

УДК 530.1 551.559

**Р. Г. Закинян [R. G. Zakinyan]
И. Ю. Каторгин [I. Y. Katorgin],
Н. Е. Полянская [N. E. Polyanskaya]**

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТЕЙ ВОСХОДЯЩИХ ПОТОКОВ ПО ТЕРРИТОРИИ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

Investigation of ascending current velocity distribution over the Stavropol region territory

В статье рассматривается учет орографии и приземных параметров, что очень важно при определении состояния атмосферы, прогноза параметров конвекции. Учитывая сложность рельефа Ставропольского края, учет орографии при практике прогнозирования атмосферы является актуальным.

The article discusses the account of orography and surface parameters, which is very important in determining the state of the atmosphere and convection parameters forecasting. Given the complexity of the relief of the Stavropol territory, accounting of orographic practice in the atmosphere forecasting is important.

Ключевые слова: вертикальная составляющая скорости восходящих потоков, орографические особенности, уровень конденсации, развитие облачной конвекции

Key words: vertical component of ascending current velocity, orographic peculiarities, condensation level, cloud convection development.

Изучение влияния орографии Ставропольского края на развитие конвекции в настоящее время становится очень актуальным, так как это позволит усовершенствовать методику прогноза погоды. Так как для территории Ставропольского края характерна резко выраженная неоднородность рельефа, знание характеристик, причин и возможности предсказания конвективной деятельности позволит своевременно обеспечить безопасность людей и сохранность материального имущества.

Орографические особенности влияют на развитие конвекции двумя способами: косвенно посредством деформации фронтальных зон с последующим развитием барических образований или непосредственно при перетекании воздушного потока через горные препятствия. В свою очередь непосредственное влияние орографии может быть двояким; вследствие тепловых влияний, связанных с перегревом и охлаждением склонов, и вследствие динамического воздействия склонов [2].

Термическое влияние орографических препятствий сказывается внутри однородных воздушных масс, когда наблюдаются слабые ветры и малые барические градиенты в нижней части тропосферы. В этом случае при сла-

бом горизонтальном переносе в атмосфере формируются термические неоднородности, вызывающие днем циркуляцию с восходящими движениями над возвышенностями и нисходящими во впадинах. В ночные часы наблюдается обратная картина. Тепловое влияние гор весьма существенно летом. Оно часто выходит за пределы горных районов и распространяется на предгорные равнинные области, на расстояния до 100 км, где днем за счет нисходящих движений происходит ослабление процессов облакообразования.

Динамические воздействия вносят большой вклад в упорядоченные вертикальные движения, развивающиеся в нижних слоях воздуха над склонами и прилегающими к ним равнинными областями. У наветренных склонов имеет место усиление восходящих движений, у подветренных — нисходящих движений. Интенсивность вертикальных движений зависит от свойств воздушного потока и характеристик хребта. Зоны восходящих и нисходящих движений, порождаемые горными массивами, стационарны.

Приближенно вертикальная составляющая скорости, обусловленная влиянием гор, может быть вычислена по формуле [3]

$$W_{io} = u \frac{\partial h}{\partial x} + v \frac{\partial h}{\partial y}, \quad (1)$$

где h — высота горного хребта;
 u, v — горизонтальные составляющие скорости ветра.

Для вертикальной составляющей скорости восходящих потоков влажного ненасыщенного подоблачного воздуха имеет место выражение [1]

$$W_i^2 = W_{i0}^2 + (2h_{\text{ТО}} - z), \quad (2)$$

где W_{i0} — начальная скорость восходящих потоков динамического происхождения обусловленная орографией;
 $W_{i0} = V_r \cdot \operatorname{tg} \alpha$; V_r — горизонтальная скорость ветра у земли;
 $\operatorname{tg} \alpha$ — тангенс угла наклона поверхности горы к горизонту;
 $N = \sqrt{\beta \cdot \Delta \gamma}$ — частота Брента–Вейселя, $\beta = \frac{g}{T}$ — параметр плавучести, $\bar{T}$ — средняя температура в слое;
 $\Delta \gamma = (\gamma_a - \gamma)$; $\gamma_a = 0,98 \text{ } ^\circ\text{C}/100 \text{ м}$ — сухоадиабатический градиент температуры поднимающегося воздуха;
 γ — градиент температуры окружающего воздуха;
 $h_{\text{ТО}} = \frac{\Delta_0 T}{\Delta \gamma}$ — уровень выравнивания температур воздуха восходящего потока и окружающей атмосферы [1].

Для скорости восходящих потоков на уровне конденсации получено выражение

$$w_{\text{ик}}^2 = w_{i0}^2 + 2\beta \frac{\Delta_0 T}{\Delta \gamma_\tau} d_0 - \beta \frac{\Delta \gamma}{(\Delta \gamma_\tau)^2} d_0^2, \quad (3)$$

где $\Delta\gamma = (\gamma_a - \gamma)$ разность сухоадиабатического градиента температуры и градиента температуры окружающего воздуха;
 d_0 — дефицит точки росы у земли;
 γ_t — градиент точки росы.

Решая квадратное уравнение (3) относительно d_0 , найдем критическое значение дефицита точки росы у земли

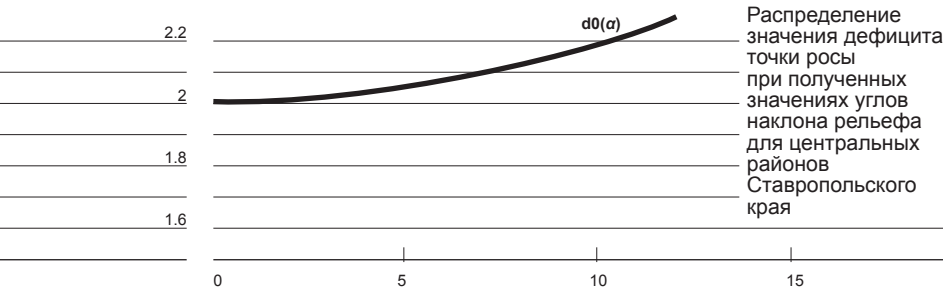
$$d_0 = \Delta_0 T \frac{\Delta\gamma_t}{\Delta\gamma} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{w_{i0}^2}{\beta} \frac{\Delta\gamma}{(\Delta_0 T)^2}} \right). \tag{4}$$

Распределение скоростей восходящих потоков для центральных районов Ставропольского края

Район СК	α , град	$\text{tg } \alpha$	$W_{\text{в}}, \text{ м/с}$	d_0
Кочубеевский	12	0.21	1.05	3.16
Андроповский	10	0.18	0.9	2.9
Шпаковский	10	0.18	0.9	2.9
Изобильненский	6	0.1	0.5	2.32
Грачевский	4	0.07	0.35	2.16
Труновский	4	0.07	0.35	2.16
Александровский	2	0.03	0.15	2.02

Расчеты, приведенные в таблице, даны при средних значения $\Delta T = 2^\circ\text{C}$, $\gamma_t = 2^\circ\text{C/км}$, $\Delta\gamma = 4^\circ\text{C/км}$, $V_r = 5 \text{ м/с}$, исследованные районы Ставропольского края расположены в порядке убывания скоростей восходящих потоков.

Полученные результаты показывают, что из исследованных районов Ставропольского края, приведенных в таблице, при одинаковых характеристиках атмосферы наиболее вероятного развития конвекции следует ожидать в Кочубеевском, Андроповском и Шпаковском районах.



На графике показано, что при увеличении угла наклона поверхности рельефа к горизонту возрастает значение дефицита точки росы у земли.

Следовательно, орография способствует развитию облачной конвекции при более сухом приземном воздухе, чем это имело бы место при отсутствии орографического подъема воздуха.

Учет орографии в условиях сложного рельефа Ставропольского края позволит дать точный прогноз параметров конвекции, а тем самым спрогнозировать явления, сопровождающиеся интенсивными конвективными процессами.

Таким образом, можно утверждать, что влияние орографии приводит к возникновению начальной скорости всех потоков у земли, из чего следует, что конвекция может возникать и при более сухой атмосфере.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Андреев В., Панчев С.** Динамика атмосферных термиков. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 152 с.
2. **Атабиев М. Д., Закинян Р. Г., Янюк Е. М.** Влияние орографии на развитие конвекции в Ставропольском крае // Метеорология и гидрология. 2008. №4. С. 46–52.
3. **Дашко Н. А.** Курс лекций по синоптической метеорологии. Ленинград: Гидрометеиздат, 2005. 523 с.
4. **Матвеев Л. Т.** Курс общей метеорологии. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 751 с.
5. **Назаренко А. В.** Опасные явления погоды конвективного происхождения. Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2008. 62 с.
6. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Ч. 1. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 696 с.
7. **Сванидзе Г. Г.** Опасные гидрометеорологические явления на Северном Кавказе. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 277 с.
8. **Федченко Л. М., Гораль Г. Г., Беленцова В. А., Мальбахова Н. М.** Опасные конвективные явления и их прогноз в условиях сложного рельефа. М.: Гидрометеиздат, 1991. 425 с.

ОБ АВТОРАХ

Закинян Роберт Гургенович, Ставропольский филиал Московского государственного университета приборостроения и информатики, доктор физико-математических наук, профессор кафедры прикладной математики и информатики. zakinyan@mail.ru

Каторгин Игорь Юрьевич, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», доцент кафедры Картографии и геоинформатики Института естественных наук.

Полянская Нина Евгеньевна, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», магистрант 2-го года обучения Института естественных наук по специальности «Физика» (направление «Физика земли и планет»). ninochka841@mail.ru.

Zakinyan Robert Gurgenovitch, North-Caucasian Federal University, Institute of Natural Sciences, Department Theoretical Physics, Doctor of physical and mathematical sciences, professor.

Katorgin Igor' Yur'evich, North-Caucasian Federal University, Institute of Natural Sciences, Department of Cartography and geoinformatics, candidate of geographical sciences, associate professor.

Polyanskaya Nina Evgen'evna, North-Caucasian Federal University, Institute of Natural Sciences, Department of Theoretical Physics, master of physics.