ОСОБЕННОСТИ ПОДХОДА К ВЫЯВЛЕНИЮ И АНАЛИЗУ ОПАСНЫХ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ С КУМУЛЯТИВНЫМ ЭФФЕКТОМ

Н.А. Яицкая^{1,2,3}, И.А. Третьякова¹, А.А. Магаева^{1,4}

¹ ФИЦ Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону,

² Сочинский научно-исследовательский центр РАН, г. Сочи,

³ Филиал Института природно-технических систем РАН,

⁴ Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

yaitskayan@gmail.com

Аннотация. В работе представлен подход к выявлению и анализу опасных гидрометеорологических явлений, состоящий из четырех этапов. Настоящая методика разработана для южных морей России, но может быть дополнена и применена для других акваторий.

Ключевые слова: опасные гидрометеорологические явления, анализ данных, базы данных, математическое моделирование, классификация

Внимание ученых в последнее время стали привлекать исследования механизмов формирования и прогнозирования опасных природных и отдельно гидрометеорологических явлений (ОПЯ и ОГЯ соответственно). Но основной акцент при этом делается либо на строго фундаментальное изучение и документирование отдельных явлений и случаев, либо на развитие методов их прогнозирования. Так, например, в научной литературе представлено весьма мало подробных сведений об опасных сгонно-нагонных явлениях в Каспийском море, за исключением катастрофического нагона 1952 г., который подробно описан в работах прошлого века (например, [1; 2]). Большое количество статей посвящено особенностям и основным закономерностям ледового режима Азовского и Каспийского морей. Так, в работах [3; 4] описаны условия образования и разрушения льда, многолетняя изменчивость сроков ледостава, опасные ледовые явления, негативно влияющие на судоходство. В монографии [5] дано полное описание ледового режима водоемов. Представлена информация о факторах, определяющих ледовые условия, дана типизация зим по степени суровости, а также приведены картосхемы ледовой обстановки для каждого типа зимы. Описано ледообразование, нарастание, распространение и очищение ото льда. По режиму ветрового волнения и описанию волнового климата моря одной из наиболее полных работ можно считать серию справочников Морского регистра судоходства [6]. А при прогнозировании и предупреждении неблагоприятных и опасных явлений органы исполнительной власти, МЧС и аварийно-спасательные службы ориентируются на «Инструкцию по подготовке и передаче штормовых сообщений наблюдатель-

ными подразделениями. РД 52.04.563–2013» (Дата введения 2014–04–07), в которой только с 2016 года приведены критерии для одного ОГЯ с кумулятивным эффектом.

На фоне интенсивного технологического развития, совершенствования методов исследований и прогнозирования, по-прежнему велик ущерб от стихийных бедствий. Такого не должно быть. Необходимо анализировать и учитывать ошибки истории, уделять должное внимание новым направлениям в фундаментальных исследованиях опасных природных явлений, таких как кумулятивные, результаты которых в последствии могут быть внедрены в практическую деятельность.

Актуальность исследований кумулятивных ОГЯ для акваторий и прибрежных густонаселенных районов Азовского, Черного и Каспийского морей имеет не только практическую, но и большую научную ценность, поскольку они представляют собой редкие явления с катастрофическими последствиями и требуют изучения всего комплекса связанных с ними гидрометеорологических условий. Многофакторность и сложность развития ОГЯ, связанных с природно-климатическими, гидрологическими и геоморфологическими показателями, обуславливают проблематику их исследования. Ключевым моментом является учет всех детерминант и описание их совместного взаимодействия на основе баз данных экспедиционных работ прошлых лет с привлечением информационных технологий и математического моделирования.

Для исследования (выявления и реанализа) ОГЯ с кумулятивным эффектом, наблюдавшихся в южных морях России, разработан подход, который разбит на четыре основных этапа [7–9].

Этап 1. Определение критериев опасности для каждого природного феномена в отдельности.

На основе анализа литературы и нормативных документов определяются действующие критерии опасности (неблагоприятное и опасное явление) каждого рассматриваемого природного феномена и его возможная продолжительность. Для южных морей России и приморских районов наиболее опасными являются:

- межгодовые (долгопериодные) колебания уровня моря;
- краткосрочные колебания уровня моря (нагоны);
- сильный ветер, очень сильный ветер, ураганный ветер;
- ветровое волнение, шторма;
- сильный дождь, ливень, сильный ливень, очень сильный дождь;
- паводки на реках;
- очень сильная жара;
- оползни, обвалы, сели в результате действия гидрометеорологических опасных явлений;
- затопление прибрежных областей в результате действия штормового волнения, паводковых волн.

На основе этих критериев в вековых рядах гидрометеорологической информации выявляются случаи (календарные: дата, время, продолжительность) неблагоприятных и опасных ситуаций каждого явления отдельно. Составляется сводный каталог («календарь») кумулятивных опасных гидрометеорологических явлений с указанием продолжительности, характеристик параметров, метеорологических условий возникновения и вырождения. Дополнительным источником информации для исторических случаев могут служить описания из литературы.

Этап 2. Реконструкция (реанализ) кумулятивных ОГЯ.

Этап посвящен реконструкции случаев кумулятивных опасных явлений, выявленных на этапе 1, с помощью математических моделей. На этом этапе формируются исходные ряды (входные данные) исторической гидрометеорологической информации для математических моделей, а также осуществляется контроль качества исходных данных, чтобы минимизировать возможные ошибки. Выполнение серий расчетов, направленных на получение реанализа выделенных случаев развития и вырождения опасных и неблагоприятных гидрометеорологических явлений, позволяет восстановить поля и характеристики волнения, уровень моря, площадь и границы затапливаемых территорий. При этом необходимо учитывать изменение положения береговой линии и морфометрических характеристик

в зависимости от межгодовых колебаний уровня моря и катастрофических штормов, а также внутри-сезонную динамику положения кромки льда.

Таким образом, восстанавливаются пространственно-временные поля, количественные и качественные характеристики параметров. Феноменологическое описание и пространственно-временной анализ случаев неблагоприятных и опасных гидрометеорологических ситуаций с кумулятивным эффектом позволяет определить механизмы формирования, причинно-следственную обусловленность, а также связь с глобальными проявлениями изменения климата.

Этап 3. Классификация условий и определение критериев опасности ОГЯ с кумулятивным эффектом.

На третьем этапе отдельно выполняется классификация зимних условий по степени суровости на основе анализа комплекса ледовых параметров (начало, продолжительность и конец ледостава, ледовитость моря) и классификация для всех сезонов в зависимости от количества одновременного наступления неблагоприятных или опасных гидрометеорологических явлений. Для каждого класса определяются критерии, которые показывают степень угрозы кумулятивного опасного явления (неблагоприятное и опасное явление).

Разработка критериев кумулятивных опасных явлений на основе системы отметок степени опасности (неблагоприятное и опасное явление) необходимо проводить для каждого сочетания (класса) природных факторов на основе реанализа, определять критические отметки, после которых кумулятивное явление является неблагоприятным или опасным.

Этап 4. Оценка нагрузки на объекты.

На заключительном четвертом этапе проводится оценка нагонных явлений и динамического волнового воздействия для случаев кумулятивных ОГЯ на берега моря, прибрежную инфраструктуру и гидротехнические сооружения.

Представленный и описанный выше подход частично апробирован для Азовского и Каспийского морей, непрерывно совершенствуется и уточняется. Несомненно, что наибольшую значимость при определении пороговых значений опасности имеет исходный объем данных, на основе которого определяются критерии. При этом равную важность имеют качество данных, пространственное и временное разрешение.

Работа выполнена в рамках программы государственного задания СНИЦ РАН № госрегистрации АААА-А18-118012990149-1.

Список литературы

1. Кошинский С.Д. Условия наводнения в Северо-западном Каспии 10–13 ноября 1952 г. / С.Д. Кошинский, Л.М. Рыжкова (Кравец) // Труды Западно-Сибирского регионального НИИ. М.: Гидрометеиздат, 1981. Вып. 50. С. 63–74.
2. Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т. VI Каспийское море. Выпуск 1. Гидрометеорологические условия. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 360 с.
3. Бухарицин П.И. Обледенение на Каспийском море // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. 2007. № 6 (41). С. 154–156.
4. Бухарицин П.И. Сравнительные характеристики многолетней изменчивости ледяного покрова северной части Каспийского и Азовского морей // Вестник Астраханского государственного технического университета. 2008. №. 3 (44). С.207–213.
5. Думанская И.О. Ледовые условия морей европейской части России // М.: ИГ–СОЦИН. 2014.
6. Лопатухин Л.И. и др. Справочные данные по режиму ветра и волнения Баренцева, Охотского и Каспийского морей // Российский Морской Регистр Судоходства. 2003.
7. Yaitskaya N., Tretyakova I., Makarovskiy G., Shagarov L. Development of the investigation approach to winter multi-hazards for closed reservoirs on the example of the Caspian Sea // 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2017a, www.sgem.org, SGEM2017 Conference Proceedings, ISBN 978–619-7408–08-9 / ISSN 1314–2704, 29 June – 5 July, 2017, Vol. 17, Issue 51, 285–290 pp, DOI: 10.5593/sgem2017/51/S20.037.
8. Yaitskaya N., Tretyakova I., Makarovskiy G., Shagarov L. The approach to assessment to winter multi-hazards for closed reservoirs (on the example of the Caspian Sea) // Abstracts of the 3rd International Workshop – 2017 “Eco-Environment Safety along the Silk-Road” (August 22–24, 2017, Marco Polo Hotel, Issyk-Kul region, Kyrgyzstan). Boz-Beshik. 2017b. Pp. 64–61.
9. Yaitskaya N.A., Shagarov L.M., Lychagina Yu.M., Magaeva A.A., Tretyakova I.A., Makarovskiy G.V. About the RFBR-RGO project “The study of cumulative natural hazards during the winter period and their impact on the coastal area of the Caspian Sea” // Where the East meets West: Pontocaspia, the historical dimension of the evolution of a unique biodiversity. Abstracts of the International youth school-conference (Rostov-on-Don / Kagal’nik, Atrakhan’, Russia, August 21 – September 02, 2017). Rostov-on-Don: SSC RAS Publishers. 2017c Pp. 109–111.

PECULIARITIES OF THE APPROACH TO THE IDENTIFICATION AND ANALYSIS OF THE HYDROMETEOROLOGICAL HAZARDS PHENOMENA WITH A CUMULATIVE EFFECT

N.A. Yaitskaya^{1,2,3}, I.A. Tretyakova², A.A. Magaeva^{2,4}

¹ Sochi Research Center of the Russian Academy of Sciences,

² Federal Research Center the Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences,

³ Branch of the Institute of Natural and Technical Systems

⁴ South Federal University

yaitskayan@gmail.com

Abstract. The paper presents an approach to the identification and analysis of dangerous hydrometeorological phenomena, which consist of four stages. This method was developed for the southern seas of Russia, but can be supplemented and applied to other water areas.

Keywords: hydrometeorological hazards, data analysis, databases, mathematical modeling, classification

References

1. *Koshinskij S.D.* Usloviya navodneniya v Severo-zapadnom Kaspii 10–13 noyabrya 1952 g. [Flood conditions in the North-Western Caspian 10–13 November 1952] / S.D. Koshinskij, L.M. Ryzhkova (Kravec) // *Trudy Zapadno-Sibirskogo regional'nogo NII.* Moscow: Gidrometeoizdat, 1981. V. 50. P. 63–74 (In Russian).
2. *Gidrometeorologiya i gidrokhimiya morej. T. VI Kaspijskoe more. Vypusk 1. Gidrometeorologicheskie usloviya.* [Hydrometeorology and hydrochemistry of the seas. T. VI. The Caspian Sea. Issue 1. Hydrometeorological conditions]. SPb.: Gidrometeoizdat, 1992. 360 p. (In Russian).
3. *Buharicin P.I.* Obledenenie na Kaspijskom more [Icing on the Caspian Sea] // *Vestn. Astrahan. gos. tekhn. un-ta.* 2007. № 6 (41). p. 154–156.
4. *Buharitin P.I.* Sravnitel'nye harakteristiki mnogoletnej izmenchivosti ledyanogo pokrova severnoj chasti Kaspijskogo i Azovskogo morej [Comparative characteristics of long-term variability of the ice cover in the north part of the Caspian Sea and Sea of Azov]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Vestnik of Astrakhan State Technical University.* 2008, 3: 207–213. [In Russian].
5. *Dumanskaya I.O.* Ledovye usloviya morej evropejskoj chasti Rossii. [Ice conditions of the seas of the European part of Russia]. Moscow: IG SOTSIN, 2014: 608 p. [In Russian].
6. *Lopatuhin L.I.* i dr. Spravochnye dannye po rezhimu vetra i volneniya Barenceva, Ohotskogo i Kaspijskogo morej [Reference data on the regime of wind and waves in the Barents, Okhotsk and Caspian seas] // *Rossijskij Morskoy Registr Sudohodstva.* 2003.
7. *Yaitskaya N., Tretyakova I., Makarovskiy G., Shagarov L.* Development of the investigation approach to winter multi-hazards for closed reservoirs on the example of the Caspian Sea // 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2017a, www.sgem.org, SGEM2017 Conference Proceedings, ISBN 978-619-7408-08-9 / ISSN 1314-2704, 29 June – 5 July, 2017, Vol. 17, Issue 51, 285–290 pp, DOI: 10.5593/sgem2017/51/S20.037.
8. *Yaitskaya N., Tretyakova I., Makarovskiy G., Shagarov L.* The approach to assessment to winter multi-hazards for closed reservoirs (on the example of the Caspian Sea) // Abstracts of the 3rd International Workshop – 2017 “Eco-Environment Safety along the Silk-Road” (August 22–24, 2017, Marco Polo Hotel, Issyk-Kul region, Kyrgyzstan). Boz-Beshik. 2017b. Pp. 64–61.
9. *Yaitskaya N.A., Shagarov L.M., Lychagina Yu.M., Magaeva A.A., Tretyakova I.A., Makarovskiy G.V.* About the RFBR-RGO project “The study of cumulative natural hazards during the winter period and their impact on the coastal area of the Caspian Sea” // Where the East meets West: Pontocaspia, the historical dimension of the evolution of a unique biodiversity. Abstracts of the International youth school-conference (Rostov-on-Don / Kagal'nik, Atrakhan, Russia, August 21 – September 02, 2017). Rostov-on-Don: SSC RAS Publishers. 2017c Pp. 109–111.