Литература

1. *Pelinovski E.N.* Hydrodynamics of Tsunami Waves.–Nizhnii Novgorod, 1996.
2. *Titov V.V.* Numerical modeling of tsunami propagation by using variable grid. Proceedings of the IUGG/IOC International Tsunami Symposium,–Novosibirsk:Computing center Siberian Division USSR Academy of Sciences, 1989.P. 46-51.
3. *Gica E.* Development of the forecast propagation database for NOAA's short-term inundation forecast for tsunamis (SIFT) / E.Gica, M.C. Spillane, V.V. Titov at el. – NOAA Technical Memorandum OAR PMEL-139, PMEL, Seattle, WA, 2008. – 95p.
4. *Курако М.А., Симонов К.В., Диденко А.О.* Информационная поддержка системы мониторинга цунами на параллельных вычислительных архитектурах // Информатизация и связь:матер. IV междун. научно-техническая конфер. 2013. № 2. С. 77-79.
5. *Доброхотов С.Ю., Симонов К.В., Курако М.А., Ложников Д.А.* Решение задач гидрофизического мониторинга на основе асимптотических формул // Международная конференция, посвящённой 105-летию со дня рождения С.Л. Соболева «Дифференциальные уравнения. Функциональные пространства. Теория приближений(Новосибирск, 18-24 августа 2013г.)»: тез.докладов.–Новосибирск: Ин-т математики СО РАН, 2013. С. 129.
6. *Доброхотов С.Ю., Симонов К.В., Курако М.А., Ложников Д.А.* Вычислительная технология решения задач гидрофизического мониторинга // III Всероссийская конференция«Математическое моделирование и вычислительно-информационные технологии в междисциплинарных научных исследованиях»(Иркутск (Россия), 23-26 июня 2013г.):тезисы докладов. – Иркутск: РИО ИДСТУ СО РАН, 2013. С. 23.
7. *Марчук Ан.Г., Курако М.А., Симонов К.В., Диденко А.О.* Информационная система поддержки решения задач гео- и гидрофизического мониторинга // Всероссийская конференция «Индустриальные информационные системыИИС-2013» (г. Новосибирск, 25-27 сентября 2013 г.):сборник тезисов докладов. – Новосибирск: КТИ ВТ СО РАН, С. 42-43.

Elements of information support system for tsunami modelling and tsunami hazard assessment on parallel computing systems

Mikhail Alexandrovich Kurako, graduate student, assistant of Department of Applied Mathematics and Computer Security of the Siberian Federal University.

Alena Olegovna Didenko, graduate student of Department of Applied Mathematics and Computer Security of the Siberian Federal University.

Konstantin Vasil'evichSimonov, leader researcher of Institute of Computational modeling of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences.

This paper proposes an approach for the analysis of data of geo- and hydrophysical monitoring for operational tsunami hazard assessment. Computational methods for estimating the parameters of earthquakes and recovering the form of tsunami source by mareogramms at the nearest DART stations were developed. Parallel version of the computational system for different types of parallel computing systems was implemented.

*Keywords**:** tsunami inundation, tsunamigenic earthquakes, tsunami center, tsunami monitoring, mareogramms, wavelet analysis, parallel algorithms for observation data analysis, tsunami hazard assessment.*

УДК 634.0.43

ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ НАВОДНЕНИЙ НА ОСНОВЕ ЛОГИЧЕСКИХ РЕШАЮЩИХ ФУНКЦИЙ

***Ирина Александровна Милькова**, аспирант,*
Тел.: 8 913 5833008, e-mail: i.milkova@yandex.ru
***Андрей Александрович Бурцев**, аспирант*
Тел.: 8 913 5094043, e-mail: burtsevandrey@mail.ru
Институт космических и информационных технологий СФУ
http://ikit.sfu-kras.ru

660074, Красноярск, ул. Киренского, 26, корп. УЛК
Константин Васильевич Симонов,*в.н.с., д.т.н.*
Тел.: 8 913 5954902, e-mail: simonovkv@icm.krasn.ru
Институт вычислительного моделирования СО РАН
http://icm.krasn.ru

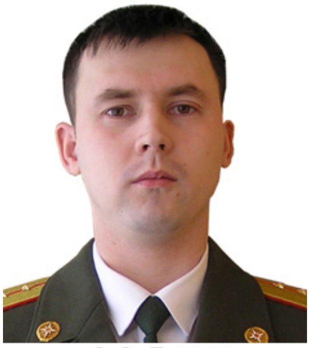
Разработана алгоритмическая схема применения аппарата логических решающих функций для оценки опасности наводнений.

Ключевые слова: наводнения, оценка опасности, логические решающие функции

Введение

Красноярский край относится к числу наиболее благополучных регионов России по обеспеченности водными ресурсами. Данное обстоятельство одновременно является и источником потенциальной опасности для населения, так как одним из наиболее характерных источников чрезвычайных ситуаций (ЧС) в крае являются опасные гидрологические явления, которые приводят к затоплениям населённых пунктов, автомобильных, железных дорог и других объектов инфраструктуры, нанесению значительного материального ущерба[1].

И.А. Милькова



А.А. Бурцев

По данным Центра мониторинга и прогнозирования ЧС природного и техногенного характера Сибирского регионального центра МЧС России только за последние 10 лет на территории Красноярского края (включая Таймырский (Долгано-Ненецкий) и Эвенкийский муниципальные районы) зафиксировано 163 случая происшествий и ЧС, обусловленных опасными гидрологическими явлениями. В результате таких явлений происходили затопления населённых пунктов, жилых домов, приусадебных участков, объектов промышленности, автомобильных дорог, мостов, ЛЭП и других объектов инфраструктуры.

Происшествия и ЧС зафиксированы на территории 33-х муниципальных районов и городских округов края, в 111-ти населенных пунктах, в результате них пострадало более 400 тыс. человек. Из общего количества происшествий ЧС зафиксированы в 20 случаях.

Для большинства субъектов Российской Федерации Сибирского федерального округа и, в частности, для Красноярского края наиболее характерны следующие риски возникновения наводнений: риски, обусловленные бурным развитием весеннего половодья; риски, обусловленные заторными явлениями; риски, обусловленные авариями на гидротехнических сооружениях (ГТС). Каждые из них требуют специфических методов для заблаговременной и оперативной оценки [2].

Научная задача следует из объективно существующего противоречия между стоящими перед системой мониторинга и прогнозирования ЧС задачами, связанными с оперативной оценкой опасности наводнений, и отсутствием разработанной комплексной технологии для их решения [3]. Указанная задача определяет необходимость создания научно обоснованной технологии для оперативной оценки опасности наводнений.

1. Математическая модель оценки параметров наводнения-половодья

Следуя теоретическим построениям из [4, 5], рассмотрим математическую модельоценки параметров наводнения-половодья. Пусть представлена некоторая генеральная совокупность Г – множество наводнений-половодий, наблюдаемых в разные годы для определённого гидропоста или исследуемой территории. Данное множество разбивается на два подмножества Γ_1 и Γ_2, где Γ_1 – подмножество половодий, сопровождавшихся наводнениями, а Γ_2 – подмножество половодий, не приведших к наводнению.Возникает математическая постановка задачи распознавания и прогнозирования образа половодья: 1-й образ – наводнение произошло, 2-й образ – наводнение не произошло.

Для распознавания образов выберем исходное множество переменных

$$X = \{X_1, ..., X_j, ..., X_5\},$$

гдеX_1 – максимальный уровень воды при ледоставе по гидропосту;

X_2 – сумма положительных температур воздуха от даты перехода через 0°С до даты вскрытия по гидропосту;

X_3 – двухсуточная тенденция расхода воды по контрольному гидропосту, находящемуся выше по течению реки, на дату вскрытия по рассматриваемому гидропосту;

X_4 – средние снегозапасы по станциям в бассейнах рассматриваемой реки и ближайших притоков, определяющих объем половодья по гидропосту;

X_5 – максимальная толщина льда, измеренная по гидропосту.

Применение этих переменных, как уже было показано, опробовано при исследовании процесса развития половодья в районе гидропоста Ворогово на реке Енисей в Красноярском крае.

Обозначим через Dj множество возможных значений переменной Xj. Рассмотрим наиболее часто встречающиеся типы переменных.

1. Dj={нет, да} или Dj={0, 1}, тогда Xj – бинарная переменная.

2. Dj={b_1,…, b_n}, тогда Xj – номинальная переменная. В этом случае Dj – множество некоторых имен (символов). Различные имена можно обозначить цифрами, Dj={1,…, n}.

3. Dj – упорядоченное множество значений, тогда Xj – порядковая переменная.

4. Dj={h_1,…, h_n} – множество дискретных числовых значений, Xj – дискретная переменная.

5. Dj={aj, bj} – некоторый интервал на вещественной прямой, Xj – непрерывная количественная переменная.

Таким образом, декартово произведение

$$D = \prod_{j=1}^{5} D_i$$

задает многомерное пространство переменных.

Каждому половодью $a \in \Gamma$ может быть поставлен в соответствие набор значений

X(a)=(X_1(a),…, X_5(a)),

где Xj(a) – значение переменной Xj для объекта a.

Обозначим X(a) через x, Xj(a) – через x_j, $x_j \in D_j$, $x \in D$.

Решаем задачу распознавания двух образов. Вводится целевая переменная Y с множеством значений D_y={1,2}. Переменная Y является номинальной переменной. Обозначим через Y(a)=y значение переменной Y для паводка $a \in \Gamma$.

Отображение $f : D \to D_Y$ называется решающей функцией.

Функции f соответствует разбиение β множества D на два подмножества с набором решений

$$r(\beta) = \{1,2\},$$

то есть имеется взаимно однозначное соответствие $f \to \beta$, где

$$\beta = \{D^1, D^2\}, \bigcup_{S=1}^{2} D^S = D, D^S \bigcap D^L = \varnothing \text{ для } S \neq L, D^S = \{x | f(x) = s\}.$$

В дальнейшем решающую функцию будем представлять через разбиение

$$\beta = \{D^1, D^2\}.$$

Предполагается, что половодье a из генеральной совокупности Г выбирается случайным образом, поэтому величины $Y, X_1, ..., X_5$ – случайные величины. Под стратегией природы понимается совместное распределение $P(y, x)$ случайной величины Y и n-мерной случайной величины $X = (X_1, ..., X_5), y \in D_Y, x \in D$.

В дальнейшем стратегия природы будет обозначаться через c. При распознавании двух образов произвольной решающей функции $f \in \Phi_0$ соответствует некоторое разбиение пространства D на два подмножества:

$$\beta = \{D^1, D^2\}$$

и соответствующий данному разбиению набор решений $r(\beta) = (1,2)$, то есть

$$D^s = \{x | f(x) = s\}.$$

Для описания границ подмножеств D^s может потребоваться класс функций достаточно большой сложности. Например, подмножество D^s может быть многосвязной областью. Таким образом, возникает подход к построению решающих функций: образу с номером s желательно поставить в соответствие набор из M_s подмножеств $E^{S_1}, ..., E^{S_M}$, таких, что

$$\bigcup_{i=1}^{M_S} E^{S_i} = D^S, E^{S_i} \bigcap E^{S_J} = \varnothing, i \neq j, M_s \geq 1,$$

а для описания границ каждого подмножества E^{S_I} использовать некоторый достаточно простой класс функций.В дальнейшем будем задавать разбиение множества D на M подмножеств:

$$\alpha = \{E^1, ..., E^t, ..., E^M\}, 1 \leq M < \infty$$

и соответствующий данному разбиению набор решений:

$$r(\alpha) = (s^1, ..., s^t, ..., s^M),$$

где s^t – номер образа, приписываемый подмножеству $E^t, s^t \in \{1,2\}$. Следовательно, паре $\langle \alpha, r(\alpha) \rangle$ соответствует решающая функция f.Решающую функцию, заданную любой парой $\langle \alpha, r(\alpha) \rangle$, всегда можно представить в виде $\langle \beta, r(\beta) \rangle$ следующим образом:

$$D^S = \bigcup_{i=1}^{M_S} E^t, \qquad \text{где } s^{t_1} = .. = s^{M_s} = s, s = 1,2, \sum_{s=1}^{2} M_s = M.$$

Введем класс логических решающих функций от разнотипных переменных. Считаем, что разбиение α принадлежит некоторому множеству Ψ_M, если каждое подмножество $E_t, t = 1, ..., M$, задано в виде:

$$E^t = \prod_{j=1}^{5} E_j^t, \qquad \text{где } E_j^t \subset D_j, \text{ если } j \in I^t, E_j^t = D_j, \text{ если } j \notin I^t, I^t = \{j_1, ..., j_{m_t}\}, m_t \leq 5.$$

Для задания решающей функции разбиению:

$$\alpha = \{E^1, ...E^t, ...E^M\}$$

сопоставляется набор решений:

$$r(\alpha) = (s^1, \dots s^t, \dots . s^M), s^t \in \{1,2\}, r(\alpha) \in R_M, R_M$$

множество всевозможных наборов решений.

Паре $r = \langle \alpha, r(\alpha) \rangle$ соответствует решающая функция f: если $x \in E^t$, то $y = s^t, t = 1, \dots, M$.

Множество всевозможных пар обозначим:

$$\Phi_M = \psi_M \times R_M .$$

Поставим в соответствие подмножеству E^t логическую функцию:

$$S(a, E^t) = J(a, E_1^t) \wedge \dots . \wedge J(a, E_j^t) \wedge \dots \wedge J(a, E_5^t),$$

где $J(a, E_j^t)$ – предикат, принимающий значения «истина» или «ложь».

Предикат $J(a, E_j^t)$ эквивалентен утверждению:

$$"X_j(a) \in E_j^t", a \in \Gamma.$$

Для фиксированного половодья a и фиксированного подмножества E_j данное утверждение истинно (1) или ложно (0). Конъюнкция $S(a, E^t)$ эквивалентна утверждению

$$"X(a) \in E^t", \text{ где}$$

$$E^t = E_1^t \times \dots \times E_j^t \times \dots \times E_5^t .$$

Пусть для $j \in \{j_1, \dots, j_m\}$ множество $E_j^t \subset D_j$, а для $j \notin \{j_1, \dots, j_m\}$ множество $E_j^t = D_j$.

Тогда конъюнкции $S(a, E^t)$ и $S(a, \tilde{E}^t)$ будут эквивалентны, где

$$S(a, \tilde{E}^t) = J(a, E_{j_1}^t) \wedge \dots . \wedge J(a, E_{j_{m_t}}^t),$$

так как для $j \notin \{j_1, \dots, j_m\}$ предикат $J(a, D_j) = 1$.

Любому разбиению

$$\alpha = \{E^1, \dots E^t, \dots . E^M\}, \alpha \in \Psi_M$$

можно поставить в соответствие набор конъюнкций:

$$S_\alpha = \{S(a, E^1), \dots .., S(a, E^M)\} .$$

Одной из частных форм представления набора конъюнкций S_α является корневое дихотомическое дерево B, у которого каждой внутренней вершине (узлу) ставится в соответствие некоторый предикат $J(a, D_j)$; ветвям, исходящим из внутренней вершины, соответствует истинность или ложность высказывания на том или ином половодье. Конечные вершины обозначаются через $b^1, \dots, b^M$.Пусть задано n=4 переменных и дерево (рис. 1).Предполагается, что для указанного дерева подмножества $E_{1,} E_2, E_4$ фиксированы.

Дереву соответствует набор конъюнкций:

$$\{S(a, \tilde{E}^1), S(a, \tilde{E}^2), S(a, \tilde{E}^3), S(a, \tilde{E}^4)\},$$

где

$$S(a, \tilde{E}^1) = J(a, E_2),$$
$$S(a, \tilde{E}^2) = \overline{J(a, E_2)} \wedge J(a, E_4) \wedge J(a, E_1),$$
$$S(a, \tilde{E}^3) = \overline{J(a, E_2)} \wedge J(a, E_4) \wedge \overline{J(a, E_1)},$$
$$S(a, \tilde{E}^4) = \overline{J(a, E_2)} \wedge \overline{J(a, E_4)}$$

а также разбиение $\alpha = \{E^1, E^2, E^3, E^4\}$ пространства переменных, где

$$E^1 = D_1 \times E_2 \times D_3 \times D_4,$$

$$E^2 = E_1 \times \overline{E}_2 \times D_3 \times E_4,$$

$$E^3 = \overline{E}_1 \times \overline{E}_2 \times D_3 \times E_4,$$

$$E^4 = D_1 \times \overline{E}_2 \times D_3 \times \overline{E}_4.$$

В этом случае $I^1 = \{2\}, I^2 = \{1,2,4\}, I^3 = \{1,2,4\}, I^4 = \{2,4\}$.

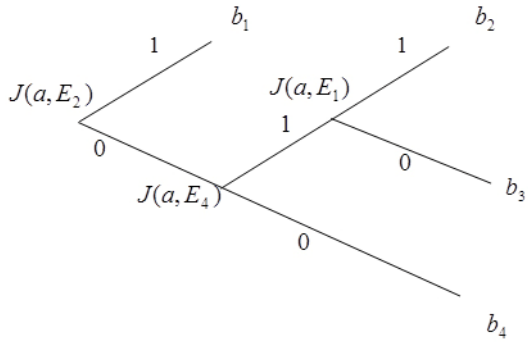


Рис. 1. Алгоритмическая схема прогноза наводнения

Если дереву B с конечными вершинами $b^1,...,b^M$ поставить в соответствие набор решений

$$r(B) = (s^1,....s^M),$$

то получим логическую решающую функцию f, представленную в виде пары $\langle B, r(B) \rangle$. Таким образом, паре $\langle B, r(B) \rangle$ однозначно соответствует пара $\langle \alpha, r(\alpha) \rangle$, а ей, в свою очередь, соответствует логическая решающая функция f.

Если $\alpha \in \Psi_M$, то $f \in \Phi_M$, где M будет определять меру сложности класса Φ_M. Класс Φ_M будем называть классом логических решающих функций сложности M от разнотипных переменных.

На практике, когда стратегия природы неизвестна, решающая функция строится на основе таблицы данных (обучающей выборки):

$$v = \{x^i, y^i\},$$

где

$$x^i = X(a_i), y^i = Y(a_i), a_i \in A, A \in \Gamma, i = 1,...N.$$

Для фиксированного разбиения $\alpha \in \Psi_M$ вместо вероятностей $P(s,t)$, $s = 1,2$; $t = 1,..., M$ вычисляются их оценки:

$$\overline{P}(s,t) = N(s,t)/N,$$

где $N(s,t)$ – число точек x_i, соответствующих образу с номером s и принадлежащих подмножеству E^t.

Для произвольной пары $\langle \alpha, r(\alpha) \rangle$ (соответствующей решающей функции f) определим оценку вероятности ошибки:

$$\overline{\rho}(\alpha, r(\alpha)) = \overline{\rho}_f = \sum_{t=1}^{M} \sum_{\substack{s=1 \\ s \neq s^t}}^{2} \overline{P}(s,t).$$

Обозначим через

$$\hat{r}(\alpha) = (\omega^1,...,\omega^M)$$

наилучший набор решений, для которого

$$\overline{\rho}(\alpha,\hat{r}(\alpha)) = \min_{r(\alpha)\in R_M} \overline{\rho}(\alpha,r(\alpha))\,.$$

Номер образа ω^t определяется из соотношения:

$$\overline{P}(\omega^t,t) = \max_{s=1,2} \overline{P}(s,t)\,.$$

Оптимальной парой $\left\langle \hat{\alpha},\hat{r}(\hat{\alpha}) \right\rangle$ называем пару, для которой

$$\overline{\rho}(\hat{\alpha},\hat{r}(\hat{\alpha})) = \min_{\alpha\in\Phi_M} \overline{\rho}(\alpha,\hat{r}(\alpha))\,.$$

Пара $\left\langle \hat{\alpha},\hat{r}(\hat{\alpha}) \right\rangle$ задает оптимальную выборочную логическую решающую функцию $\hat{f}(M)$, для которой:

$$\overline{\rho}_{\hat{f}(M)} = \min_{f\in\Phi_M} \overline{\rho}_f\,.$$

2. Алгоритм построения выборочной логической решающей функции

Алгоритм осуществляет последовательное ветвление вершин дихотомического дерева. Дерево строится на основе обучающей выборки, взятой из наблюдений паводков по гидропосту Ворогово за 10 лет. Рассмотрим построение дерева с двумя конечными вершинами. Для этого последовательно перебираются переменные $X_1,...,X_5$. Для каждой переменной X_j рассматриваются различные разбиения множества D_j на подмножества E_j и $\overline{E_j}$ со следующими ограничениями:

$$E_j \neq 0, E_j \neq D_j \text{,где } E_j = \{x_j \mid x_j \leq \gamma\}, \gamma \in D_j\,.$$

<u>Шаг 1</u>. Обозначим множество всевозможных разбиений множества D_j на два подмножества с указанными ограничениями через Ψ^j.

Разбиению $\alpha_j = \{E_j,\overline{E_j}\}$ соответствует дерево с двумя конечными вершинами b^1 и b^2 и предикатом в узле $J(a,E_j)$.

Говорим, что половодье a_i попало в вершину b^t, $t=1,2$, если соответствующая ему точка $x^i \in E^t$, где $E^t = \{x \mid x_j \in E_j\}$.

Вводится критерий качества разбиения $\alpha_j \in \Psi^j$:

$$F(\alpha_j) = T - (T^1 + T^2)\,,$$

где:

$$T = \sum_{w=1}^{k}\sum_{\substack{s=1\\ s\neq w}}^{k} N(w)N(s), \qquad T^t = \sum_{w=1}^{k}\sum_{\substack{s=1\\ s\neq w}}^{k} N(w,t)N(s,t), t=1,2$$

$N(s,t)$ – число половодий образа s, попавших в вершину b^t,

$N(s)$ – число половодий образа s.

Число T отражает общее количество разделений, которое необходимо для безошибочного распознавания N половодий.

$$N = \sum_{s=1}^{k} N(s)$$

аналогично, числа T^1 и T^2 обозначают количества разделений половодий, попавших в вершины b^t, $t = 1,2$. Чем больше критерий $F(\alpha_j)$, тем лучше решение.

После полного перебора всех вариантов находим наилучшее дерево с двумя конечными вершинами, в узле которого используется предикат $J(a, E_{j1})$.

Для разбиения $\alpha_{j1} = \{E_{j1}, \overline{E_{j1}}\}$ выполняется условие

$$F(\alpha_{j1}) = \max_{j=1,..5} \max_{\alpha_j \in \Psi^j} F(\alpha_j).$$

Полученному дереву соответствует разбиение пространства D на подмножества:

$$E^1 = \{x | x_{j1} \in E_{j1}\}, E^2 = \{x | x_{j1} \in \overline{E}_{j1}\}.$$

Исходная таблица ν разбивается на таблицы ν_1 и ν_2. В таблицу ν_1 входят реализации $x^j \in E^1$, в таблицу ν_2 – реализации $x^i \in E^2$.

Шаг 2. Используя полученное дерево, строим дерево с тремя конечными вершинами ($M = 3$). Рассматриваем ветвь b^1 и соответствующую ей таблицу ν_1. Используя таблицу ν_1, проводим вычисления, аналогичные шагу 1.

В результате получаем наилучший предикат $J(a, E_{j2})$ и соответствующее дерево B_1 с тремя конечными вершинами. Далее рассматриваем ветвь b^2 и соответствующую ей таблицу ν_2.

Проводим вычисления, аналогичные вычислениям ветви b^1. Получаем наилучший предикат $J(a, E_{j3})$ и соответствующее дерево B_2 с тремя конечными вершинами. Из двух деревьев B_1 и B_2 выбираем лучшее дерево по критерию F. Это дерево – результат шага 2.

Шаг 3. Исходная таблица ν разбита на 3 таблицы, соответствующие трём ветвям полученного дерева. Для каждой ветви проводим вычисления, аналогичные шагу 1 алгоритма (за исключением той ветви, для которой вычисления были проведены на шаге 2). Из трёх деревьев выбираем лучшее дерево с помощью критерия F. Таким способом проводится ветвление дерева.

Вершина b^t считается конечной и не подлежит делению, если

$$\max_{s=1,..,k} N(s,t) \le N^*,$$

где $N(s,t)$ – число объектов образа s, попавших в вершину b^t, N^* – параметр, определяющий минимальное допустимое число объектов того образа, номер которого приписывается вершине b^t.

Окончание работы алгоритма производится тогда, когда на данном шаге все вершины конечные и не подлежат делению. Алгоритмическая схема построения логических решающих функций представлена на рисунке 2.

Заключение

С помощью аппарата логических решающих функций возможно прогнозирование основных характеристик развития весенних паводков-наводнений в предстоящем году на основе сопоставления определяющих физических параметров с параметрами прошлых лет и выделения года-аналога. Выделение года-аналога и прогнозирование на основании этого процесса развития половодья основано на цикличности изучаемых природных процессов. Представлена алгоритмическая схема применения аппарата логических решающих функций для оперативной оценки опасности наводнений.

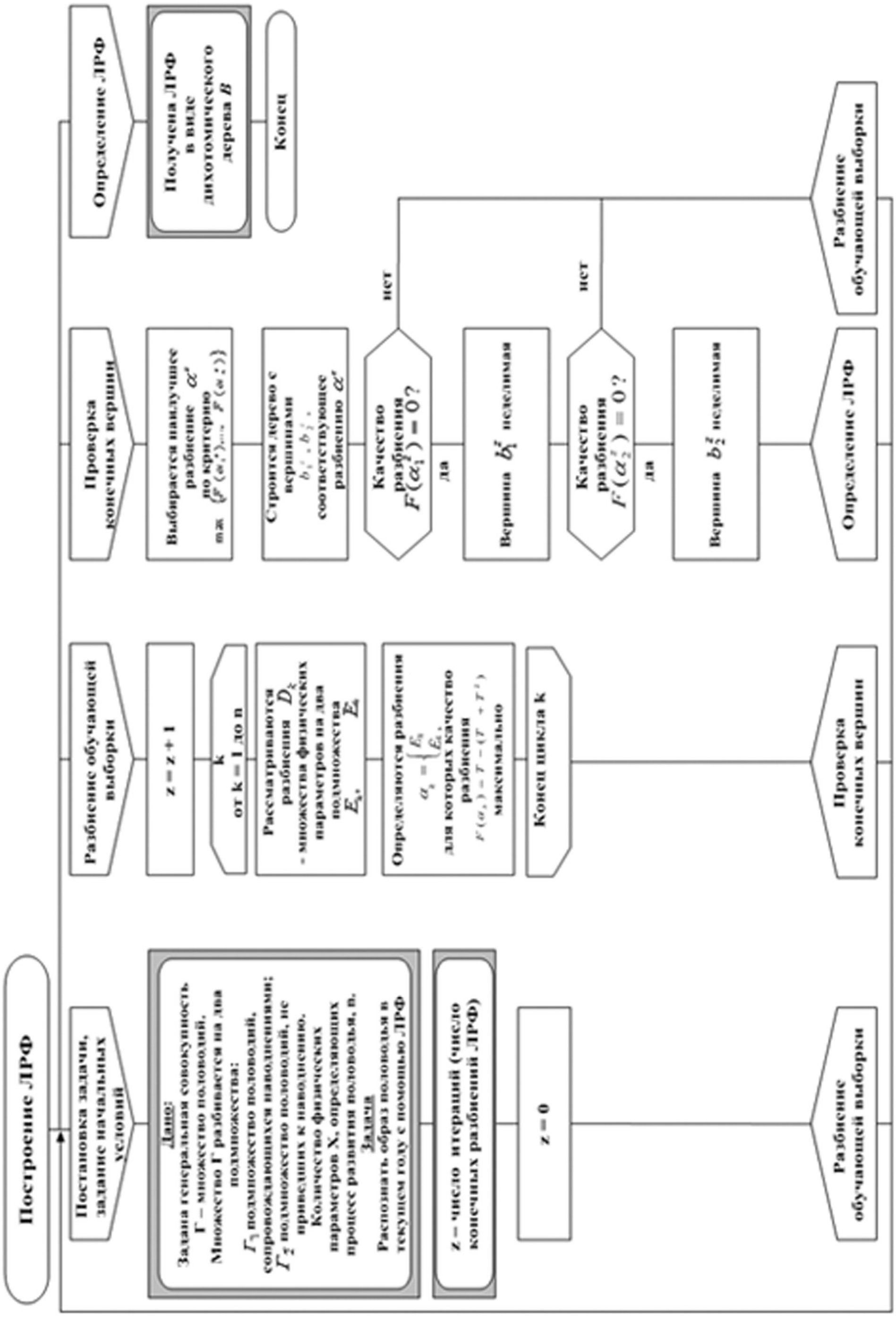


Рисунок 2. Алгоритмическая схема построения логических решающих функций

Литература

1. *Кореньков В.А., Ковшова Е.П., Николаев В.А., Лапицкий В.А.* Проблема паводков и наводнений в Красноярском крае и необходимость её решения программными методами // Проблемы использования и охраны природных ресурсов Центральной Сибири. – Красноярск: КНИИГиМС, 2000.№ 2. С. 50-53.

2. *Акимов В.А., Новиков В.Д., Радаев Н.Н.* Природные и техногенные чрезвычайные ситуации: опасности, угрозы, риски. – М.: ЗАО ФИД «Деловой экспресс», 2001. – 347 с.

3. *Бураков Д.А., Воронов С.П., Николаев В.А., Ничепорчук В.В., Эглит В.Э.* Применение информационных технологий для принятия решений по предупреждению и ликвидации ЧС, вызванных паводками и наводнениями в Красноярском крае // Вестник НИИ СУВПТ:сб. научн. трудов. – Красноярск: НИИ СУПВТ, 2001. С. 94 – 99.

4. *Лбов Г.С.* Методы обработки разнотипных экспериментальных данных. – Новосибирск: Наука, 1981. – 118 с.

5. *Лбов Г.С., Старцева Н.Г.* Логические решающие функции и вопросы статистической устойчивости. – Новосибирск: Наука, 1999. – 212 с.

Assessment of danger of floods on the basis of logical decision functions

Irina AlexandrovnaMil'kova, graduate student, Department of Applied Mathematics and Computer Security Siberian Federal University.
Konstantin Vasil'evichSimonov, leader researcher of Institute of Computational modelling of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences.
Andrey Alexandrovich Burtsev, graduate student, Department of Applied Mathematics and Computer Security Siberian Federal University.

The algorithmic scheme of use of the device of logical decision functions is developed for an assessment of danger of floods.

Keywords: floods, danger assessment, logical decision functions

УДК 550.36

ПОСТРОЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕЙ

***Ирина Александровна Милькова**, аспирант*
Тел.: 8 913 5833008, e-mail: i.milkova@yandex.ru
***Луис Кадена**, аспирант*
тел.: 8 923 3358280, e-mail:ecuadorx@gmail.com
Институт космических и информационных технологий СФУ
http://ikit.sfu-kras.ru
***Константин Васильевич Симонов**, в.н.с., д.т.н.*
тел.: 8 913 5954902, e-mail: simonovkv@icm.krasn.ru
Институт вычислительного моделирования СО РАН
http://icm.krasn.ru

Разработана структура и содержание экологического паспорта муниципального образования. Разработана программная оболочка типовой формы экологического паспорта муниципального образования, представляющая собой информационно-аналитический программный комплекс, содержащий системно-организованные данные о состоянии компонентов окружающей среды, оказываемом воздействии на окружающую среду, эколого-экономических показателях.

Разработана также вычислительная методика установления регрессионной зависимости заболеваемости от факторов окружающей природной и социальной среды на основе нейросетевого моделирования данных наблюдений. Построены нейросетевые модели и проведены численные эксперименты для сравнительного анализа данными наблюдений заболеваемости отдельных групп населения при изменении условий окружающей природной и социальной среды.

Ключевые слова: экологический паспорт, эколого-экономические показатели, программная оболочка, экологические факторы, нейросетевые модели, оценка заболеваемости.

Введение

Объектом исследования являются экологические паспорта российских регионов, а так же существующая эколого-экономическая информация по исследуемой территории. Экологическая паспортизация в России начала проводиться с 1990 г., но анализ документов, регламентирующих экологическую паспортизацию территорий, показал, что в Российской Федерации до сих пор нет единого нормативного документа, определяющего ее порядок. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» (2001) делегировал субъектам Российской Федерации такие функции как: осуществление экологической паспортизации; ведение учета объектов и источников негативного воз-