

### III. ПРИРОДНИЧА ГЕОГРАФІЯ: ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА

УДК 556.166

Шакірманова Жаннетта Рашидівна,  
доктор географічних наук, доцент

Одеський державний екологічний  
університет, м. Одеса, Україна  
e-mail: jannettgidro@mail.ru

#### ПРОСТОРОВІ ЗАКОНОМІРНОСТІ У РОЗПОДІЛІ ШАРІВ СТОКУ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ РІВНИННИХ РІЧОК УКРАЇНИ

*Мета.* Обґрунтування методу просторового узагальнення шарів стоку весняного водопілля рівнинних річок України з метою встановлення фізико-географічної зональної обумовленості їх змінювання по території.

*Методика.* Запропоновано методику географічного узагальнення у вигляді регіональних рівнянь чи побудови ізоліній шарів стоку весняного водопілля рівнинних річок України, що необхідне при обґрунтуванні регіональних методів розрахунків і прогнозів характеристик максимального стоку весняного водопілля річок.

*Результати.* На основі принципу географічної зональності на басейнах рівнинних річок України обґрунтовується метод розрахунку та просторового узагальнення шарів стоку весняного водопілля у вигляді їх середніх величин за багаторічний період.

*Наукова новизна.* Просторове узагальнення розрахункових величин шарів стоку весняного водопілля здійснюється у вигляді карто-схеми ізоліній (при врахуванні впливу місцевих факторів – залісеності і заболоченості річкових басейнів).

*Практична значимість.* Одержані величин шарів стоку у вигляді карто-схем розподілу по території або регіональних рівнянь дають можливість їх визначення для будь-яких водозборів річок рівнинної території України, навіть й невивчених у гідрологічному відношенні.

*Ключові слова:* географічне узагальнення, розрахункові шари стоку

УДК 556.166

Шакірманова Жаннетта Рашидівна,  
доктор географічних наук, доцент

Одесский государственный  
экологический университет,  
г. Одеса, Украина,  
e-mail: jannettgidro@mail.ru

#### ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ В РАСПРЕДЕЛЕНИИ СЛОЕВ СТОКА ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ РАВНИННЫХ РЕК УКРАИНЫ

*Цель.* Обоснование метода пространственного обобщения слоев стока весеннего половодья равнинных рек Украины с целью установления физико-географической зональной обусловленности их изменения по территории.

*Методика.* Предложена методика географического обобщения в виде региональных уравнений или построения изолиний слоев стока весеннего половодья равнинных рек Украины, что необходимо при обосновании региональных методов расчетов и прогнозов характеристик максимального стока весеннего половодья рек.

*Результаты.* На основе принципа географической зональности на бассейнах равнинных рек Украины обосновывается метод расчета и пространственного обобщения слоев стока весеннего половодья в виде их средних величин за многолетний период.

*Научная новизна.* Пространственное обобщение расчетных величин слоев стока весеннего половодья осуществляется в виде карто-схемы изолиний (при учете влияния местных факторов - залесенности и заболоченности речных бассейнов).

*Практическая значимость.* Полученные величин слоев стока в виде карто-схем распределения по территории или региональных уравнений дают возможность их определения для любых водосборов рек равнинной территории Украины, в том числе и неизученных в гидрологическом отношении.

*Ключевые слова:* географическое обобщение, расчетные слои стока

УДК 556.166

*Shakirzanova Zhannetta Rashydivna,*  
Doctor of Geographical Sciences, Associate  
Professor

Odessa State Environmental University,  
Odessa, Ukraine  
e-mail: jannettgidro@mail.ru

### *SPATIAL PATTERNS IN THE DISTRIBUTION LAYERS RUNOFF OF SPRING FLOOD OF PLAINS RIVERS UKRAINE*

*Purpose.* Justification of the method of spatial generalization of layers runoff spring flood plain rivers of Ukraine to establish the physical and geographical zone their changes conditioning territory.

*Methods.* The technique of geographical generalizations as regional equations or contouring layers runoff spring flood plain rivers of Ukraine, which is necessary for the justification of regional methods of calculations and forecasts maximum flow characteristics of the spring flood rivers is offered.

*Results.* Based on the principle of geographical zones in plain rivers basins of Ukraine justified method of calculation and spatial generalization layers runoff of spring flood as their averages for long period.

*Scientific novelty.* A spatial generalization of the calculated values of layer runoff spring flood takes in the form of a schematic map of isolines (taking into account the influence of local factors - forests and swamps of river basins).

*The practical significance.* Values obtained in the form of a schematic map of layers runoff distribution on the territory or regional equations enable their to determine any plain rivers of catchments in Ukraine, and even unexplored in hydrological terms.

*Keywords:* geographical generalization, calculation layers runoff.

*Постановка проблеми.* В сучасних математичних моделях для розрахунків і прогнозів річкового стоку талих та дощових вод за основу прийнятий принцип, пов'язаний з виявленням впливу елементів природного ландшафту (залісеності, заболоченості) на характеристики і фактори стоку. В географічній науці загальноприйнятим методом просторового узагальнення є районування території або представлення інформації у вигляді карто-схем ізоліній.

*Аналіз останніх досліджень і публікацій.* В низці робіт минулих років (В.Г.Глушков, 1933, Б.Д. Зайков, 1946) було обґрунтовано географічну природу річкового стоку і необхідність комплексного фізико-

географічного підходу до вивчення особливостей його формування та розвитку.

В гідрологічній історії при використанні ідеї географо-гідрологічного методу відомі різні класифікації річок – Н.Д. Антонова (1941), Л.Т. Федорова (1949), В.Д. Комарова (1959) – для весняного стоку; М.І. Львовича (1938) – за джерелами живлення річок, типів водного режиму річок; Б.Д. Зайкова (1946) – для сезонного і річного стоку; Д.Л. Соколовського (1957), П.С. Кузіна (1960) – за типами водного режиму річок та ін.; схеми районування території – Б.Д. Зайкова (1946) – для внутрішньорічного режиму річок; В.А. Троїцького (1948); А.М. Норватова (1951) – для мінімального стоку; П.С. Кузіна (1960) – по водному режиму річок та ін. За думкою П.С. Кузіна (1960, 1979) географо-гідрологічний метод представляє собою теоретично обґрунтований принциповий підхід до генетичного вивчення закономірностей формування гідрологічного режиму з використанням елементів природного середовища, які в своєму різноманітті і сполученні взаємодіють з іншими природними факторами і водними об'єктами.

В 70-ті рр. минулого сторіччя широкий розвиток отримав і зонально-ландшафтний метод районування території за однорідними умовами формування стоку річок [1,2]. Питанням районування території за ознаками однорідності умов формування весняного стоку присвячені також роботи В.К. Рязанцева, В.Н. Жердева і І.П. Землянухіна (1984), Г.В. Павленка і С.П. Шендрика (1985), А.В. Христофорова (1993) та ін., а також – авторів [3]. Для території України Н.С. Лободою [4] виконане районування території України за синхронністю коливань річного стоку при використанні методів факторного аналізу і головних компонент в масивах коефіцієнтів кореляції між річним стоком річок.

При врахуванні комплексу природних факторів формування водного режиму річок В.В.Гребенем [5] розроблене ландшафтно-гідрологічне районування території України за ієрархічною класифікацією природних систем і з виділенням двох головних рівнів ландшафтно-гідрологічної диференціації – зонального та провінційного. При використанні факторного аналізу встановлені первинні (сума опадів, висота басейнів) і вторинні (ухили русел і водозборів, залісеність, заболоченість) чинники стокоутворення.

*Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.* Враховуючи вищевикладені основи розвитку і сутності комплексного зонально-географічного підходу до аналізу умов формування річкового стоку, як результату складного тісного взаємозв'язку природних факторів ландшафту, при обґрунтуванні регіональних методів розрахунків і прогнозів характеристик максимального стоку весняного водопілля запропонований підхід географічного узагальнення у вигляді побудови ізоліній або регіональних рівнянь характеристик формування весняного водопілля рівнинних річок України.

*Формулювання цілей статті.* Основне завдання роботи полягає в обґрунтуванні методу просторового узагальнення шарів стоку весняного водопілля рівнинних річок України з метою встановлення фізико-географічної зональної обумовленості їх змінювання по території (при врахуванні впливу місцевих факторів – залісеності і заболоченості річкових басейнів), а також для поширення розроблених розрахункових чи прогностичних схем для невивчених у гідрологічному відношенні водозборів.

На річках, що мають тривалі часові гідрологічні спостереження за характеристиками весняного водопілля, середньобогаторічні їх значення отримуються за методом середнього арифметичного. Для водних об'єктів з короткими рядами спостережень або для тих, на яких спостереження взагалі не ведуться, середньобогаторічні значення шарів весняного стоку можна визначити при їх узагальненні, наприклад, по регіональних залежностях від географічного положення водозборів або по карто-схемах розподілу по території.

*Виклад основного матеріалу.* Для розглядуваних водозборів рівнинних річок території України (басейни Середнього, з притоками Прип'яттю та Десною, та Нижнього Подніпров'я, річки басейну Сіверського Дінця та Південного Бугу, річки північно-західного Причорномор'я) вихідними матеріалами по характеристиках стоку весняного водопілля прийняті багаторічні дані гідрометеорологічних спостережень по 217 гідрологічних постах, які здійснюють тривалі регулярні спостереження за стоком води. Діапазон водозбірних площ змінюється від 6,2 км<sup>2</sup> (лог Райчик – с.Польова-Лукашівка) до 88500 км<sup>2</sup> (р. Десна – м. Літки). Найбільша кількість гідрологічних постів (37,3% від загального їх числа) має величини площ водозборів в діапазоні від 1001 до 5000 км<sup>2</sup>, а для 33,7 % – розміри водозборів коливаються в межах 101-1000 км<sup>2</sup>. Річок з площами водозборів, більш ніж 20 тис. км<sup>2</sup> значно менше (приблизно 6%).

Досліджувані річки знаходяться в різних географічних зонах, у зв'язку з чим умови формування весняних водопіль розрізняються як за кліматичними показниками, так і за фізико-географічними умовами підстильної поверхні. Так, в зоні мішаних лісів розповсюджені річки в основному снігового живлення, при цьому частка дощового та підземного стоку доволі висока. На південь, в лісостеповій і степовій зонах, характерний тип річок зі сніговим живленням і достатньою підземною складовою, але при незначному дощовому стоці. В цілому по території рівнинні річки на 50-80% живляться талими сніговими водами. Для малих річок частка снігового живлення значно підвищується (до 80-100%), а підземного зменшується до 0-20% [6].

Високий (за об'ємом) весняний стік формується в роки з холодними зимами при значному і стабільному снігонакопиченні, малій водопоглинальній спроможності ґрунтів, інтенсивному сніготаненні в

умовах швидкого наростання тепла, іноді, підсиленого рідкими опадами, які випадають на сніг, який тоне. Найбільш багатоводними за тривалий період спостережень як за загальним об'ємом весняного стоку, так і за максимальними витратами води водопілля формувалися у 1932, 1942, 1947, 1956, 1960, 1963, 1970, 1971, 1978, 1979, 1980, 1986, 1988, 1994 рр., а маловодні весни припадали на 1944, 1950, 1954, 1962, 1965, 1969, 1975, 1976 рр.

Нестійкі погодні умови взимку призводять до формування двох і більше хвиль водопілля. Прикладом є: 1971, 1981, 1998, 2001 та ін. роки. Крім того, в більш теплі роки, наступного після зимової відлиги снігонакопичення і, як наслідок, весняної хвилі водопілля може й не спостерігатися, як це було у 1975, 1989, 1990, 2002 рр. В останні роки (2007, 2008, 2009, 2014, 2015 рр.) на значній частині території крайнього півдня України накопичення снігозапасів практично не відбувалося, що призвело до невиражених весняних водопілля на річках або зовсім до їх відсутності. Взагалі ж на фоні маловодних років останніх десятиріч відмічені найбільш багатоводні водопілля – у 1998, 2003, 2006, 2010 рр.

*Середньобагаторічний шар стоку водопілля та його розподіл по території України.* Вивчення середньобагаторічних величин шарів стоку весняного водопілля базувалося на аналізі й обробці стокових рядів спостережень по 217 гідрологічних постах за тривалий багаторічний період спостережень. В основу просторових узагальнень покладено регіональні залежності стоку від географічних (широти) і місцевих факторів (залісеності і заболоченості водозборів) в межах рівнинної території України.

Визначити роль лісу та боліт у формуванні стоку весняного водопілля рівнинних річок до сьогодні доволі складно. Існують різні думки з цього приводу, які висвітлені у роботі автора [6].

Ліси мають важливу природну водорегулюючу роль у формуванні річкового стоку і в різних фізико-географічних умовах направленість його дії може бути різною. Завдяки вільній фільтрації води в ґрунт, високій пористості частка тало-дощової води витрачається на поповнення запасів ґрунтових і підземних вод, тимчасове затримання вологи у лісовій підстилці сприяє випаровуванню вологи, а стікання води по схилах відбувається підповерхневим і ґрунтовим шляхом. Все це призводить зазвичай до зменшення об'єму і максимальних витрат води водопілля і паводків та підвищення меженного стоку річок [1,2].

Болота та заболочені землі є великими акумуляторами поверхневих вод на водозборах і призводять до сезонного перерозподілу чи зниження максимального стоку з заболочених басейнів річок [1,2,7].

Для вилучення географічної складової розподілу шарів стоку по території на основі залежності (рис. 1) їх значення були приведені спочатку до умовної географічної широти  $\varphi = 50^\circ$  півн.ш.  $(Y_0)_{\varphi=50}$  (при коефіцієнті кореляції  $r = 0,86$ ) за рівнянням

$$(Y_0)_{\varphi=50} = Y_0 / \exp[0,32(\varphi^0 - 50)]. \quad (1)$$

де  $Y_0$  – середньобагаторічні величини шарів весняного стоку, мм;  
 $\varphi$  – географічна широта центрів водозборів, в частках °півн.ш.

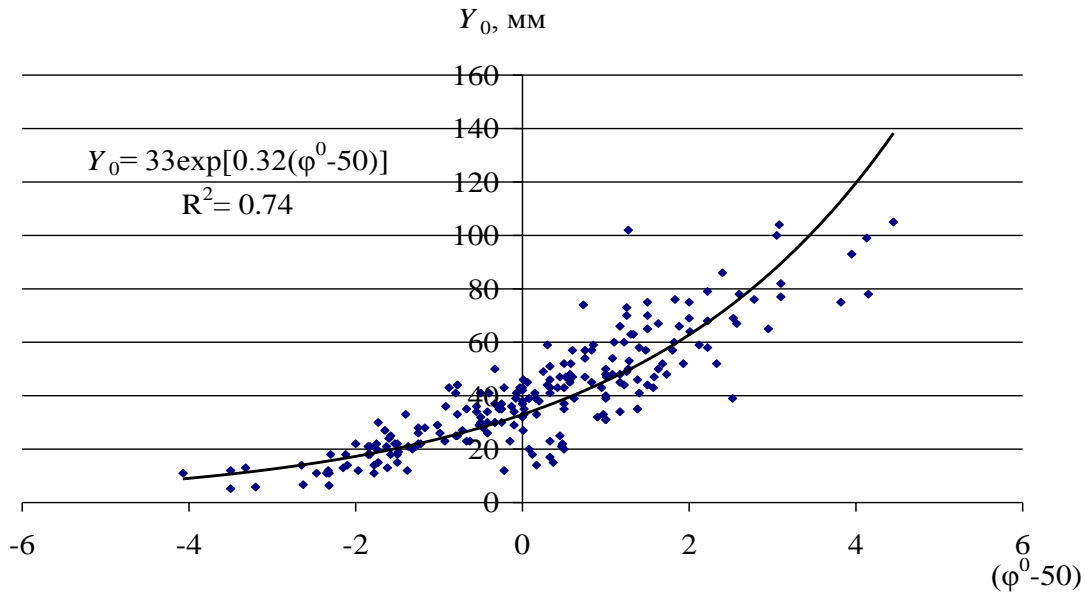


Рис.1 – Залежність середньобагаторічних величин шарів стоку весняного водопілля від географічної широти геометричних центрів водозборів річок рівнинної території України

Для виключення впливу боліт була побудована залежність  $(Y_0)_{\varphi=50} = f[\lg(f_{\dot{a}} + 1)]$ , яка при кількості об'єктів  $N=217$ , є значущою ( $r = 0,10$ ), причому

$$(Y_0)_{\varphi=50} = (Y_0)_{\varphi=50, f_{\dot{a}}=0} - 2,87 \cdot \lg(f_{\dot{a}} + 1). \quad (2)$$

Далі, після виключення впливу на  $Y_0$  боліт досліджено вплив на шари стоку й залісеності водозборів  $f_l$  (при  $r = 0,14$ ), причому

$$(Y_0)_{\varphi=50, f_{\dot{a}}=0} = (Y_0)_{\varphi=50, f_{\dot{a}}=0, f_{\dot{e}}=0} + 3,40 \cdot \lg(f_{\dot{e}} + 1). \quad (3)$$

Встановлено, що для рівнинних річок України в цілому прослідковується помірна редукція шарів стоку зі збільшенням заболоченості водозборів ( $f_{\dot{a}}$ ) і відчутна тенденція до збільшення весняного стоку – при збільшенні площі лісів ( $f_l$ ).

Середньобагаторічні величини шарів стоку весняного водопілля (після виключення впливу на них залісеності і заболоченості) змінюються у широтному напрямку, зменшуючись з півночі на південь від 100-80 мм (верхня течія р. Десна, у межах Росії), 50-55 мм (північ та північний схід України) до 10-15 мм (басейни річок півдня України). Побудована карто-схема ізоліній в межах рівнинної території України  $Y_0 / (k_l k_{\dot{b}})$  показана на рис.2.

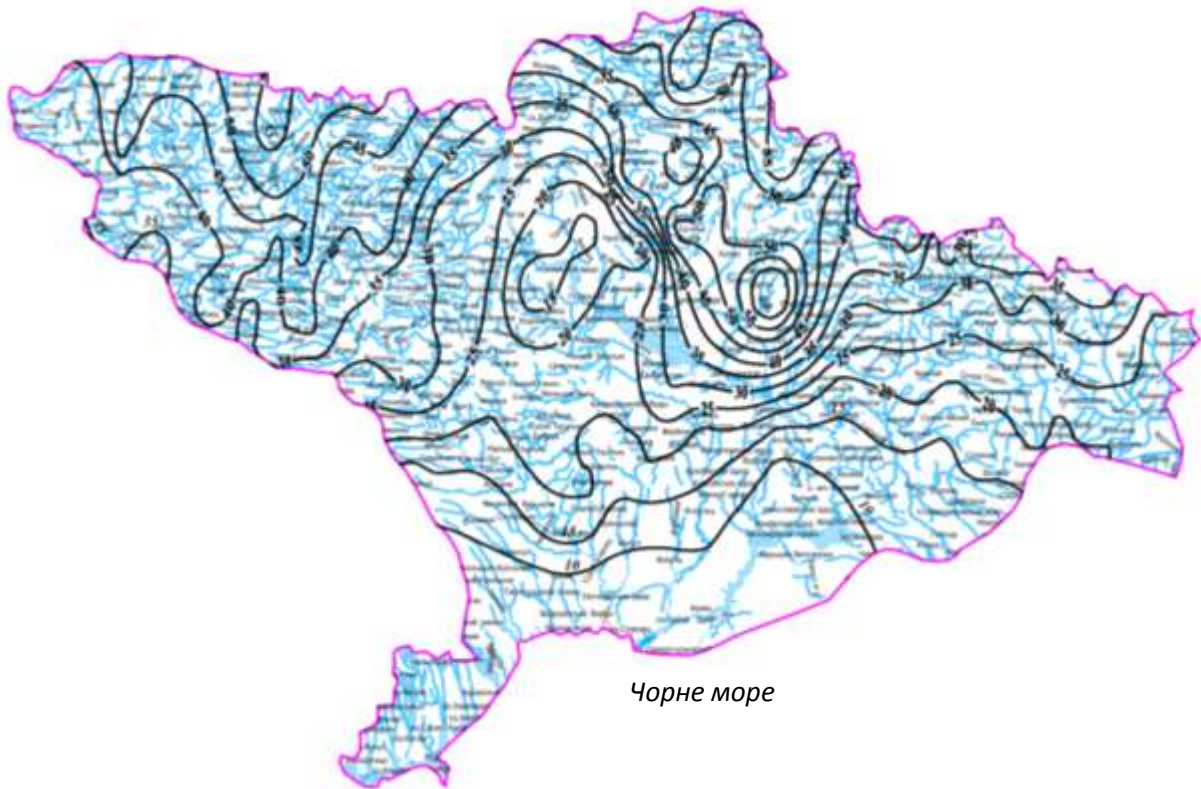


Рис.2 – Розподіл по території середньобогаторічних величин шарів стоку весняного водопілля (при  $f_n = 0, f_b = 0$ ) в басейнах річок рівнинної території України, мм

По знятих з карто-схеми значеннях шарів стоку їх величини  $Y_0$  одержуються за рівнянням

$$Y_0 = (Y_0)_{\text{карт}} \cdot k_b \cdot k_n, \quad (4)$$

де  $(Y_0)_{\text{карт}}$  – значення середньобогаторічних шарів весняного стоку, зняті з картосхеми (рис.2) для геометричних центрів водозборів.

Коефіцієнти впливу заболоченості  $k_b$  і залісеності  $k_n$  на середньобогаторічні величини шарів стоку  $Y_0$  одержуються з рівнянь (2) та (3) і мають вигляд:

$$k_b = 1 - 0,081 \cdot \lg(f_b + 1); \quad (5)$$

$$k_n = 1 + 0,070 \cdot \lg(f_n + 1). \quad (6)$$

Збіжність знятих з карто-схеми (рис.2) та обчислених за (4) величин  $Y_0$  із середньобогаторічними значеннями шарів стоку весняного водопілля характеризується кутовим коефіцієнтом рівним одиниці при тісноті зв'язку  $r = 0,96$ . Слід зазначити, що середньоквадратична похибка визначення величин шарів стоку весняного водопілля  $Y_0$  по рядах спостережень становить  $\sigma_{Y_0} = 12\%$ .

При цьому частина території в межах північно-західного Причорномор'я залишається не охопленою гідрологічною інформацією

(див.рис.2), через відсутність стокових вимірювань на річках цієї території. За умов практичної відсутності лісів і боліт з метою визначення середньобагаторічних величин шарів стоку весняного водопілля річок крайнього півдня країни запропоновано, одержане за рис.1, регіональне рівняння від географічного положення водозборів

$$Y_0 = 33 \cdot \sin[0,32(\varphi^0 - 50)] \quad (7)$$

*Висновки.* Річковий стік є результатом складного комплексу взаємодіючих факторів, а роль боліт і лісів у його формуванні може бути різною в залежності від того, в якому сполученні ці фактори проявляються у водному балансі річкового стоку. Автором обґрунтовано методику визначення розрахункових величин шарів стоку  $Y_0$  у вигляді карто-схеми їх розподілу по території (за виключення впливу місцевих факторів – залісеності і заболоченості водозборів) або регіонального рівняння (для невивчених у гідрологічному відношенні річок північно-західного Причорномор'я).

Отримана добра відповідність розрахункових значень  $Y_0$  вихідним даним ( $r=0,96$ ). Це дає можливість визначення цієї характеристики для будь-яких водозборів річок розглядуваної рівнинної території України, навіть й невивчених у гідрологічному відношенні.

*Список використаних джерел:*

1. Соколовський Д.Л. Річковий стік / Д.Л. Соколовський. - Л. : Гідрометеоіздат, 1968. - 540 с.
2. Кузин П.С. Географічні закономірності гідрологічного режиму річок / П.С. Кузин, В.І. Бабкін. - Л. : Гідрометеоіздат, 1979. - 200 с.
3. Гопченко Є.Д. Територіальне довгострокове прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля: навч. посіб. / Є.Д. Гопченко, Ж.Р. Шакирзанова. - К. : КНТ, 2005. - 240 с.
4. Лобода Н.С. Розрахунки та узагальнення характеристик річного стоку річок України в умовах антропогенного впливу / Н.С. Лобода: Монографія. - Одеса: Екологія, 2005. - 208 с.
5. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) / В.В.Гребінь. – К. : Ніка-Центр, 2010. – 316.
6. Шакирзанова Ж.Р. Довгострокове прогнозування характеристик максимального стоку весняного водопілля рівнинних річок та естуаріїв території України / Ж.Р. Шакирзанова: Монографія.- Одеса: ООО «Плутон», 2015. – 252 с.
7. Іванов К.Є. Гідрологія боліт / К.Є. Іванов. - Л. : Гідрометеоіздат, 1953. - 298 с.

*Список использованных источников*

1. Соколовский Д.Л. Речной сток / Д.Л. Соколовский. – Л.: Гидрометеоиздат, 1968. – 540 с.
2. Кузин П.С. Географические закономерности гидрологического режима рек / П.С. Кузин, В.И. Бабкин. – Л.: Гидрометеоиздат, 1979. – 200 с.
3. Гопченко Е.Д. Территориальное долгосрочное прогнозирование максимальных расходов воды весеннего половодья: уч. пособ. / Е.Д. Гопченко, Ж.Р. Шакирзанова. – К.: КНТ, 2005. – 240 с.
4. Лобода Н.С. Расчеты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния/ Н.С. Лобода: Монография. – Одесса: Экология, 2005. – 208 с.



5. Гребень В.В. Современный водный режим рек Украины (ландшафтно-гидрологический анализ) / В.В.Гребень. - К.: Ника-Центр, 2010. - 316.
6. Шакирзанова Ж.Р. Долгосрочное прогнозирование характеристик максимального стока весеннего половодья равнинных рек и эстуариев территории Украины / Ж.Р. Шакирзанова: Монография.- Одесса: ООО «Плутон», 2015. - 252 с.
7. Иванов К.Е. Гидрология болот / К.Е. Иванов. – Л.: Гидрометеиздат, 1953. – 298 с.

*References*

1. Sokolovsky D.L. River flow / D.L. Sokolovsky. - L.: Gidrometeoizdat, 1968. - 540 p.
2. Kuzin P.S. Geographic patterns of river hydrology / P.S. Cousins, V.I. Babkin. - L.: Gidrometeoizdat, 1979. - 200 p.
3. Gopchenko E.D. Territorial long-term forecasting maximum water discharge spring floods: Account. benefits. / E.D. Gopchenko, Zh.R. Shakirzanova. - K.: KNT, 2005. - 240 p.
4. Loboda N.S. Calculations and generalization characteristics of the annual flow of the rivers of Ukraine in the conditions of anthropogenic influence / N.S. Loboda: Monograph. - Odessa: Ecology, 2005. - 208 p.
5. Grebin V.V. Modern water regime of the rivers of Ukraine (landscape-hydrological analysis) / V.V.Grebin. - K.: Nick Center, 2010. - 316.
6. Shakirzanova Zh.R. Long-term forecasting of maximum flow characteristics of the spring flood plains of rivers and estuaries in Ukraine / Zh.R. Shakirzanova: Monograph Odessa LLC "Pluto", 2015. - 252 p.
7. Ivanov K.E. Hydrology of wetlands / K.E. Ivanov. - L.: Gidrometeoizdat, 1953. - 298 p.