

## Литература

- 1 Интернет ресурс <http://www.beltur.by>
- 2 Интернет ресурс [http://otherreferats.allbest.ru/geography/00148130\\_0.html](http://otherreferats.allbest.ru/geography/00148130_0.html)
- 3 Интернет ресурс <http://www.svali.ru/climat/13/index.htm>
- 4 Интернет ресурс <http://ru.wikipedia.org>
- 5 Интернет ресурс <http://www.pogoda.by>

## Инверсии температуры и их характеристики

Наварич А. В.

Белорусский национальный технический университет

### Введение

Температурная инверсия – (от лат. *inversio* — перестановка), повышение температуры воздуха с высотой в некотором слое атмосферы, вместо обычного её убывания.

Температура воздуха при изменении высоты над земной поверхностью меняется. В тропосфере (самом нижнем слое атмосферы) с увеличением высоты обычно температура воздуха падает, но порой встречаются слои, где температура воздуха с высотой не меняется или даже начинает повышаться. Такие слои называются соответственно изотермическими и инверсионными.

### Инверсии температуры и их характеристики

Температурная инверсия – (от лат. *inversio* — перестановка), повышение температуры воздуха с высотой в некотором слое атмосферы, вместо обычного её убывания. Встречается в приземном слое воздуха и в этих случаях называется приземная Т.и., а также в свободной атмосфере. Приземные И. т. чаще всего образуются в безветренные ночи (зимой иногда и днём) в результате интенсивного излучения тепла земной поверхностью, что приводит к охлаждению как её самой, так и прилегающего слоя воздуха. Кроме того приземная Т.и. возникает при ночном выхолаживании воздуха над почвой, снежным и ледяным покровом, скоплением холодного воздуха в котловинах и долинах, притоками холодного воздуха. Толщина приземных И. т. составляет десятки — сотни метров. Увеличение температуры в инверсионном слое колеблется от десятых долей градусов до 15—20 °С и более

Причинами инверсии являются:

1) тип инверсии, вызываемой соприкосновением воздуха на малых высотах с расположенной ниже холодной землей, называется излучающей инверсией.

2) морской бриз, при котором охлажденный воздух от большой водной поверхности перемещается ветром под слой теплого воздуха;

3) эффект долины. Такой эффект может быть двух видов. В первом случае воздух, который охлаждается от земли на более значительных высотах, перемещается вниз по склону, поднимая теплый воздух со дна долины. Это может вызывать так называемые "вечерние тепловые потоки" - область перемещающегося вверх воздуха в долине. Однако окончательным результатом является инверсия на очень небольшой высоте над дном долины вследствие наличия теплого воздуха, над холодным воздухом. При наличии достаточной влажности это может подтверждаться слоем низко лежащей дымки. В другом случае после охлаждения воздуха в долине ветер может перемещать сюда воздух с более высоких районов. Этот воздух будет нагреваться из-за компрессии по мере его опускания, вызывая в результате этого инверсию (теплый воздух над холодным воздухом) в долине;

4) Инверсия может образоваться между соседними слоями воздуха, движущимися с разными скоростями и в разных направлениях.

Лучшим способом определения вертикального градиента, а, следовательно, и условий стабильности, является непосредственное измерение температуры у поверхности и по крайней мере на одном более высоком уровне, например на высоте 10 м.

Это может быть выполнено с помощью самолета или наполненного гелием привязного аэростата, оборудованного термометром, или просто с помощью термометров, установленных на столбе. В любом случае термометры должны обладать чувствительностью примерно до  $0,1^{\circ}\text{C}$ . Целесообразно использовать один и тот же термометр для измерения обеих уровней, поскольку важно именно разность температур, а не фактическое значение температуры, а использование одного и того же прибора исключит ошибки в калибровке между различными приборами.

Если непосредственное измерение не может быть выполнено, необходимо получить характеристики устойчивости из дополнительной косвенной информации. Ниже приводятся некоторые методы и примерные правила.

1) В утренние часы после ясной ночи инверсия является обычным явлением; вскоре инверсия начнет уменьшаться после того, как температура воздуха вблизи земли начнет подниматься.

2) Если ветра у земли нет, следует предположить инверсию (и учитывать сдвиг ветра на малых высотах).

3) Низко лежащие слои дымки или тумана указывают на наличие инверсии.

4) Для обнаружения инверсии могут использоваться дымовой факел или устройство, выпускающее клубы дыма, например окуриватель для пчел. Если дым не поднимается вообще или поднимается, а затем остается на одном уровне, это свидетельствует о наличии инверсии.

5) Резкое изменение ветра с высотой, по-видимому, следует ассоциировать с инверсией; это также может быть обнаружено с помощью клубов дыма или наблюдения за наполненным гелием аэростатом

Инверсии непостоянны. Прежде всего их разрушает солнечное тепло. Инверсии, сформировавшиеся на границах антициклонов разрушаются благодаря широко распространенному вертикальному движению атмосферы. На границах антициклонов обычно опускаются большие воздушные массы. Они обладают большой массой и инерцией. Воздух ведет себя как своего рода пружина. Фаза сжатия сменяется обратным процессом – подъемом воздуха. Это ведет к подъему инверсии и ее исчезновению. В результате инверсия ведет себя, как широкий батут, который как бы «проминается» под излишней массой воздуха в антициклоне и затем медленно возвращается в первоначальное положение.

Инверсию температуры можно характеризовать высотой нижней границы, т. е. высотой, с которой начинается повышение температуры, толщиной слоя, в котором наблюдается повышение температуры с высотой, и разностью температур на верхней и нижней границах инверсионного слоя — скачком температуры.

По высоте все тропосферные инверсии можно разделить на инверсии приземные и инверсии в свободной атмосфере.

Приземная инверсия начинается от самой подстилающей поверхности. Над открытой водой такие инверсии наблюдаются редко. У подстилающей поверхности температура самая низкая, с высотой она растет, причем этот рост может распространяться на слой в несколько десятков и даже сотен метров. Затем инверсия сменяется нормальным падением температуры с высотой.

Инверсия в свободной атмосфере наблюдается в некотором слое воздуха, лежащем на той или иной высоте над земной поверхностью, основание инверсии может находиться на любом уровне в тропосфере, однако наиболее часты инверсии в пределах нижних 2 км. Толщина инверсионного слоя также может быть самой различной — от немногих десятков до многих сотен метров. Наконец, скачок температуры на инверсии, т. е. разность температур на верхней и нижней границах инверсионного слоя, может колебаться от  $1^{\circ}\text{C}$  и меньше до  $10\text{—}15^{\circ}\text{C}$  и больше.

Слишком сильная турбулентность неблагоприятна для образования и сохранения инверсии, так как охлажденный воздух будет ею быстро рассеиваться.

## **Приземные инверсии**

Для образования приземных инверсий особенно благоприятны ясные ночи со слабым ветром. Такие условия погоды характерны для антициклонов и весной и осенью могут привести к ночным заморозкам. Явление заморозков, как правило, связано с образованием приземной инверсии.. С приземными инверсиями связаны также так называемые поземные

С восходом Солнца приземная инверсия радиационного типа разрушается, так как ночное охлаждение почвы сменяется прогреванием.

Рельеф местности может усиливать инверсию. Так, охлаждение воздуха в ясную погоду особенно велико в котловинах, откуда выхоложенный воздух не находит выхода.

Весной теплый воздух, текущий над снежным покровом, охлаждается, потому что тепло идет на таяние снега. Над поверхностью тающего снежного покрова возникает так называемая снежная или весенняя инверсия. Если ветер достаточно сильный, то вследствие турбулентности эта инверсия обнаруживается не у самой земной поверхности, а на некоторой высоте.

Над полярными льдами приземные инверсии часты и летом. В это время они связаны с охлаждением воздуха над тающим льдом. Вместо инверсии может наблюдаться также состояние, близкое к изотермическому, т. е. с вертикальными градиентами температуры, близкими к нулю.

## **Приподнятые инверсии**

Приподнятые инверсии, т. е. инверсионные слои в свободной атмосфере, возникают преимущественно в устойчивых антициклонах как над сушей, так и над морем, и наблюдаются над большими территориями на протяжении длительных периодов.

Большинство инверсий в свободной атмосфере являются инверсиями оседания. Они возникают вследствие нисходящего движения воздуха и его адиабатического нагревания. Инверсии оседания образуются именно в устойчивых воздушных массах антициклонов, где воздух обладает нисходящими составляющими движения. При этом решающее значение имеет наличие максимума оседания в свободной атмосфере. Опускаясь вниз, оседая вследствие горизонтального растекания, атмосферный слой в то же самое время сжимается вследствие повышения давления.

Инверсии оседания покрывают обширные территории в соответствии с размерами антициклонов, в которых они возникают. Особенно велики инверсии оседания в зимних устойчивых антициклонах над материками умеренных широт. Почти постоянно инверсии или изотермии наблюдаются в нижних двух километрах в зоне пассатов на обращенной к экватору периферии субтропических антициклонов.

## **Заключение**

Инверсию температуры можно характеризовать высотой нижней границы, т. е. высотой, с которой начинается повышение температуры, толщиной слоя, в котором наблюдается повышение температуры с высотой, и разностью температур на верхней и нижней границах инверсионного слоя — скачком температуры.

## **Литература**

1. [http://cribs.me/meteorologiya-i-klimatologiya/inversii-temperatury\\_](http://cribs.me/meteorologiya-i-klimatologiya/inversii-temperatury_)
2. <http://3ys.ru/teplovoj-rezhim-atmosfery-i-atmosfernaya-tsirkulyatsiya/inversii-temperatury.html>

## **Радиационный режим атмосферы и его влияние на поверхность земли**

Нестерович А.А.

Белорусский национальный технический университет

## **Введение**

Источники тепла. В жизни атмосферы решающее значение имеет тепловая энергия. Главнейшим источником этой энергии является Солнце. Что же касается теплового излучения Луны, планет и звезд, то оно для Земли настолько ничтожно, что практически его нельзя принимать во внимание. Значительно больше тепловой энергии дает внутреннее тепло Земли. По вычислениям геофизиков, постоянный приток тепла из недр Земли повышает температуру земной поверхности на  $0^{\circ},1$ . Но подобный приток тепла все же настолько мал, что принимать его в расчет также нет никакой необходимости. Таким образом, единственным источником тепловой энергии на поверхности Земли можно считать только Солнце.

## **Солнечная радиация**

Солнце, имеющее температуру фотосферы (излучающей поверхности) около  $6000^{\circ}$ , излучает энергию в пространство во всех направлениях. Часть этой энергии в виде огромного пучка параллельных солнечных лучей попадает на Землю. Солнечная энергия, дошедшая до поверхности Земли в виде прямых лучей Солнца, носит название прямой солнечной радиации. Но не вся солнечная радиация, направленная на Землю, доходит до земной поверхности, так как солнечные лучи, проходя через мощный слой