

Список использованных источников

1. Стихийные бедствия и техногенные катастрофы. Превентивные меры = Natural Hazards. UnNatural Disasters: The Economics of Effective Prevention. – М.: «Альпина Паблишер», 2012. – 312 с.
2. Большие данные [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Большие_данные – свободный. – Рус.
3. MapReduce [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/MapReduce> – свободный. – Рус.
4. Introduction to Big Data [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.coursera.org/learn/big-data-introduction> – свободный. – Англ.
5. Виктор Майер-Шенбергер, Кеннет Кукьер. Большие данные. Революция, которая изменит то, как мы живём, работаем и мыслим = Big Data. A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think / пер. с англ. Инны Гайдюк. – М.: Манн, Иванов, Фербер, 2014. – 240 с.
6. Apache Pig [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://pig.apache.org/> – свободный. – Англ.
7. Apache Hive [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://hive.apache.org/> – свободный. – Англ.

УДК 004.94

А. А. Першин, Д. А. Чащина, И. А. Гурин

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-МОДЕЛИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ РАЗБАВЛЕНИЯ ПРИМЕСЕЙ В РЕКАХ ПРИ СОСРЕДОТОЧЕННЫХ СТАЦИОНАРНЫХ ВЫПУСКАХ СТОЧНЫХ ВОД

Аннотация

Представлено описание информационно-моделирующей системы, основными функциями которой является расчет разбавления примесей в реках при сосредоточенных стационарных выпусках сточных вод. Отражены основные этапы разработки программного обеспечения: постановка задачи, реализация тестового варианта расчета и проверки методики расчета в электронных таблицах Microsoft Excel; разработка архитектуры информационной системы; проектирование, реализация программного средства (математической библиотеки и пользовательского интерфейса); обработка исключительных ситуаций в программе; разработка системы автоматизированного тестирования для проверки корректности расчетов; создание справочной документации; подготовка дистрибутива; формирование отчета с результатами расчета с возможностью его предварительного просмотра и экспорта во внешние форматы.

Ключевые слова: *сточные воды, примеси в реках, программирование, программное обеспечение, архитектура, интерфейс, математическая библиотека.*

Abstract

The description of the information-modeling system is presented, the main functions of which are calculation of the dilution of impurities in rivers with concentrated stationary wastewater discharges. The main stages of software development are reflected: statement of the task, implementation of the test version of calculation and verification of the calculation methodology in Microsoft Excel spreadsheets; development of information system architecture; design, implementation of software (mathematical library and user interface); exception handling in the program; the development of an automated testing system to verify the correctness of calculations; creation of reference documentation; preparation of the distribution; Forming a report with calculation results with the possibility of previewing it and exporting it to external formats.

Key words: *sewage, impurities in rivers, programming, software, architecture, interface, mathematical library.*

Введение. Антропогенное загрязнение водоемов является серьезной проблемой природопользования в мировом масштабе. Рациональное использование водных ресурсов подразумевает снижение их удельного потребления, глубокую очистку сточных вод от загрязнений, воспроизводство водных ресурсов и поддержание их качества на уровне, соответствующем естественным условиям биосферы.

Загрязнение рек Урала сточными водами является серьезной проблемой при регулировании использования и охраны поверхностных вод. Наряду с экспериментами важное значение в решении этой проблемы имеет применение методов математического моделирования, позволяющих расчетным путем определять показатели качества воды в любой точке потока после сброса в него сточных вод на любом расстоянии от сосредоточенного стационарного выпуска.

Физическая постановка задачи. Расчет концентрации примесей осуществляется в точке водозабора при известных параметрах реки (средняя глубина и ширина, скорость течения) и точке выпуска сточных вод (расстояние от поверхности реки, расстояние от берега и расстояние от точки сброса до точки водозабора). При этом выпуск может осуществляться в трех точках: центральный, береговой и выпуск в точке потока на расстоянии «В» от берега и глубине «Н» от поверхности реки.

При расчетах для одного стационарного сосредоточенного выпуска сточных вод содержание примеси до створа этого выпуска соответствует фоновой концентрации. Если стоков несколько, то сначала определяют концентрацию примеси у водозабора для наиболее удаленного от него стока, затем для стоков по мере их приближения к водозабору. Концентрация примеси в расчетном створе водозабора вычисляется как сумма концентраций примесей, полученных в данном створе по отдельным стокам.

При этом расчет качества воды рек осуществляется на основе полуэмпирической теории турбулентности. Согласно этой теории, принимаются следующие положения:

- 1) жидкость является несжимаемой;
- 2) скорости потока (числа Рейнольдса) достаточно велики и эффектом влияния молекулярной диффузии можно пренебречь,

3) количество сточных вод, содержащих примеси, незначительно по сравнению с количеством речных вод и их влиянием на турбулентный перенос можно пренебречь.

Проектирование и реализация программного обеспечения.

Формализация алгоритма расчета. Для формализации и проверки методики расчета в пакете Microsoft Excel создается файл, где выделяются исходные данные, нормативно-справочная информация (НСИ) и расчетные показатели (рисунок 1).

1	2	3	1	2	3
Исходные данные			Расчетные показатели		
2	Расход сточных вод	$q_0, \text{м}^3/\text{с}$	2	Размерный коэффициент "P"	0,0576
3	Содержание консервативной примеси в них	$S_0, \text{г/л}$	3	Коэффициент "a" (через среднюю ширину реки на участке перемешивания)	5,11
4	Фоновая концентрация этой примеси в реке	$S_{\text{ф}}, \text{г/л}$	4	Коэффициент "a" (через среднюю глубину реки на участке перемешивания)	0,04
5	Средняя ширина реки	$B, \text{м}$	5	Координата "y" - глубина	0,79
6	Средняя глубина реки	$H, \text{м}$	6	Координата "z" - ширина	84
7	Средняя скорость течения реки	$V, \text{м/с}$	7	Интеграл вероятности Гаусса	$\Phi_{0,0}(a)$
8	Скоростной коэффициент	$C, \text{м}^{1/2}/\text{с}$	8		$\Phi_{0,1}(a)$
9	Расстояние от точки выпуска сточных вод	$X, \text{м}$	9	Концентрация примеси $S, \text{г/л}$	
10	Расстояние от берега	$A, \text{м}$			0,0008
11	Расстояние от поверхности реки	$AI, \text{м}$			
12	Ускорение свободного падения	$g, \text{м/с}^2$			
13	Фоновая концентрация	$S_{\text{ф}}, \text{мг/м}^3$			
14	Константа неконсервативности	K_1			

Рис. 1. Фрагменты таблицы с реализацией задачи в Microsoft Excel

Разработка архитектуры системы. В процессе решения поставленной задачи необходимо спроектировать архитектуру информационной системы (рисунок 2). Основными компонентами программного обеспечения являются: математическая библиотека в виде dll-файла и графический пользовательский интерфейс.

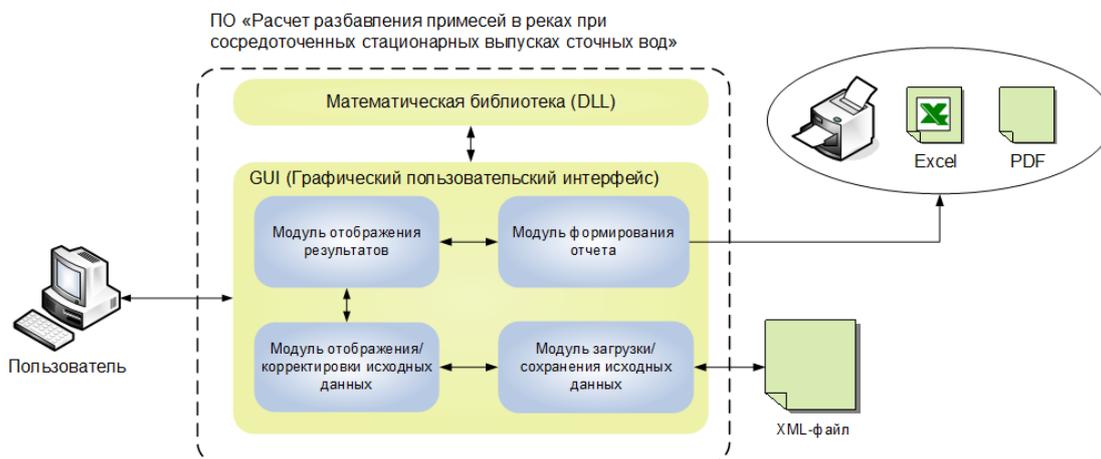


Рис. 2. Архитектура программного обеспечения «Расчет разбавления примесей в реках при сосредоточенных стационарных выпусках сточных вод»

Математическая библиотека реализована в проекте библиотеке классов на языке программирования C# в среде разработки Visual Studio. Алгоритм расчета в математической библиотеке реализуется на основе Excel-файла, DFD-диаграмм и спецификации.

Разработка блок-схемы работы пользователя с программой. Блок-схема – графическое представление алгоритма. Она состоит из функциональных блоков,

которые выполняют различные назначения (ввод/вывод, начало/конец, вызов функции и т.д.).

Пользователь запускает программу. Далее программа предоставляет возможность выбрать тип решаемой задачи. После ввода определённых параметров, пользователь может рассчитать нужные величины. Далее ему выдаётся результат расчётов в текстовом и графическом виде.

Реализация пользовательского интерфейса. Пользовательский интерфейс – это набор программных и аппаратных средств, обеспечивающих взаимодействие пользователя с компьютером. Основу такого взаимодействия составляют диалоги. Под диалогом в данном случае понимают регламентированный обмен информацией между человеком и компьютером, осуществляемый в реальном масштабе времени и направленный на совместное решение конкретной задачи. Каждый диалог состоит из отдельных процессов ввода/вывода, которые физически обеспечивают связь пользователя и компьютера. Обмен информацией осуществляется передачей сообщения. Реализация пользовательского интерфейса выполнена на языке программирования C# на базе проекта Windows Forms.

Обработка исключительных ситуаций. Иногда при выполнении программы возникают ошибки, которые трудно предусмотреть или предвидеть, а иногда и вовсе невозможно. Например, отсутствие математической библиотеки в сборке или невозможность сохранения файла с исходными данными на диске. Такие ситуации называются исключениями. В программном обеспечении реализован контроль корректности вводимых исходных данных, а также обработка нештатных исключительных ситуаций

Создание методического пособия и формирование отчета с результатами расчета. Методические пособия сообщают нам сведения, побуждающие принимать определенные решения, т.е. иницируют управленческие решения, позволяют выбрать тот или иной способ управленческого воздействия.

Разработка системы автоматизированного тестирования математической библиотеки. Автоматизация тестирования – это использование программного обеспечения для выполнения или поддержки тестирования, тест-дизайна, выполнения тестов, анализа результатов выполнения тестов и т.д. Автоматизация тестирования – это не только, и не просто выполнение автоматических тестов, а еще написание и использование скриптов для анализа результатов, а также подготовки тестовых данных, т.е. автоматизация всех рутинных и повторяющихся задач для облегчения процесса тестирования.

Тестирование библиотеки выполнено в открытой среде модульного тестирования приложений NUnit.

Описание программного обеспечения.

Установка и настройка программного средства. Компьютер является универсальной машиной для решения любых производственных задач. С помощью современного ПК можно рисовать эскизы, создавать макеты и чертежи, производить сложнейшие расчеты, оперативно связываться со всеми контрагентами, редактировать любые виды данных и многое другое.

Однако функциональность компьютера в огромной степени зависит от установленных на нем программ. Установка программ особенно важна для каждого пользователя. В современном мире любой компьютер работает с помощью операционной системы. Без этого программного обеспечения никакие действия на ПК невозможны.

Функциональные возможности программного продукта. Данная характеристика описывает свойства ПО в части полноты удовлетворения требований пользователя и в этом смысле является определяющей для потребительских свойств ПО, в то время как остальные характеристики носят более технический характер, что не уменьшает их значение при оценке качества ПО. Кроме того, эти характеристики (такие как надежность, эффективность и др.) могут входить в число требований пользователя.

Функциональные возможности программы:

- загрузка и сохранение исходных данных;
- корректировка исходных данных;
- отображение результатов;
- построение графика по результатам расчета;
- формирование отчета;
- возможность просмотра методических материалов.

На рисунке 3 представлена главная форма пользовательского интерфейса с вводимыми исходными данными и результатами расчета.

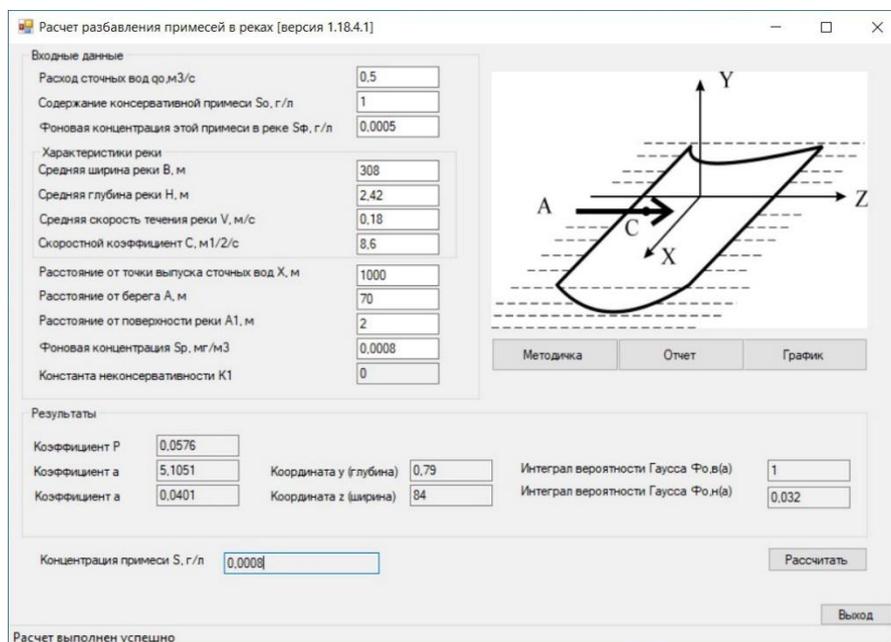


Рис. 3. Пользовательский интерфейс

Результаты расчетов программы:

- определение координат "y" – глубины и "z" – ширины;
- вычисление размерного коэффициента "P";
- расчет параметра "a" в интеграле вероятности Гаусса;

- определение интеграла вероятности Гаусса, через среднюю ширину и глубину реки на участке перемешивания;
- расчет концентрации примеси в точках водозабора;
- определение качества воды.

На рисунке 4 представлена форма с отчетом о результате расчета. Программа предоставляет возможность предварительного просмотра отчета и экспорта во внешние форматы.

Наименование показателя, ед. изм.	Величина
Коэффициент Р	0,0576
Коэффициент а1	5,1051
Коэффициент а2	0,0401
Координата у	0,79
Координата z	84
Интеграл вероятности Гаусса $\Phi_{0,в(a)}$	1
Интеграл вероятности Гаусса $\Phi_{0,н(a)}$	0,032
Концентрация примеси S, г/л	0,0008

Рис. 4. Отчет с результатами расчета

Выводы. В результате проведенной работы была спроектирована и разработана автоматизированная система для работы с формулами и расчётами.

Данная версия проверена и является рабочей программой, существенно облегчающей расчеты и вычисления концентрации примесей, а также определение качества воды в реках при стационарных выпусках сточных вод.

Список использованных источников

1. Экология: учебник / В.Н. Большаков, В.В. Качак, В.Г. Коберниченко [и др.]; под ред. Г.В. Тягунова, Ю.Г. Ярошенко; изд. 2-е перераб. и доп. – М: Логос, 2005. – 504 с.
2. Экологические проблемы в металлургии. Сточные воды: учебник для вузов / С. Э. Кляйн, В.В. Воронов, В.И. Аксенов, С.В. Карелов. – Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2005. – 441 с.
3. Орлов С.А. Технологии разработки программного обеспечения: учеб. / С.А. Орлов. – СПб.: Питер, 2002. – 464 с.
4. Рихтер Дж. CLR via C#. Программирование на платформе Microsoft .NET Framework 4.0 на языке C#. – СПб.: Питер, 2012. – 928 с.