

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

МАРТИНЮК МАКСИМ ОЛЕГОВИЧ

Прим. № _____

УДК 556.166

ДИСЕРТАЦІЯ

**ПОВЕНІ НА РІЧКАХ БАСЕЙНУ ВІСЛИ В МЕЖАХ УКРАЇНИ,
МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ЇХ ХАРАКТЕРИСТИК ТА ОЦІНКА
РИЗИКІВ**

103 Науки про Землю

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Мартинюк М.О.

Науковий керівник: Овчарук Валерія Анатоліївна, доктор географічних наук,
професор

Одеса – 2023

АНОТАЦІЯ

Мартинюк М.О. Повені на річках басейну Вісли в межах України, методика визначення їх характеристик та оцінка ризиків – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 103 «Науки про Землю». – Одеський державний екологічний університет МОН України, м. Одеса, 2023 р.

Дисертаційна робота присвячена дослідженню та оцінці ризиків затоплення при проходженні максимального стоку весняних водопіль та дощових паводків в українській частині басейну р. Вісла.

У роботі виконаний збір, підготовка та аналіз гідрологічних, метеорологічних вихідних даних та даних дистанційного зондування Землі, що використані при розрахунках максимального стоку весняних водопіль та дощових паводків у досліджуваному басейні, а також подальшого гідрологічного моделювання затоплення окремих ділянок водозбору, які мають потенційно значні ризики затоплення (ТПЗРЗ).

Проведена оцінка однорідності та стаціонарності рядів даних максимального стоку (максимальних витрат води та шарів стоку) весняного водопілля та дощових паводків річок басейну р. Вісла, визначена циклічність коливань стоку, а також виконана статистична обробка вихідних гідрологічних даних від початку спостережень до 2015 року, включно.

Визначення максимального стоку річок басейну р. Вісла в межах України виконане з використанням операторної моделі, розробленої вченими Одеського державного екологічного університету. З метою обґрунтування параметрів регіональної методики, виконаний розрахунок характеристик максимального стоку рідкісної імовірності перевищення, як весняного водопілля, так і дощових паводків. Результатом розрахунків є характеристики схилового припливу (шари стоку паводків і весняного водопілля, тривалість припливу зі схилів до руслової мережі, та максимальні модулі схилового

припливу) географічно узагальнені за територією досліджуваного басейну з використанням GIS-технологій, а також розрахункові рівняння для визначення трансформаційних функцій максимального стоку різного походження (русьове добігання, русло-заплавне регулювання). Обґрунтована регіональна методика дозволяє визначати характеристики максимального стоку рідкісної імовірності перевищення весняних водопіль і дощових паводків за відсутності даних гідрологічних спостережень на території досліджуваного басейну.

Порівняння розрахункових максимальних модулів стоку та витрат води під час проходження паводків рідкісної ймовірності перевищення з максимальними спостереженими та результатами статистичної обробки показало, що представлена методика є теоретично та практично обґрунтованою; точність розрахунків характеристик максимального стоку рідкісної імовірності перевищення для весняних водопіль склала $\pm 8,84\%$, а для дощових паводків $\pm 18,3\%$.

Оцінка ризиків затоплення проведена для ТПЗРЗ, що були визначені згідно Плану управління ризиками затоплення на окремих територіях у межах району басейну річки Вісла на 2023-2030.

У дисертаційному дослідженні проаналізовані існуючі методи та моделі, що використовуються у світовій практиці при визначенні зон затоплення. Виконане гідрологічне моделювання зон затоплення з використанням програмного забезпечення HEC-RAS, розробленого Корпусом інженерів-гідрологів Військово-морських сил США. У якості вихідних даних при моделюванні використана побудована цифрова модель рельєфу, дані промірних робіт та розрахункові гідрографи.

Цифрова модель рельєфу (ЦМР) досліджуваної території розроблена з використанням програмного забезпечення QGIS за SRTM знімками, отриманими з ресурсу EarthExplorer а також за даними проекту HydroSHEDS, проведеному Всесвітнім фондом дикої природи США з метою створення цифрових шарів даних для підтримки широкомасштабних гідроекологічних досліджень.

Розрахункові гідрографи побудовані для весняних водопіль та дощових паводків за методикою, наведеною у СНіП 2.01.14-83 та удосконаленою Є.Д. Гопченко та С.В. Авгайтисом, при цьому окремі параметри обґрунтовані на даних річок досліджуваного регіону басейну р. Вісли.

У роботі проведений порівняльний аналіз розрахункових гідрографів з фактичними за характерні роки (за роки з максимальною спостереженою витратою води весняного водопілля та дощових паводків), який показав високу збіжність форми гідрографів та об'ємів стоку.

Моделювання площі затоплення на території з наявністю даних гідрологічних спостережень проведене на прикладі р. Рата – с. Волиця. Виконане порівняння площі затоплення під час проходження максимальних витрат весняних водопіль і дощових паводків за розрахунковим та фактичним гідрографом, яке показало значну залежність площі затоплення від рельєфу місцевості та характеру підстильної поверхні.

Проведена оцінка ризиків затоплення для ТПЗРЗ р.Рата – с. Пристань за відсутності спостережень за річковим стоком. Загальна площа затоплення склала 2,21 км². Визначена кількість об'єктів, що потрапили до зони затоплення, включаючи будівлі, житлові будинки, культурні пам'ятки, промислові об'єкти, сільськогосподарські території, дороги та мости, величина ризику затоплення помірна.

Представлена методика може бути використана для інших річок басейну р. Вісла з метою визначення величина ризику затоплення ТПЗРЗ та рекомендується з метою подальшої імплементації Паводкової директиви ЄС в Україні та впровадження плану управління ризиками затоплення на окремих територіях у межах району басейну річки Вісла на 2023-2030 роки.

Ключові слова: максимальний стік, паводки, басейн р. Вісла, оцінка ризиків, НЕС-RAS.

ABSTRACT

Martyniuk M. Floods on the rivers of the Vistula basin within Ukraine, the method of determining their characteristics and risk assessment - Qualifying research paper with manuscript rights.

The Ph.D. degree thesis on the specialty 103 "Earth Sciences". – Odesa State Environmental University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Odesa, 2023

The dissertation is devoted to research and flood risk assessment during the passage of the maximum runoff of spring and rain floods in the Ukrainian part of the Vistula River basin.

In the work, the collection, preparation and analysis of hydrological and meteorological raw data and data of remote sensing of the Earth, used in the calculations of the maximum runoff of spring and rain floods in the studied basin, as well as further hydrological flood modeling of individual areas of the catchment, which have potentially significant flooding risks (APSEFR), were performed.

The homogeneity and stationarity of data series of the maximum runoff (maximum water discharges and runoff layers) of the spring and rain floods of the rivers of the Vistula River basin were evaluated, the cyclicity of runoff fluctuations was determined, and statistical processing of the initial hydrological data from the beginning of observations to 2015 was performed.

Determination of the maximum runoff of the rivers of the Vistula River basin within Ukraine was carried out using the operator model developed by scientists of the Odesa State Environmental University.

In order to substantiate the parameters of the regional methodology, the calculation of the characteristics of the maximum runoff of the rare probability of exceeding both spring and rain floods was performed. The results of the calculations are the characteristics of the slope influx (runoff layers of rain and spring floods, the duration of slope influx, and the maximum modules of the slope influx) geographically generalized by the territory of the studied basin using GIS

technologies, as well as calculation equations for determining the transformation functions of the maximum runoff of different origin.

A well-founded regional method allows determining the characteristics of the maximum runoff of the rare probability of exceeding spring and rain floods in the absence of hydrological observation data in the territory of the studied basin.

A comparison of the calculated maximum runoff modules and water discharges during floods of rare probability of exceedance with the maximum observed and the results of statistical processing showed that the presented method is theoretically and practically justified; the accuracy of the calculations of the characteristics of the maximum runoff of the rare probability of exceedance for spring floods was $\pm 8.84\%$, and for rain floods $\pm 18.3\%$.

The flood risk assessment was carried out for APSFR, which were determined according to the Flood Risk Management Plan in individual territories within the Vistula River Basin District for 2023-2030.

The dissertation research analyzed the existing methods and models used in global practice when identifying flood zones. Performed hydrologic modeling of flood zones using HEC-RAS software developed by the Hydrologic Engineering Center of US Army Corps of Engineers. The constructed digital evaluation model, data of measuring works and calculated hydrographs were used as input data for modeling.

The digital evaluation model (DEM) of the study area was developed using QGIS software based on SRTM images obtained from the EarthExplorer resource, as well as data from the HydroSHEDS project conducted by the World Wildlife Fund US to create digital data layers to support large-scale hydroecological research.

Estimated hydrographs were built for spring and rain floods according to the methodology given in SNiP 2.01.14-83 and improved by E.D. Hopchenko. and S.V. Avgaytis, while individual parameters are based on the data of the rivers of the studied region of the Vistula River basin.

In the work, a comparative analysis of calculated hydrographs with actual ones for characteristic years (for years with the maximum observed water discharges

of spring and rain floods) was carried out, which showed a high convergence of the shape of hydrographs and runoff volumes.

Modeling of the inundation area in the territory with the availability of hydrological observation data was carried out on the example of the WGS Rata – Volitsa.

A comparison of the inundation area during the passage of the maximum runoff of spring and rain floods was performed according to the calculated and actual hydrograph, which showed a significant dependence of the inundation area on the topography of the area and the nature of the underlying surface.

The flood risk assessment was carried out for the APSFR Rata - Pristan in the absence of observations of the river runoff. The total area of flooding was 2.21 km². The identified number of objects that fell into the inundation zone, including buildings, residential, cultural monuments, industrial facilities, agricultural areas, roads and bridges, the magnitude of the risk of flooding is moderate.

The presented method can be used for other rivers of the Vistula River basin in order to determine the magnitude of the flood risk of the APSFR and is recommended for the purpose of further implementation of the EU Flood Directive in Ukraine and the implementation of the flood risk management plan in certain areas within the Vistula River Basin District for 2023-2030.

Key words: maximum runoff, floods, Vistula River basin, risk assessment, HEC-RAS.