

О.Б. Цой

**К ВОПРОСУ О РОЛИ ДНЕВНОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ
КОНВЕКЦИИ В ЛЕТНЕМ ОСАДКООБРАЗОВАНИИ**

O.B. Tsoi

**ON THE PROBLEM ON THE ROLE OF DAY-TIME THERMAL
CONVECTION IN SUMMER PRECIPITATION FORMATION**

В статье приводятся результаты оценки вклада дневной термической конвекции в летнее осадкообразование в двух областях Поволжья. Этот вклад оценен параметром P равным 0,30 – 0,37 в среднем для исследуемого периода. Проанализированы данные аналогичных оценок других авторов. Показано, что имеет место занижение вклада радиационно-термического фактора в осадкообразование, обусловленное неточным выбором временных границ между дневными и ночными полусутками. Для исследуемых районов Поволжья такие границы были определены как 10 ч и 22 ч мдв.

The article presents the outcomes of estimation of the contribution of day-time thermal convection to summer precipitation formation for two areas of the Volga Region. This contribution is estimated by the parameter P which on the average 0.30—0.37 for the period under study. Analogous estimations of other authors are analysed. The research shows that there is underestimation of the contribution of the radiation thermal factor to precipitation formation caused by inexact selection of temporal boundaries between the day-time and night time semidiurnal periods. For the areas of the Volga Region in point, these boundaries have been determined as 1000 hrs and 2200 hrs Moscow time.

Как известно, осадкообразование в большинстве регионов мира в основном определяется динамическим фактором – крупномасштабными восходящими движениями воздуха, обусловленными соответствующими барическими полями. Оценки, проведенные для Европейской территории России, показывают преобладание осадков, связанных с циклонической деятельностью и атмосферными фронтами. Однако в теплый период года существенный вклад в осадкообразование в данном регионе может вносить и так называемый радиационно-термический фактор, т.е. дневная термическая конвекция.

Известно также, что одна только дневная термическая конвекция без соответствующих динамических (в поле давления и ветра) и влажностных условий, как правило, не приводит к развитию значительной осадкообразующей облачности, но, при наличии таких благоприятных факторов, способствует интенсификации процесса как внутримассового, так и фронтального осадкообразования. При этом оценка роли радиационно-термического фактора в летнем осадкообразовании, несмотря на многие проведенные уже работы, до сих пор остается актуальной задачей.

В данном исследовании представлены результаты оценки вклада радиационно-термического фактора в летнее осадкообразование в некоторых областях Поволжья (Пензенская и Саратовская обл.) и проведено сравнение этих результатов с аналогичными, полученными в работах других авторов.

Если исходить из предположения о независимости повторяемости циклонических образований и связанных с ними атмосферных фронтов от времени суток, то разность между дневными и ночными суммами осадков в данном регионе должна, главным образом, определяться фактором термической конвекции. Следовательно, оценка вклада термической конвекции в суточную сумму осадков может быть выполнена сравнением дневной и ночной полусуточных сумм осадков данной территории в течение достаточно длительного периода.

Такое сравнение можно проводить с использованием простых параметров вида [1, 2]:

$$N = Q_d / Q_n, \text{ или } P = (Q_d - Q_n) / Q_c,$$

где Q_d , Q_n и Q_c – соответственно дневные, ночные и суточные суммы осадков.

Однако существенным моментом, приводящим к различным итоговым оценкам, является выбор временных границ полусуточных интервалов "день" и "ночь".

В работе Л.Т. Матвеева и др. [1] приводятся результаты такой оценки, основанной на значениях параметра P , вычисленного по полусуточным суммам осадков, измеренным в сроки 8 ч и 20 ч местного времени, для района Санкт-Петербурга, Свердловской и Челябинской областей. Оценка проведена по пятилетним периодам с 1975 по 1994 гг. Принятие в качестве полусуточных границ сроков 8 ч и 20 ч обусловлено использованием для расчетов наиболее доступного вида осадкомерной информации – данных стандартных метео- и гидрологических постов, обычно оборудованных только осадкомерами Третьякова. В табл. 1 приведены итоговые значения параметра P из указанной работы. Положительные значения P показывают, какую долю от суточной суммы составляет дневное увеличение осадков.

Таблица 1

Значения параметра P за летние периоды для района С.-Петербурга, Свердловской и Челябинской областей (составлена по данным из [1])

Годы	Район С.-Петербурга			Свердловская обл.	Челябинская обл.
	С.-Петербург	Белогорка	Сосново (1991 – 1995)		
1975 – 79	0,06	0,06			
1980 – 84	0,02	0,04			0,06
1985 – 89	0,06	0,08		0,17	
1990 – 94	0,07	0,08	0,06		

Как видно из таблицы, параметр P в среднем для исследуемых летних периодов по району Санкт-Петербурга не превышал 0,08, а в Свердловской и Челябинской областях – 0,17 и 0,06 (хотя в отдельные месяцы и годы, не указанные в таблице, отмечались значения P – до 0,30). Таким образом, макси-

мальный вклад дневной термической конвекции в летнее осадкообразование в целом для районов Северо-Запада России, а также Среднего и Южного Урала авторами оценен в пределах 8–17 %.

Нами была проведена аналогичная оценка для некоторых районов Поволжья, а именно для Пензенской и Саратовской областей. Однако в отличие от представленного выше исследования были использованы данные плювиографических наблюдений: данные поста Пензенской базы ЦАО – п. Б. Елань (центр Пензенской обл.) за теплые периоды (май – август) 1986 – 92 гг. и данные поста экспедиции СГУ – п. Н. Воронок (центр Саратовской обл.) за июнь – июль 1978 – 1986 гг. (без 1981 и 1983 гг. с некачественными данными). Плювиографические наблюдения позволяют определять с достаточной точностью суммы осадков, выпавшие в данном месте практически за любой интервал времени, что позволяет наиболее точно выделить полусуточный период с максимальным вкладом дневной термической конвекции в суточное осадкообразование [2]. Для этого в работе рассчитывались полусуточные суммы осадков (P мм) за 12-часовые периоды с изменяемыми (с шагом в 1 час) временными границами (например, 06 – 18 ч, 07 – 19 ч, 08 – 20 ч, и т.д.). Все данные приводились к срокам московского декретного времени. Для каждого нового варианта полусуточного разбиения рассчитывался параметр P :

$$P = (Q_d - Q_n) / Q_c,$$

где Q_d – сумма всех дневных ("день" – условно выбранный 12-часовой интервал из двух полученных при каждом полусуточном разбиении) осадков исследуемого периода, соответственно; Q_n – сумма ночных ("ночь" – следующий за "днем" 12-часовой интервал) осадков того же периода; $Q_c = (Q_d + Q_n)$ – суточная сумма осадков.

Полученные значения P , осредненные для всего исследуемого периода, приведены на рис. 1. Поскольку при смещении "дня" на 12 и более часов относительно первоначального варианта полусуточного разбиения график P приобретает вид "зеркального отображения" своей первой половины, на рисунке изображены только участки расчетных кривых с максимальными значениями P .

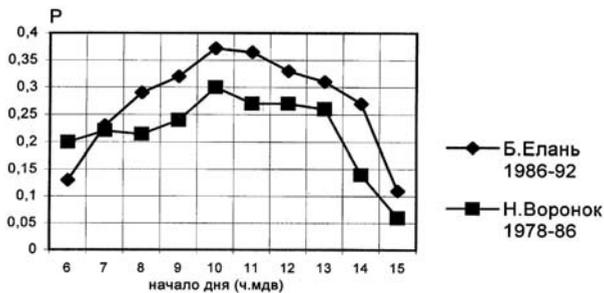


Рис. 1. Распределение параметра P на п. Б. Елань (май – август) и п. Н. Воронок (июнь – июль) при разных полусуточных границах "дня" и "ночи".

Как видно на рисунке, несмотря на различные временные периоды (количество сезонов одинаково) анализируемых данных, для обоих постов получены кривые схожего характера. Для этих постов возможно выделение одинаковых полусуток с максимальным превышением дневных осадков над ночными. Максимальные значения $P = 0,30$ и $0,37$ для обеих кривых относятся к одним полусуточным временным границам – 10 ч и 22 ч московского декретного времени ("день" – с 10 ч. до 22 ч мдв).

Обращает на себя внимание более сглаженный характер кривой Н. Воронка по сравнению с четко выраженной вершиной кривой Б. Елани, что свидетельствует о более сглаженном характере влияния термического нагрева на осадкообразование на посту Н. Воронок. При этом значения параметра P здесь существенно меньше, чем на посту Б. Елань, несмотря на более северное положение последнего. Это может быть обусловлено особенностью расположения поста Н. Воронок – на острове в пойме Волгоградского водохранилища среди обширного водного пространства с более теплой, чем суша, подстилающей поверхностью. Известны признаки заметного ослабления конвективного облакообразования над акваторией Волгоградского водохранилища относительно правобережных участков суши [3].

По полученным значениям P можно оценить вклад дневной термической конвекции в летнее осадкообразование в Пензенской и Саратовской областях. Термическая конвекция в среднем обуславливает около трети от общего количества выпадающих здесь в летние месяцы осадков. Конечно, данное увеличение осадков может происходить как за счет усиления внутримассовой осадкообразующей облачности, так и за счет интенсификации осадкообразования во фронтальной облачности днем [4].

Как видно, полученные нами значения параметра P , значительно выше, чем аналогичные для районов С.-Петербурга и Урала. При этом даже значения $P = 0,21$ и $0,29$ (для Н. Воронка и Б. Елани соответственно), рассчитанные нами по полусуточным границам 8 ч и 20 ч, существенно превышают представленные в [1]. Максимальные же величины параметра P (рассчитанные для дневных полусуток с 10 ч до 22 ч) – еще на 22 и 30 % выше. Это свидетельствует о том, что помимо зависимости фактора термической конвекции от широтного местоположения территории, есть существенная разница в оценках, обусловленная различными подходами к полусуточному делению сумм осадков. Наш подход к определению полусуточных границ представляется более обоснованным.

Проведение помесячного анализа изменения параметра P на используемом объеме данных приводит к значительному ослаблению надежности результатов вследствие усиления влияния циркуляционного фактора на внутрисуточное распределение осадков. Тем не менее, предварительный анализ помесячного хода параметра P для п. Б. Елань показал, что полученный на рисунке вид кривой формируется в основном за счет июньских и июльских зна-

чений P , достигающих величин 0,53 и 0,43 соответственно. Для проведения надежного помесячного анализа необходимо использовать больший объем данных.

Таким образом, проведенное исследование позволяет выделить одинаковый полусуточный период ("день" – 10 – 22 ч мдв) с максимальным вкладом дневной термической конвекции в осадкообразование в двух соседних областях Поволжья, а также оценить величину этого вклада. Термическая конвекция летом приводит к увеличению общей суточной суммы осадков в среднем на треть.

Аналогичные оценки, проводимые без предварительного определения полусуточного периода с максимальным преобладанием дневных осадков над ночными могут существенно занижать (на 22 – 30 %) вклад дневной термической конвекции в осадкообразование на исследуемой территории.

Величина и характер влияния; радиационно-термического фактора осадкообразования зависит как от макро-географических условий (широты места) территории, так и от мезомасштабных особенностей подстилающей поверхности.

Литература

1. Матвеев Л.Т., Матвеев Ю.Л., Переведенцев Ю.П., Тудрий В.Д. Основы экологии атмосферы. Ч. 3. – Казань: Изд-во Казанского университета, 2002. – 128 с.
2. Цой О.Б., Кравченко Д.Н. Выделение полусуточного периода с максимальным вкладом дневной термической конвекции в летнее осадкообразование в Поволжье. // Известия Саратовского университета. Новая серия. 2006, т. 6, вып. 1, Сер. «Науки о Земле», с. 18–21.
3. Волков С.А., Кравченко В.Д. Некоторые особенности распределения облачности над Волгоградским водохранилищем в теплый период года. // Сб. Вопросы климата и погоды Нижнего Поволжья, вып. Ю (17), изд. СГУ, 1989, с. 52 – 57.
4. Цой О.Б. Некоторые результаты исследования структуры летних осадков над Средним Поволжьем. // Метеорология и гидрология, 1998, вып. 3, с. 13–28.