

**СТАДИИ РАЗВИТИЯ  
ЦИКЛОНОВ  
(третья и четвёртая)**

# СТАДИЯ МАКСИМАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ЦИКЛОНА

Это стадия наибольшей глубины циклона, после которой обычно начинается его заполнение.

- 1. У поверхности земли циклон характеризуется большим числом замкнутых изобар и большими горизонтальными барическими градиентами. Происходит окклюдирование циклона. Точка окклюзии смещается на периферию циклона. Распределение температуры в центральной части циклона становится более симметричным.
- 2. Циклон становится высоким: замкнутые изогипсы прослеживаются до АТ-500 и выше.

Центр циклона в свободной атмосфере ещё несколько смещён в сторону холодного воздуха (к северо-западу или западу) по отношению к приземному центру, но высотная ось принимает более крутое положение.

Наблюдается сближение барических центров вверху и внизу, а также области холода на термобарической карте.

- 3. Густота изогипс на АТ-500 и АТ-700 уменьшается.

Зона сближенных изогипс сдвинута в тёплую (южную) часть циклона относительно приземного центра.

- 4. Гребень тепла на ОТ 500/1000 становится более узким и смещается в переднюю часть циклона. Ложбина холода располагается близко к приземному центру циклона (рис. 9).

ВФЗ с большими горизонтальными градиентами температуры смещается на периферию циклона в сторону тёплого воздуха.

- 5. Тыловая граница области падения давления располагается вблизи центра циклона. Линия нулевой тенденции проходит около или через центр циклона вдоль фронта окклюзии. Затем в центре циклона начинается рост давления, вследствие конвергенции трения.

Падение давления в передней части циклона не превышает роста давления в его тыловой части.

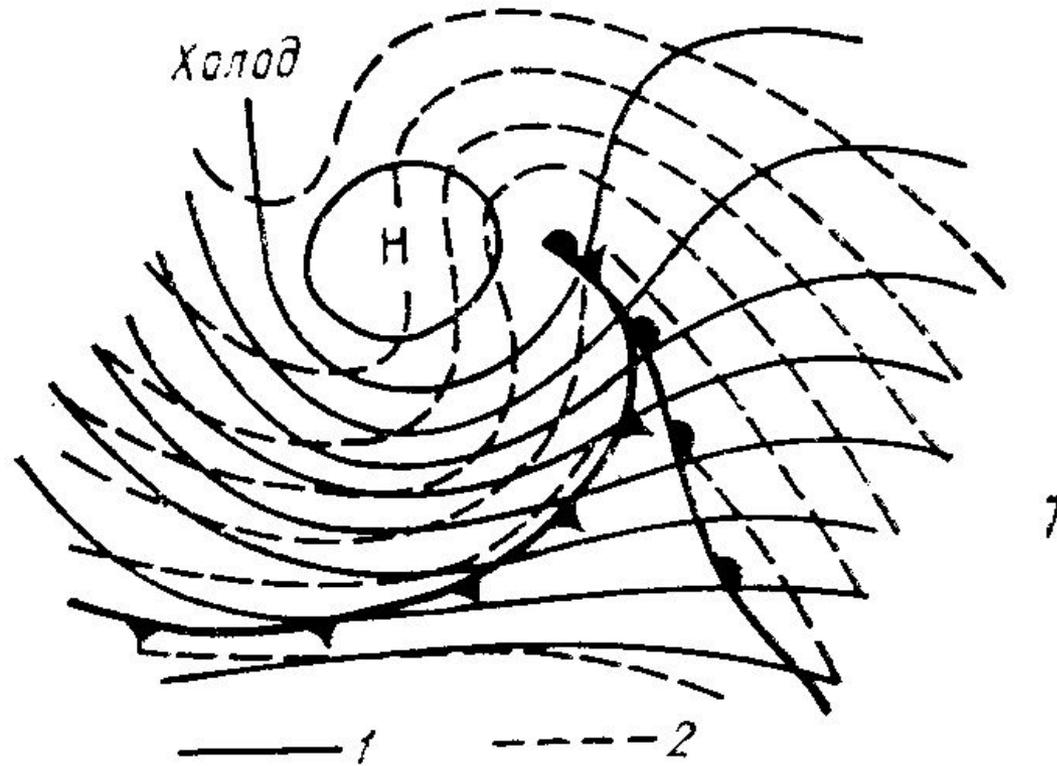


Рис. 9. Термобарическое поле циклона в стадии максимального развития. 1 – изогипсы АТ-700; 2 – изогипсы ОТ 500/1000

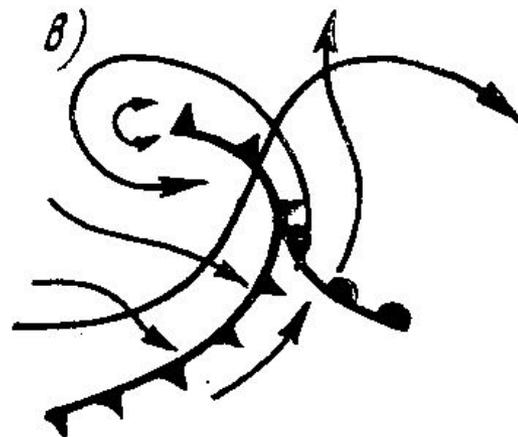
- 6. Значительное падение давления наблюдается у точки окклюзии несколько впереди (обычно в юго-восточной части циклона), благодаря положительной адвекции вихря скорости. Здесь проходит ВФЗ, и наблюдаются наиболее значительные скорости ветра.
- 7. Наибольшие адвективные изменения температуры смещаются на периферию, к точке окклюзии.
- 8. От точки окклюзии на юго-запад проходит холодный фронт, на котором часто возникает волновое возмущение. При благоприятных условиях оно развивается в самостоятельный циклон.
- 9. Часто в тылу циклона проходит ложбина, по оси которой располагается вторичный холодный фронт. Между тёплым фронтом окклюзии и вторичным холодным фронтом образуется так называемый вторичный тёплый сектор.

- 10. Волновой изгиб СТ становится ещё более значительным (рис. 11).

Ось СТ пересекает фронт окклюзии под прямым углом, так что приземный центр оказывается уже на левой (циклонической) стороне СТ.

Расстояние от фронтов до оси СТ значител

Рис. 11. Положение оси струйного течения относительно к центру циклона в стадии максимального развития



11. В верхней части тропосферы наблюдается падение давления. Понижение изобарических поверхностей над приземным циклоном ещё продолжается, и циклоническая циркуляция ещё развивается. Это связано с положительной адвекцией вихря.



## ***Условия погоды в циклоне, находящемся в стадии максимального развития***

По условиям погоды в циклоне в стадии максимального развития можно выделить следующие три зоны:

- 1) передняя часть циклона;
  - 2) остаточный тёплый сектор;
  - 3) тыловая часть циклона.
- 
- *В передней части циклона* погода обусловлена фронтом окклюзии и тёплым фронтом.

Основная облачная система: Cs–As–Ns. Зона обложных осадков лучше выражена перед точкой окклюзии. Облачность и осадки фронта окклюзии являются результатом объединения облачных систем и осадков тёплого и холодного фронтов.

- *В остаточном тёплом секторе* наблюдается погода как в основном тёплом секторе молодого циклона: сплошная слоистая облачность, морось, туманы (характерна для тёплых устойчивых воздушных масс).

Погоде холодного фронта свойственны Сб, ливни, грозы, шквалы.

- *Погода тыловой части* циклона летом определяется наличием здесь холодной неустойчивой воздушной массы с характерной конвективной облачностью и ливневыми осадками.

Зимой здесь наблюдается устойчивая воздушная масса. Основной тип погоды: безоблачная погода, радиационные туманы.

Дополнительный тип: сплошная облачность St, Sc, слабый снег.

- При наличии **вторичного тёплого сектора** в циклоне (между фронтом окклюзии и вторичным холодным фронтом) можно выделить **две области** с различными условиями погоды:

I – в центральной части циклона;

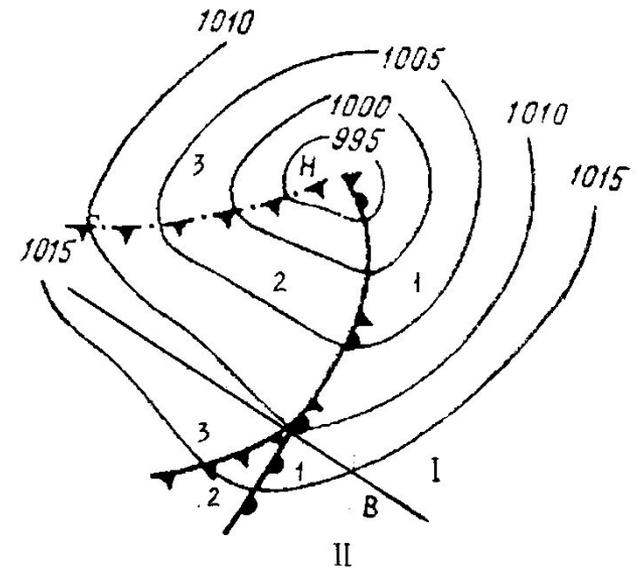
II – на периферии циклона.

В первой области выделяют три зоны:

- 1 – перед фронтом окклюзии;
- 2 – *во вторичном тёплом секторе;*
- 3 – *за вторичным холодным фронтом.*

Во второй области выделяют тоже три зоны:

- 1 – перед основным тёплым фронтом;
- 2 – в остаточном тёплом секторе;
- 3 – за основным холодным фронтом.



- Погода *во вторичном тёплом секторе* отличается от погоды в основном или остаточном тёплом секторе. Воздушная масса во вторичном тёплом секторе *неустойчива*. В ней возникают Сб, выпадают ливни. Но Сб здесь меньшей мощности, чем перед основным холодным фронтом второго рода.
- *За вторичным холодным фронтом* – погода, характерная для тыловой части циклона: чаще всего прояснение, связанное с нисходящими движениями, понижение температуры.

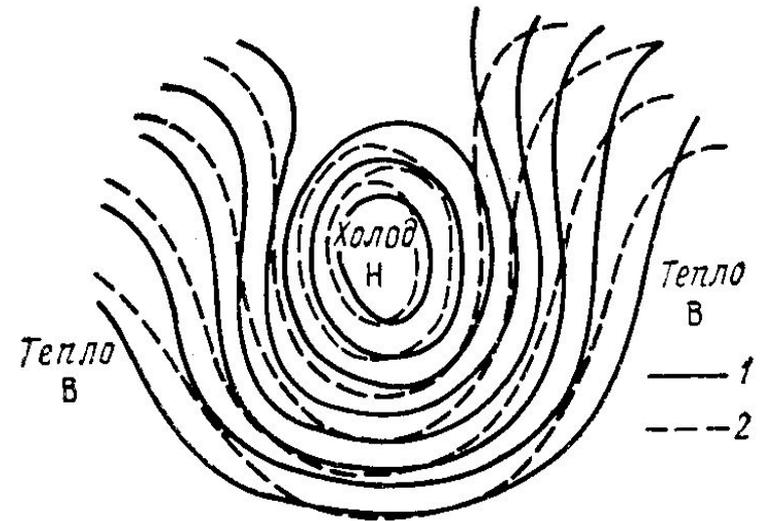
## Стадия заполнения циклона

- 1. Циклон заполняется у поверхности земли.
- 2. Циклонический вихрь распространяется до больших высот и вверху ещё развивается (на АТ-500 циклон выражен лучше, чем у земли).
- 3. Холодные воздушные массы заполняют всю центральную часть циклона.
- 4. Происходит почти полное совмещение приземного и высотных барических центров с центральной частью области холода. Циклон становится высоким холодным барическим образованием.
- 5. Изогипсы АТ и изотермы ОТ располагаются почти параллельно  
(рис. 13). Адвективные изменения температуры и давления в области циклона весьма малы.
- 6. Адвекция вихря (перенос вихря) скорости не влияет на изменение  
давления у земли, так как изогипсы на высоте имеют форму окружности. Изменение давления за счёт адвективных изменений температуры тоже становится незначительным.

Рис. 13. Термобарическое поле циклона в стадии заполнения.

1 – изогипсы АТ-700;

2 – изогипсы ОТ 500/1000



- 7. Происходит рост давления (вследствие конвергенции ветра в слое трения), и циклон у поверхности земли заполняется.

Область роста давления распространяется на центральную часть циклона. Область падения давления ослабеваает и смещается на юго-восточную периферию циклона.

*Время существования циклона с момента начала окклюдования до заполнения обычно достигает 3–4 суток.*

- Заполняющиеся циклоны иногда претерпевают регенерацию.

## ***Условия погоды в заполняющихся циклонах***

Погода определяется степенью различия свойств воздушных масс по обе стороны фронта окклюзии (типичная система облаков и осадков – объединение систем облаков и осадков тёплого и холодного фронтов).

В заполняющемся циклоне фронты окклюзии размываются, так как уменьшается интенсивность восходящих движений.

Размываются и фронтальные облачные системы. Сплошная зона осадков сначала распадается на отдельные участки в виде пятен, затем осадки прекращаются.

Происходит выравнивание температуры во всей области циклона (примерно однородная холодная воздушная масса), горизонтальные градиенты невелики.

# РЕГЕНЕРАЦИЯ ЦИКЛОНОВ

Регенерация циклонов является особым видом эволюции циклонов.

Регенерацией циклона называют такой синоптический процесс, при котором происходит вторичное углубление циклона, уже начавшего заполняться. То есть старый, затухающий циклон возрождается.

*Регенерировавший циклон в дальнейшем проходит тот же путь развития, который проходило вновь возникшее образование, но обычно на фоне более низкого давления.*

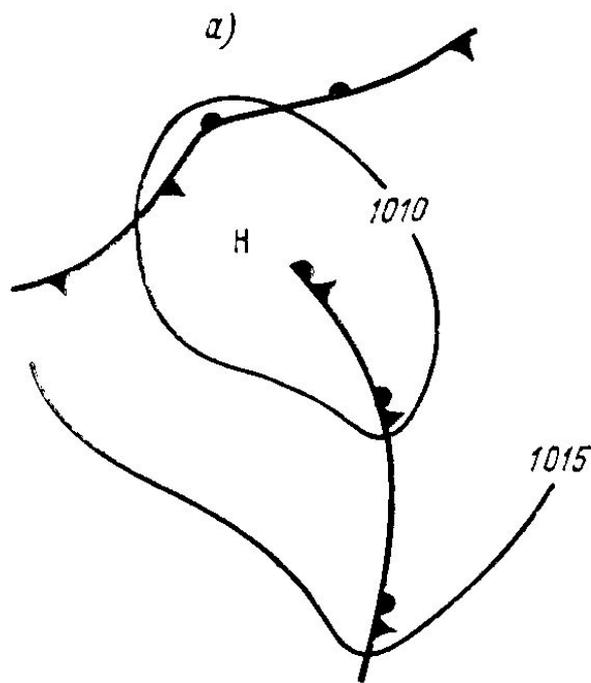
Регенерация циклонов наблюдается в следующих случаях:

- 1) чаще всего при вхождении в систему существующего циклона нового основного фронта (например, при сближении окклюдированного полярнофронтального циклона с арктическим фронтом);
- 2) при слиянии двух циклонов (может происходить при развитии вблизи центра существующего циклона нового циклона с последующим слиянием);
- 3) при переходе циклона с суши на море.

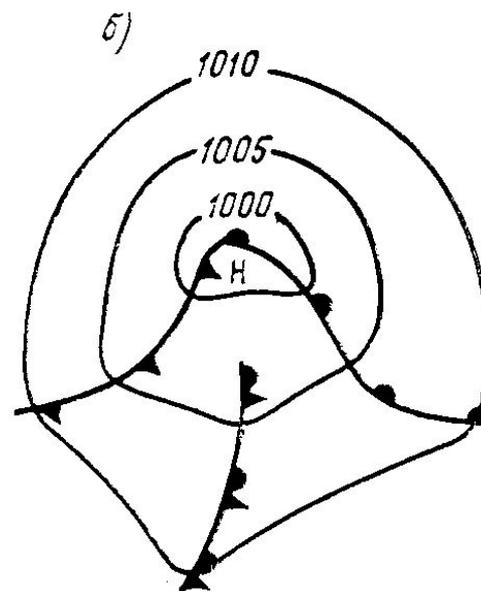
## ***1 случай – вхождение в систему существующего циклона нового основного фронта***

Полярнофронтовые циклоны смещаются на северо-восток, а арктические фронты – с севера на юг. На арктическом фронте развивается волновое возмущение, т.е. самостоятельный циклон, в тыл которого происходит интенсивный заток холода. Если адвекция холода захватывает и тыловую часть старого окклюдированного циклона, то он регенерирует (рис. 14). Ранее заполнявшийся циклон начинает углубляться. Происходит развитие нового циклона на фоне старого. Поэтому новый циклон с самого начала является высоким.

В его тёплом секторе может сохраниться фронт окклюзии ранее окклюдированного циклона.



До регенерации



После регенерации

Рис. 14. Схема регенерации циклона на новом основном фронте

## 2 случай – слияние двух циклонов

1. В случае меридионального расположения циклонических центров для регенерации при слиянии двух циклонов необходимо, чтобы массы более холодного воздуха распространились тыл южного циклона. При этом устанавливается единый поток, что приводит к объединению циклонов (рис. 15).

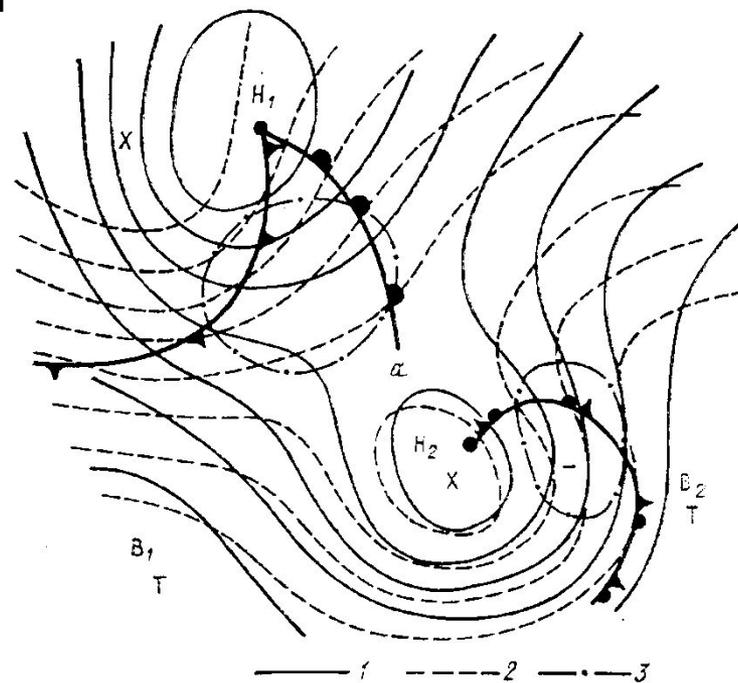


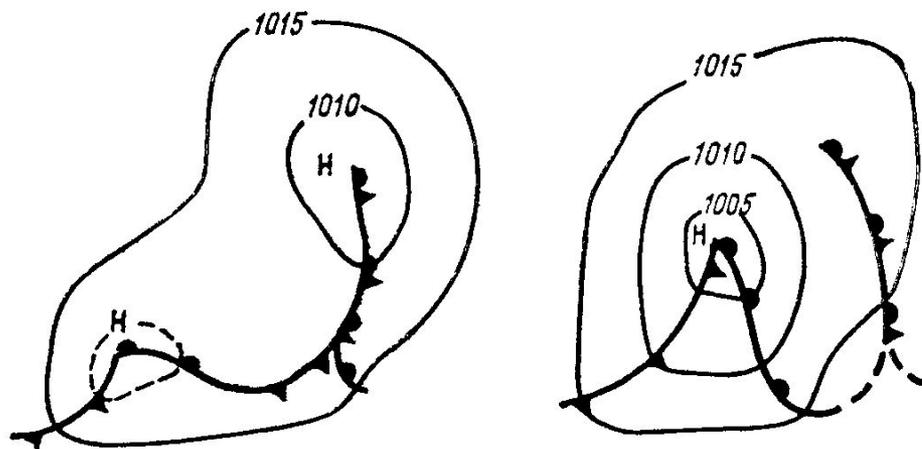
Рис. 15. Схема регенерации при слиянии двух циклонов.

- 1 – изогипсы АТ-500;
- 2 – изогипсы ОТ 500/1000;
- 3 – изаллогипсы АТ-500

В случае широтного расположения циклонических центров процесс регенерации протекает аналогичным образом.

2. Регенерация циклона может происходить при развитии вблизи центра существующего циклона нового циклона с последующим слиянием (рис. 16).

Рис. 16. Регенерация циклона при развитии нового циклона на холодном фронте



Такой процесс может наблюдаться в циклонической серии. Новый волновой циклон движется быстрее окклюдированного циклона, поэтому происходит сначала их сближение, затем слияние, в результате образуется более глубокий циклон.

### ***3 случай – переход циклона с суши на море***

При переходе циклона с суши на море возможна регенерация, так как

- 1) уменьшается трение в приземных слоях воздуха. Известно, что за счёт конвергенции ветра в слое трения циклоны заполняются;
- 2) увеличивается неустойчивость стратификации воздушных масс в циклоне, увеличивается их влагосодержание.

В этом случае углубление циклона незначительно.

## *Изменения в циклоне после его регенерации*

- После регенерации циклона в поле изогипс и изотерм происходят значительные изменения.
- Циклон становится тёплым: над приземным центром циклона располагается гребень тепла на ОТ 500/1000.
- Наблюдается усиление или возникновение заново температурного контраста.
- ВФЗ становится более резко выраженной.
- Регенерация циклона сопровождается его углублением.
- Количество изобар увеличивается до 5–7. Скорость ветра возрастает.
- Из малоподвижного циклон становится подвижным (смещается в направлении воздушных потоков).
- Усиливается облакообразование, увеличивается интенсивность осадков.