

наиболее мощной эрозионной деятельности в руслах и временных водотоках. Выявлены наиболее опасные участки эрозионной деятельности и вероятности образования селевых потоков в дальнейшем. В отдельных случаях установлен уровень ущерба.

Ключевые слова: Крымские горы, юго-восточный селевой район, центры образования селей, рыхлообломочный материал горных пород, эрозионная деятельность.

I manifestation landslide and erosion of the results of surveys cells their manifestation during the 2003-2013 biennium Crimea

Pyasetska S.

Observed the results of the research centers of manifestation landslide activity and erosion of the river system and temporary streams (cliffs) in the southeastern region of Crimea landslide over the past 10 years (2003-2013 years). In the absence of symptoms directly landslide activity were summarized materials of observations of the manifestation of erosion activities in the study areas (mainly the South-Eastern district). The manifestation of erosive activity during this time was recorded in South-Eastern mud area of the Crimean mountains in the area in the area of active foci of mudflows - the flow of the river Ai-Serez (left tributary - Rocky beam, a tributary beam School), the crow river and its tributaries (left and right tributary – beam Hama), cliffs Stavluhar (right-hand tributary of Uskut), tributaries of the rivers Shelen and Kutlak (left tributary – beam Zaprudne), Potamis, Kuchuk-Karasu. Established most powerful erosion in the beds of streams and temporary during the studied decade (2003-2013 years) in the southeastern area of display mudflows in Crimea there was quite a strong erosive activity of destruction of rocks that form the slopes of river waterways, accumulation loose fragmental material rock and slope and re-formation of these deposits further deformation channels (raising the level of the bottom, or vice versa its erosion, silt deposits emergence of centers at the foot of the slopes). The most intense erosion activity occurred near the tributaries of the river Ai Serez (left tributary - Rocky gully, a tributary beams School) Voron river and its tributaries (especially the right tributary - beam Ham) cliffs Stavluhar (right tributary river Uskut), tributaries and rivers Chelun Kutlak (especially the left tributary - beam Zaprudna). In July 2006 due to the large amount of precipitation, which is 5 times higher than the rate of the river Kuchuk-Karasu was broken several dams and catastrophic flood occurred. Due to the significant loss in quantity and intensity of storm rainfall character in this period there were several mudflows floods (2011 - left tributary of river Voron) and 2013 – river Chelun). However, the emergence manifestation landslide flows were found. The intensity of display of erosion was quiet most of 2011 and 2012 years as a result of loss of less rainfall and its intensity. The most dangerous during the period was the focus of the beam - left tributary river Voron, due to uncontrolled construction in the immediate vicinity of the cottage removing soil and moving significant amounts of builders waste directly into the beam channel and river Chelun near the village Gurzuf.

Keywords: Crimean Mountains, southwest s landslide district, the emergence of mudflow centers, loose fragmental material rock erosion activities.

Надійшла до редколегії 05.04.2016

УДК 551.579.4

Жукова Ю.О., Довганенко Д.О.

Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара

ОЦІНКА ФОРМУВАННЯ ПАВОДКОВОГО СТОКУ РІЧОК ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ В УМОВАХ РЕЖИМУ ЙОГО РЕГУЛЮВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ РЕЛЬЄФУ SRTM30

Ключові слова: паводковий стік, перехоплення опадів, зарегульованість, ГІС

Вступ. В межах Дніпропетровської області існує проблема з раціональним використанням поверхневих вод, що пов'язано з фізико-географічним положенням і особливо з кліматичними умовами даного регіону. Основним фактором порушення гідрологічного режиму місцевих річок є надмірна зарегульованість їх стоку.

В результаті аналізу досліджень, що висвітлюють проблематику зарегулювання стоку річок Дніпропетровської області було підтверджено статус актуальності вказаної проблеми, і в тому числі, з'ясовані наступні положення.

Відомо, що Дніпро забезпечує водою 2/3 території України, близько 30 млн. чоловік, 50 великих міст та промислових центрів, 2,2 тис. сільських і понад 1 тис. комунальних господарств, 50 великих зрошувальних систем і 4 атомних електростанції. Використання води питної якості на питні потреби становить 50%. В той же час приблизно 90% потреби в воді можна задовольнити за рахунок впровадження зворотних циклів повторного використання і які на теперішній час залишаються нереалізованими [1].

Потенційні місцеві ресурси поверхневих та підземних вод Дніпропетровської області становлять 53,3 км³, якщо ураховувати поверхневий стік з територій водозбірних басейнів річок Самари, Вовчої, Солоні, Бика, Орелі, Інгульця – 1,53 км³ (2,9 %), Дніпра – 50,6 км³ (94,9 %). Сумарний стік р. Дніпро в маловодний рік 95 %-ї забезпеченості (трапляється 1 раз на 20 років) складає 33,1 км³. Таким чином сумарний об'єм всіх ставків і водосховищ в басейні р. Дніпро значно перевищує стік річки 95 % забезпеченості, що є прямим порушення статті 82 «Водного кодексу України» [2,4]. Нажаль така ситуація зумовлює не тільки порушення закону, але й потенціальну загибель екосистеми основної артерії України.

Метою роботи була оцінка впливу зарегульованості стоку річок Дніпропетровської області на формування їх паводкового стоку з використанням геоінформаційних систем та цифрової моделі рельєфу.

Пошук шляхів вирішення проблеми, що склалася полягає у одночасному аналізі просторових та часових даних. Таким чином доцільним є використання ГІС-технологій та методів дистанційного зондування Землі у комбінації з регулярними спостереженнями.

Важливим елементом гідрологічних досліджень та розрахунків є необхідність врахування властивостей рельєфу басейну річки як фактору перерозподілу стоку. Очевидною перевагою ГІС методів є можливість переходу від коефіцієнту до просторової динаміки поверхні водозбору. На даний час найбільш перспективною основою для вирішення поставлених гідрологічних задач є цифрова модель рельєфу. Вона має в якості структурної основи ієрархічну, реляційну, мережеву або комплексну модель, що дозволяє оцінити такі морфометричні показники як: крутизна та експозиція схилів, генерація мережі тальвегів і вододілів, аналіз поверхневого стоку [3].

ЦМР одержують за допомогою обробки супутникових даних або сенсорної зйомки місцевості. На теперішній час стало можливим отримання високоточної інформації про рельєф місцевості з роздільною здатністю до 60 см. Супутники, за допомогою яких отримують такі дані мають різні призначення в зв'язку з чим знімки мають досить велику розбіжність у характеристиках (табл. 1).

Практично всі перелічені в табл. 1 знімки є комерційними і отримання такої продукції відбувається за відповідну плату. Єдиною з перелічених ЦМР, яка має вільний доступ до скачування вихідних даних є SRTM30. Як зазначено, дана ЦМР має достатньо великий просторовий дозвіл (до 90 м), що дає можливість вираховувати морфометричні параметри річкової мережі, охопити достатньо велику територію (до 3°) і може бути обробленою за допомогою більшості геоінформаційних систем.

Таблиця 1. Характеристика цифрових моделей рельєфу

Параметр	World View-1/2	GeoEye	Ikonos	ALOS PRISM	Spot-5	WorldDEM (TerraSAR-X /TanDEM-X)	SRTM
Тип вихідних даних	Стереозйомка у видимому діапазоні				Радарні інтерферометричні знімки		
Просторовий дозвіл (м)	0,5	0,5	1	2,5	2,5	-	-
Крок ЦММ (м)	до 1	до 1	до 2	5	5	12	90
Точність в плані (м)	5	5	11	10	12-15	6	16
Відносна точність по висоті (м)	до 1	до 1	до 1	до 5	до 6	до 2	до 10

Викладка основного матеріалу. На першому етапі дослідження необхідно було отримати морфометричні характеристики водозборів річок Дніпропетровської області. Для цих цілей було використано ЦМР SRTM30 v.4. У зв'язку з недостатньою потужністю апаратного ресурсу для збільшення ефективності роботи інструментів Arc GIS вся територія області була розчленована на 3 частини: північна, південно-західна, східна.

Безпосередньо для гідрологоморфологічного аналізу використовувались інструменти Hydrology, модуля просторового аналізу Spatial Analyst. Алгоритм аналізу передбачав наступні етапи:

1. Заповнення хибних западин (безстічні області). Ці западини представляють собою локальні пониження (і піки) – «помилки», що виникають через дозвіл даних або округлення висот до найближчого цілого значення. Оскільки в задачі визначення перехоплення опадів водосховищами не має на меті визначення дійсних безстічних областей тому заповнення ЦМР SRTM30 робилась з опцією за замовчуванням (рис. 1)

В результаті «заповнення» було отримано «гідрологічну вірну» ЦМР, що дозволило розрахувати напрямок стоку та сумарний стік.

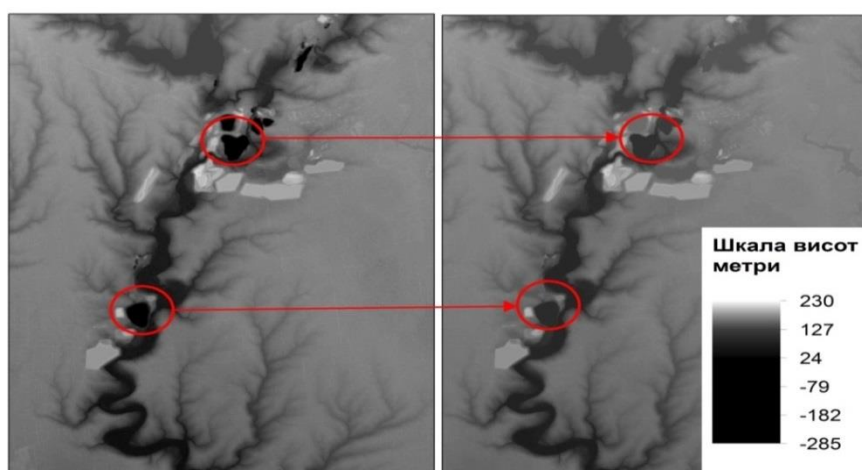


Рис.1. Заповнення безтокових ділянок

2. Напрямок стоку: створює растр напрямку стоку з кожного осередку (піксель) по найближчій сусідній клітинці вниз по схилу до гідрографічної мережі. Кожен з напрямків шифрується значеннями від 1 до 128 (рис. 2).

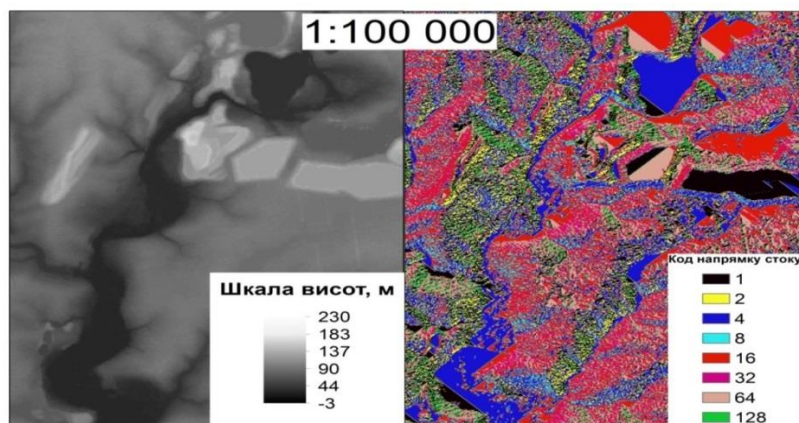


Рис. 2. Напрямок стоку

3. Сумарний стік: створює растр потоку накопичення в кожному клітинку (піксель). Даний інструмент також дозволяє використовувати фактор ваги.

4. Калькулятор растра: будує растр за виразом алгебри карт з використанням синтаксису Python в інтерфейсі, подібному калькулятору. За допомогою цього інструменту були визначені мінімальні значення накопичення стоку для заданого регіону (20000 одиниць умовного стоку). Загальний вираз алгебри карт має вигляд

$$\text{«Сумарний стік»} \geq 20000, \quad (1)$$

де «Сумарний стік» - назва растрового шару зі значеннями накопичення стоку; 20000 – мінімальний поріг наявності гідрографічної мережі.

Після чого був отриманий растр з логічними значеннями від 0 до 1. Значенню 1 відповідає наявність водотоків.

5. Відбір: За результатами роботи інструменту «вибір» були виокремлені значення відповідні «1». Після чого була проведена ідентифікація водотоку і отримані значення були векторизовані (рис. 3).

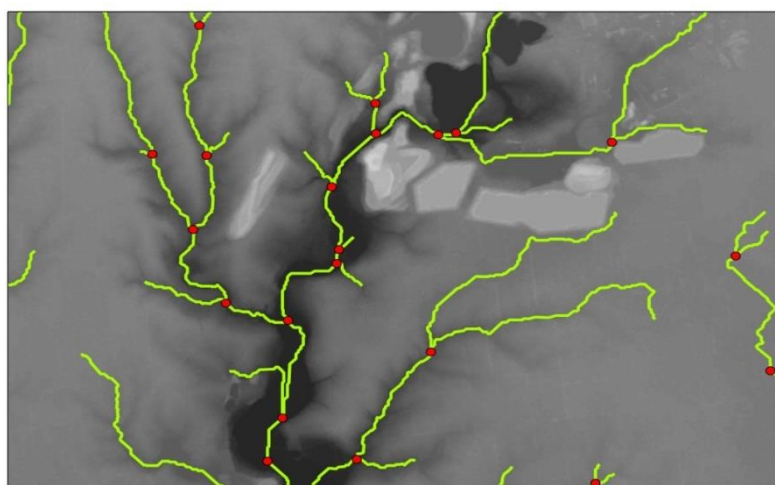


Рис. 3. Гідрографічна сітка з прив'язкою до гирла

6. Для визначення місця положення гирла був застосований інструмент «перетин», який обчислює геометричний перетин між вхідними об'єктами. Просторові об'єкти або частини об'єктів, які перекриваються у всіх шарах і/або класах просторових об'єктів, записуються у вихідний клас об'єктів. У результаті була отримана карта гирл водотоків та водосховищ Дніпропетровської області (рис. 3).

7. Маючи всі значення напряму стоку і положення гирл були прораховані водозбірні області всіх водотоків Дніпропетровської області. При цьому застосовувався інструмент «водозбірна область» (рис. 4).

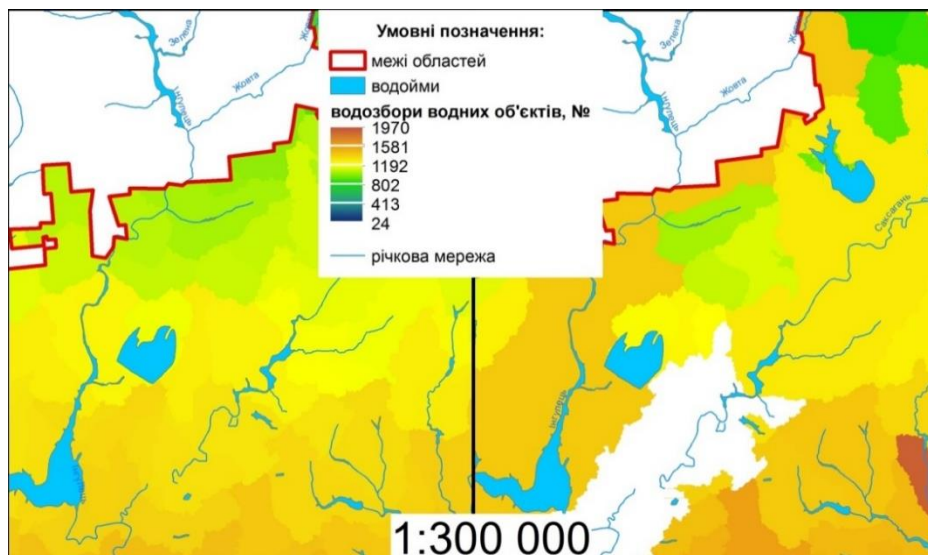


Рис. 4. Водозбори водних об'єктів західної частини Дніпропетровської області

8. На наступному етапі були отримані карти розподілу зливових опадів в межах Дніпропетровської області. Для побудови розподілу вище згаданої характеристики використовувалися значення норми опадів за весняно-літній період. При інтерполяції норми опадів були враховані значення з 25 метеостанціями, які розташовані як в області так і за її межами (рис. 5).

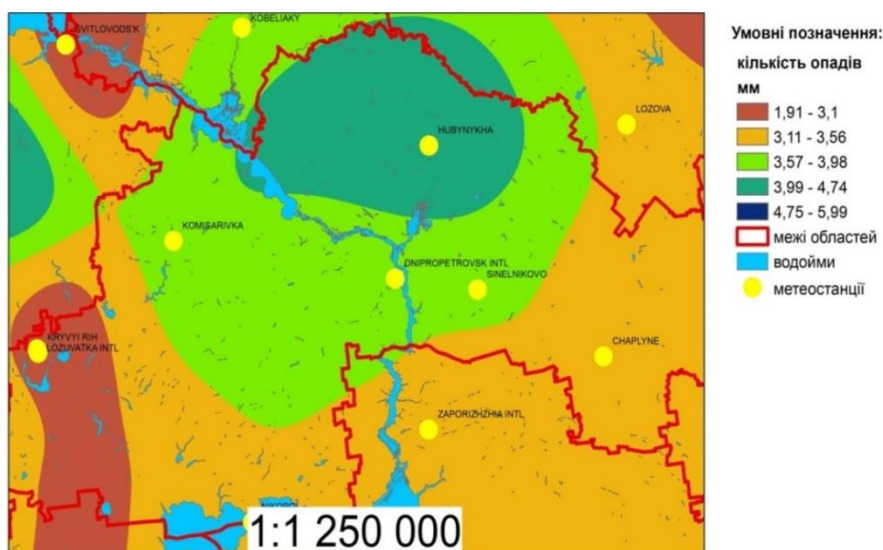


Рис. 5. Розподіл опадів в межах Дніпропетровської області

9. За допомогою інструмента Зональна статистики були отримані оцінки розподілу кількості опадів відповідно по водосховищам і водозборам природних водотоків. Були визначені показники опадів: сума, обсяг, мінімальні значення, максимальні значення, стандартне відхилення. За допомогою цих показників було визначено об'єм опадів, що формуються в межах водозборів основних річок Дніпропетровської області (табл. 2).

Попередньо до цього було визначено щільність розподілу водосховищ в межах території Дніпропетровської області (рис. 6), яка дала змогу з'ясувати, що найбільш перенасичений є південно-західний район області.

Таблиця 2. Розподіл опадів на формування стоку річок та заповнення штучних водойм

Назва річок	Об'єм опадів, які перехоплюють водосховища м ³	Об'єм стоку річок м ³	Об'єм опадів, які формуються над територіями водозборів річок млн. м ³	Загальна площа водозбору водосховища км ²
Інгулець	864003	55102950	8	264
Саксагань	1144791	51030000	7	330
Вовча	3067652	293265000	46	884
Базавлук	135635	47407500	15	46
Томаківка	19923	13381200	4	6
Самра	5368611	463963500	85	66
Оріль	271972	79159500	14	56
Кільчень	239958	24192000	4	565
Мокра Сура	2038013	49029750	11	1519

Найбільша кількість водосховищ розташована в межах басейну р. Вовча, а найменша кількість на річках Базавлук, Кільчень та Томаківка (табл. 2). Найбільші за площею водосховища знаходяться в межах басейнів річок Самара, Вовча та Мокра Сура, а найменші – на річках Томаківка і Базавлук.

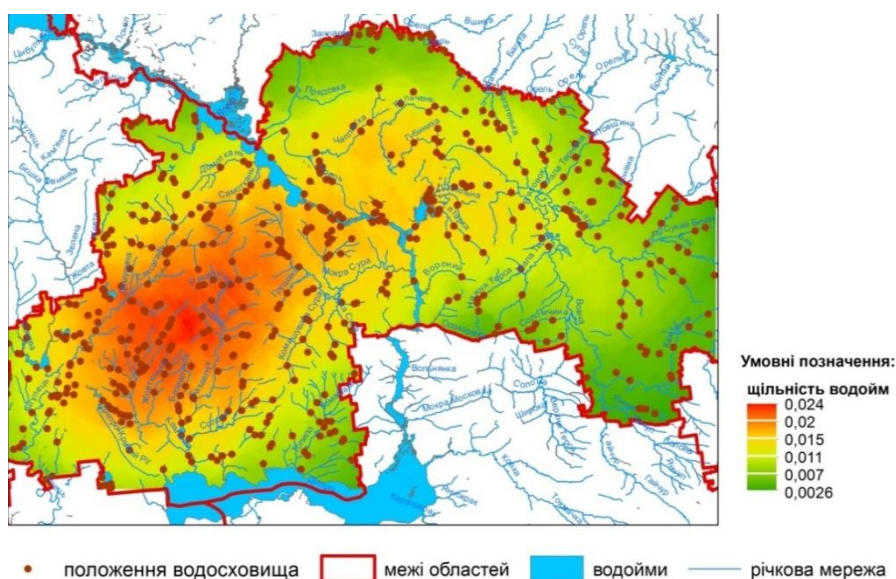


Рис. 6. Густина розміщення штучних водойм Дніпропетровської області

Такий розподіл штучних водойм по території області перш за все зумовлюється розподілом господарського комплексу. Слід відзначити, що в південно-західній частині переважно більшість водойм є русловими та розташовуються в малій гідрографічній мережі.

Найбільший об'єм опадів, який перехоплюється водосховищами, зосереджений в центральній та східній частині території Дніпропетровської області. Об'єм цих опадів коливається від 5 млн. до 240 тис. м³ (рис.7).

Це можна пояснити тим, що на цих територіях розташовуються найбільші річки області, у яких площа водозборів сягає кількох десятків тисяч км².

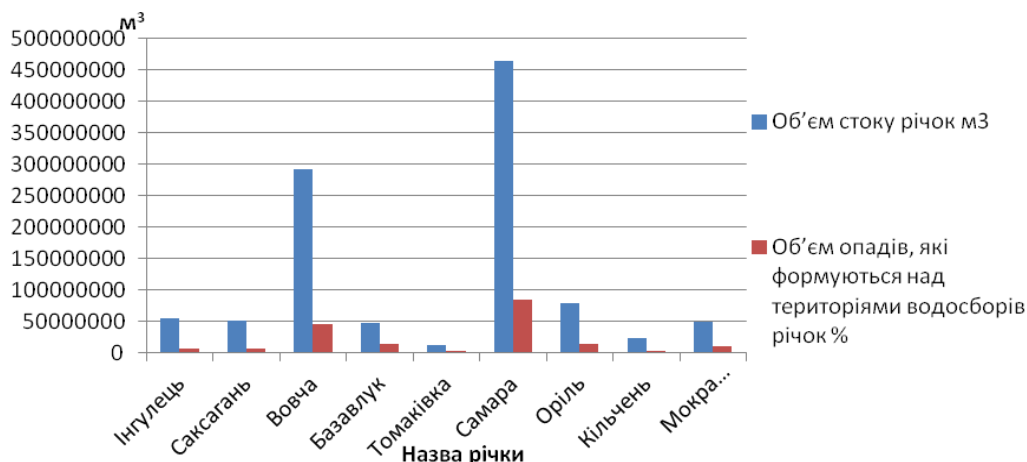


Рис. 7. Співвідношення стоку річок та опадів в межах їх водозборів

Аналізуючи наведений вище графік, можна сказати, що формування об'єму стоку річок Дніпропетровської області під впливом дощового живлення складає менше 15%. Це пов'язано з тим, що усі річки рівнинного типу та переважно мають снігове живлення замість дощового, що є нормою для цього гідрологічного району.

Найбільший вплив опадів на формування паводкового стоку здійснюються на такі річки як Самара та Вовча. Відсоткове співвідношення сягає від 15% до 18% , а найменший вплив – на річки Томаківка та Інгулець (від 1% до 8%). Така закономірність зумовлюється зменшенням значення дощового живлення на рівнинних річках з півночі на південь від 10 до 1 %.

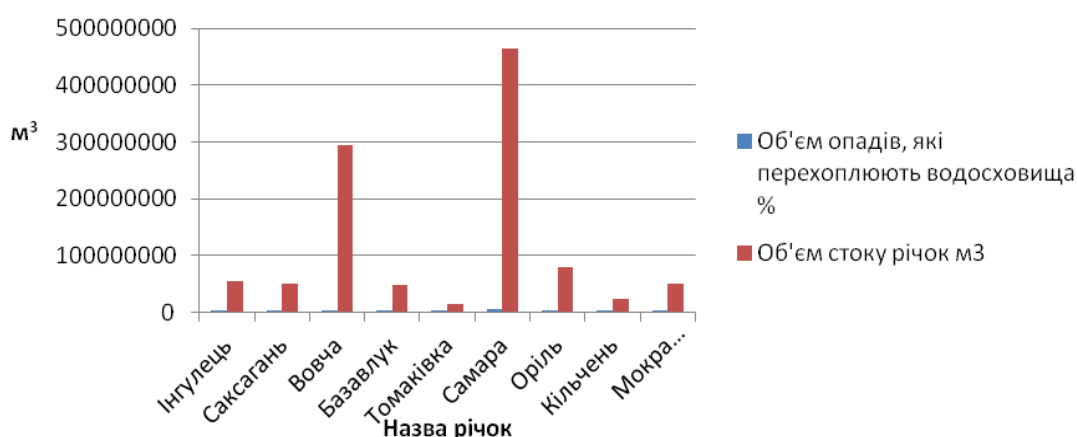


Рис. 8. Співвідношення перехопленої водосховищами частки опадів від загального об'єму стоку річок

Аналізуючи графік рис. 8 можна сказати, що водосховища перехоплюють до 5% опадів, які не потрапляють до водозбору природних водотоків. Можна

стверджувати, що наявність водосховищ все ж таки перешкоджають дощовому живленню річок, але не в значній мірі.

При цьому доля опадів, що формує корисний об'єм водосховищ має порівняно незначну частку від норми об'єму стоку (рис. 9).

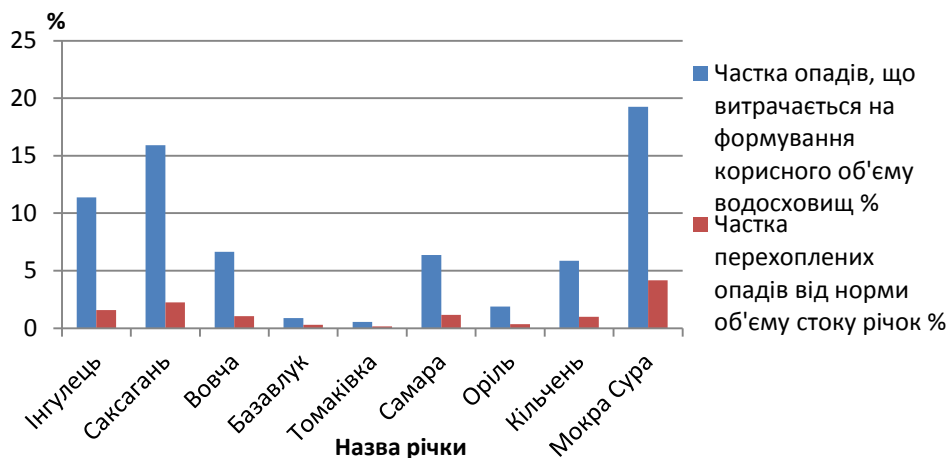


Рис. 9. Розподіл опадів на формування об'єму водосховища від загальної кількості опадів

Це свідчить про те, що водосховища та інші штучні водойми мають порівняно незначний вплив на дощове живлення річок. З'ясовано, що більшу зарегульованість поверхневого стоку мають малі річки такі як Мокра Сура (19,26%) та Саксагань (15,91%). Також було відмічено, що р. Самара та її притока р. Кільчень мають однакові показники кількості опадів, які витрачається на формування корисного об'єму водосховищ та інших штучних водойм, не дивлячись на те, що площа водозбору р. Кільчень в 10 разів менше ніж р. Самари.

Було виявлено, що в південно-західній частині переважна більшість водойм є русловими та розташовуються в малій гідрографічній мережі, це пов'язано з потребами та розподілом господарського комплексу в межах території області.

Розрахункова частка опадів у формуванні стоку річки в середньому становить 20%, при цьому не більше 5% від об'єму опадів витрачається на заповнення штучних водойм. С точки зору частки перехоплених опадів від загального їх об'єму найбільші показники притаманні малим річкам Дніпропетровської області, а саме Мокра Сура, Саксагань та Інгулець (в межах області).

Висновки. На даний час використовуються велика кількість різноманітних ЦМР з різною роздільною здатністю, але найбільш вдалим типом моделі з точки зору гідрологічних досліджень є SRTM30 4 покоління.

1. З'ясовано, що ступінь зарегульованості річки Дніпро в межах Дніпропетровської області є значною. В тому числі в басейні річки побудовано 588 малих, 50 середніх і 3 великих водосховища загальним об'ємом 3,90 км³ і площею водного дзеркала 1,30 тис. км². Кількість ставків в становить 12,6 тис. шт., їх об'єм 1,54 км³, площа водного дзеркала 1,09 тис. км². Загальний об'єм всіх ставків і водосховищ, в басейні річки перевищує 48,9 км³, площа водного дзеркала 9,25 тис. км². Така ситуація призводить до зменшення водообміну і проточності річок та створення мілководних зон. Крім того, відзначається порушення й законодавчо регламентованого регулювання стоку.

2. Аналіз розподілу опадів, що витрачається на заповнення штучних водойм в межах Дніпропетровської області дозволив з'ясувати, що водосховища перехоплюють до 5% опадів, які не потрапляють до природних водотоків, що дає

зможу стверджувати про наявність незначного впливу на формування паводкового стоку річок. Найбільшу зарогульованість поверхневого стоку мають малі річки Мокра Сура (19,26%) та Саксагань (15,91%).

Список літератури

1. Охорона навколишнього природного середовища в Україні. 1994-1995 рр. – К.: Вид-во Раєвського, 1997. – 96 с. 2. Харитонов М. М. Екологічна оцінка якості поверхневих вод басейну річки Дніпро у Дніпропетровській області [Електронний ресурс] / М.М. Харитонов, Л.Б. Анісімова. – 2013. – Режим доступу до ресурсу: <http://ippenan.com/content/publik3/sborvse/2013.17/75-86.pdf>.10.10. 3. Новаковський Б.А. Цифрові моделі рельєфу реальних і абстрактних геополів. / Б.А. Новаковський, С.В. Прасолов, А.І. Прасолова. – М.: Науковий світ. – 2003 р. 4. Ласточкін Л.В. Класифікація поверхонь рельєфу та його структурних ліній по природно-екологічних властивостях / Л.В Ласточкін. – 2003. –225 с.

Оцінка формування паводкового стоку річок Дніпропетровської області в умовах режиму його регулювання з використанням цифрової моделі рельєфу SRTM30

Жукова Ю.О., Довганенко Д.О.

Статтю присвячено аналізу впливу зарегульованості стоку річок Дніпропетровської області на формування їх паводкового стоку з використанням геоінформаційних систем та цифрової моделі рельєфу. В якості ЦМР було обрано SRTM30 4 покоління як найбільш вдалий за характеристиками та доступний варіант моделі. Алгоритм дослідження був повністю реалізований на базі ГІС ArcGis. Аналіз розподілу опадів, що витрачається на заповнення штучних водойм в межах Дніпропетровської області дозволив з'ясувати, що водосховища перехоплюють до 5% опадів, які не потрапляють до природних водотоків, що дає змогу стверджувати про наявність незначного впливу на формування паводкового стоку річок. Найбільшу зарогульованість поверхневого стоку мають малі річки Мокра Сура та Саксагань.

Оценка формирования паводочного стока рек Днепропетровской области в условиях режима его регулирования с использованием цифровой модели рельефа SRTM30

Жукова Ю.А., Довганенко Д.А.

Статья посвящена анализу влияния зарегулированности стока рек Днепропетровской области на формирование их паводочного стока используя геоинформационных систем и цифровой модели рельефа. В качестве ЦМР было выбрано SRTM30 4 поколения, как наиболее удачный по характеристикам и доступный вариант модели. Алгоритм исследования был полностью реализован на базе ГИС ArcGis. Анализ распределения осадков, который расходуется на заполнение искусственных водоемов в пределах Днепропетровской области позволил выяснить, что водохранилища перехватывают до 5% осадков, которые не попадают в природные водотоки, что позволяет утверждать о наличии незначительного влияния на формирование паводочного стока рек. Наибольшую зарегулированность поверхностного стока имеют малые реки Мокрая Сура и Саксагань.

Assessment of the flood runoff of rivers in Dnipropetrovsk region under the conditions of its run-off control using digital elevation model SRTM30

Zhukova J.O., Dovhanenko D.O.

The paper deals with assessment of the run-off control influence on the river flood runoff in Dnipropetrovsk oblast using geographic information system and digital elevation model. In this research as base of the digital elevation model was chosen fourth generation of SRTM 30 in case of its acceptable characteristics and availability in the web source. The research algorithm is implemented in ArcGis platform. Analysis of precipitation distribution between reservoirs filling and the river's runoff formation in the territory of Dnipropetrovsk oblast allowed to find out that all over 5% of the precipitation volume is intercepted with reservoirs and in that case its allow to claim that affecting of run-off control is negligible. At the same time, the main affecting of run-off control on river flood runoff formation is occurred on small rivers like Mokra Sura and Saksagan.

Надійшла до редколегії 15.04.2016