

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ  
ОДЕССКИЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

# МЕТЕОРОЛОГИЯ, КЛИМАТОЛОГИЯ И ГИДРОЛОГИЯ

Межведомственный научный сборник Украины

Основан в 1965 г.

ВЫПУСК 31

Одесса  
Издательство "МИДИНА"  
1995

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

Редакционная коллегия : д-р техн. наук, проф. Е. Д. Голченко (отв. ред.); д-р физ.-мат. наук, проф. В. А. Шнайрман. (зам. ред.); д-р техн. наук, проф. Е. П. Школьный;

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

1901000000-294

М ----- 507-95

M211(04)-95

следует производить с полями, полученными по принципу ДОМ.

---

УДК 551.510.52

**Степаненко С. Н.**, доцент,

**Холодов А. Н.**, асп.,

*Одесский гидрометеорологический институт*

**ТУРБУЛЕНТНО-ЦИРКУЛЯЦИОННЫЙ РЕЖИМ  
ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ ПРИ  
РАСПРОСТРАНЕНИИ ОБЛАСТИ ВЫСОКОГО  
ДАВЛЕНИЯ С ЗАПАДНЫХ РАЙОНОВ УКРАИНЫ**

Любое моделирование процессов в гидрометеорологии всегда направлено на получение на основе ограниченного набора фактической информации максимально возможного количества расчетных параметров, которые не только уточняют или объясняют данный ход процессов, но и дают возможность рассмотреть более "объемную" картину явления и сформировать большую расчетную базу для прогнозирования дальнейшего хода процессов. Если в качестве некоторых фактических данных применять модельные данные, задаваемые исследователем, то расчеты по модели дают возможность увидеть, что будет происходить с другими параметрами в данной моделируемой ситуации и следить за динамикой процессов.

Указанное выше показывает лишь часть возможностей комплекса программ ВЛА, для работы которого нужен массив входных данных, получаемый путем объективного анализа стандартной метеоинформации, но результаты работы ВЛА дают широкий спектр расчетных термодинамических величин, который можно анализировать, сопоставлять, применять для дальнейших исследований.

Для расчетов по всему комплексу ВЛА были выбраны

исходные массивы данных за период с 19.01.94 по 31.01.94 включительно. Район исследований имел размеры: 8 точек по долготе и 4 по широте, шаг сетки - 2.5 град., координаты левого нижнего угла - 44 град. сев.широты, 22 град. вост.долготы. Географически этот массив охватывает почти всю территорию Украины, район Карпат с прилегающей к ним западной территорией.

Весь рассмотренный период с 19.01.94 по 31.01.94 и проведенный анализ объективной информации и рассчитанных полей параметров с помощью комплекса BLA позволяет отметить важность получения расчетных параметров внутренней структуры пограничного слоя атмосферы по имеющимся внешним данным и также большую информативность рассчитанных полей. При рассмотрении динамики синоптических процессов в целом без использования и изучения рассчитанных по модели термодинамических полей объяснение происходящих изменений метеовеличин было бы сложным и не имело бы хорошей обосновывающей информативной базы. Такую информацию может предоставлять комплекс BLA.

Модель на базе стандартной информации объективного анализа позволяет получать расчетные поля, после анализа которых (в нашем случае - пространственное распределение динамической скорости, турбулентного потока тепла, коэффициента турбулентности) можно производить количественную оценку динамической и термической трансформации воздушной массы. Анализ полученных результатов совместно с данными объективного анализа также предоставляет возможность более детального рассмотрения происходящих процессов в приземном слое атмосферы, объяснения факторов, влияющих на формирование данных процессов и получения максимально полной термодинамической структуры ПСА в конкретный момент времени.

Важной целью проводимых расчетов является сопоставление и поиск закономерностей формирования термодинамических полей в зависимости от типа синоптических процессов. На данный момент существуют различные классификации атмосферных процессов различного временного и пространственного масштабов [1,

2, 3, 4/. За основу анализа синоптических ситуаций принята работа /4/, как наиболее проработанная для территории Украины. В ней на большом практическом материале (10-летний период) выделены 14 типов и 15 подтипов атмосферных процессов, существенно различающихся по характеру погоды и циркуляции атмосферы у подстилающей поверхности.

Начало рассматриваемого периода характеризуется прохождением области высокого давления над северо-западной частью Украины с давлением у поверхности земли 1030 гПа в районе Карпат. Поле геопотенциала на уровне 850 гПа также имеет выраженный максимум на северо-западе, отмеченный изолинией 1530м. Поле геопотенциала убывает к юго-востоку и над юной частью Азовского моря значения не превышают 1420м.

Обработав входную информацию с помощью комплекса ВЛА, получили поля термодинамических величин на различных уровнях. Для анализа этой составляющей синоптических процессов выбраны величины динамической скорости (VD), турбулентного потока тепла (QT) и значения коэффициента турбулентности на различных высотах. Для рассматриваемого начала периода поля VD и QT показывают образование областей повышенных значений (0.3-0.5 м/с для VD и -8 - -12 вт/м<sup>2</sup> для QT) на западе и юге области, что свидетельствует о влиянии перемещающейся области высокого давления в районе максимальных величин давления и (севернее Карпат) в районе наибольших барических градиентов (над северной частью Черного моря).

При рассмотрении поля ветра на высотах 10, 50, 200, 500 и 1000 метров можно увидеть сформировавшиеся потоки на низких высотах (10-200м) над всей рассматриваемой территорией. Юго-западные ветры, наблюдающиеся севернее Карпат при смещении на восток поворачивают на прямо противоположное направление - северо-восточное. На высоте 500м в южной части региона происходят процессы сходимости западных и юго-восточных воздушных потоков и на схеме хорошо видна эта зона резких смен направлений ветра над территорией Керченского полуострова. Лишь на высоте 1000м поле ветра приобретает устойчивую картину и над всей территорией Украины идет перенос воздушных масс с юг.

запада на северо-восток

Поля турбулентности охватывают обширную южную половину рассматриваемой территории с максимальными значениями около  $15 \text{ м}^2/\text{с}$ , на высоте  $200 \text{ м}$  согласующимися с областью высоких скоростей ветра на этой высоте. В южных районах это можно объяснить увеличением барических градиентов при перемещении области высокого давления на восток, явлениями сходимости воздушных потоков и довольно резкими перепадами скоростей ветра. К высоте  $1000 \text{ м}$  поля турбулентности сглаживаются и значения коэффициентов турбулентности близки к нулю.

На следующие сутки передвижения области высокого давления приводит к изменению приземного барического поля и на северо-западе наблюдается ложбина с осью от Баренцева моря до Карпат и с минимумом  $1018 \text{ гПа}$ , а с юго-востока на север простирается гребень с давлением у основания  $1032 \text{ гПа}$ . Поле геопотенциала на уровне  $850 \text{ гПа}$  позволяет увидеть четко выраженный антициклональный центр на севере (максимальная замкнутая изолиния -  $1538 \text{ м}$ ), который и формирует все поле на этом уровне.

Рассмотрим для данной барической ситуации расчетные поля  $VD$ ,  $QT$ , коэффициента турбулентности. Поле  $QT$  имеет выраженный минимум ( $-2.3/-2.5 \text{ вт/м}^2$ ), соответствующий барической ложбине в приземном давлении. Поля ветра на высотах мало отличаются друг от друга и для всех характерен максимум скорости у южной границы ( $6-9 \text{ м/с}$ ) и преобладание направлений в диапазоне от южного (меридиональная полоса между  $28$  град. и  $35$  град. восточной долготы от Керченского полуострова до северной границы Украины) до юго-западного (над остальной территорией).

21.01.94 поле давления у поверхности земли и геопотенциал на уровне  $850 \text{ гПа}$  имеют ярко выраженную картину широтного западного переноса - устанавливается широтный тип циркуляции с ростом величин от севера к югу. Динамическая скорость не имеет больших максимумов, но превышает нулевое значение по всему району. Значение  $QT$  на северо-западе достигает  $-2.0 \text{ вт/м}^2$  (над Прибалтикой) - востоке. Южные и северные районы имеют значения близкие  $-0.5 \text{ вт/м}^2$ .

Векторные поля ветра на всех рассматриваемых высотах

не имеет существенных отличий от предыдущих суток, но, в свою очередь, поля скоростей больше 5 м/с охватывают всю территорию и происходит развитие области высоких скоростей на востоке (на уровне 1000м скорости >13 м/с).

22 января отмечается распространение области повышенного давления с северо-запада и постепенная перестройка поля давления от прежней выраженной широтной ориентации. Поле геопотенциала на поверхности АТ 850 сохраняет широтную ориентацию и идет повышение значений на северозападе до 1560м.

Расчет полей динамической скорости, турбулентного потока тепла и коэффициента турбулентности не выявил существенных изменений в сравнении с предыдущими сутками и можно считать их аналогичными.

Следующий день (23-е января) по типу барического поля у земли и полю геопотенциала на 850 гПа подобен началу периода (19.01.94) - область высокого давления на северо-западе с замкнутой изобарой 1030 гПа и аналогичная картина на уровне 850 гПа (максимальная изолиния 1551м). VD и QT имеют выраженные максимумы на юго-западе с величинами 0.5 м/с и -3,1 Вт/м<sup>2</sup> соответственно.

Поля скорости и направления ветра на высотах до 1000м почти однотипны: у южной границы района наблюдаются максимумы скоростей в диапазоне 7-12 м/с, в северо-западной части векторы направлений ветра описывают антициклональную циркуляцию, над остальной территорией преобладает перенос с северо-востока на юго-запад и в большей части меридиональный. На высоте 500м прослеживается область сходимости ветра (на линии от Азовского моря до восточных районов Украины), перенос почти полностью становится широтным и на уровне 1000м векторы ветра направлены на северо-восток, сложных флуктуаций нет, максимум скорости 15 м/с наблюдается на юго-западе.

Турбулентность начинает активно развиваться от высоты 200м (максимум - 1.6 м<sup>2</sup>/с) до уровня 500м, где значения коэффициента турбулентности достигают 38 м<sup>2</sup>/с (юг Молдавии, Черноморское побережье). У поверхности земли этот район находится в зоне больших барических градиентов, чем и возможно объяснение повышенной турбулентности. До уровня 1000м зона турбулентности сохраняет прежнее

положение (южная половина района), но значения коэффициентов турбулентности приближаются к нулю, лишь зона максимума имеет еще изолинию  $6 \text{ м}^2/\text{с}$ .

Через сутки синоптический процесс формирует поля приземного давления и АТ-850 без существенных изменений, а для 25 января приземное поле имеет по-прежнему широтную ориентацию и на северо-западе располагается область повышенного давления с максимумом  $1018 \text{ гПа}$ . Поле геопотенциала АТ 850 отображает устойчивый перенос в северо-востока. Значения динамической скорости не превышают величины  $0.5 \text{ м/с}$  по всей территории, значения QT имеет отрицательные значения по всей области (с максимумом  $-8 \text{ вт/м}^2$  над Крымом) и лишь небольшая область слабовыраженного притока энергии в атмосферу (максимум  $4 \text{ вт/м}^2$  над южной частью Азовского моря).

Поля ветра не превышают по скорости  $11 \text{ м/с}$  и перенос имеет ориентацию северных, северо-западных и частично восточных румбов до высоты  $500 \text{ м}$ , где происходит изменение направлений. Преобладают западные (Прибалтика, северо-запад Украины), юго-западные (Балканы) и южные ветры (северо-восточная часть района). Появляется зона неустойчивости со сходимостью ветровых потоков над Крымом и северным побережьем Азовского моря. На высоте  $200 \text{ м}$  турбулентность наблюдается над всей территорией, кроме северо-запада, зоны максимальных значений размещены в южных областях (диапазон максимумов от  $24$  до  $31 \text{ м}^2/\text{с}$ ). На поверхностях  $500$  и  $1000 \text{ м}$  над большей территорией (от центральных районов Украины и на север) не наблюдается турбулентных явлений и постепенно уменьшается турбулентность на юге (на  $500 \text{ м}$  происходит небольшое увеличение максимума до  $4.2 \text{ м}^2/\text{с}$ , на  $1000 \text{ м}$  максимум не превышает  $0.6 \text{ м}^2/\text{с}$ ).

26.01.94 изолинии приземного давления располагаются в широтном направлении и чередуются невелик от юга ( $999 \text{ гПа}$ ) к северу ( $1012 \text{ гПа}$ ). Поверхность АТ-850 дает строго широтное направление изолиний без каких-либо изгибов, высоты от  $1300 \text{ м}$  на юге до  $1440 \text{ м}$  на севере. Почти идентичные поля приземного давления и геопотенциала на АТ-850 могут быть приняты малым откликом рассчитанных динамических характеристик на разных высотах (особенно коэффициента



турбулентности).

Поле  $VD$  не имеет больших перепадов значений над всей территорией и для нее характерно равномерное распределение с небольшими максимумами  $0.45-0.5$  м/с над севером Черного моря и востоком Украины. Поле  $QT$ , в основном, выражено на юго-западе с максимумом  $-1.5$  вт/м<sup>2</sup>. Юго-западный перенос воздушных масс сохраняется на высотах  $10-200$ м, с высоты  $500$ м идет поворот ветра на северное направление и на  $1000$ м - перенос северо-восточный. Коэффициент турбулентности максимально изменяется в слое  $200-1000$ м (зона максимума - на юго-западе, величина на  $200$ м -  $3.0$  м<sup>2</sup>/с, на  $500$ м -  $3.8$  м<sup>2</sup>/с, на  $1000$ м -  $0.6$  м<sup>2</sup>/с).

Область повышенного давления снова перемещается на исследуемый район с запада на следующие сутки с максимальным давлением  $1024$  гПа, находящимся над Польшей. Происходит изменение предыдущей широтной направленности изобар. Аналогично на уровне  $850$  гПа с запада развивается гребень повышенного давления с величиной у основания  $1502$ м. Максимальные значения динамической скорости соответствуют приходу области повышенного давления в западные районы. Интересно отметить появление области положительных значений  $QT$  на юго-западе с величинами  $10-12$  вт/м<sup>2</sup>, что говорит о формировании неустойчивой стратификации в этом районе.

Поле ветра на высотах  $10$  и  $50$ м имеет четкий антициклональный вид, лишь с высоты  $200$ м происходит установление широтного переноса с некоторыми неустойчивыми полосами (смена направлений ветра в южной части). Векторы ветра на высоте  $1000$ м только северо-восточной ориентации. Развитие поля турбулентности на высотах  $200-1000$ м говорит о наличии условий формирования перемешивания без влияния подстилающей поверхности и вероятно большое значение здесь играет вертикальная неоднородность поля температуры. При рассмотрении карт с полями температуры можно видеть раздел между холодной массой на юге (диапазон от  $-2$  до  $-4$  град.С) и теплой на севере ( $3-6$  град.С). Зона больших значений коэффициента турбулентности по-прежнему сосредоточена на юго-западе со значениями максимумов:  $200$ м -  $4.1$  м<sup>2</sup>/с,  $500$ м -  $3.5$  м<sup>2</sup>/с,

1000м - 0.9 м2/с.

На 28.01.94 антициклональный максимум переместился на северо-восток, максимальная изолиния - 1015 гПа, от нее идет убывание давления к югу до 999 гПа. В поле давления преобладает широтное расположение изобар. Высотное поле 850 гПа имеет широтную ориентацию и также имеет рост значений от юга к северу и максимум 1439м на северо-востоке рассматриваемого района.

Поле VD имеет наибольшие значения на юге (0.4-0.5 м/с). Значения QT снова на всей площади имеет отрицательные значения (от -1 на севере до -17 на юге) и лишь небольшая область положительных (до 6 вт/м2) наблюдается на юго-западе.

В поле ветра хоть и преобладает широтная восточная составляющая, но хорошо видны (особенно на высоте 500м) зоны резких смен направлений ветра (полоса от Балкан до центральных районов Украины) и по мере роста высоты векторы ветра направлены на северо-восток и можно отметить устойчивость этого переноса для высоты 1000м на протяжении рассмотренного периода.

На следующие сутки происходит значительное изменение синоптических факторов - 29 января отмечается сменой ориентации барического поля с преобладавшего ранее широтного на меридиональную ориентацию. С запада начинает свое движение на восток холодная антициклональная масса, приземное давление и поле геопотенциала 850 гПа имеют почти меридиональное расположение изолиний. Максимальное давление 1023 гПа над западными предгорьями Карпат, там же максимальная изолиния на АТ-850 гПа - 1472м.

Поле динамической скорости максимальные значения (0.5 м/с) принимает в западных районах соответствующих приходящей области высокого давления. Подобным образом формируется и поле QT - отрицательные значения вытеснены в восточную часть, а на смену им с запада приходит поле положительных величин (максимум - 13 вт/м2), также согласовывающееся с приходящей антициклональной массой воздуха.

Движение с запада холодной антициклональной массы вызвало коренное изменение поля ветра во всем пограничном слое атмосферы. На большинстве

рассматриваемых высот (10, 50, 200 и 500м) превагирует только западный или северо-западный ветер и векторные поля почти идентичны.

Вид поля турбулентности коренным образом изменился по сравнению с предыдущими сутками, что связано со сменой синоптической ситуации над районом. Максимум перемешивания наблюдается в слое 200-1000м с расположением всей зоны турбулентности над западной половиной района и характерным гребнеобразным распространением на восток. Максимальные значения коэффициента турбулентности достигают значительных величин: на уровне 200м - 3.9 м<sup>2</sup>/с, на уровне 500м - 5.2 м<sup>2</sup>/с и на уровне 1000м идет спад турбулентности (максимум 0.8 м<sup>2</sup>/с), но с прежним размером зоны турбулентности.

Характерный вид полей турбулентности, большие значения максимумов и устойчивость на высотах предполагают тесную связь процессов с движением антициклональной массы на восток.

На следующие сутки вся территория Украины находится под влиянием гребня высокого давления с осью северо-запад/юго-восток. Максимум значения давления достигает величины 1027 гПа над территорией Польши. Поле АТ-850 показывает наличие высокого давления на западе, численная характеристика максимума которого равна 1526м, изолинии имеют меридиональную направленность.

Поле динамической скорости показывает переместившиеся в центральные районы области повышенные значения (0.4-0.5 м/с) и преобладание над остальной территорией значений порядка 0.2-0.3 м/с. Область положительных значений QT с максимумом в 14 вт/м<sup>2</sup> также переместилась в центральные районы, что связано, вероятно, с затоком холодного воздуха глубоко на восток. В южных и западных районах уже наблюдается развитие нисходящих токов в атмосфере и значения QT достигают -13 вт/м<sup>2</sup>.

Поле ветра не претерпело серьезных изменений по виду векторного поля, но по распределению величин скоростей можно определить характерные максимумы в центральной и северо-восточной частях. Скорости в них преобладают 9-11 м/с и их можно проследить на всех высотах. Интересным является тот факт, что дальнейшее изучение поля

турбулентности показывает хорошо проявляемое совпадение расположения максимумов скорости ветра и максимумов коэффициента турбулентности в слоях от 200м до 1000м, где турбулентность получает наибольшее развитие. От уровня 200м и значений коэффициентов до 3.8 м<sup>2</sup>/с турбулентность не уменьшается на высоте 500м (максимум 3.9 м<sup>2</sup>/с) и лишь на высоте 1000м поле сохраняет прежний вид, только лишь диапазон значений становится 0-0 м<sup>2</sup>/с.

Можно сделать вывод, что данное хорошо согласующееся совмещение областей с повышенными скоростями ветра на высотах и областей с максимальной турбулентностью является следствием влияния ветрового поля на развитие неустойчивости в пограничном слое атмосферы. Такая связь отмечается и в предыдущие дни, хотя и не в столь выраженной форме.

31.01.94 являются последними сутками рассматриваемого зимнего периода и этот день в основном завершает развитие синоптического процесса, который мы рассматривали в предыдущие дни. Так, область высокого давления вытеснена на север большой ложбиной, распространяющейся с юга минимальные значения приземного давления этой ложбины составляют 1006 гПа (над югом Крыма). Поле геопотенциала меняется с меридиональной ориентации на широтную, вынос воздушных масс с востока и северо-востока. Диапазон значений от 1338м на юге над Азовским морем до 1486м на северо-западе района (Полтавщина). Поле динамической скорости имеет равномерно распределенные преобладающие значения около 0.5 м/с. Поле же  $\Omega$  для максимальной площади нулевых значений имеет резко выраженный максимум положительных значений, достигающих величины 4.5  $\mu\text{м}^2$ , и расположенный на юго-западе.

Поле ветров в приземном слое в этот день не претерпело больших изменений и слабо выражены максимумы скоростей (7-9 м/с) в южных и юго-западных областях. Экстримовые ветры заметно значительно своего ориентацию в слое 10-200м преобладают по направлению, сила уменьшается в горизонтальном сдвиге и разбросе и уменьшается в 10-20 раз в верхних слоях приземного слоя при этом в слое 100м - больше всего сходимость ветров встречается в юго-западных и южных областях юго-западных областей. Северо-западные и юго-восточные

потоки образуют большую зону неустойчивости с хаотическими направлениями ветра.

Под влиянием этого формируется поле турбулентности с максимумами также на высоте 500м и расположением зоны максимальных коэффициентов турбулентности (до 8.0 м<sup>2</sup>/с), совпадающих с зоной ветровых аномалий на юго-западе. Эта же зона уже проявляется с высоты 200м, где значения достигают 7.5 м<sup>2</sup>/с. Над остальными областями коэффициенты турбулентности близки или равны нулю. На уровне 1000м поле ветра имеет стабильную картину для всего периода и соответственно турбулентность быстро уменьшается - почти все пространство карты показывает отсутствие турбулентности и только на юго-западе постепенно уменьшается (максимум 2.6 м<sup>2</sup>/с) зона активной турбулентности, прослеживаемая на высотах 200 и 500м.

Синоптическая ситуация может быть отнесена к типам VIIIa (первая половина периода) и XIIb (вторая половина периода).

Анализ полученной информации для данной синоптической ситуации позволяет сделать некоторые выводы и количественные оценки по ряду термодинамических параметров, рассчитанных для данного периода. Для полноты количественных оценок необходимо также рассмотрение других типов синоптических ситуаций и проведение комплекса расчетных работ с комплексом ВЛА.

**Список литературы.** 1. Багров Н.А. О классификации синоптических процессов. -Метеорология и гидрология, 1965, № 5, с.22-29. 2. Дроздов О.А. О принципах типизации синоптических процессов. -Труды НИЦ ГУГМС, 1946, серия I, с.25-39. 3. Клименко Л.В. Синоптико-климатическая типизация атмосферных процессов и ее каталог. - Москва, 1976, изд. МГУ, - 108 с. 4. Бондаренко В.Н., Шнайдман В.А. Количественное описание приземного подслоя в модели планетарного пограничного слоя атмосферы. - Труды ИЭМ, 1981, вып.27(100), с.12-22. 5. 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. 6. Боровская Г.А., Лазырина О.М., Шнайдман В.А. Пространственное

распределение характеристик ПСА по территории Украины при типовых синоптических ситуациях. - Одесск. гидромет. ин-т. -Одесса. - Деп. в УкрИНТЭИ, N 1326 - УК 92. 7. Климат Украины / Под ред. Г.Ф. Прихожько, А.В. Ткаченко, В.Н.Бабиченко. - Л.: Гидрометеиздат, 1967, - 413 с. 8. Степаненко С.Н., Шнайдман В.А. Сопоставление результатов обобщения экспериментальных данных и расчетов по трехпараметрической модели планетарного пограничного слоя атмосферы. - Труды ГГО, 1983, вып. 481, с. 144-151. 9. Тарнопольский А.Г., Шнайдман В.А. Усовершенствованная модель планетарного пограничного слоя атмосферы. - Метеорология и гидрология, 1979, N 10, с. 12-22. 10. Шнайдман В.А., Беркович Л.В., Фоскарино О.В. Метод расчета и количественные оценки параметров трехмерной структуры пограничного слоя атмосферы по данным ПГЭП. - Метеорология и гидрология, 1984, N 9, с.98-107. 11. Шнайдман В.А., Бродская Н.С., Трегубова М.В. Вычислительный алгоритм определения характеристик пограничного слоя атмосферы по данным радиозондирования. - Деп. N 866 - ГМ - 89 в ИЦ ВНИИГМИ-МЦД, 1989, - 15 с. 12. Шнайдман В.А., Фоскарино О.В. Моделирование пограничного слоя и макротурбулентного обмена в атмосфере. - Л.: Гидрометеиздат, 1990, 159 с.

---