

# Циклонические процессы в различных районах земного шара

Шатёр Д.И.

Белорусский национальный технический университет

## *Введение*

Основными факторами, влияющими на формирование климата Земли, является солнечная радиация, циркуляция атмосферы и характер подстилающей поверхности. При их совместном влиянии формируется климат в различных районах земного шара. Количество поступающего солнечного тепла зависит от ряда факторов. Определяющим является угол падения солнечных лучей. Поэтому на низких географических широтах поступает значительно больше солнечной энергии, чем на средних и тем более высоких широтах.

Общей циркуляцией атмосферы называют замкнутые течения воздушных масс в масштабах полушария или всего земного шара, приводящие к широтному и меридиональному переносу вещества и энергии в атмосфере. Главной причиной возникновения воздушных течений в атмосфере служит неравномерное распределение тепла на поверхности Земли, что приводит к неодинаковому нагреванию почвы и воздуха в различных поясах земного шара. Таким образом, солнечная энергия является первопричиной всех движений в воздушной оболочке Земли. Кроме притока солнечной энергии к важнейшим факторам, вызывающим возникновение ветра, относятся также вращение Земли вокруг своей оси, неоднородность подстилающей поверхности и трение воздуха о почву. В земной атмосфере наблюдаются воздушные движения самых различных масштабов – от десятков и сотен метров (местные ветры) до сотен и тысяч километров (циклоны, антициклоны, муссоны, пассаты, планетарные фронтальные зоны). Простейшая схема глобальной циркуляции атмосферы была составлена более 200 лет назад. Ее основные положения не потеряли своего значения и до сих пор.

В данном докладе представлена информация о циклонических процессах земного шара, о их влиянии и значении. Доклад содержит следующие разделы:

1. Распределение воздушных течений и давлений в атмосфере Земли
2. Тропические циклоны
3. Циклоны умеренных широт
4. Антициклоны

### *1. Распределение воздушных течений и давлений в атмосфере Земли*

Циклон (от греческого *kyklos* – кружащийся) – область пониженного давления в атмосфере с минимумом в центре. Поперечник циклона – несколько тысяч километров. Характеризуется системой ветров, дующих против часовой стрелки в Северном полушарии и по часовой – в Южном. Погода при циклонах преобладает пасмурная с сильными ветрами. Это связано с особенностями распределения давления и характером циркуляции воздуха. Атмосферные процессы, которые развиваются на обширных территориях и значительны по масштабам, относятся к звеньям общей *циркуляции атмосферы*.

Исследования этих процессов опираются на физические законы, определяющие изменения свойств воздуха и его движение; при этом учитываются широта места, с которой связано количество притекающей солнечной энергии, а также характер и свойства подстилающей поверхности (суша, характер её рельефа, море), реализующей эту энергию.

*Общая циркуляция атмосферы* – система крупномасштабных воздушных течений над земным шаром.

В тропосфере сюда относятся *пассаты*, *муссоны*, воздушные течения, связанные с *циклонами* и *антициклонами*, в стратосфере – преимущественно западные переносы воздуха с наложенными на них длинными волнами. Создавая перенос воздуха, а с ним тепла и влаги из одних широт и регионов в другие, циркуляция атмосферы является важнейшим климатообразующим процессом. Характер погоды и его изменения в любом месте Земли определяются не только местными условиями теплооборота между земной поверхностью и атмосферой, но и циркуляцией атмосферы.

Существование циркуляции атмосферы обусловлено неоднородным распределением *атмосферного давления*, вызванным прежде всего неодинаковым притоком солнечной радиации в различных широтах Земли и различными физическими свойствами земной поверхности, особенно в связи с её разделением на сушу и море. Неравномерное распределение тепла на земной поверхности и обмен теплом между ней и атмосферой приводят в результате к постоянному существованию циркуляции атмосферы, энергия которой расходуется на трение, но непрерывно пополняется за счёт солнечной радиации.

Вследствие *силы Кориолиса* движение воздуха при общей циркуляции атмосферы является квазигеострофическим, т.е. оно достаточно близко к *геострофическому ветру*, направленному по изобарам, перпендикулярно барическому градиенту. А так как атмосферное давление распределяется над земным шаром в общем зонально (изобары близки к широтным кругам), то и перенос воздуха имеет зональный характер. Распределение атмосферного давления над земной поверхностью, а с ним и воздушные течения зональны лишь в общих чертах. В действительности циркуляция атмосферы находится в непрерывном изменении, как в связи с сезонными изменениями в распределении источников тепла на земной поверхности и в атмосфере, так и в связи с циклонической деятельностью, которая осуществляет обмен воздуха между низкими и высокими широтами Земли. В низких широтах Земля получает больше тепла от Солнца, чем теряет его путём собственного излучения. В высоких широтах обмен воздухом приводит к переносу тепла из низких широт в высокие и холода из высоких широт в низкие, что обуславливает сохранение теплового равновесия на всех широтах Земли.

Поскольку температура воздуха в тропосфере в среднем убывает от низких широт к высоким, атмосферное давление в среднем также убывает в каждой полушарии от низких широт к высоким. Поэтому, начиная примерно с высоты 5 км, где влияние материков, океанов и циклонической деятельности на структуру полей давления и движения воздуха становится малым, устанавливается западный перенос воздуха почти над всем земным шаром за исключением приэкваториальной зоны (рис. 1 а). Отсюда распространённое выражение "погода к нам идёт с запада").

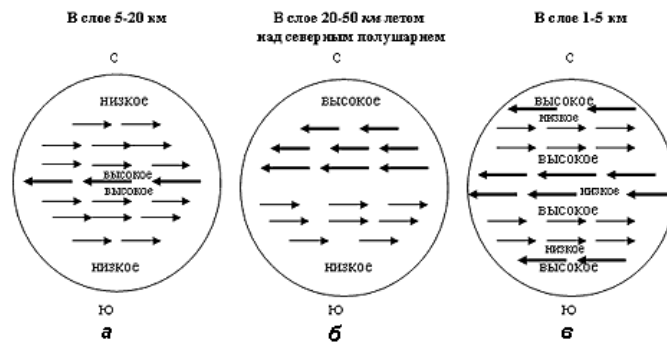


Рисунок 1- Схема общей циркуляции атмосферы на различных высотах над земной поверхностью



Рисунок 2- Циклон

Под влиянием трения в нижних слоях атмосферы в циклоне наблюдается, помимо кругового движения воздуха, еще и движение от периферии к центру, и поэтому возникает постоянное вертикальное, восходящее, движение воздуха и его охлаждение по мере подъема. Воздух, охлаждаясь, становится влагонасыщенным, в нем образуются облака, дающие осадки. В циклонах, особенно вблизи их центров, всегда велика разность давления между центром и периферией (т.е. велики так называемые горизонтальные градиенты давления) и, следовательно, постоянно наблюдаются сильные порывистые ветры (вихри). По своему происхождению вихри разделяются на две основные группы: тропические (ураганы, тайфуны) и циклоны умеренных широт.

Зимой в данном полушарии западный перенос захватывает не только верхнюю тропосферу, но и всю стратосферу и мезосферу. Однако летом стратосфера над полюсом сильно нагревается и становится значительно теплее, чем над экватором, поэтому меридиональный градиент давления, начиная примерно с 20 км, меняет своё направление и зональный перенос воздуха соответственно меняется с западного на восточный (рис. 1 б).

У земной поверхности и в нижней тропосфере зональное распределение давления сложнее, поскольку оно в большей степени определяется циклонической деятельностью. Циклоны, перемещаясь к востоку, в тоже время отклоняются в более высокие широты, а антициклоны – в более низкие. Поэтому в нижней тропосфере (и у земной поверхности)

образуются две субтропические зоны повышенного давления по обе стороны от экватора (рис. 1 в), вдоль которого давление понижено (экваториальная депрессия); в субполярных широтах образуются две зоны пониженного давления (субполярные депрессии); в самых высоких широтах давление повышено. Этому распределению давления соответствуют западный перенос в средних широтах каждого из полушарий и восточный перенос в тропических и высоких широтах.

## ***2. Тропические циклоны.***

Родина тропических вихрей – океанские просторы в приэкваториальной области примерно между  $10\text{--}15^\circ$  северной и южной широт, их диаметр – несколько сотен километров, а высота – от 5 до 15 км. Тропические циклоны могут возникать в любое время года в тропических частях всех океанов, за исключением юго-восточной части Тихого океана и южной части Атлантики. Наиболее часто (в 87% случаев) тропические циклоны возникают между широтами  $5^\circ$  и  $20^\circ$ . В более высоких широтах они возникают лишь в 13% случаев. Никогда не отмечалось возникновение циклонов севернее  $35^\circ$  северной широты и южнее  $22^\circ$  южной широты. Тропические циклоны, достигшие значительной интенсивности, в каждом районе имеют свое название. В восточной части Тихого океана и в Атлантике их называют ураганами (от испанского слова «уракан» или английского «харикейн»), в странах полуострова Индостан – циклонами или штормами, на Дальнем Востоке – тайфунами (от китайского слова «тай», что означает сильный ветер). Есть и менее распространенные местные названия: «вилли-вилли» – в Австралии, «вилли-вау» – в Океании и «багио» – на Филиппинах. Тайфунам Тихого океана и ураганам Атлантики присваивают имена согласно установленным спискам. Для тайфунов используются четыре списка имен, для ураганов установлен один. Каждому тайфуну или урагану, образовавшемуся в данном календарном году, кроме имени присваивается порядковый номер двухзначная цифра года: например, 0115, что означает пятнадцатый по счету номер тайфуна в 2001.

Чаще всего они образуются в северной части тропической зоны Тихого океана: здесь, в среднем, за год прослеживается около 30 циклонов. В умеренные широты тропические циклоны выходят в период с конца июня по начало октября, а наиболее активны в августе-октябре. Отличительной особенностью циклонов этой группы является то, что они термически однородны (т.е. нет температурных контрастов между различными частями вихря), в них сосредоточено колоссальное количество энергии, они приносят с собой штормовые ветры и сильные осадки.

Тропические циклоны образуются там, где наблюдается высокая температура поверхности воды (выше  $26^\circ$ ), а разность температур вода-воздух более  $2^\circ$ . Это приводит к усилению испарения, увеличению запасов влаги в воздухе, что, в известной степени, определяет накопление тепловой энергии в атмосфере и способствует вертикальному подъему воздуха. Появляющаяся мощная тяга увлекает все новые и новые объемы воздуха, нагретые и увлажненные над водной поверхностью. Вращение Земли придает подъему воздуха вихревое движение, и вихрь становится подобным гигантскому волчку, энергия которого грандиозна. Центральную часть воронки называют «глазом бури». Это феноменальное явление, которое поражает особенностями своего «поведения». Когда глаз бури хорошо выражен, на его границе осадки внезапно прекращаются, небо проясняется, а ветер значительно ослабевает, иногда до штиля. Форма глаза бури может быть самой разной, она постоянно меняется. Иногда встречается даже двойной глаз. Средний

диаметр глаза бури в хорошо развитых циклонах равен 10–25 км, а в разрушительных он составляет 60–70 км.

Тропические циклоны в зависимости от их интенсивности:

1. Тропическое возмущение – скорости ветра небольшие (менее 17 м/с).
2. Тропическая депрессия – скорость ветра достигает 17–20 м/с.
3. Тропический шторм – скорость ветра до 38 м/с.
4. Тайфун (ураган) – скорость ветра превышает 39 м/с.

В жизненном цикле тропического циклона выделяют четыре стадии:

1. Стадия формирования. Начинается с появления первой замкнутой изобары (изобара – линия равного давления). Давление в центре циклона опускается до 990 гПа. Лишь около 10% тропических депрессий получает дальнейшее развитие.

2. Стадия молодого циклона или стадия развития. Циклон начинает быстро углубляться, т.е. отмечается интенсивное падение давления. Ветры ураганной силы образуют вокруг центра кольцо радиусом 40–50 км.

3. Стадия зрелости. Падение давления в центре циклона и увеличение скорости ветра постепенно прекращаются. Область штормовых ветров и интенсивных ливней увеличивается в размерах. Диаметр тропических циклонов в стадии развития и в зрелой стадии может колебаться от 60–70 км до 1000 км.

4. Стадия затухания. Начало заполнения циклона роста давления в его центре). Затухание происходит при перемещении тропического циклона в зону более низких температур поверхности воды или при переходе на сушу. Это связано с уменьшением притока энергии (тепла и влаги) с поверхности океана, а при выходе на сушу еще и с увеличением трения о подстилающую поверхность.

Двигаясь в сторону умеренных широт, тропические циклоны постепенно теряют свою силу и затухают.

**Тайфуны.** К числу наиболее мощных и разрушительных тропических циклонов относятся тайфуны, они возникают над океаном к северо-востоку от Филиппин. Средняя продолжительность существования тайфуна составляет 11 дней, а максимальная – 18 дней. Минимальное давление, наблюдавшееся в таких тропических циклонах, колеблется в широких пределах: от 885 до 980 гПа. Максимальные суточные суммы осадков достигают 400 мм, а скорость ветра – 20–35 м/с. Основной сезон выхода тайфунов в умеренные широты с июля по сентябрь.

**Торнадо.** Сильные штормы на Земле могут вызвать появление необычных, небольших по размерам, но неистовых облаков. Торнадо кружатся со скоростью сотен километров в секунду, а когда они достигают поверхности Земли, сметают практически все на своем пути вдоль длинной и узкой полосы следования. Как правило, торнадо длятся не более нескольких минут, но самые сильные и опасные из них могут продолжаться часами.

### **3. Циклоны умеренных широт.**

Циклоны умеренных широт менее опасны, они возникают преимущественно в зонах атмосферных фронтов, где встречаются две различные воздушные массы. В северном полушарии самые обширные циклоны обычно наблюдаются над акваториями Атлантического и Тихого океанов. Повторяемость их зависит от времени года и географического района. В среднем, в северном полушарии циклоны над европейской частью континента более часты зимой, над Азиатской – летом. Циклоны имеют диаметр порядка 2–3 тыс. км и более.

Погода в циклоне внетропических широт неоднородна: различают переднюю и тыловую части циклона, левую и правую – по отношению к направлению его движения. В передней части циклона преобладают сплошная слоистообразная облачность теплого фронта, обложные осадки с ветрами южной четверти горизонта. В тылу циклона, за холодным фронтом, погода отличается неустойчивостью, с выпадением осадков ливневого типа, порывистым ветром северо-западной и северной четвертей; облачность может быть с разрывами и даже с кратковременными прояснениями, а летом – конвективного типа. Левая (чаще всего северная) часть циклона характеризуется условиями погоды, которые можно назвать промежуточными между передней и тыловой частями циклона; преобладают ветры восточной и северо-восточной четверти, облака сплошные, осадки обложные, выпадающие с перерывами и постепенно переходящие в кратковременные ливневого типа. Правая южная часть циклона некоторый период его жизни является «теплым сектором» – она заполнена теплой воздушной массой, которая со временем вытесняется вверх. Здесь, в зависимости от сезона и типа воздушной массы, погода может быть разнообразной, но преимущественно без существенных осадков, с туманами или низкой тонкой слоистой облачностью, нередко безоблачная и всегда теплая, с ветрами южной и юго-западной четверти.

#### 4. Антициклоны

Антициклон – область повышенного давления в атмосфере с максимумом в центре (на уровне моря 1050–1070 гПа). Поперечник антициклона – порядка тысяч километров. Антициклон характеризуется системой ветров, дующих по часовой стрелке в Северном полушарии и против часовой стрелки – в Южном, малооблачной и сухой погодой и слабыми ветрами.

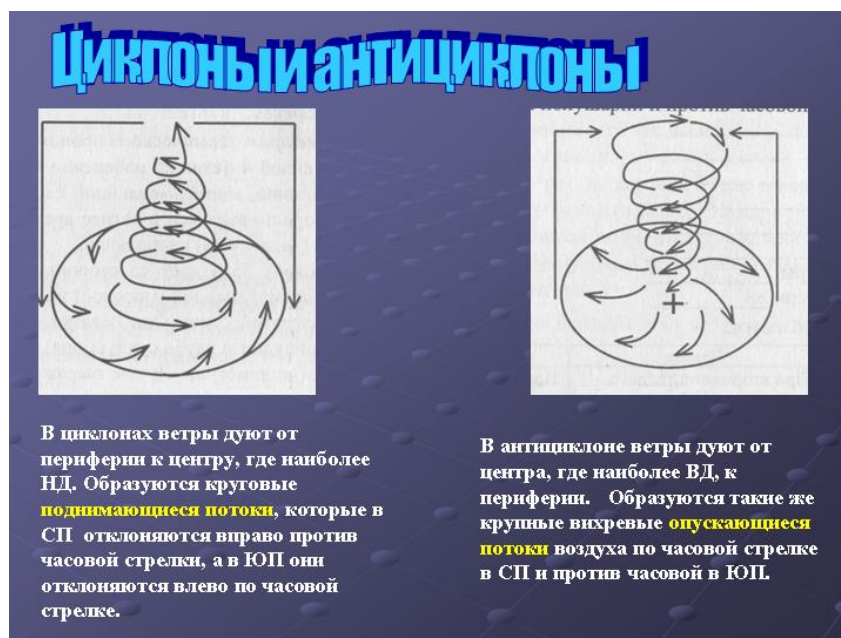


Рисунок 3- Схема сравнения циклона и антициклона

В зависимости от географического района зарождения различают внетропические и субтропические антициклоны. Возникновение и развитие антициклонов тесно связано с развитием циклонов, практически это единый процесс. В одном районе создается дефицит массы, а в соседнем – избыток. Антициклоны занимают площади, сравнимые с раз-

мером материков, над которыми они лучше развиваются зимой, а над океанами – летом. В среднем, повторяемость антициклонов в 2,5–3 раза меньше, чем циклонов.

Годовой ход выражен довольно слабо, но подвижных антициклонов над континентами немного больше, чем над океанами. Есть районы, в которых антициклоны чаще всего становятся малоподвижными и существуют длительное время. От центра антициклона воздух оттекает во все стороны, что исключает возможность сближения и взаимодействия разнородных воздушных масс. В связи с нисходящими движениями воздуха в центральных частях антициклонов преобладает малооблачная погода. Однако при значительной влажности воздуха в холодную половину года в центральной части антициклона могут наблюдаться сплошные облака, а туманы наблюдаются как зимой, так и летом.

В каждом антициклоне погода существенно меняется в различных секторах. На окраинах антициклонов условия погоды, в общих чертах, сходны с условиями погоды в примыкающих секторах соседних циклонов.

Северная окраина антициклона обычно непосредственно связана с теплым сектором соседнего циклона. Здесь в холодное полугодие часто наблюдается сплошная облачность, иногда идут слабые осадки. Нередко отмечаются туманы. Летом в этом секторе антициклона облачность небольшая, в дневные часы могут развиваться кучевые облака.

Западная окраина антициклона примыкает к передней части области низкого давления. В холодное полугодие в этой части антициклона часто отмечаются слоисто-кучевые облака, из которых выпадают слабые осадки. Зона осадков довольно обширная и перемещается вдоль изобар, огибая антициклон по часовой стрелке и претерпевая некоторые изменения. Летом на западной окраине антициклона при высокой температуре воздуха и значительной влажности нередко развиваются кучевые облака и гремят грозы.

Южная окраина антициклона примыкает к северной части циклона. Здесь нередко наблюдаются слоистые облака, из которых зимой выпадают осадки. В этой части антициклона создаются большие перепады давления, поэтому нередко усиливается ветер и возникают метели. Восточная окраина антициклона граничит с тыловой частью циклона. Летом при неустойчивой воздушной массе в дневные часы здесь образуются облака кучевых форм, выпадают ливневые дожди и гремят грозы. Зимой может наблюдаться безоблачная погода или не сплошная слоистая облачность.

В разных антициклонах наблюдаются значительные различия в погоде, что обуславливается в каждом случае свойствами воздушных масс и зависит от сезона. Поэтому для прогноза погоды свойства каждого антициклона исследуется индивидуально.

### *Заключение*

Из всего выше сказанного можно сделать однозначный вывод об огромном влиянии циклонических процессов земного шара на жизнь и деятельность населения различных климатических регионов.

Особенно остро дают о себе знать тропические циклоны, которые не редко приводят к различным бедствиям, разрушениям и даже гибели людей.

А потому особенно важным является точное наблюдение, оценка и своевременное прогнозирование циклонических процессов земного шара.



## *Литература*

1. [http://big-archive.ru/geography/general\\_atmospheric\\_circulation/14.php](http://big-archive.ru/geography/general_atmospheric_circulation/14.php)
2. <http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/356cf891-09d4-b370-6810-3920d70d14b3/1012328A.htm>
3. [http://www.krugosvet.ru/enc/nauka\\_i\\_tehnika/fizika/ATMOSFERI\\_TSIRKULYA\\_TSIYA.html](http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/fizika/ATMOSFERI_TSIRKULYA_TSIYA.html)