

---

---

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ $Z - I$ ОТНОШЕНИЯ ДЛЯ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ РАЗЛИЧНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ТЕПЛОГО СЕЗОНА ГОДА ВОСТОЧНОЙ ГРУЗИИ

Капанадзе Н.И., Хелаиа Э.И., Салуқвадзе М.Т., Салуқвадзе Т.Г.

1. *Институт Гидрометеорологии Грузии* E-mail: nb@gw.acnet.ge.

2. *Институт Геофизики Грузии им. М.З. Нодиа* E-mail: admin@ig.acnet.ge.

В связи с глобальным изменением климата проблема пресной воды становится все более актуальной. Источником пополнения запасов пресной воды на Земле являются атмосферные осадки. Мониторинг объема пополнения запасов этого ценнейшего минерала является важной практической и теоретической задачей. Точность и оперативность определения интенсивности и суммы атмосферных осадков не может удовлетворять сегодняшних требований. В настоящее время в мониторинге интенсивности и суммарного количества атмосферных осадков во всем мире широко применяются радиолокационные методы, которые отличаются высокой точностью и оперативностью. Радиолокационный метод измерения имеет принципиальное преимущество – с помощью метеорологического радиолокатора параметры атмосферных осадков могут быть определены в реальное время и на больших территориях, как их средних, так и мгновенных значений.

Установление связи между радиолокационной отражаемостью атмосферных осадков ( $Z$ ) и их интенсивностью ( $I$ ) теоретически не представляет трудности, т.к. обе эти величины являются функцией концентрации и размеров частиц атмосферных осадков ( $Z$  пропорциональна шестой степени от диаметров частиц осадков, а интенсивность – их третьей степени). Эта зависимость имеет вид[1]:

$$Z = A \cdot I^\beta, \quad (1)$$

где  $A$  и  $\beta$  постоянные коэффициенты.  $A$  и  $\beta$ , кроме физических параметров осадков (диаметра их частиц) реально зависят и от других факторов, учет которых теоретически невозможен. Поэтому на практике значений этих коэффициентов определяют для каждого региона отдельно, а также для различных типов облаков и синоптической ситуации, в которой образовалось и развивалось данное осадки облако.

Логарифмируя выражение (1) получим линейное уравнение относительно  $\lg Z$  и  $\lg I$ , т.е. зависимость между  $Z$  и  $I$  должна быть линейной для всего диапазона изменения значений  $I$ . Экспериментальные исследования показали, что коэффициенты уравнения (1)  $A$  и  $\beta$  не остаются постоянным для всего диапазона изменения  $I$ . Поэтому значения коэффициентов определяют раздельно для слабых ( $I \leq 5$  мм/час) и сильных ( $I > 5$  мм/час) интенсивностей[2,3,4,5].

На основе совместного анализа данных радиолокационных наблюдений за конвективными облаками теплого сезона года (с апреля по октябрь) Кахетинского региона Грузии и значений величин интенсивностей, выпавших из этих облаков атмосферных осадков, зафиксированных гидрометеорологической сетью, была составлена выборка из 892 случаев. Из них 679 относятся к слабым, а 213 к сильным осадкам.

Радиолокационные наблюдения проводились метеорологическим радиолокаторами (в вышеназванном регионе были 5 станций) типа МРЛ – 5.

На рис. 1 и 2 представлены графики Z - I соотношения для слабых и сильных интенсивностей соответственно.

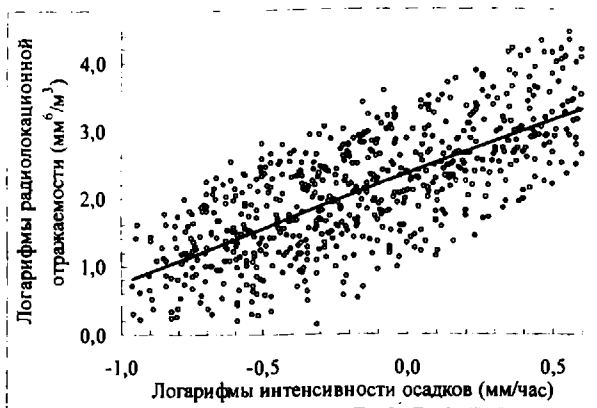


Рис. 1. График Z – I соотношения для осадков слабой интенсивности

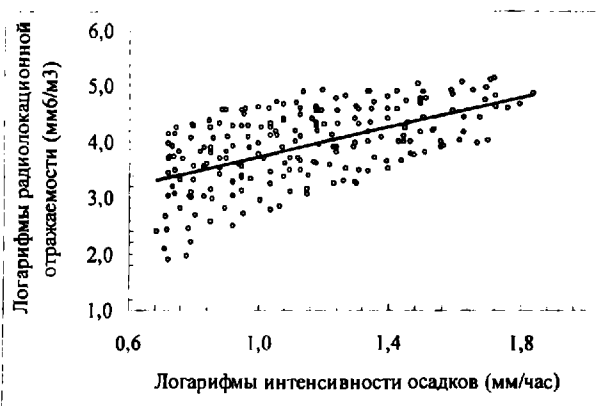


Рис. 2. График Z – I соотношения для осадков сильной интенсивности

Эмпирическое уравнение линейной аппроксимации для слабых и сильных осадков имеет следующий вид:

$$\log Z = 1.58 \cdot \log I + 2.43 \quad \text{для слабой интенсивности}$$

$$\log Z = 1.31 \cdot \log I + 2.35 \quad \text{для сильной интенсивности.}$$

Если решить эти уравнения относительно Z получим:

$$Z = 269 \cdot I^{1.31} \quad \text{для слабой интенсивности}$$

$$Z = 223 \cdot I^{1.58} \quad \text{для сильной интенсивности.}$$

А при решении этих же уравнений относительно I получим формулы для вычисления интенсивности осадков по значениям Z:

$$I = 0.014 \cdot Z^{1.31} \quad \text{для слабой интенсивности}$$

$$I = 0.033 \cdot Z^{1.58} \quad \text{для сильной интенсивности.}$$

Показатель надежности ( $R^2$ ) линейной аппроксимации для обеих интенсивностей равняется 0,55 и 0,33 соответственно.

Такое разделение осадков при измерении их интенсивности радиолокационным методом создает неопределенность, тк. с начала следует знать к какой по интенсивности группе (сильной или слабой) относятся измеряемые осадки, а потом применять одно или другое соотношение для  $Z - I$ .

Такую неопределенность можно обойти, если для всего диапазона интенсивности атмосферных осадков применить нелинейную аппроксимацию.

На рис.3 представлен график  $Z - I$  соотношения для всего диапазона изменения интенсивности.



Рис 3. График  $Z - I$  соотношения для всего диапазона изменения интенсивности осадков

В качестве аппроксимирующей кривой был выбран полином третьей степени вида:

$$\log Z = -0.021(\log I)^3 + 0.22(\log I)^2 - 0.15 \cdot \log I - 0.54, \text{ для нелинейной аппроксимации и } I = 0.08 \cdot Z^{0.5} \text{ для линейной аппроксимации}$$

Показатель надежности нелинейной аппроксимации для этого случая равняется 0,73.

Выражение для  $\log I$  имеет следующий вид:

$$\log I = -0.017(\log Z)^3 + 0.193(\log Z)^2 - 0.110 \cdot \log Z - 0.602 \quad (1)$$

для нелинейной аппроксимации и

$$\log I = 0.500 \cdot \log Z - 1,110$$

для линейной аппроксимации.

Для наглядности визуализации различий между линейной и нелинейной аппроксимаций, на рис. 4 приводится график зависимости между  $I$  и  $Z$ .

Как видно из графика, вычисленные по значениям  $Z$  величины  $I$  друг от друга заметно отличаются при слабых (на 30 - 60 %) и сильных интенсивностях (20 - 40 %) в основном за счет занижении  $I$  при линейной аппроксимации. Если учесть, что надежность нелинейной аппроксимации немного больше ( $R^2=0.73$ ), чем линейной ( $R^2=0.69$ ), можно полагать, что при вычислении  $I$  по значениям  $Z$  следует пользоваться зависимостью (1).



ჩვენი რეგიონისთვის დადგენილია თანაფარდობა რადიოლოკაციურ ამრეკელადობასა ( $Z$ ) და სუსტი და ძლიერი ატმოსფერული ნალექების ინტენსივობას ( $I$ ) შორის. გამოთვლილია შესაბამისი მუდმივი კოეფიციენტების მნიშვნელობები.

რადიოლოკატორით ნალექების ინტენსივობის გაზომვის სიზუსტის გაზრდის მიზნით შემოთავაზებულია მთელი დიაპაზონისთვის ვისარგებლოთ ჩვენს მიერ დადგენილი ერთი  $Z-I$  თანაფარდობით.

შედგენილია  $I-Z$  თანაფარდობისათვის არაწრფივი აპროქსიმაციის მრუდი, რომლის გამოყენება აამაღლებს რადიოლოკაციური ამრეკელადობის მიხედვით ნალექების ინტენსივობის განსაზღვრის სიზუსტეს.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ $Z - I$ ОТНОШЕНИЯ ДЛЯ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ РАЗЛИЧНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ТЕПЛОГО СЕЗОНА ГОДА ВОСТОЧНОЙ ГРУЗИИ**

Капанадзе Н.И., Хелаиа Э.И., Салуквадзе М.Т., Салуквадзе Т.Г.

### **Реферат**

В статье проанализирован обширный экспериментальный материал радиолокационных наблюдений за облаками теплого сезона года Кахетинского региона Грузии и мониторинга интенсивности, выпавших из них атмосферных осадков.

Составлены выражения для  $Z - I$  соотношений для слабых и сильных атмосферных осадков, и вычислены значения соответствующих постоянных коэффициентов для нашего региона.

Предлагается для повышения точности вычисления интенсивности атмосферных осадков ( $I$ ) по значениям радиолокационной отражаемости ( $Z$ ) не разделять осадки на сильные и слабые интенсивности, а пользоваться  $I - Z$  соотношением для всего диапазона. Предлагается выражение для практического применения при вычислении  $I$  по значениям  $Z$ .

## **RESULTS OF EXPERIMENTAL RESEARCHES $Z - I$ OF A RATIO FOR PRECIPITATION OF DIFFERENT INTENSITY OF A WARM SEASON OF YEAR BY EASTERN GEORGIA**

N.I. Kapanadze, E.I. Khelaia, T.G. salukvadze, M.T. Salukvadze

### **Abstract**

In a article the vast experimental material of radar observations on clouds of a warm season of year of Kakheti region of Georgia and monitoring of intensity precipitation, which have dropped out of them is analyzed.

The expressions for  $Z - I$  relationship for gentle and strong precipitation are compounded and the values of the applicable constant coefficients for our region are computed.

It is offered, for a heightening of fidelity of calculus of intensity of precipitation ( $I$ ) on value radar reflectivity ( $Z$ ) to not partition precipitation on strong and gentle intensity, and to use  $I - Z$  a relationship for all range. The expression for operational use is suggested for calculate  $I$  on value  $Z$ .