

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ
ОДЕССКИЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

МЕТЕОРОЛОГИЯ, КЛИМАТОЛОГИЯ И ГИДРОЛОГИЯ

Межведомственный научный сборник Украины

Основан в 1965 г.

ВЫПУСК 32

Одесса
Издательство "МИДИНА"
1995

УДК 551.5+551.49

Для специалистов метеорологов, гидрологов, океанологов и агрометеорологов, а также для аспирантов и студентов гидрометеорологических институтов и географических факультетов университетов.

Главный редактор : д-р геогр. наук, проф. Е. Д. Голченко ;

Ответственные за выпуск :

д-р физ.-мат. наук, проф. В. А. Шнайдман;

д-р техн. наук, проф. Е. П. Школьный;

д-р геогр. наук Полевой А.Н.;

Адрес редакционной коллегии : 270016, Одесса, ул. Львовская
15, гидрометеорологический институт, тел. 63-63-08.

Сборник научных трудов

Министерство образования Украины

Одесский гидрометеорологический институт

МЕТЕОРОЛОГИЯ, КЛИМАТОЛОГИЯ И ГИДРОЛОГИЯ

Межведомственный научный сборник, основан в 1965 г.

Выпуск 32

Редактор Евсева Л.П.

Технический редактор Холодов А.Н.

Корректоры Гребеновская Э. А., Власова Е.Л.

Сдано в набор 20.10.95 Подп.в печать 26.12.95. Формат
60x84,16. Бум.офсет.Усл.печ.лист 8,72. Обл.-изд.лист
10,48. Изд. N 3695, Изм.N

Свидетельство о гос.регистрации N 05591690 от 23.04.94

1805040400-031

М Без оглашения

224-95

© Одесский
гидрометеорологический
институт, 1995

ключом к нему являются надежные данные наблюдений с достаточно большой дискретностью. Сходная проблема состоит в усвоении данных наблюдений над акваторией Черного моря.

Вместе с тем проведенные исследования указывают на перспективность применения численной модели АПС [3] для восстановления пространственно-временной структуры мезомасштабного АПС в прибрежных районах, в частности, в задачах исследования циркуляционного и турбулентного режима Одесской области и приложениях экологического характера.

Список литературы. 1. Зилитинкевич С.С. Динамика пограничного слоя атмосферы. -Л.:Гидрометеоиздат, 1982.- 290 с. 2. Оке Т.Р. Климаты пограничного слоя / Пер. с англ. под ред А.С.Дубова. - Л.:Гидрометеоиздат, 1982.- 360 с. 3. Тарнопольский А.Г., Шнайрман В.А. Моделирование пограничного слоя атмосферы для городской застройки и пригородной зоны. - Метеорология и гидрология. - 1991. - No.1.- С.41-49.

УДК 551.510.52

Степаненко С.Н., доц.,

Холодов А.Н., асп.,

Одесский гидрометеорологический институт

ТУРБУЛЕНТНО-ЦИРКУЛЯЦИОННЫЙ РЕЖИМ ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ НАД ТЕРРИТОРИЕЙ УКРАИНЫ ДЛЯ ТИПОВОЙ СИНОПТИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ

Для получения более полного спектра результатов работы пакета BLA /1/ необходимо получение количественных характеристик для различных синоптических ситуаций. В данной статье производится анализ результатов для одного из синоптических процессов протекавших над территорией Украины. Начало рассматриваемого периода - 7 декабря 1993

года, завершение - 14 декабря. Синоптическую ситуацию, развивавшуюся в течение этого срока, можно отнести к типу II /2/, когда происходит перемещение циклонов с Северной Атлантики на восточные территории Европы вдоль 50 градуса северной широты. Размеры района, для которого производились расчеты, имеют 18 градусов с запада на восток и 9 градусов с юга на север. Координаты левого нижнего угла этой области -22 град. вост. долготы и 44 град. северной широты.

Необходимо отметить как получалась входная информация для расчетов системы BLA. Исходные массивы, являющиеся основой для расчетов, получены из данных объективного анализа за указанный временной интервал с 7 по 14 декабря. Первоначально эта информация (приземное давление, геопотенциал на высотах, температура, дефицит точки россы и тд.) имеет шаг 2.5 градуса по широте и долготе. В проводимых исследованиях для входной информации принят шаг сетки 1 градус, т.е. данные объективного анализа, имеющие шаг сетки 2.5 градуса, интерполировались в массивы с шагом 1 градус. В таком виде и использовалась входная информация объективного анализа.

Для того, чтобы как можно меньше сказывались погрешности интерполяции вблизи границ, был выбран входной размер массива значительно больше того размера сетки, в которую проводилась интерполяция. Эта более крупная по охвату территории выборка получила наименование "Ограниченный Массив" /1/. Географически это район от 5 до 55 град. восточной долготы и от 35 до 70 град. северной широты, охватывающий почти всю территорию западной Европы. Данные с этого района использовались для подготовки входной информации для комплекса BLA и проведения компьютерного анализа результатов /1/ уже для территории охватывающей район Украины.

Рассматриваемый временной период (7.12.93 - 14.12.93) характеризуется активной циклонической деятельностью над северной частью Европы и влиянием этих процессов на формирование термобарических полей над районом Украины. 7 декабря доминирующее влияние над рассматриваемой территорией еще оказывает северная периферия области высокого давления, смещающейся на юго-восток. Максимальное значение представлено изобарой 1030 гПа. Давление понижается к северо-западу до 1017 гПа, где уже начинает сказываться

влияние циклонических процессов, протекающих севернее. Изобарическая поверхность АТ-850 также отображает понижение геопотенциала с юго-востока на северо-запад, где уже идет понижение изогипс и повышение градиентов. Динамику смены барических полей хорошо отображают поля динамической скорости VD и турбулентного потока тепла QT . Так поле динамической скорости имеет свои максимумы значений (0.5 м/с) в западных районах, откуда идет перемещение области низкого давления и соответственно барические градиенты здесь выше, чем над остальной территорией. Аналогично и поле QT представлено максимальными значениями в западной части карты. Максимальное значение отражает изолиния -2.2 Вт/м^2 . Эти характерные черты полей свидетельствуют об активности термодинамических процессов, протекающих над районами смены барических полей, - вытеснение антициклональной области надвигающейся южной периферией развивающегося циклона.

Поля ветра отображают преобладание над всей территорией переноса с юга на север и лишь в юго-восточной области можно отметить поворот векторов на восток, юго-восток и еще южнее - на запад. Такая антициклональная смена направлений совпадает с перемещающейся областью повышенного давления. По величинам скоростей можно отметить, что на всех высотах (10, 50, 200, 500 и 1000м) максимумы не превышают $7-9 \text{ м/с}$ и области максимальных значения сосредоточены над западными районами, что также говорит о динамике протекающих процессов смены барических образований.

Поля коэффициента турбулентности также отображают наиболее активные процессы в западной части исследуемого района. Возрастание значений идет от $0.5 \text{ м}^2/\text{с}$ на уровне 10м до $14 \text{ м}^2/\text{с}$ на уровне 200м. Географически максимум турбулентности на уровне 200м находится в районе Карпат, что имеет большое значение.

На следующие сутки циклон с центром над Балтийским морем значительно развился и над районами Украины хорошо прослеживается его южная периферия. Минимальная изобара на северо-западе имеет значение 1007 гПа , прослеживается увеличение барических градиентов над центральными и северными районами Украины. Циклон уже хорошо развит по вертикали и на АТ-850 хорошо отображена ложбина, ориентированная с северо-запада на юго-восток. Со смещением

области высокого давления на восток и продвижением южной периферии циклона смещаются и центры повышенных значений динамической скорости и турбулентного потока тепла. Поле VD имеет более высокие значения (максимум - 0.5 м/с) в северной и северо-западных частях. Поле QT максимально в районах с большими барическими градиентами и имеет значение -3.2 Вт/м².

Поля ветра на высотах с продвижением области низкого давления получают преобладающую западную ориентацию и лишь в центральных и восточных районах перенос еще южный.

Турбулентность на нижних высотах (10м) равномерна над всей территорией и не превышает 0.5 м²/с, на высоте 50м можно отметить зоны повышенных значений, сформированных под воздействием термодинамических процессов (на северо-востоке, величины 3-3.5 м²/с) и взаимодействия с подстилающей поверхностью (западные области, величины 2-3 м²/с и 10 м²/с на высоте 200м).

Дальнейший ход атмосферных процессов обуславливает распространение области низкого давления дальше на восток. Минимальное значение наблюдается на северо-западе и равно 996 гПа. Циклон продолжает развиваться, его продвижению на восток способствует широтное расположение ведущего потока на уровне 850 гПа.

Поле динамической скорости имеет в основном равномерную картину над всей территорией с уменьшением значений от западных районов (0.5 м/с) к восточным (0.1 м/с). Новые воздушные массы, приносимые перемещающимся циклоном, приводят к росту значений QT в западных районах с хорошо отмеченным максимумом -5.7 Вт/м² на северо-западе.

Векторные поля ветра на всех высотах отображают установившийся западно-восточный перенос над всей территорией с поворотом к северу над северо-восточным сектором исследуемой области. Максимумы на всех высотах сосредоточены в юго-западных (до 16 м/с) и северо-восточных (до 8 м/с) районах.

Турбулентность более развита в западных районах, что обусловлено динамикой взаимодействия поступающих воздушных масс с подстилающей поверхностью. Немалую роль играет также термическое взаимодействие натекающего потока с поверхностью земли и с морской поверхностью. Так,

на уровне 10м коэффициент турбулентности имеет максимумы в районах Карпат и над побережьем Черного моря. Значения до $1 \text{ м}^2/\text{с}$ преобладают над всей западной частью Украины с уменьшением значений в восточном направлении. На высотах 50 и 200м турбулентность наблюдается лишь только над западными районами и достигает значений 5 и $13 \text{ м}^2/\text{с}$ соответственно.

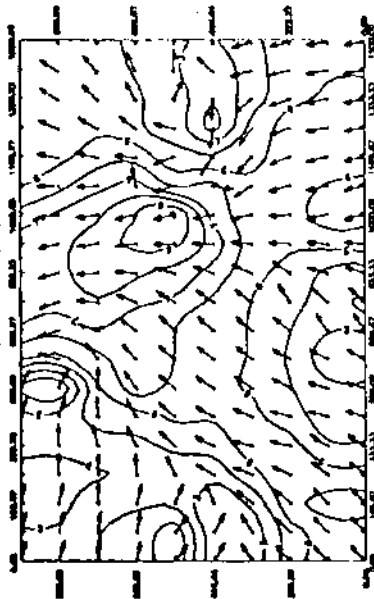
10 января вся территория Украины находилась под влиянием южной периферии циклона. На дальнейший рассматриваемый период циклон становится малоподвижным и территория Украины будет находиться под влиянием южной его части с небольшой изменчивостью барического поля у поверхности земли. Так, 11.12.94 поле давления немного изменило свою картину под влиянием гребня повышенного давления с юго-востока с максимумом 1019 гПа. Расположение минимального значения давления (1002 гПа) географически осталось прежним, что привело к увеличению барических градиентов в центральных и северных районах. Это распространение гребня с юго-востока во многом сформирует термодинамическую структуру приземного слоя атмосферы на эти сутки. На уровне 850 гПа поле геопотенциала не претерпело изменений и сохранило широтную ориентацию с минимумом на северо-западе (1328м) и максимумом на юго-востоке (1509м).

Поле динамической скорости имеет равномерное распределение над всей территорией и максимальные значения в районах с повышенными барическими градиентами. Здесь величины VD достигают $0.5 \text{ м}^2/\text{с}$. Хорошо согласуются с барическим полем и максимумы QT . В центральной части изучаемого района значения достигают величины $-3.2 \text{ вт}/\text{м}^2$.

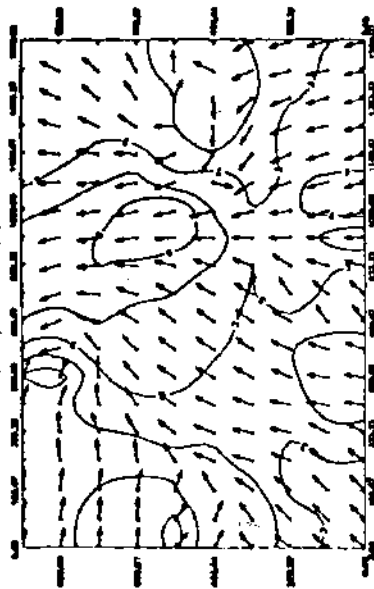
Поле направлений ветра на высотах меняет широтную ориентацию на преобладающую меридиональную с локальной областью резких изменений направления, расположенной над восточными районами Украины. В большой степени это обусловлено воздействием барического гребня, распространяющегося над данным районом. Максимумы значений скорости расположены в центральной части и хорошо видны резкие увеличения скоростей при приближении к восточным районам. Величина максимальной скорости представлена на уровне 200м и имеет значение $13 \text{ м}/\text{с}$ /рис. 4/.

Поля турбулентности претерпели изменения под

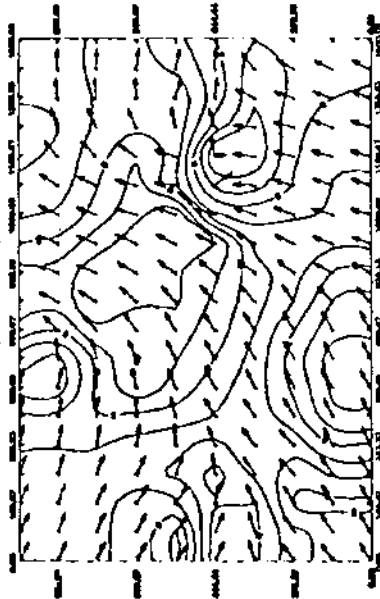
11.12 - $\nabla\phi$ -50m - 1/10/1



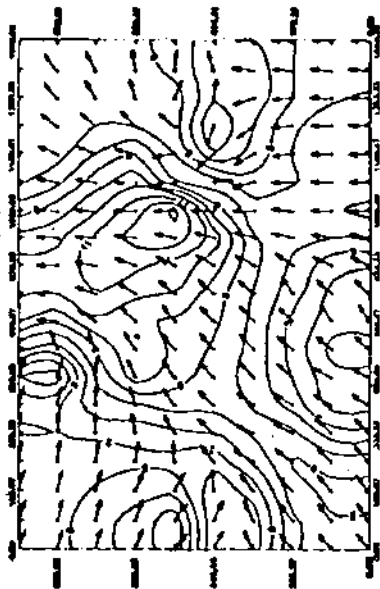
11.12 - $\nabla\phi$ -10m - 1/9/1



11.12 - $\nabla\phi$ -500m - 3/12/1



11.12 - $\nabla\phi$ -300m - 2/13/1



воздействием изменения барического поля. С высотой области коэффициентов турбулентности превышающего нулевые значения, географически ориентированы в районах больших барических градиентов (центральная и северо-восточная часть). Максимальные величины коэффициентов достигают $13 \text{ м}^2/\text{с}$.

На 12 декабря циклон остался малоподвижным над всей территорией Восточной Европы. На следующие сутки циклон начинает смещаться на северо-восток и поле давления и геопотенциала получают широтную ориентацию без существенных барических изменений.

Максимальные величины динамической скорости по-прежнему в западных районах ($0.5 \text{ м}^2/\text{с}$) и постепенно убывают на восток. Поля положительных значений турбулентного потока тепла (до $0.3 \text{ Вт}/\text{м}^2$) сместились с западных в центральные районы, а им на смену пришли воздушные массы, в которых QT достигает максимальных отрицательных значений для всей рассматриваемой области ($-3.2 \text{ Вт}/\text{м}^2$).

Поля ветра имеют наибольшие значения скоростей в у западных границ района ($4-8 \text{ м}/\text{с}$ для высот $10-50 \text{ м}$ и $11-12$ для слоев $200-1000 \text{ м}$). У западных границ ветер преобладает юго-западных направлений. К востоку на всех высотах направление меняется на западное.

Поле турбулентности имеет две области повышенных значений, которые прослеживаются до высоты 1000 м . Первая расположена на юго-западе (с увеличением коэффициентов турбулентности до $33 \text{ м}^2/\text{с}$ на высоте 500 м , выше (на 1000 м) идет уменьшение до $24 \text{ м}^2/\text{с}$). Вторая область турбулентности располагается меридионально над всей центральной частью района от севера к югу. С высотой она распадается на два локальных максимума на севере (до $26 \text{ м}^2/\text{с}$ на уровне 500 м) и юге (до $10 \text{ м}^2/\text{с}$ на 200 м).

Завершается рассматриваемый синоптический период 14.12.94 формированием барического поля широтной ориентации. Минимальные значения отмечаются на северо-западе (1004 гПа), максимальные на юго-востоке - 1025 гПа . Поле геопотенциала отображает устойчивый широтный перенос с аналогичным барическому полю увеличением значений от севера к югу (от 1340 до 1521 м).

Поле VD имеет также широтное распространение максимальных значений ($9.5 \text{ м}^2/\text{с}$), для QT характерно широтное

разрешение области отрицательных значений с двумя максимумами - на западе (-3.2 Вт/м²) и востоке (-2.9 Вт/м²). К северу и югу значения стремятся к положительным.

Для полей ветра также характерна широтная ориентация областей максимальных значений (от 5 до 13 м/с) с двумя максимумами, симметрично расположенными на западе и востоке. Направление ветер меняет от юго-западного (западные области) до постепенного поворота на западное (центральные районы) и возврата к юго-западному, южному направлениям в восточных районах.

Поле турбулентности на низких высотах не имеет больших значений и величины $Kt > 0$ равномерно охватывают всю территорию. Небольшие максимумы (до 3.5 м²/с) наблюдаются на западе и северо-востоке. На высотах 200 и 500 м турбулентность отмечается только в северо-западных районах с максимумом 36 м²/с на высоте 200 м. К высоте 500 м коэффициент турбулентности уменьшается до 7 м²/с.

Таким образом, рассмотренную нами синоптическую ситуацию за период с 7 декабря по 14 декабря 1994 года можно отнести к типу II /2/ когда происходит перемещение циклонов с Северной Атлантики на восточные территории Европы вдоль 50 градуса северной широты. В рассмотренном нами случае можно отметить характерные особенности структуры пограничного слоя атмосферы для данного типа атмосферных процессов с вовлечением воздушных масс различных температурных и влажностных режимов, взаимодействиями с областями повышенного давления на востоке и юге, влиянием подстилающей поверхности и рельефа на формирование структуры ПСА при данном типе синоптических процессов.

Список литературы. 1. Степаненко С.Н., Холодов А.Н. Математическое обеспечение обработки данных объективного анализа метеорологических полей в задаче пограничного слоя атмосферы - Метеорология, климатология и гидрология, 1995, N 31, с. 45-51. 2. Боровская Г.А. Количественные характеристики внутренней структуры АПС для типовых синоптических ситуаций на Украине. -Дисс. на соискание уч. степени кандидата наук, Одесса, 1992, 210 с.