побудовано різницеві інтегральні криві їх багаторічних коливань (рис.1). Відповідно до цього можна зробити висновок про те, що загальні тенденції багаторічних коливань частки підземного та дощового живлення мають синхронний характер та проявляються у зростанні їх внеску у внутрішньорічний розподіл стоку починаючи з 1972 р. у той час як частка снігового живлення характеризується зниженням, починаючи з того ж року. Коливання внеску снігового живлення досить чітко відповідають багаторічним коливанням максимальної витрати води по основних гідрологічних постах басейну в межах України [9].



**Рис.1. Різницеві інтегральні криві коливань внеску кожного виду живлення у внутрішньорічний розподіл річкового стоку**

Підземне живлення, виділене за методом Б.І. Куделина, являється сумарним підземним стоком у річку ґрунтових вод як гідравлічно пов'язаних з нею, так і гідравлічно не пов'язаних, а також міжпластових ґрунтових вод,



що забезпечують постійне підземне живлення річки. Для визначення відсотку постійного підземного живлення, його об'єм обчислювався відповідно до найнижчої витрати води за даний гідрологічний рік, а потім співвідносився із загальним об'ємом стоку за відповідний період. Різниця між постійним підземним живленням та сумарним підземним живленням показує відсоток річкового стоку, який надійшов у гідрографічну мережу від підземних вод зони активного водообміну, серед яких є води як гідравлічно пов'язані з річкою, так і гідравлічно не пов'язані з нею. Дана характеристика досить опосередковано, але включає в себе інформацію про глибину промерзання ґрунту та про зміну умов надходження води до гідрографічної мережі залежно від водності того чи іншого року.

З метою визначення синхронності коливань окремих видів живлення та окремих елементів гідрологічного режиму, що ними обумовлюються, було проведено процедуру факторного аналізу вихідних послідовностей. Для унормування вихідних даних про відсоток того чи іншого виду живлення, а також відповідних витрат води за окремий гідрологічний рік, їх було подано у вигляді модульного коефіцієнту за кожен гідрологічний рік по відношенню до середнього багаторічного значення. Період спостережень, залучений до факторного аналізу, взято з 1936-1937 до 2006-2007 гідрологічного року. Результати факторного аналізу наведено у таблиці 1.

Результати факторного аналізу повторюють відомі висновки про те, що максимальна витрата водопілля прямо залежить від величини снігового живлення та обернено від величини як постійного, так і сумарного підземного живлення. Перераховані характеристики мають подібний характер багаторічних коливань та спільно утворюють фактор №1.

*Таблиця 1. Результати факторного аналізу впливу виду живлення на формування витрат води. Тип обертання варімаксний нормалізований*

Характеристики гідрологічного режиму	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Постійне підземне живлення	<b>0,93</b>	0,24	-0,001
Сумарне підземне живлення	<b>0,91</b>	-0,27	0,09
Підземне живлення зони активного водообміну	0,22	<b>-0,73</b>	0,14
Снігове живлення	<b>-0,75</b>	0,21	-0,61
Дощове живлення	0,01	0,06	<b>0,97</b>
Середня річна витрата води	-0,24	<b>0,77</b>	0,10
Максимальна річна витрата води	<b>-0,79</b>	0,39	0,01
Мінімальна річна витрата води	0,51	<b>0,76</b>	0,07
<b>Частка у загальній дисперсії</b>	<b>0,41</b>	<b>0,26</b>	<b>0,17</b>

Фактор №2 вказує на синфазні багаторічні коливання середньої та мінімальної річної витрат вод та асинфазні коливання вказаних двох характеристик із різницею між сумарним та постійним підземним живленням, тобто із підземним стоком зони активного водообміну. Незважаючи на асинфазний характер коливань згаданих характеристик, результати факторного аналізу досить чітко вказують на спільну динаміку їх

багаторічних змін, виділяючи ці чинники у єдиний фактор. Варто відмітити, що зростання середньої річної витрати води супроводжується зменшенням відсотку підземного стоку у межах зони активного водообміну, тобто у багатоводні роки більш значним є коефіцієнт поверхневого стоку. Причинами цього є глибше промерзання ґрунту, значні обсяги снігозапасів багатоводних років та інші чинники, які слід досліджувати окремо.

Фактор №3 окремо виділяє багаторічні зміни величини дощового живлення, які мають певну обернено пропорційну залежність із відсотком снігового живлення, що обумовлено їх взаємокомпенсуючою дією.

За результатами факторного аналізу можна зробити висновок про синхронні коливання постійного та сумарного підземного живлення протягом періоду спостережень, однак підземний стік зони активного водообміну, обчислений як різниця між вказаними характеристиками має відмінний характер багаторічних коливань. Такий висновок підтверджується як віднесенням їх до різних факторів, так і конфігурацією різницевої інтегральної кривої, відповідно до рис.2.

Як бачимо з рис.2 у коливаннях частки підземного стоку зони активного водообміну можна виділити наступні завершені цикли: 1937-1953рр., 1954-1970рр., 1971-1987рр. та 1988-2005рр. Тривалість перших трьох циклів становить 17 років, а останнього – 18 років. Саме таку тривалість циклів (17,7 років) було наведено у роботі [8] як одну з найбільш характерних для басейну Десни за результатами взаємного спектрального аналізу середніх і максимальних річних витрат води. На хронологічному графіку середніх річних витрат води вказана періодичність не простежується, тому у якості припущення можна сказати, що відсоток підземного живлення зони активного водообміну більш чітко, ніж середня річна витрата води, описує багаторічні зміни вологозапасів в межах даного річкового басейну, особливо на етапі виділення мезоциклів, які за такого підходу мають подібну тривалість.



**Рис.2. Різницеві інтегральні криві багаторічних коливань окремих видів підземного живлення**

Характерною особливістю виділених циклів є збільшення їх амплітуди від початку спостережень до теперішнього часу, що являється додатковим свідченням поступового виведення системи із рівноваги.

**Висновки.** За результатами розчленування гідрографів стоку р. Десна за багаторічний період визначено, що впродовж останніх двадцяти років величина сумарного підземного живлення річки зросла на 10% за рахунок відповідного зниження величини снігового живлення. У багаторічному розрізі коливання внеску снігового та підземного живлення подібні до змін максимального річного стоку води, а коливання відсотку стоку зони активного водообміну у протифазі, але відповідають коливанням середньої річної витрати води (оскільки утворюють один фактор), що дозволяє виділити цикли, тривалістю 17 років.

### Список літератури

1. *Варава К.М.* Підземні води Українського Полісся / К.М. Варава. – К. : Вид.АН УРСР, 1959. - 128 с. 2. *Водообмен в гидрогеологических структурах Украины: Водообмен в нарушенных условиях / Шестопалов В.М., Огняник Н.С., Дробноход Н.И. и др.* - К. : Наук.думка, 1991. - 528с. 3. *Вишневецький В.І.* Гідрологічні характеристики річок України / В.І. Вишневецький, О.О. Косовець. – К. : Ніка-Центр, 2003. – 324 с. 4. *Галущенко Н.Г.* Гидрологические и водно-балансовые расчеты / Н.Г. Галущенко– К.: Вища школа, 1987.- 248с. 5. *Гребінь В.В.* Географо-гідрологічний аналіз як метод дослідження сучасних змін водного режиму річок // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія – 2006. – Т.9. – С. 17-30. 6. *Куделин Б.И.* Принципы региональной оценки естественных ресурсов подземных вод / Б.И. кужелин. – М. : Изд.МГУ, 1960. – 343 с. 7. *Соколовский Д.Л.* Речной сток (основы теории и методики расчетов) / Д.Л. Соколовский. – Л. : Гидрометеиздат, 1968 - 540 с. 8. *Чорноморець Ю.О.* Багаторічна динаміка основних елементів водного режиму р. Десна / Ю.О. Чорноморець // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2009. - Т.17. - С. 80-93. 9. *Чорноморець Ю.О.* Внутрішньорічний розподіл окремих елементів водного балансу річок басейну Десни (в межах України) та їх багаторічні коливання / Ю.О. Чорноморець, В.В. Гребінь // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2010. - Т.18. - С. 98-106.

### **Багаторічна динаміка режиму питання реки Десна**

**Чорноморець Ю.А., Гребень В.В.**

*Наведено результати розрахунків частки снігового, дощового і підземного живлення у внутрішньорічному розподілі стоку води річки Десна. Зроблено висновки про збільшення підземного живлення на 10% і про таке ж зниження снігового живлення протягом останніх двох десятиріч. Багаторічна динаміка частки підземного стоку зони активного водообміну відповідає коливанням середньої річної витрати води і дозволяє виділити цикли коливань тривалістю близько 17 років.*

**Ключові слова:** *гідрограф стоку, живлення річок, снігове живлення, дощове живлення, підземне живлення, зони активного водообміну*

### **Многолетняя динамика режима живления річки Десна**

**Чорноморець Ю.А., Гребень В.В.**

*В работе представлены результаты расчетов доли снегового, дождевого и подземного питания во внутригодовом распределении стока воды реки Десна. Делаются выводы об увеличении подземного питания на 10% и о таком же снижении снегового питания на протяжении последних двух десятилетий. Многолетняя динамика доли подземного стока зоны активного водообмена соответствует колебаниям среднего годового расхода воды и позволяет выделить циклы колебаний, продолжительностью около 17 лет.*



**Ключевые слова:** гидрограф стока, питание реки, снеговое питание, дождевое питание, подземное питание, зоны активного водообмена.

### **Long-term dynamic of alimentation regime of Desna river**

**Chornomorets Yu., Grebin' V.**

*The results of parts evaluation of a snow, rain and underground water alimentation in annual distribution of Desna stream-flow are given. The conclusions concerning increasing of underground water alimentation on 10 % and of the same decreasing of snow alimentation during last two decades are done. Long-term dynamic of a part of underground water correspond with fluctuations of a mean annual discharge and gives an opportunity to determine the cycles of fluctuations which duration is approximately 17 years.*

**Keywords:** discharge hydrograph, water alimentation, snow, rain, underground, zones of active water interchange.

*Надійшла до редколегії 18.02.10*

УДК 551.577.2

**Ободовський О.Г., Курило С.М., Данько К.Ю., Щегульна Я.О,  
Ободовський Ю.О.**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

**Манівчук В.М.**

*Закарпатський облводгосп, Ужгород*

### **ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ТА ПРОГНОЗ МАКСИМАЛЬНИХ ВИТРАТ ВОДИ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ У ВЕРХНІЙ ТЕЧІЇ р. ЧОРНА ТИСА**

**Ключові слова:** гідрометеорологічні умови, верхів'я Чорної Тиси, сніговий покрив, снігозапаси, прогноз, максимальні витрати води, весняне водопілля

**Вступ.** Протягом 15 років на Ясінянській навчально-науковій базі географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка студенти проходять навчально-виробничу гірську гідрометеорологічну практику. За цей період накопичена цікава емпірична гідрометеорологічна інформація стосовно снігозапасів та умов формування весняного водопілля в верхів'ях Чорної Тиси. Нижче наведено узагальнення основних наукових результатів, отриманих під час проведення гірських гідрометеорологічних практик за період 1995-2010 рр.

**Вихідні матеріали і методика досліджень.** Вихідні емпіричні характеристики гідрометеорологічних умов формування снігового покриву отримувались на лінійних маршрутах, прокладених в межах району досліджень. Маршрути перетинають основні форми рельєфу: дно річкової долини, гірські тераси, гірські схили. Враховується також висока лісистість району досліджень ( біля 70% площі водозбору). Маршрути прокладені від нижньої до верхньої межі лісу з виходом на полонини. Абсолютні висоти в

**Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2010. – Т.3(20)**