

ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ  
ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

Աշխարհագրության և  
երկրաբանության ֆակուլտետ



YEREVAN STATE  
UNIVERSITY

Faculty of Geography and  
Geology

## ԱՇԽԱՐՀԱԳՐՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԵՐԿՐԱԲԱՆՈՒԹՅԱՆ ԱՐԴԻ ՀԻՄՆԱԽՆԴԻՐՆԵՐԸ

Երևանի պետական համալսարանի հիմնադրման 100-ամյակին  
նվիրված միջազգային գիտաժողովի նյութեր  
Երևան, սեպտեմբերի 27-29, 2018թ.

## CONTEMPORARY ISSUES OF GEOGRAPHY AND GEOLOGY

Dedicated to the 100<sup>th</sup> Anniversary of the Yerevan State University,  
International Conference Proceedings  
September 27-29, 2018, Yerevan

Ժողովածուն տպագրվել է «ՄԱԿ ԿՓՇԿ ներքո Հայաստանի չորրորդ ազգային հաղորդագրության և երկամյա առաջընթացի երկրորդ զեկույցի պատրաստում» ՄԱԶԾ-ԳԷՖ/00096445 Ծրագրի աջակցությամբ, որն իրականացվում է ՄԱԶԾ կողմից ՀՀ բնապահպանության նախարարության համակարգման ներքո՝ Գլոբալ էկոլոգիական ֆոնդի ֆինանսավորմամբ:

*The Proceedings publication is supported by the "Development of Armenia's Fourth National Communication to the UNFCCC and Second Biennial Update Report" UNDP-GEF/00096445 Project, implemented by UNDP under coordination of the Ministry of Nature Protection of the Republic of Armenia and financed by Global Environment Facility.*



ԵՐԵՎԱՆ - 2018 - YEREVAN

ՀՏԴ 911:551:06  
ԳՄԴ 26.8+26.3  
Ա. 653

Գիտաժողովի նյութերը տպագրվել են  
ԵՊՀ Գիտական խորհրդի որոշմամբ

**Խմբագրական կազմ՝**

Գրիգորյան Մարատ  
Գրիգորյան Արսեն  
Դավթյան Պետրոս  
Խաչատրյան Շահեն  
Հարությունյան Դիանա  
Հարությունյան Նարեկ  
Հայրոյան Սարգիս  
Մովսեսյան Ռուբեն  
Մարկոսյան Գագիկ  
Պոտոսյան Ակսել  
Մուվարյան Սեյրան  
Վարդանյան Թրահել

*Մանուկյան Եսթեր՝ պատասխանատու քարտուղար*

Աշխարհագրության և երկրաբանության արդի հիմնախնդիրները: (Երևանի պետական  
Ա. 653 համալսարանի հիմնադրման 100-ամյակին նվիրված միջազգային գիտաժողովի նյութեր,  
Աշխարհագրության և երկրաբանության ֆակուլտետ, Երևան, սեպտեմբերի 27-29, 2018).

Եր.:

ԵՊՀ հրատ., 2018 – 404 էջ:

**Materials of the Conference are published  
on the decision of the Scientific Commission of YSU**

**Editing Committee**

Grigoryan Marat  
Grigoryan Arsen  
Davtyan Petros  
Khachatryan Shahen  
Harutyunyan Diana  
Harutyunyan Narek  
Hayroyan Sargis  
Movsesyan Ruben  
Markosyan Gagik  
Potosyan Aksel  
Suvaryan Seyran  
Vardanyan Trahel  
*Manukyan Yester - Executive secretary*

ՀՏԴ 911:551:06  
ԳՄԴ 26.8+26.3

ISBN 978-5-8084-2333-6

©ԵՊՀ հրատարակչություն, 2018  
©YSU Publishing House, 2018

4. Kolesnikova M., Kositskiy A. Long-term average annual flow of Northern Caucasus rivers along the Russian Black Sea coast. // Book of abstracts of International Geographical Union Regional Conference Geography, Culture and Society for Our Future Earth, 17-21 August 2015, Moscow, Russia. — C12.31 Modeling Geographical Systems. — Russian Federation: Russian Federation, 2015, p. 750.

## REGULARITIES OF FORMING THE DRAIN OF SMALL RIVERS OF THE BLACK SEA COAST OF THE NORTHERN CAUCASUS

Kositskiy A.G.

Moscow State University, Moscow, Russia, alexhydro@mail.ru

### **Abstract**

The report presents some revealed regularities of spatial distribution of river flow characteristics of the Black sea coast of Russia. The dependence of the average long-term flow module on the average catchment height for different ranges of heights is established. For maximum runoff are installed decreasing the dependence of the modules of the flow on the distance between the centre of the catchment relative to the sea. The prospects for further refinement of the obtained dependencies are outlined.

## СОВРЕМЕННЫЙ МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ В ПЕРИОД ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ РЕК

Докус А.А.<sup>1</sup>, Шакирзанова Ж.Р.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Одесский государственный экологический университет, Одесса, Украина,*

*[angel.dokus@gmail.com](mailto:angel.dokus@gmail.com)*

**Введение.** Понятие «риск» появилось ещё в XIV веке. На сегодняшний день это понятие говорит о возможном возникновении неблагоприятных последствий, вызванных антропогенными или природными явлениями (Музалевский и др., 2011). Гидрологический риск, в свою очередь, может быть вызван речными наводнениями, которые возникают во время продолжительных ливней, вследствие таяния снега и при заторах, быстрым затоплением побережий, повышением уровня грунтовых вод и др.

Гидрологическое прогнозирование направлено на оценку текущего состояния и возможных изменений водных ресурсов, их планирования, осуществления «водных» проектов, а также смягчения последствий стихийных «гидрологических» бедствий.

Для прогнозирования ежегодных гидрологических рисков при прохождении весенних половодий равнинных рек авторами предлагается использование метода территориальных долгосрочных прогнозов характеристик весеннего половодья при использовании ГИС-технологий картографического представления прогнозных величин. Данный метод прогноза позволяет определять, как стоковые характеристики, так и их вероятностные оценки для любых рек территории, включая и неизученные в гидрологическом отношении. Следует отметить, что данный метод учитывает основные принципы Водной Паводковой Директивы 2007/60/ЕС Европейского Парламента и

Совета от 23 октября 2007 года об оценке и управлении рисками затоплений, а именно – регламентирует действия до наступления наводнений, позволяет прогнозировать экстремальные сценарии наводнений, предоставлять рекомендации к действиям органов в сфере водной политики, а также учитывает возможные последствия изменений климата.

**Материалы и методы исследования.** Объектом исследования является бассейн равнинной крупной реки Украины – Южного Буга, единственной, которая полностью протекает по ее территории и впадает в Чёрное море. Длина реки 806 км, водосборная площадь речного бассейна полностью находится на территории Украины и составляет 63,7 тыс. км<sup>2</sup>.

Реки бассейна верхнего и среднего течения Южного Буга характеризуются выраженным весенним половодьем и низкой меженью. Главным источником питания рек в весенний период является снеготаяние, но не исключено и выпадение дождей. Доля весеннего стока в годовом составляет до 70-94% (низовья Южного Буга), который формируется при различных сочетаниях гидрометеорологических условий и в отдельные годы может быть опасным природным явлением.

Гидрологические наблюдения на реке Южный Буг имеют достаточно длительные ряды стоковых характеристик, начиная с конца XIX – начала XX века. На сегодняшний день действующими являются 24 гидрологических поста и 25 метеостанций, равномерно расположенных по территории бассейна и имеют длительные периоды наблюдений.

В работе использованы исходные гидрометеорологические данные, которые полученные из фондовых режимных изданий гидрометслужбы и автоматизированной системы текущего получения информации – автоматизированного рабочего места АРМ-гидро (Украинского гидрометцентра).

Следует отметить, что современная автоматизированная система АРМ-гидро содержит и данные об уровнях, при которых наблюдаются опасные явления (ОЯ) и стихийные гидрометеорологические явления (СГЯ) и которые являются показателями возможных гидрологических рисков. Так, за многолетний период наблюдений на реке Южный Буг – с. Александровка в 1938, 1942, 1943, 1947, 1948, 1956, 1985, 1986, 1987, 1988, 1998, 2002, 2003, 2006 годах максимальные уровни воды весеннего половодья достигали и превышали отметку ОЯ, а в 1932, 1941 и 1980 году зафиксировано катастрофически высокое весеннее половодье, когда максимум в несколько раз превысил отметку СГЯ. При анализе водного режима рек бассейна Южного Буга было также установлено, что и в отдельные годы последнего двадцатилетия наблюдались половодья, при которых зафиксированы риски наводнений (2004, 2005, 2010, 2013 гг.).

В основу исследования положены данные наблюдений (по состоянию на 2018 г.) за гидрометеорологическими и агрометеорологическими характеристиками весеннего половодья (слоями стока и максимальными расходами (уровнями) воды половодья, ежедневными расходами воды, температурой воздуха, осадками, запасами воды в снежном покрове, глубиной промерзания почв, индексом их увлажнения).

Метод территориальных долгосрочных прогнозов максимального весеннего стока рек (слоев стока и максимальных расходов воды) относится к классу математических детерминистических (динамических) моделей стока с сосредоточенными параметрами и основан на использовании региональных зависимостей стоковых величин от количества влаги на бассейне, выраженных в модульных коэффициентах, то есть по отношению к их среднемноголетним величинам (Шакирзанова, 2015). Так, для максимальных расходов воды (модулей стока) прогностические зависимости имеют вид

$$q_m/q_0 = f[(S_m + X_1)/(S_0 + X_{1_0})] \quad (1)$$

где  $q_m$  и  $q_0$  – максимальный модуль весеннего половодья и его среднемноголетняя величина, м<sup>3</sup>/с·км<sup>2</sup>;  $S_m$  и  $S_0$  – максимальный запас воды в снежном покрове перед началом весеннего снеготаяния и его среднемноголетняя величина, мм;  $X_1$  и  $X_{1_0}$  – дождевые осадки периода весеннего снеготаяния и их среднемноголетняя величина, мм.

Особенностью методики является то, что на первом этапе прогноза производится предварительный диагноз типа водности будущей весны по знаку дискриминантной функции  $DF$  (выше, ниже или около нормы). Для бассейна Южного Буга уравнение имеет вид

$$k_X = (S_m + X_1)/(S_0 + X_{1_0}) \quad (2)$$

где  $k_X$  – модульный коэффициент запасов влаги на бассейне, которые принимают участие в формировании весеннего половодья;  $k_{Q_{не}}$  –

–модульный коэффициент индекса увлажнения почв ( $Q_{не}$  и  $Q_{не_0}$  –средний месячный расход воды в реке перед началом весеннего половодья и его среднемноголетняя величина, м<sup>3</sup>/с);

–модульный коэффициент максимальной за зиму глубины промерзания почв ( $L$  и  $L_0$  – глубина промерзания почв и ее среднемноголетняя величина, см);  $\theta_{02}$  –среднемесячная температура воздуха в феврале, °С,  $A=(a_0, a_1, a_3, a_4)$  –коэффициенты дискриминантных уравнений.

Установлено, что для речных систем, которые находятся в близких условиях формирования весенних половодий параметры дискриминантных уравнений постоянны и могут использоваться для всех рек однородных по условиям формирования весеннего стока районов (Шакирзанова, 2015).

Построенные в соответствии со знаком дискриминантных функций прогнозные зависимости вида (1) описываются полиномом, например, 3-й степени  $k_m = b_0 + b_1 k_X + b_2 k_X^2 + b_3 k_X^3$ , где  $b_0, b_1, b_2, b_3$  – коэффициенты полинома. Такие коэффициенты также являются достаточно устойчивыми для рек однородных районов.

Переход от модульных коэффициентов к прогнозным значениям осуществляется по уравнению  $Q_m = k_m \cdot q_0 \cdot F$ , где  $k_m$  – спрогнозированный по методике модульный коэффициент максимальных расходов воды ( $k_m = q_m / q_0$ ),  $F$  – площадь водосбора, км<sup>2</sup>.

Среднегодовое значения максимальных модулей весеннего половодья  $Q_0$  для рек, неизученных в гидрологическом отношении устанавливаются по модели редуцированных типовых гидрографов половодий (Гопченко и др., 2014).

Метод долгосрочных прогнозов характеристик весеннего половодья рек дает возможность определения и значений вероятностных оценок наступления прогнозных величин в многолетнем периоде. Установление вероятности весеннего половодья осуществляется по прогнозным модульным коэффициентам максимальных расходов воды половодья и их статистическим характеристикам (коэффициентам вариации и асимметрии, их соотношения) при использовании трехпараметрического гамма-распределения С.Н. Крицкого и М.Ф. Менкеля (Пособие, 1984), в виде интервала  $P_1\% < P_Q\% < P_2\%$ , где  $P_1\%$  и  $P_2\%$  – верхняя и нижняя границы обеспеченности.

Спрогнозированные характеристики весеннего половодья в виде модульных коэффициентов максимальных расходов воды и их вероятностные характеристики в многолетнем разрезе  $P_Q\%$  представляются в картографическом виде при использовании ГИС-технологий (Shakirzanova et al., 2017).

**Результаты исследования.** Результаты проверки методики долгосрочных прогнозов максимального стока весеннего половодья за период с 2001 по 2015 гг. по 10 опорным водосборам показали удовлетворительные оценки. Всего за 15 лет было выпущено и оценено (на даты составления прогнозов – 10, 20, 28 февраля и дату максимальных снегозапасов) порядка 600 прогнозов максимальных расходов воды весеннего половодья (при их заблаговременности 15–45 дней и больше). В каждом году прогнозирование велось при установлении неизвестных (на даты выпуска прогнозов) метеорологических факторов, используя предоставленные в прогнозной схеме рекомендации по их определению и считая метеорологические условия зимне-весеннего сезона близкими к климатической норме.

Представленный метод территориальных долгосрочных прогнозов характеристик весеннего половодья рек в бассейне р. Южный Буг используется для составления оперативных прогнозов текущих лет. В частности, выполнена оценка максимальных расходов (уровней) воды весеннего половодья 2017–2018 г. в бассейне р. Южный Буг, которая показала, что прогноз является оправдавшимся с хорошими результатами. Оценка возможных рисков наводнений свидетельствует, что расходы и уровни воды не превышали значений опасных отметок, при которых наблюдаются подтопления объектов (при ОЯ и СГЯ).

**Выводы.** В статье представлен современный подход прогнозирования характеристик максимального стока весеннего половодья, картографического обобщения гидрометеорологических характеристик по территории с целью предоставления заблаговременных предупреждений о развитии катастрофического половодья. Предложенный метод территориальных долгосрочных прогнозов характеристик весеннего половодья равнинных рек позволяет спрогнозировать возникновение катастрофически высокого половодья, предоставить количественную оценку стоковых

значений при прохождении весеннего половодья в целом для крупных регионов, включая реки, недостаточно изученные в гидрологическом отношении.

Предложенный метод предусматривает представление прогнозных характеристик половодья как в табличной форме, так и в картографическом виде при использовании ГИС-технологий, что является практически выгодным при обработке и комплексном анализе данных. При этом построение карт выполняется в оперативном режиме выпуска прогнозов и даёт возможность сопровождения развития гидрологического риска наводнений при формировании весеннего половодья на реках и проведения анализа гидрометеорологической ситуации в бассейне и регионе в целом.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Гопченко Є.Д., Лобода Н.С., Овчарук В.А. Гідрологічні розрахунки: підручник // Одеса: ТЕС, 2014: 484.
2. Музалевский А.А., Карлин Л.Н. Экологические риски: теория и практика // СПб.: РГГМУ, ВВМ, 2011: 448.
3. Пособие по определению расчётных гидрологических характеристик. Л.: Гидрометеоздат, 1984: 448.
4. Шакірзанова Ж.Р. Довгострокове прогнозування характеристик максимального стоку весняного водопілля рівнинних річок та естуаріїв території України // Одеса: ФОП Бондаренко М.О., 2015: 252.
5. Shakirzanova Zh., Kazakova (Dokus) A., Volkov A. Territorial long-term forecasting of spring flood characteristics in the modern climatic condition utilizing geographical informational systems. International Journal of Research In Earth & Environmental Sciences. Vol. 7. No.1. April 2017: 13-16.

### MODERN METHOD TO FORECASTING HYDROLOGICAL RISKS DURING THE SPRING FLOOD

Dokus A.O.<sup>1</sup>, Shakirzanova Zh.R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Odessa State Environmental University, Odessa, Ukraine,

[angel.dokus@gmail.com](mailto:angel.dokus@gmail.com)

**Abstract:** To forecast annual hydrological risks during the spring floods of lowland rivers, the authors propose to us the method of territorial long-term forecasts of spring flood characteristics based on the idea of preliminary determining the type of water content of the future spring for a complex of hydrometeorological factors using multivariate discriminant analysis, and further forecasting the runoff layers and maximum duty of water by regional dependencies on total water reserves in the snow cover and spring precipitation, expressed in terms of their multi-year averages value. This method of forecasting allows to determine a probabilistic estimation of characteristics of maximum runoff.

The proposed method allows to prevent the occurrence of a catastrophically high flood (15-45 days before the onset of the phenomenon), to provide a quantitative and probabilistic estimate of the run-off values and the timing of the spring flood in general for large regions,

including rivers which are not studied hydrologically, to find the coordinates of any point in this region and determine the degree of possible threat from flooding floodplain areas.

The generating of flood risk maps using GIS technologies is carried out in the operational mode of issuing forecasts and provides an opportunity to accompany the development of risk in the formation of spring high water, the analysis of the hydrometeorological situation in the basin and the region as a whole. The proposed maps provide information on floods of different probability and are easy to use for the customer. The availability of automated processing systems, the transfer of hydrometeorological information creates new opportunities for the development of hydrological forecasts. There was a new concept of "forecast in real time", in which a special place belongs to the constant maintenance and correction of the hydrological forecast.

## ВЛИЯНИЕ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ И ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ СОСТАВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В БАССЕЙНАХ ПРИПЯТИ И ДЕСНЫ

Даус М.Е.

Одесский государственный экологический университет, Одесса, Украина,  
dme2468@gmail.com

**Введение.** Реки Припять и Десна два основных притока Днепра на территории Украины. Бассейн Днепра - один из важнейших природных объектов и самый большой в Украине. Он охватывает почти половину всех рек, протекающих по территории страны. Этот водный объект высокой экологической важности, имеет широкое промышленное и бытовое использование, требует тщательного изучения и постоянного организованного мониторинга.

Определение гидрохимических характеристик вод реки Днепр является важной прикладной задачей, которая поставлена общегосударственной программой (Закон Украины от 24.05.2012 г.) по экологическому оздоровлению Днепра. Также эта задача согласуется с требованиями законодательной базы Водной Рамочной Директивы ЕС 2000/60 / ЕС и Планом управления речным бассейном Днепра (в пределах Украины) по обеспечению достижения поверхностными водными объектами хорошего экологического и химического статуса. Такие работы важны для разработки системы мероприятий и механизмов направленных на экологическое возрождение реки Днепр и ее притоков, создание направленных действий на улучшение гидроэкологической ситуации природных вод рек. Поэтому тему данной работы можно считать актуальной.

Припять - река в Украине (в Волынской, частично в Ровенской, Киевской областях) и в Беларуси, самый большой по площади бассейна и водности правый приток Днепра, впадает в Киевское водохранилище. Длина 761 км (на территории Украины - 261 км), площадь бассейна 121 тыс. км<sup>2</sup>. Течет преимущественно Полесской низменностью, которая имеет вогнутый рельеф, что способствует распространению переувлажненных участков. Наиболее распространенными в бассейне Припяти являются дерново-подзолистые почвы супесчаного и песчаного состава. Их механический состав обуславливает высокую