



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра метеорологии, климатологии и охраны атмосферы

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему **конвективное облако в тропической широте**

Исполнитель Рваса Филот
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат физико-математических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Кашлева Лариса Владимировна

(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

(подпись)

кандидат географических наук, доцент

(ученая степень, ученое звание)

Абанников Виктор Николаевич

(фамилия, имя, отчество)

14 06 2019г.

Санкт-Петербург
2019

Оглавление

Список сокращение	3
Введение	4
1. Особенности конвективных облаков тропической зоны	4
1.Общее описание тропической зоны.	6
1.1.Роль тропических зоны в формировании термического режима атмосферы земного шара.....	6
1.2. Тропический климат.	7
1.3. Экваториальный климат.	8
1.4.Режимы тропического климата и глобальная чувствительность к климату	9
1.5. режим облако в тропический зоне	11
2.Особенности конвективных облаков тропической зоны	13
2.1. Общее описание тропической конвекции.....	13
2.2. Облака мелкой и промежуточной конвекции	15
2.2.1. Облака мелкой конвекции	15
2.2.2. Промежуточная конвекция	22
2.3. Глубокая конвекция	24
3. Переход от мелкой к глубокой конвекции.....	30
3.1 Сосуществование кучевых и кучево-дождевых облаков	31
3.1.1 Основные параметры перехода	31
1). Конвективное торможение и доступная энергия конвективного потенциала.....	31
2). Влажность свободной тропосферы.....	34
3). Дефицит насыщения у основания облаков.....	35
Заключение	50
Список использованных источников	55
ПРИЛОЖЕНИЕ	56

Список сокращение

1. температурами поверхности моря (TSM)
2. atmospheric general circulation model (AGCM)
3. intertropical convergence zone (ITCZ)
4. (SC) shallow convection
5. CAPE Convective Available Potential Energy
6. CBL Convective Boundary Layer
7. CIN Convective Inhibition
6. LCL Lifting Condensation Level
7. LFC Level of Free Convection
8. LNB Level of Neutral Buoyancy
9. LES Large Eddy Simulation
10. LH Latent Heat flux
11. Pres: давления
12. TEMP: температура
13. DWPT: точка рось
14. RELH: влажности
15. W: средней скорость конвективного потока

Введение

Исследование процессов тропической зоне представляют огромный интерес. Ведь функционирование глобальной климатической системы атмосферы земного шара можно объяснить только при правильном понимании процессов в тропиках. При этом отметим, лучше понимание тропических процессов необходимо для повышения квалификации нашего прогнозирования погоды и климатических моделей. Облака в значительной степени определяют радиационный режим любого региона и, следовательно, являются одним из основных факторов формирования его температурного режима.

Тропическая конвекция обусловлена радиационным охлаждением атмосферы в чистом воздухе, которое в сочетании с высокими температурами поверхности моря (TSM) или нагревом поверхности на континенте приводит к вертикальной дестабилизации, необходимой для конвекции. Именно это определяет актуальность исследования тропических облаков.

Целью дипломного проводимого исследования являются конвективные облака в тропических широтах и изучение пространственного расположения конвективных облаков: кучевых и кучево-дождевых облаков. В процессе работы над дипломным исследование необходимо решить следующие задачи:

Задачи:

1. Общее описание тропической зоны
2. Особенности конвективных облаков тропической зоны
3. Переход от мелкой к глубокой конвекции
4. Анализ данных условий формирования мелкой, промежуточной и глубокой конвекции и их переход в тропических широтах. Были исследованы

разные наблюдения за разные годы. Проведенный анализ разных наблюдений выполнен на аэрологической диаграмме.

В первой главе исследуется роль тропической зоны в формировании термического режима атмосферы земного шара. Представлено общее описание тропической зоны. Исследуется тропический и экваториальный климат, режимы тропического климата и глобальная чувствительность к климату. Исследуется режим облаков в тропической зоне.

Во второй главе приводится общее описание тропической конвекции. Облака мелкой, промежуточной и глубокой конвекции.

В третьей главе приводится информация о переходе мелкой к глубокой конвекции. Существование кучевых и кучево-дождевых облаков и основные параметры их перехода. В процессе исследования изучили характеристик конвективные облаков в тропической зоне. Приводится построение различных типов графиков и таблиц о кучевых и кучево-дождевых облаках.

В качестве исходных данных были использованы сведения Гидрометцентров на сайте <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>

1.Общее описание тропической зоны.

1.1. Роль тропических зоны в формировании термического режима атмосферы земного шара.

Во второй половине XX века ученые пришли к убеждению, что функционирование глобальной климатической системы атмосферы земного шара можно объяснить только при правильном понимании процессов в тропиках. При этом отметим, лучше понимание тропических процессов необходимо для повышения квалификации нашего прогнозирования погоды и климатических моделей. Облака в значительной степени определяют радиационный режим любого региона и, следовательно, являются одним из основных факторов формирования его температурного режима.

В целом тропический климат является климатической зоной географически между тропиками, Козерог и Рак (от 23 °ю.ш. до 23 ° с.ш.). В этом регионе поступающая солнечная радиация больше, чем исходящее земное излучение, а дневной температурный цикл больше, чем годовой температурный цикл. Солнечное нагревание на поверхности переносится в атмосферу через поверхностные потоки, что в котором преобладает скрытый тепловой поток в тропиках. Эта скрытая тепло выделяется в облаках, а вода возвращается на поверхность в виде осадков. Тропики связаны с высокими уровнями конденсации/испарение.

Тропики примерно находятся в конвективно-радиационном квазиравновесен, а глубокая конвекция играет решающую роль в этом (GrabowskiandPetch, 2009). Квазиравновесное теория была первоначально предложена Аракавой и Шубертом (1974), и она основана на статистическое равновесие между конвекцией и крупномасштабным форсированием, таким как излучение.

1.2 Тропический климат.

Традиционное определение тропиков - это территория между тропиками Рака и Козерога (приблизительно 23° северной широты и 23° южной широты соответственно). В этой зоне высота Солнца в зените (90°) не реже одного раза в год и положительный радиационный баланс. Продолжительность светового дня от 10 до 13,5 часов.

В метеорологии пояс земного шара считается «тропической зоной» между осями поверхностных субтропических антициклонов двух полушарий (расположенных в среднем ежегодно около 30 с.ш и 30 ю.ш), что составляет приблизительно половину площади земного шара. Действительно, эта зона двигается, следуя явному движению солнца, на север в бореальное лето и на юг в южное лето. Например, в летнем полушарии "тропическая зона" может расширяться до высоких широт, как на юго-востоке Китая, где муссонный поток восходит до 40-45N в конце июля!

Для анализа особенностей этого региона наиболее широко используемая система климатической классификации, классификация Кеппена (Chen and Chen, 2013), имеет две основные классификации в тропиках, влажный тропический климат и засушливый / полусухой климат. Главный температурный критерий для тропического климата заключается в том, что средняя температура самого холодного месяца выше 18°C , с различными критериями, определяющими количество осадков влажный тропический климат от засушливого / полусухого климата.

В тропиках есть разные зоны растительности. Они зависят от времени, в течение которого имеется достаточное количество воды для выращивания растений.

В регионах, где влажный тропический климат переходит во влажный умеренный климат, а не засушливый / полусухой, граница влажного тропического климата, как правило, довольно близко, в низкогорных районах, к тропику Рака /Козерог, хотя и немного ближе к экватору в восточной Азии.

1.3. Экваториальный климат.

Экваториальный климат – тип климата межтропической температурной зоны, к которой относятся регионы, близкие к экватору. Этот климат характеризуется одним сезоном, сильным ливнями с максимальной интенсивностью во время равноденствий, а высокая температура почти постоянна в течение всего года. Этот климат также характеризуется постоянным теплом и очень небольшими ежедневными колебаниями температуры. Экваториальный, жаркий, влажный климат находится между 5 и 10 ° к северу и югу от экватора. В наибольшей степени он встречается в низменностях Конго. Например, в Браззавилле самая высокая из зарегистрированных температур составляет 36 ° С, а самая низкая - 18,9 ° С. Многие места в пределах 15 ° широты от экватора, особенно на островах или вблизи побережья, никогда не достигали 40 ° С и имеют самые высокие зарегистрированные температуры менее чем на 5 ° С выше средней дневной максимальной температуры самого теплого месяца. Частично это связано с тем, что температура на островах и в прибрежных районах в значительной степени контролируется температурой океана, хотя в экваториальных регионах даже континентальные области редко, если вообще когда-либо, достигают 40 ° С. Экстремальные температуры выше от экватора, хотя они все еще не достигают самых высоких в мире экстремальных значений, большинство из которых имели место немного за пределами тропиков (включая большинство случаев температур, измеренных при стандартных условиях 50 ° С или выше).

В то время как тропический климат характеризуется небольшими колебаниями температуры, он включает в себя огромное разнообразие режимов осадков. Тропики включают в себя самые сухие районы мира, где среднегодовое количество осадков составляет менее 1 миллиметра, а также некоторые из самых влажных мест, которые получают более 10 000 миллиметров в год.

1.4 Режимы тропического климата и глобальная чувствительность к климату

Множественные тропические климатические режимы обнаруживаются в модели общей циркуляции атмосферы (AGCM), связанной с глобальным океаном плит, когда модель вызвана различными значениями глобально однородной инсоляции. Даже в этой простой ситуации конвекция организуется в зону межтропической конвергенции (ITCZ) исключительно благодаря эффекту вращения планет, как было обнаружено в Киртмане и Шнайдер, для единственного значения инсоляции. Здесь исследуется отклик на диапазон значений инсоляции, и неожиданно обнаруживаются многочисленные климатические режимы, характеризующиеся радикально различными структурами ITCZ. В порядке от самого холодного до самого теплого климата это симметричный двойной ITCZ, почти симметричный экваториальный ITCZ, переходный асимметричный ITCZ и стабильный, сильно асимметричный ITCZ.

Модель демонстрирует гистерезис при переходе от почти симметричных к сильно асимметричным режимам ITCZ, когда инсоляция увеличивается, а затем уменьшается. Начальный переход от симметрии может происходить в отсутствие воздушно-морской связи; однако связь необходима для создания и обслуживания сильно асимметричной ITCZ. Обратная связь ветер-испарение-SST, а также длинноволновое радиационное

воздействие облаков и водяного пара на SST, по-видимому, важны для поддержания асимметричного режима. Существование нескольких режимов в одной AGCM и зависимость этих режимов от обратных связей SST могут иметь отношение к ошибкам моделирования ITCZ текущих связанных климатических моделей.

Чувствительность глобальной средней температуры поверхности, как правило, уменьшается с увеличением инсоляции, что является следствием, прежде всего, все более отрицательного воздействия коротковолнового облака. Чувствительность климата, измеренная при переходе между режимами, может быть намного больше, чем чувствительность в пределах одного режима.

Большинство современных моделей климата имеют проблемы с имитацией тропических осадков. В частности, структура зоны межтропической конвергенции (ITCZ) в Тихоокеанском бассейне значительно варьируется от модели к модели.

Даже в зональном среднем поля осадков демонстрируют большую структурную неопределенность, при этом некоторые модели демонстрируют отчетливый «двойной ITCZ» (Covey et al. 2003). Многие из этих моделей также имеют отклонения 1–2 К при температуре поверхности тропического моря (SST). Зависит ли структура тропических осадков от средней температуры поверхности? Если это так, то улучшение средней температуры путем, скажем, параметризации облаков или физики океана может уменьшить количество осадков. Но что, если средняя температура поверхности зависит от структуры осадков? Тогда изменение физики океана может быть бесполезным.

1.5. режим облако в тропический зоне

Облака и осадки являются очень важными особенностями тропической атмосферы. Количество, высота и толщина облачного покрова играют важную роль регулируя температуру воздуха за счет взаимодействия с излучением. Учет облаков необходим для численного прогнозирования погоды (ЧПП) и климатических моделей, для правильного предсказывания. Конвективные облака в тропиках могут быть сгруппированы в четыре конвективные моды, но три основных режима: 1) мелкие кучевые облака с высотами облачности (под которыми мы подразумеваем максимальную верхнюю высоту) вблизи слоя инверсии, на 1-2 км выше поверхности; 2) средне уровневые кучевые облака с высотой верхней границей облаков (ВВГ) вблизи уровня замерзания 0°C или мощно-кучевая мода с вершинами в высокостабильной средней тропосфере (3–6,5 км); 3) глубокая конвективная мода с вершинами в области свободной конвекции (6,5–15 км) и 4) режим превышения конвекции с вершинами в тропическом слое тропопаузы (ВВГ > 15 км).

Эти кучевые режимы оказывают значительное влияние на бюджеты воды и энергии, а также на циркуляцию. Поэтому для улучшения параметризации конвективных и облачных процессов в тропиках нам необходимо лучше понять характеристики каждой из этих конвективных мод, атмосферных факторов, которые определяют тип конвективной моды, которая будет происходить, и как эти кучевые моды могут быть связаны. Это исследование будет сосредоточено на кучевых облаках с ВВГ между 3 и 7 км (Си 3 км-7 км), что было предположено для предпосылки атмосферы для глубокой конвекции путем увлажнения.

Отдельная точка зрения заключается в том, что тропосферное увлажнение, предшествующее глубокой конвекции, вызвано крупномасштабной динамикой. Короче говоря, основной вопрос, который мы

хотим решить, заключается в следующем: что заставляет некоторые Cu 3км-7км ячейки оставаться неглубокими на протяжении всей их жизни и способствует тому, чтобы другие превращались в глубокие конвективные ячейки .

В этом исследовании наблюдаемые ячейки Cu 3км-7км разделены на два режима: те, которые прекращают рост в нижнем стабильном слое вблизи уровня замерзания, называются здесь $Cucong$, и те, которые продолжают подниматься до большей высоты, чтобы стать глубокими конвективными ячейками в более позднее время, называемыми здесь кучево-дождевыми (Cb) ячейки. Мы предполагаем, что объединение режимов $Cucong$ и Cb в единую категорию $CucongCb$ 3км-7км может стать причиной ограниченного успеха в понимании возможной связи между ячейки $Cucong$ и глубокой конвекцией, разделяли $Cucong$ (которые они называли «терминальными») и Cb режимами.

Главной мотивацией является не только разделение популяции ячейки Cu 3 км-7 км на моды Cg и Cb , но и выявление атмосферных процессов, которые регулируют возникновение этих непересекающихся и растущих кучевых облаков. Присутствие сухого воздуха в средне тропосфере может эффективно ограничивать вертикальную протяженность конвекции. Таким образом, если есть достаточное увлажнение, предшествующее ячейке Cu 3км-7км, то это увеличивает вероятность того, что она превратится в глубокую башню Cb . В ранних исследованиях предположили, что источник увлажнения в середине тропического происхождения обусловлен ячейки $congustus$ (например, SherwoodandWahrlich 1999 ; Mapesetal., 2006 ; HollowayandNeelin 2009). ячейки $Cucong$ потребуют слишком длительного времени для получения значительного увлажнения средней тропосферы, что, как представляется, исключает потенциальную роль Cu 3 км -7 км увлажнение как доминирующий процесс перехода к глубокой конвекции (например, HoheneggerandStevens 2013). Их результаты показывают, что динамические процессы, потенциально связанные с нагревом от Cu 3км-7км ячейки клеток, вероятно, являются важным компонентом в переходе к

глубокой конвекции. Другим возможным механизмом, который, как было установлено, способствует переходу от неглубоких кучевых до глубокой конвекции по среднеширотным континентальным поверхностным типам, является более высокая влажность на нижнем уровне, более сильные крупномасштабные восходящие потоки в средней тропосфере и неоднородность пограничного слоя (например, Zhang and Klein 2010)

2. Особенности конвективных облаков тропической зоны

2.1. Общее описание тропической конвекции.

Одним из видов вертикальных движений в атмосфере является конвекция. Атмосферная конвекция в теплое время года не только осуществляет вертикальный перенос тепла, водяного пара и количества движения, но и является основной причиной образования конвективных облаков: кучевых (Cu), мощных кучевых (Cucong) и кучево-дождевых (Cb). С кучево-дождевыми облаками связан комплекс наиболее опасных явлений погоды. Это ливневой дождь, град, гроза. К числу опасных проявлений конвективной деятельности относятся также шквалы и смерчи, которые обладают огромной разрушительной силой, приносят значительный материальный ущерб и нередко приводят к гибели людей. Восходящие и нисходящие движения в кучево-дождевых облаках (в отдельных случаях свыше 30 м/с и даже достигают 100 м/с) могут вызывать катастрофические перегрузки и потерю управления летательным аппаратом. В верхней части этих облаков наблюдается сильное обледенение, в грозовых кучево-дождевых облаках возможно поражение самолетов и вертолетов молниями. В кучево-дождевых облаках и на расстоянии нескольких километров от них возникает сильная турбулентность, вызывающая болтанку летательных

аппаратов, в результате полет становится неуправляемым. Данные опасные конвективные явления исключают полеты в кучево-дождевых облаках.

Тропическая конвекция существует в различных формах. Иногда полезно разделить конвекцию на три типа следующим образом: мелкая конвекция, промежуточная конвекция и глубокая конвекция.

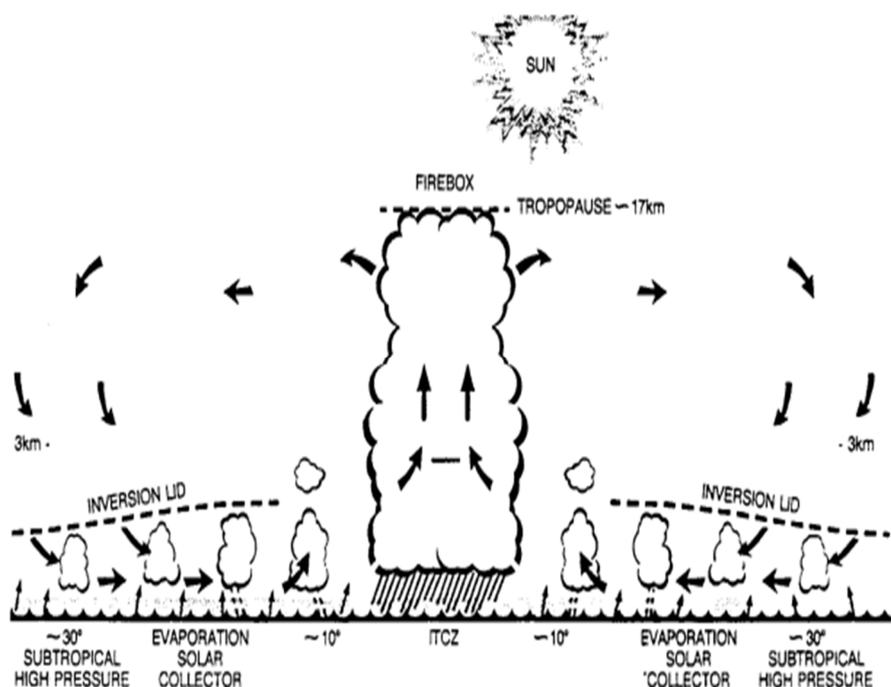


Рисунок 2.1. Схема конвективные облаков тропической зоны в ITCZ [1]

Кучевые и кучево-дождевые облака иллюстрируют конвективные облака, которые возникают, когда температура довольно быстро падает с увеличением высоты над землей. Таким образом, дифференциальный нагрев и сходящиеся воздушные потоки в этой вертикальной температурной структуре могут относительно легко направлять потоки более теплого воздуха в небо, поскольку эти потоки, вероятно, будут теплее, чем воздух вокруг них.

Конвективные облака имеют ограниченный охват по сравнению со слоистыми облаками и, за исключением наковальни кучево-дождевых

облаков, редко покрывают все небо или делают это только в течение коротких периодов времени.

Эта характеристика покрытия отличает кучевые облака, например, от слоисто-кучевых облаков, поскольку последние связаны между собой основами облаков, покрывающими большие участки неба. Кучевые облака одинакового размера, по определению, должны быть относительно разбросаны в изолированные облака или небольшие скопления с большими небесными проемами.

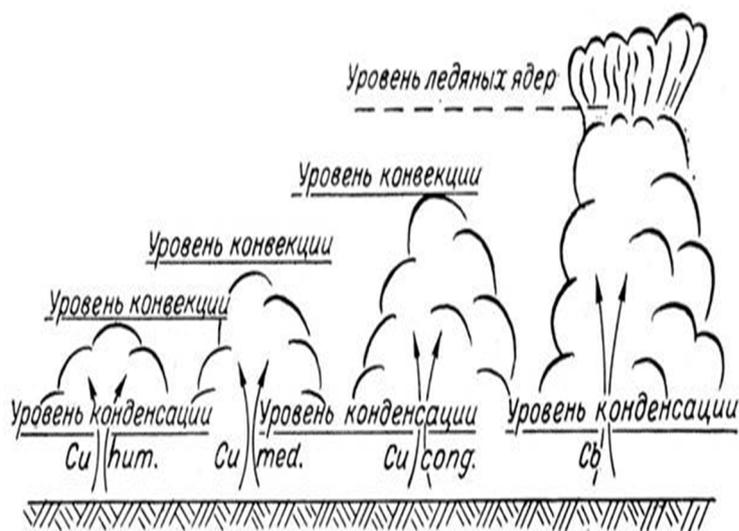


Рисунок 2.2. Образование кучевых и кучево-дождевых облаков [2].

2.2. Облака мелкой промежуточной конвекции

2.2.1. Облака мелкой конвекции

«После рассеивания утренних туманов небо будет чистым до появления кучевых облаков в конце утра. Днем погода будет все более и более угрожающей с высоким риском гроз в конце дня. Этот типичный

летний сценарий на континентах отражает тесную связь жизненного цикла некоторых облаков с солнечным светом. Они говорят, что следуют заметному суточному циклу. Хорошее представление этого явления в моделях имеет важное значение для прогнозирования погоды в ближайшие дни в метеорологическом масштабе, но считается, что оно также должно предсказать эволюцию климата. В климатическом масштабе, то есть в течение нескольких десятилетий, одного лишь рассмотрения атмосферных процессов недостаточно, и мы также должны учитывать взаимодействие между атмосферой, океаном и поверхностью. континентальная растительность и криосфера (снег и ледники). Все эти различные компоненты составляют климатическую систему. Каждый из них играет роль в радиационном балансе Земли, который является результатом равновесия, которое устанавливается между солнечной радиацией, получаемой в верхней части атмосферы, и инфракрасной радиацией, излучаемой Землей в космос. Облака очень сильно взаимодействуют с этими излучениями, а также играют роль во взаимодействиях между различными компонентами климатической системы.

Системы мелкой конвекции развиваются в нижней части тропосферы. Они представлены облаками: кучевыми (Cu), мощно-кучевыми (Cucong) и состоят из мелкомасштабных конвективных ячеек круглой или квазигексагональной формы или облачных гряд. Облачные гряды также называют облачными улицами или валами. Облачные ячейки бывают открытые и закрытые. Открытая облачная ячейка — облачное скопление в виде кольца, состоящее из отдельных или совмещенных облаков конвективного происхождения. В центре такой ячейки наблюдаются нисходящие движения воздуха, а на периферии — восходящие. Поэтому внутри ячейки безоблачно.

Открытые ячейки образуются в холодном воздухе, приходящем на теплую подстилающую поверхность.

Закрытая ячейка — облачное скопление гексагональной (квазишестиугольной) формы, окруженное узким безоблачным пространством. Внутри такой ячейки наблюдаются восходящие движения, а на периферии — нисходящие. Закрытые ячейки образуются в теплом воздухе, приходящем на холодную подстилающую поверхность. В данном случае неустойчивость генерируется охлаждением сверху, в результате излучения и испарения облачных элементов с верхней границы облаков. Облачная гряда (улица) — облачное скопление в виде выстроившихся в линию облаков. Часть из них соединена друг с другом, а часть наблюдается в виде отдельных облаков. Как правило, одновременно существует несколько гряд, отделенных одна от другой безоблачными пространствами шириной от единиц до десятков километров. Гряды облаков и открытые конвективные ячейки характерны для холодных вторжений в тылу циклона или высотной ложбины.

Неглубокая конвекция относится к конвективным облакам, которые имеют ограниченную вертикальную протяженность, возможно, не более одного или двух километров. Обычно из таких облаков не выпадают осадки. Их часто называют «Кучевым пассатов». Теоретическая обработка поверхностной конвекции предполагает, что облака не производят осадков.

Кучевые облака по глубине делятся на виды. Например, кумулюс-фрактус, те первые кусочки облаков, которые появляются в верхней части конвективного пограничного слоя, может иметь толщину менее 100м.

Кучевые хьюмили(Cumulushumilis), следующий больший размер, должен быть толщиной не более 1 км и больше похож на жирный блин, чем многие облаков. в очень холодных ситуациях даже кучевые облака могут образовывать лед.

Кучевые облака средние(cumulusmediocris) — облака, которые начинают сгущаться, и напоминают профили, представленные горными цепями. Они имеют толщину около 1–2 км. Самый крупный вид кумулюса —

это кучевые конгестус, толщина которого всегда от 2 км до нескольких километров и в целом намного выше, чем ширина.

Вершины этих больших кучевых облаков, *mediocris* и *congestus*, отмечены прорастающими субэлементами, называемыми башнями, которые выглядят как заметные выпуклости наверху. Ширина башен обычно составляет от одного до нескольких километров. Однако при сильных грозах отдельные башни могут объединяться в группы из нескольких башен, образуя большую плотно упакованную и трудно выглядящую массу цветной капусты, которая поднимается вверх с небольшой дифференциацией башни.

Кучевые облака, за редкими исключениями, обсуждаемыми ниже, состоят исключительно из капель. Они имеют самые высокие концентрации жидкой воды среди облаков в своих верхних частях, где влажный воздух поднимается выше всего. Чтобы быть просто кучевым облаком, в них очень мало частиц размером с каплями осадков, хотя они могут быть неизбежными.

Мелкая кучевая конвекция играет решающую роль в определении вертикальной термодинамической структуры атмосферы и оказывает существенное влияние на крупномасштабную циркуляцию как в тропиках, так и в средних широтах и определении доли низких облаков в тропиках и субтропиках. В субтропических поясах поверхностное испарение из океана значительно увеличивается из-за улучшенного вертикального переноса тепла и влаги мелкими кучевыми облаками, которые обычно называют пассатами.

Эта повышенная влажность, собранная в пограничном слое пассата, переносится пассатами в зону межтропической конвергенции (ITCZ), где она в конечном итоге выделяется в виде скрытой теплоты в глубоких конвективных кучево-дождевых башнях. Поскольку это скрытое тепловыделение является важным двигателем циркуляции Хэдли, усиленное поверхностное испарение вверх по течению в области пассатного ветра можно рассматривать как источник топлива для этой циркуляции. Именно в этом контексте присутствие мелких кучевых, хотя и небольших по размеру и не осаждающих, усиливает крупномасштабную циркуляцию. В местном

масштабе вертикальный перенос тепла и влаги мелкими кучевыми облаками также важен для противодействия эффектам осушения и потепления в результате крупномасштабного оседания, вызванного циркуляцией Хэдли.

В результате можно поддерживать устойчивое термодинамическое состояние вертикальной структуры области пассата. Именно в этом контексте присутствие мелких кучевых, хотя и небольших по размеру и не осаждающих, усиливает крупномасштабную циркуляцию.

Неглубокая кучевая конвекция испаряет слоисто-кучевые облака в пограничном слое атмосферы.

Без мелкой конвекции доля облаков в форме увеличивается, а поверхностная солнечная радиация уменьшается. Температура поверхности моря (SST) в среднем охлаждается на 2°C.

Охлаждение в низких кучевых облаках(SC) больше под нижней облачной границей к югу от экватора, чем к северу от экватора, что приводит к увеличению климатической меридиональной асимметрии.

Исследования показали, что ITCZ формируется к югу от экватора в марте-апреле. В Неглубокая температура поверхности моря не более 24°C юга от экватора и ITCZ не образуется. Многолетние наблюдения показали, что в северном полушарии ITCZ вне Малая кучевая сопровождается круглогодичным южным ветром, по крайней мере, 3 м/с на экваторе, значительно сокращая сезонный цикл экваториальной температуры поверхности моря.

Неглубокие кучевые облака имеют небольшой горизонтальный охват, но часто встречаются в регионах с большими поверхностными тепловыми потоками, особенно в районах пассатов над тропическим и субтропическим океанами. В этих регионах обширные слои облачных и слоисто-кучевых облаков охлаждают океанотражая солнечный свет обратно в космос.

Неглубокие кучевые восходящие потоки проникают через инверсию, которая охватывает планетарный пограничный слой.

Восходящие потоки уносят теплый сухой воздух в планетарный пограничный слой и ослабляют инверсию. Благодаря углублению в облачных облаках и горизонтальных кучевых облаках неглубокие кучевые облака приводят к переходу из сложных кучевых облачных режимов в облачные вызывая уменьшение облачности.

Поля мелкой конвекции важны для более крупного масштаба, потому что конвекция облегчает смешивание, что приводит к вертикальному переносу тепла и влаги в облачный слой и транспортировке сухого воздуха через внутри облачное погружение в субоблачный слой. Таким образом, мелкая конвекция противодействует эффектам сушки и потепления в крупных районах проседания. Примеры мелкой конвекции можно увидеть на всех панелях (рис. 2.3,2), предполагая, что такая конвекция повсеместна в тропиках.



Рисунок 2.3.1 мелкой конвекции [3].



Рисунок 2.3.2. мелкой конвекции [3].



Рисунок 2.3.3 мелкой конвекции [3].

2.2.2. Промежуточная конвекция

Промежуточная конвекция относится к конвективным облакам, которые производят сильные ливни, но которые не распространяются достаточно высоко по вертикали, чтобы содержать лед. В тропиках уровень замерзания составляет около 5,5 км. В этих облаках процессы, ведущие к дождю, не связаны с ледяными процессами. Таким образом, капли дождя образуются только в результате столкновения и слияния более мелких капель. Мы называем дождь, образующийся в таких облаках, теплым дождем. Примеры включают в себя так называемые кучевые облака, примеры которых показаны на рис. 2.4 (а), (с) и (е). Кучевые облака, кучевые конгестусы, представляют собой конвективные облака, которые развиваются, когда воздух влажный и нестабильный. Это промежуточная стадия между кучево-дождевыми и кучево-дождевыми облаками, обычно имеющая удлиненную форму цветной капусты без наковален, образующих трубы, в которых легко наблюдаются вихревые движения. Конгестус выше, чем широкий. Чем больше турбулентности проявляется в облачных вышках, тем сильнее будет восходящий поток и тем быстрее облако будет двигаться к шторму.

Технически Кучевые конгестус отличается от кучево-дождевого в том, что он состоит в основном из капелек воды, в то время как в кучево-дождевых червях верхняя часть облака состоит из кристаллов льда, что способствует возникновению электрических явлений. связан со штормами. Кроме того, верхняя часть кучево-дождевых облаков визуально гладкая, в то время как кучевая куча сохраняет пушистый вид сверху.

Когда участок воздуха у земли становится теплее окружающей среды, он начинает подниматься под давлением Архимеда. Таким образом, он

продолжает свое ускорение, пока не достигнет точки атмосферы, где его температура равна температуре окружающей среды. Затем он замедляется, если становится холоднее, чем этот. Во время этого подъема водяной пар, содержащийся в пакете, становится насыщенным, и конденсат образует облако.

Cu (Cumulus), конгестус и Cb (Cumulonimbus) являются результатом такого вертикального движения в различной степени. В случае конгестус верхняя часть облака находится в диапазоне от -10°C до -20°C , что достаточно для того, чтобы вызвать осадки, но недостаточно для образования электрического потенциала внутри облака. Таким образом, у нас могут быть ливневые дожди или снег, в зависимости от сезона, и даже мокрые дожди, но без молний. Вертикальное удлинение кучевой конгестус составляет от 3 до 7 км в зависимости от сезона.

В некоторых случаях кучевой конгестус преодолевается небольшим колючим облаком, называемым ворсом, знаком гравитационных волн. Паилус представляет собой эфемерное облако аппендикса небольшого горизонтального расширения, появляющееся при вертикальном подъеме кучевого конгестус. это в форме плоской или овальной шляпы. Он напоминает лентикулярный альта-кучевой и состоит из кристаллов льда.



Рисунок 2.4.1 1 Промежуточная конвекция [3].



Рисунок 2. 2.2 Промежуточная конвекция [3].

2.3. Глубокая конвекция

Глубокая конвекция относится к выпадающим в осадок облакам, которые простираются вертикально через значительную глубину тропосферы, обычно хорошо проходя уровень замерзания. Помимо образования сильных локальных осадков, они могут вызвать гром и молнию. Важной характеристикой осаждающей конвекции является

образование сильных нисходящих потоков, когда осадки выпадают в ненасыщенном воздухе или тают на уровне замерзания. Глубокая конвекция является источником водяного пара для верхней тропосферы в тропиках. Эта влажность в верхней тропосфере играет важную роль в поддержании естественного парникового эффекта в атмосфере. Пример показан на расстоянии на рис. 2.5 (с).



Рисунок 2.5. Глубокие конвективные облака [4]

Глубокие конвективные облака обычно создают обширные наковальни ледяных частиц, которые часто переживают конвективные ячейки, которые их генерируют. Эти облака наковальни приобретают динамику с медленным подъемом выше уровня замерзания и опусканием ниже, вызванным умеренными или слабыми осадками под ними.

Нисходящие потоки, сопровождающие глубокие конвективные системы, могут оказывать существенное стабилизирующее воздействие на субтучный воздух, делая его более холодным и сухим. Однако после развития конвективной ячейки подъем воздуха вперед по границам низкого уровня холодного убывание может вызвать новую конвекцию. Таким

образом, конвективные системы имеют тенденцию генерировать новые ячейки, которые впоследствии агрегируют.

Над океаном поверхностные потоки тепла и влаги приводят к потеплению и увлажнению нисходящего воздуха в масштабе времени порядка полдня, тем самым восстанавливая конвективную неустойчивость.

Потепление атмосферы в областях конвекции является результатом не только прямого выделения скрытой теплоты в облаках, но также и в результате погружения в окружающую среду облаков, вызванного распространяющимися горизонтально гравитационными волнами. Таким образом, весь регион, включая облака и окружающую среду, может подвергнуться потеплению.

Типичные скорости восходящего потока при глубокой конвекции над океаном обычно составляют всего несколько мс^{-1} , что несколько ниже, чем типичные скорости при глубокой конвекции над землей в средних широтах, где скорость восходящего потока может достигать 15мс^{-1} или более (см. Lucasetal. 1994). Однако тропические облака, как правило, глубже, чем их среднеширотные аналоги, поскольку тропопауза в тропиках на несколько километров выше.

Развитие обильных осадков в кучевых облаках – это такое явление, в котором кучевые конгестусы также становятся кучево-дождевыми облаками и выходят из категории кучевых.

Глубина этого перехода различна для разных режимов аэрозоля. В чистых условиях кучевые конгестусы могут мигрировать в кучево-дождевые облака с ярко выраженным дождевым валом, когда они достигают глубины всего лишь 1,5–3 км, например, над океанами.

Однако в загрязненных ситуациях глубина должна быть намного больше, около 3 км над землей. Осадки, выпадающие из кучево-дождевых облаков Это может быть связано либо со столкновением со слиянием капель облаков с образованием дождевых капель (процесс, называемый «процесс

теплого дождя)), либо из-за образования частиц льда, которые затем собирают воду в результате изгиба или в результате скопления многих кристаллов льда. в снежинки, которые тают на пути вниз. В тех случаях, когда процесс теплого дождя является единственным источником дождевых капель, кучево-дождевые облака обязательно меньше, чем те, которые требуют ледяного процесса для сильного дождевого вала, так как их вершины будут только вокруг или ниже высоты замерзания.

Часто в морских местах, а также в облаках в континентальных районах с теплыми основаниями (выше примерно 10°C) оба процесса, теплый дождь и ледяной процесс, являются активными.

В зимнее время даже небольшие и умеренные кучевые облака с вершинами более холодными, чем примерно от -10 до -15°C , могут давать полоса, снежные ливни или даже накапливать количество снега. Эти виды небольших, холодных и выпадающих в многие облаков обнаруживаются зимой в таких местах, как Великие озера Соединенных Штатов, у восточных берегов континентов, над высокими горами или пустынными районами.

Когда в кучевых облаках образуется значительное количество осадков, визуальные атрибуты начинают заметно меняться. На первой стадии этого изменения, часто очень тонкого и трудно обнаруживаемого без опытного глаза, это облако называется кучево-дождевой личинкой («лысый».

Часто под основанием облака виден сильный вал осадков с вершиной облака, которая смягчилась из-за жесткого, зубчатого вида. В некоторых случаях дождевой вал еще не появился или только зарождается, волнуемый момент! «Мягкий», волокнистый, изнашиваемый или волнистый переход, иногда по сравнению с видом «сладкой ваты», обусловлен снижением концентрации частиц с 50 до сотен тысяч на литр мелких облачных капель (<50 диаметра мкм) - до десятков-сотен на литр частиц гораздо большего диаметра, которые составляют от доли миллиметра до размера больше миллиметра. Эти осажденные частицы могут быть каплями дождя или

частицами льда, или кратко, и тем, и другим. Эти более крупные частицы имеют тенденцию выпадать в нити и часто имеют полосатый вид.

Этот процесс от «жесткого» до «мягкого» появления облачной вершины занимает всего несколько минут, обычно около пяти или около того, то есть до такой степени, что большинство наблюдателей могут распознать, что «что-то изменилось» на вершине облака от времени облако было конгестусом. Если уже имеется сильный вал, вероятно, вы просматриваете сторону восходящего потока кучево-дождевого облака, где формируются новые турели и проходят полный цикл оледенения, и появление фиброз, которое обычно ожидалось увидеть с полностью развитыми дождевыми валами, скрыты от глаз и по ветру от наблюдателя.

Когда волокнистость верхней части облака становится очевидной, кучево-дождевые облака перешли от «calvus» к капулатус (лат. «Волосы» - выросли «волосы» после того, как они стали «лысыми»!). В этот момент, когда достигается стадия капулатус, вся верхняя часть кучево-дождевых облаков явно состоит из кристаллов льда и снежинок.

В тропиках или в теплых влажных воздушных массах это визуальное преобразование также происходит, но может быть связано только с испарением меньших капель, оставляя намного более низкие концентрации морозящего дождя и капель дождя, которые приводят к смягчению появления облаков.

Град или крупа (маленький, мягкий град) обычно встречаются, если не на земле, то выше практически во всех кучево-дождевых облаках, которые достигают уровня замерзания.

Если выраженное уплощение вершины этих облаков перерастает в распространяющуюся наковальню, то облако достигает статуса кучево-дождевые *capillatusincus* (*incus*, латинский для «наковальня»). Со знакомой наковальней это, пожалуй, самая узнаваемая форма кучево-дождевого облака. Выравнивание в верхней части обычно указывает на то, что

восходящий поток достиг тропопаузы, и, следовательно, эти кучево-дождевые волосатые облака «capillatus» чаще бывают сильными штормами.

И будьте осторожны, если над уплощенной вершиной появится курган или высокий облачный купол! Этот купол представляет собой восходящий поток, который пересек тропосферу и вошел в стратосферу, что является признаком исключительно сильного восходящего потока в этой грозе. Таким образом, купол над наковальной является очень хорошим признаком особенно сильной грозы, под которой вы бы не хотели водить свой автомобиль.

Восходящие потоки могут достигать десятков метров в секунду в кучевых и кучево-дождевых облаках, особенно в теплых воздушных массах. Наибольшая скорость восходящего потока, который был измерен с помощью самолета была поразительная 40 м с^{-1} . Эти сильные восходящие потоки приводят к большому количеству конденсата и содержанию жидкой воды в верхних областях этих облаков, и часто при температурах намного ниже нуля, даже до -60°C .



Рисунок 2.6. кучево-дождевые капилатус может принимать форму наковальни, так что все выглядит как гриб [5]

3. Переход от мелкой к глубокой конвекции

За исключением таких ненормальных ситуаций, душ формирование начинается, когда вершины кумлюсь в средней тропосфере. По крайней мере, по суше, и особенно в теплом климате, в котором распространена кучево-дождевая конвекция, большая развитие в размере и силе родителя Облако часто вскоре следует за образованием осадки, как отметил ТОРКЕЛЬССОН (1946).

в Исландии, CRADDOCK (1949) в Малайе, LUDLAM (1958) в Джамтланде и Англии, и ХАУЭЛЛ (1960) на Кубе. В течение получаса последовательные башни проникают в высокую тропосферу, а более интенсивные и продолжительные конвекция приводит к их постоянному оледенению

остатки распространяются в гриб или наковальня характерна для зрелых кучево-дождевых облаков. Это имеет совершенно другую форму от того типичного большого кумулюса, который пирамидальная, потому что примесь холода чистый воздух верхней тропосферы в термики очень неэффективен для испарения их конденсированной воды и удаления их плавучести, поэтому то , что они распространяются и сохраняются после достижения уровень равновесия .

Теперь мы проводим анализ перехода от хорошей погоды до штормов. Малая конвекция характеризуются высоким ненасыщенным привод воздухом из окружающей среды, что ограничивает вертикальное расширение облака на несколько километров. При определенных условиях, восходящий поток теплого воздуха или термики могут проколоть слой кумулюса и подняться на вершину тропосферы. Осаждение кучевое дождевые появляются. Это называется глубокой конвекцией.

3.1 Существование кучевых и кучево-дождевых облаков

3.1.1 Основные параметры перехода

1). Конвективное торможение и доступная энергия конвективного потенциала

Вертикальный профиль виртуальной потенциальной температуры этой частицы накладывается на окружающую среду на рис. 5.1. Этот график позволяет определить несколько критических точек и характеристик адиабатического конвективного происхождения, определенных таким образом:

- LCL (Lifting Condensation Level) для подъема уровня конденсации или уровня конденсации. Это уровень, на котором восходящая частица достигает насыщения и конденсируется.

- LFC (Level of Free Convection) уровень свободной конвекции. Это уровень, на котором виртуальная температура восходящей частицы становится больше, чем у окружающей среды. Выше на этом уровне сила плавучести, приложенная к частице, положительна.

- LNB (Level of Neutral Buoyancy) для уровня нейтральной плавучести или уровня нейтральной плавучести. Это уровень, на котором потенциальная виртуальная температура частицы становится равной температуре окружающей среды.

Мы определяем две характерные энергии конвективного происхождения:

- CAPE (Convective Available Potential Energy) доступная конвективная потенциальная энергия или доступная конвективная потенциальная энергия.

Это полная энергия, которая может быть преобразована в кинетическую энергию в конвективном шлейфе. Она определяется как

работа, производимая силами плавучести, когда частица поднимается от уровня свободной конвекции к для уровня нейтральной плавучести.

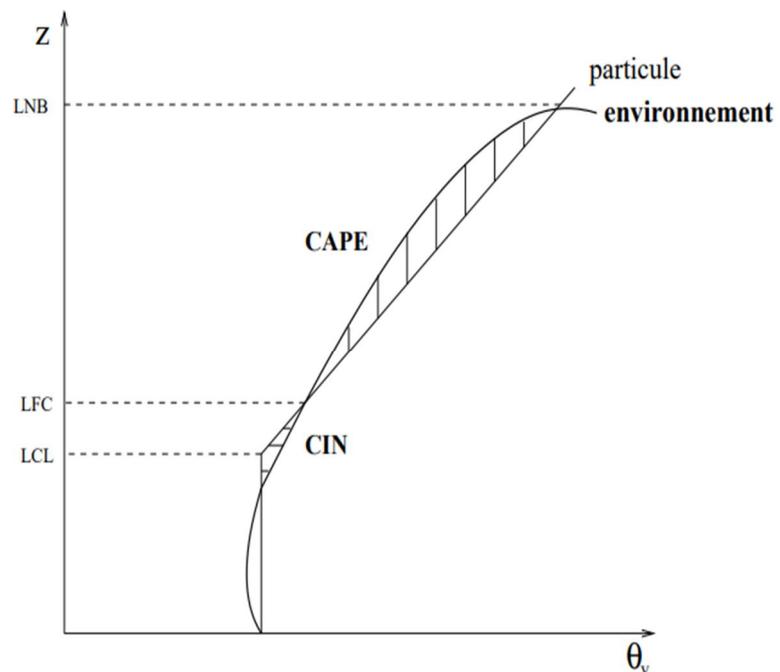


Рисунок 3 Виртуальные профили потенциальных температур в окружающей среде и прохождении адиабатический: определение характеристик конвекции [7]

- LCL: уровень конденсации
- CFL: уровень свободной конвекции
- LNB: нейтральный уровень плавучести
- CIN: конвективное торможение
- CAPE: потенциальная энергия доступна для конвекции
- CIN (для конвективного торможения) или конвективное торможение.

Это энергия, необходимая для уравнивания силы плавучести в стабильной атмосфере. Это определяется как работа, произведенная выталкивающая сила возникает, когда частица поднимается с уровня, на котором ее плавучесть становится отрицательной при уровень свободной конвекции.

Следовательно, это энергетический барьер, который частица должна пересечь, чтобы достичь высоты от из которого он поднимется под

воздействием своей плавучести. Над континентами, куча прекрасного времена связаны с КИН менее 15 Дж кг⁻¹, когда он порядка 150 Дж кг⁻¹ и она пересечено, сильные штормы вызваны. доступная конвективная потенциальная энергия и CIN непосредственно связаны с областью, ограниченной двумя кривыми на фиг. 5.1 между LFC и LNB, с одной стороны, и между LCL и LNB, с другой стороны. В упрощенной гипотезе, что кучево-дождевые облака состоят из частиц, адиабатический растущих под действием единственных сил плавучести, тогда уровни LCL и LNB являются оценками основания и вершины облака.

Таким образом, частица, которая адиабатический поднимается с поверхности, имеет отрицательную плавучесть вокруг своего уровня конденсации. Если кинетическая энергия частицы недостаточна, она снова падает

до достижения его уровня свободной конвекции. Напротив, если кинетическая энергия частицы достаточна для того, чтобы преодолеть конвективное торможение, тогда частица достигает своего уровня свободной конвекции и свободно поднимается до своего нейтрального уровня плавучести или даже немного выше его инерция (явление выброса). Если мы используем эту простую модель для представления конвективного происхождения, мы должны указать условие запуска глубокой конвекции (когда конвективное торможение превышен) и интенсивность этой конвекции, с другой стороны при вертикальной скорости частицы на уровне конденсации. Энергия, необходимая для превышения конвективное торможение, может поступать, например, от солнечного отопления или сброса. Когда конвективное торможение превышен, запускается глубокая конвекция, переносящая теплый воздух из нижних слоев в среднюю тропосферу. Окружающая среда прогревается и доступная конвективная потенциальная энергия уменьшается. Говорят, что глубокая конвекция потребляет доступная конвективная потенциальная энергия. Широко распространенный подход заключается в использовании доступная

конвективная потенциальная энергия для оценки конвективной интенсивности. Таким образом, влияние температуры и влажности пограничного слоя, а также температура свободной тропосферы по интенсивности конвекции в аккаунте. Но другие факторы могут влиять на развитие конвекции глубокой.

2). Влажность свободной тропосферы

Дербишир и др. (2004), например, посмотреть на влияние влаги в свободной тропосфере на мелкую конвекцию с использованием моделирования CRM. Для этого они строят квазистационарный идеализированный случай, когда поля температуры, относительной влажности и скорости ослабляются до наложенные профили со шкалой времени один час. Несколько испытаний проводятся с влажностью 25%, 50%, 70% и 90% выше 2 км.

В самом влажном случае конвекция глубокая и достигает 14 км с максимумом

массы к середине облака. В более сухом случае конвекция остается мелкой и не превышает 5 км, с уменьшением массового расхода от основания к вершине облака. Вертикальное расширение облаков, кажется, зависит от влажности тропосферы. Чувствительность значения массового расхода к облачной базе при этой влажности ограничена. И все же профиль дисперсии скорости, по-видимому, вертикальная зависит от влажности свободной тропосферы, предполагая, что вертикальная скорость и фракция, покрытая шлейфом, также зависит от него. В самом сухом случае этот профиль представляет максимум в пограничном слое, минимум вокруг основания облаков, то максимум вторичный в облаках, поскольку относительная влажность увеличивается, минимум, расположенный к основанию облаков,

все меньше и меньше отмечается до исчезновения в самом влажном случае, для которого самый сильный максимум находится в облачном слое.

Дербишир и др. (2004), следовательно, показывают, что сухая тропосфера неблагоприятна для развития глубокая конвекция. Действительно, вовлечение сухого воздуха из окружающей среды в облаках приводит к охлаждению частиц испарением и способствует уменьшению их плавучести. Однако, если средняя и низкая тропосфера изначально очень влажные и конвекционные глубина не развита, избыток избыточной влаги будет в меньшей степени влиять на переход от мелкой к глубокой конвекции (Хайрутдинов и Рэндалл, 2006). Это наводит на мысль что другие процессы играют роль в этом переходе.

3). Дефицит насыщения у основания облаков

Относительная важность характеристик облачного слоя с одной стороны и пограничного слоя с другой стороны, о глубокой конвекции известно мало. Дербишир и др. (2004) показали, что влажность выше 2 км сыграла свою роль в развитии конвекции. турбулентная кинетическая энергия пограничного слоя остается ниже, чем конвективное торможение, конвекция остается сухой.

Когда конвективное торможение превышен, конвекция облака запускается сначала неглубоко, а затем глубоко.

Переход между мелкой и глубокой, кажется, контролируется постепенным вершина пограничного слоя, часто соответствующая основанию облаков. Этот процесс, связанный с влажностью, сухая воздушная смесь из окружающей среды может быть определена количественно путем

введения стандартизированного дефицита при насыщении НРД (для нормализованного дефицита насыщения или NSD (Normalized Saturation Deficit) на каждом уровне, определяемом:

$$NSD = \frac{\overline{r_{sat} - r}}{\sigma_{r_{sat} - r}}$$

где r_{sat} – влажность насыщения, а r – коэффициент смешивания водяного пара, усредненный по горизонтали по области.

Поскольку сухая конвекция переносит влагу к верху пограничного слоя, дефицит насыщения $r_{sat} - r$ в верхней части пограничного слоя уменьшается, способствуя появлению облаков.

Это также зависит от турбулентной смеси конвективных элементов и окружающей среды. Зоны смешивания можно определить по изменчивости водяного пара на домене (или $\sigma_{r_{sat} - r}$). Зоны смешивания находятся в поверхностном слое и в верхней части пограничного слоя во время сухой конвекции, в облаке при мелкой конвекции, затем в слое предел при глубокой конвекции. Итак, во время фазы мелкой конвекции мы наблюдаем как уменьшение дефицита насыщения у основания облаков, так и увеличение изменчивости этого дефицита в верхней части пограничного слоя: NSD уменьшается на этом уровне. Когда он достигает достаточно низкое значение, триггеры глубокой конвекции, смешивание с окружающей средой уменьшается и NSD снова увеличивается постепенно.

Последовательность сухих, неглубоких и глубоких режимов в соответствии со значениями конвективное торможение и NSD среднее между вершиной пограничного слоя и уровнем свободной конвекции показано на рис. 5.2. В начале дня конвективное торможение сильный, а конвекция остается сухой.

Во время этой фазы NSD остается постоянным, в то время как конвективное торможение постепенно уменьшается.

Когда это станет меньше турбулентной кинетической энергии пограничного слоя, мелкая облачная конвекция срабатывает, достигая 2 км. Во время этого режима конвективное торможение остается примерно постоянным, в то время как основание облака становится влажным, и смесь увеличивается, что приводит к снижению NSD. Когда NSD достигает значения, близкого к 2, запускается глубокая конвекция. Результаты рис.

Анализ показал, что с начала глубокой конвекции CIN резко возрастает, а NSD вновь возрастает медленно. Пограничный слой в этот день холоднее и суше, чем в другие дни, поэтому более сильный КИН, влияние спусков, связанных с конвекцией, ощущается более ночью

Chaboureauetal. (2004) поэтому настаивают на важности характеристик слоя, расположенного около Облачная база при переходе между мелким и глубоким режимом. Однако Хайрутдинов иRandall (2006) и Kuang и Bretherton (2006) сходятся во мнении, что термодинамические свойства в основании мелких или глубоких облаков близки, и что это размер облаков на основу, которая является решающей. Эффект обучения на небольших облаках сильнее и не позволяет им проникать высоко в тропосферу, в то время как большая плавучесть и вертикальная скоростьможно поддерживать в больших облаках.

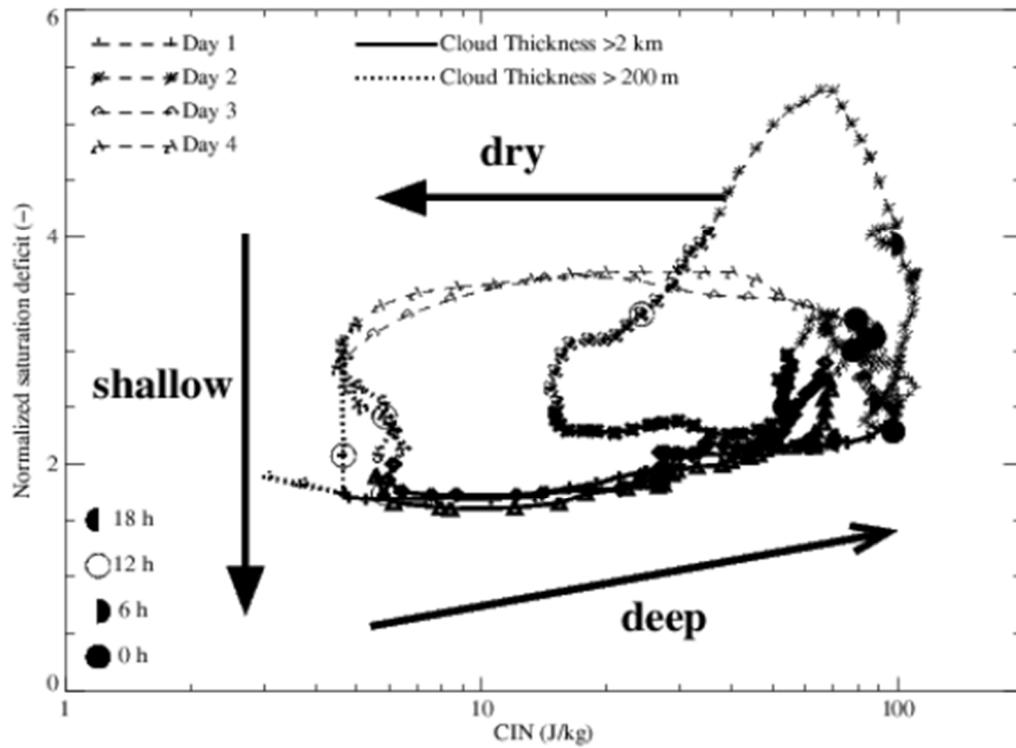


Рисунок 3.2 Эволюция нормированного дефицита насыщения (НСД), усредненного между вершиной задерживающего слоя и уровнем свободной конвекции в соответствии с конвективным торможением [7].

48855 VVDN Da Nang

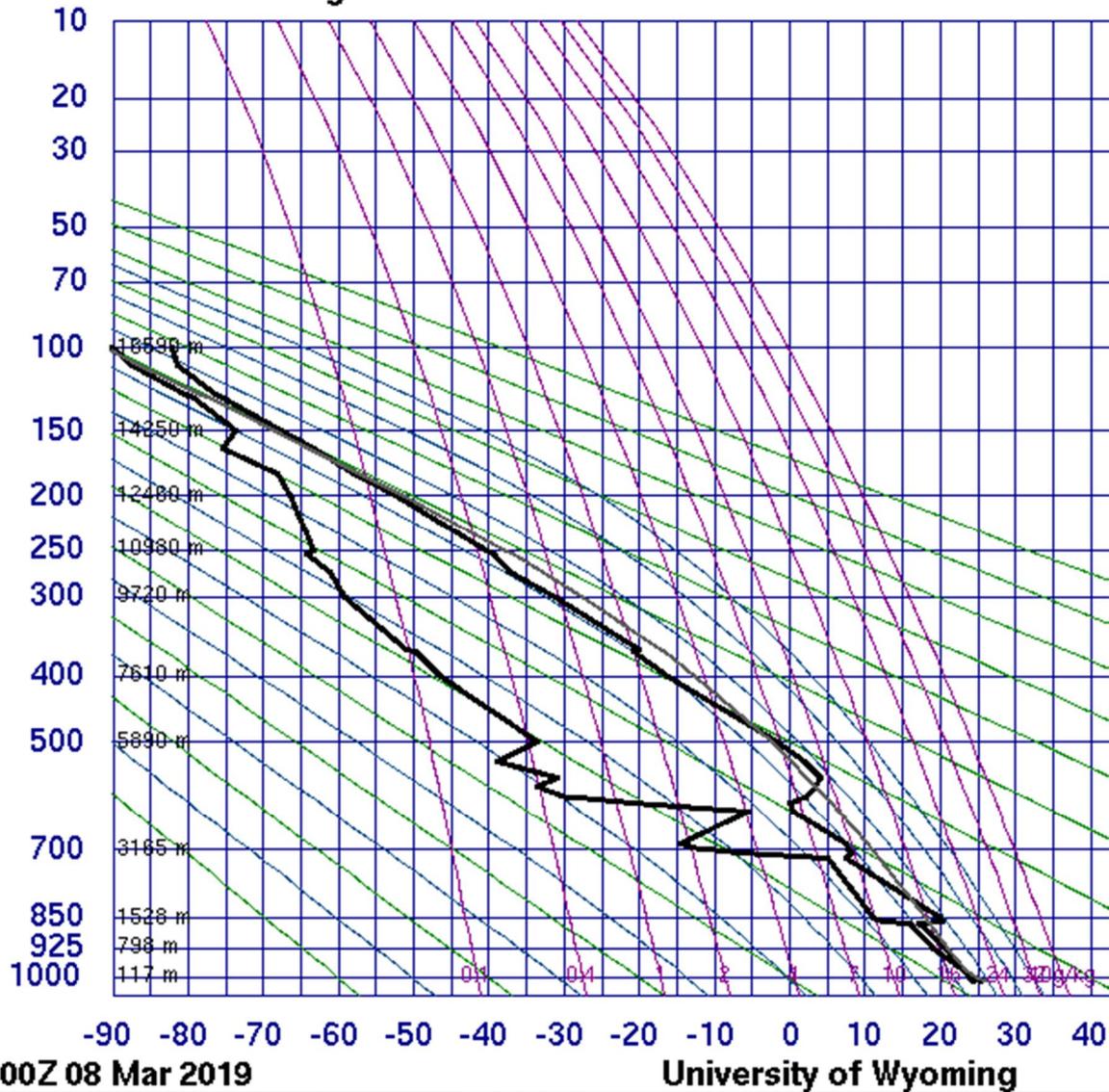


Рисунок 3.3. Аэрологическая диаграмма 1: особенности строения атмосферы и особенности кучевых облаков мелкая конвекция (Время 12Z 08.03.019, номер станции 48855 VVDN Da Nang)

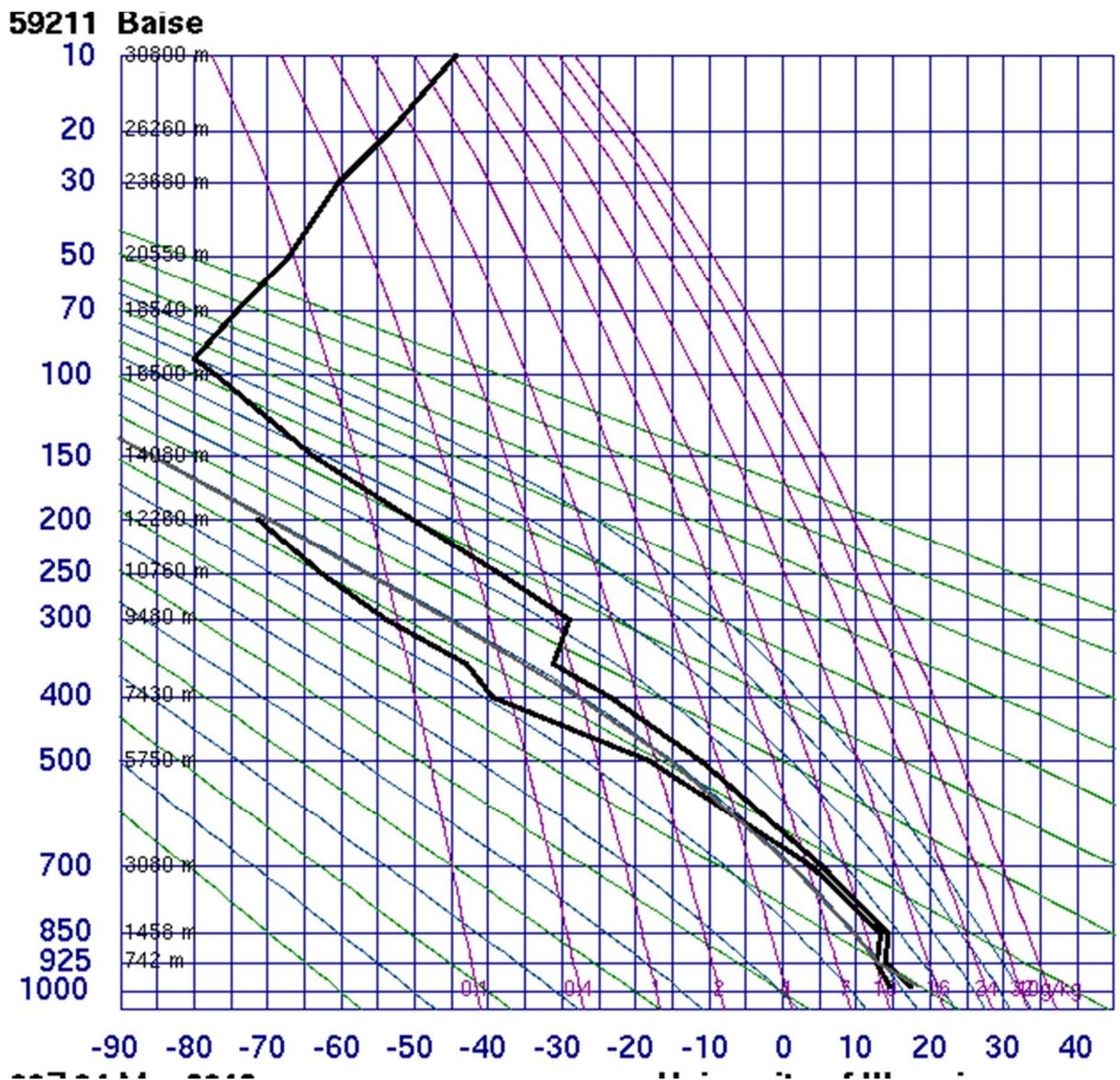


Рисунок 3.4. Аэрологическая диаграмма 2: особенности строения атмосферы и особенности кучевых облаков мелкая конвекция (Время 00Z 04 Mar 2019, номер станции 59211Baise)

59211 Baise

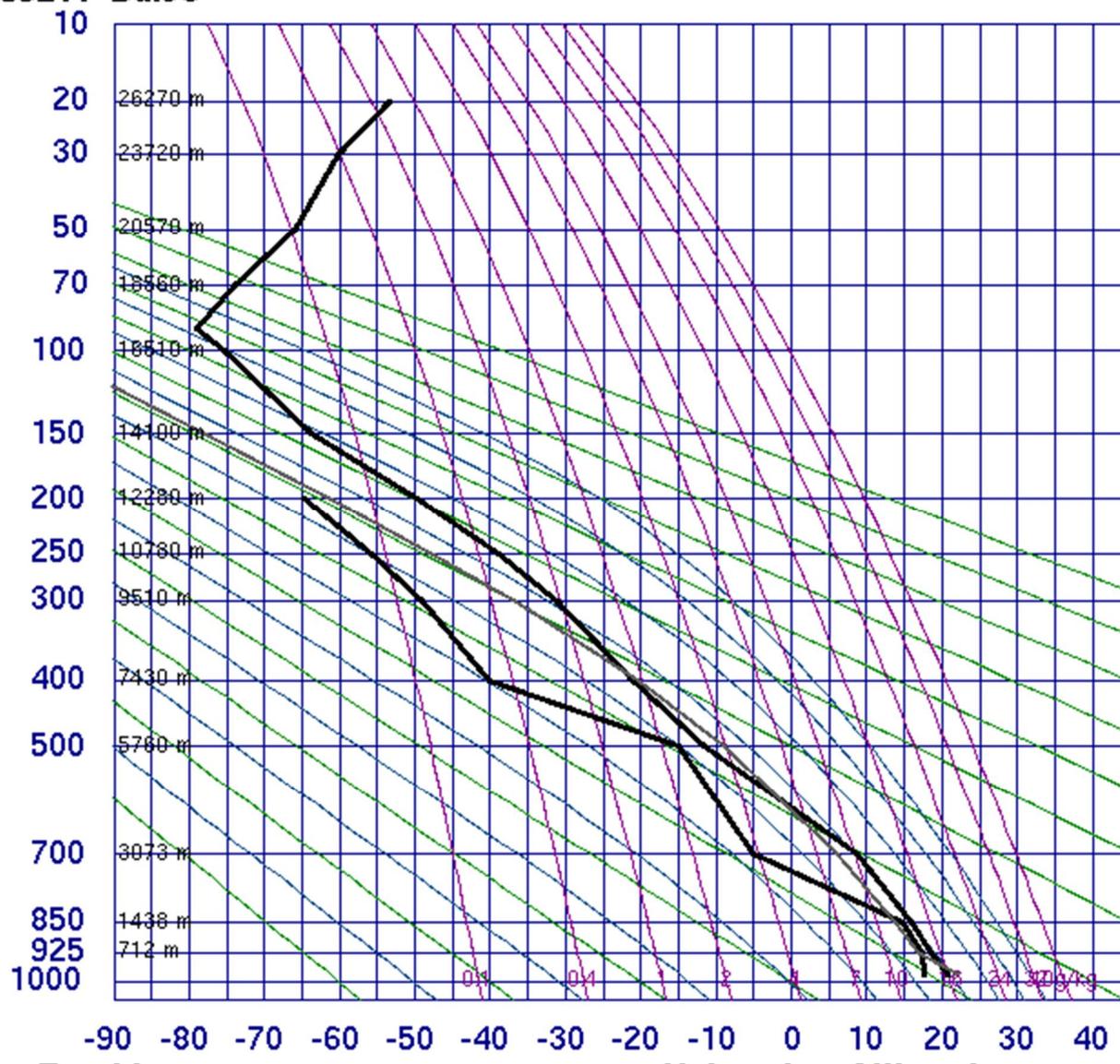


Рисунок 3.5. Аэрологическая диаграмма 3: особенности строения атмосферы и особенности кучевых облаков мелкая конвекция (Время 12Z 04 Mar 2019, номер станции 59211Baise)

ТАБЛИЦА 3.1

ОСОБНОСТИ СТРОЕНИЯ АТМОСФЕРЫ И ОСОБНОСТИ КУЧЕВЫХ
ОБЛАКОВ МЕЛКАЯ КОНВЕКЦИЯ

№ станция	Дата и время наблюдения	Параметр атмосфера					Дефицит точки росы T_d	Параметр облако				
		$\gamma = -\frac{dT}{dz}$ м	$P_{нг}$ ГПА	$Z_{нг}$ м	P_B ГПА	$Z_{вг}$ М		ЗКОН ДМ	$P_{нг}$ ГПА	P_B ГПА	$Z_{нг}$	$Z_{вг}$ М
48855	08.03.019/00Z		870	1400	850	1500	9	200	1000	870	200	1400
		<0 инверсия	717	2967	702	3000	18	200	-	-	-	-
			687	4300	560	4900	35	200	-	-	-	-
59211	4.3.2019/00Z	<0 ИНВЕРСИЯ	930	700	850	1500	0.5	940	-	-	-	-
59211	4.3.2019/12Z	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Как видно из таблицы 3.1, у нас кучевые облака мелкой конвекции на номера станция 48855 есть облака пассатной зон который является результат сложного взаимодействия между турбулентными процессами конвективный подъем воздуха и макромасштабными поля температуры и ветра в тропической тропосфере

Облака мелкой конвекции в пассатной зоне развиваются вверх и ограничивается пассатной инверсия, они в общем сходны с кучевым облаками *Си* хорошей погоды иногда прорываются в виде отдельных взбросов сквозь слой инверсии. При 200м уровня конденсация находится

облака который называется пассатные кучевые облака при высокой влажности воздуха.

Как видно на Аэрологической диаграмме и на таблиц 3.1 основания слоев пассатной инверсии расположены на уровнях 1400, 29674300м, с верхней границей 1500, 3000 и 4900 м для кучевых мелкая конвекция надоблачный слой является слоем инверсии, в котором нет не каких облаков.

Верхняя граница пассатных C_u совпадает с высотой пассатной инверсий.

В таблице 3.1 номера станция 59211 не наблюдалась облачный слой , потому что после уровня конденсация на р/зонд начала расти температура.

Наблюдалась тоже на этой станция пассатной инверсия на уровень 700 м нижняя граница и 1500м верхняя граница. На 12 z на этой станций не какой мелкая конвекция наблюдалась, потому что зонд стал сухой.

То есть, когда конвекция присутствует в слое атмосферы около 1 км или более, несущий тепловой поток, который составляет лишь часть солнечная постоянная, средняя скорость замедления должна быть близко к тому, который является нейтральным для аналогичного процесса перемешивания. Похоже, что это сухой адиабатический уровень ниже уровня облаков, почти на полпути между сухой и влажной адиабатой в нижнем тропосферном кучевом слое и еще ближе к влажной адиабате в верхнем тропосфере (обычно входит только в облака) после формирования облака.

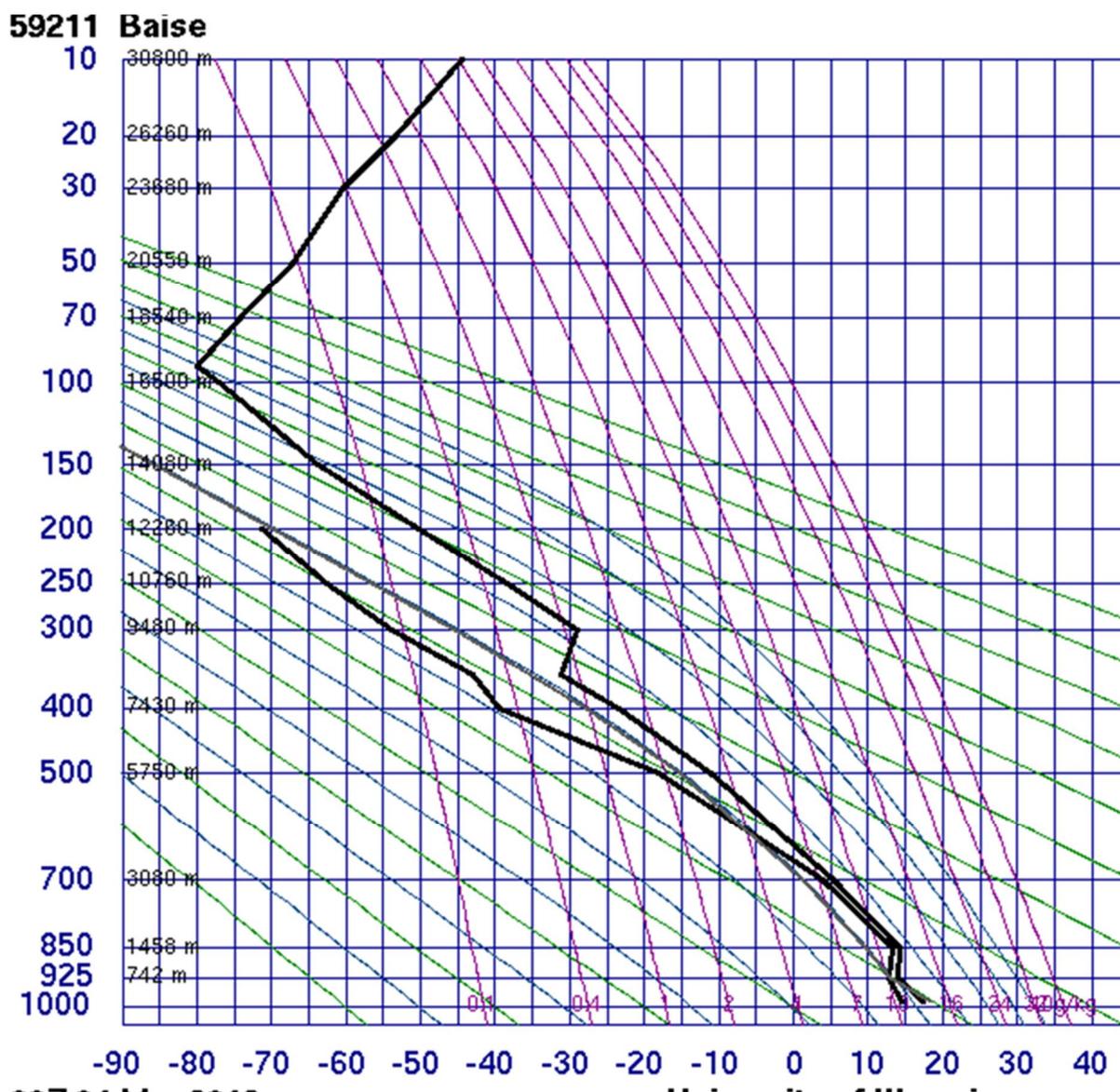


Рисунок 3.6. Аэрологическая диаграмма 3: особенности строения атмосферы и особенности кучевых облаков промежуточная конвекция. (Время 00Z 04 Mar 2019, номер станции 59211Baise)

Таблица 3.2

Особенности строения атмосферы и особенности кучевых облаков
промежуточная конвекция

№ станция	Дата и время наблюдения	Параметр атмосфера					Деф ици т точ ка рос ы T _d	Параметр облако				
		$\gamma = -\frac{dT}{DZ}$ м	P _{нг} ГПА	Z _{нг}	P _в ГПА Г	Z _в Г М		Z _{конд}	p _н г ГПА	P _{вг} ГПА	Z н г	Z _{вг} М
5921 1	4.3.20 18/00Z	0	760	2300	360	80 00	6	700	76 0	360	2 3 0 0	8000
		<0 ИНВЕ РСИЯ	354	8200	300	93 00	24	-	-	-	-	-

В таблице 3.2 59211 номера станция наблюдалась промежуточная конвекция на уровень 2300 -8000м который соответственно к кучевые конкесту то есть внизу был инверсия но после нее наблюдено уровня свободно повлажность В случае конгестус верхняя часть облака находится в диапазоне от -10 ° С до -30 ° С., что достаточно для того, чтобы вызвать осадки.после Промежуточная конвекция наблюдалась пассатной инверсия на уровень 8200-9300 м то есть после 354 гпа нет облако влага закончилась.В частности, конгестус с вершинами от 4,5 до 8 км представляет 57% выпадающего конвективного облака.

96581 WIOO Pontianak

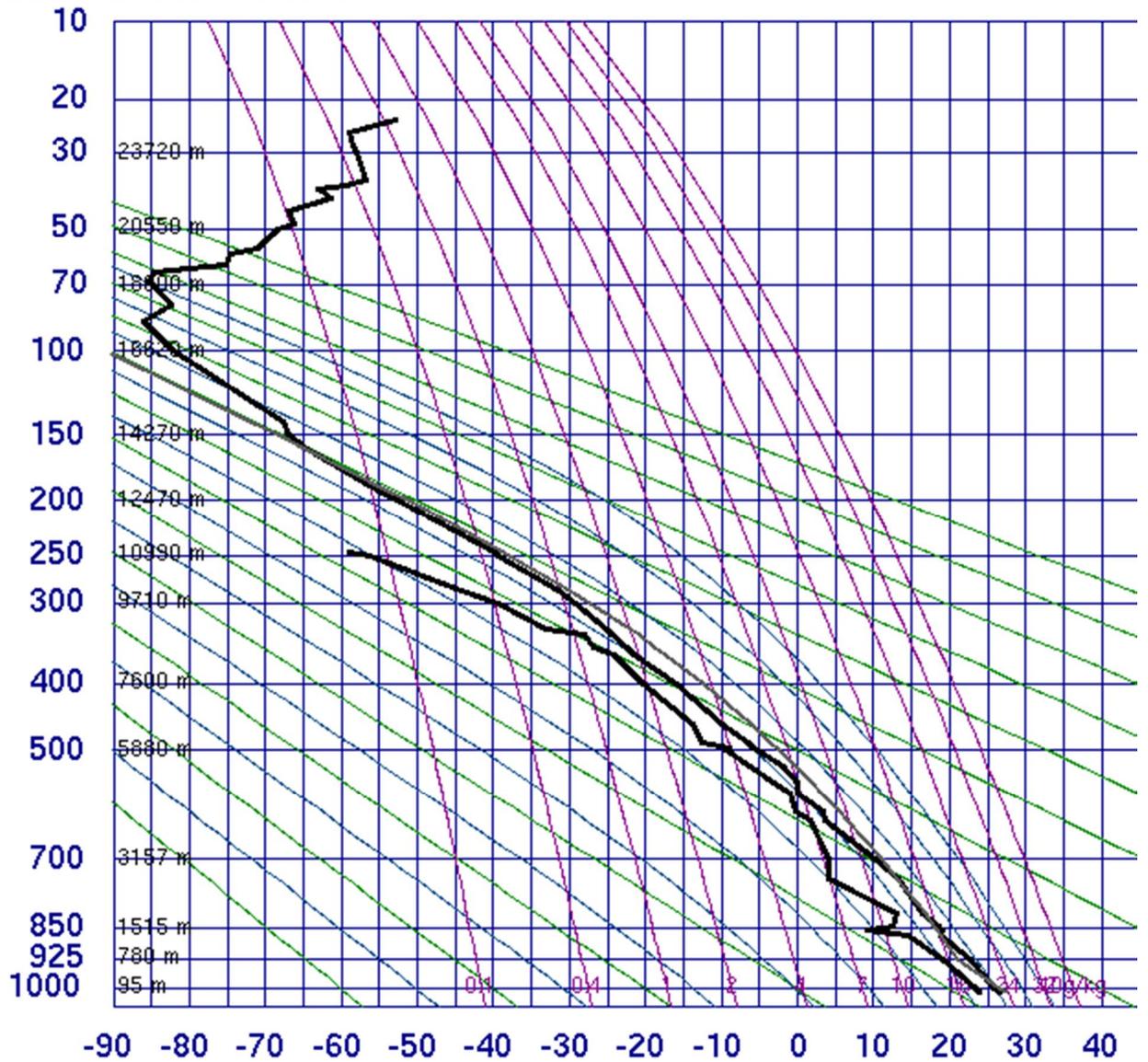


Рисунок 3.7. Аэрологическая диаграмма 3: особенности строения атмосферы и особенности кучевых облаков промежуточная конвекция. (Время 12Z 07.02.19, номер станции 96581 WAAA Ujung Pandan)

97180 WAAA Ujung Pandang

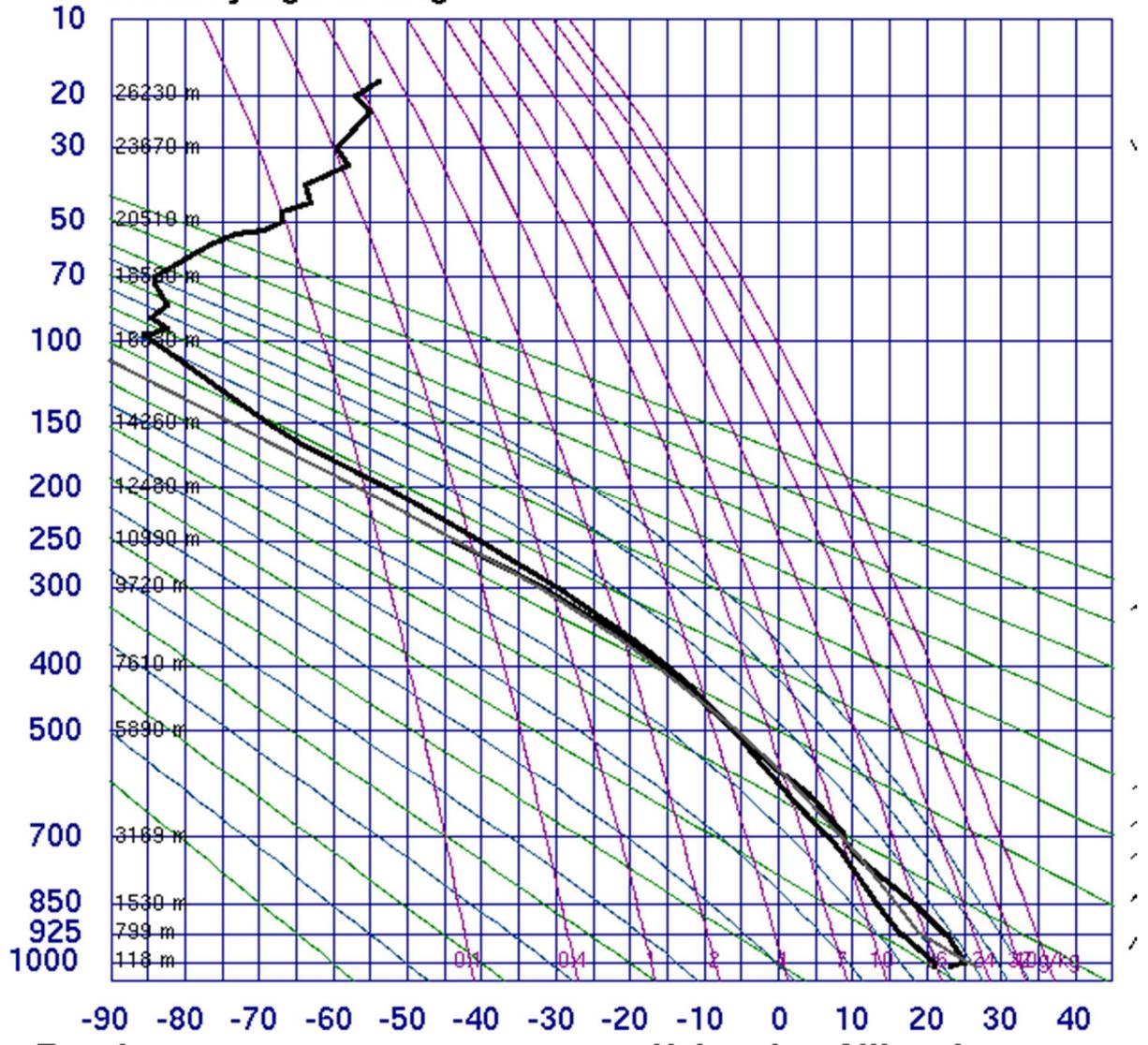


Рисунок 3.8. Аэрологическая диаграмма 3. Особенности строения атмосферы и особенности кучевых дождевые облаков глубокая (Время 00Z 03 Jan 2019, номер станции станция 97180 WAAA Ujung Pandang)

97180 WAAA Ujung Pandang

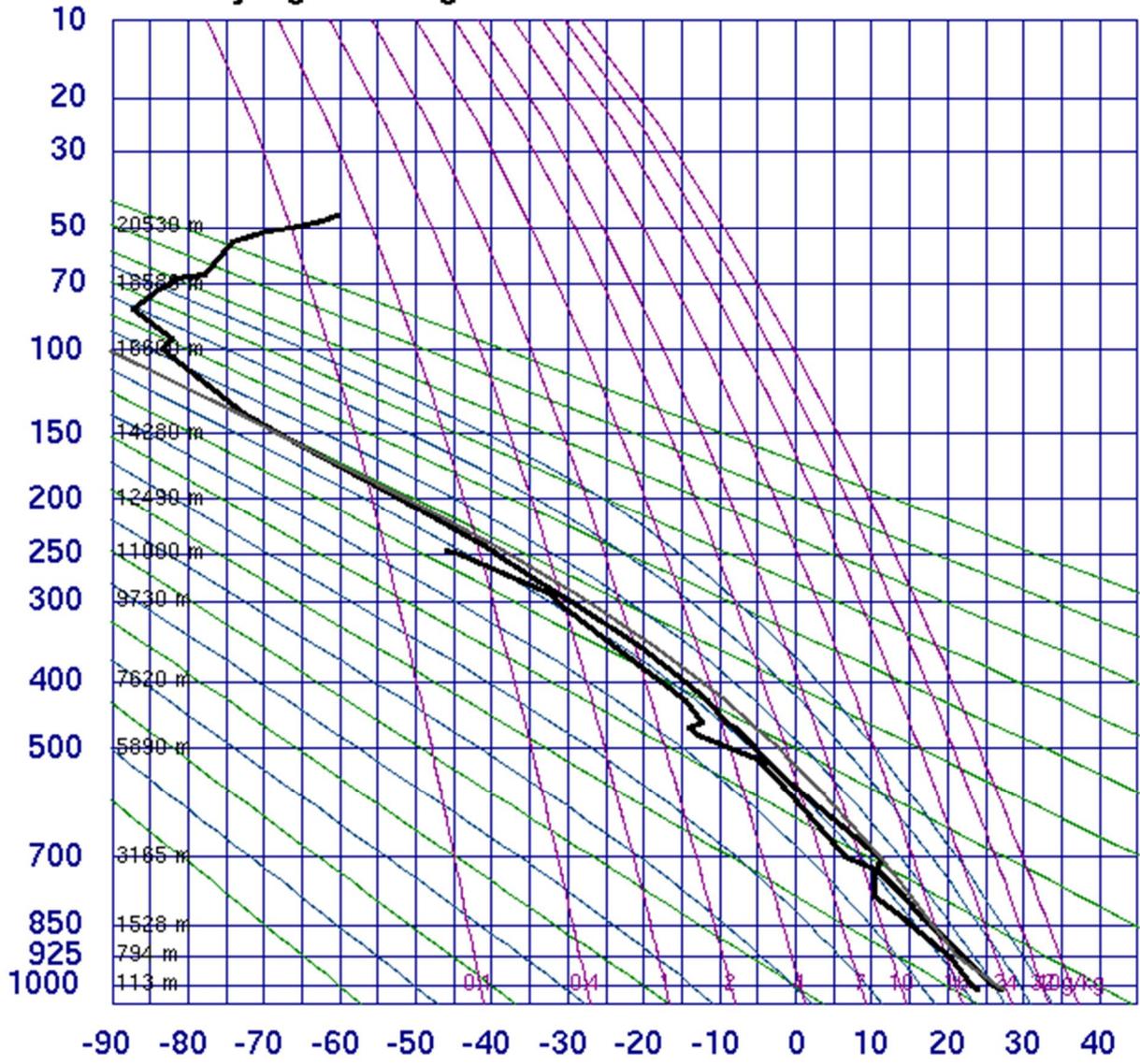


Рисунок 3.9. Аэрологическая диаграмма 3. Особенности строения атмосферы и особенности кучевых дождевые облаков глубокая (Время 12Z 03 Jan 2019, номер станции станция 97180 WAAA Ujung Pandan)

таблица 3.3 Особенности строения атмосферы и особенности кучевых дождевые облаков глубокая конвекция

№ станция	Дата и время наблюдения	$P_{\text{конд}}$ ГПА	$Z_{\text{конд}}$ М	$T_{\text{конд}}$ °C	$T_{\text{ВГ}}$ М	$D_T = \sum \frac{T' - T}{n}$	$W, \text{м/с}$	$Z_{\text{ВГ}}, \text{м}$	$P_{\text{ВГ}}$ ГПА	Подъёмная $Y_{\text{конд}}$	$Z_{\text{подъёмная конд}}$
96581	07.02.19/12z	990	200	23.5	-65.0	3	9.5	14000	220	23.0	960
97180	3.1.2019/12Z	970	300	23.0	-78.0	2	7.5	16000	240	25.0	946
97180	3.1.2019/00Z	1000	200	21.0	-85.0	2	6.5	18000	100	20.0	924.6

На таблице 3.3, номера станция 96581 наблюдалась глубокая конвекция которой относится к выпадающим осадкам из облака.

Наблюдалась кучево-дождевые облака от уровня конденсация 200м до 14000м.

на номера станция 97180 в 12Z наблюдалась кучево-дождевые облака от уровня конденсация 300м и кучево-дождевые дошло до 16км а в 00z наблюдалась кучево-дождевые облака от уровня конденсация 200м и кучево-дождевые дошло до 18 км. у всех эти станции был глубокий слой неустойчивого воздуха, воздух стало теплым и влажным. спусковой механизм вызывали подъем теплого влажного воздуха: нагревание слоя воздуха вблизи поверхности. подъемная площадка помогало заставляет воздух подниматься вверх.

Заключение

В работе было выполнено исследование особенностей конвективных облаков в тропических широтах. Тропическая конвекция существует в различных формах. Разделяют конвекцию на три типа: мелкая конвекция, промежуточная конвекция и глубокая конвекция. Кучевые и кучево-дождевые облака иллюстрируют конвективные облака, которые возникают, когда температура довольно быстро падает с увеличением высоты над землей.

1. Наблюдалась Система мелкой конвекции, которые развиваются в нижней части тропосферы. Они представлены облаками: кучевыми (Cu), мощно-кучевыми (Cucong) и состоят из мелкомасштабных конвективных ячеек круглой. Неглубокая конвекция относится к конвективным облакам, которые имеют ограниченную вертикальную протяженность, возможно, не более одного или двух километров обычно из таких облаков не выпадают осадки. Проведенный анализ представленных данных подтвердил, что Кучевые пассаты представляют собой тонкие облака (максимум 1–4км), но присутствуют почти всегда, даже ночью. С другой стороны, они покрывают только небольшую часть неба (10-20%, то есть 1 или 2 окта) и тоже можно отсутствует если стало сухо. Эти облака важны для климата: они способствуют адвекции влажного воздуха с поверхности океана, значительно увеличивая испарение субтропических зон. Граничные слои, преодолеваемые «мелкими» конвективными облаками, имеют климатологическое значение, поскольку они покрывают большую часть океанов и большую часть поверхности.

таблица 3.1

особенности строения атмосферы и особенности кучевых облаков мелкая
 КОНВЕКЦИЯ

№0 стан ция	Дата и время наблю дения	Параметр атмосфера					Де фи цит точ ка рос ы Td	Параметр облако				
		$\gamma = -\frac{dT}{dz}$ м	р _{нг} ГП А	Z _{нг} м	Р _в ГП А _г	Z _{вг} М		Z _{кон} Д М	р _{нг} ГП А	Р _в г Г П А	Z _{нг}	Z _{вг} М
488 55	08.03.0 19/00Z		870	140 0	850	150 0	9	200	100 0	87 0	200	1400
		<0 инве рсия	717	296 7	702	300 0	18	200	-	-	-	-
			687	430 0	560	490 0	35	200	-	-	-	-
592 11	4.3.201 9/00Z	<0 ИНВ ЕРС ИЯ	930	700	850	150 0	0.5	940	-	-	-	-
592 11	4.3.20 19/12Z	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

2. Системы Промежуточная конвекция относится к конвективным облакам , которые производят сильные ливни, но которые не распространяются достаточно высоко по вертикали, чтобы содержать лед. В тропиках уровень замерзания составляет около 5,5 км иногда больше.

Таблица 3.2

Особенности строения атмосферы и особенности кучевых облаков
промежуточная конвекция

№ станции	Дата и время наблюдения	Параметр атмосфера					Дефект точка	Параметр облако				
		$\gamma = -\frac{dT}{dz}$ \bar{m}	$p_{нг}$ ГП А	$Z_{нг}$	P_B ГП А _Г	Z_B Г М		росы т _d	ZКО НД	p_n Г П А	P_B Г ПА	Z н г
59211	4.3.20 18/00 Z	0	760	230 0	360	80 00	6	700	7 6 0	360	2 3 0 0	8000
		<0 ИНВ ЕРС ИЯ	354	820 0	300	93 00	24	-	-	-	-	

3. Системы Глубокая конвекция относится к кучево-дождевым, выпадающим в осадок облакам, которые простираются вертикально через значительную глубину тропосферы, обычно хорошо проходя уровень замерзания Облако кучево-дождевых облаков (Cb) образуется при выполнении трех условий: Должен быть глубокий слой неустойчивого воздуха. Воздух должен быть теплым и влажным. Спусковой механизм должен вызывать подъем теплого влажного воздуха: нагревание слоя воздуха вблизи поверхности. Подъемная площадка заставляет воздух подниматься вверх

как видно на нашей станций солнечное нагревание океана перемещается вверх в свободную тропосферу, где оно может переноситься к полюсу и в конечном итоге излучаться в космос. В процессе, эти великие двигатели глобального климата производят осадки и управляют циркуляцией глобального масштаба.

№ станция	Дата и время наблюдения	$P_{\text{конд}}$ ГПА	$Z_{\text{конд}}$ М	$T_{\text{конд}}$ °C	$T_{\text{ВГ}}$ М	$\Delta T = \sum \frac{T' - T}{n}$	$W, \text{м}$ /с	$Z_{\text{ВГ}}, \text{м}$	$P_{\text{ВГ}}$ ГПА	Подъёмная $Y_{\text{конд}}$	$Z_{\text{подъёмная}}$ конд.
96581	07.02.19/12z	990	200	23.5	-65.0	3	9.5	14000	220	23.0	960
97180	3.1.2019/12Z	970	300	23.0	-78.0	2	7.5	16000	240	25.0	946
97180	3.1.2019/00Z	1000	200	21.0	-85.0	2	6.5	18000	100	20.0	924.6

Дело в том, что мы хотим подчеркнуть, что все три типа облаков - кучевые, конгестусные и кучево-дождевые - являются важными компонентами тропического спектра конвективных облаков. Кроме того, эти типы облаков связаны с тремя модальными распределениями дивергенции, облачностью и частичной облачностью в тропиках

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Термодинамика и физика конвективных облаков
2. Физика конвективных облаков
3. Тропическая метеорология
4. <http://www.met.reading.ac.uk/~sws00rsp/teaching/postgrad/colledge.pdf>[1.1]
5. http://files.meteofrance.com/files/dm/webedito/livre_meteo_tropicale/cours_web_20100730_3_couverture_tome1et2_piedpagecopyright_taille_reduite.pdf[1.2]
6. <https://doi.org/10.1175/JAS3404.1>[1.3]
7. http://users.monash.edu.au/~cjakob/Papers/kumar_etal_jgr2013.pdf[1.4]
8. https://www.academia.edu/1978833/Effect_of_shallow_cumulus_convection_on_the_eastern_Pacific_climate_in_a_coupled_model[1.5]
9. (<https://journals.ametsoc.org/doi/10.1175/JCLI4079.1>) [2.2]
10. (<https://www.meteo.be/meteo/view/fr/91313-Dico+Meteo.html?view=3288714>) [2.3]
11. https://www.meteo.physik.unimuenchen.de/~roger/Lectures/TropicalMetweb/TropicalMeteorology_Ch1.html[2.4]
12. <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.3402/tellusa.v18i4.9689>[3.1]
13. <https://pastel.archives-ouvertes.fr/pastel-00003728/document>[3.2]
14. HAL Id: pastel-00003728 <https://pastel.archives-ouvertes.fr/pastel-00003728>

ПРИЛОЖЕНИЕ

мелкая и промежуточная конвекция

59211 Baise southeast asia Observations at 00Z 04 Mar 2019

PRES	HGHT	TEMP	DWPT	RELH
hPa	m	C	C	%
989	175	17.4	14.5	83
925	742	14	12.9	93
850	1458	14.2	13.4	95
700	3080	5.4	3.8	89
500	5750	-11.1	-18.1	56
400	7430	-23.5	-39.5	22
354	8306	-31.1	-43.1	30
300	9480	-28.9	-53.9	7
250	10760	-38.5	-62.5	6
236	11147	-41.5	-64.8	6
200	12260	-50.3	-71.3	7
150	14080	-63.7		
100	16500	-77.1		
91.9	16980	-79.9		
70	18540	-74.1		
50	20550	-67.1		
30	23680	-60.5		
20	26260	-53.5		
10	30800	-44.5		

Station information and sounding indices

Station number: 59211

Observation time: 190304/0000

Station latitude: 23.90

Station longitude: 106.60

Station elevation: 175.0

Convective Available Potential Energy: 0.00

CAPE using virtual temperature: 0.00

Convective Inhibition: 0.00

CINS using virtual temperature: 0.00

Temp [K] of the Lifted Condensation Level: 286.46

Pres [hPa] of the Lifted Condensation Level: 930.85
Precipitable water [mm] for entire sounding: 57.03

Мелкая и промежуточная конвекция

59211 Baise Observations at 12Z 04 Mar 2019

PRES	HGHT	TEMP	DWPT	RELH
hPa	m	C	C	%
984	175	20.8	17.6	82
925	712	18.6	17.5	93
850	1438	16	14.7	92
700	3073	8.8	-5.2	37
500	5760	-11.5	-15	75
400	7430	-21.1	-40.1	16
300	9510	-31.1	-49.1	15
250	10780	-38.9	-55.9	15
200	12280	-49.7	-64.7	16
186	12739	-53.3		
150	14100	-63.9		
100	16510	-75.3		
89.3	17159	-79.1		
70	18560	-73.9		
50	20570	-65.9		
30	23720	-60.1		
20	26270	-53.5		

Station information and sounding indices

Stationnumber: 59211

Observationtime: 190304/1200

Stationlatitude: 23.90

Stationlongitude: 106.60

Stazionelevation: 175.0

Convective Available Potential Energy: 200.94

CAPE using virtual temperature: 245.04

Convective Inhibition: -239.43

CINS using virtual temperature: -190.62

Equilibrium Level: 383.38

Equilibrium Level using virtual temperature: 381.73

Level of Free Convection: 601.82
 LFCT using virtual temperature: 612.75
 Bulk Richardson Number: 1.13
 Bulk Richardson Number using CAPV: 1.37
 Temp [K] of the Lifted Condensation Level: 290.18
 Pres [hPa] of the Lifted Condensation Level: 925.46
 Mean mixed layer potential temperature: 296.71
 Precipitable water [mm] for entire sounding: 38.49

Мелкая и промежуточная конвекция

59211 Baise Observations at 12Z 04 Mars 2018

PRES	HGHT	TEMP	DWPT	RELH
hPa	m	C	C	%
984	175	20.8	17.6	82
925	712	18.6	17.5	93
850	1438	16	14.7	92
700	3073	8.8	-5.2	37
500	5760	-11.5	-15	75
400	7430	-21.1	-40.1	16
300	9510	-31.1	-49.1	15
250	10780	-38.9	-55.9	15
200	12280	-49.7	-64.7	16
186	12739	-53.3		
150	14100	-63.9		
100	16510	-75.3		
89.3	17159	-79.1		
70	18560	-73.9		
50	20570	-65.9		
30	23720	-60.1		
20	26270	-53.5		

Station information and sounding indices

Station number: 59211
 Observation time: 180304/1200
 Station latitude: 23.90
 Station longitude: 106.60

Station elevation: 175.0
 Convective Available Potential Energy: 231.82
 CAPE using virtual temperature: 299.59
 Convective Inhibition: -348.27
 CINS using virtual temperature: -286.93
 Level of Free Convection: 567.43
 Temp [K] of the Lifted Condensation Level: 282.97
 Pres [hPa] of the Lifted Condensation Level: 762.10
 Precipitable water [mm] for entire sounding: 30.90

Мелкая промежуточная конвекция

48855 VVDN Da Nang Observations southeast Asia at 00Z 08 Mars 2019

PRES	HGHT	TEMP	DWPT	RELH
hPa	m	C	C	%
1009	7	23.6	21.5	88
1000	83	23.2	20.9	87
946	568	21.8	19.8	88
927	746	24.6	17.6	65
925	765	24.6	17.6	65
905	957	24.2	17.2	65
850	1503	20.2	13.2	64
845	1554	19.8	12.7	63
780	2239	15	6	55
763	2426	13.3	8.1	71
762	2437	13.2	8.2	72
732	2774	11.8	-3.2	35
724	2866	12.6	-12.4	16
710	3029	12	-19.4	9
700	3148	11.6	-24.4	6
699	3160	11.6	-24.4	6
625	4080	3	-13	30
615	4210	3.3	-17.6	20
607	4316	3.6	-21.4	14
580	4683	2.4	-29.6	7
560	4966	1.4	-36	4
540	5259	0.4	-42.6	2
518	5589	-2.2	-41.5	3
500	5870	-4.5	-40.5	4

PRES	HGHT	TEMP	DWPT	RELH
hPa	m	C	C	%
461	6504	-9.7	-41.7	5
458	6554	-10	-42	5
434	6967	-12.1	-45	5
428	7074	-12.7	-45.7	4
426	7110	-12.4	-46.6	4
423	7164	-11.9	-47.9	3
411	7383	-13.3	-48.8	3
401	7571	-14.5	-49.5	3
400	7590	-14.3	-50.3	3
396	7666	-14.2	-50.2	3
392	7743	-14.1	-50.1	3
357	8431	-19.8	-53	4
300	9710	-30.5	-58.5	5
270	10446	-37.5	-60.5	7
266	10547	-38.4	-61.4	7
251	10943	-41.7	-64.7	6
250	10970	-41.9	-64.9	6
243	11160	-42.8	-67.2	5
232	11471	-44.3	-70.9	4
225	11676	-45.3	-73.3	3
223	11736	-45.7	-71.9	4
215	11978	-47.3	-66.3	10
206	12257	-50	-68.4	10
200	12450	-51.9	-69.9	10
188	12847	-55.6	-69.9	15
187	12881	-55.9	-69.9	16
174	13335	-59.1	-75	11
167	13593	-60.9	-77.9	9
150	14250	-67.3	-75.3	31
145	14453	-69.1	-75.7	38
143	14536	-69.9	-75.9	41
137	14789	-71.9	-76.2	52
129	15140	-73.3	-81.3	29
123	15418	-74.3	-85.3	17
119	15611	-75.1	-88.1	12
116	15756	-76.1	-88.4	13
100	16600	-81.9	-89.9	25

Station information and sounding indices

Station identifier: VVDN

Station number: 48855

Observation time: 190308/0000

Station latitude: 16.03

Station longitude: 108.20

Station elevation: 7.0

Convective Available Potential Energy: 1068.19

CAPE using virtual temperature: 1288.06

Convective Inhibition: 0.00

CINS using virtual temperature: 0.00

Level of Free Convection: 969.58

Temp [K] of the Lifted Condensation Level: 296.12

Pres [hPa] of the Lifted Condensation Level: 977.44

1000 hPa to 500 hPa thickness: 5773.00

Precipitable water [mm] for entire sounding: 42.4

глубокая конвекция southeast Asia

96581 WIOO Pontianak Observations at 00Z 07 Feb 2019

PRES	HGHT	TEMP	DWPT	RELH
hPa	m	C	C	%
1011	3	24.4	23.3	94
1004	62	23.4	22.3	94
1000	96	23.2	22.1	94
977	301	23.4	21.7	90
960	456	23.6	21.4	87
945	594	22.9	20.5	86
925	782	22	19.2	84
913	895	21.9	17.2	75
892	1097	21.6	13.6	60
882	1194	20.9	13.6	63
850	1512	18.4	13.4	73
821	1808	16.2	12.9	81
793	2101	14.6	11.5	82
744	2638	11.6	9	84
739	2695	11.4	8.4	81
712	3005	10.5	4.8	68

PRES	HGHT	TEMP	DWPT	RELH
hPa	m	C	C	%
709	3040	10.4	4.4	66
700	3146	9.6	3.6	66
687	3300	8.5	3.1	69
663	3591	6.4	2.2	75
639	3893	4.2	1.2	81
596	4464	0	-0.6	96
593	4504	-0.2	-0.8	96
550	5104	-2.9	-3.4	96
520	5551	-4.9	-5.4	96
507	5751	-5.9	-6.3	97
500	5860	-5.7	-8.7	79
494	5955	-5.7	-9.4	75
475	6263	-6.5	-11.5	68
400	7590	-15.1	-22.1	55
389	7799	-16.4	-24.1	51
385	7877	-16.9	-24.9	50
359	8392	-20.9	-28.4	51
335	8902	-24.9	-31.9	52
304	9596	-31.1	-32.5	88
303	9620	-31.3	-32.5	89
300	9690	-31.9	-33.1	89
291	9901	-33.6	-35.2	85
279	10194	-36	-38.1	80
259	10710	-40.1	-43.3	71
256	10789	-40.8		
250	10950	-42.1		
245	11083	-43.2		
200	12420	-53.9		
166	13585	-64.3		
160	13808	-65.2		
153	14080	-66.2		
150	14200	-66.7		
142	14532	-65.5		
138	14698	-66.9		
131	15000	-69.5		
125	15273	-71.9		
113	15860	-77		
100	16570	-83.1		

PRES	HGHT	TEMP	DWPT	RELH
hPa	m	C	C	%
96	16796	-84		
86	17404	-86.6		
83.3	17581	-87.3		
82	17667	-87.3		
76.4	18054	-87.3		
73	18306	-83.3		
70	18540	-83.3		
69.1	18612	-83.7		
65	18954	-81.3		
62	19223	-77.3		
61.7	19250	-76.9		
60.4	19375	-72.1		
59	19513	-72.1		
58.4	19573	-72.1		
56.8	19739	-68.1		
56	19823	-68.4		
54	20041	-69.3		
50.7	20417	-70.7		
50	20500	-70.3		
48	20742	-70		
47.3	20830	-69.9		
42	21547	-65		
40.7	21737	-63.7		
40	21844	-62.1		
38.4	22097	-58.5		
38	22163	-58.5		
36	22503	-58.3		
34.1	22844	-58.1		
31.6	23327	-54.1		
30	23660	-53.9		
28	24096	-57.2		
26.8	24374	-59.3		
24.9	24836	-56.5		
24	25068	-57		
23.1	25310	-57.5		
21.6	25737	-53.5		
20	26230	-53.9		
18.9	26593	-54.1		

Station information and sounding indices

Station identifier: WIOO
 Station number: 96581
 Observation time: 190207/1200
 Station latitude: -0.15
 Station longitude: 109.40
 Station elevation: 3.0
 Convective Available Potential Energy: 604.89
 CAPE using virtual temperature: 698.21
 Convective Inhibition: -79.63
 CINS using virtual temperature: -57.94
 Level of Free Convection: 793.74
 Temp [K] of the Lifted Condensation Level: 294.63
 Pres [hPa] of the Lifted Condensation Level: 960.15
 Mean mixed layer potential temperature: 298.09
 1000 hPa to 500 hPa thickness: 5764.00
 Precipitable water [mm] for entire sounding: 55.92

глубокая конвекция southeast Asia

97180 WAAA Ujung Pandang Observations at 12Z 03 Jan 2017

PRES	HGHT	TEMP	DWPT
hPa	m	C	C
1011.0	14	27.0	24.0
1000.0	113	26.0	23.2
979.0	298	24.9	22.4
946.0	598	23.1	21.1
925.0	794	22.0	20.2
850.0	1528	17.8	15.2
833.0	1701	16.6	14.2
783.0	2226	14.2	10.4
740.0	2700	11.7	10.4
731.0	2803	11.2	10.4
725.0	2872	10.8	10.5
703.0	3129	11.0	7.1
700.0	3165	10.8	6.6
596.0	4482	2.7	0.6
565.0	4920	0.0	-1.4
517.0	5627	-4.1	-5.1
513.0	5688	-4.4	-5.9
500.0	5890	-5.3	-8.6
493.0	6001	-5.8	-10.0

PRES	HGHT	TEMP	DWPT
hPa	m	C	C
479.0	6228	-6.9	-12.9
475.0	6293	-7.3	-13.3
467.0	6426	-8.1	-14.1
459.0	6561	-9.3	-12.3
427.0	7120	-11.5	-14.4
406.0	7506	-13.8	-16.9
400.0	7620	-14.5	-17.7
354.0	8532	-20.3	-23.8
300.0	9730	-29.5	-31.4
293.0	9897	-30.9	-32.0
292.0	9922	-31.1	-32.1
269.0	10491	-35.4	-38.5
250.0	11000	-39.3	-44.3
247.0	11083	-39.9	-45.9
216.0	11977	-47.8	
200.0	12490	-52.3	
197.0	12584	-53.1	
170.0	13501	-61.2	
150.0	14280	-68.1	
137.0	14814	-72.7	
133.0	14982	-73.7	

Station information and sounding indices

Station identifier: WAAA

Station number: 97180

Observation time: 170103/1200

Station latitude: -5.06

Station longitude: 119.55

Station elevation: 14.0

Convective Available Potential Energy: 836.33

CAPE using virtual temperature: 947.13

Convective Inhibition: -16.90

CINS using virtual temperature: -11.75

Level of Free Convection: 871.95

Temp [K] of the Lifted Condensation Level: 295.10

Pres [hPa] of the Lifted Condensation Level: 946.56

1000 hPa to 500 hPa thickness: 5777.00

Precipitable water [mm] for entire sounding: 62.22

глубокая конвекция southeast Asia

97180 WAAA Ujung Pandang Observations at 00Z 03 Jan 2019

PRES	HGHT	TEMP	DWPT	RELH
hPa	m	C	C	%
1012	14	23.2	20.9	87
1002	101	24.6	21	80
1000	118	25	21.1	79
980	295	24.4	19.9	76
947	594	23.2	17.8	72
928	771	22.6	16.6	69
925	799	22.4	16.4	69
850	1530	18.4	13.4	73
767	2402	12.4	10.1	85
738	2728	10.2	8.8	91
700	3169	8.8	6.8	87
692	3264	8.8	6.1	83
640	3907	5.9	2.9	81
612	4275	4.2	1.1	80
574	4794	0.3	-1.3	89
571	4836	0	-1.5	90
532	5398	-3.2	-4	95
512	5702	-5	-5.3	98
500	5890	-6.1	-6.1	100
474	6304	-8.1	-8.3	98
456	6604	-9.5	-9.9	97
439	6898	-10.9	-11.5	95
428	7095	-11.9	-12.6	95
406	7497	-14.4	-15.2	93
400	7610	-15.1	-16	93
375	8093	-18.2	-19.2	92
365	8295	-19.5	-20.5	92
346	8684	-22.3	-23.5	90
332	8984	-24.4	-25.9	88
318	9297	-26.7	-28.3	86
305	9600	-28.8	-30.7	84
300	9720	-29.7	-31.6	83
281	10176	-33.4	-35.9	78
250	10990	-40.1	-43.7	68
246	11098	-41		
225	11694	-46.1		
200	12480	-52.9		
179	13175	-59.5		

PRES	HGHT	TEMP	DWPT	RELH
hPa	m	C	C	%
165	13685	-64.3		
150	14260	-68.9		
147	14376	-69.7		
113	15881	-79.7		
100	16580	-84.3		
97.4	16727	-85.3		
96.3	16790	-84.6		
96	16808	-84.4		
93.1	16980	-82.5		
88.3	17277	-84.5		
86	17425	-83.7		
82.5	17658	-82.5		
78	17973	-83.2		
72.8	18361	-84.1		
70	18580	-84.1		
63	19173	-79.7		
58.3	19609	-76.5		
54	20052	-73.3		
52.9	20173	-69.3		
51	20392	-67.7		
50	20510	-66.9		
49	20632	-66.9		
46.9	20897	-66.9		
44.1	21273	-63.1		
42	21573	-63.3		
40	21873	-63.6		
39	22029	-63.7		
38	22191	-62.6		
36	22527	-60.2		
34.3	22828	-58.1		
34	22884	-58.2		
31	23464	-59.3		
30.5	23566	-59.5		
30	23670	-59.5		
28	24105	-58.4		
26	24572	-57.1		
25	24819	-56.5		
24	25076	-55.8		

PRES	HGHT	TEMP	DWPT	RELH
hPa	m	C	C	%
23	25344	-55.1		
21	25921	-56.4		
20.3	26136	-56.9		
20	26230	-57.1		
19	26557	-55.7		
17.8	26972	-53.9		

Station information and sounding indices

Station identifier: WAAA

Station number: 97180

Observation time: 190103/0000

Station latitude: -5.06

Station longitude: 119.55

Station elevation: 14.0

Convective Available Potential Energy: 21.65

CAPE using virtual temperature: 29.69

Convective Inhibition: -138.91

CINS using virtual temperature: -117.04

Level of Free Convection: 752.61

LFCT using virtual temperature: 762.13

Temp [K] of the Lifted Condensation Level: 292.15

Pres [hPa] of the Lifted Condensation Level: 924.65

Mean mixed layer mixing ratio: 15.22

1000 hPa to 500 hPa thickness: 5772.00

Precipitable water [mm] for entire sounding: 57.67

