**Особенности аэромассы**

Смесь газов, составляющих земную атмосферу, обычно называют воздухом. В нем различают так называемый «сухой воздух», атмосферную воду и атмосферные аэрозоли. Кроме того, в воздухе встречаются различные частички органического происхождения (споры, семена, пыльца, продукты органического распада).

К атмосферным аэрозолям относятся взвешенные в атмосфере твердые и жидкие частички: пыль, морская соль, различные дымы (лесных пожаров, вулканических извержений, индустриального происхождения). Вода, находящаяся в атмосферном воздухе в виде водяного пара или взвешенных продуктов конденсации (капель, кристаллов), называется атмосферной водой.

Частички органического происхождения относятся к биомассам, атмосферные аэрозоли — это в основном литомассы, а атмосферная вода — гидромассы. «Сухой воздух» ПТК, т. е. воздух, не содержащий водяного пара, твердых частичек и частиц органического происхождения, составляет аэромассу. Газовый состав, плотность и некоторые физические свойства.

Газовый состав атмосферы и физические свойства воздуха детально рассматриваются в курсах метеорологии, а также физики атмосферы. Поэтому напомним только то, что основную массу воздуха составляют (% по объему): азот — 78,084, кислород — 20,946 и аргон — 0,934. Кроме того, в состав воздуха входят диоксид углерода, неон, гелий, метан, криптон, водород, озон и др. Такое важное свойство как давление зависит в первую очередь от высоты местности над уровнем моря, температуры и других метеорологических условий (скорости и направления ветра, осадков, облачности). В центре антициклонов наблюдается повышенное давление (до 1078 гПа), а в циклонах — пониженное (до 887 гПа). Кроме того, существуют суточные колебания давления, связанные с лунными и солнечными приливами. Плотность воздуха зависит в основном от высоты местности:

Изменение плотности воздуха при подъеме на 1000 м соответствует изменению плотности при увеличении температуры воздуха на 20—30° С.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Зависимость характеристик от температуры (по ван В.Р. Вийку) | | | |
| Температура,  ° С | Плотность,кг/м3 | Скрытая теплотаиспарения 10-6,Дж/кг | Теплопроводность- 103, м • град |
| — 5 | 1,316 | 2,513 | 24,0 |
| 0 | 1,292 | 2,561 | 24,3 |
| 5 | 1,269 | 2,489 | 24,6 |
| 10 | 1,246 | 2,478 | 25,0 |
| 15 | 1,225 | 2,465 | 25,3 |
| 20 | 1,204 | 2,454 | 25,7 |
| 30 | 1,164 | 2,430 | 26,4 |

**Аэромассы и воздушные массы**

Аэромассы и воздушные массы не являются синонимами; это, хотя и близкие, но все же различные понятия.

Воздушными массами в синоптической метеорологии называют относительно однородные по физическим свойствам части тропосферы, внутри которых наблюдаются небольшие градиенты температуры и ряда других метеорологических величин, а изменения этих величин с высотой имеют определенную закономерность, характерную для данной воздушной массы в целом. Горизонтальные размеры воздушных масс измеряются тысячами километров, вертикальные — несколькими километрами.

Согласно термодинамической классификации различают следующие типы.

1. Теплые воздушные массы — устойчивые и неустойчивые.

2. Холодные воздушные массы — устойчивые и неустойчивые.

3. Нейтральные (местные) воздушные массы — устойчивые и неустойчивые.

Географическая классификация воздушных масс основана на географическом положении очагов формирования воздушных масс. Различают:

1. Арктический или антарктический воздух (АВ).

2. Воздух умеренных широт (УВ), иногда называемый полярным воздухом (ПВ).

3. Тропический воздух (ТВ).

Каждая из этих воздушных масс делится, в свою очередь, на морскую (м) или континентальную (к), в зависимости от характера подстилающей поверхности и очага ее формирования. Иногда дополнительно уточняется этот очаг, например средиземноморский морской тропический воздух и т. п.

Воздушные массы перемещаются в пространстве и непрерывно изменяются. В результате трансформации воздушной массы становятся иными температура, влажность, система конденсации. Трансформация может быть на уровне крупных регионов (например, Средней Азии, Западной Сибири) и на уровне отдельных ландшафтов и физико-географических районов. Особый интерес представляет трансформация воздушных масс на топологическом уровне — уровне элементарных природно-территориальных комплексов (фаций). Естественно, что наиболее существенная трансформация происходит именно в слое, лежащем ниже этой верхней границы. Аэромассы и воздушные массы не являются синонимами. Сейчас можно уточнить это утверждение. Во-первых, аэромассы включают в себя только «сухой воздух» без атмосферной воды и аэрозолей, во-вторых, к аэромассам относятся лишь те части воздушных масс, которые трансформированы конкретным природно-территориальным комплексом.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Характеристики различных районах европейской территории в России | | | | | | |
| Характеристики | Воздушная масса | | | | | |
| кАВ | мАВ | кУВ | мУВ | кТВ | мТВ |
| Вертикальная протяженность, км Средняя температура воздуха в приземном слое, ° С: январь | 1—3  - 20 | 2—5  -10 | -8 | -1 | опопаузы  Не характерен | + 3 |
| июль | + 8 | + 10 | + 20 | + 15 | + 25 | Не характерен |
| Горизонтальная видимость, км | 20—50 | 50 | 4—10 | 10—20 | 2—6 | 2—6 |

**Особенности структуры и функциональная роль аэромасс**

Аэромассы относятся к аморфным геомассам, так как в них невозможно невооруженным глазом выделить отдельные элементы.

Из курса микроклиматологии известно, что поверхности раздела с атмосферой имеют примыкающий к ним тонкий слой воздуха, называемый ламинарным слоем. Внутри него линии тока воздуха параллельны поверхности, т. е. ламинарны, нет поперечных компонент скорости и отсутствует турбулентность. Обмен воздухом через этот слой осуществляется путем молекулярной диффузии. Выше расположен турбулентный приземной слой, в котором наблюдается совокупность случайных беспорядочных завихрений. Из определений ламинарного и турбулентного слоя вытекает, что каждый из них имеет свою некую «скрытую структуру», для обнаружения которой необходимо провести инструментальные наблюдения. Как известно, все геомассы делятся на инертные, стабильные и активные. Даже в очень малые промежутки времени, например 1 с, подавляющая часть аэромасс относится к активным, перемещающимся в пространстве, поэтому ее функциональная роль в ПТК огромна. Состояние аэромасс, в частности их температура и скорость ветра, определяет интенсивность целого ряда процессов, таких, как физическое испарение, транспирация, таяние, фотосинтез, дыхание, биологическая активность организмов, скорость минерализации мортмассы и т. д.

Плотность аэромасс практически не влияет на функционирование природно-территориальных комплексов во всех ландшафтах.

Расчет количества аэромассы в большинстве случаев носит ориентировочный характер. Это связано с тем, что верхняя граница ПТК, во-первых, отличается сильной изменчивостью и, во-вторых, в целом ряде ПТК трудноопределяема. Тем не менее, для сравнения с другими геомассами, а также для оценки интенсивности трансформации воздушных масс конкретными природно-территориальными комплексами даже ориентировочные определения количества аэромассы представляют интерес.

**Классификация аэромасс**

Приведенные выше данные свидетельствуют о том, что плотность аэромасс не может быть положена в основу их классификации, так как ее функциональная роль незначительна. Подразделение на активные, стабильные и инертные аэромассы из-за абсолютного преобладания активных геомасс также не имеет смысла. Аэромассы аморфны, и даже если удастся выделить какие-то структуры, то для их исследования необходимо будет проводить детальные инструментальные наблюдения. Поэтому использовать эту характеристику для классификации не стоит. В связи с этим при дифференциации аэромасс наиболее важными признаны их состав, обусловленный нахождением в надземной или подземной части ПТК, температура, являющаяся одной из важнейших характеристик ПТК, и скорость ветра. Некоторое значение имеет географическое положение очагов формирования воздушных масс (арктический, полярный, тропический, морской и континентальный воздух). Но основные свойства этих масс, связанные с географическим положением, находят свое выражение в характеристиках аэромассы конкретных природно-территориальных комплексов, хотя и в преломленном (трансформированном) этими ПТК виде. Поэтому характер воздушных масс следует учитывать на относительно низком таксометрическом уровне геомасс — уровне видов аэромасс. Приведем основные градации:

Градации надземных аэромасс по термическим условиям:

Ag — Криотермальные (морозные)

Отрицательные температуры, при которых большинство процессов функционирования, связанных с влагооборотом и биогеоциклом, законсервировано или близко к нулю.

An — Нанотермальные (очень прохладные)

Аэромассы с ориентировочным температурным интервалом 0—5° С. В этих условиях могут функционировать лишь малотребовательные к теплоте растения, процессы биогенного функционирования большей частью подавлены, часто бывает интенсивное таяние снега, инфильтрация.

Ak — Микротермальные (прохладные)

Температура воздуха 5—10° С. Эта термическая градация позволяет активно функционировать лишь травянистым растениям; большинство древесно-кустарниковых пород либо начинают, либо заканчивают свое активное функционирование; некоторые процессы влагооборота активны, но транспирация и испарение относительно низки.

Аz — Мезотермальные (умеренно теплые)

Аэромассы с интервалом температуры 10—15° С. Многие растения активно функционируют и производят фитомассу (особенно в бореальных ландшафтах); средняя интенсивность процессов трансформации солнечной энергии и расходной части влагооборота.

Am — Макротермальные (теплые)

Высокие температуры 15—22° С; максимальная интенсивность биологических процессов; при прочих благоприятных условиях расходная часть влагооборота и трансформация солнечной энергии высоки.

At — Мегатермальные (жаркие)

Очень высокие температуры (выше 22° С), избыток теплоты начинает отрицательно сказываться на процессах биогеоцикла.

Аэромассы, связанные с различной скоростью ветра.

При A и относительно слабом ветре (до 12,4 м/с или 6 баллов по Бофорту) скорость ветра при обозначении состояния аэромасс не учитывается, так как горизонтальные перемещения воздуха не оказывают существенного влияния на функционирование ПТК.

При сильном и очень крепком ветре (12,5—18,2 м/с, 7—8 баллов) ветер уже оказывает существенное влияние на функционирование ПТК — раскачивает деревья, значительно увеличивает испарение, перемещает снег и т. п. Исходя из этого к индексу аэромасс прибавляется значок латерального перемещения, а градация аэромасс по термическим условиям отступает на второй план.

При шторме и урагане ветер ломает деревья, вызывает ряд катастрофических изменений и, таким образом, влияет уже на структуру природно-территориальных комплексов. Это состояние аэромасс обозначается А.

Видимо, имеет смысл говорить и о вертикальных перемещениях аэромасс. Однако если средние скорости ветра у земной поверхности меньше 5—10 м/с, то вертикальный перенос обычно мал — порядка сантиметров или десятых долей сантиметра в секунду.

As — Аэромассы в почве

Некоторое количество аэромасс содержится в почве — в порах, не занятых влагой. Однако их значительно меньше, чем аэромасс в надземной части вертикального профиля ПТК. Большой интерес представляет изучение «дыхания почвы» — одного из важнейших процессов функционирования.

**Количество аэромассы в разных ПТК**

Детальные исследования динамики положения верхней границы фаций путем анализа распределения параметров, характеризующих аэромассы (температура, влажность воздуха, скорость ветра), производились в течение длительного промежутка времени только на Марткопском физико-географическом стационаре, поэтому наиболее достоверные расчеты количества аэромассы имеются лишь для предгорно-степных ландшафтов Центрального Закавказья. Так как рассматриваемые ПТК расположены на высотах 900—1000 м, плотность аэромасс была принята равной 1,11\*10-3 г/см3. Изменение плотности воздуха, связанное с температурой, не учитывалось.

Анализ динамики количества аэромассы в разных фациях Марткопского стационара в течение года показывает, что она в основном связана с состоянием растительного покрова, в частности с его фитомассой. Для аэромассы характерна значительная разница в их количестве для различных фаций. Однако эта динамика не повторяет полностью ход кривой количества фитомассы. Имеются различия. Это объясняется тем, что количество аэромассы зависит не только от фитомассы, но и их проективного покрытия. Например, в лощинах с лесными дериватами количество фитомассы изменяется в течение года сравнительно мало, так как эта динамика связана в основном с листьями, а они составляют не более 5 % от общей фитомассы. В то же время листья создают значительное проективное покрытие и, следовательно, сильно трансформируют воздушные массы. Поэтому разница в количестве аэромассы увеличивается. В степных и луговых ПТК аэромассы зависят не только от фитомассы, но и от мортмасс ветоши и подстилки, т. е. от суммарного количества вещества органического происхождения в надземной части ПТК. Максимумы и минимумы количества аэромассы часто не совпадают с аналогичными показателями фитомассы. На положение верхней границы фации сильно влияет динамика погодных условий. Количество аэромассы оказывается связанным не только с фитомассой, но и с целым рядом других факторов.

Расчет количества аэромассы в лесных ПТК вызывает наибольшие сложности. Это связано с тем, чтореальных определений высоты верхней границы фаций с лесной растительностью еще никто не производил. В экологической литературе имеются сведения о наблюдениях на специальных вышках, но они обычно лишь не намного выше лесного покрова, и поэтому эти данные непригодны для определения верхней границы. В настоящее время количество метеорологических вышек, превышающих высоту леса в два раза и более, во всем мире не больше одного-двух десятков. При этом на них не производится тот комплекс наблюдений, который позволяет определить верхнюю границу фаций с лесной растительностью. Поэтому при расчете количества аэромассы в лесных ПТК приходится удовлетворяться предположением, что так же, как в ПТК с травянистой, кустарниковой и низкорослой лесной растительностью, в лесных фациях высота верхней границы проходит на двукратной высоте наиболее высоких деревьев.

Но как производить расчет аэромасс в тех ПТК, где растительность отсутствует или играет незначительную роль, т. е. в обнажениях, пустынях и ледниках? Этот же вопрос относится к тем ПТК, которые зимой полностью покрыты снегом, т. е. к степным, луговым, полупустынным фациям. Микроклимат этих ПТК изучен значительно лучше, чем в лесных фациях. Наблюдения показывают, что верхняя граница ПТК в ясные безветренные дни проходит на высоте 1—3 м. Соответственно количество аэромассы в этих ПТК колеблется в пределах 10—35 т/га.

Связь количества аэромассы с мощностью ПТК (природно-территориального комплекса), плотностью воздуха и скоростью ветра

Прежде чем проанализировать связь аэромассы с другими геомассами, напомним, что количество аэромассы зависит от плотности воздуха и мощности (толщины) надземной части вертикального профиля ПТК. Если кроме «мгновенного» количества рассчитывать еще и количество аэромассы в какой-то определенный промежуток времени, то к названным факторам необходимо добавить скорость ветра и интенсивность турбулентного потока.

Как уже отмечалось, плотность воздуха зависит от целого ряда параметров, но наиболее важными из них являются высота над уровнем моря и температура. Небольшое изменение турбулентности или скорости ветра приводит к такому изменению высоты положения этой границы, что количество аэромассы в том или ином состоянии ПТК может уменьшаться на 20—30%, а при сильном ветре или обильных осадках, даже вдвое.

Таким образом, «мгновенное» количество аэромассы в основном зависит от положения верхней границы ПТК.Очень существен вклад ветра в реальное количество аэромассы, находящейся в данном ПТК в какой-либо отрезок времени. «Мгновенные» (в течение 1 с) количества аэромассы превосходят фитомассы и гидромассы, но их на 1—3 порядка меньше, чем педомасс и литомасс в метровом слое, и на 3—5 порядков меньше, чем литомасс в слое 15—20 м. Однако в отличие от литомассы и педомассы, которые в течение 109—1010 с (100— 1000 лет) практически стабильны, аэромассы относятся к активным геомассам, и их количество быстро меняется. Даже при скорости ветра всего лишь 1 м/с за 1 сут через ПТК проходит большее количество воздуха, чем того вещества, которое находится в метровом слое почвы. Значительный объем воздуха, проходящий через ПТК, определяет высокую энергию аэромасс и их сильнейшее влияние на остальные геомассы и состояние как отдельных компонентов, так и природно-территориального комплекса в целом. При штиле и малых скоростях ветра находящиеся в ПТК фитомассы и педомассы (а иногда и гидромассы) интенсивно изменяют свойства воздушных масс — нагревают или охлаждают их, способствуют или препятствуют вертикальным и горизонтальным перемещениям и в итоге преобразуют в аэромассы конкретных ПТК. В этом отношении аэромассы можно сравнить с почвой. Если почва является результатом взаимодействия в основном растительности и горных пород, то аэромассы опять же в основном являются результатом взаимодействия воздушных масс с растительностью. Разница заключается в том, что при формировании почв растительность в течение длительного времени взаимодействует с одной и той же горной породой, которая в связи со своей большой массой, намного превосходящей фитомассу, обладает большой инертностью, и для ее изменения необходимы сотни и тысячи лет. В случае аэромасс растительность или просто подстилающая поверхность контактирует с очень мобильным, быстро изменяющимся во времени компонентом — воздушными массами, имеющими небольшую массу и поэтому обладающие незначительной инертностью. Часто аэромассы, находящиеся в состоянии трансформации данным ПТК, еще не успели приобрести основные свои свойства, начинают вновь трансформироваться данным ПТК в результате вторжения иных воздушных масс, причем иногда в противоположном (по сравнению с предыдущими условиями) направлении.

При малых скоростях ветра происходит существенное изменение температуры воздуха и других свойств аэромасс до значительной высоты. При больших скоростях ветра через ПТК проходят большие объемы воздушных масс, и он как бы не успевает их «переработать» — трансформировать. Поэтому верхняя граница ПТК в этом случае расположена относительно низко и в отдельные состояния ПТК проходит на уровне верхушек растений. Эффективность трансформации воздушных масс природно-территориальным комплексом определяется не только количеством аэромассы, но и их качественными изменениями. Эти последние могут быть связаны с колебаниями газового состава (например, содержания СО2) и ряда метеорологических элементов: температуры воздуха, скорости ветра, а также плотности воздуха. Детальные исследования и последующие расчеты позволяют получить ряд интересных результатов, в частности:

1. Проклассифицировать ПТК и их состояния по силе трансформации воздушных масс.

2. Сравнить эти значения с геомассами и структурой ПТК и на их основе, а также по данным о состоянии воздушных масс получить представление о трансформации, а также определить конкретные температуры воздуха в разных ПТК и в разных состояниях.

Последний результат связан с решением так называемой обратной задачи по аэромассе. Прямой задачей в этом случае будет определение по данным температуры воздуха, скорости ветра и ряда других параметров состояния аэромасс и расчет показателей эффективности их трансформации. Полученные таким образом экспериментальные данные позволят установить зависимость между характеристиками аэромасс и этими показателями.

В связи с сильной изменчивостью положения верхней границы ПТК во времени и с трудностью или даже невозможностью ее определения для ряда природно-территориальных комплексов расчет суммарного количества аэромассы носит в большинстве случаев ориентировочный характер. Тем не менее определение ее количества позволяет сравнить роль этой геомассы с другими в структуре и функционировании ПТК, понять ландшафтно-геофизические особенности аэромасс. Изучение свойств аэромасс вызывает большие затруднения, во-первых, из-за аморфности и не видимой невооруженным глазом структуры, во-вторых, в связи с очень большой лабильностью, связанной с небольшой массой и плотностью и определяемой ими малой инертностью, и, в-третьих, из-за необходимости длительных инструментальных исследований, производимых по всему вертикальному профилю ПТК. Аэромассы относятся к тем геомассам, для которых масса, плотность и другие характеристики не столь значительны, как их состояние, определяемое структурой, скоростью ветра, газовым составом, нахождением в определенных частях ПТК. Аэромассы и их свойства зачастую связаны не с конкретными, а с весьма удаленными ПТК. Однако чем дольше находятся аэромассы на конкретной территории, в каком-либо природно-территориальном комплексе, тем больше они трансформируются. ПТК образно можно рассматривать как «машину», которая трансформирует свойства аэромасс. Интенсивность трансформации воздушных масс увеличивается с уменьшением скорости ветра и увеличением количества фитомассы. Воздушные массы в ПТК можно рассматривать как зеркальный аналог почвы. Если почва является в основном результатом взаимодействия биогенного компонента с горной породой, то аэромассы и их свойства определяются контактом растительности и воздушных масс. Так же как в почве, наиболее характерные для нее свойства наблюдаются в приповерхностном слое, а выше (для почв — ниже) особенности аэромасс размываются. Исследование аэромасс и их свойств необходимо для решения так называемых обратных задач, когда по типу воздушных масс, находящихся в данный момент на данной территории, другим геомассам и характеру вертикальной структуры ПТК можно без детальных измерений рассчитать характеристики аэромасс в данном ПТК.

**Литература**

1.Будыка М.И. Глобальная экология. – М., 1997

2.Дювиньо П., Танг М. Биосфера и место в ней человека. – М., 1988

3.Беручашвили Н.Л. Четыре изменения ландшафта. – М., 1986

4.Перельман А.И. Геохимия ландшафта. – М., 1995