

## **Anthropogenic changes in the thermal regime of rivers of Chernivtsi**

**Nykolaev A.M.**

*The changes in the thermal regime of rivers of Chernivtsi, the main factor which is the discharge of wastewater sanitation. Consequence of human influence has been increasing water temperatures, while maintaining the natural character of their seasonal variation.*

**Keywords:** temperature of water; river-analogue; effluents; boundary path flow.

**Надійшла до редколегії 03.04.2015**

УДК 556.537+ 551.311

**Смирнова В.Г.**

*ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»*

### **ЗВИВИНИ РУСЛА РІКИ ПСЕЛ ТА ЇХ ДЕФОРМАЦІЇ**

**Ключові слова:** долина річки; господарська діяльність; звивини русла; палеозвивин; завалені звивини; крок звивини.

**Постановка проблеми.** Знання закономірностей руслових деформацій річок дає можливість передбачати їх розвиток, прогнозувати можливі негативні впливи на господарські об'єкти, екологічний стан річки, умови водокористування тощо. Ці питання є актуальними і для р. Псел. Основною формою русла якого є звивини. Саме тому важливо прослідкувати їх розвиток, виявити нові закономірності їх утворення, розвитку і відмирання. Відновлення природних параметрів і стабілізація русел надасть можливість регулювати паводковий стік ріки та сприятиме зменшенню втрати земельного фонду від розмивання берегів. Крім збільшення пропускної здатності, в окремих випадках, спрямлення русел сприяє скороченню дамб обвалування і збільшенню площ, що захищаються. Вийнятий ґрунт можна використати для будівництва захисних дамб, що обумовить зменшення площі необхідних кар'єрів місцевих будівельних матеріалів.

Загалом дослідженню закономірностей розвитку звивистого русла, звивин – як специфічних форм русла, присвячена велика кількість наукових робіт українських та зарубіжних учених: А.Н.Краснова, М.І.Маккавєєва, М.Є.Кондрат'єва, В.В.Іванова, Р.С.Чалова, О.Алабяна, О.Г.Ободовського, Ю.С.Юценка та ін. Натомість відомості про руслові деформації та звивини русла Псла досить нечисленні і обмежені загальною інформацією про ріку і описами лівобережних приток Дніпра.

**Методика дослідження та вихідні матеріали.** За основу методики дослідження взяті положення теорії руслознавства. При виконанні роботи були використані літературні, архівні матеріали, карти масштабу 1:50 000 (Атлас Днепродзержинського водосховища 2003 р). 1: 0,5 версти або 1:50 000 (1888-1898 рр), 1: 100 000 (видання 1982 -1987р) , 1:200 000 (1977 р.) 1:250000 (1953, створеної на основі карт 1941-42 рр) та космознімки Google Maps.

**Характеристика чинників руслоформування.** Форма звивин, їх розміри та динаміка змінюється вздовж ріки і залежить від різних руслоформуючих чинників. Розглянемо детальніше деякі з цих чинників.

**Стік води.** Ріка Псел відноситься до гідрологічної зони достатньої водності. Її площа басейну складає 22,8 тис. км<sup>2</sup>. Ріка є найдовшою річкою в межах Полтавської області. Загальна її довжина - 717 км. Вона бере початок в Белгородській області (Росія) і протікає територією Курської (Росія), Сумської та

Полтавської областей. Водозбірний басейн має витягнуту форму. Середня густина річкової мережі для басейну ріки досить велика –  $0,4 \text{ м/м}^2$ . Основними притоками є річки Суджа, Грунь, Омельник, Хорол, Грунь-Ташань, Говтва. Живлення річки – змішане, в останні роки переважно підземне [1]. Середьорічні витрати води: біля м. Суми –  $23,9 \text{ м}^3/\text{с}$ ; біля м. Гадяч –  $34,7 \text{ м}^3/\text{с}$ ; біля с. Запсілля –  $51,8 \text{ м}^3/\text{с}$ . Максимальні витрати спостерігаються навесні, мінімальні – взимку. За період спостережень 1927–1940 рр., 1950–2008рр. середня витрата води складає  $54,9 \text{ м}^3/\text{с}$ , найбільша –  $1100 \text{ м}^3/\text{с}$ , найменша –  $0,80 \text{ м}^3/\text{с}$ .

За багаторічний період спостерігається скорочення стоку води, зменшення максимальних витрат води через зарегулювання ріки ставками, водосховищами. Загалом ріка має сприятливі умови для прояву руслових процесів, тобто гідравліка потоку дозволяє транспортувати значну кількість наносів у різні фази водності [2].

*Геоморфологія.* Ріка Псел відноситься до рівнинних річок. Такий характер поверхні, незначний похил річки  $0,2\text{-}1,2\text{‰}$  зумовлюють спокійну течію річки, яка становить  $0,3\text{-}0,6 \text{ м/с}$ . Свій початок вона бере на Середньоевропейській височині, перетинає Придніпровську низовину і впадає в Дніпродзержинське водосховище на Дніпрі. Розташування річкової долини зумовлено розломно-блоковою тектонікою території та нахилом земної поверхні. Долина річки у верхній частині (до міста Суми) вузька, глибока, з крутими схилами, а нижче більш широка переважно з крутим правим і пологим лівим бортом. Ширина її досягає у верхів'ї -  $10\text{-}15 \text{ км}$ , а у пониззі - до  $20 \text{ км}$ . Терасові комплекси відповідають різним етапам плейстоценових зледенінь. В долині Псла геоморфологи виділяють чотири терасові рівні. Особливістю долини є існування на рівні третьої тераси прохідних, або «мертвих» долин, які є результатом перетоку річкових і талих вод через вододіли. Такі «мертві» долини, подібні на сухі глибокі балки з пологими схилами без терас спостерігаються в районі сіл Вел.Сорочинці, Вел.Багачка тощо [3]. Особливими формами рельєфу в долині Псла є древні («шишаки») і сучасні зсуви, які приурочені до крутого берега ріки (с.Яреськи, смт.Шишаки).

Перші надзаплавні тераси складені піском, на окремих ділянках (в районі гирла р.Грунь) зустрічаються елові форми рельєфу. На поверхні першої тераси Псла чітко виділяються сліди давніх палеорусел, великих палеозвивин [4]. Сліди таких палеозвивин можуть бути віддаленими від ріки на значну відстань (до  $5 \text{ км}$ ), а можуть безпосередньо контактувати з сучасним руслом, змінюючи певним чином його морфометричні та динамічні характеристики. Великі палеомеандри були утворені палеорікою із значно більшими величинами руслоформуючої витрати води. Зменшення стоку води сприяло тому, що потік почав формувати інші форми русла, пристосовуючи, «вписуючи» їх у рельєф давніх звивин. На Пслі виділяють два рівні заплав: низьку (молоду) та високу. Відносна висота низької заплави складає в середньому  $1,0\text{-}1,5 \text{ м}$ , високої - від  $2,0$  до  $3,0 \text{ м}$ . Поверхня заплави розчленована старицями та протоками, на окремих ділянках заболочена. На окремих ділянках Верхнього Псла, особливо при перетині ними активних локальних тектонічних структур позитивного знаку, спостерігається посилена глибинна руслова ерозія. Внаслідок цього процесу відбувається формування ступінчатої заплави. Рідкі й короткочасні паводки, виположування поверхні високої заплави за рахунок делювіальних відкладів сприяють поступовому перетворенню високої заплави в молоду надзаплавну терасу. Низька молода заплава також досить активно зростає у висоту. За останні  $150$  років через врізання русла висота заплави над меженним урізом зросла на  $0,5\text{-}0,6 \text{ м}$  [5].

Русло Псла піщане, добре виражене, глибоке на плесах (до  $2\text{-}4 \text{ м}$ ), і мілководне на перекатних ділянках ( $0,2\text{-}0,4 \text{ м}$ ). Численними є неширокі піщані пляжі на випуклих берегах звивин. Ширина русла змінюється від  $5\text{-}10 \text{ м}$  у верхів'ї

до 70-100 м на пригирловій ділянці.

За результатами досліджень вертикальних руслових деформацій, виконаними на основі оцінки зміщення кривих зв'язку рівнів і витрат води [9], для ріки Псел загальною характерний процес «просідання» рівнів води на величину до 83 см (р.Псел-м.Суми). «Просідання» рівнів води свідчить про те, що в річці переважають ерозійні процеси, тобто вертикальне розмивання дна.

*Господарська діяльність.* Активне впровадження землеробства на території басейну викликало розвиток ерозії ґрунтів і зростання яружної мережі. За даними Т.Д. Гайворон [6], у басейні верхнього Псла найбільш інтенсивна акумуляція делювіальних силових відкладів в ярах та річкових заплавах відноситься до XII-XIII ст., коли зі схилів було змито величезну кількість ґрунтової речовини. Нині водна ерозія в басейні незначна 3-15 т/га [7].

Значний вплив на водний і русловий режим здійснило зарегулювання річок басейну греблями, створення водосховищ і ставків. Русло річки Псел зарегульоване греблями ГЕС і шлюзів-регуляторів як на території Росії, так і в Україні. Гирлова ділянка Псла знаходиться під впливом підпору від Дніпродзержинського водосховища, наповнення якого було завершено у 1965 році. Тільки в межах Полтавської області на річці нараховується 30 водосховищ, загальним об'ємом 64,95 млн. м<sup>3</sup>. Більшість водосховищ була побудована у 60-80 роки ХХ ст. Певний вплив на руслові процеси здійснюють також капітальні мостові переходи через ріки, які надають руслу фіксованого положення. На Пслі нараховується більше 50 автомобільних та 5 залізничних мостових переходів.

До інших видів господарської діяльності на ріці можна віднести періодичні розчищення річища, створення рекреаційних зон, берегоукріплення, водопостачання для сільськогосподарських, побутових і промислових потреб та водовідведення. Пониззя Псла протягом 3-5 км вважається судноплавним, проте судноплавство фактично не здійснюється через економічну і екологічну його нераціональність. Ще у XVIII ст. попри придатність Псла до судноплавства, було віддано перевагу створенню каскадів млинових гребель, які унеможливили плавання суден [8].

**Типи русла.** Детальний аналіз картографічних матеріалів, космічних знімків показав, що в 75% довжина ріки Псел має звивисту форму русла, а біля 25% займає відносно прямолінійне, у тому числі біля 3% - штучно каналізоване русло.

Ще наприкінці XIX ст. ріка Псел мала невеликі відрізки розгалуженого русла (с.Борки, с.Михайлове). Тут відбувався розвиток спряженого розгалуження, відмічено випадки спрямлення групи звивин шляхом перекидання основного русла в невелику притерасну протоку. На сучасних картах та космознімках розгалужені русла відсутні, проте зрідка спостерігаються елементи заплавної багаторукавності, коли окремі заплавні протоки і відгалуження функціонують тільки під час стояння високих рівнів води.

Відрізки відносно прямолінійного русла спостерігаються на всій довжині ріки при підході її до корінних берегів та у вигляді прямолінійних вставок між звивинами, чи групами звивин. Особливістю долини Псла є наявність численних слідів великих палеозвивин у вигляді звивистих ділянок корінного берега. При підході русла до корінного берега в межах великих палеозвивин формуються різноманітні ділянки прямолінійного або криволінійного русла без ознак процесу меандрування (рис.1). Відносно прямолінійними виявилися також ділянки русла у межах руслових водосховищ (с.Вел.Багачка, с.Бобрик, с.Низи, тощо).

З підходом ріки до корінного берега пов'язано формування адаптованих і вимушених звивин. В умовах фіксації верхнього крила звивини біля корінного берегу утворюються адаптовані звивини, а нижнього крила – вимушені. На схемі

(рис.1а, б) показані деякі варіанти формування вимушених та адаптованих звивин на річці. З цими звивинами пов'язано також утворення завалених вільних звивин.

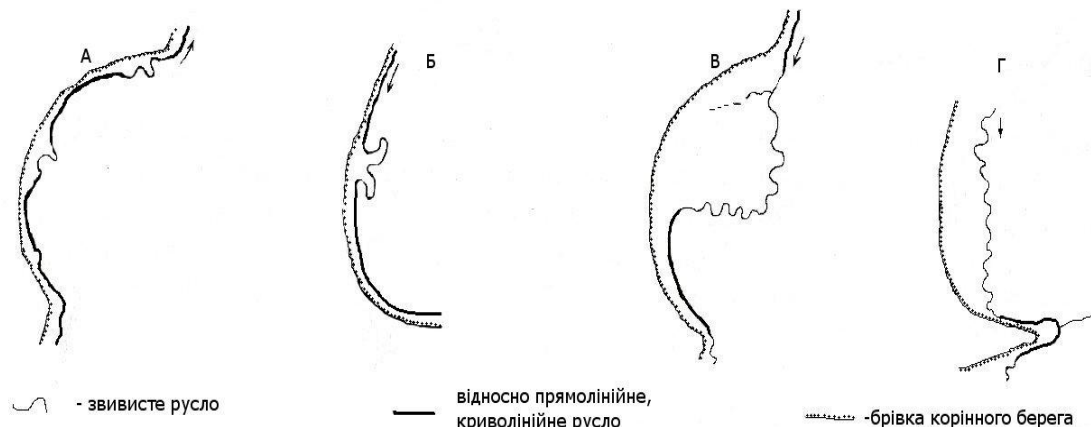


Рис.1. Форми взаємодії русла Псла з корінним берегом у межах палеозвивин в районі: а) смт.Шишаки; б) с.Остап'є; в) с.Сари; г) с.Прилипка.

Переважаючим морфодинамічним типом русла на р.Псел є вільне меандрування. Вільні звивини знаходяться на різних стадіях розвитку, тобто зустрічаються сегментні звивини (87% від загального числа), завалені (5%), петлеподібні (3,3%), прорвані (1%), пальцеподібні (1%) та інші форми звивин.

Розміри звивин значно змінюються за довжиною ріки і на окремих її ділянках. Відмічено, що від витoku до м.Суми переважають невеликі сегментні (пологі і круті) звивини (середні значення довжини  $l$  – 180 м, кроку  $L$  – 130 м, висоти  $h$  – 110м). Від м.Суми до м.Лебедин, особливо на ділянці субширотного розміщення долини ріки, переважаючими виявились пологі сегментні звивини з великими розмірами ( $l$  – 520 м,  $L$  – 430 м,  $h$  – 120м). Нижче м.Лебедин і до гирла переважають більш розвинуті, круті звивини з середніми розмірами ( $l$  – 650 м,  $L$  – 410 м,  $h$  – 140м). Середні для ділянки значення розміру звивин можуть змінюватись не тільки внаслідок розвитку звивин, а й через зміну кількості звивин. За багатолітній період часу вдалось прослідкувати як одна велика за розмірами розвинута сегментна звивина (рис.2 а) перетворилась на три малих звивини: адаптовану, вимушену і пологу сегментну. Відмічено, що розміри новоутворених звивин менші за розміри початкової звивини, але арифметична сума значень їх кроку ( $L_1, L_2, L_3$ ) у перші періоди існування близька до значення кроку початкової звивини ( $L_0$ ).

$$L_0 = k (L_1 + L_2 + L_3), \quad (1)$$

де коефіцієнт  $k$  змінюється від 0,8 до 2,0.

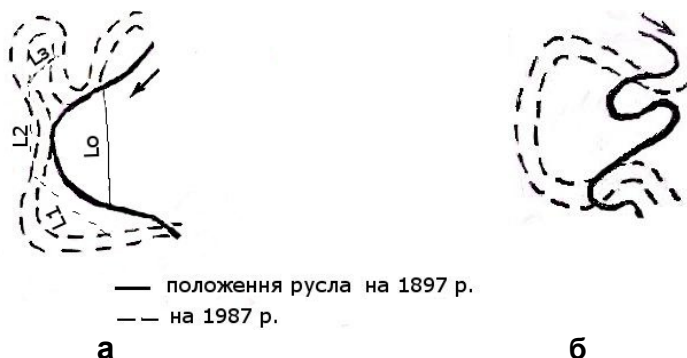


Рис.2. Зміна розмірів звивин внаслідок деформації русла Псла

Ця залежність справедлива і для зворотної трансформації русла, коли на місці трьох малих звивин утворювалась одна велика (рис 2 б).

Сегментні звивини знаходять значне поширення по усій довжині ріки. Ці звивини розвиваються самостійно і дають початок формуванню інших типів звивин. Вони представлені поодинокими звивинами на фоні прямолінійного відрізка русла, або формують групи з декількох звивин (до 30 шт.). Сегментні звивини найменші за розмірами і за ступенем розвинутості. Руслові деформації сегментних звивин полягають у поступовому зміщенні берега. Швидкості розмивання ввігнутого берега загалом невеликі 5-8 м/рік, зрідка можуть досягати 10-15 м/рік. Розвиток цих звивин переважно завершується формуванням петлеподібних звивин з подальшим їх спрямленням. Петлеподібні звивини досягають значного ступеня розвинутості ( $l/L = 3,5-4,2$ ). За 100-літній період на усьому протязі ріки вдалось зафіксувати тільки 20 випадків спрямлення петлеподібних звивин. Решта звивин продовжують розвиватись, або трансформувались в інший тип звивин. Після спрямлення звивини відмирання старого русла і формування стариці відбувається досить довго. Зафіксовано випадки, коли після спрямлення звивина продовжувала розвиватись і тільки через 30 років колишня петля втратила зв'язок з руслом (рис.3 а).

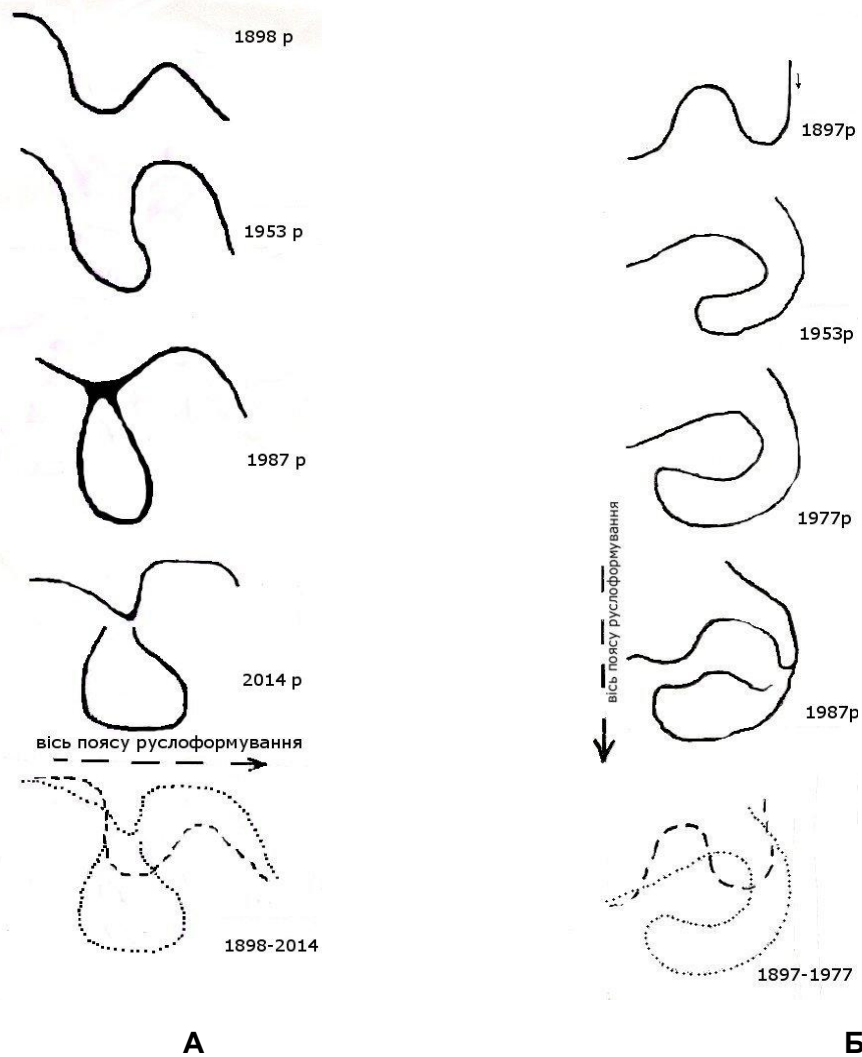


Рис.3. Зміна планового положення звивин ріки Псел: А) сегментна-петлеподібна в районі с.Каленики; Б) сегментна- завалена в районі с.Нижня Мануйлівка

Розміщення русла біля корінного берега, розвиток адаптованих і вимушених звивин часто пов'язане з утворенням завалених звивин. Завалені звивини виявились особливістю ріки Псел в середній та нижній течії. Такі звивини формуються при переважаючому зміщенні вершини звивини вниз, чи вгору по течії відносно стріли прогину ( $h$ ). Ступінь заваленості  $h^*/h_{сер.}$  деяких звивин досягає значення 1,5-2,0. Встановлено, що в процесі «завалювання» приймають участь дві суміжні сегментні звивини, або сегментна та адаптована (вимушена) звивини. Аналіз розвитку 20 пар завалених звивин Псла показав, що процес завалювання найчастіше проявляється тоді, коли геометрична вісь (стріла прогину) звивин розміщується майже паралельно (під кутом  $0^\circ$ - $10^\circ$ ) до вісі поясу меандрування, а вершини звивин орієнтовані вниз(верхня звивина) та назустріч (нижня звивина) загальному похилу дна долини ріки. Внаслідок нерівномірності розподілу швидкості течії на таких вигинах, інтенсивність розмивання берегів на крилах звивин стає неоднаковою, що і спричиняє ефект «завалювання». Певну роль відіграє стабільність одного крила звивини біля корінного берега і активне зміщення іншого. У процесі свого розвитку суміжні звивини «закручуються» за годинниковою стрілкою (правобічні вигини), або проти годинникової стрілки (лівобічні вигини).

В окремих випадках (с.Остап'є, с.Запсілля) дві пари завалених звивин розташовуються поруч і, закручуючись в різні боки, утворюють цікаві руслові форми: «лотос», «заячі вуха» (рис. 3б) тощо. Геометрична вісь звивин при цьому намагається зайняти положення, нормальне до вісі меандрування. На рисунку 3б показано схему розвитку пари завалених звивин за 90 років, від сегментної звивини до сильно заваленої звивини і утворення петлеподібної стариці. Ступінь розвинутості звивини на момент спрямлення складав 2,2.

**Висновки.** У результаті проведених досліджень встановлено, що 75% довжини ріки Псел має звивисту форму, а 25% - це відносно прямолінійне русло. Встановлені форми взаємодії русла з корінним берегом у межах палеозвивин для звивистих та прямолінійних русел. Серед вільних звивин зустрічаються сегментні (87% від загального числа), завалені (5%), петлеподібні (3,3%), прорвані (1%) та пальцеподібні (1%). Оцінки прояву руслових деформації на звивинах засвідчили, що швидкості розмивання ввігнутого берега можуть досягати на сегментних звивинах 10-15 м/рік. Завалені звивини утворюються із сегментних внаслідок впливу різноманітних зовнішніх факторів, у тому числі в залежності від їх місцеположення в долині ріки відносно основної вісі смуги руслоформування.

#### Список літератури

1. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) / В.В.Гребінь.-К.:Ніка-Центр, 2010.-316 с. 2. Ободовський О. Г. Гідролого-екологічна оцінка руслових процесів (на прикладі річок України) / О. Г. Ободовський. – К. : Ніка-Центр, 2001. – 274 с. 3. Великодний Ю.Й., Біда С.В., Ягольник А.І. та ін.. Особливості геоморфологічної та геологічної будови Полтавської області / Збірник наук.праць (будівництво) Вип.4 (34), Т.2. Полтава:ПолтНТУ.-2012.С.50-55. 4. Смирнова В.Г. Палеорусла в долинах річок України // Гідрологія, гідрохімія, гідро екологія. Наук.збірник. – К.: ВГЛ «Обрії»- 2011. Т.1(22). С.60-67. 5. Нешатаев Б.Н. Долинний морфо- и ландшафтогенез в голоцене на території Сумського Придніпров'я //Наукові записки Сумського держ. пед.унів. Серія географічні науки. Випуск 2. С.16-48. 6. Гайворон Т.Д. Стадії розвитку овражно-балочних форм и их связь с этапами земледельческого освоения // Геоморфология. – 1986. – №4. – С. 66-71. 7. Національний атлас України [Голов.ред. Л.Г.Руденко] - К.:ДНВП "Картографія", 2009. - 440 с. 8. «Краткие географические, политические и исторические известия о Малой России» 1773 р.

(підготовка до друку та коментар В.В.Кравченка) // Схід-Захід. Історико-культурологічний збірник. – Вип.3. – Харків, 2001. – С.271. 9. Ободовський О.Г. Оцінка вертикальних деформацій на рівнинних річках України / Захист довкілля від антропогенного навантаження. Вип.5 (7).Харків-Кременчук: ПП «Швидка». 2001. С.49-57.

#### **Звивини русла ріки Псел та їх деформації**

**Смирнова В.Г.**

*Досліджено основні чинники формування звивин р.Псел. Визначено основні типи русел річки та встановлено форми взаємодії русла з корінним берегом. Проведена оцінка змін розмірів звивин внаслідок руслових деформації та визначені швидкості розмивання ввігнутих берегів. Досліджено зміни положень різних типів звивин р.Псел у ретроспективі. Встановлена нова закономірність формування завалених звивин, пов'язана з положенням початкової сегментної звивини відносно вісі смуги руслоформування.*

**Ключові слова:** долина річки; господарська діяльність; палеозвивини; звивисте русло; завалені звивини; крок звивини.

#### **Излучины русла реки Псел и их деформации**

**Смирнова В.Г.**

*Исследованы основные факторы формирования излучин р.Псел. Установлены основные типы русла реки и формы взаимодействия русла с коренным берегом. Проведена оценка изменений размеров излучин в результате русловых деформации и определены скорости размывания вогнутых берегов. Исследованы изменения положения разных типов излучин р.Псел в ретроспективе. Установлена новая закономерность формирования заваленных излучин, связанная с положением начальной сегментной излучины относительно оси пояса руслоформирования.*

**Ключевые слова:** долина реки; хозяйственная деятельность; палеоизлучины; извилистое русло; заваленные излучины; шаг излучины.

#### **River meanders of Psyol and their deformation**

**Smirnova V.**

*The basic factors of forming river meanders of Psyol are investigated. The basic types of the riverbed and forms of interaction channel with the native bank are set. Evaluation of changes in the size of the bends as a result of channel distortion and blurring speed concave banks are determined. The changes in the provisions of different types of river meanders of Psyol are investigational in a retrospective view. The new conformity to law of forming of the falls bends, related to position of initial segment bend in relation to the axis of the belt of meandering, are set.*

**Keywords:** valley of the river; economic activity; paleochannels; river meanders; falls bend; step of bend.

**Надійшла до редколегії 14.04.2015**

УДК 551.55+556.047

**Корнієнко В.О., Данько К.Ю., Лук'янець О.І.**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

## **СТРУКТУРА ВОДНОГО БАЛАНСУ ТА БАГАТОРІЧНІ ЗМІНИ ЙОГО СКЛАДОВИХ У МЕЖАХ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ВБС**

**Ключові слова:** водний баланс, гірський водозбір, багаторічні зміни, опади, стік води, сумарне випаровування

**Актуальність досліджень.** Кількісні оцінки водних ресурсів необхідні для рішення проблем сучасного та перспективного водозабезпечення населення, промисловості, сільського господарства, у розробці заходів охорони навколишнього середовища. Їх багаторічні зміни прямо пов'язані з двома основними водно-балансовими факторами - змінами в термічному режимі і режимі зволоження, дія яких значною мірою коригується особливостями географічного

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2015. – Т.2(37)