



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
 НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
ТИТАН-ОПТИМА
 (ООО НПП «Титан-Оптима»)

ОГРН 1095047012664
 ИНН 5047111266,
 КПП 504701001
 Тел: (495) 724-8760
 Моб.тел: (985) 154-9069
 E-mail: npp@titan-optima.com
npp@titan-optima.ru
npp@титан-оптима.рф
 Сайт: titan-optima.com
titan-optima.ru
титан-оптима.рф

Юр. и факт. адрес: 141407, Московская область, г.Химки, Юбилейный пр-т, д. 40, кв.213

ОСВ **212-07/2016** **25.07.2016 года**

Уважаемые пользователи программного обеспечения «Волна», разработанного ООО НПП «Титан-Оптима»!

За частую, организации, которые являются Лицензиатами или планируют использовать программный продукт (ПП) «Волна» при согласовании проектов в надзорных органах сталкиваются с проблемой правомерности применения этой программы, а не программой рекламируемой РусГидро (АО «НИИЭС») «SV_1» или иных других программ решаемых задачи в области прогнозирования последствий при разрушении ГТС.

И мы вынуждены дать обоснованный утвердительный ответ – Да, применение данной программы является правомерным в случаях решения задач оперативного прогнозирования при разрушении ГТС.

В основе разработки программного продукта (ПП) лежит Методика [Методика оперативного прогнозирования инженерных последствий прорыва гидроузлов. М.: ВНИИ ГОЧС, 1997 г. Основание: этап 3 НИР No ВИ-59701-3.4.1.4 "Заря-97-3.4.1.4." Техническая библиотека ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), инв. 1686], описание математического аппарата которой приведено в Инструкции к программе: ссылка на материалы страницы нашего корпоративного сайта здесь http://www.titan-optima.ru/instr_pdf/Volna.pdf.

Что касается правомерности применения Методики, то эта методика относится к оперативным и имеет допущение в сторону превышения результатов оценки до 300%. Данное требование предъявляется ко всем инженерным задачам данного (оперативного) класса. Математическая точность в задачах такого класса сводится к соблюдению паритета между точностью сбора исходных данных для расчета, временем расчета и возможностью увеличения точности посредством ряда последовательных итерационных вычислений.

Данная программа по вышеуказанным показателям отвечает указанным требованиям. Так при уточнении данных в следующем расчете могут быть заданы иные 10 створов и полученный результат коррелирован с предыдущим. Важным условие точности является требование к данным топосъемке (картам, планам местности, схемам).

Таким образом, если результат оценки прогнозируемой модели является завышенным и устраивает разработчика в обосновании обеспечения, то разумно утверждать, что требования к инженерному расчету полностью выполнены.

Несколько слов о подходах, заложенных в данную Методику.

Методика явилась результатом работы советских инженеров в период с 1949 по 1959 года, основной научный коллектив которых трудился в стенках Военно-инженерной академии, где была для этого создана кафедра №15

«Гидротехнических сооружений». Её появление связано с оценкой возможных зон катастрофического затопления в случае разрушений ГТС при применении вероятным противником ядерного оружия. Эта задача была успешно решена. Там же на кафедре был построен опытный лоток, позволяющий осуществлять натурные испытания различных пробелей рек, оценивать шероховатость дна и получать прочие коэффициенты, которые вошли в основу и других последующих программ и Методик, какую бы точность не пытались добиться их разработчики.

В основе настоящей Методики положены известные уравнения Сен-Венана - система уравнений, качественно описывающая распространение флуктуаций глубины и эффективной (средней по сечению) скорости потока в мелководных руслах с трансляционной инвариантностью (то есть продольно-однородных). Течение жидкости характеризуется усредненной по поперечному сечению потока скоростью u , а толщина слоя жидкости - усредненной глубиной h . В простейшем случае уравнение Сен-Венана записывается в виде системы двух дифференциальных уравнений

$$\dot{u} = -uu' - \frac{g}{c^2} \cdot \frac{u^2}{h} + gj - gh'$$

$$\dot{h} + hu' + uh'$$

В этих уравнениях точка дифференцирует по времени, а штрих - по продольной координате вдоль русла. Считается что переменные u и h выражаются функциями от этих двух переменных. Величины, появляющиеся в этом уравнении, имеют следующий смысл:

u – усредненная скорость потока

h – толщина слоя жидкости

g – ускорение свободного падения

j – уклон русла

c – феноменологическая константа, определяющая квадратичное трение

(Коэффициент Шези)

K – пропускная способность русла.

Обычно считают, что $u > 0$.

Именно эта конструкция и лежит в математическом аппарате Методики и реализованной на ее основе ПП «Волна».

Что касается якобы альтернативных подходов к расчетам от их нет – математическая основа одна, разные возможности компьютерного моделирования.

Так, с конца 50-х годов в связи с развитием вычислительной техники в России стали появляться высококлассные вычислители – гидродинамики и гидравлики: В. В. Беликов, О. М. Белоцерковский, С. М. Белоцерковский, О. Ф. Васильев, А. Ф. Воеводин, М. Т. Гладышев, С. К. Годунов, А. А. Дородницын, Б. Л. Историк, В. И. Климович, В. М. Лятхер, А. Н. Милитеев, А. В. Мишуев, А. М. Прудовский, В. Я. Шкадов, С. Я. Школьников, С. М. Шугрин и другие. Можно говорить о возникновении нескольких научных школ вычислителей-гидравликов: школы Института Гидродинамики СО РАН, школы вычислительного Центра РАН, школы НИС Гидропроекта.

НИИЭС безусловно является одной из организаций-пионеров в области численного моделирования прорывных волн. В этой организации накоплен богатый опыт гидродинамических исследований, имеется ряд методик прогноза аварий и программ, позволяющих проводить соответствующие численные эксперименты. Достоверность результатов подтверждена расчетами многочисленных тестовых задач и реальных объектов гидротехники.

Выходцами школы НИИЭС являются два крупнейших специалиста, занимающимися в настоящее время моделированием сложных процессов гидравлики открытых потоков: Беликов В. В. и Школьников С. Я.

Программа «SV_1», разработанная С. Я. Школьниковым базируется на использовании одномерных и двумерных (в зависимости от решаемой задачи) та тех же самых уравнений Сен-Венана для русел непризматической формы, численно реализованные при помощи явной конечно-разностной схемы А. Н. Милитеева, адаптированной для течений в руслах сложной формы.

В 2004 году на базе ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) были произведены тестовые испытания двух программ «SV_1» (представлял РусГидро, с 2009 года АО «НИИЭС») и программы «Волна», которую представляла Военно-инженерная академия (а именно кафедра №15 и научно-исследовательская лаборатория факультета ГО). В результате выдаче исходных данных программа «Волна» через 10 минут выдала расчет, по данным которого через 20 минут была нанесена прогнозируемая зона катастрофического затопления и оценены параметры волны прорыва. Программа «SV_1» справилась с расчетами только на следующий день, а исходные данные вводились более 5 часов. Результат сравнения всех удивил – разница в оценке не превышала 25% по ряду показателей, которая после второй итерации расчетов по ПП «Волна» (время на расчет и нанесение обстановки не превысило 30 минут) была снижена до 10 – 12 %. Эти показатели соответствовали сравнению размеров зоны катастрофического затопления местности, а по показателям волны прорыва (высоты и времени добега фронты, гребня и хвоста) расхождения отсутствовали и были соизмеримы с точностью округлений.

Хочется надеется, что участники данного эксперимента со стороны АО «НИИЭС» (РусГидро) помнят об этом.

Удивительного в данном эксперименте сравнения ничего нет, ибо сравнение было не математического аппарата (не инструментария), а автоматизации процесса вычислений: иначе лицом к лицу столкнулись логарифмическая линейка и компьютер. Построение конечно-разностных уравнений в программе «SV_1» за один расчет может с успехом замениться итерационными расчетами по ПП «Волна» (в каждом расчете может задаваться до 10 створов).

Очевидно, компьютерное моделирование дает возможность выдавать долгосрочные и краткосрочные прогнозы прохождения паводковых вод и волн прорыва, устанавливать границы затопляемых территорий, глубину затоплений, скорости течения и уровни воды в районах ответственных объектов, подверженных затоплению, определять параметры необходимых берегозащитных сооружений и многое другое, а также производить экономическую оценку последствий прохождения паводков и волн прорыва при разработке противопаводочных мероприятий и страховых ответственностей за последствия.

В АО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева» разработан программный комплекс (РД 153-34.2-002-01), позволяющий рассчитать параметры волны прорыва и зону возможного затопления с учетом размыва грунта вдоль трассы движения потока при различных сценариях аварий на гидротехнических сооружениях. Для каждого сценария аварий создается карта возможного затопления с указанием глубины потока. Вблизи наиболее важных объектов определяется изменение скорости и глубины потока во времени, а также их максимальные значения.

Во ВНИИ ГОЧС разработана методика оперативного прогнозирования инженерных последствий прорыва плотин гидроузлов Компьютерная

программа позволяет установить параметры затопления местности – максимальную глубину и ширину затопления, время прихода волны прорыва, максимальные отметки затопления и др. Эти характеристики варьируют в зависимости от параметров разрушения гидроузла – степени повреждения плотины, размеров прорана, высоты его порога, которые задаются заранее заказчиком прогноза.

То есть все известные нам методы установления последствий волны прорыва являются решением инженерных задач и предназначены для оперативного прогнозирования.

При проектировании ряда крупных гидроузлов на территории бывшего СССР Институтом Гидропроект в свое время были рассчитаны площади возможных затоплений от прорывной волны при гипотетическом разрушении плотин. Расчеты исходили в основном из решения уравнений гидравлики и в конечном итоге, имели целью установление на крупномасштабных картах границ возможных затоплений. Оценивался и вероятный ущерб. Однако напомним, что экологические и экономические последствия оценивались проектирующими организациями с позиций того времени, когда создавались гидросооружения. В то же время, если подобные расчеты проводились 10 и более лет тому назад, они должны быть повторены в связи с изменением условий освоения территорий и форм собственности различных объектов и земель в нижних бьефах гидроузлов. Возможны и изменения природной обстановки, гидрологических условий, сейсмических воздействий и т.д.

В заключении проектным организациям, осуществляющим исследования в области безопасности ГТС хотелось бы указать на решение Президиума Экспертного союза (Союз организаций, осуществляющих экспертную деятельность в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, промышленной, пожарной и экологической безопасности) от 30 января 2008г. в котором в решениях задач по прогнозированию последствий аварий гидротехнических сооружений (раздел Б.5., ссылка на документ <http://www.r-e-s.ru/?2a>) указаны следующие рекомендованные методики:

1. РД 09-391-00. Методика расчета зон затопления при гидродинамических авариях на хранилищах производственных отходов химических предприятий.
2. РД 153-34.0-002-01. Временная методика оценки ущерба вследствие аварии гидротехнических сооружений.
3. РД 03-607-03. Методические рекомендации по расчету развития гидродинамических аварий на накопителях жидких промышленных отходов..
4. Методика оперативного прогнозирования инженерных последствий прорыва гидроузлов. -М.: ВНИИ ГОЧС, 1997.

С уважением,
Генеральный директор



Г.В. Домрачева

Исполнил:
директор Центра моделирования катастроф,
к.т.н. Чурбанов О.И. (495)724-8760

