

## РАСЧЕТ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ НА ЭЛЕКТРОННОЙ КАРТЕ ЗОН ЗАТОПЛЕНИЯ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ВОЛНЫ ПРОРЫВА ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО СООРУЖЕНИЯ НАПОРНОГО ФРОНТА

*Котов Д.С., Саечников В.А., Котов С.Г.*

*Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь, [kotovsg@bsu.by](mailto:kotovsg@bsu.by), [saetchnikov@bsu.by](mailto:saetchnikov@bsu.by), [viscount.d@gmail.com](mailto:viscount.d@gmail.com)*

Data has been presented on the creation of a software for calculation of the inrush wave in case of failure of belarusian hydrotechnical constructions of the pressure front. This software is connected to the software for visualisation of the flood zones of the inrush wave of failure of hydrotechnical constructions of the pressure front on a digital map scaled 1:100, 1:50 and larger. The software for calculation and visualisation of the pressure front breach inrush wave has been adopted by the Emergency Control Ministry of the Republic of Belarus.

### **Введение**

На территории Республики Беларусь находится более 100 водохранилищ объемом более 1,0 млн. м<sup>3</sup> каждое. При авариях, катастрофах, антропогенных причинах разрушения грунтовых плотин (все сооружения напорного фронта в Республике Беларусь грунтовые) происходит очень динамично за короткий промежуток времени. Особенностью разрушения таких гидротехнических сооружений является образование волны прорыва. К этим опасным сооружениям можно отнести плотины, водозаборные сооружения, насосные станции (например, Вилейско-Минская водная система), водосбросные сооружения (например, каскад шлюзов на Днепро-Бугском канале). Следствием гидродинамических аварий на этих сооружениях является катастрофическое затопление местности волной прорыва и ее воздействие на людей и сооружения.

В 1998 году в Российской Федерации разработана программа расчета параметров волны прорыва «Волна-2». Она используется как подразделениями Министерства по чрезвычайным ситуациям Российской Федерации, так и подразделениями Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. Данная программа дает хорошие результаты при расчете гидротехнических сооружений с напором более 60 м. В Республике Беларусь напор гидротехнических сооружений не превышает 10–12 метров, местность равнинная. Теоретические и экспериментальные исследования показали, что применение программы «Волна-2» для расчетов ЧС в условиях Республики Беларусь не надежно. В связи с этим Командно-инженерным институтом МЧС Республики Беларусь разработана методика расчета параметров волны прорыва и зон затопления, применительно к гидрологическим условиям Республики Беларусь [1,2].

Для внедрения разработанной методики в практику органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям в Белорусском государственном университете разработать программное средство расчета и визуализации на электронной карте зон затопления при прохождении волны прорыва гидротехнического сооружения напорного фронта.

## **Результаты разработки программного средства**

Базируясь на методике Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь, разработан алгоритм расчета высоты волны прорыва и глубины потока; скорости движения волны прорыва в расчетных створах и на расчетных участках; времени прохождения волны прорыва через створ разрушенного гидроузла; через расчетные створы и определения времени добегания до створов.

На основе алгоритма разработаны два программных средства расчета параметров волны прорыва при разрушении гидродинамических сооружений. Первое представляет собой электронную таблицу Microsoft Excel, а второе – сетевое программное средство, написанное на языке Java. Программное средство в виде электронной таблицы Microsoft Excel создано с целью проверки корректности разработанного алгоритма, а в виде программного средства Welle, написанного на языке Java – для эксплуатации в виде локальных модулей и работы в сетях.

Основываясь на результатах апробации модуля, представляющего собой электронную таблицу Microsoft Excel, и опытной эксплуатации программного средства Welle, разработано программное средство расчета характеристик волны прорыва WaterFall. Она учитывает влияние поймы и зарегулированность реки и позволяет рассчитать все параметры волны прорыва.

Гидродинамические аварии (дамб, шлюзов, перемычек и др.) с образованием волны прорыва характеризуются высокими скоростями изменения обстановки. В связи с этим исключительное значение придается визуализации складывающейся обстановки. Поэтому программное средство расчета характеристик волны прорыва сопряжено с программным средством визуализации на электронной карте зон затопления при прорыве гидротехнических сооружений напорного фронта. Созданное программное средство обеспечивает расчет и визуализацию на электронной карте зон затопления при прорыве гидротехнических сооружений в составе корпоративной ГИС Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь.

Программное средство строится по модульному принципу и состоит из совместимых с ГИС MapInfo функциональных модулей:

- электронной базы данных по гидротехническим сооружениям;
- программного модуля расчета исходных данных для построения зон затопления;
- программного модуля визуализации зон затопления в ГИС-среде.

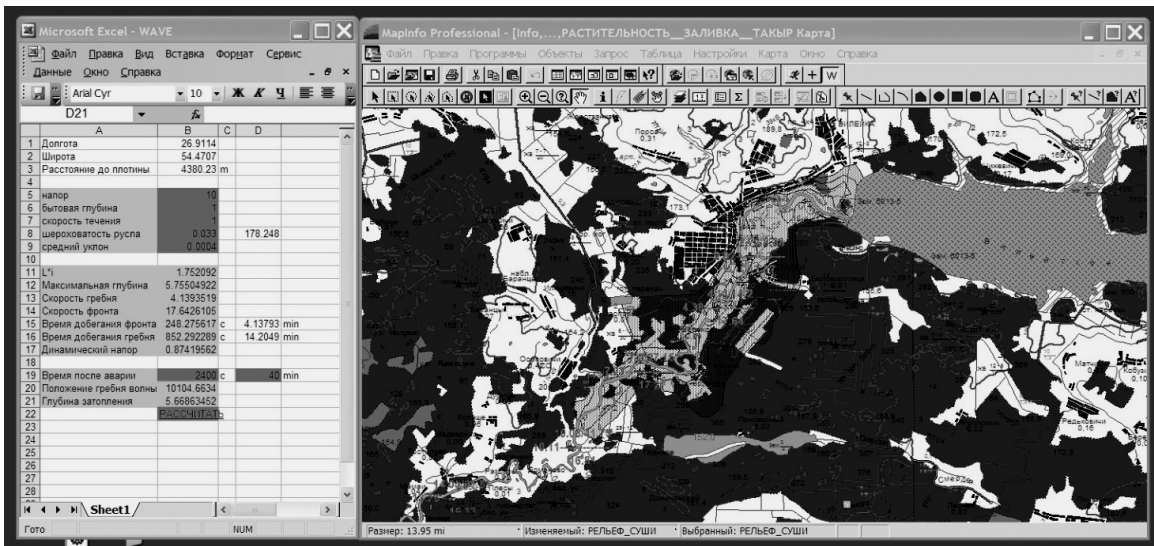
В состав программных средств входят: исполнительный файл «Wave.mbx» с приложениями и файлы базы данных Access.

Аппаратные средства, на которых устанавливается программное средство, должны удовлетворять требованиям: тактовая частота процессора – не менее 1400 МГц (32 или 64 разрядный), ОЗУ – не менее 512 Мбайт, устройство хранения данных HDD – не менее 100 Мбайт, цветной монитор стандарта SVGA, видеопамять не менее – 32 Мбайт.

Программное средство работает под управлением операционной системы: Windows 2000 или Windows XP. Для функционирования программы, кроме OS Windows, необходимы: программная среда MapInfo и полный пакет программ MS Office 2003 и выше.

Результатом работы с программным средством является карта с контурным изображением зон затопления различной глубины (рисунок 1).

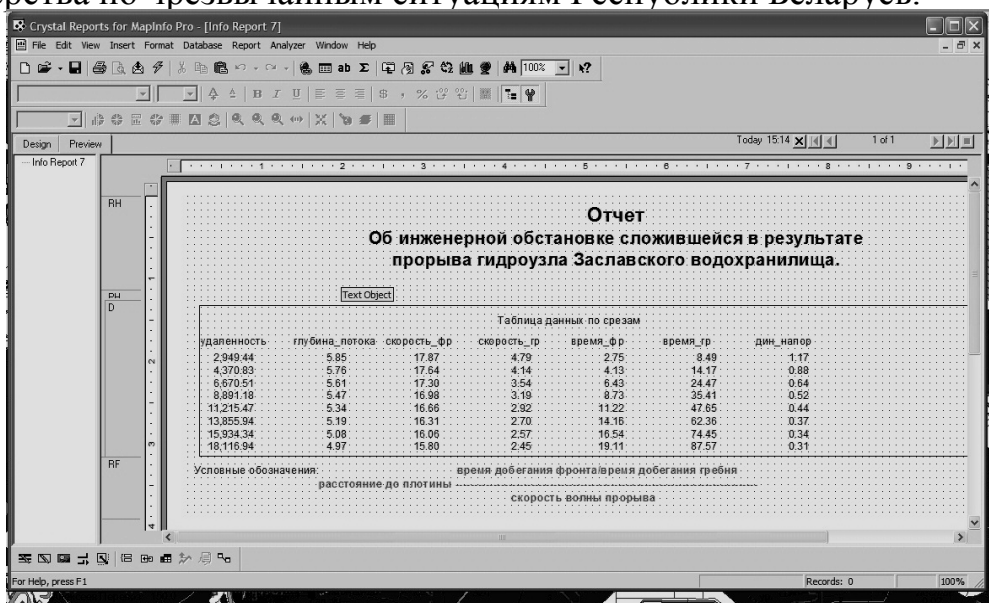
Более подробная информация о параметрах волны прорыва для интересующей точки отображается в таблице Microsoft Excel (рисунок 2). Подготовка к распечатке карт производится средствами MapInfo.



**Рисунок 1 - Подробная информация о параметрах волны прорыва интересующей точки**

### Заключение

Созданное программное средство позволяет исключить неверный расчет параметров волны прорыва при разрушении белорусских гидротехнических сооружений напорного фронта и более точно с применением цифровых карт определить зону затопления. Оно обеспечивает прогнозирование и визуализацию на электронной карте масштаба 1:100, 1:50 и крупнее зон затопления при прохождении волны прорыва гидротехнического сооружения напорного фронта. Программное средство внедрено в деятельность органов и подразделений Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь.



**Рисунок 2 - Выпадающее окно MapInfo с информацией о нанесенных точках**

### Список использованных источников

1. Карпенчук, И.В. Расчет параметров волны прорыва для гидротехнических сооружений применительно к конкретному случаю/И.В.Карпенчук, М.Ю. Стриганова // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2005. – № 7(17). – С. 131–136.

2. Карпенчук, И.В. Определение времени прохождения волны прорыва через створ плотины при ее разрушении/ И.В.Карпенчук, М.Ю. Стриганова // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2006. – № 1(19). – С. 62–68.