

Министерство образования и науки Российской Федерации

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра метеорологии и климатологии

Характеристика задерживающих слоев в Пензе в зимний период

АВТОРЕФЕРАТ ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ

студентки 6 курса 621 группы _____

специальности 020602 Метеорология _____

 географического факультета _____

 Шевченко Евгения Сергеевича _____

Научный руководитель

доцент, к.г.н. _____ С.Н. Лапина

Зав. кафедрой

д.ф.-м.н. _____ М.Б. Богданов

Саратов 2016

Введение. Важность изучения задерживающих слоев в атмосфере изучалась многие годы. Задерживающие слои в атмосфере носят очень большой интерес к окружающей среде.

Изменение температуры воздуха с высотой в пограничном слое атмосферы обуславливается взаимодействием атмосферы с подстилающей поверхностью. С удалением от подстилающей поверхности температура воздуха уменьшается. Однако в нижнем слое атмосферы очень редко наблюдается плавное падение температуры с высотой. Часто убывание температуры нарушается наличием слоев изотермии и инверсии. Эти слои в термодинамическом отношении обладают большой устойчивостью и препятствуют развитию восходящих движений, т. е. являются задерживающими. В воздушной массе, сместившейся на холодную поверхность, устанавливается инверсионное или изотермическое распределение температуры. При этом начинается конденсация водяного пара от земной поверхности и распространяется до верхней границы инверсии и может образоваться туман или дымка. Особенно важную роль эти слои играют в загрязнении воздуха. Они гасят восходящие движения, и все примеси скапливаются в тонком слое под ними, в результате чего сильно возрастает концентрация вредных веществ, что и приводит к наиболее опасным смогам. Задерживающие слои существенным образом влияют на распределение влаги и примесей в воздухе в пограничном слое атмосферы. Поэтому исследования задерживающих слоев представляются актуальными, особенно если учесть, что с ростом городов увеличивается количество выбрасываемых в атмосферу примесей от промышленных предприятий и автотранспорта.

Изучение задерживающих слоев в конкретных районах имеет практическое значение. Прогнозируя синоптическую обстановку, при которых наиболее возможны инверсии и застойные ситуации, а, следовательно, и

наибольшая вероятность повышения в нижних слоях атмосферы концентраций вредных примесей.

Имея такой прогноз, промышленные предприятия могут уменьшить количество выбросов в атмосферу.

В работе дана характеристика инверсий в Пензе в зимние сезоны 2009-2012 годов и рассмотрена их повторяемость, мощность, интенсивность и изменение ветра от земли до верхней границы приземных задерживающих слоев. Для этого были использованы данные радиозондирования по Пензе в зимние сезоны 2009-2012 в 00 ч по Гринвичу.

Основное содержание работы. Характеристика и причины образования задерживающих слоев в атмосфере. По средним данным тропосфера характеризуется плавным убыванием температуры с высотой. Однако весьма часто убывание температуры нарушается наличием слоев изотермии и инверсии. Эти слои в термодинамическом отношении обладают большой устойчивостью и препятствуют развитию восходящих движений, т. е. являются задерживающими [1].

По высоте все тропосферные инверсии можно разделить на инверсии приземные и инверсии приподнятые.

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

Приподнятая инверсия наблюдается в некотором слое воздуха, лежащей на той или иной высоте над земной поверхностью. Основание может находиться на любом уровне в тропосфере; однако наиболее часты инверсии в пределах нижних 2 км (если не говорить об инверсиях в тропопаузе, собственно уже не тропосферных). Толщина инверсионного слоя также может быть самой

различной – от немногих десятков до сотен метров. Наконец, скачок температуры на верхней и нижней границах инверсионного слоя, может колебаться от 1°C и меньше до 10 – 15°C и больше.

Бывает и так, что инверсия непосредственно переходит в вышележащую изотермию. Нередко над тем или иным районом наблюдается две (или больше) инверсии, разделенные слоями с нормальным убыванием температуры [1].

Также было рассмотрено:

1.1 Приземные инверсии

1.2 Приподнятые инверсии

Физико-географическая и общая климатическая характеристика

Пензенской области. Было рассмотрено:

2.1 Физико-географическое положение Пензенской области

2.2 Климат Пензенской области

Характеристика задерживающих слоев в Пензе в зимнем сезоне

Исследования задерживающих слоев по литературным источникам.

Для городов наибольшую опасность представляют застои воздуха. За характеристику «застоя» воздуха принимается приземная инверсия температуры при скорости ветра 0-1 м/с. При слабом ветре радиационные факторы способствуют более резкому выхолаживанию земной поверхности, в связи, с чем возрастает интенсивность приземных инверсий. Застои обычно связаны с крупномасштабными атмосферными процессами, чаще всего с антициклонами. В такие периоды в большом слое атмосферы наблюдаются слабые ветры, формируются приземные радиационные инверсии температуры. Инверсии температуры в сочетании с различными скоростями ветра может усиливать опасные накопления примесей или создать условия для их рассеивания. Данные о повторяемости застоев очень важны для оценки потенциала загрязнения воздуха.

Инверсии, образуемые на некоторой высоте от поверхности земли, создают преграду для вертикального воздухообмена. Увеличение наземной концентрации примеси от выбросов высоких источников в этом случае существенно зависит от высоты расположения нижней границы инверсии над источником и от высоты самого источника.

Если инверсионный слой располагается непосредственно над трубой, то создаются аномальные весьма опасные условия загрязнения из-за ограничения подъема выбросов и препятствий для проникновения их в верхние слои атмосферы. Увеличение максимальной концентрации примеси у земли в этих условиях составляет примерно 50-70%. Если слой ослабленной турбулентности расположен на достаточно большой высоте от источника (200 м и более), возрастание приземной концентрации примеси будет велико. С ростом расстояния от источника влияние задерживающего слоя возрастает. В то время слой инверсии температуры, расположенный выше уровня выбросов, будет препятствовать переносу примесей к земле [2].

Для городских условий при наличии большого числа низких источников выбросов опасные условия накопления примесей создаются при приподнятых и приземных инверсиях, поскольку и те другие приводят к ослаблению вертикального рассеивания и переноса примесей. При наличии инверсионного слоя содержание пыли и газовых примесей выше на 10-60% по сравнению с условиями отсутствия инверсий, и концентрация сажи возрастает до 90%. Большое значение имеет интенсивность и вертикальная протяженность слоя инверсии. Эти факторы могут оказаться особенно важными в тех районах, где высока повторяемость интенсивных инверсий, захватывающих весь пограничный слой атмосферы [3].

На кафедре метеорологии климатологии Саратовского университета в разные годы проводились исследования особенностей распределения температуры в нижней тропосфере. Из исследований Ц.А. Кантер и В.И. Романова [5] видно, что в рассматриваемый ими период почти не было ни одного случая, когда бы не наблюдались один или несколько слоев инверсии не

зависимо от времен года. В Саратове за три года наблюдений [5,6], в слое от земли до 5 км наблюдалось 2506 задерживающих слоев, причем 641 из них от уровня земли, остальные – с различных других уровней.

Методика исследования задерживающих слоев в Пензе. Результаты исследования. Целью настоящей работы является выделение задерживающих слоев в тропосфере над Пензой по данным за зимние сезоны: 2009-2010, 2010-2011 и 2011-2012 гг. Для обработки использовался материал зондирования атмосферы по ежедневным данным за 00 ч. Из массива данных были выбраны даты, когда наблюдались инверсии. Из таблиц радиозондирования выписывались параметры этих задерживающих слоев.

К задерживающим относились все типы слоев с инверсионным распределением температуры по высоте. Они подразделялись на приземные (ПЗС) и приподнятые, начинающиеся с некоторой высоты [1].

В качестве основных параметров задерживающих слоев помимо повторяемости рассматривались:

- a) мощность – толщина слоя между уровнями начала и конца инверсии (изотермии);
- b) интенсивность инверсий – разность температур на верхней и нижней границах, т. е. вертикальный градиент температуры;
- c) изменение ветра от земли до верхней границы ПЗС.

В дипломной работе анализировались данные только нижнего трехкилометрового слоя тропосферы. Всего было рассмотрено 271 радиозондовый подъем за зимние сезоны: 2009-2010, 2010-2011 и 2011-2012 гг. Из них в 285 случаях наблюдались инверсии, а связано это с тем, что в некоторые дни наблюдалась, как и приземная, так и приподнятая инверсия. Исходя из моих расчетов в зимние сезоны количество приземных инверсий было больше, а именно в 58% случаев наблюдались ПЗС и 42% случаев приходится на приподнятые задерживающие слои, соответственно. Связано это с тем, что зимой подстилающая поверхность, очень сильно охлаждается и

происходит радиационное выхолаживание. Самое большое количество случаев приземных инверсий температур приходится на зимний сезон 2011-2012 г. Важным показателем задерживающих слоев является их мощность. Исходя из моих расчетов величина мощности может быть различной: от менее 100 м до более 500 м. Наибольшее число случаев (70%) приходится на мощность 500 м и более.

Основной характеристикой задерживающих слоев является их интенсивность, которая определяется разностью температур по верхней и нижней границе инверсионного слоя. Исходя из моих расчетов величины контрастов температур в Пензе за зимние сезоны составляют от менее 3°C до более 10°C, почти с равным распределением количества случаев. Другими словами, приземные и приподнятые инверсии могут быть, как и с глубокой интенсивностью, так и с не очень.

Так же рассматривалось число случаев изменения ветра от поверхности земли до верхней границы приземных инверсий в Пензе за рассматриваемый период. Рассмотрены следующие варианты: усиление, ослабление и без изменений. В 92% случаев ветер с высотой усиливался.

Заключение. На основании проделанной работы можно сделать следующее заключение: изучение задерживающих слоев для любого региона, важно т.к. с ними в атмосфере связано образование низкой облачности, туманов, дымки и главное накопление опасных загрязняющих веществ. В зимние сезоны 2009-2012 гг. в Пензе общее число приземных и приподнятых инверсий составило 285 случаев, что несколько превысило число зондирований, т.к. в ряде случаев одновременно наблюдались приземная и приподнятая инверсия. Тем не менее количество случаев приземных инверсий составило 58%, что на 16% выше, чем приподнятых. Мощность инверсий колебалась от 100 м до 500 м и выше. Вероятность последних является наибольшей, т.е. в 70% случаев. Глубина, т.е. контраст между нижней и верхней границей колеблется с равной степенью вероятности (20-29%) от менее 3°C до 10°C и более. Ветер в слое инверсий в

данные сезонны в 92% случаев усиливался от штиля у поверхности земли до максимального 20-25 м/с.

Глубокие инверсии наблюдались в холодных антициклонах, когда Пенза часто находилась или в центре антициклона или на его периферии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Хромов, С. П. Метеорология и климатология / С.П. Хромов, М.А. Петросянц. М.: Изд-во МГУ, 2006. 450 с.

2 Матвеев, Л.Т. основы общей метеорологии / Л.Т. Матвеев. Л.: Изд-во Гидрометеиздат, 1965. 617 с.

3 Тверской, П.Н. Курс метеорологии / П.Н. Тверской. Л.: Изд-во Гидрометеиздат, 1951. 689 с.

4 Данные радиозондирования [Электронный ресурс]: URL: <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html> (дата обращения 09.06.2016). Загл. с экрана. Яз.рус.

5 Кантер, Ц.А. Задерживающие слои в нижней половине тропосферы над Нижнем Поволжьем / Ц.А. Кантер, В.И. Романов // Вопросы климата и погоды Нижнего Поволжья. Саратов: Изд-во СГУ, Вып. 3 (10). С. 43-51.

6 Кантер, Ц.А. Стратификация нижнего слоя атмосферы над Саратовом по данным 1973 г. / Ц.А. Кантер, Н.Ю. Сурков, В.П. Суслов // Вопросы климата и погоды Нижнего Поволжья. Саратов: Изд-во СГУ, Вып. 4(11). 1975. С. 55-62.

7 Природно-реакционные ресурсы Пензенской области [Электронный ресурс]: URL: <http://www.kved.ru/php/content.php?id=1299> (дата обращения 10.05.2016). Загл. с экрана. Яз. рус.

8 Географическая характеристика Пензенской области [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bg-znanie.ru/article/php?nid=10945> (дата обращения 10.05.2016). Загл. с экрана. Яз. рус.

9 Жаков, С.И. Природа Пензенской области / С.И. Жаков. Саратов: Изд-во СГУ, 1970 г. С. 10-15.

10 Курицын, И.И. Климат Пензы / И.И. Курицын. Л.: Изд-во Нева, 1988. 81 с.

11 Курицын, И.И. География Пензенской области / И.И. Курицын, Н.А. Марденский. Пенза: Изд-во ПГПУ, 1991. 105 с.

12 Куприянов, В.В. Климат / В.В. Куприянов // Пензенская энциклопедия. М.: Научное издательство «Большая Российская энциклопедия», 2001. С. 238-240.

13 Куда едем? Пенза [Электронный ресурс]: URL: <http://www.wisetravel.ru/> (дата обращения 11.05.2016). Загл. с экрана. Яз. рус.

14 Географическая энциклопедия. М.: ИДДК, 2004. 620 с.

15 Туризм. Пензенская область [Электронный ресурс]: URL:<http://www.turizm.58ru> (дата обращения 12.05.2016). Загл. с экрана. Яз. рус.

16 Михеев, В.А. Климатология и метеорология: учебное пособие / В.А. Михеев. Ульяновск: Изд-во УлГТУ, 2009. 50 с.

17 Безуглая, Э.Ю. Инверсии нижней тропосферы и их влияние на загрязнения воздуха в Москве / Э.Ю. Безуглая // Тр. ГГО, 1968. Вып. 207. С. 202-207.

18 Метеорологические аспекты загрязнения воздуха в Саратове / Под редакцией Е.А. Полянской. Саратов: Изд-во СГУ, 1998. 64 с.

19 Лапина, С.Н. Сравнительная оценка повторяемости задерживающих слоев в пограничном слое атмосферы над Саратовом // С.Н. Лапина, Е.А. Полянская, Г.А. Пужлякова, Л.М. Фетисова, Н.В. Фомина // Климат, мониторинг окружающей среды, гидрометеорологическое прогнозирование и

обслуживание: Тезисы докладов Всероссийской научной конференции. Казань: Изд-во «Унипресс», 2000. 252 с.

20 Пензенская область [Электронный ресурс]: URL: <http://www.inpenza.ru/nature/physiographic-regions.php> (дата обращения 03.06.2016). Загл. с экрана. Яз. рус.

21 Инверсии температур [Электронный ресурс]: URL: <http://3ys.ru/teplovoj-rezhim-atmosfery-i-atmosfernaya-tsirkulyatsiya/inversii-temperature.html> (дата обращения 20.05.2016). Загл. с экрана. Яз. рус.

22 Ключовская, О.О. Характеристика задерживающих слоев в Пензе в летний период // Дипломная работа. Архив кафедры. Саратов, 2015. 74 с.

23 Гидрометцентр России [Электронный ресурс]: URL : <http://www.meteoinfo.ru/mapsynop.html> (дата обращения 14.06.2016). Загл. С экрана. Яз. рус.