

УДК 551.509.57:681.3

СОЗДАНИЕ ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ РЕГИОНОВ УКРАИНЫ С ВЫСОКИМ РИСКОМ НАВОДНЕНИЙ

*В.Г. Писаренко, д-р физ.-мат. наук, проф.
Ю.В. Писаренко, канд. техн. наук
(Институт кибернетики
им. В.М. Глушкова НАН Украины)*

В данной работе в качестве информационной поддержки геоинформационной системы предлагается методика математического моделирования, разработки алгоритмического и программного обеспечения расчета величины риска природного метеобедствия типа наводнения в данной предгорной местности с помощью сопоставления данных расчета снегозапаса и/или величины влагозапаса в мощной туче с оперативными данными о динамике метеопараметров в предпрогнозный период.

В даній роботі в якості інформаційної підтримки геоінформаційної системи (ГІС) запропоновано методику розрахунку розміру ризику природного метеоліха типу повені в передгірській місцевості. Методика містить у собі математичне моделювання, розробку алгоритмічного та програмного забезпечення. Розрахунок проводиться за допомогою співставлення даних обчислення снігозапасу рельєфу і/або розміру снігозапасу в потужній хмарі з оперативними даними про динаміку метеопараметрів в передпрогнозний період.

In this work as informative support of the geoinformational system (GIS) the method of risk size calculation of natural meteorobedstviya (type - flood in mountain locality) is offered. The method includes a mathematical modelling, development of the algorithms and software. The calculation is made by comparison of information about relief snow supply calculation and/or size of snow supply in a powerful cloud with on-line data about the dynamics of meteoroparameters in a pre-prognosis period.

© В.Г. Писаренко, Ю.В. Писаренко, 2008

Постановка задачі. Среди важных задач природопользования и экологического мониторинга выделяется проблема прогнозирования по космо- и авиаснимкам вероятности наступления метеобедствия. Например, прогнозирование момента начала паводка и его силы, схода снежных селей в горной местности из-за внезапного таяния большого снеготалопа или схода ледников в ниже лежащее ущелье. Для условий Украины эти проблемы приобретают все большую актуальность из-за участившихся масштабных разрушений многих населенных пунктов наводнениями в предгорьях Карпат с конца 90-х гг. прошлого века и до настоящего времени. Еще более масштабные примеры катастрофических наводнений в конце лета — начале осени появились в последние годы в Германии, Венгрии, Чехии, Словакии и других странах Центральной и Западной Европы.

В связи с этим в технически развитых странах мира резко возрос интерес к использованию для решения названных проблем следующих интеллектуальных средств информатики:

- накопление баз данных в специальных центрах сбора метеоинформации и обмен этими данными через Internet между центром (сервером) и пользователями (клиентами) по схеме сервер-сервер, сервер — клиент, клиент — клиент;
- статистическая обработка накопленных данных с целью выявления скрытых причинно-следственных закономерностей природных явлений и последствий масштабной технической деятельности людей, влияющих неблагоприятно на природную среду;
- создание компьютерных экспертных систем прогнозирования возможных последствий крупных инженерных проектов или крупномасштабных разработок природных ресурсов или климатических аномалий на возрастание риска возникновения высокоэнергетических аномалий, приводящих к метеобедствиям для населения, промышленных объектов и иной инфраструктуры природно-технических комплексов.

Одной из общих черт названных проблем и методов их решения является активное использование географических атрибутов, фигурирующих в этих задачах объектов, что на языке современной информатики принято называть геоинформационной системой (ГИС).

В данной работе в качестве информационной поддержки геоинформационной системы предлагается методика математического

моделирования, разработки алгоритмического и программного обеспечения расчета величины риска природного метеобедствия типа наводнения в данной предгорной местности с помощью сопоставления данных расчета снегозапаса и/или величины влагозапаса в мощной туче с оперативными данными о динамике метеопараметров в предпрогнозный период

Анализ существующего рынка программного обеспечения показал, что решение названных задач не предусмотрено в составе даже таких популярных версиях программных продуктов ГИС, как MAPPER, PHOTOMOD, MAPINFO, IDRISI; системы ввода и создания карт ARCSCAN, IVEC/IGEIVEC, DIGDMAP, GEODRAW, EASYTRANCE, MAPEDIT, MAPSCAN; ГИС-вьюеры ARCVIEW, WINMAP, WINCAT; инструментальные средства реализации ГИС-проектов ARC/INFO, ATLAS, WINGIS, GEOGRAF, GEOCONSTRUCTOR, IDRISI, ILWIS, MAPINFO, SYSTEM 9, AUTO SURF, SICAD, CYBERSPACE DEVELOPER KIT.

Использование разрабатываемого авторами программного продукта предполагается в организациях, где требуется проводить мероприятия по прогнозированию метеобедствий и ликвидации их последствий.

Проведенный авторами анализ литературы [1] показывает, что задачи обработки авиаснимков, направленной на обнаружение экологических аномалий, таких как большой снегозапас на участках с рельефом; решение задачи восстановления некоторых параметров заснеженного рельефа по имеющимся аэрофотоснимкам, методики расчета уровня паводка в предгорных реках в результате быстрого таяния снегозапаса в горах либо из-за интенсивных осадков практически не освещены в литературе.

В данной работе предложены математические модели и программные средства для расчета уровня паводка реки в условиях наиболее опасного развития событий в данной местности, определения величины ожидаемого ущерба от указанных типов метеобедствий, вычисления снегозапаса на интересующем участке горного рельефа, представленного картой линий равных высот.

Оценка влагозапаса в мощной туче. Пусть по полученным значениям радиолокационной отражаемости от большого влагонащенного облака [2] необходимо сделать количественную оценку водозапаса в облаке, чтобы определить ожидаемую мощность дождя.

Предположим, что по значениям радиолокационной отражаемости получены следующие данные для облака цилиндрической формы: радиус ($R_{об}$) облака = 100 км, высота ($H_{об}$) облака = 3 км, средняя плотность облака (σ) = 1 г/м³. Объем (V) воды, содержащейся в облаке (форма облака примерно представляет собой цилиндр) равен: $V = H_{об} \cdot \pi \cdot (R_{об})^2 = 0,3 \cdot \pi \cdot 10^4 \text{ км}^3$. Масса, воды содержащейся в таком объеме: $m_{\text{воды}} \approx 0,3 \cdot 10^4 \cdot \pi \cdot \text{км}^3 \cdot 1 \text{ г/м}^3 \approx 0,942 \cdot 10^4 \text{ т}$. Площадь дождя: $S_d \approx \pi \cdot R_{об}^2 = \pi \cdot 10^4 \text{ км}^2$. Время дождя выберем из интервала $\tau_d \cong 10 \text{ мин} \div 2 \text{ часа} = (10 \div 120) \text{ мин}$, $\tau_d = 60 \text{ мин}$. Таким образом, оценка плотности потока дождя в секунду имеет вид:

$$Z \approx m_d / \tau_d \cdot S_d = 0,942 \cdot 10^5 \text{ т/60 мин} \cdot 3,14 \cdot 10^4 \text{ км}^2 = 0,71 \cdot 10^{-9} \text{ т/м}^2 \text{сек}^2. \quad (1)$$

Входные данные для расчета стекания воды вдоль рельефа:

- 1) карта горного рельефа, заданная линиями равных высот (ЛРВ), изображенными с каким-то шагом;
- 2) положение вершины горы V ;
- 3) положение шести точек A, B, C, D, E, F (через каждые 60 градусов) на ЛРВ, обозначающей самую большую высоту.
- 4) Предполагаемая мощность дождя (либо снеготаяния) Z [кг/м²·с] — масса воды, попадающая на единицу площади за единицу времени.
- 5) Длительность дождя (снеготаяния) $t \in [0, N\tau]$.
- 6) Шаг по времени $\Delta t = \tau$.

Алгоритм расчета процесса стекания ливневых потоков реку вдоль рельефа. Предлагается следующий алгоритм расчета:

1. Соединяются отрезками вершина горы V с шестью заданными точками на ближайшей линии равных высот (ЛРВ), как показано на рис. 1.

2. С каждой из этих шести точек (A, B, C, D, E, F) нужно проделать следующее: строить окружности малого радиуса с центром в каждой из точек A, B, C, D, E, F , постепенно увеличивая радиус, до тех пор, пока текущая окружность не коснется в какой-то точке K следующей ЛРВ, обозначающей меньшую высоту (рис. 2).

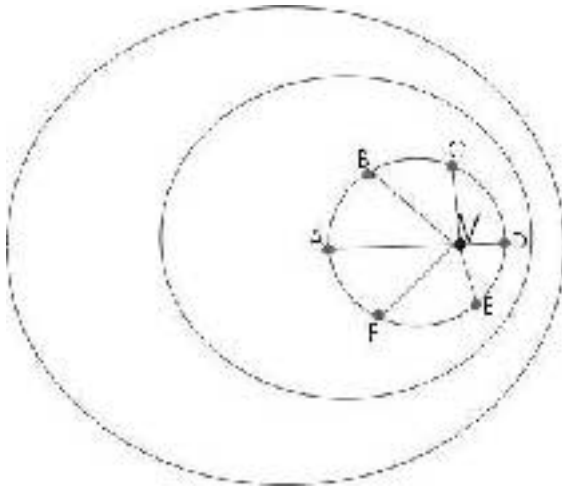


Рис. 1. Гора, представленная линиями равных высот на 1-м шаге алгоритма.

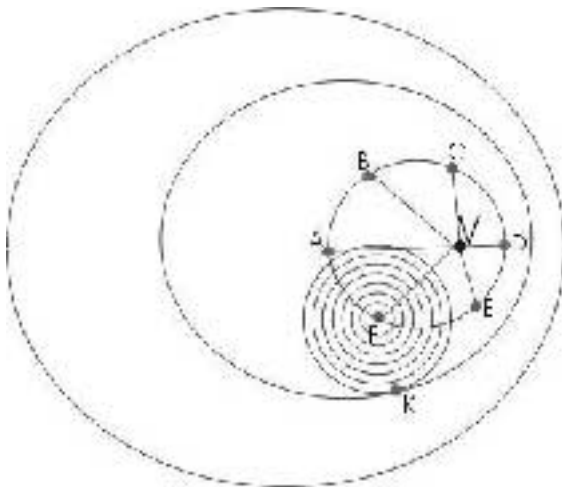


Рис. 2. Гора, представленная линиями равных высот на 2-м шаге алгоритма.

3. Соединить линией точку F и K .

4. Строить окружности малого радиуса с центром в новой точке K , постепенно увеличивая радиус, до тех пор, пока текущая окружность не коснется в какой-то точке следующей ЛРВ, обозначающей меньшую высоту. Соединить линией точку K и новую точку.

Так продолжать действовать по алгоритму, пока не будет достигнуто подножье горы. В результате соединения всех найденных точек получится так называемая «паучья сеть», представляющая собой пересечение ЛРВ с полученными ортогональными траекториями (см. рис. 3). Ортогональные траектории (либо геодезические линии) — это кратчайших путь для достижения водой соседнего нижнего уровня (линии равных высот), т. е. это путь, по которому будет стекать вода с горы.

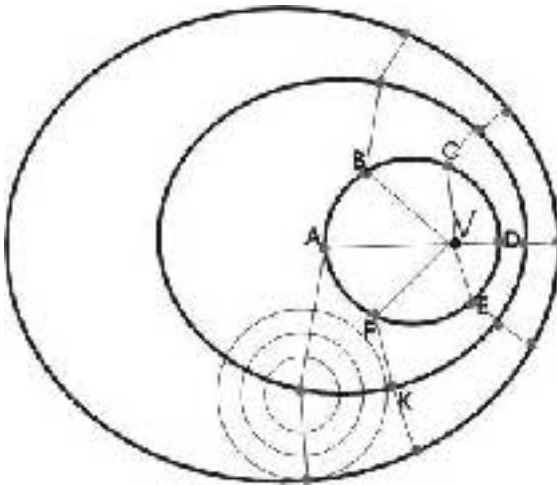


Рис. 3. Построение «паучьей сети» ортогональных траекторий.

Построенные ортогональные траектории разбивают поверхность горы на отдельные сектора. Предполагается, что стекшая с одного из секторов вода попадает в реку.

Уравнение установившегося плавно изменяющегося движения жидкости. При движении жидкости в открытом русле (в том числе в частично заполненном закрытом русле) любое местное измене-

ние условий движения (расширение, преграда, перелом уклона дна русла и т. п.) неизбежно приведет к деформации живого сечения потока на некоторой (иногда довольно значительной) его длине. При этом все точки свободной поверхности будут по-прежнему находиться под влиянием внешнего давления газовой среды, так что деформация живого сечения потока будет обязательно связана с изменением координат его свободной поверхности.

Рассмотрим установившееся плавно изменяющееся движение жидкости в открытых руслах, при котором изменение основных параметров потока по его длине происходит достаточно плавно. В связи с этим при выводе уравнений движения можно пренебречь составляющими местных скоростей в плоскости живого сечения потока и принять распределение давлений в этой плоскости соответствующим гидростатическому. Предположим также, что работа сил сопротивления при неравномерном и равномерном движении практически одинакова.

В дальнейшем изложении будем иметь в виду, что встречающиеся в инженерной практике открытые русла можно разделить на две категории: призматические и непризматические.

К призматическим руслам относятся русла, в которых основные геометрические параметры потока остаются постоянными по всей длине. Площадь живого сечения потока призматического русла зависит от глубины наполнения русла: $\omega = f(h)$.

В общем случае непризматического русла площадь живого сечения потока является функцией двух переменных: $\omega = f(h, s)$, где h — глубина наполнения русла; s — характерный поперечный размер для данной формы русла (например, для прямоугольного русла — его ширина).

Рассмотрим общий случай установившегося плавно изменяющегося движения жидкости в открытом непризматическом русле (рис. 3). Введем следующие обозначения:

$i = \sin \theta$ — продольный уклон дна русла;

p_o — внешнее давление, обычно равное $p_{ат}$;

$a = il$ — расстояние по вертикали от дна до плоскости сравнения в данном живом сечении.

Принято называть руслом с положительным (прямым) уклоном дна такое русло, у которого абсолютные отметки дна уменьшаются по направлению движения жидкости (т. е. вдоль оси l).

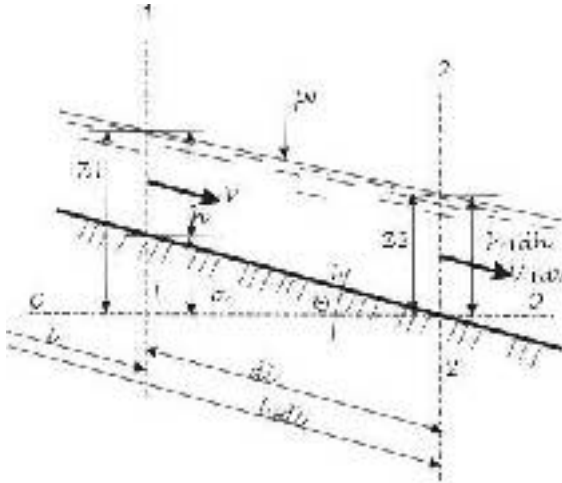


Рис. 4. Продольний срез русла реки.

Выделим в потоке два сечения 1-1 и 2-2 на бесконечно малом расстоянии dl друг от друга (см. рис. 4).

Составим для выделенных сечений уравнение Бернулли относительно плоскости 0-0, проведенной через нижнюю точку живого сечения 2-2:

$$h + idl + \frac{p_o}{\rho g} + \frac{\alpha v^2}{2g} = h + dh + \frac{p_o}{\rho g} + \frac{\alpha(v + dv)^2}{2g} + dh_{mp}. \quad (2)$$

Простыми преобразованиями получим, что общее дифференциальное уравнение установившегося плавно изменяющегося движения жидкости в открытом русле имеет вид:

$$\frac{dh}{dl} = \frac{i - \frac{Q^2}{\omega^2 C^2 R} + \frac{\alpha Q^2}{g \omega^3} \frac{\partial \omega}{\partial s} \frac{ds}{dl}}{1 - \frac{\alpha Q^2 B}{g \omega^3}}, \quad (3)$$

где Q — расход потока; ω — площадь живого сечения потока; h — наибольшая глубина потока в данном живом сечении, различ-

ная для разных сечений; α — коэффициент кинетической энергии (Кориолиса); $v = Q/\omega$ — средняя скорость в данном сечении; J — гидравлический принимаемый для открытых русел уклон, обычно равным продольному уклону свободной поверхности

В частном случае призматического русла уравнение (3) несколько упрощается, так как в силу ранее сказанного производная ds/dl равна в этом случае нулю:

$$\frac{dh}{dl} = i - \frac{Q^2}{\omega^2 C R} \left(1 - \frac{\alpha Q^2 B}{g \omega^3} \right) \quad (4)$$

После преобразований вычитаемого в знаменателе правой части уравнений (5.6) и (5.8) получим:

$$\frac{\alpha Q^2 B}{g \omega^3} = \frac{\alpha v^2 / g}{\omega / B} = \frac{2\alpha v^2 / 2g}{h_{cp}} \quad (5)$$

где $h_{cp} = \omega/B$ — средняя глубина сечения.

Таким образом, рассматриваемая дробь представляет собой удвоенное соотношение удельной кинетической энергии к удельной потенциальной энергии при средней глубине потока в данном живом

сечении. Безразмерный комплекс $\frac{\alpha Q^2 B}{g \omega^3}$ называется параметром

кинетичности потока: $\Pi_k = \frac{\alpha Q^2 B}{g \omega^3}$.

Для прямоугольного русла $h_{cp} = h$ и при $\alpha=1$ параметр кинетичности представляет собой число Фруда $Fr = v^2/gh$, где за характерный линейный размер живого сечения l принята глубина h .

Алгоритм расчета величины паводка реки. Рассмотрим вычисление значения паводка в условиях стекания в заданную реку воды, выпавшей в виде дождя на горный рельеф, либо образовавшейся в процессе снеготаяния в верховьях горы.

1. Для каждого сектора нужно задать коэффициент впитываемости (β_i) (например, коэффициент впитываемости песка = 1, камня = 0), определяющий какая часть воды впитается в толщу, а какая часть стечет на нижний сектор.

2. Вычисляется площадь (S_i) каждого полученного сектора.

3. Определяется для каждого сектора количество воды, оказывающееся на нем за один шаг по времени:

$$m_i = Z \cdot \tau \cdot S_i + (1 - \beta_{i-1}) \cdot Z \cdot \tau \cdot S_{i-1}. \quad (6)$$

То есть за один шаг по времени на i -ом секторе будет масса воды, попавшая на этот сектор в результате выпадения дождя (снеготаяния) плюс масса воды, стекшая с верхнего сектора.

Предполагается, что стекшая с одного из участков вода попадает в реку. Если прирост массы воды (например, за один день) будет таким, что повлечет за собой сильный паводок, то река выйдет из берегов, и произойдет затопление прибрежных районов.

Теперь рассчитаем значение паводка реки, в которую стекает с горного рельефа вода.

На рис. 5а изображена река и источник S (снегозапас или дождевая туча), питающий эту реку. Точка O — граница источника воды, точка A — начало населенного пункта.

На рис. 5б изображено сечение русла реки в точке контроля A , удаленной на расстояние X_A от нижней конечности зоны источника S . На этом рисунке ось ou совпадает с уровнем ледостава (минимальный уровень реки); b — ширина реки при минимальном уровне воды.

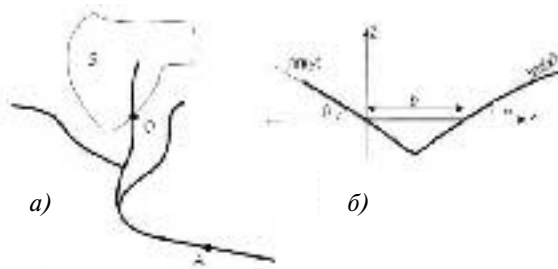


Рис. 5. а) изображена река и источник S (снегозапас или дождевая туча); б) сечение русла реки в точке контроля A .

Левый берег можно примерно описать функцией $h_n(y) = K_n \cdot y - K_n \cdot b$, а правый — функцией $h_p(y) = -K_p \cdot y$, где K_n и K_p — соответствующие тангенсы углов наклона α и β берегов реки.

Если скорость течения V_A течения известна для точки A (пусть она $\approx \text{const}$ во времени), то можно вычислить значение паводка реки при известном приросте массы воды за интервал времени, поступающей в реку, из следующего уравнения:

$$\frac{1}{V_A \cdot \rho_{\text{воды}}} \cdot \frac{dM \left(t - \frac{x_A}{V_A} \right)}{dt} = bz + \int_{y_n(z)}^0 [z - h_n(y)] dy + \int_b^{y_p(z)} [z - h_p(y)] dy. (7),$$

где $y_n(z)$ — это решение уравнения $h_n(y) = z$:

$$-K_n \cdot y = z \cdot y_n(z) = -z/K_n;$$

где $y_p(z)$ — это решение уравнения $h_p(y) = z$:

$$K_p \cdot y - K_p \cdot b = z \cdot y_p(z) = b + z/K_p.$$

Таким образом, пользуясь формулой (7), можно вычислить уровень паводка z реки для известного прироста массы воды за заданное время и скорости течения в точке A . Если z будет таким, что река выйдет из берегов, то по карте рельефа легко определить затопленные территории и вычислить величину экономического ущерба

Методика расчета снегозапаса в горной местности. Для того, чтобы подсчитать величину снегозапаса в заданной горной местности необходимо следующее:

- иметь карту рельефа интересующего района без снега;
- иметь карту рельефа интересующего района со снегом;
- вычислить объем рельефа со снегом;
- от полученного объема отнять объем рельефа без снега, в результате чего получим значение объема снегозапаса.

Перейдем к описанию предлагаемой авторами методики оценки снегозапаса, основанной на с использованием аэрофотосъемки заснеженного рельефа и исходной карты изовысот данной местности.

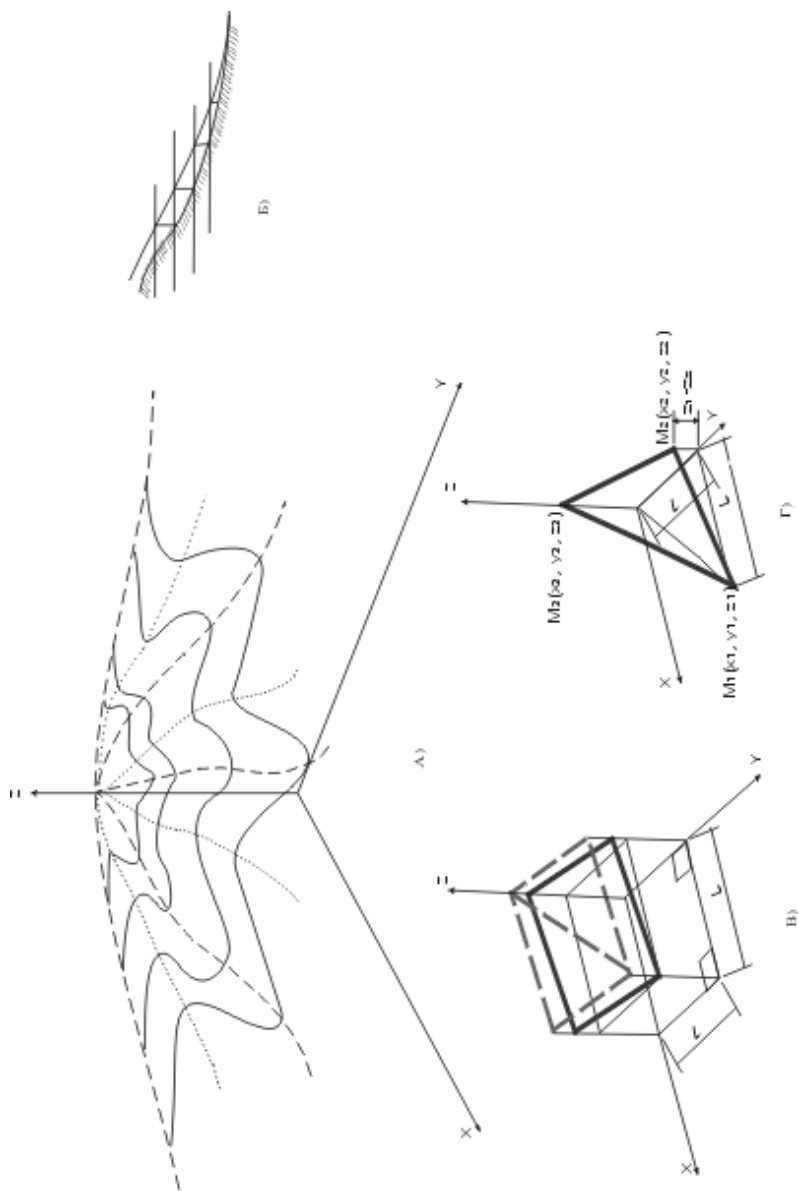


Рис. 6. Представление рельефа изолиниями (А, Б).
Элементарная часть объема рельефа (В, Г).

На рис. 6а изображена гора в изометрии с нанесенными на ней воображаемыми линиями равных высот, каждая из которых соответствует какому-то значению высоты. На рис. 6б изображен вид сверху на этот же рельеф. На рис. 6в показано получение линий равных высот для рельефа со снегом.

Чтобы подсчитать объем горы с рельефом, разделим условно всю гору на элементарные объемы, вычислим объем каждого из них, а затем просуммируем все полученные значения элементарных объемов (рис. 6в). Для этого на карту с изображением горы в виде линий равных высот рельефа (сплошная линия на рис. 6а) и рельефа со снегом (пунктирная линия на рис. 6а) нанесем сетку. Затем для каждого узла сетки найдем координаты x , y , z_c и z_p . z_c — третья координата (высота) узла сетки относительно линий равных высот рельефа со снегом, z_p третья координата (высота) узла сетки относительно линий равных высот рельефа без снега.

Для определения третьей координаты нужно установить к каким двум линиям равных высот ближе всего находится текущий узел сетки и вычислить собственную высоту, на котором он находится по формуле:

$$H = \frac{H_1 + H_2}{2} + \frac{R_1 - R_2}{R_1 + R_2} \cdot \frac{H_2 - H_1}{2}, \quad (8)$$

где H — высота текущего узла сетки; H_1 и H_2 — значения высот (рельефа со снегом или без), линии которых находятся ближе всех к интересующему узлу; R_1 и R_2 — расстояния от текущего узла до ближайших линий равных высот H_1 и H_2 соответственно.

После того, как все 4 координаты всех узлов сетки получены, можно вычислить элементарные объемы рельефа и рельефа со снегом. Если возьмем часть от элементарного объема, которая показана на рис. 6г, то значение ее объема вычисляется по формуле:

$$Vi = \frac{l^2 \cdot (3(z_3 - z_1)(z_2 - z_1) - (z_2 - z_1)^2 + (z_3 - z_2)^2)}{6}, \quad (9)$$

где координаты z_i ($i = 1, 2, 3$) при вычислении объема рельефа

со снегом представляют собой z_{ci} , а при вычислении объема рельефа без снега равны $z_i = z_{pi}$.

Объем снегозапаса вычисляется по формуле:

$$V = \left(\sum_i V_{i_{\text{снега+рельеф а}}} \right) - \left(\sum_i V_{i_{\text{рельеф а}}} \right). \quad (10)$$

Авторами предложена в работе [1] методика расчета линий равных значений заснеженного рельефа, основанная на использовании результатов авиасъемки данной местности. Эта методика может быть использована при восстановлении пунктирных линий изовысот (рис. 7).

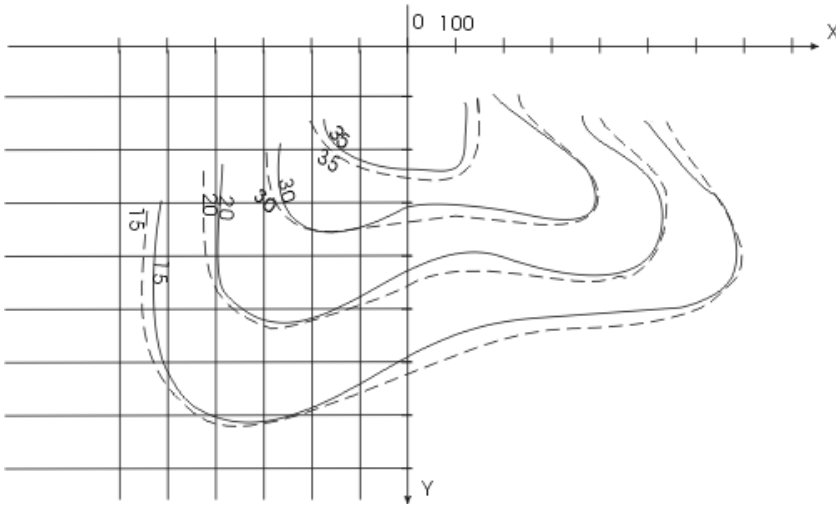


Рис. 7. Нанесение сетки и считывание координат получившихся узлов сетки.

Ниже приводится фрагмент листинга авторской программы, которая производит распознавание рельефа: по имеющимся аэро- снимкам определяет реальные параметры рельефа:

unit uPhoto;

```

interface
uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs,
  StdCtrls, ComCtrls, ExtCtrls, Buttons;
...
implementation
uses uSnow;
{$R *.DFM}
var
    Hs, F, A2O2, A1O1, fi1, fi2, hg, alpha,
    b1, bb2, cc1, cc2, dd1, dd2, ss, teta1, teta2, aaa, aprom,
    fi11, fi22, H11, H22, FF, hgg, alphaa, A1O11, A2O22, AN, AK,
    a, b, c, d, fff, g, OA, AO1, AO2, D11, D22, teta11, teta22, OO1, OO2: real;
    ug: integer;

//решение прямой задачи (по данным снимков восстановить
параметры //рельефа )
procedure TfrmStereo.ReliefParam;
begin
    teta1:=arctan(A1O1/F)*180/pi;
    AK:= Hs/(sin(teta1*pi/180)*cos(fi1*pi/180)+ cos(teta1*pi/
180)*sin(fi1*pi/180));
    dd1:=cos(teta1*pi/180)*AK; teta2:=arctan(A2O2/F)*180/pi;
    AN:= Hs/(sin(teta2*pi/180)*cos(fi2*pi/180)+ cos(teta2*pi/
180)*sin(fi2*pi/180));
    dd2:=cos(teta2*pi/180)*AN;
    a:=dd2*A2O2*cos(fi1*pi/180); b:=dd2*A2O2*sin(fi1*pi/180);
c:=dd1*A1O1*cos(fi2*pi/180); d:=dd1*A1O1*sin(fi2*pi/180);
    fff:=a-c; g:=b-d;
    alpha:=-ArcTan (g/fff)*180/pi; hg:=(dd1*A1O1*sin(alpha*pi/180))/
(F*sin(alpha*pi/180
+fi1*pi/180));
    frmStereo.Edit14.Text:=floattostr(hg);
    frmStereo.Edit15.Text:=floattostr(alpha);
end;
//решение обратной задачи (по известным параметрам рельефа
определяем //значения высоты горы на аэроснимке)

```

```
procedure TfrmStereo.PhotoParam;
begin
  OA:=hgg/sin(alphaa*pi/180);
  AO2:=hgg*cos(pi/2-alphaa*pi/180-fi22*pi/180)/sin(alphaa*pi/180);
  AO1:=hgg*cos(pi/2-alphaa*pi/180-fi11*pi/180)/sin(alphaa*pi/180);
  OO2:=sqrt(sqr(OA)-sqr(AO2));OO1:=sqrt(sqr(OA)-sqr(AO1));
  D22:=(H11-hgg)/sin(fi22*pi/180)-OO2;D11:=(H11-hgg)/
sin(fi11*pi/180)-OO1;
  teta22:=(180/pi)*ArcTan(AO2/D22);A2O22:=
  (sin(teta22*pi/180)/cos(teta22*pi/180))/FF;
  teta11:=(180/pi)*ArcTan(AO1/D11);A1O11:=
  (sin(teta11*pi/180)/cos(teta11*pi/180))/FF;
  frmStereo.Edit6.Text:=floattostr(A1O11);frmStereo.Edit8.Text:=floattostr(A2O22);
end;
procedure TfrmStereo.SpeedButton2Click(Sender: TObject);
begin
  fi22:=strtfloat(Edit13.Text);FF:=strtfloat(Edit11.Text);fi11:=strtfloat(Edit9.Text);
  H11:=strtfloat(Edit10.Text);hgg:=strtfloat(Edit12.Text);
  alphaa:=strtfloat(Edit16.Text);
  PhotoParam;
end;
procedure TfrmStereo.SpeedButton1Click(Sender: TObject);
begin
  fi1:=strtfloat(Edit1.Text);Hs:=StrtoFloat(Edit2.Text);A1O1:=strtfloat(Edit3.Text);
  F:=strtfloat(Edit4.Text);fi2:=strtfloat(Edit5.Text);A2O2:=strtfloat(Edit7.Text);
  RelefParam;
end;
end.
```

* * *

1. *Писаренко В.Г., Писаренко Ю.В.* Некоторые задачи проектирования геоинформационных систем апргнозирования метеобедствий. — К.: ТОВ «Аримойя», 2002. — 105 с.

2. *Шметер С.М.* Термодинамика и физика конвективных облаков. — Л.: Гидрометеиздат, 1987. — 268 с.

Отримано: 12.09.2008 р.