

М.А. ВОРОНЕНКО, Г.С. АБРАМОВ  
Херсонский национальный технический университет

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ АНАЛИЗА САНИТАРНО-ЭПИДЕМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕГИОНА

*В статье рассматриваются модели и программное обеспечение для автоматизации анализа санитарно-эпидемического состояния в системе поддержки принятия решений при управлении санитарно-эпидемической обстановкой в регионе.*

*Ключевые слова: система поддержки принятия решений, модель, алгоритм, молекулярная термо- и бародиффузия, номограмма.*

М.О. ВОРОНЕНКО, Г.С. АБРАМОВ  
Херсонський національний технічний університет

## РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ АНАЛІЗУ САНИТАРНО-ЕПІДЕМІЧНОГО СТАНУ РЕГІОНУ

*В статті розглянуто моделі та програмне забезпечення для автоматизації аналізу санітарно-епідемічного стану в системі підтримки прийняття рішень при управлінні санітарно-епідемічною ситуацією в регіоні.*

*Ключевые слова: система підтримки прийняття рішень, модель, алгоритм, молекулярна термо- і бародифузія, номограма.*

M.O. VORONENKO, G.S. ABRAMOV  
Kherson National Technical University

## SOFTWARE DEVELOPMENT FOR THE AUTOMATION OF THE ANALYSIS PROCESS OF THE SANITARY-EPIDEMIC STATE OF THE REGION

*This article considers models and software for the automation of the analysis of the sanitary-epidemic state of the region in the decision making support system for the handling of the sanitary-epidemic state of the region.*

*Keywords: decision making support system, model, algorithm, molecular thermo- and barodiffusion, nomogram.*

### Постановка проблемы

Необходимость оценки санитарного и эпидемического состояния региона, разработки мероприятий по уменьшению негативного влияния окружающего среды на здоровье человека, прогнозирование и оперативное управление санитарно-эпидемической ситуацией как в обычных условиях, так и в кризисный период вызывает потребность создания системы управления, которая позволяет решать перечисленные задачи и тем самым обеспечивать безопасность жизнедеятельности региона [1].

### Анализ публикаций

Поиск приведения процессов и систем в оптимальное состояние всегда был актуальной задачей и имеет достаточно хорошо разработанные решения для технических систем. В экологических системах и при решении задач по ликвидации чрезвычайных ситуаций санитарно-эпидемического характера, такие решения находят гораздо труднее в связи с тем, что количественные модели, их описывающие, либо отсутствуют, либо чрезвычайно громоздки. Поэтому актуальной является задача разработки и упрощения таких моделей с целью их практического использования в системах поддержки принятия решений. Одной из самых обстоятельных работ, рассматривающих модели оптимизации экологических сред, является трехтомная монография украинских ученых Л.Н. Горева, С.И. Дорогунцова и М.А. Хвесика [4]. Модели и алгоритмы, приведенные в этой монографии, в нашей работе стали основой для имитационных вычислительных экспериментов и построения регрессионных моделей и номограмм, пригодных для практического использования.

**Целью** работы является разработка программного обеспечения для автоматизации анализа санитарно-эпидемического состояния и системы поддержки принятия решений при управлении санитарно-эпидемической ситуацией в регионе

### Основная часть

Проведя анализ санитарно-эпидемической обстановки в регионе с позиций теории управления, можно предложить обобщенную схему процесса управления санитарно-эпидемическим состоянием [2] в регионе (рис.1.). Представленная работа по созданию программного обеспечения в системе поддержки принятия решений является шагом на пути к реализации выше упомянутой системы [3].

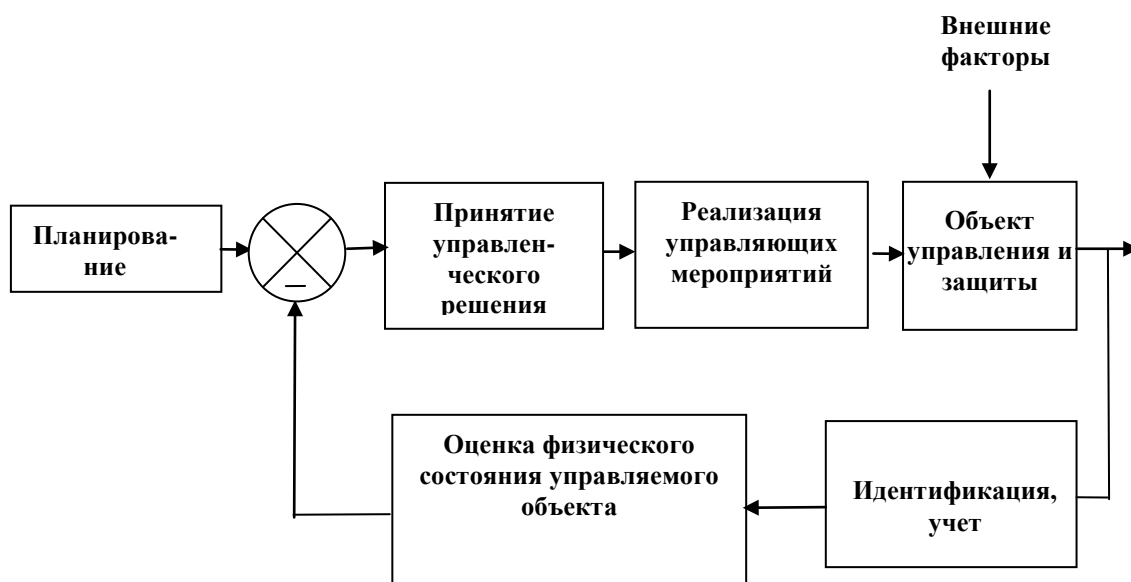


Рис.1. Обобщенная схема процесса управления санитарно-эпидемическим состоянием в регионе

В представленной работе произведен выбор моделей соответствующих процессов [4] и разработано программное обеспечение, которое автоматизирует следующие основные процессы:

- расчеты распределения медицинских специалистов,
- расчеты распределения медицинских ресурсов,
- расчеты параметров диффузии или осмоса в грунте,
- расчеты прогнозирования качества воды.

В результате определены функциональные модули и разработан алгоритм решения задач. В частности алгоритм процессов молекулярной, термо- и бародиффузии в сплошной и пористой средах записывается следующим образом [4]:

$$C_1 < C_2, \frac{x_1^2}{4\pi D} < \tau \leq \tau^*; \tau = \tau^* \text{ при } \tilde{N}^* = \tilde{N}^{**}; 0 \leq x \leq x_1$$

$$\frac{x_1}{2\sqrt{D\tau\pi}} C_1 + C_2 \exp\left(-\frac{x_1^2}{4D\tau}\right) = C^*;$$

$$\frac{x_1}{2\sqrt{D\tau\pi}} C_1 \exp\left[-\frac{(-x_1)^2}{4D\tau}\right] + C_2 = C^{**};$$

$$\frac{x_1}{2\sqrt{D\tau\pi}} C_1 \exp\left[-\frac{(x-x_1)^2}{4D\tau}\right] + C_2 \exp\left(-\frac{x^2}{4D\tau}\right) = C,$$

где  $C_1, C_2$  – концентрации иона соответственно при  $x = x_1$ , и  $x = 0$ ;  $D$  – коэффициент молекулярной, термо- и бародиффузии; при расчетах бародиффузии принимается  $C_1 < C_2$ , и в алгоритме они меняются местами.

Реализация алгоритма осуществляется относительно величин  $C, \tau$  и  $x$ .

Алгоритм расчета параметров осмоса записывается в виде :

$$C_1 < C_2, \frac{x_1^2}{4\pi D} < \tau \leq \tau^*; \tau = \tau^* \text{ при } \tilde{N}^* = \tilde{N}^{**}; 0 \leq x \leq x_1$$

$$\frac{x_1}{2\sqrt{\gamma K \tau \pi}} C_2 + C_1 \exp\left[-\frac{(-x_1)^2}{4\gamma K \tau}\right] = C^*;$$

$$\frac{x_1}{2\sqrt{\gamma K \tau \pi}} C_2 \exp\left[-\frac{(-x_1)^2}{4\gamma K \tau}\right] + C_1 = C^{**};$$

$$\frac{x_1}{2\sqrt{\gamma K \tau \pi}} C_2 \exp\left[-\frac{(x-x_1)^2}{4\gamma K \tau}\right] + C_1 \exp\left(-\frac{x^2}{4\gamma K \tau}\right) = C,$$

где  $C_1, C_2$  – концентрации иона соответственно при  $x = x_1$ , и  $x = 0$ .

Следующим шагом были определены входные и выходные данные решаемых задач, проанализирован математический аппарат их решения, построены блок-схемы работы функциональных модулей (рис.2). Проведенный анализ математических методов позволил остановиться на методах построения регрессионных моделей.

Программа имеет Windows-Интерфейс, для реализации программы выбрана среда Borland Delphi 7, разработаны необходимые экранные формы.

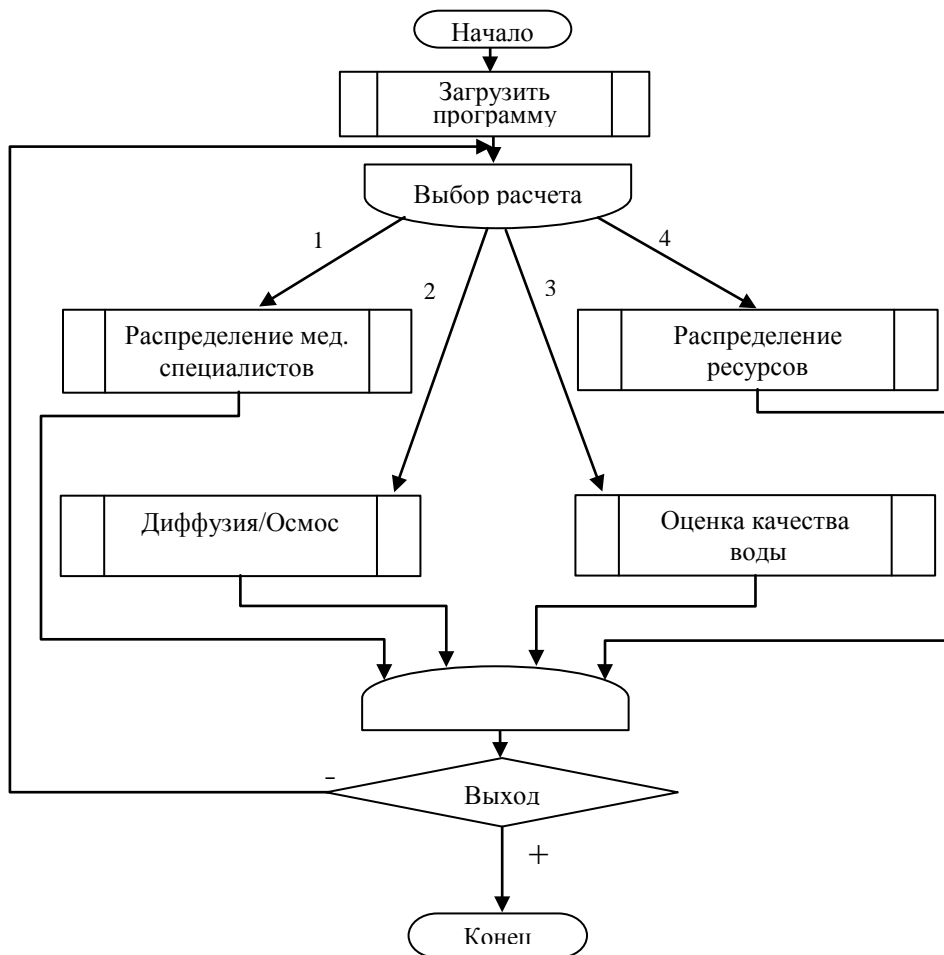
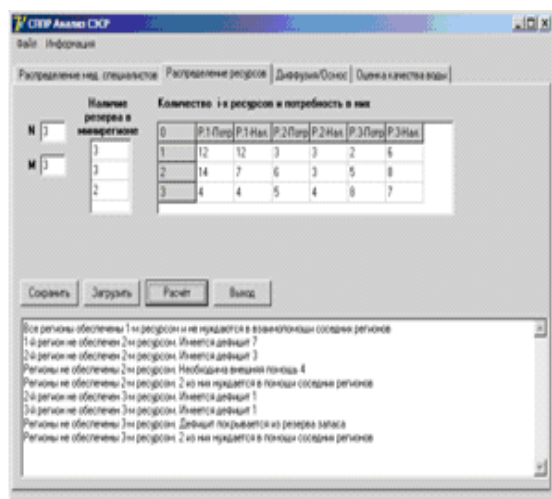
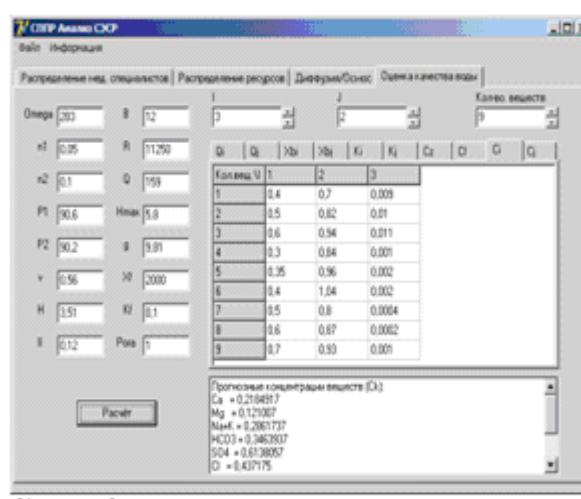


Рис.2. Блок-схема обобщенного алгоритма решения задач

На рис. 3 изображен интерфейс программы – ее основные экранные формы с примерами расчетов.



Экранная форма программы и пример расчета в режиме решения задачи распределения медицинских ресурсов.

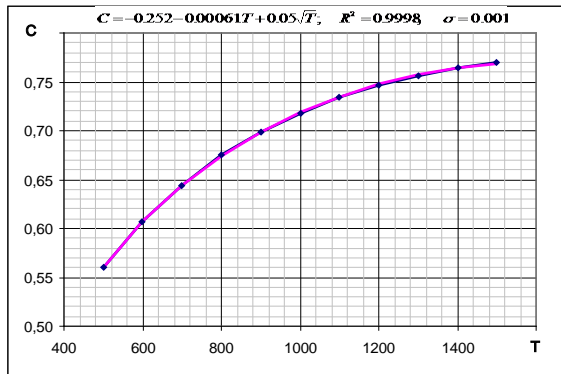


Экранная форма программы и пример расчета в режиме решения задачи прогнозирования качества воды.

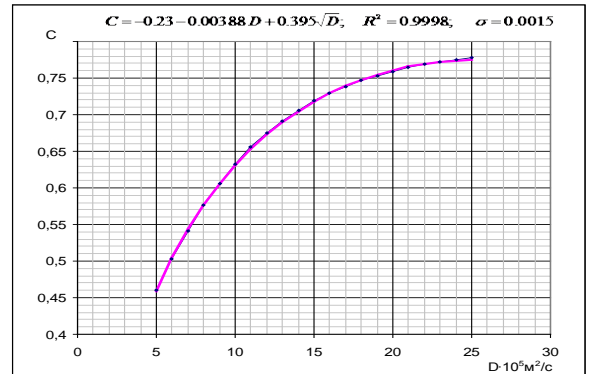
Рис.3. Интерфейс программы

Разработанные программные модули позволили выполнить серию имитационных вычислительных экспериментов с целью выявления зависимости выходных характеристик исследуемых процессов от комплекса входных параметров. Нами был проведен ряд вычислительных экспериментов по расчетам концентрации ионов хлора, который сформировался за счет молекулярной диффузии. При этом в достаточно широких границах варьировались значения следующих параметров процесса: глубина расчетной точки ( $X$  – от 0,4 до 0,5м), время ( $T$  – от 500 до 1500 суток.), коэффициент молекулярной диффузии ( $D$  – от  $0,05 \cdot 10^{-3}$  до  $0,25 \cdot 10^{-3}$  м<sup>2</sup>/суток.)

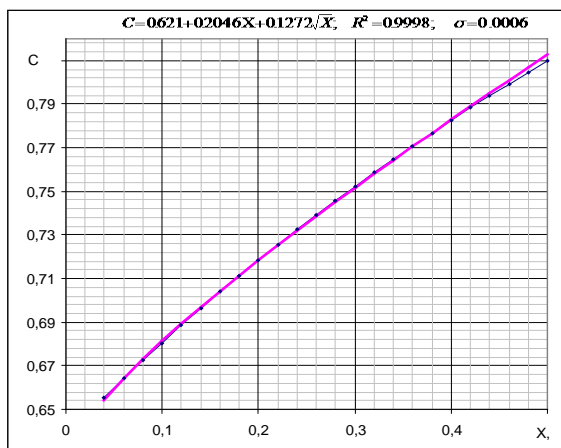
По результатам вычислительных экспериментов построены аппроксимирующие нелинейные регрессионные модели (рис. 4).



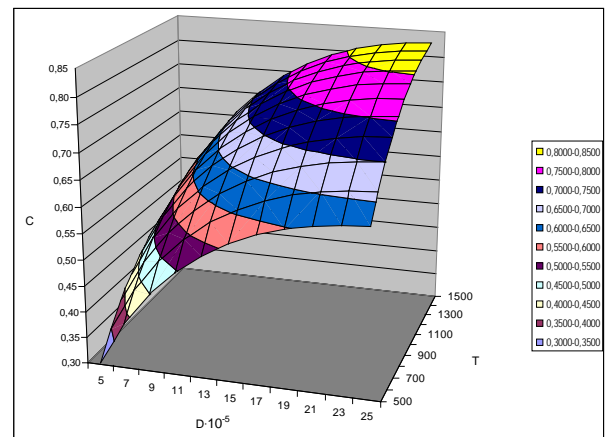
а) Результаты моделирования зависимости концентрации ионов хлора от времени процесса ( $X = 0,2$ м;  $D = 0,15 \cdot 10^{-3}$  м<sup>2</sup>/сут.)



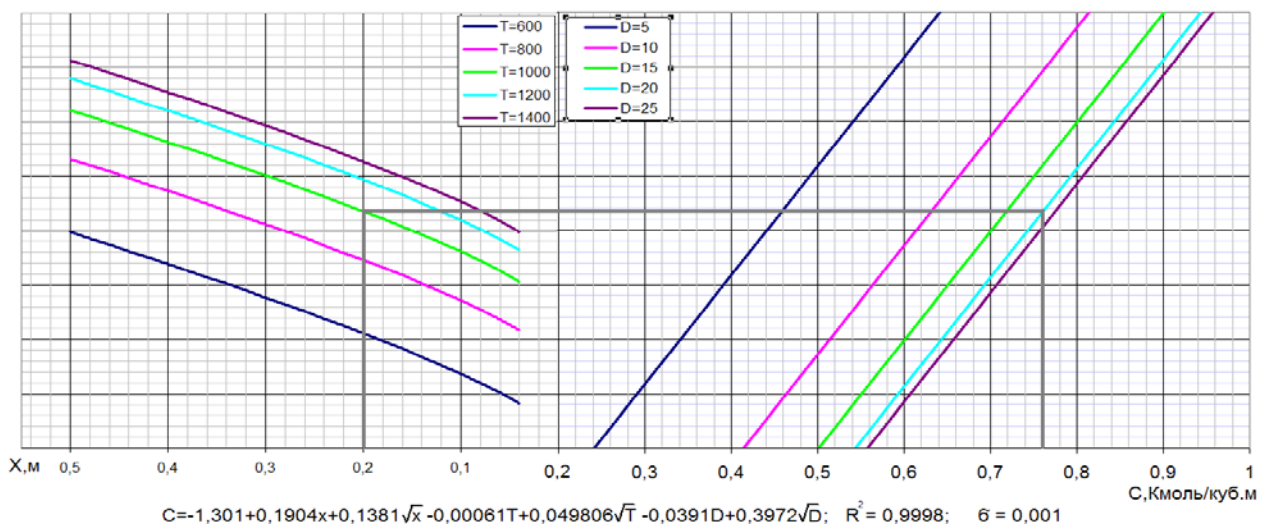
б) Зависимость концентрации ионов хлора от коэффициента молекулярной диффузии  $D$  ( $X = 0,2$ м;  $T = 1000$ сут.)



в) Зависимость концентрации ионов хлора от координаты расчетной точки  $X$  ( $T = 1000$ сут.;  $D = 0,15 \cdot 10^{-3}$  м<sup>2</sup>/сут.)



г) Двухфакторная регрессионная зависимость концентрации  $C$  от значения коэффициента диффузии  $D$  и времени  $T$  ( $X = 0,2$ м)



д) Номограмма трехфакторной регрессионной модели зависимости концентрации  $C$  от параметров  $X$ ,  $T$  и  $D$ .

Рис.4. Результаты вычислительных имитационных экспериментов

Из рис. 4д) видно, что задаваясь значениями параметров  $X$ ,  $T$  и  $D$  можно прогнозировать значение концентрации  $C$ . Если же значение, например, коэффициента диффузии  $D$  нам известно с некоторой погрешностью  $\Delta D$ , то по приведенной номограмме можно оценить концентрацию с соответствующей погрешностью  $\Delta C$ . Возможен и обратный расчет: задаваясь концентрацией  $C$ , коэффициентом диффузии  $D$ , расчетной координатой  $X$ , можно оценить время достижения данной концентрации в координате  $X$ ; или задаваясь концентрацией  $C$ , коэффициентом диффузии  $D$  и временами  $T$  - можно оценить координату  $X$  у которой за данное время достигается данная концентрация ионов хлора.

Приведенная номограмма концентрирует результаты имитационных экспериментов и построения на их основе регрессионных моделей. Номограмма, как графическое отображение многофакторной зависимости, позволяет оперативно вычислять концентрации ионов хлора при варьировании параметров  $X$ ,  $T$  и  $D$  в широких пределах, и имеет практическое значение для оперативного анализа и прогноза санитарно-эпидемической ситуации, связанной с загрязнением почво-грунтов.

#### **Выводы**

Для исследования процессов развития эпидемической ситуации необходимо создание системы поддержки принятия решений при управлении санитарно-эпидемическим состоянием в регионе. Предложенные алгоритмы поставленных задач и разработанные программные модули позволяют произвести расчеты распределения медицинских специалистов и ресурсов, расчеты параметров диффузии или осмоса в грунте и расчеты прогнозирования качества воды.

Результаты вычислительных экспериментов позволили построить аппроксимирующие нелинейные регрессионные модели. Полученные результаты подтверждают работоспособность предложенных моделей и подсистем СППР СЭОР. Расчеты затрат на создание и эксплуатацию программы показали экономическую эффективность внедрения разрабатываемого продукта.

#### **Список использованной литературы**

1. Вороненко М.А. Двухфакторная модель зависимости заболеваемости в регионе от химического состава питьевой воды /Вороненко М.А., Абрамов Г.С., Рогальский Ф.Б. // Системный анализ и информационные технологии: 12-я межд. конф. Киев, 25-29 мая 2010 г. – Киев: КПИ, 2010. – С.215.
2. Вороненко М.А. Модели поддержки принятия решений в системах управления санитарно-эпидемической ситуацией в регионе// Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы вычислительного интеллекта: Междунар. науч.-практ. Конференция. Евпатория, 17-21 мая 2010г.– Херсон: изд.-во ХМИ. – 2010. – Т.2. – С. 239-243.
3. Рогальский Ф.Б./ Информатизация процессов принятия решений в чрезвычайных санитарно-эпидемических ситуациях /Ф.Б. Рогальский, М.А. Вороненко// Шевченківська весна: 8-а междисц. наук. конф. Київ 22-26 березня 2010 р. – Київ: Ун-т Шевченка, 2010. – С.99-102.
4. Горев Л.Н., Дорогунцов С.И., Хвесик М.А. Оптимизация экосред в трех книгах. Книга 1 Оценки и процессы. Киев. Наукова думка. 1997. 542 с.