

Научная статья

УДК: 623.459.61

doi: 10.34987/2712-9233.2024.39.73.008

Разработка модели обеспечения безопасного пропуска паводковых вод на примере крупной промышленной агломерации г. Красноярск

Сергей Николаевич Молодец

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Железногорск, Россия

Автор ответственный за переписку: Сергей Николаевич Молодец, kexana@bk.ru

Аннотация. Обеспечение безопасности населения и инфраструктуры от паводков является одной из ключевых задач управления природными ресурсами. Разработка эффективных моделей и подходов к пропуску паводковых вод может значительно снизить риск возникновения чрезвычайных ситуаций и минимизировать ущерб. В данной статье рассмотрен опыт моделирования безопасного пропуска паводковых вод и разработки прогноза для крупной промышленной агломерации г. Красноярск. Для моделирования различных сценариев развития обстановки при обеспечении безопасного пропуска паводковых вод применен комплекс проблемно-ориентированных программ «MIKE FLOOD» с применением авторской методики. Результаты моделирования соотносились с данными, полученными при анализе прохождения паводковых вод в районе г. Красноярск в 2021 году, когда наблюдался 1% паводок. Результаты работы продемонстрировали высокую эффективность и позволили спланировать необходимые силы и средства для реагирования на возникающие риски и угрозы, определить зоны эвакуации населения при развитии обстановки по наихудшему сценарию.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, паводки, затопление, подтопление, риск, угроза, имитационное моделирование, прогнозирование

Для цитирования: Молодец С.Н. О Разработка модели обеспечения безопасного пропуска паводковых вод на примере крупной промышленной агломерации г. Красноярск// Актуальные проблемы безопасности в техносфере 2024. № 1 (13). С. 35-39. URL:<https://doi.org/10.34987/2712-9233.2024.39.73.008>

Development of a model for ensuring safe passage of flood waters on the example of a large industrial agglomeration in Krasnoyarsk

Sergey N. Molodets

Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia, Zheleznogorsk, Russia

Corresponding author: Sergey N. Molodets, kexana@bk.ru

Abstract. Ensuring the safety of the population and infrastructure from floods is one of the key objectives of natural resource management. The development of effective models and approaches to the passage of flood waters can significantly reduce the risk of emergencies and minimize damage. In this article we consider the experience of modeling of safe passage of flood waters and development of forecast for a large industrial agglomeration of Krasnoyarsk. For modeling of various scenarios of situation development at provision of safe passage of flood waters the complex of problem-oriented programs "MIKE FLOOD" with application of author's methodology was applied. The results of modeling were correlated with the data obtained in the analysis of the passage of flood waters in the area of Krasnoyarsk in 2021, when a 1% flood was observed. The results of the work demonstrated high efficiency and allowed to plan the necessary forces and means to respond to emerging risks and threats, to determine the evacuation zones of the population in case of the worst-case scenario.

Keywords: emergency, floods, flooding, risk, threat, simulation, forecasting

For citation: Molodets S.N. On the necessity of using geoinformation systems in the educational process of training specialists in the field of fire and technosphere safety // Actual problems of safety in the technosphere 2024. No. 1 (13). P. 35-39. URL:<https://doi.org/10.34987/2712-9233.2024.39.73.008>

Одной из основных современных проблем обеспечения комплексной безопасности является обеспечение безопасного пропуска паводковых вод, поскольку воздействие паводков и половодий относится к разряду наиболее катастрофичных по масштабам и ущербу природных катаклизмов. Ежегодно весной практически во все регионы России: европейскую часть, Дальний Восток, Западную и Восточную Сибирь, приходит половодье, которое приводит к возникновению наводнений, приносящих существенный ущерб экономике и жизнедеятельности людей, проживающих в непосредственной близости крупных водоемов [1].

Важным направлением развития региональной системы обеспечения комплексной безопасности является внедрение инновационных подходов по осуществлению мероприятий, направленных на совершенствование комплексной безопасности, одной из задач которой, является формирование базы моделей прогнозирования обстановки с различными сценариями развития складывающейся обстановки, с размещением результатов моделирования на геопортал с доступом к информации всем участникам информационного межведомственного обмена данными [2].

Веб-реализация результатов обработки данных комплексного мониторинга позволяет представить информацию для лиц, принимающих решения в виде интерактивных карт, содержащих динамические ссылки на кросс-таблицы, графическую аналитику, рекомендации и др.

Разнообразие задач управления по обеспечению комплексной безопасности, необходимость обеспечения разных групп пользователей (руководитель, эксперт, оператор) требует разработки сервисов, обладающих максимальной гибкостью. Кроме того, интеграция технологий геопорталов для мобильных приложений со средствами геопозиционирования даёт возможность получения прогнозов и оперативных предупреждений конкретному человеку в зависимости от места нахождения [3].

В работе была поставлена цель разработка модели прогнозирования прохождения паводковых вод в районе г. Красноярск с применением современных информационных технологий и программно-ориентированного комплекса.

Материалы и методы.

Моделирование и разработка прогноза в настоящей работе реализованы посредством применения комплекса проблемно-ориентированных программ «MIKE FLOOD» [4] с использованием авторских предложений.

В работе решалась задача моделирования прохождения паводковых вод и определения различных сценариев затопления территорий на примере г. Красноярск путем применения методов математического моделирования при прохождении паводковых вод в 2024 году с разработкой различных сценариев развития обстановки.

Зоны моделирования рассчитывались для г. Красноярска, как затопляемые при максимальных уровнях воды 3, 5, 10, 25 и 50-процентной обеспеченности (повторяемость 3, 5, 10, 25 и 50 раз в 100 лет).

Для определения сценариев затопления территорий при моделировании использованы [5]:

– цифровая модель рельефа (далее – ЦМР) на территорию работ по результатам топографической съемки, выполненной в августе-сентябре 2020 г. в рамках инженерно-геодезических изысканий в соответствии с Федеральным законом «О геодезии и картографии»;

– данные об отметках характерных уровней воды расчетной обеспеченности на пунктах наблюдательной сети ФГБУ «Среднесибирская УГМС»: р. Енисей – пос. Базаиха; р. Енисей – г. Красноярск; р. Кача – г. Красноярск; р. Базаиха – пос. Базаиха;

– отметки уровня высоких вод (УВВ) р. Енисей, полученные по опросам местных жителей;

– расчетные расходы воды и соответствующие им уровни воды заданной обеспеченности по данным гидрологических постов;

– информация Главного управления МЧС России по Красноярскому краю, Главного управления по гражданской обороне, чрезвычайным ситуациям и пожарной безопасности администрации г. Красноярска о сведениях по зонам затопления территории г. Красноярска.

Картометрической основой для проведения моделирования послужила цифровая модель рельефа. Моделирование границ зон затопления проведено в местной системе координат.

Для импорта данных гидрометеорологического мониторинга применены следующие пакеты загрузки: «Загрузка данных по метеостанциям»; «Загрузка прогноза погоды»; «Загрузка данных с гидропостов»; «Загрузка данных по ГЭС»; «Загрузка ледовых явлений».

Данные метеорологического мониторинга импортированы посредством адаптируемых приемов с официального сайта СУГМС http://meteo.krasnoyarsk.ru/map_p/w_map.aspx [6]. В рамках межведомственного обмена данные гидрологического

мониторинга Ангаро-Байкальского и Енисейского бассейновых округов импортированы с официального сайта Центра регистра и кадастра <http://gis.waterinfo.ru/hydrographs/basin>.

Результаты и обсуждение

На рис. 1 представлена работа в программной среде «MIKE FLOOD» по моделированию прохождения паводковых вод и определения различных сценариев затопления территорий на примере г. Красноярск

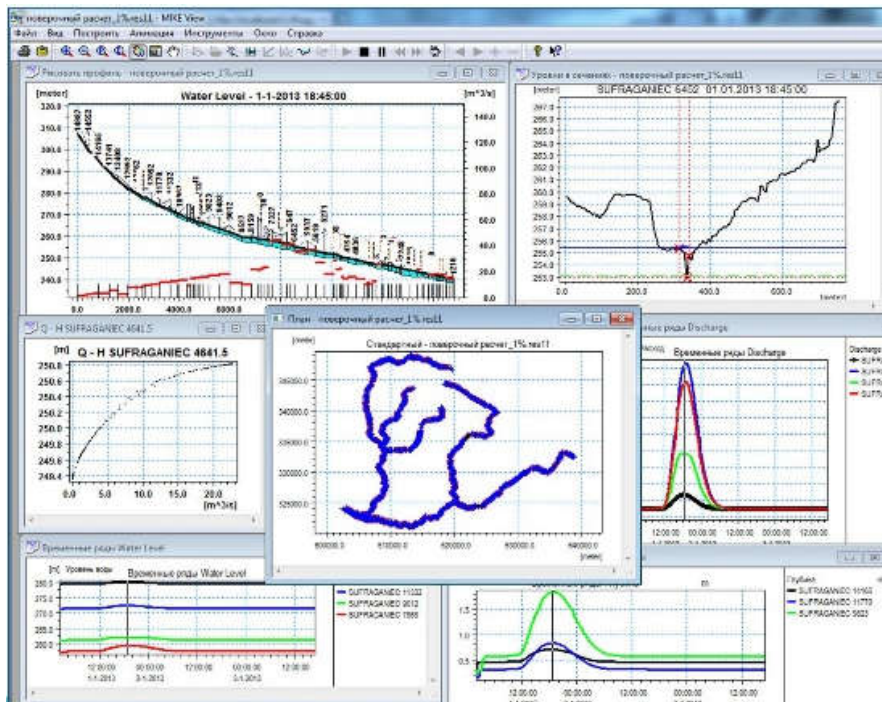


Рис. 1. Работа в программной среде «MIKE FLOOD» по моделированию прохождения паводковых вод.

На рис. 2 для иллюстрации представлены графические результаты моделирования зон затопления территорий и территорий, прилегающих к зарегулированной р. Енисей в нижнем бьефе Красноярского гидроузла.

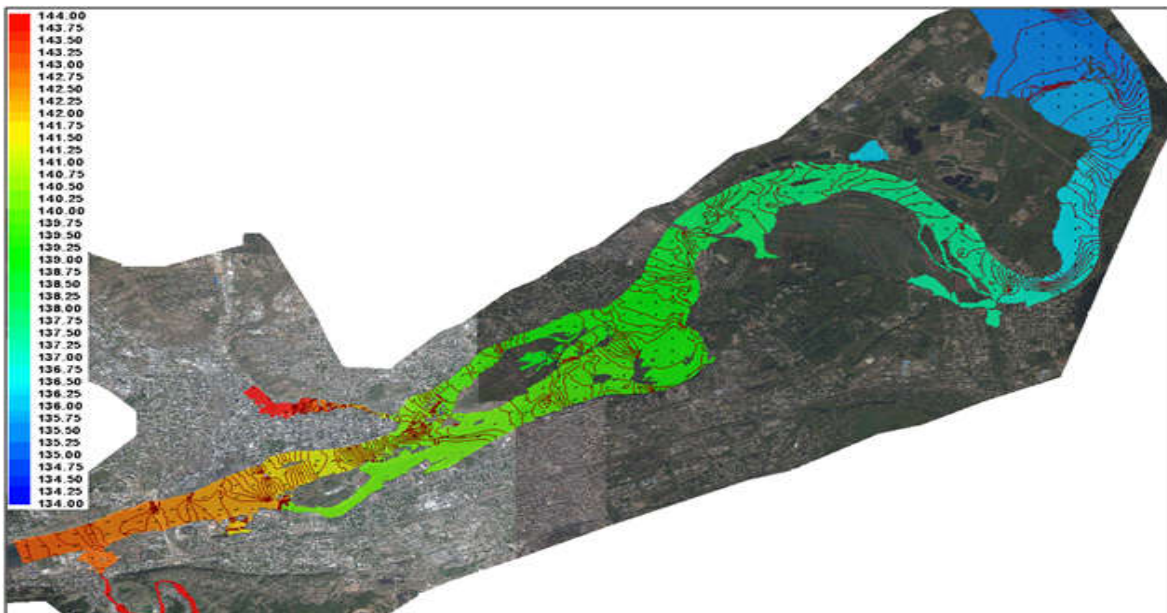


Рис. 2. Зона затопления территорий, прилегающих к зарегулированной р. Енисей с устьевыми участками рек Кача, Базаиха в нижнем бьефе Красноярского гидроузла в границах г. Красноярск, затопляемых при пропуске гидроузлом паводков максимального уровня паводковых 1 % обеспеченности, который наблюдался в 2021 году.

Сравнительная характеристика наблюдаемых и расчетных уровней горизонта высоких вод по длине р. Енисей в границах г. Красноярск приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение уровней воды 1% обеспеченности (на примере 2021 г.)

Местоположение	Уровень, м	
	наблюдаемый	расчетный
г/п Енисей-Базаиха	141.58	141.96
г/п Енисей-Красноярск	140.35	140.47
ул. Ирбейская	136.75	138.28
Пос. Песчанка	138.45	136.46
Пос. Березовка	136.44	136.0

Несовпадение расчетных и наблюдаемых уровней воды в пос. Песчанка, вероятно, можно объяснить неточностью указанной опросной метки высоких вод 2021 г. на крутом берегу р. Енисей.

Уровень воды 141,96 м (по балтийской системе высот), при таком уровне площадь затопления составит 25,0 кв. км., в зону подтопления попадают в данном случае попадут 96 частных жилых домов. Результаты моделирования результаты представлены на рис. 3.



Рис. 3. Модель прохождения паводка на реке Енисей вблизи г. Красноярск

Полученные результаты показали высокую вероятность подтопления на территории Красноярск и необходимость проведения комплекса превентивных мероприятий в целях недопущения подтопления жилых домов.

Заключение

В настоящей работе был продемонстрирован метод повышения защищенности крупных населенных пунктов от риска затоплений территории на примере г. Красноярск. Продемонстрированный подход к решению проблемы влияния паводковых вод на населенные пункты методами моделирования показал свою эффективность. В рамках настоящей работы были разработаны сценарии по прохождению паводковых вод с расчетом возможных последствий.

Примененная технология моделирования паводковых вод с использованием программного комплекса «MIKE FLOOD» и разработанные модели прогнозирования, включающие в себя различные модели развития гидрологических процессов, позволят значительным образом повысить эффективность системы обеспечения комплексной безопасности территории и сформировать базу моделей с оценкой возможных последствий подъема уровня паводковых вод при различных сценариях развития обстановки, спланировать необходимые силы и средства для реагирования на возникающие риски и угрозы и определить зоны эвакуации населения.

Список источников

1. Москвичёв В.В., Бычков И.В., Потапов В.П., Тасейко О.В., Шокин Ю.И. Информационная система территориального управления рисками развития и безопасностью // Вестник РАН, 2017. – том 87, №8. – с. 696-705.
2. Гребнев Я. В., Яровой А. В. Мониторинг и прогнозирование паводков на территории Красноярского края использованием нейросетевых алгоритмов // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2018. № 3 (10). С. 13-16.

3. MIKE FLOOD [Электронный ресурс]: <https://echyden.ru/programmy/rechnye-sistemy4/mike-flood/> (дата обращения: 06.03.2024).
4. Grebnev Y. V., Modeling the risk of territories flooding by floodwaters on the Kan River / Y. V. Grebnev, A.K. Moskalev // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2021, Vol. 839, p.1-11. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/839/3/032045> (дата обращения: 05.03.2024).
5. Ноженкова Л.Ф. Ничепорчук В.В., Ноженков А.И. Система распределённого сбора и анализа данных мониторинга чрезвычайных ситуаций // Информатизация и связь, 2012. – №5. – С. 45-50.
6. СУГМС [Электронный ресурс]: http://meteo.krasnoyarsk.ru/map_p/w_map.aspx (дата обращения: 04.03.2024).
Статья поступила в редакцию 12.03.2024, одобрена после рецензирования 27.03.2024; принята к публикации 28.03.2024.
The article was submitted 12.03.2024, approved after reviewing 27.03.2024, accepted for publication 28.03.2024.