

Проверка надёжности радиолокационной индикации грозоопасности облаков методом распознавания образов

Н.В. Хелая, Э.И. Хелая, Т.Г. Салуквадзе,
Дж.К. Кирия, Ю.М. Колесников

Идентификация грозовых облаков имеет большое научное и практическое значение. Своевременное определение грозоопасности конвективных облаков необходимо для обеспечения безопасности полета летательных аппаратов, подбора облаков, подлежащих искусственному воздействию с целью подавления или регулирования происходящих в них электрических процессов.

За последние десятилетия в Институте геофизики им. М.Нодия АН Грузии разработано несколько алгоритмов распознавания грозовых и ливневых облаков [1,2]. Они основываются на анализе экспериментальных радиолокационных и аэрологических наблюдений за конвективными облаками, проведенных в течение ряда лет в Алазанской долине Восточной Грузии.

В работе [2] приведено решающее правило идентификации грозовых облаков, полученное методом обобщенного портрета [3]. Проверка этого решающего правила на обучающей выборке показала, что распознавание грозовых и ливневых облаков происходит с высокой надежностью. А в настоящей работе оценка достоверности вышеупомянутого решающего правила осуществляется на обширной (несколько сот облаков) дополнительной выборке наблюдений с известной принадлежностью к классу, но не участвующей в обучении. К числу грозовых относились те облака, в которых по визуально-слуховым наблюдениям отмечались грозы.

Суть обобщенного портрета состоит в следующем: если даны два множества векторов $X(x_1, \dots, x_a)$ и $\bar{X}(\bar{x}_1, \dots, \bar{x}_b)$, разделяемых гиперплоскостью, направляющий вектор ψ гиперплоскости строится таким образом, чтобы разделяя оба множества векторов, максимально отстоять от ближайшего из них. Он может быть представлен в виде:

$$\Psi = \sum_{i,j=1}^M \alpha_{ij} (x_i - \bar{x}_j), \quad i=1, \dots, a; \quad j=1, \dots, b; \quad a+b=\ell.$$

Здесь α_{ij} - коэффициенты разложения вектора, M - количество информативных пар векторов, которые удовлетворяют равенству

$$((x_i - \bar{x}_j), \Psi) = 1,$$

а ℓ - длина выборки.

Благодаря тому, что при решении практических задач $M \ll \ell$, число членов разложения, определяющих Ψ , невелико.

Процесс построения оптимальной гиперплоскости сводится к тому, чтобы

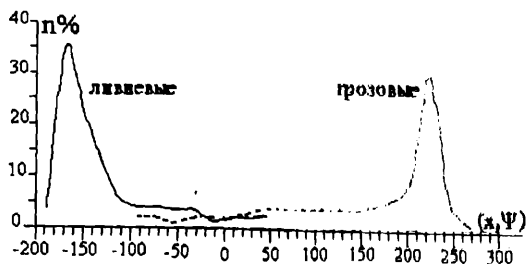


Рис. 1. Распределение значений (x, Ψ) для грозowych и ливневых облаков

отыскать в положительном квадранте $\alpha_{ij} \geq 0$ минимальный по модулю вектор ψ , удовлетворяющий неравенству: $((x_i - \bar{x}_j), \Psi) \geq 0$; $\Pi = \frac{C_1 + C_2}{2}$, где $C_1 = \min(x_i, \psi)$, $C_2 = \max(\bar{x}_j, \Psi)$.

Гиперплоскость $(x, \psi) = \frac{C_1 + C_2}{2}$ разделяет множества X и \bar{X} и наиболее от них удалена.

По решающему правилу нами были рассчитаны значения (x, Ψ) для всех случаев первого и второго классов (к первому классу относились грозowych, а второму ливневые облака) экзаменационной выборки. По данным этих расчетов построены графики распределения значений (x, Ψ) , которые представлены на рис. 1.

Как видно из этих графиков, диапазон изменения значений (x, Ψ) заключен в интервале $-190 \div 280$. Для грозowych облаков значения (x, Ψ) лежат в пределах от -90 до 270 , а для ливневых облаков - от -190 до 50 . Модальное значение (x, Ψ) для случаев первого класса равняется 228 , а для случаев второго класса - -165 .

В интервале от -90 до 50 с разной частотой встречаются облака обоих классов. Это значит, что если в конкретном случае значение (x, Ψ) окажется меньше -90 , то облако однозначно можно причислить к второму классу, а если оно больше 50 , то облако можно причислить к первому классу.

Наиболее интересным является диапазон значений (x, Ψ) , в котором попадают облака обоих классов и не представляется возможным однозначно идентифицировать облако того или иного класса. Достоинством предложенного решающего правила является то, что в т.н. интервале неоднозначности попались лишь 36% всех случаев экзаменационной выборки.

Расчеты показали, что пороговое значение разделяющей функции (x, Ψ) равняется $-63,5$. При таком пороговом значении из рассмотренной нами экзаменационной выборки 96% грозowych облаков распознаются правильно, а ливневых - 92%.

Следует отметить что, пороговое значение (x, Ψ) можно сместить в одну или в другую сторону в зависимости от минимизации возможного риска и с учетом интереса потребителя.

Л и т е р а т у р а

I.Nino Kheiaza, Ethery Kheiaza, Tamaz Salukvadze, Zurab Zurabovili - On the investigation of radiolokational characteristics of cloud-burst and thunderstorm clouds and the their recogni-

tion - Journal of Georgyan Geophysical Society I ssue B. Physics of Atmosphere, ocean and Cosmic Reys. vol 3B 1998. "Geoprint" Publishing House, Tbilisi, 2000.

2. Хелая Н.В., Кирия Дж.К., Колесников Ю.М., Салуквадзе Т.Г., Хелая Э.И. - Способ распознавания грозových и ливневых облаков. Депонировано в Техинформе Грузии, 31.07.2000. №1220-2000.

3. Вапник В.Н., Червоненкис А.Я. - Теория распознавания образов. Изд. Наука, М., 1974.

სახეთა ამოცნობის მეთოდით ღრუბელთა ელჭექსამიშროების რადიოლოკაციური ინდიკაციის საიმედობის შემოწმება

ნ. ხელაია, ე. ხელაია, თ. სალუქვაძე,
ჯ. ქირია, ი. კოლესნიკოვი

რეზიუმე

ნაშრომში შემოწმებულია სახეთა ამოცნობის მეთოდით ღრუბელთა ელჭექსამიშროების რადიოლოკაციური ინდიკაციის საიმედობა. ამისათვის შერჩეულ იქნა კონვექციური ღრუბლებზე რადიოლოკაციური დაკვირვებების მასალები, რომლებიც მოპოვებულია ალაზნის ველზე აღმოსავლეთ საქართველოში. ხსენებული ამონაკრები შეიცავდა წვიმისა და ელჭექის რამდენიმე ასეულ ღრუბელზე დაკვირვების მასალებს, რომელიც არ ყოფილა გამოყენებული ელჭექსამიშროების წესის დადგენისას. წვიმისა და ელჭექის ყველა ღრუბლისათვის გამოთვლილ იქნა გამყოფი ფუნქციის მნიშვნელობები და აგებულ იქნა მათი განაწილების გრაფიკები. ანალიზმა აჩვენა, რომ საგამოცნობო ამონაკრების 64% ამოცნობილ იქნა ცალსახად, ხოლო ელჭექის ღრუბლის სწორი ამოცნობის საშუალო საიმედობა 93%-ს შეადგენს.

Check of reliability of radar indication danger of a thunderstorm of clouds by a method of recognition of images

N.V. Khelaya, E.I. Khelaya, T.G. Salukvadze, J.K. Kiria, I.M. Kolesnikov

Abstract

In the work the check of a decisive rule of recognition of thunderstorm clouds is carried out which was received with application of a method of the generalized portrait. With this purpose the data of radar observation on the convective clouds which have been carried out in the Alazani Valley of East Georgia are chosen. In sample the data of observation several hundreds by rain shower and thunderstorm clouds were included which did not take part in training by development of a decisive rule. For all cases of rain shower and thunderstorm clouds the importance of dividing function are designed and the diagrams of their distributions are constructed. The analysis of calculations has shown, that in 64 % of cases of examination sample the identification of both types of clouds occurs unequivocally, and the general justification of correct identification makes on the average 93%.