

4. АНАЛИЗ КАРТ ПОГОДЫ

4.1. Первичный анализ приземных карт погоды

После дешифрирования метеорологической информации и нанесения данных на карту, производится анализ карт погоды. Под анализом подразумевается выполнение определённых операций (например, проведение изобар, изотерм и т.д.).

- **Обработанная синоптическая карта показывает совокупность различных синоптических объектов (объектов погоды)**
- **Ряд последовательных карт погоды показывает синоптический процесс**
- **Анализ карт предполагает использование приёмов сопоставления характеристик погоды, нанесенных на картах погоды**

Сопоставляются значения одной и той же величины в различных пунктах, на разных высотах за один и тот же момент времени; различных метеорологических величин в одном и том же пункте, в разных пунктах, на разных высотах за один и тот же момент времени; метеорологических величин в последовательные моменты времени.

Состояние атмосферы в текущий момент времени находится в тесной связи с её предыдущим состоянием. При обработке карт следует соблюдать историческую последовательность анализа.

Перед обработкой приземной карты погоды следует ознакомиться с историей развития синоптических процессов над данным районом по картам за предыдущие сроки, в частности, с положением циклонов и антициклонов, барических ложбин и гребней, атмосферных фронтов. Эта операция проводится с целью составить представление о наиболее вероятном положении барических образований и атмосферных фронтов на карте, к анализу которой приступают.

4.1.1. Правила оформления приземной карты погоды

На приземной карте погоды проводятся изобары (изолинии атмосферного давления) и изаллобары (изолинии барической тенденции), обозначаются центры циклонов, антициклонов, областей падения и роста давления, выделяются зоны осадков и явлений

погоды, определяется положение атмосферных фронтов, строятся траектории барических образований за предыдущие 12-24 часа.

- *Изобары* на основных синоптических картах масштаба проводятся сплошными плавными линиями чёрного цвета через 5 гПа кратно 5 (например, 1000, 1005, 1010 и т.д.), на картах более крупного масштаба – через 2.5 гПа. Рекомендуется найти на карте самое низкое давление и первую изобару проводить от него.

Изобары должны проводиться без излишней извилистости на основе интерполяции между значениями давления на соседних станциях. При этом учитывается скорость и направление ветра на этих станциях.

При проведении изобар следует помнить следующее:

- На карту наносятся значения давления без сотен и тысяч, но с десятичными долями гПа (995 означает 999.5 гПа, 018 означает 1001.8 гПа).

- На карту погоды наносится не вектор ветра, который показывает, куда дует ветер, а стрелочка с оперением, которая показывает, *откуда дует ветер*.

- В северном полушарии изобара должна проходить так, чтобы станции с более низким давлением оставались всегда слева от направления изобары (или от вектора ветра). В южном полушарии, наоборот, низкое давление располагается справа от вектора ветра.

- Вектор ветра в приземном слое под действием силы трения отклоняется от направления касательной к изобаре в сторону низкого давления под углом около 30-40 над сушей и 10-20 над морем.

- Скорость ветра пропорциональна величине горизонтального барического градиента, поэтому изобары проводятся гуще там, где сильнее ветер.

- В циклонах наблюдается сходимость воздушных потоков от периферии к центру, в антициклоне, наоборот, – расходимость от центра к периферии; вдоль осей барических ложбин (гребней) наблюдается сходимость (расходимость) приземного ветра.

- Каждая изобара надписывается, все надписи следует располагать вдоль широты, незамкнутые изобары надписываются с двух сторон, замкнутые изобары "разрываются" и в промежутке делается надпись.

В горных районах изменение давления на единицу расстояния часто не соответствует наблюдающимся скоростям ветра. По одну сторону хребта может располагаться циклон, по другую – антициклон, т.е. перепад атмосферного давления будет значительным на фоне слабых скоростей ветра. Для условного сохранения непрерывности барического поля, которая нарушена наличием горного хребта, на карте погоды проводятся изобары по

обе стороны горного хребта. Затем однозначные изобары соединяются отрезками – орографическими изобарами (рис. 4.1).

Обычно орографические изобары обозначаются волнистыми линиями. В принципе, в обширных горных районах, таких, как Памир, Тибет, Тянь-Шань, проводить изобары нет большого смысла.

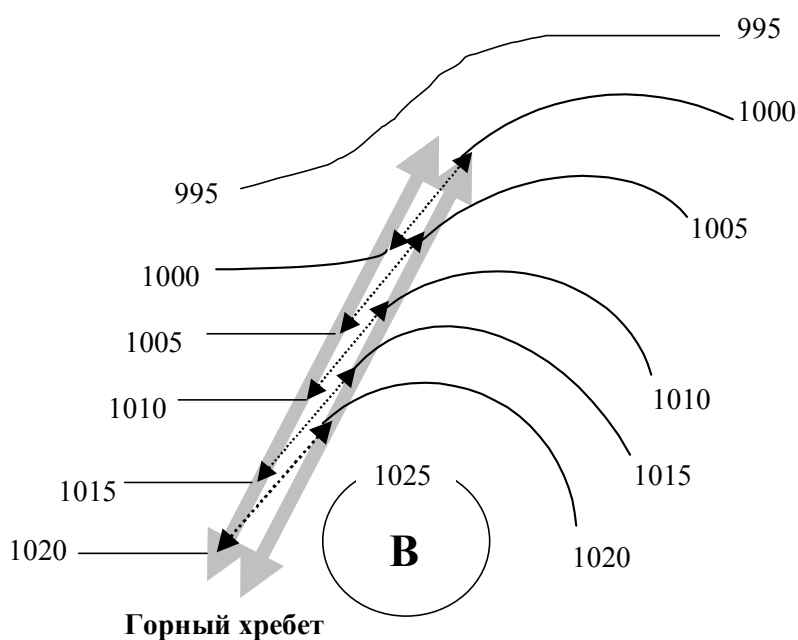


Рис. 4.1. Орографические изобары (обозначены пунктирными стрелочками) на карте погоды соединяют однозначные изобары по обе стороны горного хребта

- *Обозначение замкнутых барических центров на карте погоды.* В центре низкого давления ставится буква **Н** (Низкое), в центре высокого – буква **В** (Высокое). На зарубежных картах изобары проводятся через 4 гПа, центры низкого давления обозначаются буквой **L** (Low), центры высокого – **H** (High, рис. 4.2). Обычно под центром циклона (антициклона) понимается его геометрический центр. В ряде случаев для более точного определения центра можно проводить промежуточные изобары через 1, 2 или 2.5 гПа тонкими сплошными линиями.

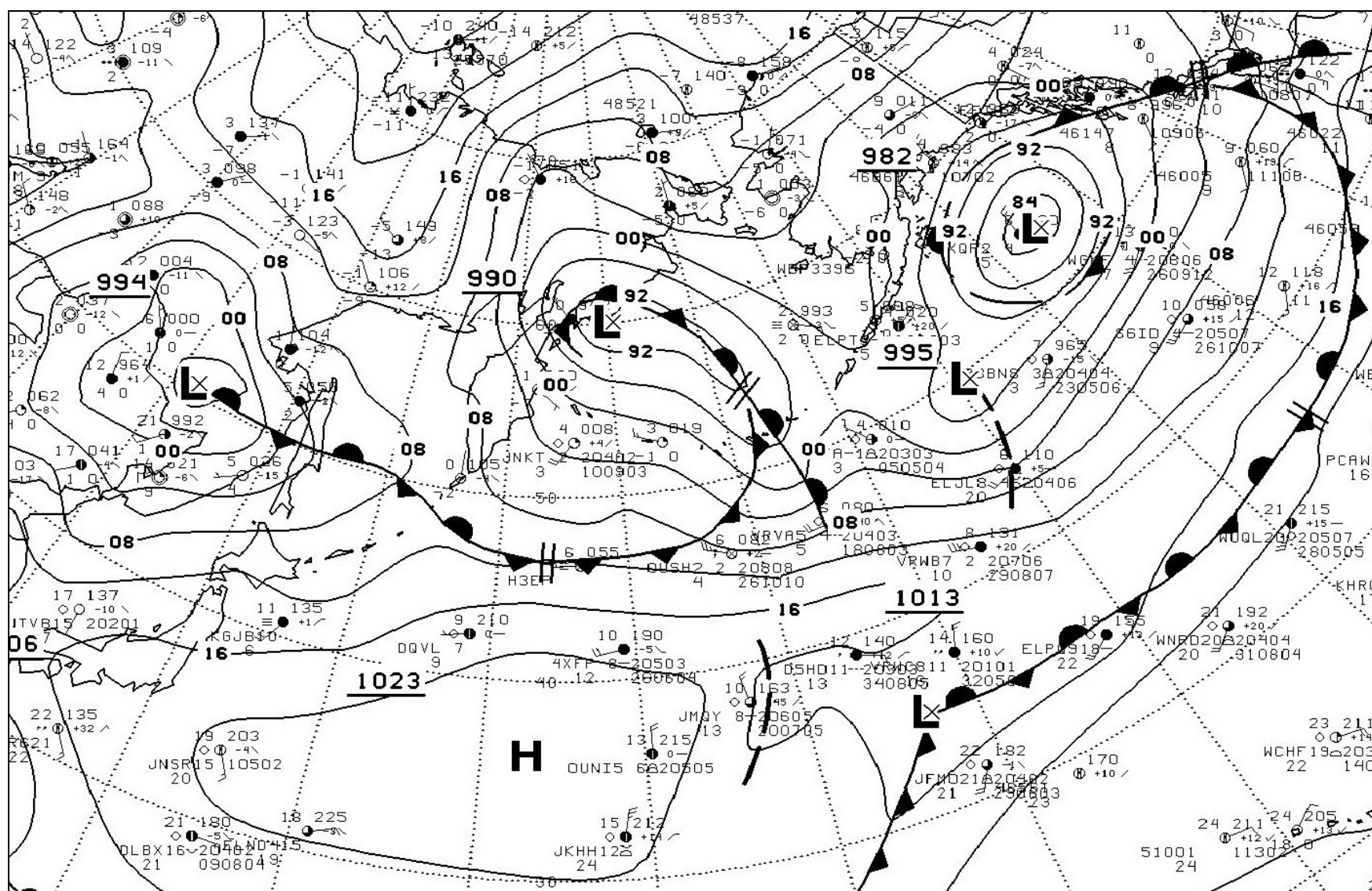


Рис. 4.2. Приземный анализ 14 мая 2001 21 UTC (<http://weather.noaa.gov/pub/fax/PYPA00.TIF>)

- *Изолинии барических тенденций* (изаллобары) проводятся через 1 гПа/3ч тонкими пунктирными линиями чёрного цвета. При сильном изменении давления допускается проведение изаллобар через 2 гПа/3ч. Изаллобары надписываются целым числом гПа/3ч со знаком «+» или «-».

В центре области падения давления ставится «**П**» (падение) красным цветом, в центре области роста – «**Р**» (рост) синим цветом. Правее и внизу возле букв «**П**» и «**Р**» соответственно красным или синим цветом указывается величина максимального изменения давления с точностью до десятых: «**П**_{5,6}» или «**Р**_{5,6}» (знак не ставится).

- «Подъём» карты погоды: *осадки, туманы и другие особые явления погоды* выделяют на картах погоды условными обозначениями. Символы (см. табл. 3.1, 3.2 раздела 3) ставятся слева от кружка станции соответствующим цветом. Эта операция называется «подъёмом карты»:

- ✓ Зелёным цветом на приземной карте погоды обозначается слабый снег в зонах инверсии в срок наблюдения (зелёной звёздочкой), ливневые осадки и грозы в срок наблюдения и в течение последнего часа, зарницы в срок наблюдения, морось в срок наблюдения, гололёд в срок наблюдения и в течение последнего часа;

- ✓ *Обложные осадки* на станции обозначаются зелёным цветом тремя параллельными штриховыми линиями, наклонными вправо (///). Если обложные осадки (из Ns) или туманы наблюдаются более чем на 3-х рядом расположенных станциях, то зону осадков (туманов) обводят зелёной (жёлтой) линией и закрашивают зелёным (жёлтым) цветом.

- ✓ Жёлтым – туманы в срок наблюдения, мглу при видимости менее 2 км;

- ✓ Фиолетовым – пыльные или песчаные бури и вихри в срок наблюдения и между сроками;

- ✓ Красным – смерчи;

- ✓ Синим – граница снежного покрова (звёздочками, разделёнными тире);

- ✓ Чёрным – граница заморозков (┆┆┆┆┆┆┆┆┆┆).









- На основных картах погоды специальными символами (табл. 4.1) отмечаются положения центров для циклонов и антициклонов, осей барических ложбин и гребней за текущий срок и переносится их положение за предыдущие сроки (12 и 24 часа назад).

Под каждым символом в виде дроби указывается число месяца и срок (числитель) и давление в центре (знаменатель). Затем центры каждого барического образования в последовательные сроки соединяются сплошной линией. Эта операция позволяет быстро определить направление перемещения барического центра за прошедшие 12 или 24 ч, а также рассчитать изменения давления в центре (оценить эволюцию барического образования) за прошедший период.

Кроме того, приземные барические центры за текущий срок обозначаются на всех высотных картах. Эта операция очень важна для последующего анализ синоптических процессов, в частности, определения стадии развития барического образования, их последующей эволюции и др.

Таблица 4.1

Условные обозначения барических образований на картах погоды

Обозначение	Барическое образование
	Центр циклона
	Центр вторичного (частного) циклона
	Центр волнового возмущения на фронте (штрихи – по направлению перемещения волны)
	Барическая ложбина (штрих – в направлении оси ложбины)
	Центр антициклона
	Центр вторичного (частного) циклона
	Барический гребень (штрих – в направлении оси гребня)
	Центр седловины

4.1.2. Проведение атмосферных фронтов на картах погоды

На картах погоды выделяют различные типы фронтов (тёплые, холодные, фронты окклюзии – активные, обостряющиеся, слабо выраженные, вторичные, верхние), а также нейтральные и малоподвижные.

- **Атмосферные фронты – это переходные зоны (поверхности раздела в атмосфере) между воздушными массами с различными свойствами**

Фронт на карте погоды – это линия пересечения фронтальной поверхности с поверхностью Земли (приземная карта погоды), либо со стандартной изобарической поверхностью (карты абсолютной топографии).

Определение положения линий атмосферных фронтов производится по комплексу признаков на приземных картах и картах барической топографии при их совместном анализе. Кроме того, учитывается история развития процесса – т.е. принимается во внимание положение циклонов, барических ложбин и фронтов на карте погоды за предыдущие сроки.

Понятие атмосферных фронтов относится к одному из самых сложных в синоптической метеорологии, поэтому их изучению уделяется особое внимание в последующих разделах.

Для каждого типа атмосферных фронтов приняты свои обозначения на картах погоды

- *Основные тёплые фронты* принято выделять красным цветом, либо простым карандашом со сдвоенными зачернёнными полукружками на некотором расстоянии друг от друга, направленными в сторону перемещения тёплого фронта (см. рис. 4.1).

- *Основные холодные фронты* выделяются синим цветом, либо простым карандашом со сдвоенными зачернёнными треугольниками, направленными в сторону перемещения холодного фронта.

- *Фронты окклюзии* выделяются коричневым цветом или лиловым цветом, либо линией, с чередованием расположенных рядом зачернённых треугольника и полукружка. Если определён тип фронта окклюзии –тёплый или холодный, то, соответственно, зачерняется либо полукружок, либо треугольник.

- *Слабо выраженные фронты* выделяются соответствующим цветом пунктирными линиями, либо, при одноцветной печати линиями с одинарными зачернёнными полукружками или треугольниками.

- *Малоподвижные фронты* выделяют либо двойной сине-красной линией, либо простым карандашом линией, где зачернённые полукружки и треугольники направлены в разные стороны и т.д. Если атмосферный фронт на каком-то участке ослабевает

(усиливается), то на этом участке проводятся стрелочки от линии фронта (к линии фронта).

Общие признаки, которые в той или иной степени характерны для атмосферных фронтов на приземных картах:

- Линия фронта проходит вдоль оси барической ложбины;
- Вдоль линии фронта наблюдается сходимость воздушных потоков;
- При переходе через линию фронта значения метеорологических элементов (температуры воздуха, точки росы, влагосодержания, горизонтальной видимости и пр.) меняются скачкообразно: контраст температуры при переходе из одной воздушной массы в другую может достигать 8-10 °С;
- Барические тенденции по обе стороны фронта различаются по величине и по знаку: перед тёплым фронтом располагается замкнутая область падения давления, за холодным фронтом – область роста давления;
- Ветер при прохождении линии фронта всегда поворачивает по часовой стрелке: направление при переходе через тёплый фронт меняется с юго-восточного к южному, юго-западному, при прохождении холодного фронта поворот ветра более заметен – от южного, юго-западного к западному, северо-западному, усиливаясь за холодным фронтом;
- Для каждого фронта имеется характерная для него зона облачности и осадков. Перед тёплым фронтом наблюдаются облака восходящего скольжения (слоистообразные) – Cs, As, Ns, с которыми связаны обложные осадки, перед холодным фронтом – типичны кучево-дождевые облака Cb и ливневые осадки. У фронта окклюзии облака и осадки располагаются по обе стороны.

4.2. Первичный анализ высотных карт погоды

При обработке высотных карт погоды необходимо исходить из текущего синоптического положения. Большие барические градиенты (сгущение изогипс) должны быть на высотных картах там, где имеются большие горизонтальные градиенты температуры, которые связаны с фронтальными зонами.

Небольшие циклонические возмущения и даже молодые циклоны не имеют на высотах замкнутых барических центров. Вместо этого над холодным циклоническим тылом имеется ложбина, по соседству с которой, в передней части циклона на приземной карте находится барический гребень. Окклюдированный циклон в виде замкнутой

системы изогипс прослеживается до больших высот (вплоть до стратосферы, вовлекая в свою циркуляцию даже нижние её слои).

Приземные антициклоны в первых стадиях своего развития не имеют на высотах над своей центральной частью замкнутых изогипс. Зимние холодные антициклоны (типа азиатского) представляют собой низкие образования. Выше 3-4 км над ними имеется уже ложбина или даже высотный циклон.

4.2.1. Правила оформления высотных карт погоды

На картах барической топографии проводят изогипсы (линии равных геопотенциальных высот), изаллогипсы (линии равных изменений геопотенциальных высот за последние 12 или 24 часа), выделяют сухие и влажные воздушные массы.

Обработку высотных карт погоды проводят последовательно, начиная с карт нижних уровней. Первой обрабатывают карту АТ₈₅₀, затем карты АТ₇₀₀, АТ₅₀₀ и т.д.

Оформление карты АТ₈₅₀ не представляет особых затруднений, поскольку барическое поле на высоте 1.5 км не сильно отличается от приземного.

• Основной операцией при обработке основных высотных карт погоды является *проведение изогипс*.

Изогипсы на картах АТ₈₅₀, АТ₇₀₀, АТ₅₀₀ проводят сплошными плавными линиями через 4 геопотенциальных декаметра (гп. дам) кратно 4, например, на карте АТ₈₅₀ – 120, 124, 128 гп. дам и т.д., на карте АТ₇₀₀ – 268, 272, 276 и т.д., на карте АТ₅₀₀ – 532, 536, 540 и т.д. Интервал динамической высоты 4 гп. дам выбран потому что он приблизительно соответствует интервалу давления в 5 гПа, принятому при проведении изобар на приземной карте погоды.

На картах АТ₃₀₀ и на вышележащих поверхностях изогипсы проводят через 8 гп. дам (кратные 8, например, на АТ₃₀₀ – 920, 928 и т.д.).

При проведении изогипс следует помнить следующее:

✓ Направление изогипс, особенно на больших высотах, в отличие от приземной карты, совпадает с направлением ветра на данной изобарической поверхности.

✓ Ветер на высотах близок к так называемому геострофическому ветру (прямолинейное движение воздуха при отсутствии силы трения), но в некоторых случаях он может отклоняться от геострофического. Это происходит:

✓ В области расходимости воздушных течений, где вектор ветра отклоняется вправо от изогипс, или в области сходимости, где вектор ветра отклоняется влево от изогипс;

✓ В горных областях (а на земном шаре горные системы простираются до высот 10000 м) направление ветра также может значительно изменяться, особенно для тех районов изобарических поверхностей, которые лежат ниже хребтов (здесь вообще не имеет смысла проводить изогипсы); здесь играет роль как непосредственное отклонение воздушных течений горами, так и увеличение высоты уровня трения, под влиянием которого вектор ветра, как и в приземном слое, отклоняется в сторону пониженного давления;

✓ В субтропических и тропических широтах равновесие между силами барического градиента и Кориолиса нарушено, вследствие чего сила ветра не соответствует густоте изогипс – обычно меньше, чем требуется, а направление, особенно при слабых ветрах заметно отклоняется от изогипс.

Несовпадение скорости и направления ветра с полем изогипс указывает на степень нестационарности движений, связанную с текущим преобразованием барических полей: чем больше отклонения, тем сильнее нестационарность.

✓ Изогипсы надписываются аналогично изобарам на приземной карте, надписи располагаются вдоль широтных кругов. Центры областей высокого и низкого геопотенциала обозначаются соответственно «**В**» и «**Н**» (на зарубежных картах погоды – «**H**» и «**L**», соответственно).

• *Изаллогипсы* проводят тонкой пунктирной линией чёрным цветом через 4 гп. дам. Обработка поля изаллогипс проводится аналогично полю изаллобар на приземной карте погоды.

• *Влажность воздуха.* На картах AT_{850} , AT_{700} , AT_{500} производится выделение влажных и сухих воздушных масс.

Влажные воздушные массы выделяют по дефициту точки росы 1.5°C (AT_{850}), 2°C (AT_{700}) и 2.5°C (AT_{500}). Области внутри данного дефицита закрашиваются зелёным цветом (горизонтальной штриховкой) и пишут «**Влажно**». По дефицитам 12°C , 15°C 18°C обозначают сухие воздушные массы словом «**Сухо**», закрашивая области жёлтым цветом (вертикальной штриховкой).

• *Проведение изотерм.* На карте AT_{850} проводятся изотермы красным цветом сплошными плавными линиями, кратными 2°C , не надписывая их, выделяя области

тепла («Т» красным цветом) и холода («Х» синим цветом). Рекомендуется найти на карте область с самыми низкими температурами воздуха и от них проводить изолинии.

- *Оси струйных течений.* На АТ₃₀₀ выделяются оси струйных течений в виде стрелок коричневого цвета, направленных по потоку, где скорости ветра составляют 30 и более м/с

4.2.2. Признаки атмосферных фронтов на высотных картах погоды

На карте АТ₈₅₀ проводят линии атмосферных фронтов. При этом для контроля используются карты АТ₅₀₀ и ОТ_{500/1000}, где зоны сгущения изогипс указывают на наличие высотной фронтальной зоны, и приземная карта.

Основные признаки атмосферных фронтов на карте АТ₈₅₀ следующие.

- Контрасты температуры во фронтальной зоне составляют 4-5 °С и более на 500 км;
- Величина дефицита точки росы во фронтальной зоне, как правило, не превышает 1.5 °С;
- Вдоль фронтальной зоны обычно отмечается сходимостъ воздушных течений.
- На АТ₈₅₀ фронт проходит не вдоль оси барической ложбины, а несколько смещен в её переднюю часть.
- Линии фронтов на картах барической топографии обозначаются чёрными линиями с полукружками (тёплый фронт) или треугольниками (холодный фронт), направленными в сторону перемещения воздушной массы. Фронты окклюзии обозначаются рядом стоящими полукружками и треугольниками.

4.2.3. Анализ карт относительной топографии

Анализ карт относительной топографии имеет свои особенности.

Обычно в синоптической практике используется карта ОТ_{500/1000}, где проводятся изогипсы аналогично картам АТ. Поскольку $H_{500}-H_{1000} \approx 2 T_m$, в центрах высоких значений относительного геопотенциала пишется простым карандашом слово «Тепло», в центрах низкого – «Холод». На ОТ_{500/1000} переносятся фронты с приземной карты погоды цветной печатью.

Анализировать карту $OT_{500/1000}$ необходимо, сопоставляя её с приземным анализом. Поверхность тёплого фронта имеет очень малый наклон к горизонту. Перед тёплым фронтом изогипсы $OT_{500/1000}$ примерно параллельны, зона сгущения изогипс распространяется далеко вперед от фронта (в сторону холода на 600-800 км). Наклон холодного фронта больше, чем тёплого, поэтому сильное сгущение изогипс прекращается, как правило, уже в 500 км за фронтом, где холодный воздух достигает вертикальной мощности порядка 5 км.

Перед холодным фронтом изогипсы $OT_{500/1000}$ очерчивают форму тёплого воздуха, за холодным фронтом – прогибаются в сторону тёплого воздуха.

4.3. Анализ вспомогательных карт погоды

- *Карты опасных и стихийных явлений* погоды (сильных ветров, пыльных бурь, осадков, метелей, гололёда, гроз, туманов, обледенения судов) дополнительно не обрабатываются.

- *Карты экстремальных температур, осадков, снежного покрова и состояния поверхности почвы* обрабатываются следующим образом. Здесь проводятся изогииеты (линии равного количества осадков) по значениям осадков 0.6, 5, 10, 20, 30, 50 мм. Зоны осадков очерченные изогиедами 0.6-5 мм закрашивают красным цветом, 5-10 мм – темно-зелёным, более 10 мм – синим.

Границу снежного покрова проводят чёрной линией со звёздочками синим цветом. Границу заморозков проводят только в переходные сезоны (осенью и весной) сплошной линией со штрихами, направленными внутрь зоны заморозка.

- *Обработка карты вертикальных движений* воздуха заключается в проведении изолиний по данным индивидуальных изменений давления воздуха в десятках миллибар за 12 часов для AT_{700} – красным цветом (восходящие движения, падение давления) и синим цветом (нисходящие движения, рост давления).

Изолинии проводятся через 25 гПа/12 час. и надписываются. В центрах областей отмечается максимальная величина индивидуального изменения давления с соответствующим знаком. Допускается легкое закрашивание областей синим или красным цветом соответственно.

- *На картах максимальных ветров* проводятся изотахи (линии равных скоростей ветра), начиная со скоростей 30 м/с с интервалом 10 м/с, и выделяются оси струйных течений.

Соединение стрелками между собой эллиптических областей, которые получаются после проведения изотак и вдоль осей которых ветер достигает наибольших скоростей, дает положение осей струйных течений.

Оси струйных течений проводятся жирными чёрными линиями, области с ветром 30 м/с и более закрашивают зелёным цветом, центральные части областей выделяют, закрашивая красным цветом.

- *На карте тропопаузы* проводят изобары через 50 гПа до уровня тропопаузы 250 гПа, далее через 25 гПа. Если имеется две тропопаузы, то вторую обрабатывают штриховыми линиями аналогично первой. На картах проводят изотермы через 5 °С красными сплошными линиями, выделяя области тепла (“Т” красным цветом) и холода (“Х” синим цветом).

Центральная область наиболее высокой тропопаузы и тропопаузу выше 150 гПа закрашивают красным цветом, наиболее низкой – синим, подписывая, соответственно обозначая центры буквой $V_{тр}$ или $H_{тр}$. Справа от этих букв проставляется красным или синим цветом высота тропопаузы в км с десятичными долями.

- *На карте термобарического поля тропосферы* области адвекции тепла (изотермы отклоняются вправо от изогипс, или по часовой стрелке) слегка закрашиваются красным цветом, области адвекции холода (изотермы отклоняются влево от изогипс, или против часовой стрелки). В тех областях, где происходит адвекция тепла, одновременно имеет место понижение давления на уровне моря и вообще в нижней половине тропосферы. Адвекция холода сопровождается ростом давления на тех же уровнях.

Граница, где адвекция тепла сменяется адвекцией холода, является линией нулевой адвекции. Она выделяется двойным пунктиром чёрного цвета. Линия нулевой адвекции разделяет области адвективного роста и падения давления.