
<https://doi.org/10.15407/dopovidi2020.09.098>

УДК 556.5.06

**В.В. Осипов, О.С. Спека, В.І. Осадчий,
Н.М. Осадча, А.С. Бончковський**

Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України, Київ
E-mail: valery_osipov@ukr.net, osad@uhmi.org.ua

Прогнозування гідрографа водного стоку засобами SWAT (Soil and Water Assessment Tool) на прикладі басейну Десни

Представлено членом-кореспондентом НАН України В.І. Осадчим

Випробувано модель Soil and Water Assessment Tool (SWAT) для прогнозування водного стоку в басейні Десни в 2020 р., який характеризувався аномально низьким весняним водопіллям. За результатами моделювання гідрографа стоку за період 2008–2019 рр. встановлено високі критерії достовірності моделі ($R^2 = 0,85$, $NS = 0,85$, $PBIAS = -0,8\%$), що свідчить про ефективність застосування SWAT для оперативного прогнозування.

Прогнозні характеристики водного стоку для 116 суббасейнів Десни розраховано за 12 сценаріями погодних умов, що отримані на підставі спостережень за минулі роки. Сценарії розділено на три групи: несприятливий, середній та сприятливий. Завдяки подвійній нормі опадів у травні, протягом другої половини червня та в липні в замикальному створі Десни (с. Літки) за середнім сценарієм прогнозується підйом витрат води до 180–220 м³/с, що перевищить характеристики весняної повені.

Якість прогнозу планується покращити шляхом автоматизації процесу, розширення набору сценаріїв погодних умов та поглибленого налаштування моделі до симуляції меженого стоку.

Ключові слова: річка Десна, SWAT, гідрологічне моделювання, гідрограф, прогноз водного стоку.

Необхідність забезпечення питного водопостачання та ефективного розвитку економіки України на фоні нерівномірності розподілу водних ресурсів стало передумовою реалізації протягом ХХ ст. низки великих інфраструктурних проєктів, до найбільших з яких належать спорудження на Дніпрі каскаду водосховищ і Каховської зрошувальної системи, прокладення Північно-Кримського та каналів Сіверський Донець—Донбас, Дніпро—Донбас, Дунай—Чорне море. Масштабне будівництво стимулювало розвиток розрахункової гідрології.

Цитування: Осипов В.В., Спека О.С., Осадчий В.І., Осадча Н.М., Бончковський А.С. Прогнозування гідрографа водного стоку засобами SWAT (Soil and Water Assessment Tool) на прикладі басейну Десни. *Допов. Нац. акад. наук Укр.* 2020. № 9. С. 98–107. <https://doi.org/10.15407/dopovidi2020.09.098>

Гідрологічне моделювання в Україні історично було націлене на Карпатський регіон через постійну загрозу руйнівних паводків. Наприкінці ХХ ст. було розроблено прогностичну систему [1], яка ґрунтувалася на концептуальній моделі [2] і функціонувала в середовищі DOS. На сьогодні система розробниками більше не підтримується.

Викликами сучасного періоду стали урбанізація, інтенсивне ландшафтне перетворення водозборів, безповоротні втрати води, недостатнє очищення стічних вод, які призвели до змін водного режиму річок, виникнення дефіцитних явищ та забруднення вод. Внаслідок кліматичних змін знизився стік весняного водопілля та змінився сезонний розподіл водності річок [3], регулярним явищем став дефіцит вологи в ґрунті та вегетаційний стрес [4]. Упродовж 2002–2011 рр. посухи в Європі стали систематичним явищем, а посуха 2015 р. охопила більшість країн континенту і торкнулася понад 100 млн осіб [5]. Метеорологічна ситуація 2019–2020 рр. в Україні спричинила низьке водопілля, зокрема в басейні Десни зафіксовано історичний мінімум весняного стоку за останні 125 років спостережень.

У зв'язку з цим на сьогодні стратегічною метою є створення в Україні системи оперативного і довгострокового гідрологічного прогнозування. У цій роботі викладено результати вирішення поставлених цілей засобами процес-орієнтовної моделі SWAT (Soil and Water Assessment Tool). Такі детерміновані (або генетичні) моделі, які імітують перебіг окремих процесів, переважають стохастичні, що розробляються на основі раніше зібраних даних. Вони дають змогу отримувати кількісні характеристики елементів водного балансу на перспективу, визначати реакцію річкових басейнів на опади, навіть у водозборах без гідрологічних спостережень, проводити дослідження в умовах кліматичних та ландшафтних змін.

Перевагами SWAT є безоплатність і відкритість коду, спроможність систем національних гідрометеорологічних спостережень до забезпечення даними, наявність широкої бази сільськогосподарських культур і практик, що до них застосовуються (внесення добрив, обробка землі, зрошування). Це дає змогу широко використовувати SWAT для вивчення впливу кліматичних змін та змін землекористування на водні екосистеми [6]. Для гідрологічного прогнозу є приклади поєднання SWAT із системою довгострокового прогнозу погоди США Coupled Forecast System (CFS) [7, 8] або генерування сценаріїв погоди за допомогою машинного навчання [9].

Вихідні дані та методика досліджень. Для оцінювання функціональної можливості моделі SWAT для гідрологічного прогнозування був обраний басейн Десни — другої за величиною притоки Дніпра, яка формує майже чверть його водного стоку. Десна — це транскордонна річка, водозбір якої поділяється між Російською Федерацією (РФ) — 62 % та Україною — 38 % (рис. 1). Річка є головним джерелом водопостачання Києва.

Рельєф водозбору рівнинний із середнім ухилом схилів 4 %. Переважають сільськогосподарські землі (55 %), площа лісів (32 %) зменшується з північного заходу на південний схід, луки займають 10 %. Серед ґрунтів найбільш розповсюджені дерново-підзолисті різного механічного складу (42 %), сірі та темно-сірі лісові опідзолені ґрунти (24 %). У південно-східній частині поширені чорноземи (20 %), у заплавах — лучні ґрунти (10 %), островами трапляються торф'яники (4 %).

Клімат басейну помірно континентальний. Сформований протягом зими постійний сніговий покрив призводить до весняного водопілля, саме в цей час спостерігаються макси-

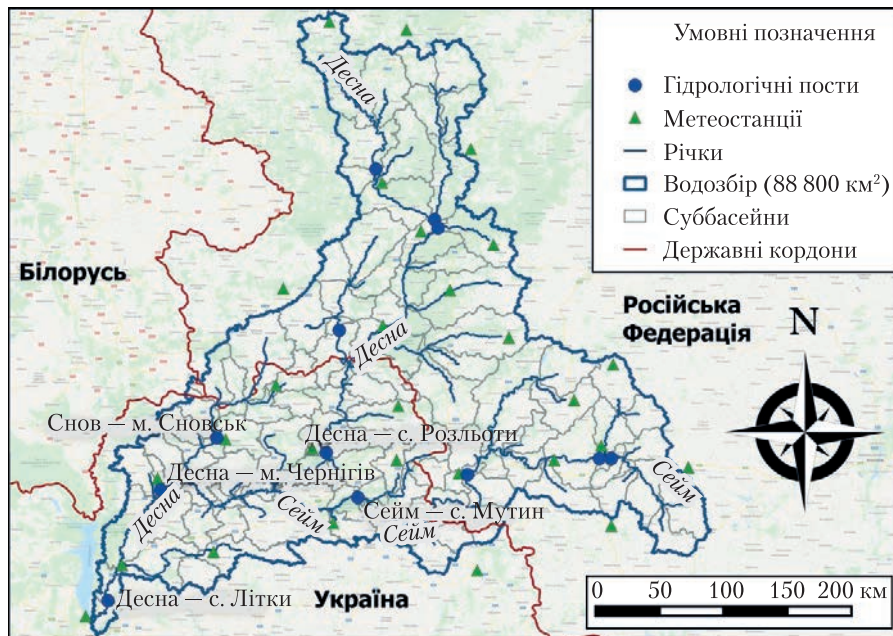


Рис. 1. Водозбір річки Десна, розташування гідрологічних постів та метеорологічних станцій

мальні за рік витрати води. У середньому за рік у басейні випадає 600 мм опадів, більша частина з яких — у теплий період року. Максимум припадає на червень—липень. Опади теплого періоду переважно витрачаються на випаровування та транспірацію й не спричиняють значного підйому рівня води в річці.

Водопілля 2020 р. передувала несприятлива метеорологічна ситуація. Попередній 2019 р. став найтеплішим за останні 140 років спостережень, упродовж червня—квітня 2019 р. місячна кількість опадів була нижчою за відповідну норму, стійкий сніговий покрив у межах водозбору не сформувався. Наслідком цього стало те, що в створі м. Чернігів максимальна витрата водопілля досягла лише $197 \text{ м}^3/\text{с}$, що майже в 4 рази менше, ніж її середня величина за останні 30 років.

Характеристика моделі. SWAT (Soil and Water Assessment Tool) — це процес-орієнтована (*process-based*) модель із розосередженими параметрами, що використовується для моделювання водного стоку, ерозійних процесів і транспорту біогенних елементів [10]. Вхідними параметрами SWAT є цифрова модель висот, шари рослинного покриву та ґрунтів, сільськогосподарська статистика (основні культури, внесення добрив, календар сільськогосподарських практик), а також щоденні метеорологічні параметри (максимальна та мінімальна температура повітря, сонячна радіація, опади, швидкість вітру, відносна вологість). Джерела вхідних даних наведено в роботі В.В. Осипова зі співавт. [11]. Територія водозбору поділяється на суббасейни, у межах яких розрізняють аналітичні ландшафтні одиниці — ділянки з однаковими рослинним покривом, ґрунтами та похилом поверхні. Для кожної аналітичної одиниці розраховуються компоненти водного балансу зі щоденним кроком.

У моделі басейну Десни використовували метеорологічні спостереження з 28 метеостанцій у межах і поблизу водозбору (див. рис. 1). Параметри SWAT калібрували за витра-

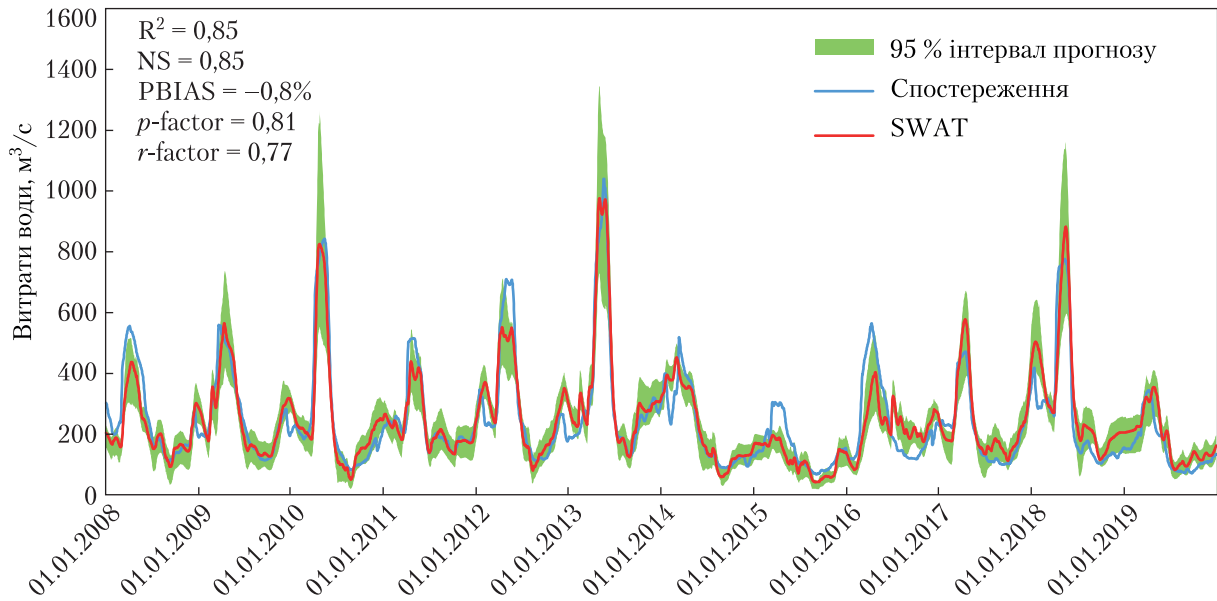


Рис. 2. Приклад моделювання гідрографа водного стоку засобами SWAT (р. Десна — м. Чернігів)

тами води 12 гідрологічних постів, крім цього, параметри сніготанення додатково коригували за висотою снігового покриву, а параметри росту рослин — за врожайністю основних сільськогосподарських культур [11, 12].

Обговорення результатів. Калібрування та валідування SWAT охоплювали період 2008–2019 рр., що обумовлено браком відкритих даних для території РФ до 2008 р. (рис. 2).

Критеріями якості моделювання слугували коефіцієнт детермінації (R^2), процентне відхилення (PBIAS) та коефіцієнт Неша—Саткліффа (NS). На підставі аналізу робіт за період 1992–2013 рр. D.H. Morigarsi зі співавт. [13] синтезували чотирибальну шкалу ефективності моделювання від “незадовільно” до “дуже добре”. Критеріями достовірності моделювання були p -factor — частка спостережень, які потрапляють у 95 % інтервал прогнозу, та r -factor — відношення середньої ширини 95 % інтервалу прогнозу до середньоквадратичного відхилення спостережень. Результати калібрування можна вважати прийнятними, якщо p -factor > 0,7, r -factor < 1,5 [14].

Для Десни у створі м. Чернігів критерії достовірності моделі становили $R^2 > 0,85$, $NS > 0,8$, $PBIAS < \pm 5\%$, що відповідає категорії “дуже добре” (рис. 2).

Зменшення площі водозбору зазвичай призводить до зменшення точності моделювання, що пов’язано з невизначеністю вихідних даних. По-перше, погодні умови точніше визначаються для всього басейну Десни, який налічує 28 метеостанцій, ніж для окремого суббасейну, у межах якого здебільшого немає жодної метеостанції. По-друге, для великого басейну властивості ґрунтів імовірно будуть відповідати характеристикам розрізів, які наведено в довідниковій літературі. Спрощення та припущення в алгоритмі SWAT також є джерелом похибки. Однак наш досвід застосування моделі показав, що порівняно з правильністю визначення кількості опадів і температури в період сніготанення інші причини відіграють другорядну роль.

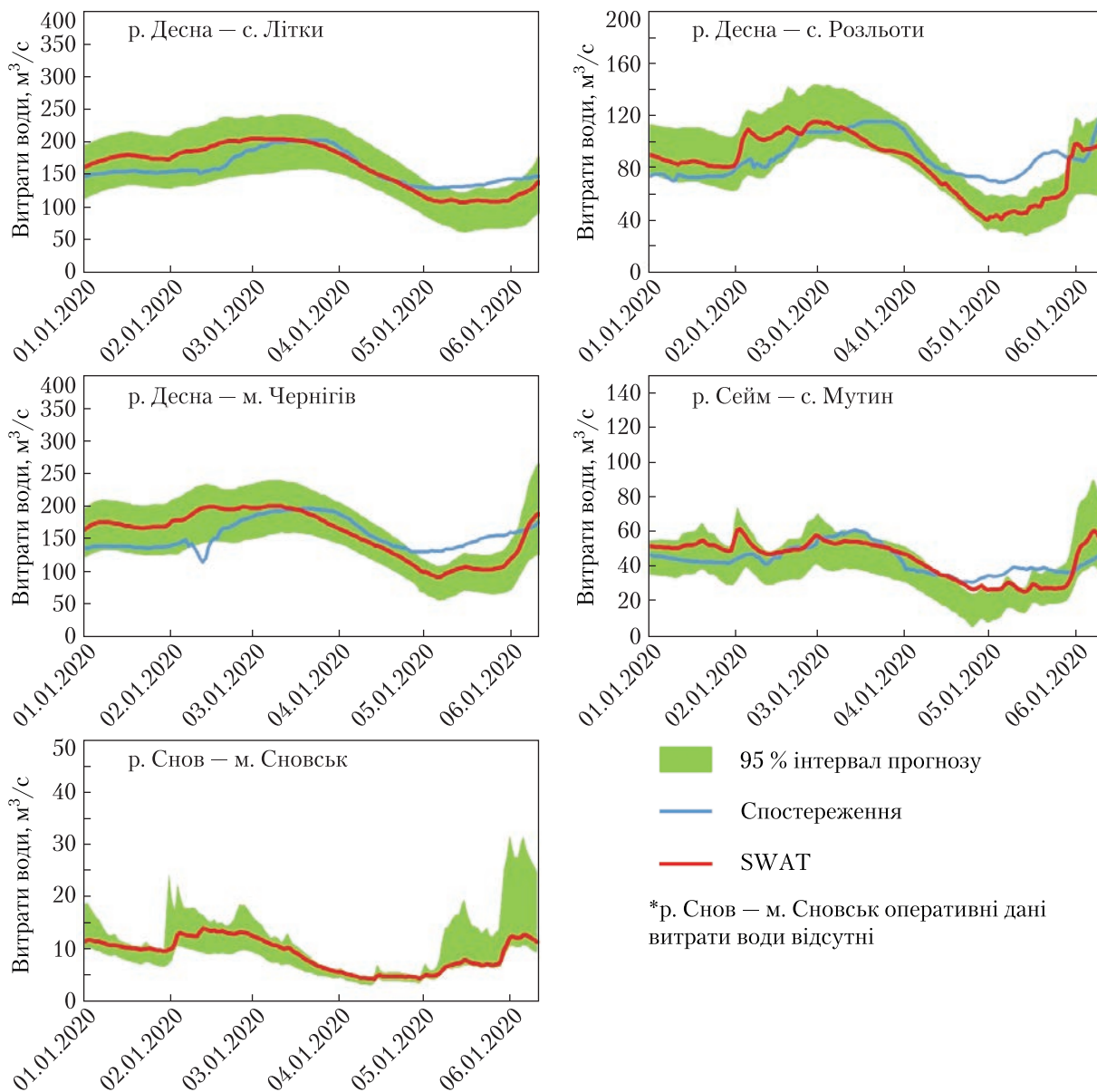


Рис. 3. Порівняння результатів моделювання гідрографа засобами SWAT та реальних спостережень у 2020 р.

У квітні 2020 р. оперативна інформація свідчила про надзвичайно низьку водність Десни, середні витрати води в створі м. Чернігів становили $152 \text{ м}^3/\text{с}$ і були удвічі меншими від попереднього мінімального значення 2015 р. Було прийнято рішення про випробування моделі SWAT для прогнозування водного стоку Десни в поточному році. Процес можна умовно розділити на два етапи. На першому етапі моделювання продовжується до поточної дати за оперативними метеорологічними даними Гідрометцентру України та сайту rogodaklimat.ru (метеостанції РФ). На другому етапі як сценарії погоди від поточної дати до кінця року використовуються дані метеорологічних спостережень минулих років. У такий спосіб було отримано 12 сценаріїв, які за місячною нормою опадів були умовно роз-

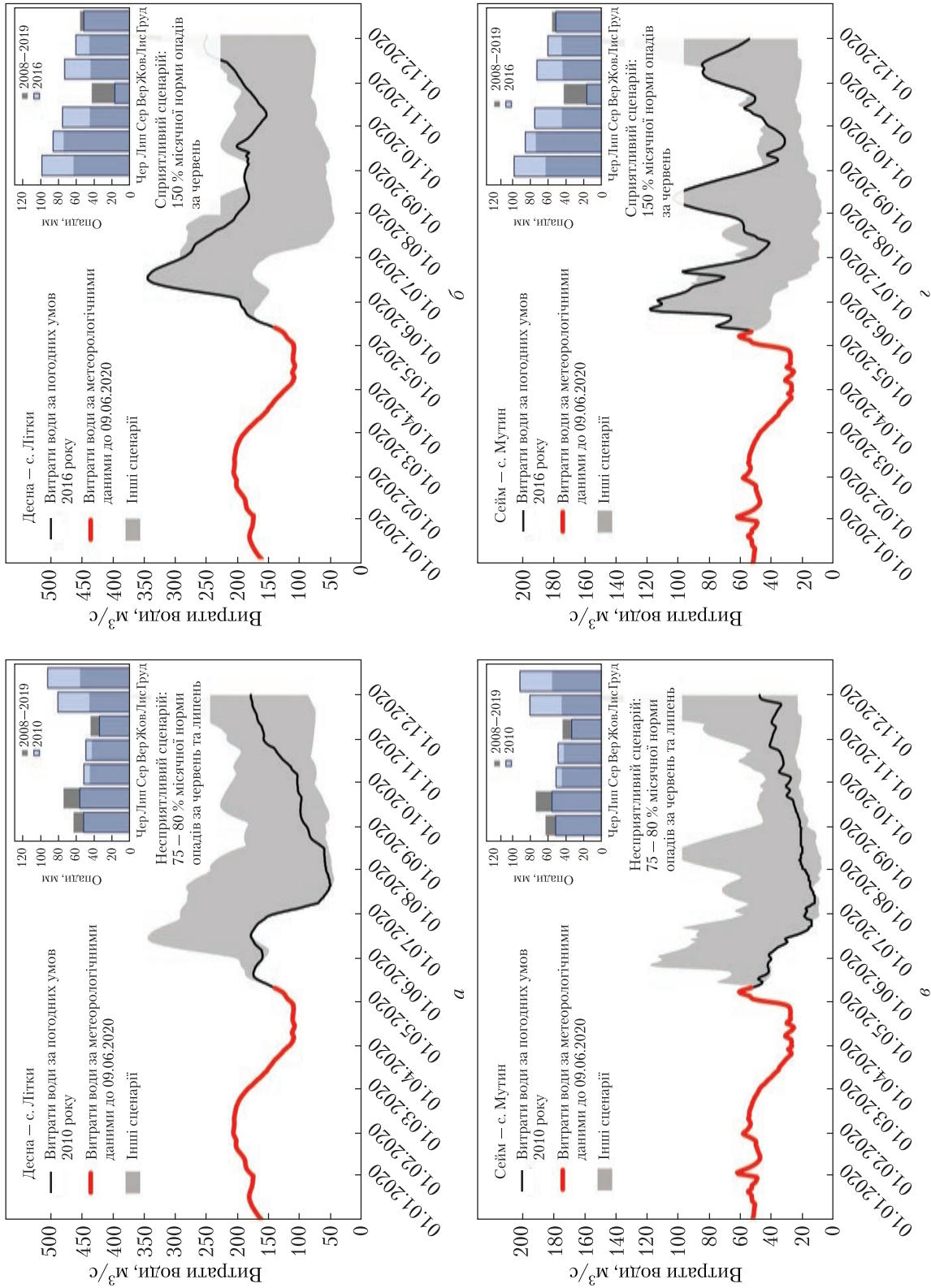


Рис. 4. Моделювання витрат води (м³/с) станом на 9 червня 2020 р. до кінця 2020 р. в замикальному створі р. Десна — с. Літки (а — несприягтливий сценарій, б — сиріягтливий сценарій) та в створі р. Сейм — с. Мутин (в — несприягтливий сценарій, г — сиріягтливий сценарій)

ділені на несприятливі, середні та сприятливі. Прогноз оновлювався тричі: 16 квітня, 18 травня та 9 червня, а його результати було представлено на засіданнях РНБО.

Згідно з першим прогнозом 16 квітня 2020 р. за несприятливим сценарієм (у травні 50 % місячної норми опадів) у травні—червні в замикальному створі Десни (с. Літки) очікувалося зменшення витрат води до критичного рівня 40–50 м³/с. За сприятливим сценарієм (у травні 150 % місячної норми опадів) у середині червня прогнозувалися витрати понад 130 м³/с. На щастя, у травні випала подвійна норма опадів, наслідком чого став очікуваний хід реального гідрографа стоку вище сприятливого сценарію. У середині червня на гідрологічному посту с. Літки зафіксовано витрату води 148 м³/с, що трохи вище від прогнозованого значення.

Результати останнього оновлення, а саме порівняння даних моделювання до 9 червня 2020 р. зі спостереженнями п'яти гідрологічних створів басейну Десни, наведено на рис. 3. Зауважимо, що незалежно від наявності чи відсутності спостережень прогнозні значення параметрів водного стоку було отримано для всіх 116 суббасейнів досліджуваного басейну (див. рис. 1).

Як видно з рис. 3, гідрограф SWAT був близьким до реальних значень, спостерігалися певні відхилення ходу гідрографа стоку, але максимальні значення витрат мали мінімальні розбіжності. Отже, модель SWAT підтвердила свою ефективність для гідрологічного моделювання в басейні Десни.

Імовірною причиною розбіжностей у період межені є те, що критерії оцінювання ефективності калібрування (NS , R^2 , $PBIAS$) чутливіші до максимальних значень, тому під час калібрування параметрам, що відповідають за ґрунтове живлення, приділяється менше уваги. У майбутньому це стане одним із напрямів для покращення прогнозних характеристик.

За останнім прогнозом від 9 червня 2020 р. зливи у кінці травня, що охопили територію всього басейну, призведуть до підйому гідрографа в середині червня. За умови кліматичної норми опадів у червні також спостерігатиметься зростання витрат води в липні (рис. 4). Зокрема, у створі с. Літки очікується підвищення витрат до 180–220 м³/с, а за умови перевищення місячної норми опадів у червні або липні на 40 % — до 300–350 м³/с. Навіть за таких сприятливих умов очікуване середнє значення витрат води у червні (156 м³/с) буде в 2,5 раза меншим, ніж аналогічний показник за останні 30 років, а в липні витрати води будуть дорівнювати приблизно 300 м³/с і перевищать середнє багаторічне значення на 30 %. З високою ймовірністю можна прогнозувати, що в період кінець серпня — початок жовтня витрати води знизяться до 50 м³/с.

Отримані результати показали, що вперше за історію 125-річних спостережень літній пік витрат води Десни може перевищити пік весняного водопілля. Ймовірною причиною такого факту стали кліматичні зміни температурних характеристик і атмосферних опадів. Зокрема, у басейні Десни вже зафіксовано підвищення температур січня—березня на 2–4 °С [15]. Через зменшення снігового покриву і глибини промерзання ґрунту покращується інфільтрація вологи та зменшується поверхнева складова стоку, що зумовлює зменшення піку весняного водопілля.

Висновки. Кліматичні рекорди 2019 р. спричинили гідрологічні рекорди 2020 р. У створі м. Чернігів, де спостереження ведуться з 1895 р., середні витрати березня—травня

(163 м³/с) виявилися на 36 % меншими від попереднього рекорду 2015 р. Пік водопілля був мінімальним за весь період досліджень (197 м³/с) і на 34 % меншим, ніж у 2015 р.

Ми налагодили систему оперативного та довгострокового прогнозування водного стоку в басейні Десни засобами моделі SWAT (Soil and Water Assessment Tool) через часткову автоматизацію процесу формування вхідних даних (температура, опади, швидкість вітру, відносна вологість повітря, сонячна радіація). Результати моделювання показали високі результати: передбачено максимум весняного водопілля, динаміка ходу гідрографа близька до реальних спостережень.

У цій роботі наведено результати першої в Україні апробації моделі SWAT для використання в оперативному гідрологічному прогнозуванні. У майбутньому для покращення прогнозу планується збільшення кількості сценаріїв погоди, щоб охопити різні випадки щоденної кількості опадів і їхньої повторюваності, додаткова автоматизація процесу та аналіз параметрів SWAT ґрунтового стоку з метою покращення динаміки його моделювання.

ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Лук'янець О.І., Сусідко М.М. Комплексна басейнова система прогнозування паводків у Закарпатті: методична та технологічна база її складових. *Наук. праці УкрНДГМІ*. 2004. Вип. 253. С. 234–249.
2. Кучмент Л.С. Математическое моделирование речного стока. Ленинград: Гидрометеоиздат, 1972. 190 с.
3. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). Київ: Ніка-центр, 2010. 316 с.
4. Балабух В.О., Однолєток Л.П., Кривошеїн О.О. Вплив зміни клімату на продуктивність озимої пшениці в Україні у періоди вегетаційного циклу. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2017. № 3. С. 72–85.
5. Water scarcity and drought events in Europe during the last decade. European Environment Agency. 2012. URL: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/main-drought-events-in-europe> (Дата звернення 20.06.2020).
6. Gassman P.W., Reyes M.R., Green C.H., Arnold J.G. The Soil and Water Assessment Tool: historical development, applications, and future research directions. *Trans. ASABE*. 2007. **50**, No. 4. P. 1211–1250. <https://doi.org/10.13031/2013.23637>
7. Liu T., Chen Y., Li B., Hu Y., Qiu H., Liang Z. Long-term streamflow forecasting for the Cascade Reservoir System of Han River using SWAT with CFS output. *Hydrol. Res.* 2019. **50**, No. 2. P. 655–671. <https://doi.org/10.2166/nh.2018.114>
8. Sehgal V., Sridhar V., Juran L., Ogejo J.A. Integrating climate forecasts with the soil and water assessment tool (SWAT) for high-resolution hydrologic simulations and forecasts in the Southeastern U.S. *Sustainability*. 2018. **10**, No. 9. 3079. <https://doi.org/10.3390/su10093079>
9. Liang Z., Tang T., Li B., Wang J., Hu Y. Long-term streamflow forecasting using SWAT through the integration of the random forests precipitation generator: case study of Danjiangkou Reservoir. *Hydrol. Res.* 2018. **49**, No. 5. P. 1513–1527. <https://doi.org/10.2166/nh.2017.085>
10. Arnold J.G., Moriasi D.N., Gassman P.W., Abbaspour K.C., White M.J., Srinivasan R., Santhi C., Harmel R.D., van Griensven A., Van Liew M.W., Kannan N., Jha M.K. SWAT: Model use, calibration, and validation. *Trans. ASABE*. 2012. **55**, No. 4. P. 1491–1508. <https://doi.org/10.13031/2013.42256>
11. Осипов В.В., Осадча Н.М., Спека А.С. Моделювання гідрологічних процесів басейну річки Десна засобами SWAT (Soil and Water Assessment Tool). *Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології*. Київ: Ніка-центр, 2019. С. 122–131.
12. Osypov V., Osadcha N., Hlotka D., Osadchyi V., Nabyvanets J. The Desna River daily multi-site streamflow modeling using SWAT with detail snowmelt adjustment. *J. Geogr. Geol.* 2018. **10**, No. 3. P. 92–110. <https://doi.org/10.5539/jgg.v10n3p92>
13. Moriasi D.N., Gitau M.W., Pai N., Daggupati P. Hydrologic and water quality models: performance measures and evaluation criteria. *Trans. ASABE*. 2015. **58**, No. 6. P. 1763–1785. <https://doi.org/10.13031/trans.58.10715>

14. Abbaspour K.C., Yang J., Maximov I., Siber R., Bogner K., Mieleitner J., Zobrist J., Srinivasan R. Modelling hydrology and water quality in the pre-alpine/alpine Thur watershed using SWAT. *J. Hydrol.* 2007. **333**, No. 2–4. P. 413–430. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2006.09.014>
15. Чорноморець Ю.О., Гребін В.В. Внутрішньорічний розподіл окремих елементів водного балансу річок басейну Десни (в межах України) та їх багаторічні коливання. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2010. **18**. С. 98–106.

Надійшло до редакції 25.06.2020

REFERENCES

1. Lukianets, O. I. & Susidko, M. M. (2004). Complex basin flood forecasting system in Transcarpathia: methodical and technological base of its components. *Nauk. Pratsi UkrNDGMI*, Iss. 253, pp. 234-249 (in Ukrainian).
2. Kuchment, L. S. (1972). Mathematical modeling of river flow. Leningrad: Hydrometeoizda. (in Russian).
3. Grebin, V. V. (2010). Modern streamflow regime of rivers in Ukraine (landscape-hydrology analysis). Kyiv: Nika-tsentr (in Ukrainian).
4. Balabuh, V. O., Odnoletok, L. L. & Kryvoshein, O. O. (2017). Climate change impacts on the winter wheat productivity in Ukraine during vegetation cycle. *Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia*, No. 3, pp. 72-85 (in Ukrainian).
5. Water scarcity and drought events in Europe during the last decade. European Environment Agency. (2012). Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/main-drought-events-in-europe>
6. Gassman, P. W., Reyes, M. R., Green, C. H. & Arnold, J. G. (2007). The Soil and Water Assessment Tool: historical development, applications, and future research directions. *Trans. ASABE*, 50, No. 4, pp. 1211-1250. <https://doi.org/10.13031/2013.23637>
7. Liu, T., Chen, Y., Li, B., Hu, Y., Qiu, H. & Liang, Z. (2019). Long-term streamflow forecasting for the Cascade Reservoir System of Han River using SWAT with CFS output. *Hydrol. Res.*, 50, No. 2, pp. 655-671. <https://doi.org/10.2166/nh.2018.114>
8. Sehgal, V., Sridhar, V., Juran, L. & Ogejo, J. A. (2018). Integrating climate forecasts with the soil and water assessment tool (SWAT) for high-resolution hydrologic simulations and forecasts in the southeastern U.S. *Sustainability*, 10, No. 9, 3079. <https://doi.org/10.3390/su10093079>
9. Liang, Z., Tang, T., Li, B., Liu, T., Wang, J. & Hu, Y. (2018). Long-term streamflow forecasting using SWAT through the integration of the random forests precipitation generator: case study of Danjiangkou Reservoir. *Hydrol. Res.*, 49, No. 5, pp. 1513-1527. <https://doi.org/10.2166/nh.2017.085>
10. Arnold, J. G., Moriasi, D. N., Gassman, P. W., Abbaspour, K. C., White, M. J., Srinivasan, R., Santhi, C., Harmel, R.D., van Griensven, A., Van Liew, M. W., Kannan, N. & Jha, M. K. (2012). SWAT: model use, calibration, and validation. *Trans. ASABE*, 55, No. 4, pp. 1491-1508. <https://doi.org/10.13031/2013.42256>
11. Osypov, V. V., Osadcha, N. M. & Speka, A. S. (2019). Hydrological processes simulation for the Desna basin with SWAT model (Soil and Water Assessment Tool). In *Challenges in hydrology, hydrochemistry, hydroecology* (pp. 122-132). Kyiv: Nika-tsentr (in Ukrainian).
12. Osypov, V., Osadcha, N., Hlotka, D., Osadchyi, V. & Nabyvanets, J. (2018). The Desna River daily multi-site streamflow modeling using SWAT with detail snowmelt adjustment. *J. Geogr. Geol.*, 10, No. 3, pp. 92-110. <https://doi.org/10.5539/jgg.v10n3p92>
13. Moriasi, D. N., Gitau, M. W., Pai, N. & Daggupati, P. (2015). Hydrologic and water quality models: performance measures and evaluation criteria. *Trans. ASABE*, 58, No. 6, pp. 1763-1785. <https://doi.org/10.13031/trans.58.10715>
14. Abbaspour, K. C., Yang, J., Maximov, I., Siber, R., Bogner, K., Mieleitner, J., Zobrist, J. & Srinivasan, R. (2007). Modelling hydrology and water quality in the pre-alpine/alpine Thur watershed using SWAT. *J. Hydrol.*, 333, No. 2-4, pp. 413-430. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2006.09.014>
15. Chornomorets, Yu. & Grebin, V. (2010). Elements of water river balance annual distribution of Desna Basin and their annual fluctuations. *Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia*, 18, pp. 98-106 (in Ukrainian).

Received 25.06.2020

V.V. Osypov, O.S. Speka, V.I. Osadchyi,
N.M. Osadcha, A.S. Bonchkovskiy

Ukrainian Hydrometeorological Institute SES of Ukraine and NAS of Ukraine, Kyiv
E-mail: valery_osipov@ukr.net, osad@uhmi.org.ua

HYDROGRAPH FORECASTING USING
THE SWAT MODEL (SOIL AND WATER ASSESSMENT TOOL)
ON THE EXAMPLE OF THE DESNA BASIN

We evaluated the SWAT model (Soil and Water Assessment Tool) to predict the water runoff in the Desna river basin in 2020. This year was characterized by the abnormally low spring flood.

The performance criteria of the calibration/validation for the previous period (2008-2019) were high ($R^2 = 0.85$, NS = 0.85, PBIAS = -0.8%) that allowed the use of SWAT for the operational forecasting.

We computed the water runoff values for 116 subbasins of the Desna watersheds by 12 weather scenarios replicated the observations of the previous years. The scenarios are divided into 3 groups: unfavorable, average, and favorable. According to the average scenario, the model forecasts the rise of the discharge up to 180–220 m³/s at the Desna outlet due to the double monthly norm of precipitation in May. For the first time, the summer peak of the hydrograph might overtop the spring one.

We are planning to improve the forecast by automating the modeling routine, expanding the set of weather scenarios, and in-depth adjusting the groundwater parameters of the SWAT model.

Keywords: *Desna river, SWAT, hydrological modeling, hydrograph, hydrological forecast.*