

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk Polytechnic University

Математическое моделирование процессов в ЧС

Профессор каф. ЭБЖ, д.ф.-м.н.

В.А.Перминов

- При анализе сложных систем придерживаются системного подхода. Это предполагает максимальный охват всех взаимосвязей и анализ последствий принятого решения.

- Основные моменты:
- а) уточнение предметной области исследования, ее структуризация на задачи:
- б) выбор параметров и критериев оценки эффективности системы:
- в) подбор нужных математических моделей:

- г) уточнение деталей и целей анализа системы:
- д) синтезирование математических моделей, обеспечивающих достижение поставленных целей.

- Целью моделирования являются получение, обработка, представление и использование информации об объектах, которые взаимодействуют между собой и внешней средой; а модель здесь выступает как средство познания свойств и закономерности поведения объекта.

- Теорией моделирования является раздел науки, изучающий способы исследования свойств объектов-оригиналов, на основе замещения их другими объектами-моделями. В основе теории моделирования лежит теория подобия.

- Все модели можно разделить на два класса:
- вещественные,
- идеальные.
- **Вещественные** модели можно разделить на:
- натурные,
- физические,
- математические.
- Идеальные модели можно разделить на:
- наглядные,
- знаковые,
- математические.

Вещественные натурные модели - это реальные объекты, процессы и системы, над которыми выполняются эксперименты научные, технические и производственные.

Физические модели - это макеты, муляжи, воспроизводящие физические свойства оригиналов (кинематические, динамические, гидравлические, тепловые, электрические, световые модели).

- Вещественные математические - это аналоговые, структурные, геометрические, графические, цифровые и кибернетические модели.
- Математическое моделирование - это средство изучения реального объекта, процесса или системы путем их замены математической моделью, более удобной для экспериментального исследования с помощью ЭВМ.

Математическая модель является приближенным представлением реальных объектов, процессов или систем, выраженным в математических терминах и сохраняющим существенные черты оригинала.

Математические модели в количественной форме, с помощью логико-математических конструкций, описывают основные свойства объекта, процесса или системы, его параметры, внутренние и внешние связи.

- В общем случае математическая модель реального объекта, процесса или системы представляется в виде системы функционалов
- $\Phi_i (X,Y,Z,t)=0$,
- где X - вектор входных переменных,
 $X=[x_1, x_2, x_3, \dots, x_N]^t$,
- Y - вектор выходных переменных, $Y=[y_1, y_2, y_3, \dots, y_N]^t$,
- Z - вектор внешних воздействий, $Z=[z_1, z_2, z_3, \dots, z_N]^t$,
- t - координата времени.

- Построение математической модели заключается:
- в определении связей между теми или иными процессами и явлениями,
- создании математического аппарата, позволяющего выразить количественно и качественно связь между теми или иными процессами и явлениями, между интересующими специалиста физическими величинами, и факторами, влияющими на конечный результат.

- По принципам построения математические модели разделяют на:
 - аналитические;
 - имитационные.
-
- В аналитических моделях процессы функционирования реальных объектов, процессов или систем записываются в виде явных функциональных зависимостей.

- Аналитическая модель разделяется на типы в зависимости от математической проблемы:
- уравнения (алгебраические, трансцендентные, дифференциальные, интегральные),
- аппроксимационные задачи (интерполяция, экстраполяция, численное интегрирование и дифференцирование),
- задачи оптимизации,
- стохастические проблемы

- В зависимости от характера исследуемых реальных процессов и систем математические модели могут быть:
- детерминированные,
- стохастические.

В детерминированных моделях предполагается отсутствие всяких случайных воздействий, элементы модели (переменные, математические связи) достаточно точно установленные, поведение системы можно точно определить. При построении детерминированных моделей чаще всего используются алгебраические уравнения, интегральные уравнения, матричная алгебра.

- Стохастическая модель учитывает случайный характер процессов в исследуемых объектах и системах, который описывается методами теории вероятности и математической статистики.

- По виду входной информации модели разделяются на:
 - непрерывные,
 - дискретные.
-
- Если информация и параметры являются непрерывными, а математические связи устойчивы, то модель - непрерывная. И наоборот, если информация и параметры - дискретны, а связи неустойчивы, то и математическая модель - дискретная.

- По поведению моделей во времени они разделяются на:
- статические,
- динамические.
- Статические модели описывают поведение объекта, процесса или системы в какой-либо момент времени. Динамические модели отражают поведение объекта, процесса или системы во времени.

: Особенности построения математических моделей

- Для построения математической модели необходимо:
- тщательно проанализировать реальный объект или процесс;
- выделить его наиболее существенные черты и свойства;
- определить переменные, т.е. параметры, значения которых влияют на основные черты и свойства объекта;

- описать зависимость основных свойств объекта, процесса или системы от значения переменных с помощью логико-математических соотношений (уравнения, равенства, неравенства, логико-математические конструкции);
- выделить внутренние связи объекта, процесса или системы с помощью ограничений, уравнений, равенств, неравенств, логико-математических конструкций;
- определить внешние связи и описать их с помощью ограничений, уравнений, равенств, неравенств, логико-математических конструкций.

Математическое моделирование, кроме исследования объекта, процесса или системы и составления их математического описания, также включает:

- построение алгоритма, моделирующего поведение объекта, процесса или системы;
- проверка адекватности модели и объекта, процесса или системы на основе вычислительного и натурного эксперимента;
- корректировка модели;
- использование модели

Математическое описание исследуемых процессов и систем зависит от:

- природы реального процесса или системы и составляется на основе законов физики, химии, механики, термодинамики, гидродинамики, электротехники, теории пластичности, теории упругости и т.д.
- требуемой достоверности и точности изучения и исследования реальных процессов и систем.

На этапе выбора математической модели устанавливаются:

1. линейность и нелинейность объекта, процесса или системы,
2. динамичность или статичность,
3. стационарность или нестационарность,
4. степень детерминированности исследуемого объекта или процесса.

При математическом моделировании сознательно отвлекаются от конкретной физической природы объектов, процессов или систем и, в основном, сосредотачиваются на изучении количественных зависимостей между величинами, описывающими эти процессы.

Математическая модель никогда не бывает полностью тождественна рассматриваемому объекту, процессу или системе.

Основанная на упрощении, идеализации она является приближенным описанием объекта.

Результаты, полученные при анализе модели, носят приближенный характер.

Их точность определяется степенью адекватности (соответствия) модели и объекта.

Построение математической модели обычно начинается с построения и анализа простейшей, наиболее грубой математической модели рассматриваемого объекта, процесса или системы.

В дальнейшем, в случае необходимости, модель уточняется, делается ее соответствие объекту более полным.

- Чем выше требования к точности результатов решения задачи, тем больше необходимость учитывать при построении математической модели особенности изучаемого объекта, процесса или системы.
- Однако, здесь важно во время остановиться, так как сложная математическая модель может превратиться в трудно разрешимую задачу.

- Наиболее просто строится модель, когда хорошо известны законы, определяющие поведение и свойства объекта, процесса или системы, и имеется большой практический опыт их применения.

- Построение математической модели в прикладных задачах – один из наиболее сложных и ответственных этапов работы. Построить модель – значит решить проблему более, чем наполовину.

- Трудность данного этапа состоит в том, что он требует соединения математических и специальных знаний.
- Поэтому очень важно, чтобы при решении прикладных задач математики обладали специальными знаниями об объекте, а их партнеры, специалисты, – определенной математической культурой, опытом исследования в своей области, знанием ЭВМ и программирования.

Компьютерное моделирование и вычислительный эксперимент. Решение математических моделей

- Компьютерное моделирование как новый метод научных исследований основывается на:
- построении математических моделей для описания изучаемых процессов;
- использовании новейших вычислительных машин, обладающих высоким быстродействием (миллионы операций в секунду) и способных вести диалог с человеком.

Суть компьютерного моделирования состоит в следующем:

1. на основе математической модели с помощью ЭВМ проводится серия вычислительных экспериментов, т.е. исследуются свойства объектов или процессов,
2. находятся их оптимальные параметры и режимы работы,
3. уточняется модель.

Вычислительный эксперимент позволяет

- заменить дорогостоящий натурный эксперимент расчетами на ЭВМ,
- в короткие сроки и без значительных материальных затрат осуществить исследование большого числа вариантов проектируемого объекта или процесса для различных режимов его эксплуатации,
- это значительно сокращает сроки разработки сложных систем и их внедрение в производство

- Для проверки адекватности математической модели и реального объекта, процесса или системы результаты исследований на ЭВМ сравниваются с результатами эксперимента на опытном натурном образце.
- Результаты проверки используются для корректировки математической модели или решается вопрос о применимости построенной математической модели к проектированию либо исследованию заданных объектов, процессов или систем.

- Компьютерное моделирование и вычислительный эксперимент позволяют свести исследование "нематематического" объекта к решению математической задачи.

- Этим самым открывается возможность использования для его изучения хорошо разработанного математического аппарата в сочетании с мощной вычислительной техникой.
- На этом основано применение математики и ЭВМ для познания законов реального мира и их использования на практике.

- Итак, мы построили математическую модель рассматриваемого объекта, процесса или системы, т.е. представили прикладную задачу как математическую. После этого наступает второй этап решения прикладной задачи – поиск или разработка метода решения сформулированной математической задачи. Метод должен быть удобным для его реализации на ЭВМ, обеспечивать необходимое качество решения.

- Все методы решения математических задач можно разделить на 2 группы:
- точные методы решения задач;
- численные методы решения задач.
- В точных методах решения математических задач ответ удастся получить в виде формул.

- Для большинства задач, встречающихся на практике, точные методы решения или неизвестны, или дают очень громоздкие формулы.
- Однако, они не всегда являются необходимыми.
- Прикладную задачу можно считать практически решенной, если мы сумеем ее решить с нужной степенью точности.

- Для решения таких задач разработаны численные методы, в которых решение сложных математических задач сводится к последовательному выполнению большого числа простых арифметических операций.
- Непосредственная разработка численных методов относится к вычислительной математике.

- Таким образом, в прикладных задачах и при применении точных методов решения, и при применении численных методов решения результаты вычислений носят приближенный характер.
- Важно только добиться того, чтобы ошибки укладывались в рамки требуемой точности

Математическое моделирование экономических систем.

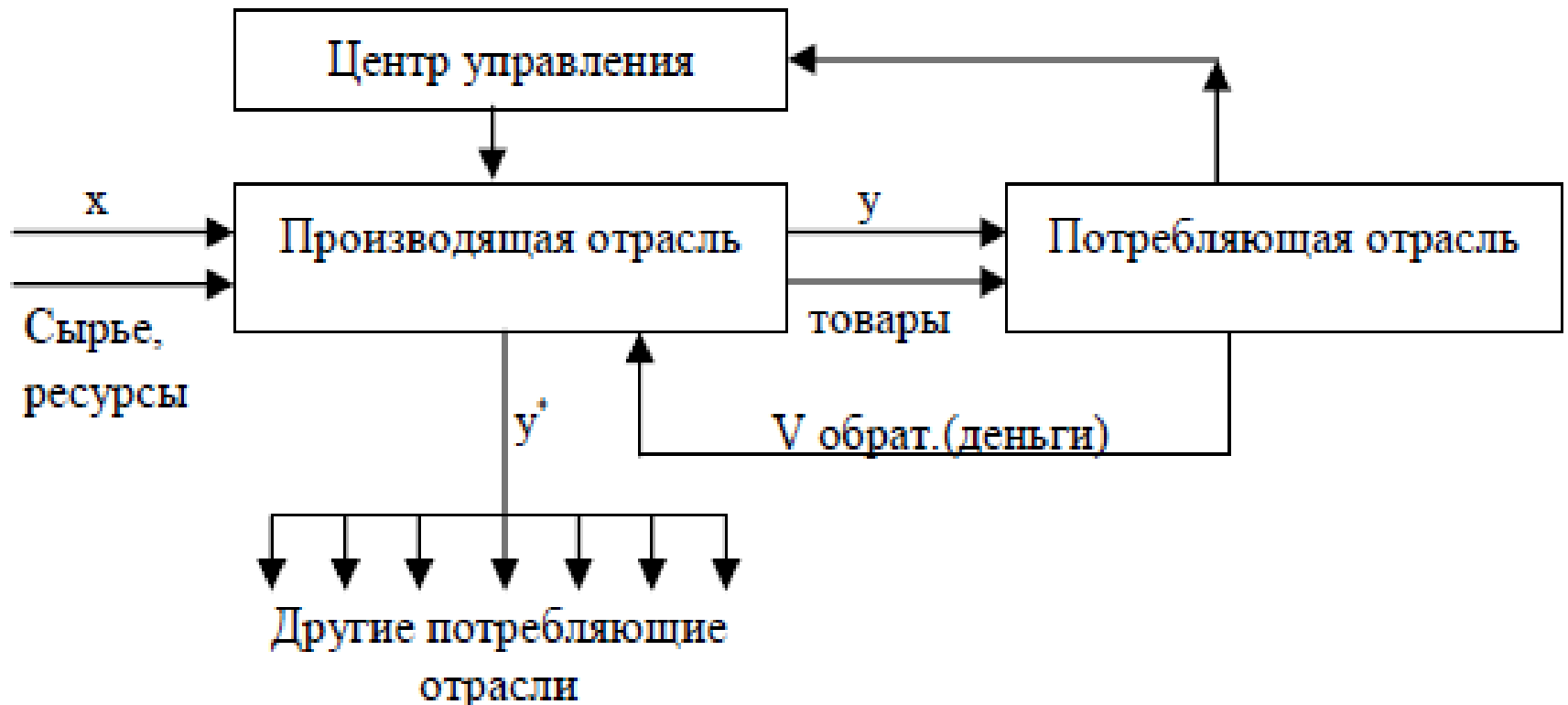
- Экономическая система является частью более сложной системы - социально-экономической и представляет собой
- вероятностную,
- динамическую,
- адаптивную систему.

- Она охватывает процессы производства,
- обмена,
- распределения и потребления материальных благ,
- предоставления различных сервисных услуг.

- Как правило, входные параметры экономических систем - это материальные вещественные потоки производственных и природных ресурсов, то есть **X**.
- Выходные параметры - это материальные вещественные потоки, оборудование, военная продукция, продукция накопления, возмещения и экспорта, то есть **У**.

- Экономические системы - многоступенчатые, многоуровневые системы.
- Любая неопределенность, случайность во входных параметрах в нижних уровнях приводит к неопределенностям и случайностям в выходных параметрах подсистем более высокого порядка и системы в целом.
- .

Структурная схема простой экономической системы:



Экономико –математическое моделирование экономической системы

$$F = \sum_{i=1}^n p_i x_i \Rightarrow \max$$

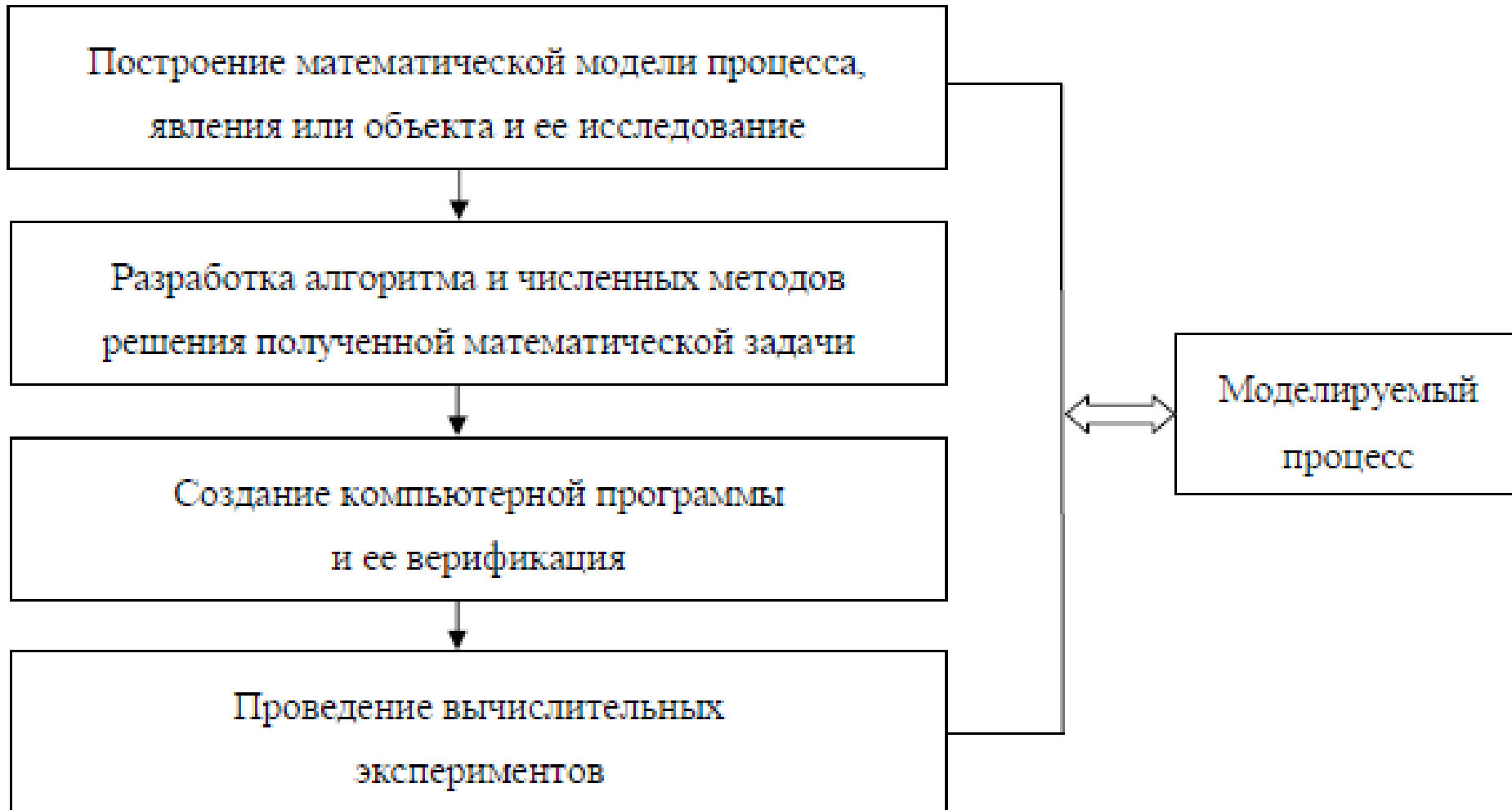
$$\Omega: \sum_{i=1}^n a_i x_i \leq B$$

$$x_i \geq 0; \ i = \overline{1; n}$$

- P_i - прибыль от реализации единицы продукции;
 X_i - объем выпуска продукции;
 A_i - расход сырья на единицу продукции;
 B - общий запас сырья;
 Ω - область допустимых ограничений.



Алгоритм решения задач методом математического моделирования



Математические модели
природных явлений в геосферах Земли

```
graph TD; A[Математические модели природных явлений в геосферах Земли] --> B[Атмосфера]; A --> C[Гидросфера]; A --> D[Литосфера и астеносфера]; B --> E[Глобальные: модели прогноза погоды]; B --> F[Мезомасштабные: модели ураганов, модели грозовых фронтов]; B --> G[Локальные: модели смерчей, модели лесных пожаров];
```

Атмосфера

Гидросфера

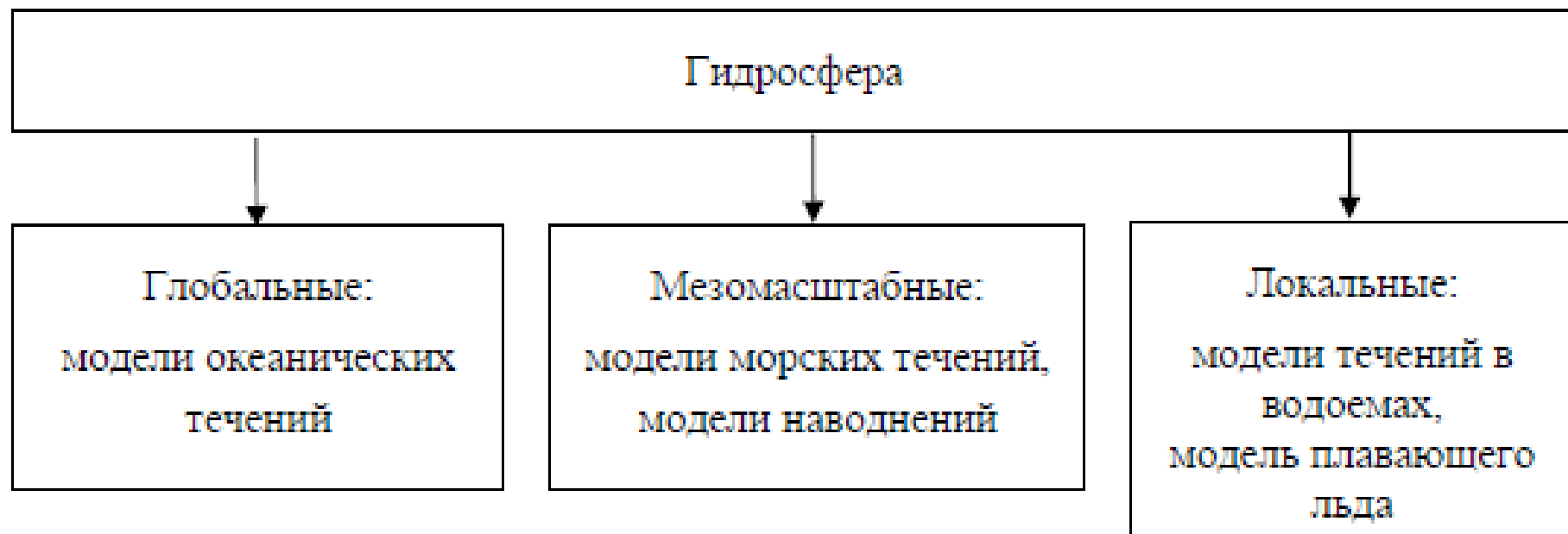
Литосфера
и астеносфера

Атмосфера

Глобальные:
модели прогноза
погоды

Мезомасштабные:
модели ураганов,
модели грозовых фронтов

Локальные:
модели смерчей,
модели лесных пожаров



Литосфера и астеносфера (мантия Земли)

```
graph TD; A[Литосфера и астеносфера (мантия Земли)] --> B[Глобальные:  
модели динамики  
литосферных плит]; A --> C[Мезомасштабные:  
модели мантийных  
диапиров]; A --> D[Локальные:  
модели вулканических  
извержений];
```

Глобальные:
модели динамики
литосферных плит

Мезомасштабные:
модели мантийных
диапиров

Локальные:
модели вулканических
извержений

Математические модели в задачах экологии
и промышленной безопасности

Глобальные:

модели последствий
ядерной войны (модель
«ядерной зимы»),
модели глобального
потепления климата

Мезомасштабные:

модели переноса
загрязнений в атмосфере
в результате крупных
пожаров и техногенных
аварий

Локальные:

модели разливов нефти,
модели техногенных
аварий со сжиженными
газами

Метод контрольного(конечного) объема

Обобщенное дифференциальное уравнение.

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho\Phi) + \operatorname{div}(\rho \mathbf{u} \Phi) = \operatorname{div}(\Gamma \operatorname{grad} \Phi) + S$$

где Φ - зависимая переменная, Γ — коэффициент диффузии;

S — источниковый член.

Конкретный вид Γ и S зависит от смысла переменной Φ .

Общий вид основных уравнений

$$\frac{\partial \rho}{\partial t}(\rho \Phi) + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho v_i \Phi) = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\Gamma_{\Phi} \frac{\partial \Phi}{\partial x_i} \right) + S_{\Phi};$$

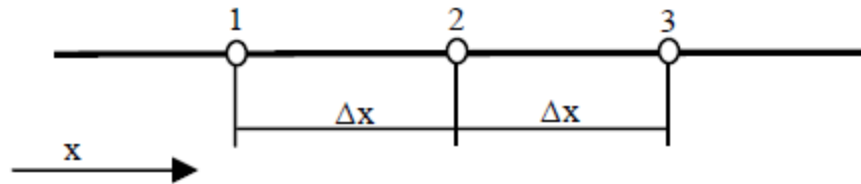
$$\frac{\partial \Phi}{\partial t} = -K(t)\Phi + F(t), \quad K(t) \geq 0, F(t) \geq 0, \Phi|_{t=0} = \Phi_e.$$

$$\Phi|_{t=0} = \Phi_e, \alpha_1 \frac{\partial \Phi}{\partial x_i} \Big|_{x_i=x_{ie}} + \alpha_2 \Phi \Big|_{x_i=x_{ie}} = \alpha_3$$

Методы дискретизации

$$\Phi_1 = \Phi_2 - \Delta x \left(\frac{\partial \Phi}{\partial x} \right)_2 + \frac{1}{2} \left(\Delta x \left(\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} \right)_2 - \dots; \right.$$

$$\Phi_3 = \Phi_2 - \Delta x \left(\frac{\partial \Phi}{\partial x} \right)_2 + \frac{1}{2} \left(\Delta x \left(\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} \right)_2 + \dots; \right.$$



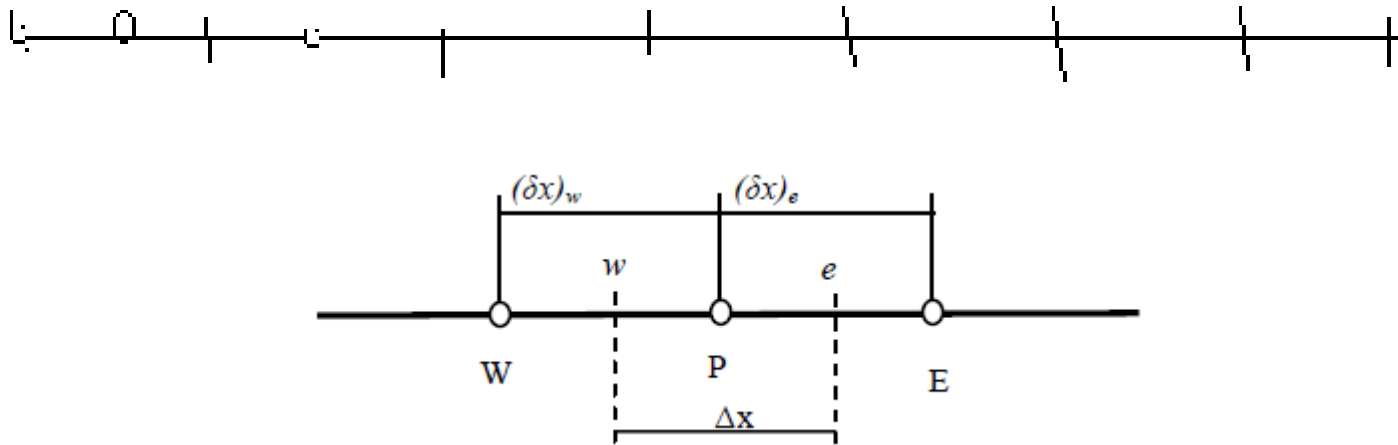
$$\left(\frac{\partial \Phi}{\partial x} \right)_2 = \frac{\Phi_3 - \Phi_1}{2\Delta x}$$

$$\left(\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} \right)_2 = \frac{\Phi_1 + \Phi_3 - 2\Phi_2}{(\Delta x)^2}$$

Метод контрольного объема

$$\frac{d}{dx} \left(k \frac{dT}{dx} \right) + S = 0$$

$$x = 0: T = T_e, \quad x = l: T = T_g$$



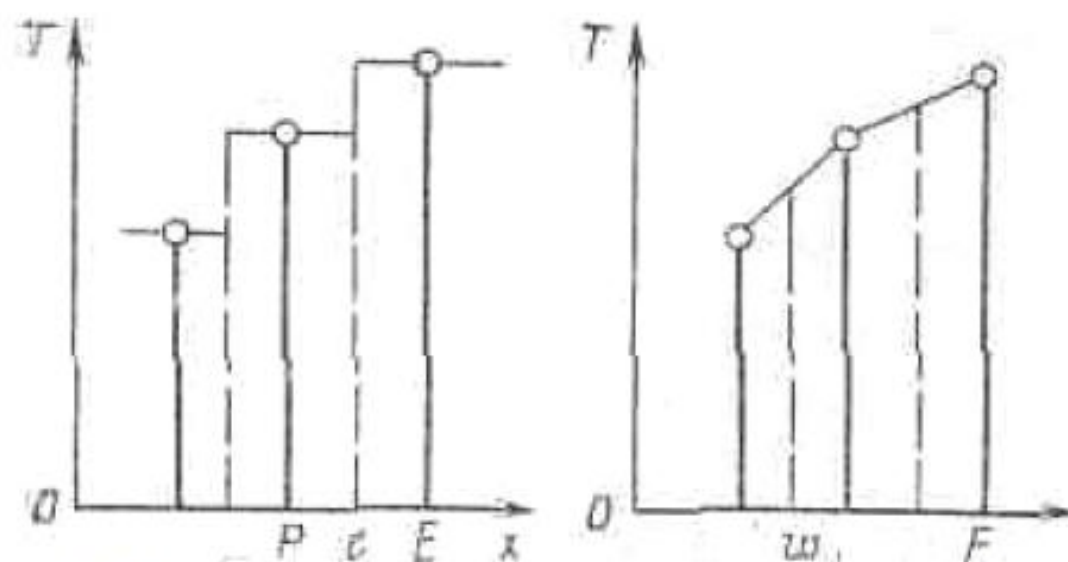


Рис. 2.3. Простые аппроксимации профилей:
 a — ступенчатый профиль; b — кусочно-линейный профиль

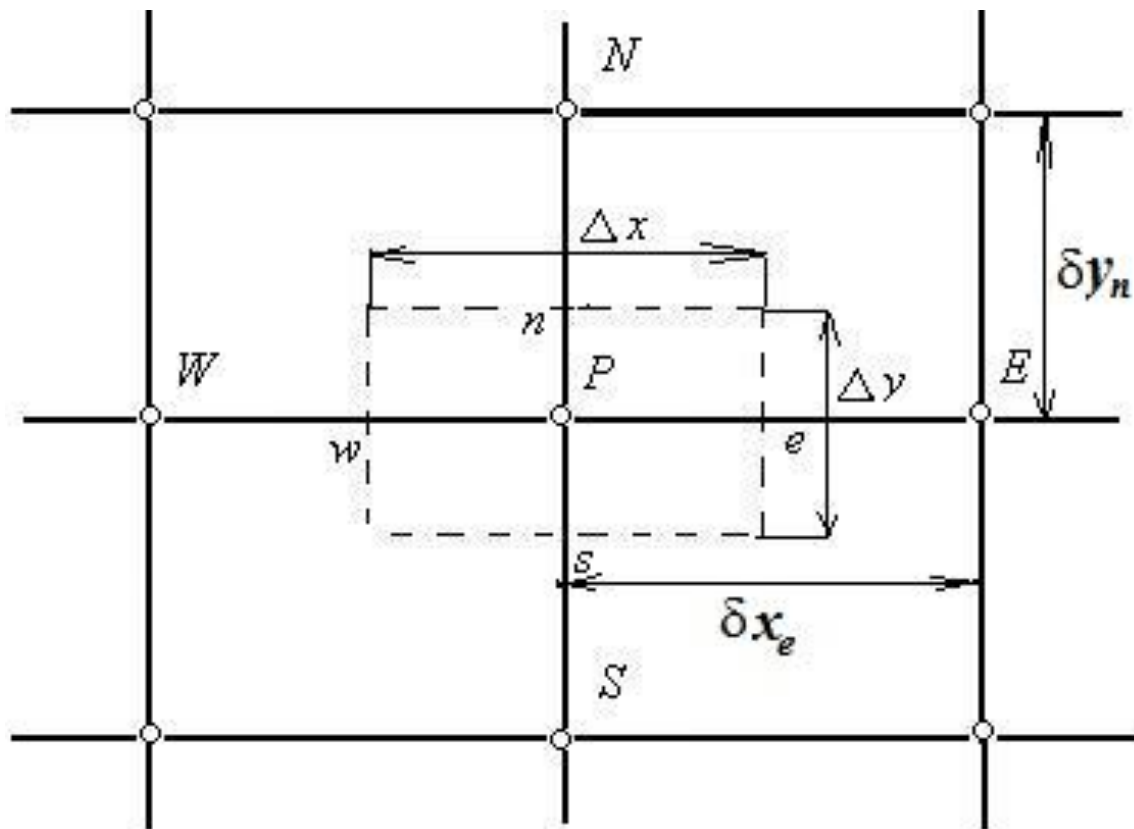
$$\left(k \frac{dT}{dx}\right)_e - \left(k \frac{dT}{dx}\right)_w + \int_w^e S dx = 0$$

$$\frac{k_e(T_E - T_P)}{(\delta x)_e} - \frac{k_w(T_P - T_W)}{(\delta x)_w} + \bar{S}\Delta x = 0$$

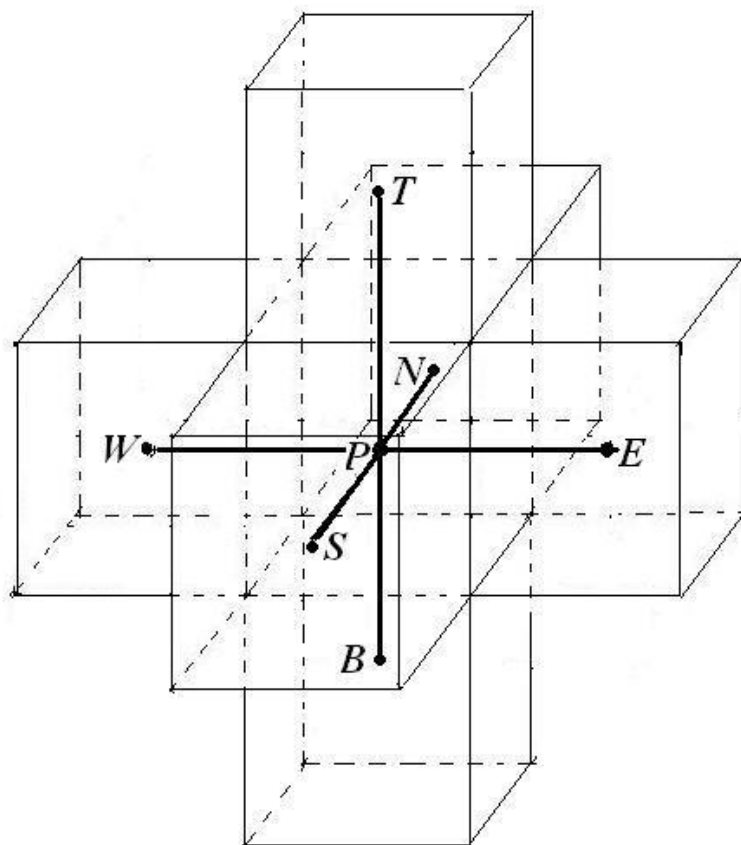
$$a_P T_P = a_E T_E + a_W T_W + b$$

$$a_E = \frac{k_e}{(\delta x)_e}; \quad a_W = \frac{k_w}{(\delta x)_w}$$

$$a_P = a_E + a_W; \quad b = \bar{S}\Delta x$$



Контрольный объем для двумерной области.



Контрольный объем для трехмерной области

$$a_P T_P = \sum a_{nb} T_{nb} + b$$

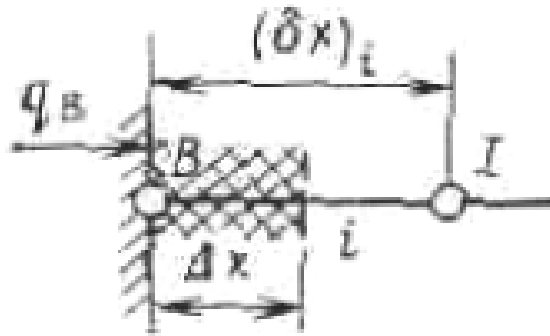
$$\bar{S} = S_C + S_P T_P$$

$$a_P T_P = a_E T_E + a_W T_W + b$$

$$a_E = \frac{k_e}{(\delta x)_e}; \quad a_W = \frac{k_w}{(\delta x)_w}$$

$$a_P = a_E + a_W - S_P \Delta x; \quad b = S_C \Delta x$$

Дискретный аналог вблизи границы



$$q_B - q_i + (S_C + S_P T_B) \Delta x = 0$$

$$q_B - \frac{k_i(T_B - T_I)}{(\delta x)_i} + (S_C + S_P T_B)\Delta x = 0$$

$$a_B T_B = a_I T_I + b$$

$$a_I = \frac{k_i}{(\delta x)_i};$$

$$b = S_C \Delta x + q_B;$$

$$a_B = a_I - S_P \Delta x .$$

Тепловой поток задан через коэффициент теплообмена h и T_f

$$q_B = h(T_f - T_B),$$

$$a_B T_B = a_I T_I + b$$

$$a_I = \frac{k_i}{(\delta x)_i};$$

$$b = S_C \Delta x + h T_f;$$

$$a_B = a_I - S_P \Delta x + h .$$

Решение систем линейных алгебраических уравнений

$$a_i T_i = b_i T_{i+1} + c_i T_{i-1} + d_i$$

$$c_1 = 0 \text{ и } b_N = 0, \quad - \text{ на границе области}$$

Метод прогонки (TDMA)

$$T_i = P_i T_{i+1} + Q_i$$

$$T_{i-1} = P_{i-1} T_i + Q_{i-1}$$

$$a_i T_i = b_i T_{i+1} + c_i (P_{i-1} T_i + Q_{i-1}) + d_i$$

$$P_i = \frac{b_i}{a_i - c_i P_{i-1}};$$

$$Q_i = \frac{d_i + c_i Q_{i-1}}{a_i - c_i P_{i-1}}$$

$$P_1 = \frac{b_1}{a_1};$$

$$Q_1 = \frac{d_1}{a_1}$$

На другом конце последовательности P_i и Q_i имеем $b_N=0$.

Это дает $P_N=0$,

$$T_N = Q_N$$

TDMA

читываем P_i и Q_i из уравнения (3.28).

ользуя рекуррентные соотношения (3.27), получаем P_i и Q_i для $i=2, 3, \dots, N$.

агаем $T_N=Q_N$.

ользуя уравнение (3.24) для $i=N-1, N-2, \dots, 3, 2, 1$, получаем $T_{N-1}, T_{N-2}, \dots, T_3, T_2, T_1$.

Прикладные программы, разработанные
для различных операционных систем,
позволяют

- прогнозировать обстановку в ЧС,
- рассчитывать конструкции,
- планировать применение сил и средств,
- формировать оперативные документы,
систематизировать разнообразную
информацию.

Используемые модели и компьютерные программы в области прогноза ЧС защиты населения, условно можно разделить на

1). *расчетные,*

2). *информационные.*

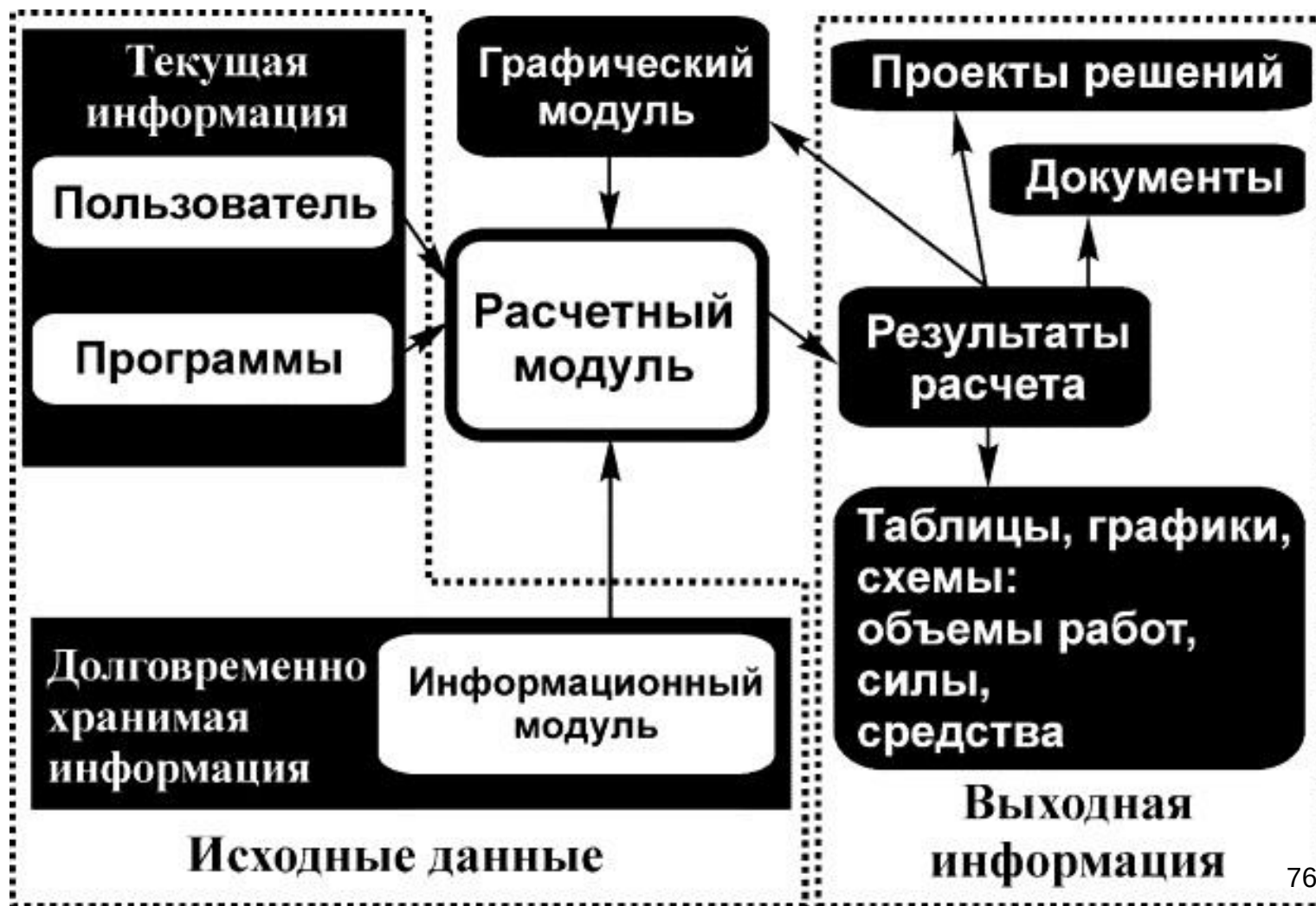
Применение расчетных задач для защиты населения

- Планирование и организация мероприятий по защите населения невозможна без использования достоверного, полного и своевременно представленного массива показателей обстановки, а также рассчитанного на его основе состава сил и средств для ликвидации ЧС.

Пакет программ “Прогноз” (для прогнозирования обстановки в ЧС мирного и военного времени), который включает:

- комплекс программ военного времени;
- комплекс программ по прогнозированию последствий техногенных аварий;
- комплекс программ по прогнозированию последствий стихийных бедствий.

Структура типовой программы, позволяющей производить расчеты по защите населения



Виды расчетов:

- **заблаговременный**, с использованием известных координат и интенсивности поражающего фактора;
- **заблаговременный**, с использованием вероятностных моделей (особенно – для периодически повторяющихся природных ЧС, по которым имеются данные многолетних наблюдений);
- **оперативный** (по факту ЧС).

Дополнительные элементы к расчетному модулю (графические элементы):

- план объекта экономики,
- топографическая электронная карта,
- схемы зданий, сооружений, технологического оборудования,
- прочая информация.

Исходные данные (долговременно хранимые и текущие) включают информацию:

- по характеру и параметрам объекта воздействия;
- по характеристикам ЧС;
- по нормативам выполнения работ;
- по структуре сил и средств.

Долговременно хранимая информация (сведения, редко изменяющиеся в течение длительного времени:

- это справочные материалы,
- статистические данные,
- вероятностные модели,
- данные о застройке, количестве, размещении людей и степени их защиты,

- нормативы выполнения работ,
- структура сил спасения,
- характеристики спасательных средств и многое другое.

Текущая информация (минимально необходимые данные, поступающие на вход при запуске):

- метеоусловия,
- координаты эпицентра опасности и интенсивность поражающего фактора,
- время года и суток и другие сведения, зависящие от особенностей обстановки в каждом конкретном случае.

- Данные могут быть введены как с использованием стандартных средств интерактивного ввода:
- клавиатуры и мыши,
- так и в виде результатов расчетов предыдущей программы в случае использования рассматриваемой программы в качестве промежуточного звена.

Ввод этой информации не требует специальных знаний и может быть оперативно осуществлен пользователем начального уровня

Выходная информация

- поступает из расчетного модуля в виде цифровых данных, может быть, затем представлена в табличной или графической форме.

К выходной информации относятся:

- показатели возможной обстановки, требуемые объемы работ для ликвидации последствий аварий и катастроф,
- предложения по составу, численности и оснащению сил и др.

Пример. Программа “АХОВ”, разработанная в Военно-инженерном университете МО РФ.

Программа предназначена:

для прогнозирования масштабов зон
заражения при авариях на химически
опасных объектах,
на технологических емкостях и хранилищах,

- при транспортировке опасных жидкостей и газов железнодорожным, трубопроводным и другими видами транспорта,
- а также для расчета потерь людей и планирования мероприятий по защите населения.

При разработке данного программного продукта использовалась

“Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте (РД 52.04.253-90)”.

Программа позволяет определить:

- глубину зон заражения первичным, вторичным облаком аварийно химически опасных веществ (АХОВ),
- расчетную глубину зоны заражения и ее площадь для 35 стандартных типов АХОВ, а также для любого другого химически опасного вещества;
- время испарения АХОВ;

- потери рабочих, служащих и населения;
- виды и объемы мероприятий по защите рабочих, служащих и населения;
- количество сил и средств для выполнения этих мероприятий.

Работа с программой предполагает три последовательных этапа действий:

- прогнозирование обстановки;
- расчет потерь;
- расчет мероприятий по защите населения.

Формуляр-запрос программы “АХОВ”

Исходные данные для расчета обстановки

АХОВ:

☒ Под давлением

Единицы измерения

☐ Без давления

☒ тонны ☐ куб.м

Агрегатное состояние:

0 15000

Количество вещества в выбросе = 100 т.

☒ Емкость обвалована

Высота обвалования м

Время от начала аварии ч

Скорость ветра = 1 м/с

Температура воздуха = 0 °

*Степень вертикальной
устойчивости*

Определение

☐ Инверсия ☒ Изотермия ☐ Конвекция

Расстояние до объекта = 1000 м

Расчет обстановки

Изменить вещество

Выход

- По результатам прогнозирования обстановки проводится расчет потерь среди населения города и загородной зоны. Для этого необходимо ввести дополнительные данные по плотности населения и его обеспеченности средствами защиты, а также в произвольной системе координат разместить рассматриваемый аварийный объект (емкость) на плане города.

- Программа произведет требуемые расчеты с учетом структуры санитарных потерь. После ввода дополнительных исходных данных и выполнения расчетов на экране монитора отображается оперативная информация об остановке в виде графического изображения зараженных площадей.

- Следующим этапом работы с программой является выявление состава и объемов мероприятий, сил и средств, предназначенных для защиты населения и ликвидации последствий аварии.
- Программа, например, учитывает тип аварийного вещества и предлагает именно те марки средств защиты органов дыхания, которые необходимы в рассматриваемом случае.

Информационные модели

- В отличие от расчетных задач, использующихся для получения числовых показателей, информационные задачи предназначены для выполнения различных операций с накопленными данными.

Программы, реализующие такие задачи, являются автоматизированными информационно-справочными системами (АИСС), позволяющими собирать, накапливать, оптимально хранить и удобно использовать разнообразную информацию по тематике РСЧС – тексты, числовые данные, графику, звуки, видеосюжеты.

Эти программные продукты использует, как правило, технологии СУБД.

- Базы данных для специалистов ЧС и ГО разрабатываются с использованием различных СУБД: dBase, FoxPro, Clarion, Access, Oracle и многих других.
- Выбор конкретной платформы зависит от особенностей поставленных задач.
- Все они обеспечивают следующие основные операции с данными:

- ввод и редактирование записей;
- сортировку данных по различным критериям;
- выборку данных с использованием фильтров;
- совместный доступ к данным нескольких пользователей;
- удаленное управление базами данных;
- организация математических и логических операций с данными;
- формирование выходных форм и документов.

Автоматизированная информационно-справочная система “Средства спасения”

- Этот программный продукт представляет собой базу данных, включающую разнообразную информацию о приборах, инструментах, технике, оборудовании и материалах, применяемых при подготовке и организации мероприятий по защите населения.



- Программа позволяет выполнять следующие основные операции.
- 1. Быстро находить:

- марки средств, включая графическое изображение каждого средства;
- технические характеристики средств;
- комплекты, объединяющие несколько средств;
- данные о производителях средств спасения;
- источники информации;
- виды работ (мероприятий), в ходе которых используются описываемые технические средства;
- способы, условия, особенности применения, технологические приемы, характерные для описываемых средств.

- 2. Вводить данные по новым средствам спасения.
- 3. Изменять любую информация по имеющимся изделиям.
- 4. Удалять устаревшие данные из базы.
- 5. Распечатывать выбранные данные в удобной форме.
- 6. Сохранять необходимую информацию из базы во внешних файлах различных форматов.

- Кроме этого особенностью информационно-справочной автоматизированной системы является возможность создания запросов, позволяющих производить выборки данных, сгруппированных по различным признакам.

- В таблице в качестве примера приведен фрагмент запроса в режиме таблицы, реализующий выборку данных, отвечающих следующему критерию: средства, обеспечивающие перекусывание прутка из арматурной стали толщиной не менее 36 мм.
- В настоящий момент база данных содержит информацию более чем о 1000 единицах различных средств спасения.

Название	Характеристики	Значение	Размерность	Название инструмента	Марка	Наименование группы	Название комплекта
Диаметр перекусываемого прутка из арматурной стали		36	мм	Ножницы комбинированные	НКГС-80	Средства малой механизации	Комбитех
Диаметр перекусываемого прутка из арматурной стали		36	мм	Кусачки	КГС-80	Средства малой механизации	Комбитех
Диаметр перекусываемого прутка из арматурной стали		36	мм	Ножницы резак	НРГС-80	Средства малой механизации	Комбитех

Автоматизированная информационно-управляющая система единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций

Ее основными функциями являются:

- сбор от абонентов (пользователей) системы и обработка оперативной информации о состоянии потенциально опасных объектов экономики и инфраструктуры, природной среды, сил и средств РСЧС, о наличии и состоянии запасов и резервов;
- подготовка рекомендаций и вариантов решений по прогнозу чрезвычайных ситуаций и действиям при их ликвидации;

- сопряжение с информационными системами других федеральных органов исполнительной власти, входящих в РСЧС;
- - передача необходимой информации органам управления РСЧС всех уровней и обмен информацией между различными подсистемами и звеньями РСЧС.

- Одними из основных объектов федерального уровня являются комплексы центрального аппарата МЧС России на различных территориях.
- На региональном уровне созданы региональные информационно-управляющие центры в городах Москва, Санкт-Петербург, Ростов-на-Дону, Екатеринбург, Хабаровск, Красноярск.

- На территориальном уровне в соответствии с территориальными целевыми программами создаются информационно-управляющие центры органов управления ГОЧС в субъектах Российской Федерации, на местном уровне — абонентские пункты при органах управления ГОЧС в городах и районах.
- Ведутся работы по созданию единых дежурно-диспетчерских служб (ЕДДС) в городах Российской Федерации, сопряженных с АИУС РСЧС.

<http://www.arspas.ru/mchs/spravochnik/2/index.php>

Автоматизированная информационная справочная система “Документ”

Данные из базы АИСС, содержат
исчерпывающую информацию более чем о
пятистах нормативно-правовых,
информационно-справочных и учебно-
методических документах.

- Документы, регламентирующие деятельность РСЧС и ГО.
- Анализ предметной области, охватывающей сведения, содержащиеся в руководящих, справочных и других документах, позволил выявить, систематизировать и классифицировать основные структурные элементы и особенности информации этого рода

- АИС предназначена для повышения эффективности работы с различными источниками данных, которые используются специалистами РСЧС для решения всевозможных задач.

В органах управления МЧС России используются документы различные по структуре, содержанию, способам передачи и хранения. Они были классифицированы по следующим параметрам:

- по виду (изданные и неизданные);
- по типу (газета, журнал, брошюра, справочник, книга, и т.п.);
- по доступу (общего пользования, для служебного пользования, секретные, совершенно секретные, особой важности);
- по структуре документа (неструктурированные, слабоструктурированные, структурированные);

- по назначению (специальные, оперативные, мобилизационные, административно-хозяйственные, справочные, учебно-методические, и т.д.);
- по способу передачи информации (текстовые, графические, видео, аудио, и т.д.) и другим параметрам.

- Система способна поддерживать многоуровневый интерфейс как написанной на внутреннем языке программы, так и с использованием других программных пакетов (Visual Basic, Visual Fox Pro и др.). Система является открытой, позволяя не только осуществлять всевозможные операции с данными, но и менять собственную структуру.

Автоматизированная информационная справочная система “Термин”

Автоматизированная информационная справочная система “Термин” представляет собой электронный понятийно-терминологический словарь РСЧС, необходимость разработки которого была обусловлена потребностью однозначного понимания разнообразных терминов и понятий, связанных с защитой населения от ЧС.

Автоматизированная информационная справочная система “Объект”

- общие данные об объектах экономики, в том числе – наименование, адрес, телефоны, категория, площадь территории, численность рабочих и служащих, виды производственной деятельности и прочее;

- сведения о должностных лицах объекта – фамилия, имя, отчество, даты рождения, вступления в должность, обучения по ГО, телефоны и другая информация;
- информация о силах РСЧС и ГО – наименования, количество, укомплектованность, оснащение, готовность;

- данные о защитных сооружениях – инвентарный номер, тип, дата ввода, вместимость, степень защиты и другая техническая информация;
- данные о средствах радиационной и химической защиты – марки, количество, вид хранения, дата выпуска, состояние.

Автоматизированная информационная справочная система “Донесение”

- Одним из основных направлений деятельности всех структурных подразделений РСЧС является аналитическая работа по обобщению данных о различных ЧС и организация практических мероприятий по их предупреждению и ликвидации.

Автоматизированная информационная
справочная система “Донесение”
позволяет решать следующие основные
задачи:

- ввод и редактирование данных о ЧС;
- создание запросов для выборки необходимых данных;
- создание отчетов о ЧС для представления донесений согласно табеля срочных донесений по установленным формам учета ЧС.

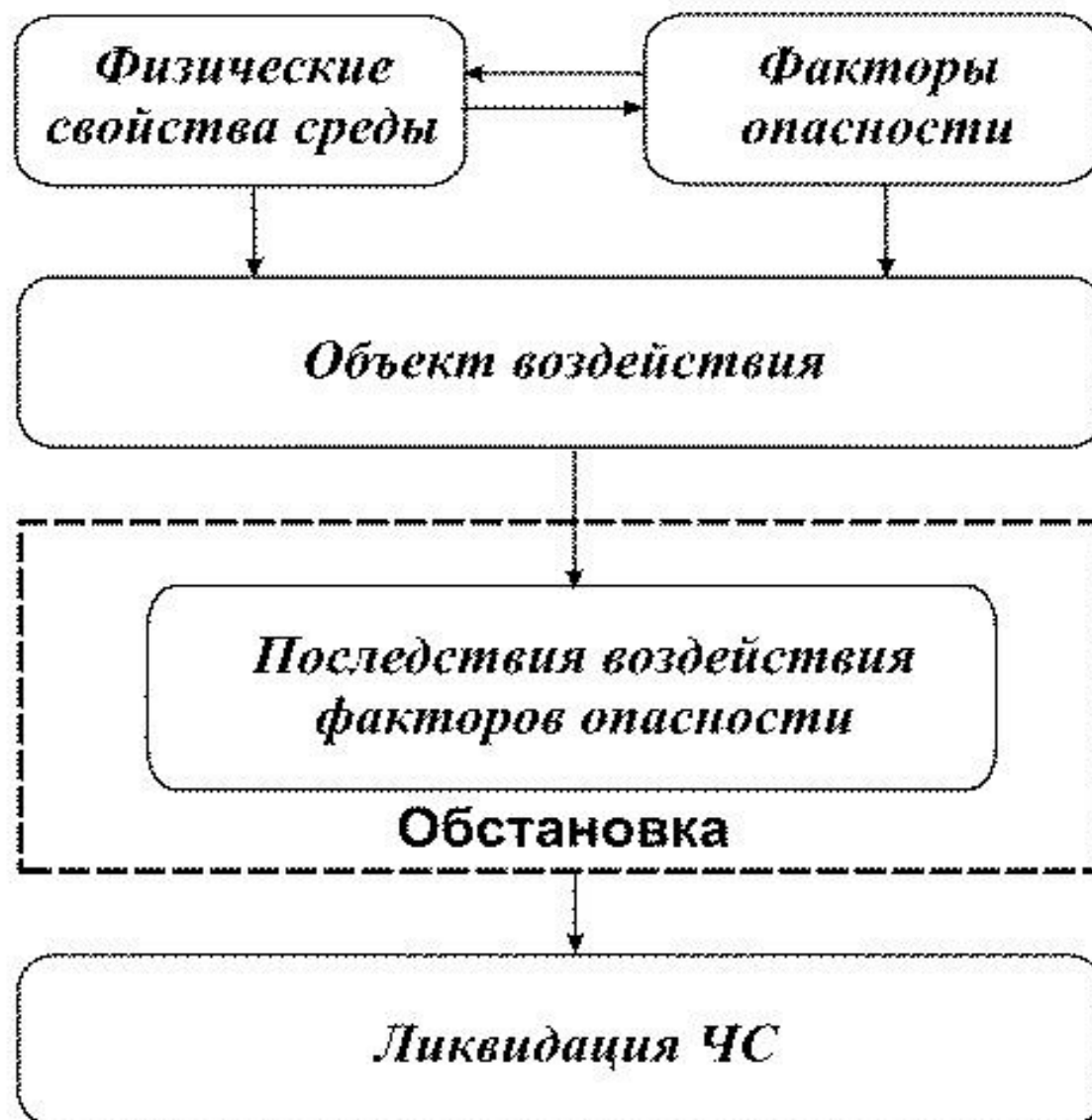


Рис. 4. Модель чрезвычайной ситуации

На основании анализа модели ЧС были выделены следующие группы атрибутов:

- физические свойства среды;
- факторы опасности и их параметры;
- объект воздействия (состояние до воздействия ЧС);
- обстановка в результате ЧС;
- ущерб;
- мероприятия по защите населения и территорий;
- силы и средства ликвидации ЧС.

Геоинформационные технологии

- прикладная кибернетика, информатика, математическое моделирование местности, компьютерная имитация сложных природных и техногенных процессов;
- машинная графика, цифровая картография, системы управления базами данных и знаний;
- дистанционное зондирование

ГИС решает следующие задачи:

- сбор, первичную обработку и структуризацию картографической и специальной информации;
- формирование запросов и поиск необходимых данных;
- создание моделей и их реализация на выбранных множествах данных;

- построение тематических и специальных карт, отображающих результаты моделирования;
- отображение, документирование и использование полученных результатов;
- хранение, обновление, защиту и архивирование данных.

Основные функциональные задачи ГИС мониторинга ЧС:

- прием и обработка данных по ЧС, поступающих из региональных центров;
- накопление архивных данных по ЧС;
- отражение полученных данных в виде картографических покрытий для анализа оперативной информации;
- подготовка данных анализа в проект управленческих решений.



- По заказу МЧС России разработана ГИС "Экстремум".
- Ее задачи - прогнозировать вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций и, по возможности, предотвращать их, а в случае аварий или стихийных бедствий - планировать работу по ликвидации последствий с таким расчетом, чтобы свести к минимуму причиненный ими ущерб.

- Разработчик - Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций (ВНИИ ГОЧС).

Основные задачи, решаемые системой:

- - обеспечение регионов оперативной информацией о фактах стихийных бедствий;
- - определение количества пострадавших от ЧС;
- - определение размер ущерба и необходимого объема гуманитарной помощи;
- - моделирование последствий аварий на нефтепроводных системах;
- - моделирование последствий взрыва газо - воздушной смеси.

Для решения этих задач в ГИС имеется несколько блоков.

- В блоке базы данных соединены картографические и семантические данные в виде различных карт. Кроме блока базы данных у "Экстремума" есть блок - математические модели которые: прогнозируют обстановку,
- оценивают опасности природного или техногенного воздействия,

- рассчитывают поля этого воздействия,
- Рассчитывают ущерб от него,
- вырабатывают план конкретных действий, позволяющий с наименьшими затратами добиваться наибольшего эффекта при ликвидации последствий различных аварий и стихийных бедствий.

В ГИС также входят блоки:

- оценки последствий, предназначенный для оптимизации мероприятий по эффективному реагированию,
- блок выходных данных и документирования.

- Например, после землетрясения, произошедшего в какой-либо точке мира, она может менее чем за два часа определить возможные человеческие потери, число находящихся под завалами людей, необходимое количество техники и спасателей для оказания той или иной помощи.

Землетрясение в Турции показало, что именно ГИС "Экстремум" дала самую точную оценку случившегося, и в МЧС России узнали о масштабе бедствия раньше, чем турецкое правительство. Поэтому российские спасатели быстрее всех в мире были готовы оказать необходимую помощь.

- За последние пять лет эту систему применяли при землетрясениях в Нефтегорске, Иране, Афганистане, при последнем землетрясении в Китае.

Например, в 1979 году в штате Миннесота (США) вблизи населенного пункта Бимиджи при аварии на местности разлилось 10700 баррелей (1712 м³) нефти. Аэрофотоснимок показал, что площадь загрязнения составила 19150 кв.м.

- Про эту аварию известно практически все - местоположение, количество нефти и время, за которое набралось это "нефтяное озеро".

Результат подтвердил адекватность модели, разработанной на основе ГИС-технологии. Границы нефтяного пятна фактического и расчетного разлива практически совпали. Что касается площади разлива, то при ее расчете исследователи ошиблись всего на 12%.

<http://gistechnik.ru/home.html>