

***ВЛИЯНИЕ ОБЛАЧНОСТИ И СТРАТИФИКАЦИИ АТМОСФЕРЫ НА
ГЕНЕРАЦИЮ ДОСТУПНОЙ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ***

Лукин И.Л.

инженер,

*Пермский государственный национальный исследовательский университет,
Пермь, Россия*

Аннотация

В статье рассматриваются факторы, оказывающие влияние на генерацию доступной потенциальной энергии. Охарактеризована роль и значение коэффициента эффективности ДПЭ. Проанализировано влияние облачности и стратификации на генерацию ДПЭ.

Ключевые слова: доступная потенциальная энергия, облачность, стратификация, длинноволновая радиация, эффективность.

***THE INFLUENCE CLOUDS AND ATMOSPHERIC STRATIFICATION ON
THE GENERATION OF AVAILABLE POTENTIAL ENERGY***

Lukin I.L.

engineer,

*Perm State National Research University,
Perm, Russia*

Annotation

The article examines the factors that influence the generation of available potential energy. It describes the role and value of the coefficient of efficiency of DEP. The influence of clouds and stratification on the generation of DEP is analyzed.

Keywords: available potential energy, cloudy, stratification, long-wave radiation efficiency.

На генерацию доступной потенциальной энергии (ДПЭ) вследствие притока длинноволновой радиации в атмосфере оказывают влияние распределение температуры, горизонтальных и вертикальных градиентов температуры, значений влажности и облачность.

Методика расчета потоков длинноволновой радиации предполагает различный счет для облачной и безоблачной атмосферы, а значит, облачность будет вносить свой вклад в конечный результат генерации ДПЭ.

Для расчета коэффициента эффективности ДПЭ (N) применяется формула

$$N = \frac{1}{2} \left[\frac{\gamma_a \sigma_T^2}{(\gamma_a - \bar{\gamma}) \bar{T}^2} \right]. \quad (1)$$

Вместе с тем, анализируя вышеуказанную формулу, можно сделать вывод о том, что данный коэффициент может вносить решающий вклад в значения конечного результата (рис. 1), при этом его значение тем больше, чем ближе стратификация атмосферы приближается к сухоадиабатической. В связи с тем, что при $\gamma_a = \bar{\gamma}$ отсутствуют условия для генерации ДПЭ, а при приближении стратификации атмосферы коэффициент N становится чрезвычайно завышенным, будем считать, что при $\bar{\gamma} = \gamma_a \pm 5^\circ \text{C}/100\text{м}$ отсутствуют условия для генерации доступной потенциальной энергии.

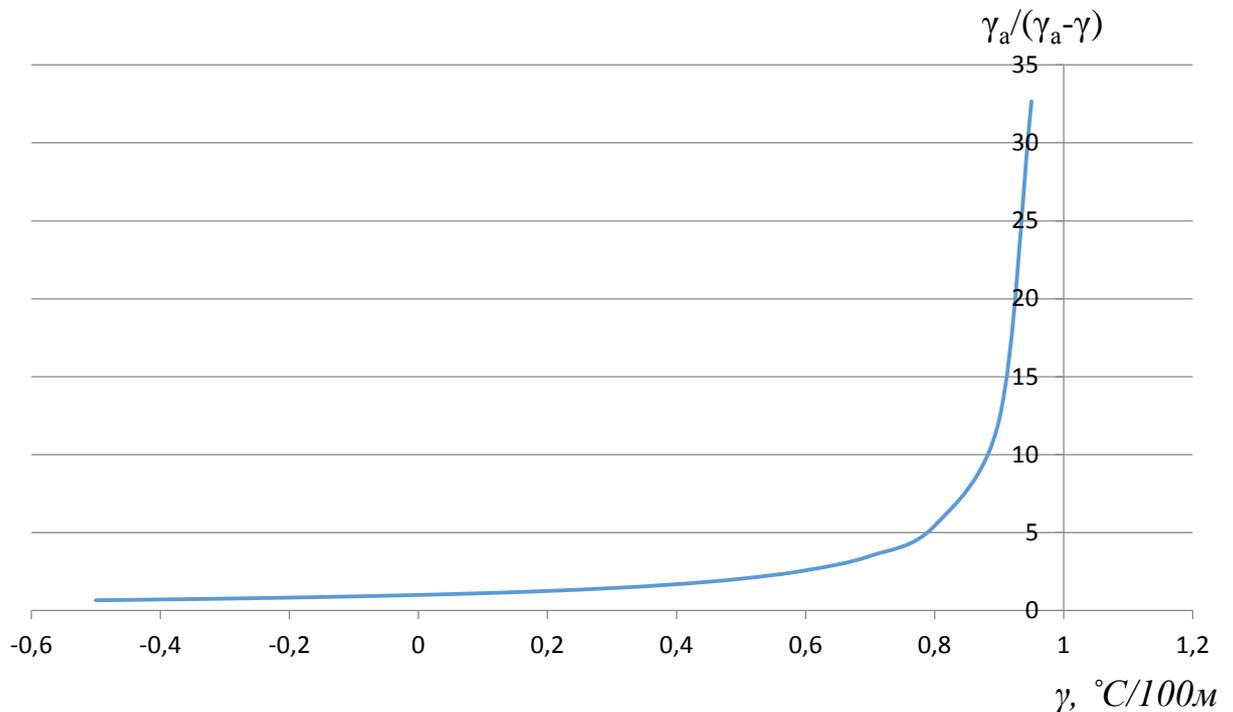


Рис. 1 - Зависимость отношения $\gamma_a/(\gamma_a - \bar{\gamma})$ от стратификации атмосферы $\bar{\gamma}, \text{ }^\circ\text{C}/100\text{м}$

Перед тем, как перейти к анализу генерации ДПЭ в облачной атмосфере, рассмотрим случай, когда наблюдалась ясная погода во всей толще атмосферы. Для примера возьмем точку $49,5^\circ$ с.ш. $65,5^\circ$ в.д. 16 декабря 2010 г. За срок 18 ч UTC (рис 2), этот случай интересен еще и тем, что в нижних слоях атмосферы сформировалась мощная инверсия (рис. 3.).

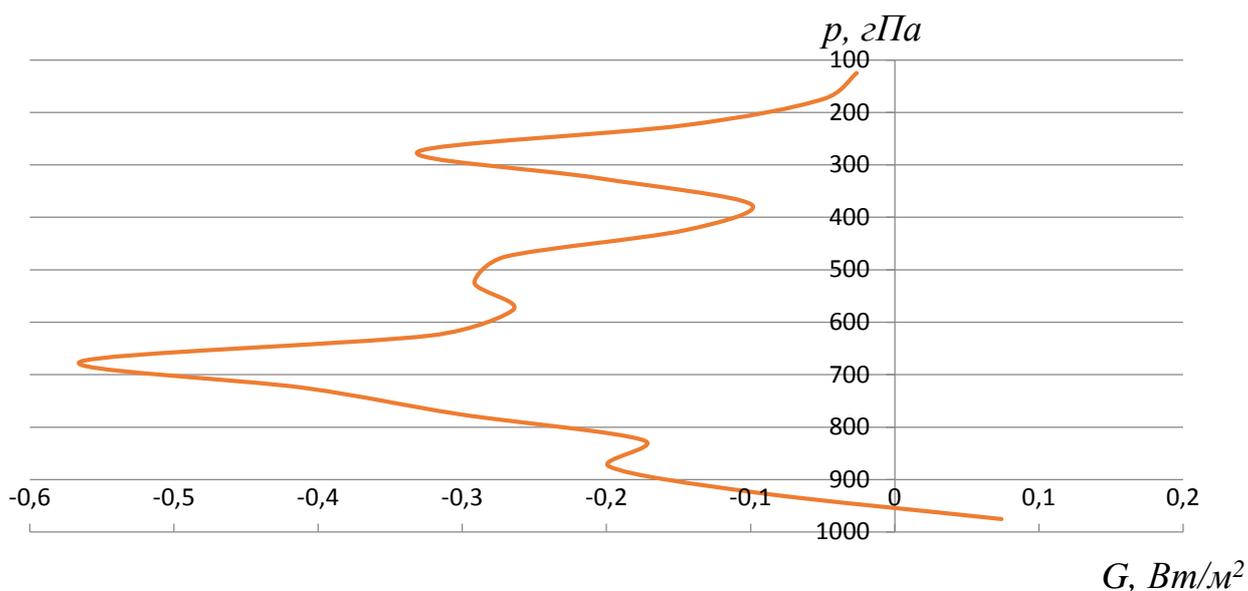


Рис. 2 - Вертикальный профиль генерации ДПЭ (G) вследствие притока длинноволновой радиации ($Вт/м^2$) для слоев атмосферы равной массы по 50 $гПа$ в точке $49,5^\circ$ с.ш. $65,5^\circ$ в.д. 16 декабря 2010 г. за срок 18 ч UTC

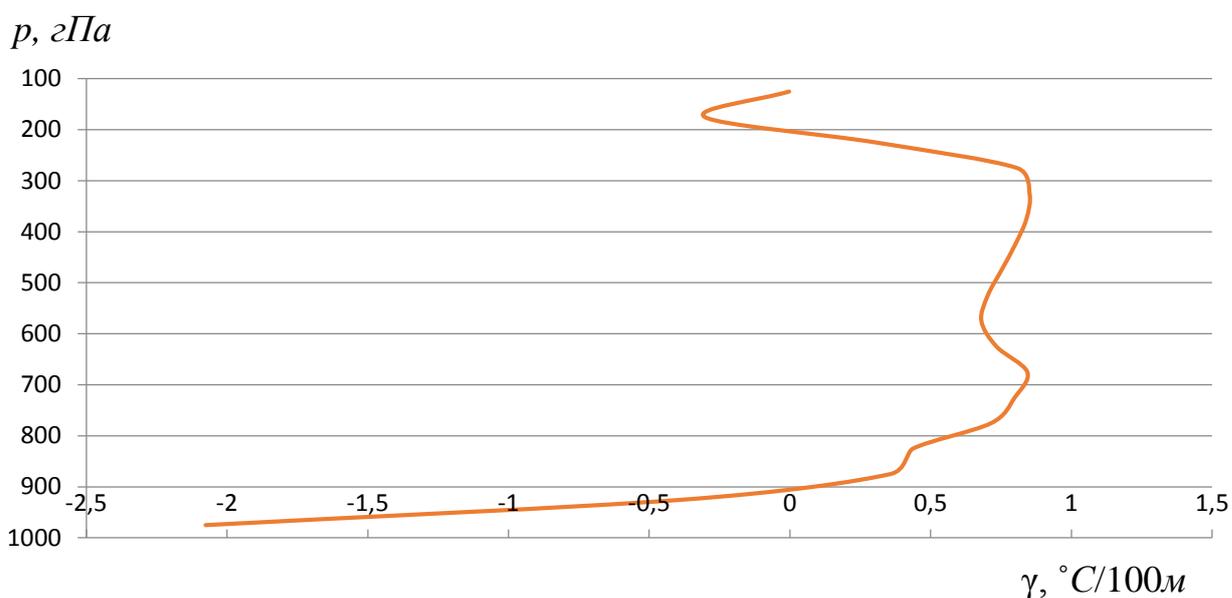


Рис. 3 - Вертикальный профиль градиента температуры (γ), $^{\circ}\text{C}/100\text{м}$ для слоев атмосферы равной массы по 50 гПа в точке 49,5° с.ш. 65,5° в.д. 16 декабря 2010 г. за срок 18 ч UTC

Анализируя вертикальные профили генерации и градиента температуры, можно выделить генерацию ДПЭ в слое 1000–950 гПа, которая связана с притоком длинноволновой радиации в результате мощной инверсии. В вышележащих слоях атмосферы происходит диссипация ДПЭ. При этом она оказывается тем больше, чем ближе к сухоадиабатической приближается стратификация атмосферы, а значения, по абсолютной величине не превышают $0,6 \text{ Вт}/\text{м}^2$. Так же следует отметить, что абсолютные значения, в целом, убывают с высотой. Это связано с тем, что с высотой убывают как лучистые притоки (в данном случае оттоки) так и дисперсия температуры.

Проанализируем влияние облачности. Для примера была выбрана точка 61,5° с.ш. 43,0° в.д. 14 декабря 2010 г. За срок 18 ч UTC (рис 4).

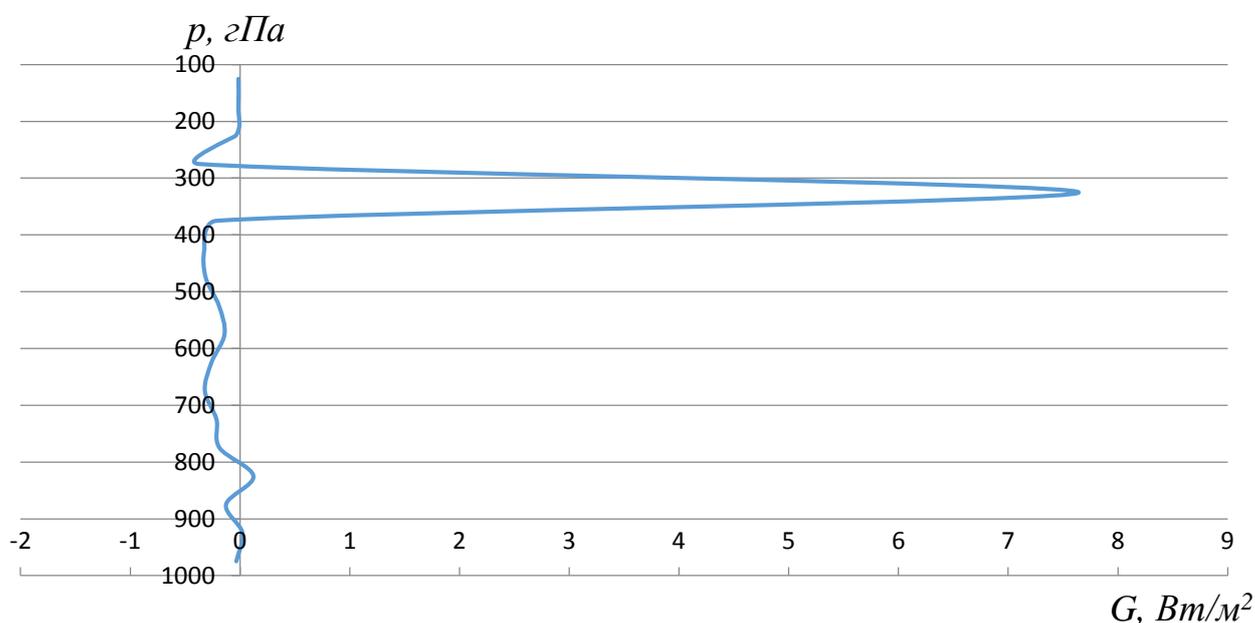


Рис. 4 - Вертикальный профиль генерации ДПЭ (G) вследствие притока длинноволновой радиации ($\text{Вт}/\text{м}^2$) для слоев атмосферы равной массы по 50 гПа в точке 61,5° с.ш. 43,0° в.д. 14 декабря 2010 г. за срок 18 ч UTC

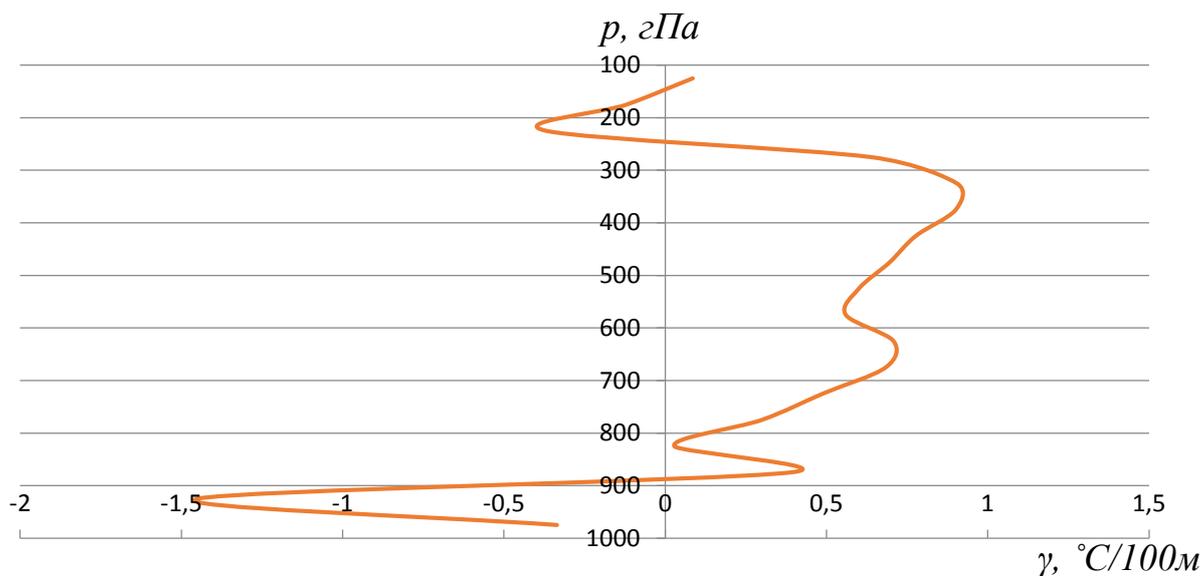


Рис. 5 - Вертикальный профиль градиента температуры (γ), $^{\circ}\text{C}/100\text{м}$ для слоев атмосферы равной массы по 50 гПа в точке $61,5^{\circ}$ с.ш. $43,0^{\circ}$ в.д. 14 декабря 2010 г. за срок 18 ч UTC

Облачность лежит между поверхностями 800–600 гПа и 300-250 гПа. Как видно из рис.3, в нижних слоях атмосферы наблюдается инверсия. Это обстоятельство объясняет наличие генерации ДПЭ в слое 950–900 гПа оно же и объясняет малую величину значения ($0,02 \text{ Вт}/\text{м}^2$). Далее, в слое 900–850 гПа наблюдается диссипация ДПЭ, что закономерно. Однако уже в следующем слое происходит генерация, что объясняется наличием нижней границы облачности (поверхность 800 гПа). Величина же генерации так же оказывается небольшой ($0,12 \text{ Вт}/\text{м}^2$). В самом облаке происходит диссипация ДПЭ (до $-0,32 \text{ Вт}/\text{м}^2$). До слоя, находящегося непосредственно под вторым облаком, профиль генерации, в целом, повторяет безоблачный вариант. Сильно отличающимися, положительными значениями отмечается слой под вторым облаком – значения генерации тут достигают $7,64 \text{ Вт}/\text{м}^2$, что является результатом работы двух факторов: стратификации атмосферы и излучения нижней границы облака.

Таким образом, облачность отвечает за характер генерации ДПЭ, тогда как стратификация (в общем случае) влияет на эффективность превращения радиационных притоков, обуславливает возможность такого преобразования.

Библиографический список:

1. Ветров А.Л. Трансформация доступной потенциальной энергии в циклонах вследствие фазовых переходов воды: монография / А.Л. Ветров; под. Ред. Н.А. Калинина. Пермь: Изд-во Перм.ун-та, 2007. 100с.
2. Калинин Н.А. Географические информационные системы в метеорологии. Метод. пособие / Н.А. Калинин, А.А. Смирнова, А.Л. Ветров; Перм. ун-т. – Пермь, 2007. – 368 с.
3. Калинин Н.А. Динамическая метеорология: Учеб. Пособие. – Пермь: Изд-во Перм. Ун-та, 2001. – 260 с.
4. Климатология / Под ред. О.А. Дроздова. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 568 с.
5. Кондратьев К.Я., Биенко В.И. О радиационном возмущающем воздействии облаков и аэрозолей. – Метеорология и гидрология, 2000. № 1, с. 33–40.
6. Марчук Г.И., Кондратьев К.Я., Козодеров В.В. Облака и климат. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 512 с.
7. Матвеев Л.Т., Курс общей метеорология. Физика атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. 751 с.
8. Панин Б.Д., Репинская Р.П., Параметризация физических процессов в модели атмосферы на вложенной сетке // Метеорология и гидрология. 2001, № 6. С. 5–20.
9. Пинус Н.З. Доступная потенциальная энергия в атмосфере и её превращение в кинетическую энергию // Метеорология и гидрология. 2001, № 6. С. 106–116.
10. Сивков С.И. Методы расчёта характеристик солнечной радиации. Л.: Гидрометеиздат, 1968. 232 с.