

**Getman V. I. Geological and geomorphological structure of the territory of National Park "Oleshky Sands".** Territory of National Nature Park "Oleshky sands" has a unique for Europe psammophytic landscape of forb-grass steppes, sand dunes and leafy groves in relief's descents.

National Nature Park "Oleshky sands" is located on two sandy massifs, and their surrounding areas, on the left bank of lower Dniپر River. Those massifs are called – Kozachelagersky and Chalbassky. Oleshky sands formed by the movement of the Dniپر River to the west, under the influence of the coriolis force, and sandy alluvial sediment deposits. In ancient times, Dniپر (Borysphen) river entered the Black Sea at the place which is now called Karkinitsky Gulf. Geological basis of modern landscapes of the territory of National Nature Park "Oleshky sands" consists of sand's and loess deposits of middle and upper Pliocene and partly Miocene. There are different types of relief in the park; it can be flat, undulating, hilly and bumpy. The most popular forms of relief on the territory of this park are ancient alluvial and modern aeolian. Modern alluvial and ancient aeolian relief's forms are not that popular. Also it is typical for this area to have mezoforms and microforms, such as blowing basins, spits, dunes and etc. The peculiarities of this area are inter "passes" – decreasing valleys.

One of the main goals of the NNP "Oleshky Sands" is the organization and implementation of research studies of natural complexes and their changes, also development and implementation of scientific advice on management and efficient use of natural resources, etc. The article devotes much attention to geomorphologic complexes of meso- and microrelief which resulted from the wind activity on the territory of Nyzhnodniпровski (Oleshky) sand. Article also tells about the genesis of the sands.

*Keywords:* national nature park, wing erosion, deflation, sand arena, microrelief.

**Гетман В. И. Геолого-геоморфологическое строение территории национального природного парка "Олешковские пески".** Территория НПП "Олешковские пески" представляет собой уникальный для Европы ландшафт псаммофитных разнотравно-злаковых степей, песчаных дюн (бугров) и листовенных небольших роц в междубугорных понижениях. В статье большое внимание приделено геоморфологическим комплексам мезо и микрорельефа, возникшим вследствие деятельности ветра на территории Нижнеднепровских (Олешковских) песков, их генезису.

*Ключевые слова:* национальный природный парк, песчаные арены, ветровая эрозия, дефляция, микрорельеф.

**Надійшла до редколегії 06.10.2016**

УДК 556.166

**Гопченко Є. Д., Овчарук В. А.,  
Романчук М. Є. Кирилюк О. С.**  
*Одеський державний  
екологічний університет*

### **УНІВЕРСАЛЬНА РОЗРАХУНКОВА МОДЕЛЬ ДЛЯ НОРМУВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ ДОЩОВИХ ПАВОДКІВ І ВЕСНЯНИХ ВОДОПІЛЬ**

*Ключові слова:* максимальний модуль, дощові паводки, весняне водопілля, схиловий приплив

**Вступ.** В останні роки на річках Європи й Азії спостерігались визначні паводки, обумовлені випаданням зливових дощів. Їх розрахункові характеристики (у першу чергу максимальні витрати води і шари стоку) потребують уточнення.

Науково-методична база для встановлення характеристик паводків і водопіль при проектування та будівництві гідротехнічних споруд регламентується відповідними нормативними документами. Зокрема, в Україні до цього часу використовується СНіП 2.01.14-83 [1], яким узагальнені матеріали спостережень за різними характеристиками гідрологічного режиму річок і тимчасових водотоків.

**Метою** дослідження є аналітичний огляд існуючих методик для визначення максимального стоку річок та обґрунтування,

нової, універсальної структури для нормування характеристик весняних водопіль та дощових паводків.

**Методика дослідження.** Необхідно зауважити, що як теоретична база, так і використані матеріали спостережень відносяться до сімдесятих років поточного століття. При нормуванні характеристик максимального стоку річок пропонуються методики різної структури для паводків і водопіль. Для весняного водопілля, незалежно від розміру водозборів, застосована редуційна формула [1]

$$q_{P\%} = \frac{k_0 Y_{P\%}}{(F + b)^{n_1}} \quad (1)$$

де  $q_{P\%}$  - розрахунковий модуль стоку забезпеченістю  $P\%$ ;  $k_0$  - коефіцієнт «дружності» весняного водопілля;  $Y_{P\%}$  -

розрахунковий шар стоку весняного водопілля забезпеченістю  $P\%$ ;  $F$  - площа водозборів;  $b$  - емпіричний параметр (в залежності від географічного положення водозборів приймає значення від 1,0 до 10,0) для урахування зниження редуції відношення  $\frac{q_P}{Y_P}$  в області невеликих водозборів;  $n_1$  - степеневий показник редуції.

Слід відзначити, що такий методичний підхід суперечить природі явища редуції максимального стоку паводків і водопіль.

Фізично, при  $F = 0$  у структурі (1) має місто максимальний модуль водопілля на рівні

$$q_m = \frac{1}{b^{n_1}}, \quad (2)$$

що повинно відповідати нижньому значенню максимальних модулів водопілля  $q_m = k_0 Y_m = q'_m$  [2].

Для дощових паводків застосовано дві формули, які відносяться до водозборів різних розмірів. Так, при  $F > 200 \text{ км}^2$

$$q_{P\%} = \frac{q_{200}}{(F/200)^{n_1}}, \quad (3)$$

де  $q_{P\%}$  - розрахунковий модуль паводкового стоку забезпеченістю  $P\%$ ;  $q_{200}$  - максимальним модуль паводків, віднесений до умовної площі водозборів  $F = 200 \text{ км}^2$ .

З іншого боку, в області  $F < 200 \text{ км}^2$  використана формула граничної інтенсивності

$$q_{P\%} = A_{1\%} H'_{1\%} \eta \lambda_{P\%}, \quad (4)$$

де  $q_{P\%}$  - максимальний миттєвий модуль дощових паводків;  $A_{1\%}$  - максимальний модуль стоку ймовірності перевищення  $P=1\%$ , виражений у частках  $\eta H'_{1\%}$ ;  $\eta$  - збірний коефіцієнт, який розраховується залежно від гідроморфологічної характеристики русла;  $H'_{1\%}$  - максимальний добовий шар дощових опадів забезпеченістю  $P=1\%$ ;  $\lambda_{P\%}$  - коефіцієнт забезпеченості.

Використання різних структур для встановлення максимальних модулів паводкового стоку методично не

обґрунтовується, як в цілому й застосування структур, що мають принципові відмінності, хоча й описують одне і теж явище – максимальний стік дощових паводків[3,4].

**Результати дослідження.** Авторами пропонується більш досконала структура розрахункової формули для визначення максимальних витрат води весняних водопіль і дощових паводків. В основу покладені одномодальні гідрографи, які відносяться до екстремально високих паводків і водопіль.

Схематично процес трансформації схилового припливу у русловий гідрограф представлено на рис. Очевидно, що  $q'_m > q_m$ , а тривалість руслового добігання паводкових хвиль  $T_n$  становить

$$T_n = T_0 + t_p + \Delta t, \quad (5)$$

де  $T_0$  - тривалість схилового добігання;  $t_p$  - тривалість руслового добігання;  $\Delta t$  - тривалість спрацювання русло-заплавної ємності;  $q'_m$  і  $q_m$  - максимальні модулі схилового і руслового стоку.

З метою встановлення співвідношення елементів схилового і руслового стоку гідрографи 1а і 1б запишемо у їх редуційному вигляді:

- схилового стоку

$$q'_t = q'_m \left[ 1 - \left( \frac{t}{T_0} \right)^n \right]; \quad (6)$$

- руслового стоку

$$q_t = q_m \left[ 1 - \left( \frac{t}{T_n} \right)^m \right]. \quad (7)$$

Проінтегруємо (6) і (7) відповідно по  $T_0$  і  $T_n$  силового стоку

$$Y_m = \int_0^{T_0} q'_t dt = \frac{n}{n+1} T_0 q'_m; \quad (8)$$

- руслового стоку

$$Y_m = \int_0^{T_n} q_t dt = \frac{m}{m+1} T_n q_m. \quad (9)$$

Приймаючи до уваги, що шари схилового і руслового стоку мало різняться між собою, підставимо (8) у (9), тобто

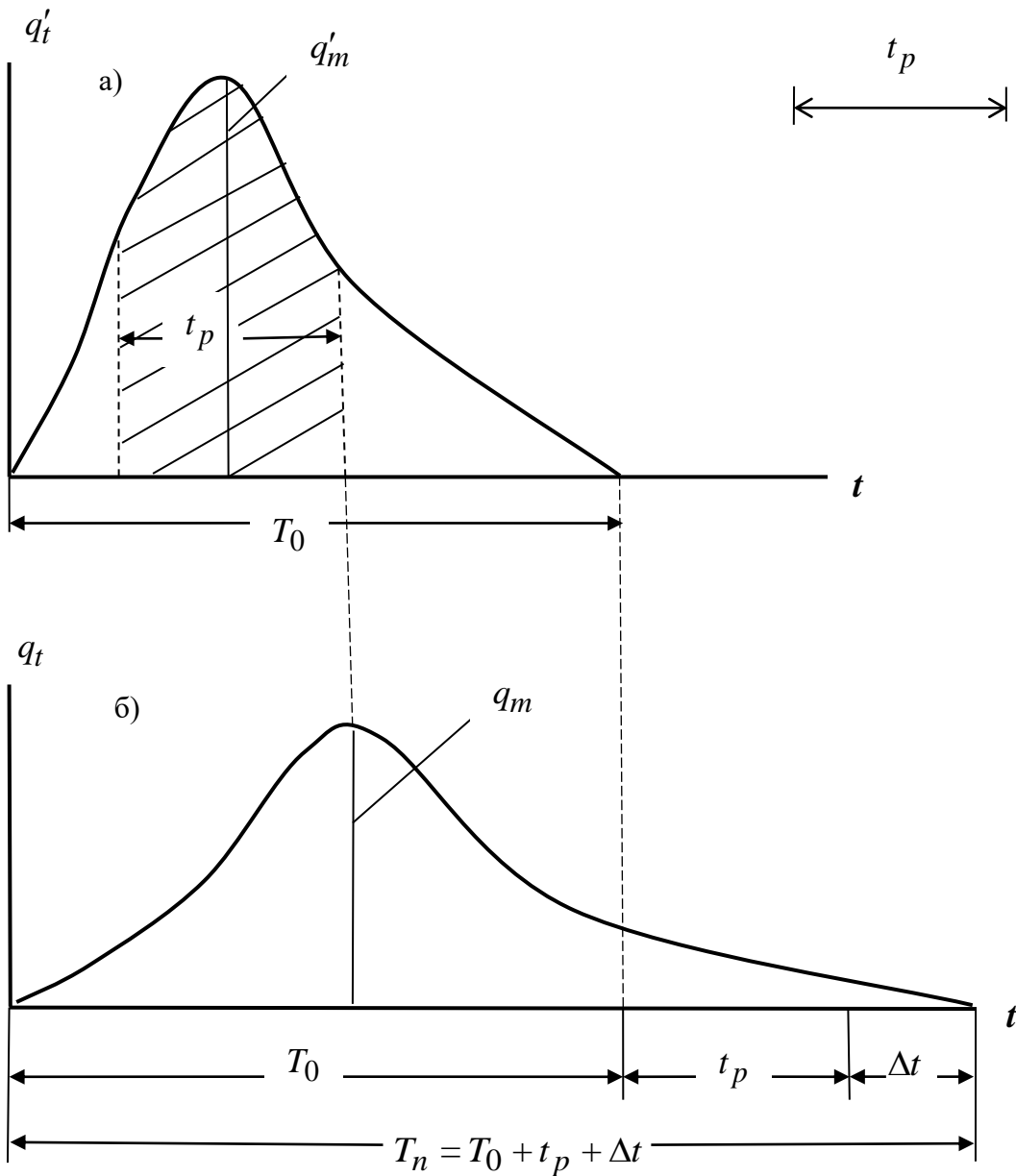


Рис.- Гідрографи схилового (1а) і руслового (1б) стоку

$$q_m = \left( \frac{m+1}{m} / \frac{n+1}{n} \right) q'_m \frac{T_0}{T_n} = \left( \frac{m+1}{m} / \frac{n+1}{n} \right) q'_m \frac{T_0}{T_0 + t_p + \Delta t}, \quad (10)$$

де  $\left( \frac{m+1}{m} / \frac{n+1}{n} \right) = k_m$  - коефіцієнт трансформації гідрографів схилового припливу у русловій мережі;

$$\frac{T_0}{T_0 + t_p + \Delta t} = \frac{1}{1 + \frac{t_p + \Delta t}{T_0}} = k_n$$

коефіцієнт русло-заплавного зарегулювання максимальних модулів стоку.

З урахуванням  $k_m$  і  $k_n$  перепишемо (10) наступним чином

$$q_m = q'_m k_m k_n \quad (11)$$

Коефіцієнт  $k_m$  представимо в редакції

$$\frac{m+1}{m} = k_p \frac{q_m T_n}{Y_m} = k_p \frac{q_m}{\bar{q}_m}, \quad (12)$$

де  $\bar{q}_m$  - середній модуль руслового стоку, тобто

$$\bar{q}_m = k_p \frac{Y_m}{T_n}, \quad (13)$$

$k_p$  - коефіцієнт розмірності.

Аналогічним чином запишемо рівняння й відносно  $\frac{n+1}{n}$

$$\frac{n+1}{n} = k_p \frac{q'_m}{\bar{q}'_m} \quad (14)$$

де  $\bar{q}'_m$  - середній максимальний модуль схилового припливу.

Реалізувати (14) досить складно, оскільки спостереження за схиловим припливом відсутні. Авторами пропонується подолати ці труднощі, спираючись на матеріали гідрологічної мережі [3,4]. З цією метою за виразом (12) визначаються коефіцієнти

$\frac{m+1}{m}$ . Потім будуються залежності  $\frac{m+1}{m} = f(F)$ . Їх екстраполяція на вісь ординат описується рівнянням

$$\lg \frac{m+1}{m} = \lg \frac{n+1}{n} - n_2 \lg(F+1) \quad (15)$$

Звідки

$$\frac{m+1}{m} = \frac{n+1}{n} / (F+1)^{n_2} \quad (16)$$

Після визначення  $\frac{n+1}{n}$ , виходячи з (16), коефіцієнт  $k_m$  дорівнює

$$k_m = \left( \frac{m+1}{m} / \frac{n+1}{n} \right) = \frac{1}{(F+1)^{n_2}} \quad (17)$$

Максимальний модуль схилового припливу  $q'_m$ , спираючись на (8), буде дорівнювати

$$q'_m = k_p \frac{n+1}{n} Y_m \frac{1}{T_0} = k_p k_0 Y_m, \quad (18)$$

де  $k_0$  - коефіцієнт трансформації схилового припливу

$$k_0 = k_p \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0}, \quad (19)$$

іє  $T_0$  - тривалість схилового припливу.

Як і деякі інші параметри схилового припливу, матеріалами спостережень тривалості  $T_0$  не забезпечені. Нами

пропонується визначити їх оберненим шляхом за допомогою формули (19), тобто

$$T_0 = k_p \frac{n+1}{n} / k_0 \quad (20)$$

Параметр  $k_0$  рекомендується для кожного об'єкту установлювати в структурі формули [2]

$$q_m = \frac{k_0 Y_m}{(F+1)^{n_1}} \quad (21)$$

Якщо ліву частину поділити на  $Y_m$ , то

$$q_m / Y_m = k_0 / (F+1)^{n_1} \quad (22)$$

У логарифмічних координатах

$$\lg \frac{q_m}{Y_m} = \lg k_0 - n_1 \lg(F+1) \quad (23)$$

Побудована залежність на основі (23) використовується для визначення степеневого показника  $n_1$ .

Після цього за допомогою формули (21) для кожного водозбору установлюється  $k_0$ , тобто

$$k_0 = \frac{q_m}{Y_m} / (F+1)^{n_1} \quad (24)$$

Параметри  $q_m$  і  $Y_m$  установлюються для тієї чи іншої забезпеченості шляхом статистичної обробки вихідних даних по максимальних витратах води паводків (водопіль) і шарів стоку.

Повертаючись до (11), не відомим виявляється і коефіцієнт русло-заплавного зарегулювання  $k_n$ . Його можливо для кожного водозбору визначити оберненим шляхом, використовуючи (11)

$$k_n = \left( \frac{q_m}{q'_m} \right) / k_m \quad (25)$$

Фізично  $k_n$  обмежені границями 1,0 (при  $F=0$ ) – 0 (при великих площах водозборів). Просторове узагальнення коефіцієнтів  $k_n$  здійснюється в результаті побудованих залежностей  $k_n = f(F)$ .

**Висновки.** Запропонована науково-методична база, як визначалось раніше, пропонується для нормування розрахункових характеристик максимального стоку як паводків, так і водопіль, причому для усього діапазону водозбірних площ.

## Список літератури

1. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л. : Гидрометеиздат, 1984. – 447 с. 2. Гопченко Є. Д. Гидрологічні розрахунки : підручник / Гопченко Є. Д., Лобода Н. С., Овчарук В. А. – Одеса : ТЕС, 2014. – 483 с. 3. Гопченко Є. Д. Максимальний стік дощових паводків на річках Півдня України : монографія / Гопченко Є. Д., Кічук Н. С., Овчарук В. А ; ОДЕУ. – Одеса : ТЕС, 2016. – 212 с. 4. Gopchenko E. D. A method for calculating characteristics of maximal river runoff in the absence of observational data: Case study of Ukrainian rivers / Gopchenko E. D., Ovcharuk V. A., Romanchuk M. E. // Water Resources. Pleiades. – 2015. – Vol. 42, issue 3. – P. 285-291.

**Гопченко Є.Д., Овчарук В.А., Романчук М.Є. Кирилюк О.С. Універсальна розрахункова модель для нормування характеристик максимального стоку дощових паводків і весняних водопіль.** У статті представлений аналітичний огляд існуючих нормативних методик для визначення максимального стоку паводків й водопіль на річках України. Обґрунтовано нову універсальну модель формування максимального стоку, яка дозволяє виконувати нормування розрахункових характеристик паводків та водопіль незалежно від їх генезису та площ водозбору.

*Ключові слова:* максимальний модуль, дощові паводки, весняне водопілля, схиловий приплив.

**Gopchenko E.D., Ovcharuk V.A., Romanchuk M.E., Kyrylyuk O.S. Universal model for the valuation characteristics of a maximum runoff rain and spring floods.** In recent years, at the rivers of Europe and Asia were observed outstanding floods caused by storm rainfall. Its calculated characteristics (especially the maximum water discharge and runoff layers) require clarification.

Scientific and methodological basis for establishing the characteristics of rain and spring floods in the design and construction of hydraulic structures regulated by the relevant regulations. In particular, in Ukraine to date used SNIP 2.01.14-83 in which generalized observations on the different characteristics of the hydrological regime of rivers and temporary streams. It should be noted that both the theoretical basis and observations data are relating to the seventies of this century. For determination characteristics of maximum runoff is offered techniques different structure for rain and spring floods.

The use of different structures for the estimation of modules maximum flood runoff methodologically not justified as a whole, as and application of structures that have fundamental differences, although describing the same thing phenomenon - the maximum runoff of floods. The authors proposed a more perfect structure calculation formula for determining the maximum water discharge of spring flood and storm floods. As a base used one-modality hydrographs that relate to extremely high floods different origins. The main parameter of proposed model is maximum module overland inflow, which is described by three characteristics - irregularity coefficient for slope influx, duration of slope influx and layer of overland flow. Parameters  $q_m$  and  $Y_m$  are established by for a particular probability by statistical analysis of baseline data on maximum water discharges and runoff layers of spring and rain floods. In determining the duration of the slope inflow exist some difficulties related to the fact that these values are not provided with materials observations on water-balance stations. Resolving the problem achieved through the use of numerical methods and data of channel runoff. Transformation modules maximum of slope influx in the channel network is described by the coefficient of transformation hydrographs of slope influx in to the channel network and coefficient of channel and floodplain regulation.

A new universal model of high flow, which allows perform determination of the design characteristics of rain and spring floods regardless of their genesis and catchment areas are suggested.

*Keywords:* maximum module, rain floods, spring floods, slope inflow.

**Гопченко Є.Д., Овчарук В.А., Романчук М.Є. Кирилюк О. С. Універсальная расчетная модель для нормирования характеристик максимального стока дождевых паводков и весенних половодий.** В статье представлен аналитический обзор существующих нормативных методик для определения максимального стока паводков и половодий на реках Украины. Предложена новая универсальная модель формирования максимального стока, которая позволяет выполнять нормирования расчетных характеристик паводков и половодий независимо от их генезиса и площадей водосбора.

*Ключивые слова:* максимальный модуль, дождевые паводки, весеннее половодье, склоновый приток.

**Надійшла до редколегії 01.11.2016**