

О ВЕРТИКАЛЬНЫХЪ ДВИЖЕНІЯХЪ АТМОСФЕРЫ.

ИЗСЛѢДОВАНІЯ и НАБЛЮДЕНІЯ

И. И. Касаткина.

LES MOUVEMENTS VERTICAUX DE L'ATMOSPHERE.

Par *I. Kassatkin*

(Les thèses principales en français sont placées a la fin des chapitres.)



Типо-литогр. Т-ва И. Н. КУШНЕРЕВЪ и К^о. Нижневская ул., соб. д.

Москва — 1914.

Многоуважаемому
Казимиру Юлиановичу
Цеглинскому
отъ автора.

О вертикальныхъ движеніяхъ атмосферы.

Изслѣдованія и наблюденія

И. И. Касаткина.

Les mouvements verticaux de l'atmosphère.

PAR

I. Kassatkin.

(Les thèses principales en français sont placées à la fin).

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ.

I.

Восходящіе токи.

Въ свободной атмосферѣ давленіе уменьшается по мѣрѣ поднятія вверхъ. Поэтому всякая масса воздуха, восходящая по той или другой причинѣ, переходитъ отъ болѣе высокаго давленія къ болѣе низкому, при чемъ она, конечно, расширяется адиабатно и соотвѣтственно охлаждается. При нисходящемъ движеніи воздуха онъ переходитъ отъ низкаго давленія къ болѣе высокому, при чемъ сжимается и нагрѣвается. Установлено, что при подъемѣ воздуха, не сопровождающемся осажденіемъ содержащагося въ немъ пара, воздухъ охлаждается на 1° С. на каждые 100 метровъ поднятія. При опусканіи, наоборотъ, происходитъ нагрѣваніе воздуха на 1° С. на каждые 100 метровъ высоты. Если поднимающійся воздухъ насыщенъ паромъ, то послѣдній при охлажденіи воздуха выдѣляется въ видѣ жидкости, при чемъ освобождающаяся скрытая теплота испаренія нагрѣваетъ воздухъ и замедляетъ его охлажденіе. По-

Этому при восхожденіи воздуха, сопровождающемся осажденіемъ изъ него влаги, пониженіе температуры съ высотой гораздо менѣе указанной выше величины; размѣръ его зависитъ отъ давленія и температуры, при вторыхъ началось восхожденіе насыщеннаго паромъ воздуха.

Предположимъ, что въ нѣкоторый моментъ имѣетъ мѣсто такое распредѣленіе тепла въ атмосферѣ, что температура убываетъ съ высотой на 1° С. на каждые 100 метровъ. При такихъ условіяхъ любая масса воздуха, поднявшись на какую угодно высоту, будетъ имѣть ту же самую температуру, какъ и окружающій ее воздухъ, и, слѣдовательно, всюду будетъ въ равновѣсіи. Такое состояніе атмосферы можно назвать безразличнымъ равновѣсіемъ.

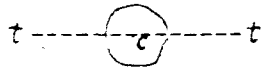
Если размѣръ убыванія температуры съ высотой менѣе 1° С. на 100 метровъ, то поднимающаяся воздушная масса слѣдается холоднѣе окружающаго воздуха и потому будетъ стремиться вновь опуститься на прежнее мѣсто. Въ данномъ случаѣ мы имѣемъ устойчивое равновѣсіе атмосферы. Неустойчивое равновѣсіе имѣетъ мѣсто въ атмосферѣ при уменьшеніи температуры болѣе, чѣмъ, на 1° С. на 100 метровъ высоты. Тогда воздушная масса, поднявшаяся на нѣкоторую высоту, окажется теплѣе и, слѣдовательно, легче окружающаго воздуха, почему и будетъ имѣть стремленіе продолжать свое поднятіе далѣе. Пусть, напр., у поверхности земли $t = 20^{\circ}$ и размѣръ убыванія температуры съ высотой $\Delta t = 1,5^{\circ}$ на 100 метровъ. Тогда воздухъ, поднявшійся съ поверхности земли хотя бы на 200 метровъ, попадетъ въ слой съ температурою 17° , а самъ охладится только до 18° . Значитъ восхожденіе будетъ продолжаться безъ всякой посторонней помощи.

Воздухъ, какъ тѣло весьма прозрачное, мало нагрѣвается отъ непосредственнаго дѣйствія солнечныхъ лучей, а получаетъ теплоту, главнымъ образомъ, черезъ посредство земной поверхности, сильно нагрѣвающейся отъ солнца. Поэтому неустойчивое равновѣсіе воздуха наблюдается обыкновенно только въ слояхъ, прилегающихъ къ земной поверхности, а далѣе паденіе температуры съ высотой постепенно уменьшается. Это, однако, не препятствуетъ восходящимъ токамъ подниматься до весьма значительной высоты въ слояхъ, обладающихъ уже устойчивымъ равновѣсіемъ.

Представимъ себѣ для примѣра такое распредѣленіе температуръ по высотѣ: отъ поверхности земли до 1.000 метровъ—убывавіе

температуры составлять $1,5^\circ$ на 100 метр., отъ 1.000 до 1.500 метр.— $1,0^\circ$, отъ 1.500 до 2.000 метр.— $0,8^\circ$ и далѣе $0,6^\circ$. Тогда сухой воздухъ начальной температуры t_0 , поднявщійся съ земной поверхности до 2.000 метр., будетъ имѣть тамъ температуру $t_0 - 20^\circ$, а температура воздушнаго слоя, расположеннаго на высотѣ 2.000 метр., будетъ $t_0 - 1,5 \times 10 - 10 \times 5 - 0,8 \times 5 = t_0 - 24^\circ$. Такимъ образомъ поднявшійся воздухъ, прійдя на высоту 2.000 метр. окажется еще на 4° теплѣе окружающаго воздуха, почему поднятіе будетъ все-таки продолжаться, несмотря на то, что въ этихъ слояхъ воздухъ находится уже въ устойчивомъ равновѣсіи. Если восходящій воздухъ влаженъ, то разность температуры получится еще болѣе. Когда восхождение воздуха, начавшееся въ слояхъ съ неустойчивымъ равновѣсіемъ, продолжается далѣе въ слояхъ, обладающихъ устойчивымъ равновѣсіемъ, то разность температуръ восходящей воздушной массы и окружающаго воздуха постепенно уменьшается и, наконецъ, дѣлается равна нулю. Тогда прекращается стремленіе къ поднятію, и поднимающаяся воздушная масса приходитъ въ равновѣсіе. Въ приведенномъ выше примѣрѣ равновѣсіе наступитъ при сухомъ воздухѣ на высотѣ 3.000 метр. Если же t на поверхности земли будетъ 22° при относительной влажности въ 50% , то восхождение можетъ достигнуть высоты болѣе 5.000 метр.

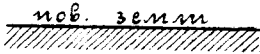
Если бы поднимающаяся масса воздуха, сохраняя свою плотность, превратилась въ твердое тѣло, то она установилась бы въ равновѣсіи такимъ образомъ, что ея центръ тяжести находился бы на высотѣ слоя, обладающаго температурою t , равную температурѣ поднявшейся массы воздуха (черт. 1). При этомъ внутри массы явится нѣкоторое натяженіе, потому что въ верхнихъ частяхъ ея воздухъ будетъ немного холоднѣе окружающаго и будетъ стремиться опуститься, а въ нижней части, наоборотъ, воздухъ будетъ еще нѣсколько теплѣе окружающаго и будетъ стремиться подниматься. Такимъ образомъ получается система силъ, стремящихся сплюснуть воздушную массу въ вертикальномъ направленіи. Такъ какъ воздухъ, будучи весьма текучимъ и подвижнымъ тѣломъ, не можетъ сопротивляться деформирующимъ его усилямъ, то на самомъ



нов. земл

Черт. 1.

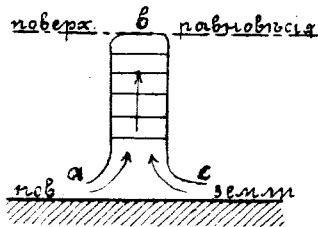
дѣлѣ подыавшаяся воздушная масса растекается на высоту, со-
отвѣтствующей температурѣ t , въ видѣ тонкаго слоя и смѣши-
вается съ окружающимъ воздухомъ (черт. 2).



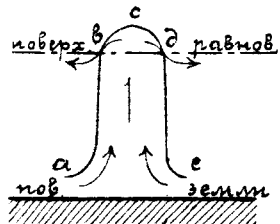
Черт. 2.

Когда теплый воздухъ восходитъ не
отдѣльною массою, а цѣлымъ непре-
рывнымъ потокомъ, то условія движе-
нія нѣсколько измѣняются. Легко ви-
дѣть, что съ достиженіемъ слоя, въ кото-

ромъ температура восходящаго воздуха сравнивается съ температу-
рою окружающаго, поднятіе воздуха не останавливается. Изъ
вышеизложеннаго ясно, что при поднятіи воздушной массы отъ по-
верхности земли до положенія равновѣсія температура поднимаю-
щагося воздуха все время выше, чѣмъ окружающаго. Восходящій
токъ состоитъ изъ послѣдовательныхъ массъ воздуха, находящихся
въ разныхъ стадіяхъ поднятія. Всѣ эти массы теплѣе окружаю-
щаго воздуха; слѣдовательно, и весь столбъ подыавшагося воздуха
 abc (черт. 3) отъ поверхности земли до поверхности равновѣсія



Черт. 3.

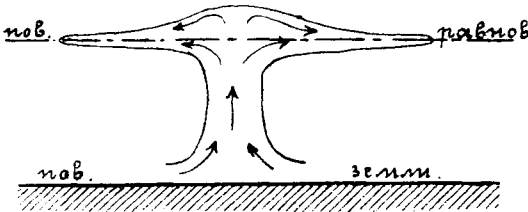


Черт. 4.

теплѣе окружающей его атмосферы. Поэтому стремленіе къ под-
нятію продолжаетъ существовать, несмотря на то, что вершина
восходящаго тока достигла поверхности равновѣсія.

Столбъ воздуха $abde$ (черт. 4), находящійся между поверхностью
земли и поверхностью равновѣсія, своимъ напоромъ выдвигаетъ
нѣкоторый объемъ воздуха bcd выше поверхности равновѣсія. Такъ
какъ объемъ bcd будетъ уже холоднѣе окружающаго воздуха, то
онъ будетъ стремиться опуститься и расположиться возможно ближе
къ поверхности равновѣсія. Прямоу опусканію внизъ мѣшаетъ

напоръ столба *abde*; поэтому воздухъ, поднявшійся выше поверхности равновѣсія, растекается въ стороны и внизъ, какъ показано стрѣлками на чертежѣ 4-мъ. При чрезвычайной подвижности воздуха растеканіе воздушныхъ массъ, выброшенныхъ выше поверхности равновѣсія, происходитъ весьма быстро, почему напоръ снизу не уменьшается, и восходящій токъ продолжаетъ существовать, пока не прекратится притокъ теплаго воздуха снизу. Черт. 5

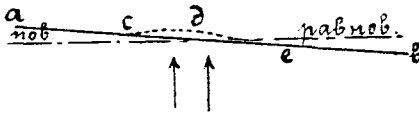


Черт. 5.

представляетъ схему вполне развитого восходящаго тока. Въ немъ можно различить три яруса:

- 1) нижній ярусъ или ярусъ всасыванія; здѣсь нагрѣтый воздухъ стягивается горизонтальными теченіями къ мѣсту восходящаго тока;
- 2) ярусъ поднятія,—наибольшій по высотѣ, и
- 3) ярусъ растеканія, въ которомъ поднявшійся воздухъ растекается горизонтальными потоками въ стороны, стремясь расположиться тонкимъ слоемъ около поверхности равновѣсія.

Если на высотѣ поверхности равновѣсія давленіе распределено не равномерно, а имѣетъ нѣкоторый градиентъ, направленный въ



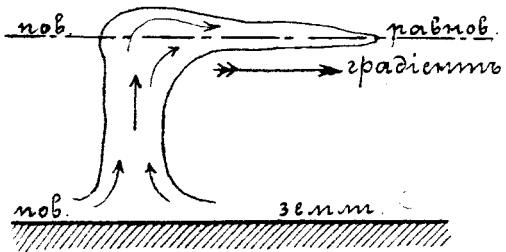
Черт. 6.

ту или другую сторону, то легко убѣдиться, что растекавіе направится преимущественно въ сторону, куда направленъ градиентъ.

Проведемъ поверхность равнаго давленія въ томъ мѣстѣ, гдѣ восходящій токъ достигаетъ поверхности равновѣсія (черт. 6). Затѣмъ проведемъ черезъ ту же точку сѣкущую вертикальную плоскость,

параллельную направлѣнію градіента, которая пересѣчетъ поверхность равнаго давленія по линіи *ab* нѣсколько наклонной къ горизонту. Какъ уже было указано, восходящій токъ выбрасываетъ воздухъ нѣсколько выше поверхности равновѣсія, при чемъ онъ оказывается холоднѣе окружающаго и растекается въ стороны. Слѣдовательно, на уровнѣ поверхности равновѣсія давленіе надъ мѣстомъ восходящаго тока немного возрастетъ; поэтому поверхность равнаго давленія приметъ видъ, указанный пунктиромъ *acdeb*, при чемъ мѣстные градіенты отъ центра восходящаго тока въ различныя стороны сдѣлаются весьма различными. Наибольшій градіентъ будетъ, конечно, совпадать съ направлѣніемъ общаго градіента, а наименьшій будетъ въ направлѣніи прямо противоположномъ. Въ остальныхъ направлѣніяхъ величины градіента будутъ среднія между этими двумя величинами. Слѣдовательно, наиболѣе сильное растеканіе будетъ происходить въ направлѣніи градіента, господствующаго на высотѣ поверхности равновѣсія; въ противоположномъ же направлѣніи растеканіе будетъ наименьшее и даже его можетъ и вовсе не быть. Когда восходящій токъ сопровождается образованіемъ облаковъ, то растеканіе поднявшагося воздуха бываетъ ясно видно. Такимъ образомъ наблюденія надъ растеканіемъ

облаковъ восходящаго тока могутъ дать цѣнныя указанія относительно распредѣленія давленія на высотѣ поверхности равновѣсія. Чертежъ 7-й изображаетъ схему восходящаго тока



Черт. 7.

при направлѣніи градіента на высотѣ поверхности равновѣсія, указанномъ большою стрѣлкою.

Наблюденія при помощи змѣевъ и воздушныхъ шаровъ показали, что распредѣленіе температуры по высотѣ въ свободной атмосферѣ весьма часто не представляетъ постепеннаго уменьшенія съ высотой, а мѣстами встрѣчается и повышеніе температуры съ высотой, за которымъ опять слѣдуетъ пониженіе. Такое явленіе называется инверсіею. Инверсіи происходятъ преимущественно вслѣдствіе при-

тока воздуха въ верхнихъ слояхъ изъ болѣ теплыхъ мѣстъ. Поэтому ихъ существованіе стоитъ въ связи съ общимъ распределеніемъ давленія и съ движеніемъ цвклоновъ и антицвклоновъ.

Повышеніе температуры съ высотой происходитъ при инверсіяхъ весьма быстро и нерѣдко достигаетъ значительныхъ размѣровъ.

Присутствіе инверсія понижаетъ поверхность равновѣсія и ослабляетъ развитіе восходящихъ токовъ въ вышину. При сильной инверсії поверхность равновѣсія совпадаетъ съ инверсією, которая такимъ образомъ совершенно преграждаетъ восходящимъ токамъ доступъ въ болѣ высокіе слои атмосферы. Отсюда слѣдуетъ, что наблюденія надъ облаками восходящаго тока могутъ дать матеріалъ также и для сужденія о распределеніи температуры въ высокихъ слояхъ воздуха.

При восхожденіи струя воздуха должна раздвигать проходимые слои атмосферы и преодолевать треніе объ окружающей, относительно спокойный воздухъ. При этомъ возникаютъ вихревыя движенія, способствующія смѣшенію восходящихъ воздушныхъ массъ съ окружающимъ воздухомъ. Ясно, что при такомъ смѣшеніи разница между воздухомъ восходящаго тока и окружающимъ воздухомъ все болѣ и болѣ уменьшается; поэтому процессъ смѣшенія съ окружающимъ воздухомъ является элементомъ, уменьшающимъ высоту, которой можетъ достигнуть восходящій токъ: если при обыкновенномъ паденіи температуры съ поднятіемъ, безъ смѣшенія, температура восходящаго тока сравнивается съ температурою окружающаго воздуха на нѣкоторой высотѣ h , то смѣшеніи уменьшеніе разницы температуръ пойдетъ гораздо при быстрѣе, и температуры сравниются на высотѣ h_1 , меньшей, чѣмъ h .

Чтобы составить себѣ понятіе о томъ, насколько энергично происходитъ смѣшеніе восходящихъ токовъ съ окружающимъ воздухомъ и въ какомъ отношеніи стоитъ это смѣшеніе съ энергією и размѣрами восходящаго тока, я произвелъ опыты съ восходящими токами, образуемыми горящими лампами.

1-й опытъ. Лампа съ круглою горѣлкою старой системы. Внутренній діаметръ горѣлки 16 мм. Діаметръ верхняго отверстія стекла 31 мм.

Сначала были измѣрены помощію химическаго термометра темпе-

ратуры восходящаго тока на разныхъ высотахъ отъ верхняго конца ламповаго стекла, при чемъ получилось слѣдующее:

высота	t.
500 мм.	40° С.
625 „	32°
750 „	28°
875 „	26°
1000 „	24°
1500 „	20°

Температура комнатнаго воздуха во все время опыта была 17° С.

Пониженіе температуры на 20° на протяженіи 1 метра можетъ быть объяснено только смѣшеніемъ восходящаго тока съ увлекаемымъ имъ окружающимъ воздухомъ.

Чтобы наглядно убѣдиться въ этомъ, я поставилъ надъ лампою картонную трубу длиною въ 140 ст. и діаметромъ въ 15 ст.

Въ этомъ случаѣ, очевидно, сначала дѣло происходило такъ же, какъ и безъ трубы, но когда восходящій токъ занялъ все уже сѣченіе трубы, то дальнѣйшее смѣшеніе прекратилось, и восходящій токъ продолжалъ свое движеніе, не соприкасаясь съ окружающимъ воздухомъ.

Соотвѣтственно такому измѣненію обстановки опыта и результаты получились совершенно иные, чѣмъ въ первомъ случаѣ. Въ трубѣ, на высотахъ 750, 1055 и 1300 мм. отъ верха ламповаго стекла наблюдалась одна и та же температура 29°,5 С., а на высотѣ 1500 мм. наблюдалось 29°, при чемъ термометръ висѣлъ уже внѣ трубы, около 8 сант. надъ ея верхнимъ концомъ, такъ что могло вліять лучеиспусканіе.

Такимъ образомъ оказалось, что въ восходящемъ токѣ, огражденномъ отъ соприкосновенія съ окружающимъ воздухомъ, ходъ измѣненія температуры съ высотой совершенно иной, чѣмъ при движеніи восходящаго тока въ свободномъ воздухѣ. Въ первомъ случаѣ убываніе температуры съ высотой происходитъ очень медленно и зависитъ только отъ уменьшенія давленія, если не считать небольшую потерю тепла черезъ стѣнки трубы, тогда какъ во второмъ случаѣ оно идетъ очень быстро. Это ясно доказываетъ, что восходящій токъ увлекаетъ за собою часть окружающаго воздуха и смѣшивается съ нимъ. Если сравнить температуры воздуха надъ

лампю на разныхъ высотахъ, то можно легко вычислить, что при температурѣ комнатнаго воздуха въ 17° С., на протяженіи между 625 и 1500 мм. объемъ восходящаго тока увеличился вчетверо, а между 500 и 1500 мм.—болѣе, чѣмъ въ 7 разъ.

2-й опытъ. Лампа съ круглою горѣлкою новой системы (Матадоръ). Внутренній діаметръ горѣлки 22 мм., діаметръ верхняго отверстія стекла—45,5 мм.

Температура комнатнаго воздуха 18° С.

Горѣніе лампы было урегулировано такимъ образомъ, что на высотѣ 500 мм. надъ верхнимъ краемъ стекла температура была 40° С., какъ и въ предыдущемъ опытѣ. Слѣдовательно, начальная температура восходящаго тока была та же, что и въ предыдущемъ опытѣ, но масса тока была гораздо больше. Разница температуръ восходящаго тока и окружающаго воздуха была въ обоихъ случаяхъ почти одинакова: 23° и 22° .

Температуры были наблюдаемы такіа:

высота	t
500 мм.	40°
625 "	34°
1500 "	22°

Объемъ восходящаго тока увеличился между 500 и 1500 мм. приблизительно въ $5\frac{1}{2}$ разъ, а между 625 мм. и 1500 мм.—въ 4 раза.

Сравнивая съ предыдущимъ случаемъ, приходимъ къ заключенію, что *при равной начальной температурѣ восходящій токъ тѣмъ быстрее смѣшивается съ окружающимъ воздухомъ, чѣмъ меньше его діаметръ.*

3-й опытъ. Лампа та же, что и во 2-мъ опытѣ, но сила горѣнія гораздо больше.

Температура комнатнаго воздуха во время опыта была 17° С.

Результаты получились слѣдующіе:

высота	t
500 мм.	болѣе 60°
625 "	46°
750 "	32°
1000 "	26°
1500 "	23°

Между 625 и 1500 мм. объемъ восходящаго тока увеличился почти въ 5 разъ. Сравнивая съ результатами 2-го опыта, приходимъ къ заключенію, что *при равномъ діаметрѣ восходящихъ токовъ, токъ, обладающій большею энергіею, сильнѣе увлекаетъ за собою окружающій воздухъ и быстрѣе смѣшивается съ нимъ.*

Опыты эти, конечно, слишкомъ грубы, чтобы изъ нихъ можно было извлечь какія-нибудь точныя числовыя величины, но качественная сторона явленія выясняется ими весьма рельефно. Во всякомъ случаѣ можно считать вполне доказаннымъ, что *восходящій токъ, движущійся въ свободномъ воздухѣ, увлекаетъ за собою часть окружающаго воздуха и смѣшивается съ нимъ.*

Такое смѣшеніе съ окружающимъ воздухомъ происходитъ, конечно, и въ тѣхъ восходящихъ токахъ, которые возникаютъ въ свободной атмосферѣ вслѣдствіе неустойчиваго равновѣсія ея слоевъ. Основываясь на данныхъ описанныхъ выше опытовъ, можно сказать, что восходящій токъ тѣмъ легче прокладываетъ себѣ путь въ вышину, чѣмъ болѣе его масса. Восходящіе токи малой массы въ родѣ тѣхъ, которые поднимаютъ пыль въ жаркіе лѣтвіе дни, никогда не достигаютъ большой высоты, несмотря на высокую начальную температуру воздуха, соприкасающагося съ раскаленною почвою. Большихъ высотъ достигаютъ только такіе восходящіе токи, въ образованіи которыхъ принимаетъ участіе вся масса нижнихъ слоевъ воздуха. Эти токи обладаютъ настолько большою массою, что смѣшеніе съ окружающимъ воздухомъ происходитъ въ нихъ очень медленно и сосредоточивается исключительно на периферіи восходящаго тока.

Всякія условія, усиливающія образованіе вихревыхъ движеній въ восходящемъ токѣ, способствуютъ его смѣшенію съ окружающимъ воздухомъ и ослабляютъ его способность къ дальнѣйшему поднятію. Къ такимъ условіямъ принадлежитъ, напримѣръ, вступленіе восходящаго тока въ слой воздуха, который по силѣ или направленію вѣтра рѣзко разнится отъ предыдущихъ слоевъ. При этомъ можетъ начаться такое энергичное смѣшеніе, что восхожденіе совершенно прекратится.

II.

Облака восходящаго тока.

Воздухъ у земной поверхности всегда содержитъ въ себѣ нѣкоторое количество водяного пара. При охлажденіи воздуха, по мѣрѣ его восхожденія въ болѣе высокіе слои атмосферы, относительная влажность его повышается, и наконецъ на нѣкоторой высотѣ воздухъ достигаетъ насыщенія влагою. При дальнѣйшемъ поднятіи воздухъ еще болѣе охлаждается, при чемъ часть влаги выдѣляется изъ него въ видѣ тумана и образуетъ облако. Зная температуру и влажность воздуха близъ поверхности земли, легко вычислить высоту H , на которой должно начаться выдѣленіе влаги въ восходящей массѣ воздуха. Если, напримѣръ, температура воздуха близъ земной поверхности t и упругость пара f , то, отыскавши въ таблицахъ для опредѣленія влажности температуру t_1 , при которой упругость пара f дастъ полное насыщеніе или относ. влажность въ 100% , найдемъ, что выдѣленіе влаги изъ воздуха начнется при пониженіи температуры на $t - t_1$ градусовъ. Такъ какъ при восхожденіи безъ сгущенія пара воздухъ охлаждается на 1°C , на каждые 100 метровъ, то онъ достигнетъ температуры t_1 на высотѣ $(t - t_1)$ 100 метровъ. Это будетъ первая приближенная величина для высоты, на которой начнется выдѣленіе влаги (H). На самомъ дѣлѣ на высотѣ $(t - t_1)$ 100 выдѣленіе влаги еще не начнется.

Если давленіе у поверхности земли было p , а на высотѣ $(t - t_1)$ 100 метр. будетъ $p_1 < p$, то объемъ подымающагося воздуха по восхожденіи будетъ больше, чѣмъ былъ у земной поверхности. Между тѣмъ количество пара въ поднимающейся массѣ воздуха остается то же самое; поэтому одно и то-же количество пара распредѣлится теперь на болѣе большой объемъ воздуха, и упругость его уменьшится въ отношеніи $p_1 : p$. Слѣдовательно, хотя при поднятіи на высоту $(t - t_1)$ 100 метр. воздухъ и приметъ температуру t_1 , но упругость пара въ немъ будетъ не f , а $\frac{fp_1}{p}$, меньшая f ; поэтому насыщенія еще не наступитъ. Чтобы найти болѣе точную величину H , слѣдуетъ, принявши начальную температуру и давленіе t_1 и p_1 и начальную упругость пара $\frac{tp_1}{p}$, вновь повто-

ритель приведенное выше вычисление и результат приложить къ полученному ранѣе. Такимъ способомъ послѣ двухъ-трехъ приближеній можно получить достаточно точную величину H . Для приближенныхъ вычислений можно ограничиться увеличеніемъ коэффициента въ указанной выше формулѣ. По Феррелю $H = 125 (t - T)$, гдѣ T точка росы.

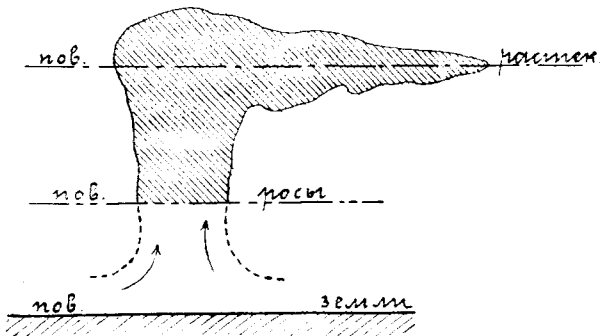
Такъ какъ вѣтеръ постоянно перемѣшиваетъ воздухъ и не даетъ ему долго оставаться въ соприкосновеніи съ одною и тою-же частью земной поверхности, то температура нижняго слоя воздуха вообще довольно равномерна, несмотря на разность топографическихъ условій земной поверхности. Поэтому въ предѣлахъ какаго-либо не слишкомъ большого участка земной поверхности высота конденсаціи болѣе или менѣе одинакова для всѣхъ одновременно существующихъ восходящихъ токовъ. Поверхность, проведенную черезъ основанія всѣхъ облаковъ восходящаго тока, назовемъ *поверхностью росы*.

Высота поверхности росы измѣняется въ зависимости отъ температуры и влажности воздуха. Чѣмъ теплѣе и суше воздухъ, тѣмъ выше находится поверхность росы. Поэтому среди дня поверхность росы должна находиться гораздо выше, чѣмъ утромъ и вечеромъ; всѣ имѣющіяся наблюденія вполне подтверждаютъ это. Точно такъ же въ жаркую и сухую погоду поверхность росы бываетъ расположена гораздо выше, чѣмъ въ прохладную и влажную.

Подобно тому, какъ поверхность росы опредѣляетъ собою нижнія поверхности всѣхъ видимыхъ въ данный моментъ облаковъ восходящаго тока, такъ точно поверхность равновѣсія представляетъ верхній предѣлъ, до котораго могутъ достигать облака восходящаго тока. Достигнувши поверхности равновѣсія, вершина кучевого облака немного поднимается надъ нею и начинаетъ растекаться въ горизонтальномъ направленіи, и ростъ облака въ вышину прекращается. Поэтому поверхность равновѣсія можно, для большей наглядности, называть также *поверхностью растеканія*.

Положеніе поверхности росы и поверхности растеканія вполне опредѣляетъ характеръ облаковъ восходящаго тока въ данный моментъ. Если разстояніе между поверхностями росы и растеканія значительно, то сгущеніе пара при восходящемъ токъ начинается еще въ ярусѣ поднятія, и облако имѣетъ видъ, показанный схематически на черт. 8.

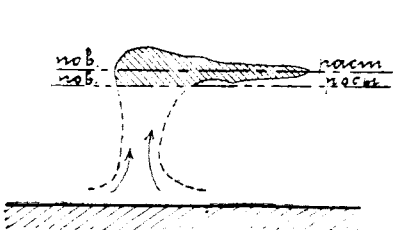
Если поверхность росы расположена близко отъ поверхности растеканія, то весь ярусъ поднятія остается невидимымъ, и облако принимаетъ видъ, изображенный схематически на черт. 9.



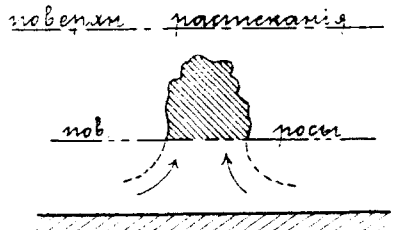
Черт. 8.

При восходящемъ токъ, еще не достигшемъ полного развитія и не дошедшемъ до поверхности растеканія, получаютъ кучевыя облака съ округленными вершинами, какъ изображено схематически на черт. 10.

Изъ сказаннаго ясно, какое важное значеніе для характеристики



Черт. 9.



Черт. 10.

облачности имѣть опредѣленіе высотъ поверхности росы и поверхности растеканія. Выше было также указано, какъ наблюденія надъ растеканіемъ облаковъ восходящаго тока могутъ давать нѣкоторыя указанія на распредѣленіе температуры и давленія въ высокихъ слояхъ атмосферы. Поэтому желательно, чтобы опредѣленія высоты поверхностей росы и растекаія, какъ главныхъ

параметровъ облачности, производились возможно чаще и повсемѣстно. При своихъ наблюденіяхъ я обращалъ главное вниманіе на опредѣленіе высотъ нижней поверхности и вершинъ облаковъ восходящаго тока и на измѣненіе этихъ основныхъ величинъ въ теченіе дня. Нижняя поверхность облаковъ, очевидно, совершенно точно совпадаетъ съ поверхностью росы. Вершины же растекающихся облаковъ—нѣсколько выше поверхности растеканія, такъ какъ мы уже видѣли, что напоромъ восходящаго тока массы воздуха выбрасываются нѣсколько выше теоретической поверхности растеканія; но такъ какъ вершина облака представляетъ собою нѣчто вполне реальное и ясно видимое, то я и опредѣлялъ высоту вершинъ облаковъ восходящаго тока, которую и можно принять за одинъ изъ характерныхъ параметровъ облачности, вмѣсто высоты поверхности растеканія. Въ самомъ дѣлѣ эти двѣ величины измѣняются параллельно, разность между ними не велика и не мѣняетъ знака (высота вершинъ вполне развитыхъ облаковъ всегда немного болѣе высоты поверхности растеканія). Такимъ образомъ для характеристики облаковъ восходящаго тока въ каждый данный моментъ нужно знать двѣ основныя величины:

1) высоту поверхности росы

и 2) высоту вершинъ облаковъ, достигшихъ поверхности растеканія.

III.

Нисходящіе токи.

Если на нѣкоторой высотѣ отъ поверхности земли находится масса воздуха, болѣе холодная, чѣмъ окружающій воздухъ, то масса эта, будучи тяжелѣе окружающей среды, станетъ опускаться, и опусканіе будетъ продолжаться до тѣхъ поръ, пока нисходящая масса воздуха не достигнетъ слоя одинаковой съ нею плотности. При опусканіи воздухъ, переходя отъ низкаго давленія къ болѣе высокому, сжимается адиабатно, при чемъ температура его повышается на 1° С. на каждые 100 метровъ спуска, а относительная влажность соответственно уменьшается.

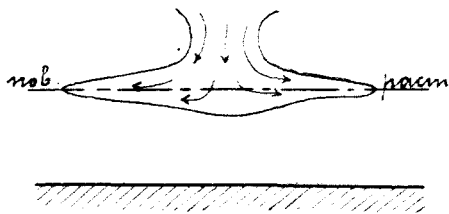
Если наверху имѣется большой запасъ холоднаго воздуха или дѣйствуютъ какія-либо причины, вызывающія охлажденіе, то по-

лучается постоянный нисходящій токъ воздуха, который существуетъ до тѣхъ поръ, пока не истощится запасъ холоднаго воздуха, или пока не перестанетъ дѣйствовать причина, вызывающая охлажденіе высокихъ слоевъ.

Если такой нисходящій токъ достигаетъ поверхности земли, то онъ производитъ впечатлѣніе теплаго и очень сухого вѣтра. Такие вѣтры, извѣстные подъ названіемъ „фѣновъ“, часто наблюдаются въ гористыхъ мѣстностяхъ. При фѣнѣ всегда наблюдается чрезвычайная сухость, даже въ такихъ влажныхъ странахъ, какъ Зап. Закавказье. Поэтому лѣтніе фѣны дѣйствуютъ весьма губительно на растительность. Такъ назыв. „суховѣи“ южной и восточной Россіи, столь гибельные для растительности, несомнѣнно часто обязаны своимъ происхожденіемъ нисходящимъ токамъ, по крайней мѣрѣ въ тѣхъ случаяхъ, когда „суховѣи“ распространяется на неширокую полосу и бываетъ непродолжителенъ.

Если бы нисходящіе токи всегда достигали поверхности земли, то существованіе растительности подвергалось бы постоянной опасности и было бы почти невозможно. Къ счастью такое явленіе представляется рѣдкимъ исключеніемъ. Вообще же нисходящіе токи уже на болѣе или менѣе значительной высотѣ достигаютъ поверхности равновѣсія, по которой и растекаются, подобно тому, какъ болѣе легкая жидкость растекается по поверхности болѣе тяжелой жидкости, — напр., масло на водѣ.

Такимъ образомъ обычная схема нисходящаго тока имѣетъ видъ, изображенный на чертежѣ 11. Ясно, что благодаря инерціи и напору всего нисходящаго столба воздуха,



Черт. 11.

болѣе тяжелого, чѣмъ окружающій, опускающіяся воздушныя массы падаютъ сначала нѣсколько ниже поверхности равновѣсія, а потомъ уже всплываютъ и распредѣляются около поверхности равновѣсія: происходитъ то же, что мы видѣли при восходящихъ токахъ, но въ обратномъ направленіи. Эти явленія можно легко воспроизвести наглядно, если, напр., лить въ воду съ нѣкоторой высоты струю масла.

При растеканіи нисходящаго тока по поверхности равновѣсія получается тѣсное соприкосновеніе двухъ воздушныхъ слоевъ: нижняго,—болѣе влажнаго, и верхняго—очень сухого, состоящаго изъ воздуха, подвергшагося при опусканіи болѣе или менѣе значительному адиабатному нагрѣванію. Эта разность относительной влажности между соприкасающимися слоями вноситъ нѣкоторыя возмущенія въ нормальный ходъ измѣненія температуры съ высотой.

Удѣльный вѣсъ водяного пара значительно менѣе удѣльнаго вѣса сухого воздуха. Поэтому, при одинаковой температурѣ, сухой воздухъ тяжелѣе влажнаго. Слѣдовательно, равновѣсіе опускающихся воздушныхъ массъ возможно лишь въ томъ случаѣ, если сухой воздухъ будетъ нѣсколько теплѣе окружающаго, болѣе влажнаго воздуха: разность относительной влажности уравнивается соотвѣтствующею разностью температуры.

Вѣсъ 1 куб. метра влажнаго воздуха выражается формулою:

$$p = \frac{1,2936 \left(b - 0,3775 e \frac{r}{100} \right)}{760 (1 + 0,003667 t)},$$

гдѣ: b — показаніе барометра въ мм.,

t — температура воздуха,

e — давленіе насыщающаго пара при температурѣ t ,

r — относит. влажность, въ %.

Опредѣлимъ p при $b = 600$ мм. и $t = 5^\circ$, принимая величину r сначала 70% , а потомъ 40% . (Такія условія часто наблюдаются у насъ лѣтомъ на высотѣ, нѣсколько меньшей 2000 метр.)

$$\begin{aligned} \text{При } r = 70\% \dots p &= 1,0001 \text{ kgr.} \\ \text{а при } r = 40\% \dots p &= 1,0012 \text{ kgr.} \end{aligned}$$

Слѣдовательно, если нижній слой будетъ имѣть $t = 5^\circ$ и $r = 70\%$, а лежащій непосредственно надъ нимъ— $t = 5^\circ$ и $r = 40\%$, то все-таки равновѣсіе не будетъ имѣть мѣста, такъ какъ верхній слой будетъ плотнѣе нижняго и будетъ поэтому стремиться къ дальнѣйшему опусканію. Для того, чтобы воздухъ сухого и влажнаго слоевъ имѣлъ одинаковую плотность, необходимо, въ дан-

номъ случаѣ, чтобы сухой воздухъ былъ на $0^{\circ},3$ теплѣе влажнаго. Такимъ образомъ, если сухой воздухъ ($r = 40\%$), приносимый нисходящимъ токомъ, растекается по поверхности болѣе влажнаго воздушнаго слоя, имѣющаго отя. влажн. 70% при $t = 5^{\circ}$ и $h = 600$ мм. на поверхности раздѣла, то эта разность въ относительной влажности вызываетъ собою образование *инверсии* въ $0^{\circ},3$.

При тѣхъ же величинахъ относительной влажности, но при температурѣ поверхности влажнаго слоя $t = 10^{\circ}$ и давленіи 700 мм. находимъ, что равновѣсіе возможно, когда температура сухого слоя на $0^{\circ},5$ выше, чѣмъ влажнаго. Такія условія часто имѣютъ мѣсто въ средней Россіи лѣтомъ на высотѣ.

Въ обоихъ изслѣдованныхъ случаяхъ мы предполагали существованіе рѣзкой поверхности раздѣла между сухимъ и влажнымъ слоями. На самомъ дѣлѣ этого никогда не бываетъ: соприкасающіеся слои воздуха всегда отчасти смѣшиваются между собою, и переходъ отъ одной влажности къ другой совершается постепенно, на нѣкоторомъ протяженіи на высотѣ. Толщина этого переходнаго слоя тѣмъ болѣе, чѣмъ больше времени находились оба слоя въ соприкосновеніи. При такомъ постепенномъ переходѣ отъ влажнаго слоя къ сухому скачокъ температуры также становится менѣе рѣзкимъ, и получается просто сильное замедленіе паденія температуры съ высотой на большемъ или меньшемъ протяженіи.

Исходя изъ приведенныхъ выше соображеній, можно формулировать такое общее правило: *когда надъ влажнымъ слоемъ воздуха расположенъ болѣе сухой, то въ мѣстѣ перехода изъ одного слоя въ другой наблюдается или инверсія, или замедленіе паденія температуры съ высотой.*

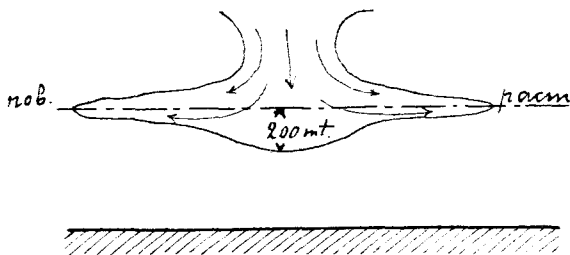
Когда нисходящій токъ растекается по поверхности равновѣсія, то ниже этой поверхности, на болѣе или менѣе значительную высоту, атмосфера имѣетъ устойчивое равновѣсіе, т.е. уменьшеніе температуры съ высотой менѣе 1° на 100 метровъ. Въ самомъ дѣлѣ, если бы ниже поверхности равновѣсія паденіе температуры по высотѣ было бы болѣе 1° на 100 метр., то воздухъ, притекающій сверху былъ бы все-таки плотѣе нижележащихъ слоевъ и продолжалъ бы опускаться; слѣдовательно, при таквхъ условіяхъ самое существованіе поверхности равновѣсія является невозможнымъ: она будетъ расположена гдѣ-нибудь ниже.

Запомнивши это, посмотримъ, что произойдетъ, когда масса воз-

духа, приносимаго нисходящимъ токомъ, проникнетъ нѣсколько ниже поверхности равновѣсія, — случай, имѣющій мѣсто при каждомъ нисходящемъ токѣ.

Представимъ себѣ, что въ первомъ изъ разсмотрѣнныхъ выше двухъ случаевъ ($b = 600$ мм., $t = 5^\circ$ и $r_1 = 70\%$, $r_2 = 40\%$) нисходящія массы воздуха проникаютъ на 200 метр. ниже поверхности равновѣсія (черт. 12) и что въ нижнемъ слое воздуха, вблизи отъ поверхности равновѣсія, паденіе температуры съ высотой равно $0^\circ,7$ на 100 метр.

Мы уже видѣли, что въ этомъ случаѣ воздухъ нисходящаго тока на поверхности равновѣсія оказывается теплѣ нижняго слоя на $0^\circ,3$. Если этотъ воздухъ опустится еще на 200 метровъ, то онъ еще нагреется на 2° ; воздухъ также въ нижнемъ слое



Черт. 12.

на этой высотѣ всего на $1^\circ,4$ теплѣ, чѣмъ у поверхности равновѣсія. Такимъ образомъ въ низшей точкѣ нисходящаго тока разность температуры нижняго и верхняго слоевъ будетъ уже $0^\circ,3 + (2^\circ - 1^\circ,4) = 0^\circ,9$. Здѣсь мы будемъ имѣть инверсію въ $0^\circ,9$. Такъ какъ нисходящій токъ здѣсь только-что приходитъ въ соприкосновеніе съ нижнимъ слоемъ воздуха и еще не успѣваетъ съ нимъ смѣшаться, то граница между нижнимъ и верхнимъ слоями обозначена здѣсь наиболѣе рѣзко, и инверсія проявляется въ наиболѣе чистомъ видѣ. Вокругъ нисходящаго тока, въ области растеканія, верхній воздухъ вновь всплываетъ на поверхность равновѣсія и растекается по ней. Всплывая, воздухъ опять пріобрѣтаетъ температуру, которую имѣлъ на поверхности равновѣсія, и, следовательно, инверсія уменьшается. По мѣрѣ растеканія верхній воздухъ все болѣе смѣшивается съ нижнимъ, переходъ отъ влаж-

наго слоя къ сухому становится все менѣе рѣзкимъ, что еще болѣе способствуетъ уменьшенію инверсіи и даже совершенному ея исчезновенію на нѣкоторомъ разстояніи отъ центра нисходящаго тока.

Если надъ мѣстомъ наблюденія проходитъ центръ нисходящаго тока, то получается такая послѣдовательность явленій: сначала, на окраинѣ области растеканія, происходитъ надъ поверхностью равновѣсія уменьшеніе влажности и температурнаго градіента по высотѣ, далѣе эти явленія усиливаются, и наконецъ наступаетъ моментъ, когда въ нѣкоторомъ слоѣ, близъ поверхности равновѣсія, температура совершенно не измѣняется съ высотой, влажность же быстро уменьшается кверху; далѣе появляется близъ поверхности равновѣсія небольшая инверсія, которая начинаетъ опускаться и вмѣстѣ съ этимъ усиливается и становится рѣзче; при прохожденіи центра нисходящаго тока инверсія достигаетъ самаго низкаго положенія и наибольшей силы и рѣзкости; далѣе явленія идутъ въ порядѣ, обратномъ только-что описанному.

При болѣе обширныхъ нисходящихъ токахъ, какіе бывають, напр., при антициклонахъ, явленія совершаются нѣсколько иначе. Въ этомъ случаѣ поверху разливается мощный потокъ сухого воздуха, который своимъ давленіемъ вытѣсняетъ въ стороны воздухъ нижнихъ слоевъ и медленно опускается на его мѣсто. При этомъ вытѣсняется главнымъ образомъ воздухъ изъ горизонтовъ нижняго слоя, наиболѣе удаленныхъ отъ земной поверхности. Слои, близкіе къ землѣ, вытѣсняются гораздо труднѣе, такъ какъ ихъ движенію препятствуетъ треніе о земную поверхность и, кромѣ того, болѣе большая плотность вызываетъ болѣе сильное внутреннее треніе.

Взявши опять разсмотрѣнный выше частный случай, предположимъ, что за нѣкоторый промежутокъ времени сухой воздухъ настолько вытѣснилъ нижніе слои, что граница влажнаго и сухого слоевъ опустилась на 1000 метровъ. Если допустить, что нижніе слои совсѣмъ не подверглись вытѣсненію, а вытѣснена въ сторону только верхняя часть нижняго слоя, на высоту 1000 метр., то получимъ, что на новой поверхности раздѣла должна получиться инверсія такой величины:

$$0^{\circ},3 \frac{1}{4} (1^{\circ},0 - 0^{\circ},7) 10 = 3^{\circ},3.$$

Такъ какъ исключительное вытѣсненіе однихъ верхнихъ слоевъ не можетъ имѣть мѣста, а происходитъ отчасти и вытѣсненіе

впжнихъ слоевъ и смѣшеніе воздуха разлчныхъ слоевъ, то эта величина инверсіи конечно не будетъ достигнута на самомъ дѣлѣ, но во всякомъ случаѣ инверсія усилится.

Привѣденныя выше соображенія даютъ право высказать слѣдующее общее правило: *опусканіе инверсіи сопровождается ея усиленіемъ.*

Связь нисходящихъ токовъ съ инверсіями указываетъ на то вліяніе, которое должны оказывать нисходящіе токи на развитіе восходящихъ токовъ. Мы уже знаемъ, что инверсіи представляютъ препятствіе для развитія въ высоту восходящихъ токовъ, что восходящіе токи, встрѣтивши сильную инверсію, останавливаются и начинаютъ растекаться, а при сравнительно слабой инверсіи, хотя и преодолеваютъ ее, но сильно теряютъ въ своемъ вертикальномъ развитіи. Сопоставляя это съ нашими выводами относительно нисходящихъ токовъ, мы прійдемъ къ заключенію, что нисходящій токъ представляетъ препятствіе для развитія восходящихъ токовъ, что въ мѣстности, надъ которою происходитъ нисходящій токъ, развитіе въ вышину восходящихъ токовъ ослабляется. Изъ разсмотрѣнія схемы нисходящаго тока ясно, что наименьшая высота восходящихъ токовъ должна имѣть мѣсто около центра нисходящаго тока, такъ какъ здѣсь инверсія имѣетъ наиболѣе низкое положеніе и наибольшую величину. Чѣмъ далѣе отъ центра нисходящаго тока, тѣмъ меньше его вліяніе на восходящіе токи и, наконецъ, вблизи отъ границъ области растеканія оно совсѣмъ исчезаетъ.

Если поверхность растеканія нисходящаго тока выше поверхности росы, то вліяніе нисходящаго тока выражается въ уменьшеніи вертикальныхъ размѣровъ облаковъ около его центра; если же поверхность растеканія нисходящаго тока ниже поверхности росы, то на нѣкоторомъ пространствѣ вокругъ центра нисходящаго тока облака нижней системы совершенно отсутствуютъ.

Указанныя соотношенія между восходящими и нисходящими токами должны имѣть огромное вліяніе на группировку облаковъ. Присутствіе нисходящихъ токовъ дѣлаетъ затруднительнымъ или даже вовсе невозможнымъ на болѣе или менѣе значительныхъ площадяхъ образованіе облаковъ восходящаго тока; поэтому наблюденія надъ расположеніемъ въ планѣ облаковъ восходящаго тока могутъ оказать большія услуги при изученіи нисходящихъ

токовъ, которые, благодаря ихъ невидимости, можно констатировать лишь на основаніи такого рода наблюденій. вмѣстѣ съ тѣмъ существованіе связи между восходящими и нисходящими токами указываетъ на необходимость изучать эти явленія совмѣстно, въ общей связи; безъ этого мы будемъ видѣть только частности и никогда не получимъ полной и вѣрной картины динамическихъ процессовъ, происходящихъ въ свободной атмосферѣ.

Остается еще разсмотрѣть вліяніе на нисходящіе токи существующихъ уже инверсій. Если нисходящая масса воздуха встрѣчаетъ на своемъ пути инверсію, то, пройдя черезъ послѣднюю, она встрѣтитъ сразу болѣе холодный воздухъ, отчего ея стремленіе внизъ ослабится; если же инверсія достаточно сильна, то нижній слой можетъ оказаться уже плотнѣе нисходящей воздушной массы, и тогда опусканіе послѣдней совершенно прекратится. Слѣдовательно, инверсії представляютъ препятствіе для движенія не только восходящихъ, но и нисходящихъ токовъ. *Сильная инверсія совершенно изолируетъ верхніе слои воздуха отъ нижнихъ и дѣлаетъ невозможнымъ обмѣнъ воздуха между ними.* Возможность существованія въ атмосферѣ такихъ „невидимыхъ перегородокъ“,—если можно такъ выразиться,—является фактомъ высокой важности, съ которымъ необходимо постоянно считаться при изученіи движеній свободной атмосферы.

Изученіе нисходящихъ токовъ гораздо труднѣе, чѣмъ восходящихъ, такъ какъ они невидимы и могутъ быть обнаруживаемы лишь по дѣйствию ихъ на облака. Поэтому для изслѣдованія нисходящихъ токовъ очень полезно употреблять змѣи и производить полеты такимъ образомъ, чтобы получать возможно болѣе полную картину измѣненій температуры и влажности воздуха во всей изслѣдуемой толщѣ въ теченіе нѣсколькихъ часовъ. Разсматривая данныя такого полета въ связи съ наблюденіями надъ облаками, можно получить весьма цѣнные указанія по механикѣ нисходящихъ токовъ.

IV.

Причины восходящихъ и нисходящихъ токовъ.

Главною причиною вертикальныхъ движеній атмосферы является неустойчивое равновѣсіе, происходящее отъ слишкомъ быстрого убыванія температуры съ высотой (болѣе 1° на 100 метр.). Такое распредѣленіе температуры можетъ быть результатомъ двоякаго рода явленій: нагрѣванія снизу и охлажденія сверху. Въ томъ и другомъ случаѣ происходитъ обмѣнъ воздуха въ вертикальномъ направленіи, но характеръ этого обмѣна въ каждомъ изъ этихъ случаевъ различный.

Если происходитъ нагрѣваніе атмосферы снизу, то, вслѣдствіе малой теплопроводности воздуха, получается такое распредѣленіе температуры: внизу, близъ земной поверхности, наблюдается очень быстрое паденіе температуры съ высотой, а выше, гдѣ непосредственное вліяніе земной поверхности уже не сказывается, термическій градиентъ гораздо меньше, и, начиная съ нѣкоторой, не особенно большой, высоты, воздушные слои уже находятся въ состояніи устойчиваго равновѣсія, — термическій градиентъ менѣе 1° на 100 метровъ высоты. Таково распредѣленіе температуры въ частномъ примѣрѣ, разсмотрѣнномъ въ началѣ I главы: отъ поверхности земли до 1000 метр. убываніе температуры составляетъ $1^{\circ},5$ на 100 метр., отъ 1000 до 1500 метр. — $1^{\circ},0$, отъ 1500 до 2000 метр. — $0^{\circ},8$ и далѣе $0,6^{\circ}$. Въ данномъ случаѣ, въ нижнихъ слояхъ имѣется наличность условій, стремящихся произвести вертикальное перемѣщеніе воздуха. Мы уже видѣли, что при указанномъ распредѣленіи температуры воздушныя массы, поднявшіяся съ земной поверхности, могутъ дойти до высоты 3000 метр. (при допущеніи, что восхожденіе происходитъ безъ выдѣленія влаги изъ воздуха и безъ смѣшенія восходящаго тока съ окружающимъ воздухомъ). По воздушныя массы, расположенныя на высотѣ 3000 метр., не имѣютъ никакого стремленія опуститься, такъ какъ на этой высотѣ воздухъ уже обладаетъ вполне устойчивымъ равновѣсіемъ. Паденіе воздушныхъ массъ возможно въ нашемъ примѣрѣ лишь въ слѣдъ между поверхностью земли и 1000 метр. высоты, гдѣ термическій градиентъ болѣе 1° на 100 метр. высоты; выше же

1000 метр. возможно только общее *осѣданіе* воздушныхъ слоевъ кругомъ восходящаго тока, которое пополняетъ убыль воздуха внизу, а вверху освобождаетъ мѣсто для воздуха, приносимаго снизу восходящимъ токомъ. Слѣдовательно, при подогрѣваніи снизу получаются ярко выраженные *восходящіе токи*, переносящіе значительныя массы воздуха на большую высоту, обратное же, нисходящее движеніе распредѣляется по всей массѣ окружающаго воздуха и не имѣетъ характера токовъ, а вѣрнѣе можетъ быть названо осѣданіемъ воздушныхъ массъ, при которомъ отдѣльныя частицы воздуха имѣютъ лишь очень короткія нисходящія траекторіи.

Если въ верхнихъ слояхъ атмосферы дѣйствуетъ причина, производящая охлажденіе, то опять, въ силу плохой теплопроводности воздуха, это охлажденіе не распространяется непосредственно на большой слой воздуха, и получается такое распредѣленіе температуры: на нѣкоторую, не большую высоту подъ мѣстомъ охлажденія—быстрое паденіе температуры по высотѣ и неустойчивое равновѣсіе воздуха, а далѣе—устойчивое равновѣсіе. Разсужденіями, аналогичными предыдущему случаю, можно убѣдиться, что возникнутъ *нисходящіе токи*, продолжающіеся на нѣкоторое разстояніе въ слояхъ, обладающихъ уже устойчивымъ равновѣсіемъ. При этомъ обратныхъ токовъ не происходитъ, такъ какъ частицы воздуха, лежащія близъ поверхности растеканія нисходящаго тока, будучи расположены въ слояхъ, обладающихъ устойчивымъ равновѣсіемъ, не имѣютъ сами по себѣ стремленія кверху. Отливъ воздуха изъ верхнихъ слоевъ и притокъ его въ нижніе возмѣщаются просто вытѣсненіемъ окружающихъ воздушныхъ массъ отчасти вверхъ и отчасти—въ стороны.

При охлажденіи сверху основнымъ явленіемъ представляются *нисходящіе токи*.

Долженъ при этомъ оговориться, что это относится вполне лишь къ *мѣстнымъ* движеніямъ атмосферы и не должно быть распространяемо на грандіозныя движенія, происходящія въ большихъ циклонахъ и антициклонахъ: здѣсь высота слоя, въ которомъ происходятъ движенія воздуха, настолько мала, сравнительно съ его горизонтальнымъ протяженіемъ, что выводы, сдѣланные для свободныхъ вертикальныхъ движеній воздуха, едва ли могутъ имѣть полную силу для этого случая.

Резюмируя все только-что изложенное, можно формулировать слѣдующее положеніе.

Нагрѣваніе снизу производитъ въ атмосферѣ восходящіе токи, а охлажденіе сверху вызываетъ нисходящіе токи.

Главною причиною нагрѣванія снизу является дѣйствіе солнечныхъ лучей на земную поверхность. Поэтому восходящіе токи развиваются наиболѣе сильно въ дневные часы и при ясной погодѣ. Въ южнымъ степяхъ лѣтомъ восходящіе токи часто достигаютъ такой интенсивности, что образуютъ небольшие смерчи, увлекающіе вверхъ столбы пыли и разные мелкіе и легкіе предметы. Въ степяхъ Екатеринославской и Таврической губерній въ ясные жаркіе дни мнѣ случалось видѣть подобные смерчи десятками одновременно, въ разныхъ частяхъ горизонта.

Въ холодное время года или ночью источникомъ нагрѣванія нижнихъ слоевъ воздуха могутъ служить также водоемы, предварительно сильно нагрѣтые солнцемъ за лѣто или въ теченіе дня. Этой причинѣ обязаны своимъ происхожденіемъ тѣ причудливые столбы тумана, которые наблюдаются въ тихія и ясныя лѣтвія ночи надъ небольшими водоемами, расположенными на открытыхъ низменныхъ мѣстахъ.

Охлажденіе высокихъ слоевъ воздуха происходитъ, главнымъ образомъ, отъ поглощенія тепла при испареніи. Всякому, внимательно наблюдавшему облака, случалось, конечно, видѣть, какъ они постепенно исчезаютъ, — таютъ въ воздухѣ. Такъ какъ облака состоятъ изъ мельчайшихъ водяныхъ капелекъ, то ясно, что при таяніи облака должно происходить испареніе, связанное съ поглощеніемъ теплоты.

Испареніе облаковъ можетъ происходить тремя способами, которые и разсмотримъ въ отдѣльности.

1) Облако смѣшивается съ окружающимъ сухимъ воздухомъ, при чемъ составляющая облако водяная пыль растворяется въ воздухѣ. Этотъ процессъ совершается по всей поверхности облака, а въ особенности на окраинахъ области растеканія облаковъ восходящаго тока, гдѣ растекающіяся воздушныя массы распределяются тонкимъ слоемъ около поверхности равновѣсія и при этомъ смѣшиваются съ окружающимъ воздухомъ.

2) Мельчайшія капельки, составляющія облако, падая внизъ, попадаютъ въ слой сравнительно сухого воздуха и тамъ испа-

ряются. Хотя капельки и тяжелѣе воздуха, но онѣ не вездѣ имѣютъ возможность падать. Чѣмъ меньше діаметръ капли, тѣмъ медленнѣе она падаетъ въ спокойномъ воздухѣ; скорость паденія очень мелкихъ капелекъ измѣняется миллиметрами въ секунду, — настолько сильно замедляется ихъ наденіе сопротивленіемъ воздуха. При столь малой скорости паденія достаточно самага незначительнаго восходящаго тока, чтобы сдѣлать паденіе совершенно невозможнымъ; если же скорость восходящаго тока болѣе скорости паденія капель въ спокойномъ воздухѣ, то капли будутъ даже увлекаться кверху. Отсюда ясно, что паденіе мелкихъ капелекъ въ нижніе слои воздуха возможно лишь въ тѣхъ частяхъ облака, гдѣ дѣйствіе восходящаго тока совершенно прекратилось; такими частями являются окраины области растеканія. Благодаря малой скорости паденія мелкихъ капель описанное сейчасъ явленіе не можетъ играть въ таяніи облаковъ такой важной роли, какъ смѣшеніе облачной массы съ окружающимъ воздухомъ, при которомъ сразу приходятъ въ соприкосновеніе большіе объемы мелко распыленной воды и сухого воздуха.

3) Испареніе происходитъ вслѣдствіе нагрѣванія облака солнечными лучами. Сквозь чистый воздухъ лучи солнца проходятъ, почти не нагрѣвая его, но если въ воздухѣ имѣются какія-либо подвѣшанныя мелкія частицы, то такой мутный воздухъ можетъ нагрѣваться непосредственно отъ солнечныхъ лучей, при чемъ нагрѣвается, собственно, не самый воздухъ, а подвѣшанныя въ немъ твердыя или жидкія частицы, которыя тотчасъ же передаютъ полученную ими теплоту окружающему, болѣе холодному воздуху. Ясно поэтому, что солнечные лучи, падая на облако, могутъ нѣсколько нагрѣвать части его, ближайшія къ поверхности; при этомъ, конечно, воздухъ удаляется отъ точки насышенія, и капельки воды постепенно испаряются.

Разсматривая съ термической стороны описанные три способа испаренія облаковъ, мы увидимъ, что при третьемъ способѣ теплоты, необходимая на обращеніе воды въ газообразное состояніе, доставляется непосредственно солнцемъ, тогда какъ при первыхъ двухъ способахъ притока теплоты извнѣ не происходитъ, и поглощеніе теплоты при испареніи водяныхъ капель происходитъ за счетъ пониженія температуры окружающаго воздуха. Такимъ образомъ первые два способа таяніи облаковъ являются источникомъ мѣстнаго охлажденія высокихъ слоевъ атмосферы.

Припомная, что таяніе облаковъ вслѣдствіе смѣшенія съ сухимъ воздухомъ и вслѣдствію паденія капелекъ въ нижніе слои воздуха происходитъ, главнымъ образомъ, въ области растеканія облаковъ восходящаго тока, мы можемъ отсюда заключить, что растекающіяся облака являются источникомъ охлажденія высокихъ слоевъ атмосферы; особенно сильное охлажденіе происходитъ на краяхъ растекающпхся облачныхъ массъ, гдѣ таявіе облака происходитъ наиболѣе энергично.

Выше было указано, что охлажденіе сверху является источникомъ нисходящихъ токовъ. Поэтому растекающіяся облака, и особенно ихъ крайнія части, являются исходными пунктами нисходящихъ токовъ.

Отсюда ясно, что моментъ, когда начпнають растекаться облака восходящаго тока, имѣетъ очень большое значеніе: Онъ является критическимъ моментомъ дня въ отношеніи мѣстнаго круговорота атмосферы. Пока облака восходящаго тока еще не начали растекаться, мы имѣемъ дѣло только съ восходящими токами, при чемъ нисходящее движеніе воздуха происходитъ не въ видѣ токовъ, а въ формѣ простого осѣданія воздушныхъ массъ. Но какъ только начинается растеканіе облаковъ, такъ сейчасъ же около поверхности растеканія образуются области охлажденія, служащія источниками самостоятельныхъ нисходящихъ токовъ; съ этого момента начинается совмѣстное существованіе восходящихъ и нисходящихъ токовъ.

Явленія, происходящія при совмѣстныхъ дѣйствіяхъ восходящихъ и нисходящихъ токовъ, мы разсмотримъ отдѣльно, теперь же перейдемъ къ разсмотрѣнію другихъ причинъ, производящихъ нисходящіе токи.

Очень мощною и распространенною причиною нисходящихъ токовъ является энергія паденія дождевыхъ капель. Можно видѣть на массѣ прпмѣровъ, какъ быстрое движеніе ряда тѣлъ въ одномъ и томъ же направленіи вызываетъ движеніе воздуха въ томъ же направленіи. Напримѣръ, при движеніи желѣзно-дорожнаго поѣзда въ тихую погоду около него всегда замѣчается вѣтеръ, направленный въ сторону движенія поѣзда. Мнѣ также приходилось неоднократно наблюдать во время гимнастическихъ упражненій такое явленіе: когда большое число гимнастовъ дѣлають бѣгомъ нѣсколько круговъ по залу, не мѣняя направленія, то въ залѣ

поднимается такой вихрь, что оконныя занавѣски летаютъ, какъ флаги, лампы копятъ и гаснутъ, бумажки кружатся въ воздухѣ. Такъ же точно и паденіе дождевыхъ капель вызываетъ въ воздухѣ сильное теченіе книзу.

Легко доказать расчетомъ, что бѣльшая часть энергіи паденія дождевыхъ капель поглощается воздухомъ, т.-е. идетъ на сообщеніе движенія частицамъ воздуха. Если бы сопротивленія воздуха не существовало, то дождевыя капли падали бы на землю съ такою же громадною скоростью, какъ пули или артиллерійскіе снаряды. Напримѣръ, при паденіи дождя съ высоты въ 6000 метр. скорость въ концѣ паденія была бы:

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{19,62 \times 6000} = 334 \text{ метра въ 1 сек.}$$

При такой скорости первый же дождь уничтожилъ бы все живое на земной поверхности. По благодаря сопротивленію воздуха дождевыя капли падаютъ съ весьма небольшою скоростью. Чѣмъ больше скорость падающаго тѣла, тѣмъ сильнѣе сопротивленіе воздуха. Съ увеличеніемъ скорости наступаетъ наконецъ такой моментъ, когда сопротивленіе воздуха уравниваетъ собою ускореніе силы тяжести; съ этого момента движеніе становится равномернымъ. У тѣлъ, имѣющихъ приблизительно сферическую форму, какъ дождевыя капли, объемъ пропорціоналенъ кубу діаметра, а площадь наибольшаго поперечнаго сѣченія—пропорціональна квадрату діаметра; такимъ образомъ съ возрастаніемъ діаметра капель масса ихъ увеличивается гораздо быстрѣе поперечнаго сѣченія, почему большія капли встрѣчаютъ со стороны воздуха относительно меньшее сопротивленіе, чѣмъ малыя и могутъ развить гораздо большую постоянную скорость при паденіи. И въ самомъ дѣлѣ опытыя изслѣдованія показали, что въ то время, какъ скорость паденія самыхъ мелкихъ капелекъ составляетъ менѣе 1 мм. въ 1 сек., наиболѣе крупныя капли развиваютъ скорость въ 8 метр. въ сек. Дальнѣйшаго увеличенія скорости съ возрастаніемъ діаметра капельки не происходитъ, такъ какъ при капляхъ бѣльшаго діаметра и скорости бѣльшей 8 метр. сопротивленіе воздуха становится уже настолько сильнымъ, что преодолагаетъ силу сцѣпленія воды, и капля распадается на нѣсколько мелкихъ, которыя продолжаютъ свое паденіе съ уменьшенною скоростью.

Сравнивая живую силу дождевыхъ капель, которая получилась бы при отсутствіи сопротивленія воздуха, съ тою, которая получается въ дѣйствительности при максимальной скорости паденія дождя въ 8 метр. въ 1 сек., мы получимъ, напр., при высотѣ паденія въ 6000 метр. такое отношеніе между указанными живыми силами

$$\frac{334^2}{8^2} = 1743.$$

Слѣдовательно $\frac{1742}{1743}$ всей работы паденія дождевыхъ капель поглощаются воздухомъ, или, другими словами,—употребляются на приведеніе воздуха въ движеніе. Работа эта, благодаря огромной высотѣ паденія, представляетъ очень крупную величину.

Если предположимъ, что дождь, дающій 0,5 мм. осадковъ въ минуту, падаетъ съ высоты 6000 метр., то будемъ имѣть слѣдующія величины:

Вѣсъ воды, выпадающей на 1 кв. метръ земной поверхности въ 1 секунду: $\rho = \frac{1}{120}$ килогр.

Работа паденія дождя въ 1 сек. на 1 кв. метръ поверхности земли: $\rho h = \frac{1}{120} \times 6000 = 50$ килогр.-метр. или 0,67 лошадиной силы.

На каждый квадратный километръ области дождя это даетъ 670.000 лошадиной силы.

При не особенно большой площади области дождя,—въ 15 кв. километровъ, общая энергія грозы составитъ 10.000,000 паровыхъ лошадей.

Сила дождя и площадь области дождя взяты въ нашемъ примѣрѣ не особенно большія. Поэтому можно сказать, безъ преувеличенія, что энергія очень сильныхъ грозъ измѣряется десятками милліоновъ лошадиныхъ силъ.

Если сравнимъ эту энергію съ силою самыхъ крупныхъ механическихъ двигателей, развивающихъ до 20—25.000 силъ, то ясно станетъ, насколько незначительны творенія человѣка въ сравненіи съ гигантскимъ масштабомъ природы.

Какъ мы уже видѣли, громадная энергія паденія дождя почти цѣликомъ расходуется на сообщеніе воздуху движенія внизъ.

Область дождя представляет какъ бы громадный водоструйный вентиляторъ, производящій дутье сверху внизъ.

При этомъ слѣдуетъ обратить вниманіе еще на одно обстоятельство, благодаря которому нагнетательное дѣйствіе дождя значительно усиливается. Когда дождь сообщаетъ воздуху движеніе внизъ, то послѣдній, конечно, нагрѣвается на 1° на каждые 100 метр. спуска, при чемъ относительная влажность его соответственно уменьшается. Но такъ какъ въ данномъ случаѣ нисходящій воздухъ находится въ тѣсной смѣси съ мелко раздробленною водою, то онъ, по мѣрѣ своего нагрѣванія и удаленія отъ точки насыщенія, постоянно имѣетъ возможность сейчасъ же пополнять свой запасъ влаги черезъ испареніе съ поверхности дождевыхъ капель и въ особенности той мелкой водяной пыли, которая наполняетъ воздухъ во время дождя. При этомъ, конечно, происходитъ охлажденіе воздуха. Такимъ образомъ при дождѣ кромѣ механическаго нагнетанія всегда происходитъ еще и охлажденіе воздуха, способствующее усиленію нисходящаго тока въ области дождя.

Итакъ, въ каждой области дождя имѣетъ мѣсто настоящій водопадъ холоднаго и влажнаго воздуха, низвергающійся часто съ очень большой высоты. Въ области дождя нисходящій токъ имѣетъ въ самомъ себѣ источникъ охлажденія; поэтому въ этомъ случаѣ нисходящій токъ почти всегда доходитъ до поверхности земли, ударяетъ въ нее и бурно растекается по ней. Этимъ объясняются шквалы, которыми сопровождается каждый сколько-нибудь значительный дождь; при очень сильныхъ грозахъ, развивающихъ огромную механическую энергію, эти шквалы достигаютъ силы урагана и производятъ большія опустошенія.

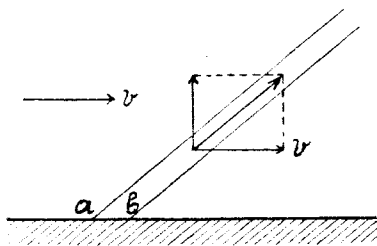
Восходящіе и нисходящіе токи могутъ образоваться также въ томъ случаѣ, если приходятъ въ соприкосновеніе два воздушныхъ теченія—нижнее, теплое, и верхнее, болѣе холодное. Такой случай вполне возможенъ въ циклонахъ, когда къ центру циклона стекаются воздушные потоки изъ мѣстъ, иногда обладающихъ весьма различною температурою. Случай этотъ довольно сложенъ, и многое въ немъ представляется не вполне яснымъ; кромѣ того онъ, собственно говоря, не является чисто мѣстнымъ явленіемъ и долженъ быть изучаемъ параллельно съ движеніемъ и свойствомъ циклоновъ. Наблюдать его мнѣ ни разу не приходилось.

V.

Восходящіе токи, связанные съ земною поверхностью, и свободные. Форма и видимое движеніе облаковъ.

Восходящіе токи могутъ бытъ двоякаго происхожденія: одни происходятъ отъ особо сильнаго нагрѣванія какой-нибудь части земной поверхности, другіе же возникаютъ внутри самой воздушной массы въ силу неустойчиваго равновѣсія атмосферы. Первые можно назвать *восходящими токами, связанными съ земною поверхностью*, а вторые—*свободными восходящими токами*. Эти два типа восходящихъ токовъ настолько различны между собою по своимъ кинетическимъ свойствамъ, что полезно разобрать подробнѣе условія ихъ движенія и ихъ отличительныя особенности.

Представимъ себѣ, что нѣкоторый участокъ *ab* земной поверхности (черт. 13) почему-либо нагрѣтъ гораздо сильнѣе, чѣмъ окружающая мѣстность, отчего надъ



Черт. 13.

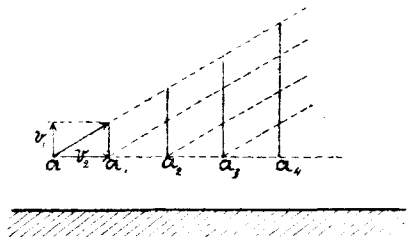
нимъ образуется восходящій токъ. Прослѣдимъ путь этого восходящаго тока въ атмосферѣ, предполагая, что въ ней имѣетъ мѣсто вѣтеръ, котораго направление и скорость обозначены на чертежѣ стрѣлкою *V*. Воздухъ, поднимающійся съ участка *ab*, тотчасъ же увлекается вѣтромъ; и скорость

его складывается по закону параллелограмма изъ двухъ составляющихъ: 1) скорости восходящаго движенія, направленной вертикально, и 2)—скорости вѣтра, имѣющей горизонтальное направленіе. Такимъ образомъ каждый объемъ воздуха, поднявшагося съ участка *ab*, направляется по наклонной линіи; если поднятіе воздуха съ одного мѣста земной поверхности происходитъ непрерывно, то получается восходящій токъ, представляющійся въ видѣ столба, наклоненнаго въ сторону вѣтра и не мѣняющаго своего положенія относительно земныхъ предметовъ. Таково отличительное свойство восходящихъ токовъ, связанныхъ съ земною поверхностью.

Примѣромъ такого восходящаго тока можетъ служить столбъ дыма надъ пожаромъ, или дымъ изъ фабричной трубы.

Совершенно иначе идетъ дѣло въ томъ случаѣ, когда восходящій токъ не связанъ съ какою-либо частью земной поверхности, а возникаетъ въ свободномъ воздухѣ вслѣдствіе неустойчиваго состоянія атмосферы, внѣ зависимости отъ топографическихъ условій мѣстности.

Представимъ себѣ сначала, что дѣло происходитъ при отсутствіи вѣтра. При неустойчивомъ состояніи атмосферы возникаетъ восходящій токъ въ нѣкоторой точкѣ a (черт. 14), гдѣ почему-либо встрѣтились наиболѣе благоприятныя для этого условія. Послѣ поднятія первыхъ массъ теплаго воздуха давленіе надъ точкою a немного уменьшается, отчего въ этой точкѣ условія станутъ еще болѣе благоприятными для восходящаго тока, и послѣдній будетъ продолжаться черезъ ту же точку a , въ видѣ вертикальнаго столба.



Черт. 14.

Если имѣется вѣтеръ, то вся масса воздуха движется въ одномъ направленіи, и для опредѣленія видимой скорости и направленія какого-нибудь отдѣльнаго объема воздуха мы должны сложить скорость движенія этого объема по отношенію къ окружающему воздуху со скоростью вѣтра. Въ условіяхъ движенія восходящаго тока среди воздуха вѣтеръ не вноситъ никакихъ измѣненій: оно происходитъ такъ же, какъ и при отсутствіи вѣтра, въ видѣ вертикальнаго потока. Вѣтеръ производитъ только то, что сама точка a перемѣщается вмѣстѣ со всею массою воздуха, послѣдовательно въ положенія a_1 , a_2 , a_3 и т. д. и съ нею вмѣстѣ перемѣщается и восходящій токъ.

Слѣдовательно свободный восходящій токъ имѣетъ видъ вертикальнаго столба, перемѣщающагося по направленію вѣтра. При этомъ каждая отдѣльная частица движется по наклонной линіи, обусловленной сложениемъ скорости восходящаго тока v_1 и вѣтра — v_2 .

Наблюденія надъ облаками показываютъ, что восходящіе токи, развивающіеся въ атмосферѣ въ теплые дни, вслѣдствіе перегрѣ-

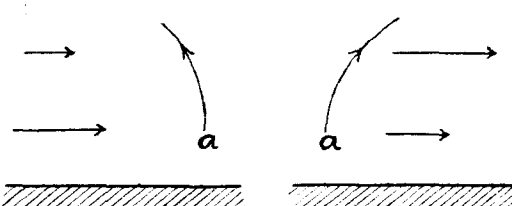
ванія нижнихъ слоевъ воздуха, всегда бываютъ свободными;—по крайней мѣрѣ мнѣ никогда не случалось видѣть облака, имѣющаго признаки восходящаго тока, связаннаго съ поверхностью земли, т.-е. остающагося неподвижнымъ несмотря на вѣтеръ. Это зависитъ, конечно, отъ того, что между нагрѣваніемъ отдѣльныхъ участковъ земной поверхности не можетъ произойти достаточно большой разницы, благодаря дѣйствию вѣтра, постоянно перемѣшивающаго воздухъ. Условія, благоприятныя для образованія восходящихъ токовъ, связанныхъ съ поверхностью земли, можно представить себѣ только въ случаѣ небольшого, каменистаго острова, лежащаго среди океана въ низкой широтѣ: благодаря сильной инсоляціи островъ можетъ очень нагрѣться днемъ, поверхность же океана мало измѣняетъ свою температуру въ теченіе сутокъ; въ результатѣ надъ островомъ можетъ возникнуть постоянный восходящій токъ. Такимъ образомъ топографическія условія мѣстности не играютъ большой роли въ дѣйствіи дневныхъ восходящихъ токовъ: главное значеніе имѣетъ здѣсь общее накопленіе тепла въ нижнихъ слояхъ атмосферы.

Поднимающіяся массы воздуха, благодаря своей легкости и большому объему, тотчасъ же подхватываются вѣтромъ и приобрѣтаютъ ту же горизонтальную скорость, которую имѣетъ вѣтеръ. Если восходящій токъ проходитъ нѣсколько слоевъ воздуха, то въ каждомъ слоѣ горизонтальная составляющая движенія частицъ восходящаго тока будетъ равна по силѣ и направленію скорости вѣтра въ этомъ слоѣ. Поэтому, если при свободномъ восходящемъ токѣ, вѣтеръ измѣняется съ высотой, то восходящій токъ получаетъ наклонное положеніе. Въ этомъ случаѣ свободный восходящій токъ отличается отъ связаннаго съ земною поверхностью тѣмъ, что онъ не остается на одномъ мѣстѣ, а перемѣщается по вѣтру, сохраняя постоянный уголъ наклоненія къ горизонту. Если вѣтеръ въ верхнихъ слояхъ сильнѣе, чѣмъ внизу, при томъ же направленіи, то восходящій токъ наклоненъ по вѣтру, если же вѣтеръ на верху слабѣе, то восходящій токъ наклоняется противъ вѣтра. При различіи направленій вѣтра внизу и вверху, восходящій токъ наклоняется вбокъ. Исходя отсюда, можно по виду облаковъ составить себѣ приблизительное понятіе о распредѣленіи вѣтра въ слояхъ воздуха, проходимыхъ восходящими токами.

Если разсмотрим подробнѣ условія существованія восходящихъ токовъ при вѣтрѣ, то разница между восходящими токами, связанными съ земною поверхностью, и свободными станетъ еще рѣзче. Восходящій токъ, связанный съ земною поверхностью, уже при самомъ началѣ поднятія попадаетъ въ движущуюся массу воздуха и принимаетъ ея скорость. Такимъ образомъ *связанный съ землею восходящій токъ при самомъ началѣ своей траекторіи принимаетъ наклонное положеніе*, которое и сохраняетъ при дальнѣйшемъ движеніи. Въ случаѣ свободного восходящаго тока онъ бываетъ наклоннымъ лишь тогда, когда скорость вѣтра измѣняется съ высотой. Но измѣненіе скорости вѣтра происходитъ не сразу, а постепенно; поэтому и измѣненіе направленія восходящаго тока происходитъ постепенно, по нѣкоторой кривой. Скорость движенія частицъ восходящаго тока относительно поверхности земли можетъ быть разложена на три элементарныя скорости: 1) скорость вертикальнаго движенія— v_1 . 2) скорость слоя, въ которомъ лежитъ точка a , служащая началомъ восходящаго тока— v_2 , и 3) относительная скорость слоя, въ которомъ находится частица, по отношенію къ точкѣ a — v_3 , или, другими словами,—разность скоростей даннаго слоя и слоя, въ которомъ начинается восходящій токъ. Первые двѣ изъ этихъ величинъ обыкновенно нѣсколько измѣняются съ теченіемъ времени, но это измѣненіе вообще медленно и совершенно произвольно, при чемъ обѣ скорости имѣютъ конечныя величины. Третья же величина есть непрерывная функція высоты, при чемъ для высоты точки a значеніе ея равно нулю. Сумма первой и третьей скоростей опредѣляетъ направленіе и скорость движенія частицъ восходящаго тока по отношенію къ точкѣ a , предполагая эту точку неподвижною, чѣмъ обуславливается внѣшній видъ восходящаго тока, а вторая скорость есть та, съ которой все явленіе движется впередъ. Если представимъ себѣ движеніе частицы около самой точки a , на протяженіи перваго бесконечно-малаго элемента траекторіи восходящаго тока, то получимъ слѣдующее: v_1 —конечная величина, а v_3 —бесконечно малая величина; поэтому въ суммѣ скорость v_3 оказываетъ лишь бесконечно малое вліяніе, и общая скорость, въ предѣлѣ, равна v_1 . *Слѣдовательно при свободномъ восходящемъ токѣ первый элементъ траекторіи тока, отнесенной къ начальной ея точкѣ,—всегда вертикаленъ.* Затѣмъ начинается постепенное увлоненіе въ ту или

другую сторону, происходящее всегда по плавной кривой, видъ которой зависитъ отъ закона, по которому происходитъ измѣненіе скорости вѣтра съ высотой.

Разсмотримъ одинъ изъ простѣйшихъ случаевъ, когда скорость вѣтра равномерно измѣняется на высотѣ, а скорость поднятія постоянна. Тогда мы получимъ совершенно такую же комбинацію движенія, какъ въ случаѣ тяжелой матеріальной точки, брошенной горизонтально, но только всю эту картину должно повернуть на 90° : въ указанномъ примѣрѣ горизонтальное движеніе равномерно, а вертикальное равномерно-ускоренное, въ нашемъ же случаѣ наоборотъ—вертикальное движеніе равномерно, а горизонтальное—равномерно-ускоренное. Слѣдовательно и траекторія будетъ такого же вида, т.-е. *парабола*,—только повернутая на 90° (черт. 15), при чемъ точка *a* есть вершина параболы, и каса-



Черт. 15.

Черт. 16.

тельная въ этой точкѣ вертикальна. Въ случаѣ усиленія вѣтра съ высотой выпуклость параболы обращена противъ вѣтра (черт. 16), а при ослабленіи вѣтра съ высотой выпуклость обращена по вѣтру. Такимъ образомъ получается облако, искривленное по параболѣ, и перемѣщающееся низомъ своимъ надъ поверхностью земли со скоростью v_2 . Въ случаѣ равномернаго измѣненія не только скорости, но и направленія вѣтра, параболическая траекторія лежитъ въ плоскости, непараллельной направлеію вѣтра.

Если сила вѣтра сначала измѣняется съ высотой, а затѣмъ, начиная съ нѣкоторой высоты *H*, становится постоянною, то скорость v_2 , начиная съ этой высоты, также становится постоянною, и движеніе частицы по отношенію къ точкѣ *a* является суммою двухъ прямолинейныхъ равномерныхъ движеній, одно изъ коихъ направлено горизонтально, а другое—вертикально. Поэтому и самое движеніе частицы прямолинейно и равномерно. Слѣдовательно

траекторія восходящаго тока относительно точки a будетъ представлять сначала нѣкоторую кривую съ вертикальною касательною въ точкѣ a , и далѣе, начиная съ высоты H , наклонную, прямую, касательную къ послѣднему элементу кривой (чер. 17).

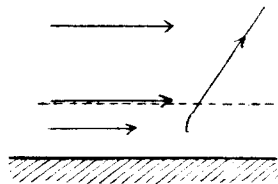
Такимъ образомъ форма облаковъ зависитъ въ значительной степени отъ распредѣленія силы вѣтра по высотѣ.

Приведу нѣкоторые случаи, въ которыхъ очень часто наблюдается наклонное положеніе свободныхъ восходящихъ токовъ. Рано утромъ, когда образуется много небольшихъ и очень невысокихъ кучевыхъ облаковъ, они почти всегда сильно наклонены въ сторону вѣтра. Это объясняется тѣмъ, что вблизи поверхности земли вѣтеръ сильно ослабляется благодаря тренію о землю, и потому въ нижнихъ слояхъ всегда имѣетъ мѣсто усиленіе вѣтра съ высотой. Поэтому утромъ, когда восходящіе токи начинаются еще очень низко и не достигаютъ большой высоты, они оказываются наклоненными въ сторону вѣтра. Иная картина представляется передъ началомъ грозы или сильнаго дождя: въ этомъ случаѣ видимъ часто облака, сильно наклоненныя противъ вѣтра, по направленію къ области дождя. Это показываетъ, что здѣсь происходитъ уменьшеніе силы вѣтра съ высотой, что буря, предшествующая грозѣ, не распространяется на большую высоту.

Сопоставляя вкратцѣ сдѣланные выводы, мы можемъ сказать, что:

1) Облака являются результатомъ свободныхъ восходящихъ токовъ;

2) Траекторія относительнаго движенія частицъ восходящаго тока по отношенію къ точкѣ a (начальной точкѣ тока) опредѣляетъ собою форму облака. Видимое движеніе каждой части облака есть сумма движенія частицъ по этой траекторіи и движенія самой точки a . Направленіе и скорость движенія точки a совпадаютъ съ направлениемъ и скоростью вѣтра на уровнѣ точки a .



Черт. 17.

VI.

Связь между восходящими и нисходящими токами и вліяніе ихъ другъ на друга.

Образованіе нисходящихъ токовъ зависитъ отъ охлажденія сверху, а такъ какъ послѣднее является результатомъ распадѣнія облаковъ восходящаго тока, то ясно, что безъ предварительнаго существованія восходящихъ токовъ нисходящіе токи образоваться не могутъ. Это обстоятельство устанавливаетъ весьма тѣсную связь между восходящими и нисходящими токами. Поэтому очень важно разсмотрѣть явленія, происходящія при совмѣстномъ существованіи восходящихъ и нисходящихъ токовъ, и вліяніе, которое эти токи оказываютъ другъ на друга. Зная эти соотношенія, мы можемъ уже вполне сознательно разбираться въ вопросахъ, касающихся вертикальныхъ движеній атмосферы и облаковъ.

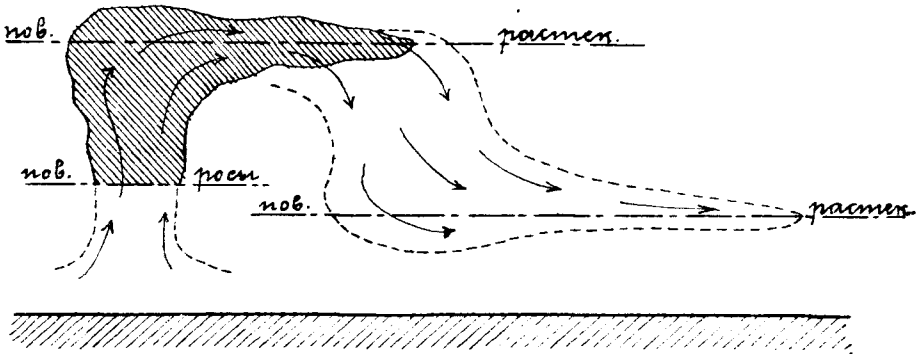
Растеканіе облаковъ восходящаго тока происходитъ различно, въ зависимости отъ того, существуетъ ли барометрической градиентъ на высотѣ поверхности растеканія, или давленіе на этой высотѣ распределено равномерно. Поэтому здѣсь мы разсмотримъ особо два крайнихъ случая: 1) когда на высотѣ поверхности растеканія облаковъ существуетъ настолько сильный градиентъ, что растеканіе происходитъ только въ одну сторону, и 2) когда давленіе на высотѣ поверхности растеканія распределено равномерно, и растеканіе происходитъ одинаково во всѣ стороны.

Припоминая сдѣланные ранѣе выводы о происхожденіи нисходящихъ токовъ, мы можемъ изобразить схему совмѣстнаго дѣйствія восходящаго и нисходящаго токовъ для перваго случая въ такомъ видѣ, какъ представлено на черт. 18 (предполагая, что направленіе градиента одинаково на поверхностяхъ растеканія восходящаго и нисходящаго токовъ.)

Здѣсь линія *bb* изображаетъ поверхность росы, линія *aa*—поверхность растеканія восходящаго тока. Зантрихованная часть фигуры изображаетъ облако. Подъ всею растекающеюся частью облака пронесодитъ охлажденіе воздуха, отчасти благодаря испаренію падающихъ изъ облака мелкихъ капелекъ воды, отчасти благодаря смѣшенію облачной маесы съ сухимъ воздухомъ. Смѣшеніе происходитъ особенно сильно на окраинахъ растекающагося

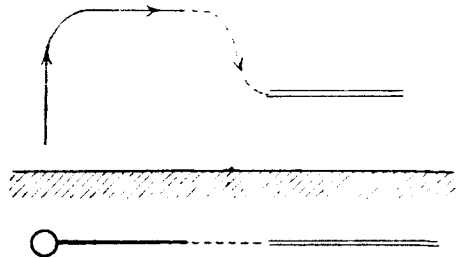
облака, гдѣ послѣднее таетъ всего быстрее; поэтому здѣсь и охлажденіе происходитъ наиболѣе энергично.

Нисходящій токъ, происходящій отъ указаннаго охлажденія, въ свою очередь растекается на нѣкоторой высотѣ отъ поверхности



Черт. 18.

земли по поверхности *сс*. При этомъ растеканіе происходитъ также преимущественно въ сторону градиента, если таковой существуетъ на высотѣ поверхности *сс*. Въ данномъ случаѣ мы предполагаемъ, что направленія градиентовъ на уровняхъ *аа* и *сс* не сильно разнятся между собою, равно какъ и направленія вѣтра. Если изобразить въ планѣ и вертикальной проекціи траекторію частицы воздуха, движущуюся въ центральной части восходящаго тока, то получимъ фигуру, изображенную на черт. 19,



Черт. 19.

Въ планѣ траекторія будетъ прямою. Часть траекторіи, лежащая въ области растеканія восходящаго тока, изображена сплошною линією, нисходящая часть траекторіи—пунктиромъ, а часть, расположенная въ области растеканія нисходящаго тока—двойною линією. Восходящій токъ обозначенъ въ планѣ кружкомъ.

Если направленія градіента, а слѣд. и направленіе вѣтра на уровняхъ *aa* и *cc* различны, то форма траекторіи опредѣляется относительными скоростями частицъ въ разныхъ частяхъ траекторіи по отношенію къ скорости ихъ въ области растеканія восходящихъ токовъ, т. е. въ начальномъ элементѣ траекторіи. Какъ мы уже видѣли въ предыдущей главѣ, эти относительныя скорости слагаются изъ скорости движенія воздушной струи по отношенію къ окружающему воздуху (скорость эта по направленію близка къ градіенту, существующему на данной высотѣ) и изъ геометрической разности скоростей вѣтра въ данномъ слѣѣ и въ слѣѣ, гдѣ находится начальный элементъ траекторіи. Такъ какъ градіенты и скорости вѣтра на поверхностяхъ *aa* и *cc* могутъ комбинироваться самыми разнообразными способами, то нельзя дать никакихъ общихъ правилъ для этого случая, а можно только прійти къ выводу, что траекторія для даннаго случая не будетъ представляться въ планѣ прямою: нисходящая часть будетъ кривая, а часть, лежащая въ области растеканія нисходящаго тока будетъ представляться прямою, составляющею нѣкоторый уголъ съ первою прямою траекторіи, лежащею въ плоскости растеканія восходящихъ токовъ (черт. 20).



Черт. 20.

Перемѣщеніе воздушныхъ массъ по такимъ довольно сложнымъ путямъ, конечно, сопровождается большими сопротивленіями, какъ отъ тренія внутри самой перемѣщающейся массы воздуха, такъ

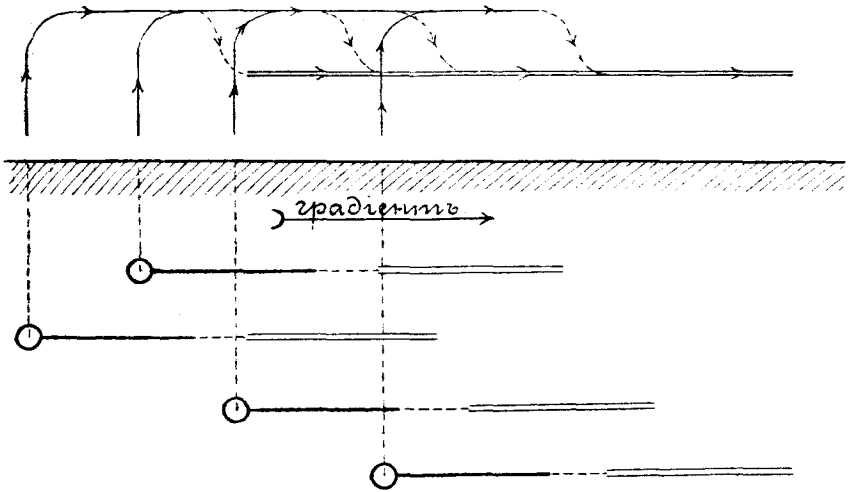
въ особенности отъ тренія движущейся массы воздуха объ окружающій воздухъ, при чемъ по всей поверхности воздушнаго потока образуются мелкія вихревыя движенія и происходитъ смѣшеніе движущихся массъ съ окружающимъ воздухомъ. Поэтому внѣшнее треніе будетъ тѣмъ меньше, чѣмъ меньше поверхность соприкосновенія воздушнаго потока съ окружающимъ, сравнительно спокойнымъ воздухомъ.

Примемъ за плоскости проекціи горизонтальную плоскость и вертикальную плоскость, параллельную направленію градіента на уровняхъ поверхностей растеканія восходящихъ и нисходящихъ токовъ (предполагая, что градіентъ на обѣихъ поверхностяхъ имѣетъ одинаковое направленіе) и изобразимъ въ обѣихъ проек-

ніях траекторіи воздушныхъ потоковъ, возникающихъ отъ нѣсколькихъ восходящихъ токовъ, расположенныхъ совершенно произвольно (чер. 21).

Обозначенія сохраняемъ тѣ же, что и на черт. 19.

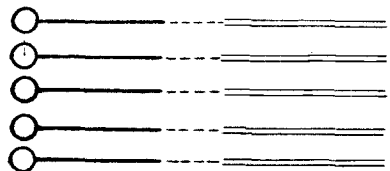
При этомъ, конечно, каждый воздушный потокъ всею своею по-



Черт. 21.

верхностью соприкасается съ окружающимъ воздухомъ; въ нѣкоторыхъ мѣстахъ восходящій токъ приходится рядомъ съ нисходящею частью сосѣдняго воздушнаго потока, при чемъ, конечно, сопротивление движенію еще болѣе возрастаетъ.

Если представимъ себѣ, что восходящіе токи расположены въ рядъ по прямой линіи, перпендикулярной къ направленію градіента, имѣющагося на уровнѣ обѣихъ поверхностей растеканія, и изобразимъ въ планѣ эту систему воздушныхъ потоковъ, то увидимъ, что при такомъ расположеніи (черт. 22) соот-



Черт. 22.

вѣтствующие элементы сосѣднихъ потоковъ находятся рядомъ. Отъ этого поверхность соприкосновенія потоковъ съ окружающимъ

воздухомъ сильно уменьшается, и движеніе воздуха совершается гораздо правильнѣе и съ меньшимъ треніемъ и съ меньшей затратой энергіи.

Если бы рядъ восходящихъ токовъ былъ расположенъ не подъ прямымъ угломъ къ градіенту, а наклонно, то, конечно, столь полного соотвѣтствія между элементами сосѣднихъ потоковъ не получилось бы, и ослабленіе тренія оказалось бы меньше. Такимъ образомъ расположеніе восходящихъ токовъ рядами, перпендикулярными къ градіенту, существующему на обѣихъ поверхностяхъ растеканія, является наивыгоднѣйшимъ въ смыслѣ уменьшенія тренія и затраты работы на перемѣщеніе воздушныхъ массъ.

Въ механикѣ существуетъ извѣстный принципъ, что всякое перемѣщеніе подъ вліяніемъ какихъ-либо силъ совершается по направленію, представляющему наименьшую сумму сопротивленій и требующему наименьшей затраты работы для совершенія перемѣщенія. Отсюда слѣдуетъ, что при совмѣстномъ существованіи восходящихъ и нисходящихъ токовъ первые въ разбираемомъ нами случаѣ стремятся расположиться рядами, перпендикулярными къ направленію градіента на обѣихъ поверхностяхъ растеканія, и слѣдовательно, параллельными изобарамъ, проведеннымъ для соотвѣтствующей высоты.

Пока восходящіе токи существуютъ одни, ихъ расположеніе еще сравнительно немного вліяетъ на величину тренія, но когда облака восходящаго тока достигаютъ поверхности растеканія, и воздушные потоки получаютъ значительное развитіе въ горизонтальномъ направленіи, они уже начинаютъ мѣшать другъ другу, при чемъ восходящіе токи постепенно отгѣсняются въ такое положеніе, при которомъ получается наименьшее сопротивленіе движенію.

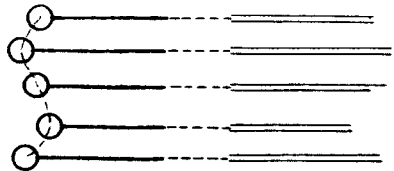
Такимъ образомъ при заданномъ выше распредѣленіи градіентовъ послѣ совмѣстнаго въ теченіе нѣкотораго времени дѣйствія восходящихъ и нисходящихъ токовъ облака должны сгруппироваться въ ряды, параллельные изобарамъ на уровнѣ поверхностей растеканія. Явленіе рядовой группировки часто замѣчается въ дѣйствительности, и преимущественно въ послѣполуденные часы, когда воздушные потоки достигли полного развитія и уже имѣли достаточно времени для воздѣйствія другъ на друга.

Когда рядовая группировка установилась, циркуляція воздуха совершается далѣе уже при наивыгоднѣйшихъ условіяхъ и сопро-

вождается наименьшими сопротивленіями и наименьшею затратою работы. Поэтому съ момента образованія облачныхъ рядовъ стремленіе къ перемѣнѣ группировки облаковъ прекращается, и образовавшіеся ряды представляютъ очень устойчивое явленіе. Мнѣ случалось наблюдать существованіе одного и того же облачнаго ряда въ теченіе нѣсколькихъ часовъ.

Восходящіе токи бываютъ различной силы. Соотвѣтственно этому и прочіе элементы воздушныхъ потоковъ имѣютъ различные размѣры. У слабого восходящаго тока, очевидно, и область растеканія развита слабѣе, чѣмъ у сильнаго, а также слабѣе и нисходящій токъ, происходящій отъ таянія растекающихся облаковъ, и область растеканія нисходящаго тока имѣетъ меньшіе размѣры. Посмотримъ, какое вліяніе на рядовую группировку облаковъ можетъ имѣть въ данномъ случаѣ разница въ силѣ восходящихъ токовъ, входящихъ въ составъ ряда. Изъ черт. 23

видно, что эта разница не вызываетъ разрушенія ряда, а производитъ только нѣкоторое искривленіе ряда вслѣдствіе стремленія соотвѣтствующихъ элементовъ сосѣднихъ воздушныхъ потоковъ расположиться какъ можно ближе другъ къ



Черт. 23.

другу. Такъ какъ сила отдѣльныхъ восходящихъ токовъ весьма подвержена измѣненіямъ съ теченіемъ времени, то облачный рядъ тѣмъ устойчивѣе, чѣмъ менѣе вліяетъ на него неодинаковость силы и измѣнчивость составляющихъ его восходящихъ токовъ. Изъ черт. 23 видно, что при одинавовомъ направленіи градіента на поверхностяхъ растеканія восходящихъ и нисходящихъ токовъ различія въ силѣ отдѣльныхъ восходящихъ токовъ и всякія измѣненія этой силы почти не вліяютъ на устойчивость облачнаго ряда, а только придаютъ ряду нѣсколько волнообразное очертаніе, измѣняющееся съ теченіемъ времени въ зависимости отъ ослабленія однихъ восходящихъ токовъ и усиленія другихъ. Поэтому при указанномъ выше распредѣленіи градіентовъ—облачные ряды обладаютъ весьма большою устойчивостью.

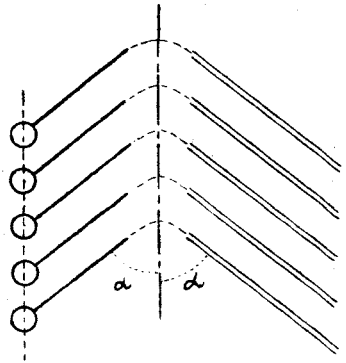
Если направленія градіента, а слѣдовательно и вѣтра, на поверхностяхъ растеканія восходящихъ и нисходящихъ токовъ раз-

личны, то части воздушной траекторіи, лежащія на поверхностяхъ растеканія, будутъ представляться въ видѣ двухъ прямыхъ, расположенныхъ подъ нѣкоторымъ угломъ одна къ другой, а нисходящая часть будетъ имѣть видъ винтовой кривой. Въ планѣ траекторія будетъ имѣть видъ, представленный на черт. 24.

При такой формѣ воздуш-



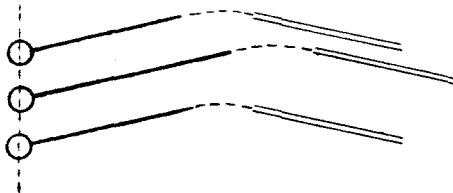
Черт. 24.



Черт. 25.

ныхъ потоковъ наивыгоднѣйшія условія циркуляціи воздуха будутъ имѣть мѣсто при расположеніи нѣсколькихъ восходящихъ токовъ одинаковой силы въ видѣ ряда, параллельнаго линіи, дѣлящей пополамъ уголъ между направленіями траекторій на поверхностяхъ растеканія восходящихъ и нисходящихъ токовъ (черт. 25).

Если при такомъ расположеніи восходящихъ токовъ одинъ изъ нихъ ослабѣетъ или усилится, то это сейчасъ же внесетъ въ циркуляцію воздуха нѣкоторое замѣшательство: нисходящіе эле-



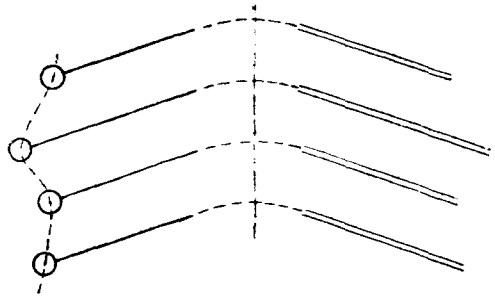
Черт. 26.

менты сосѣднихъ воздушныхъ потоковъ прійдутъ въ столкновение другъ съ другомъ, при чемъ, конечно, усилится сопротивление, встрѣчаемое воздушными струями при ихъ движеніи (черт. 26). Это замѣшательство происхо-

дитъ тѣмъ легче и скорѣе, чѣмъ больше уголъ между прямолинейными частями траекторіи. Урегулированіе этого возмущенія происходитъ очень просто, при помощи небольшого перемѣщенія въ сторону нѣкоторыхъ восходящихъ токовъ, при чемъ, конечно,

прямолинейность ряда будет нарушена (черт. 27). Такимъ образомъ и въ этомъ случаѣ облачный рядъ имѣетъ всѣ данныя для сохраненія устойчивости, такъ какъ онъ представляетъ наивыгоднѣйшую форму воздушной циркуляціи, и всякое отклоненіе отъ этой формы вызываетъ увеличеніе сопротивленій.

Легко видѣть, что съ увеличеніемъ угла между прямолинейными частями траекторіи измѣненіе силы отдѣльных восходящихъ токовъ все сильнѣе и быстрѣе разстраиваетъ правильность движенія воздушныхъ потоковъ.



Черт. 27.

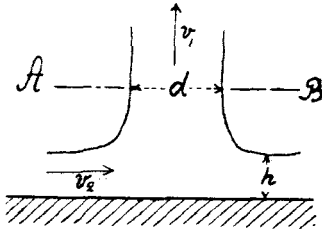
Вмѣстѣ съ тѣмъ перемѣщенія восходящихъ токовъ, возстановляющія правильность циркуляціи воздуха, не совершаются моментально, а требуютъ для своего осуществленія нѣкотораго времени. При достаточно большомъ углѣ α можетъ наступить такое положеніе, что нарушенія правильности воздушныхъ теченій будутъ совершаться скорѣе, чѣмъ регулирующія ихъ перемѣщенія восходящихъ токовъ. Тогда облачные ряды перестанутъ быть устойчивыми.

Когда на поверхности растеканія давленіе распределено равномерно, то растеканіе восходящихъ токовъ происходитъ одинаково во всѣ стороны, и нисходящій токъ располагается вкругъ восходящаго въ видѣ кольца. Но такіе случаи могутъ быть лишь весьма рѣдко; наблюдать ихъ мнѣ не приходилось.

Между разсмотрѣнными двумя крайними случаями имѣется масса переходныхъ положеній. При этомъ и группировка облаковъ получается нѣкоторая средняя, не подходящая вполне ни къ тому, ни къ другому типу. Рѣзко выраженная и повсемѣстная рядовая группировка или полная изолированность восходящихъ токовъ наблюдается довольно рѣдко. По большей части можно бываетъ замѣтить стремленіе къ рядовой группировкѣ, но ряды образуются короткіе, непрямые и неустойчивые.

Образованіе облачныхъ рядовъ не является единственнымъ спо-

собомъ къ уменьшенію сопротивленія при вертикальномъ обмѣнѣ воздуха. Уменьшеніе поверхности тренія объ окружающій воздухъ можетъ быть достигнуто также путемъ увеличенія діаметра восходящаго тока; но легко видѣть, что этотъ процессъ можетъ происходить только въ довольно ограниченныхъ размѣрахъ. Если діаметръ восходящаго тока назовемъ черезъ d , а толщину нижняго слоя воздуха, принимающаго участіе въ восходящемъ токъ, черезъ h , то при круговомъ сѣченіи тока получимъ слѣдующее соотношеніе, $\frac{\pi d^2}{4} v_1 = \pi d h v_2$ ¹⁾ откуда $v_2 = V_1 \frac{d}{4h\alpha}$. Здѣсь V_1 — скорость восходящаго тока, а v_2 — скорость притока воздуха къ основанію восходящаго тока (чертежъ 28).



Черт. 28.

Съ увеличеніемъ d треніе восходящаго тока объ окружающій воздухъ уменьшается, но вмѣстѣ съ тѣмъ увеличивается скорость v_2 , что сопровождается увеличеніемъ тренія о земную поверхность. При достаточно большомъ d скорость притока воздуха къ восходящему току станетъ

уже настолько велика и будетъ вызывать столь сильное треніе о поверхность земли, что при дальнѣйшемъ увеличеніи d общая сумма сопротивленій начнетъ уже увеличиваться. Въ этотъ моментъ развитіе восходящаго тока въ ширину прекратится, и дальнѣйшее уменьшеніе сопротивленій можетъ быть достигнуто лишь построеніемъ восходящихъ токовъ въ ряды. Изъ формулы легко видѣть, что діаметръ восходящаго тока можетъ быть тѣмъ больше, чѣмъ больше h .

Сопоставляя вмѣстѣ выводы этой главы, мы можемъ формулировать нижеслѣдующія положенія:

1) Образованіе длинныхъ и устойчивыхъ облачныхъ рядовъ указываетъ на существованіе сильныхъ градиентовъ на уровнѣ поверхностей растеканія восходящихъ и нисходящихъ токовъ.

¹⁾ α — есть нѣкоторый постоянный множитель, выражающій вліяніе измѣненія объема воздуха вслѣдствіе пониженія давленія при переходѣ изъ нижняго слоя къ сѣченію AB .

2) Очень измѣнчивая погода и частое чередованіе непродолжительныхъ дождей съ ясными промежутками служитъ признакомъ весьма равномернаго распредѣленія давленія въ слоѣ, заключающемъ въ себѣ облака.

3) Утромъ восходящіе токи появляются разбросанные неправильно и сначала развиваются въ ширину до нѣкотораго предѣла. Затѣмъ, когда начинается растекавіе облаковъ восходящаго тока, они начинаютъ вліять другъ на друга, и въ результатѣ, при благоприятномъ распредѣленіи давленія, получается рядовая группировка, которая, представляя наивыгоднѣйшее расположеніе восходящихъ токовъ, обнаруживаетъ значительную устойчивость.

Наблюденія надъ группировкою облаковъ могутъ явиться важнымъ факторомъ въ дѣлѣ предсказанія погоды, такъ какъ онѣ могутъ давать нѣкоторыя указанія на измѣненія распредѣленія давленія въ свободной атмосферѣ. Сопоставленіе такого рода наблюденій съ синоптическими картами вѣроятно могло бы оказаться полезнымъ. Поэтому нельзя не выразить желанія, чтобы при общихъ метеорологическихъ наблюденіяхъ записывались также случаи хорошо выраженаго рядового расположенія облаковъ съ указаніемъ направленія рядовъ. Такого рода записи не представили бы никакой трудности, такъ какъ усмотрѣть рядовое расположеніе облаковъ можно при опредѣленіи степени облачности, а направленіе рядовъ можетъ быть опредѣлено по указателю странъ свѣта при флюгерѣ.

Première partie.

- Ch. I. 1. Chaque courant ascendant dans l'atmosphère, après avoir atteint une hauteur, où l'air du courant est en équilibre avec l'air environnant, cesse de monter et coule horizontalement dans la direction du gradient barométrique, existant à la dite hauteur (fig. 7).
2. La présence d'une inversion diminue la hauteur possible du courant ascendant. Une inversion assez forte présente pour les courants ascendants un obstacle infranchissable.
- Ch. II. 3. Les nuages, formés par les courants ascendants, dessinent exactement la forme du courant au dessus de la surface de la rosée. La forme de ces nuages varie avec la distance entre la surface de la rosée et la surface de l'équilibre (fig. 11 et 12).
- Ch. III. 4. Les courants descendants, dans les conditions ordinaires, atteignent rarement la surface de la terre: ils rencontrent à une certaine hauteur une couche d'air, dans laquelle l'air du courant se trouve en équilibre, et commencent à couler horizontalement (fig. 14). L'air du courant descendant, plus sec que l'air des couches inférieures, doit avoir une plus haute température, que l'air environnant, pour être en équilibre. C'est pourquoi les courants descendants causent des inversions.
5. Une inversion, qui se baisse, devient plus forte; en montant, une inversion diminue.
6. La proximité d'un courant descendant empêche le développement des courants ascendants. Ainsi l'existence d'un courant descendant peut être constatée par l'absence ou le faible développement des Cu.
7. Les inversions arrêtent les courants descendants de même que les courants ascendants. Une forte inversion isole complètement les couches inférieures de l'atmosphère des couches supérieures, en arrêtant les courants ascendants et descendants.

Ch. IV. 8. Le rechauffement des couches inférieures de l'atmosphère produit des courants seulement ascendants; le refroidissement des couches supérieures cause seulement des courants descendants. Quand les courants ascendants et descendants existent dans l'atmosphère parallèlement, les deux causes citées agissent ensemble.

9. L'échauffement des couches inférieures est produit:
a) par l'insolation, b) par les masses d'eau, plus chaudes que l'air (dans la nuit et dans la saison froide).

10. Le refroidissement des couches supérieures est produit généralement par la dissipation des nuages.

11. L'influence mécanique des gouttes tombantes de la pluie cause de puissants courants descendants. La puissance de ces courants est encore augmentée par le refroidissement incessant, causé par l'évaporation des petites gouttes de la pluie. C'est pourquoi le courant descendant, causé par la pluie, atteint presque toujours la surface de la terre, se heurte contre elle avec violence et cause des coups de vent, qui précèdent la pluie ou l'orage. C'est comme une cascade d'air froid, une „bora“ sans montagnes.

Ch. V. 12. Un courant ascendant, attaché à quelque point de la surface du sol, présente une colonne immobile, inclinée dans la direction du vent. Par exemple—une colonne de fumée, produite par un bûcher.

13. Un courant ascendant dans l'atmosphère libre présente une colonne verticale ou inclinée, qui se déplace, sans changer de forme, dans la direction du vent, qui règne dans la couche, où le courant ascendant commence.

14. Les nuages sont produits par des courants ascendants libres, provenant du rechauffement général des couches inférieures de l'atmosphère, mais non du suréchauffement de quelques parties isolées du sol.

- Ch. VI. 15. *Les courants ascendants ont une tendance de se ranger en lignes, plus ou moins droites. Cette disposition linéaire des courants ascendants, une fois formée, possède une grande stabilité, parce que dans ce cas la circulation verticale de l'atmosphère se fait avec une minimale consommation d'énergie.*
16. Les gradients considérables sont favorables au rangement linéaire des nuages. Quand la pression est distribuée également, la tendance des courants ascendants pour le rangement en lignes est minimale.
17. Le matin les courants ascendants se montrent dissipés en désordre. Après, quand ils ont atteint leur hauteur complète et commencé à couler horizontalement, ils se disposent en lignes plus ou moins longues.
18. Le diamètre des courants ascendants ne peut pas dépasser une limite d , qui augmente avec l'épaisseur h de la couche d'air rechauffé, qui nourrit les courants ascendants. Le diamètre d est le plus favorable à l'égard de la consommation d'énergie (fig. 28).
-

ЧАСТЬ ВТОРАЯ.

Наблюденія надъ облаками.

I.

Наблюденія надъ развитіемъ и выеотою облаковъ.

Наблюденія съ пзмѣреніемъ высотъ были произведены въ слѣдующіе дни *по новому стилю, въ 1905 году*: 29 іюля 4, 13, 20 и 26 августа, *въ 1906 году*: 16, 23 и 30 іюня, 14, 21 и 28 іюля, 11, 15, 18, 22 и 25 августа и 5 сентября, и въ 1907 году: 24, 25 и 26 іюля.

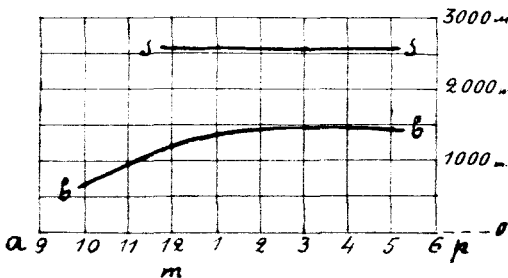
Въ дни, предшествующіе указаннымъ выше, и слѣдующіе за ними, производились записи общаго хода облачности, чтобы можно было установить связь съ предыдущимъ и послѣдующимъ ходомъ явленій.

Способъ опредѣленія облаковъ былъ описанъ въ „Метеорологическомъ Вѣстникѣ“ 1906 года.

Въ дни 4 и 13 августа 1905 г. случайно мои наблюденія совпали со змѣйковыми полетами, произведенными въ Аэродинамическомъ институтѣ Д. П. Рябушинскаго, находящемся при платформѣ Кучино Нижегородской жел. дороги, около 25 километровъ къ В. отъ обсерваторіи. Въ 1906 году, благодаря любезности Д. П. Рябушинскаго, полеты производились во все дни моихъ наблюденій, поскольку позволялъ вѣтеръ. Сопоставленіе данныхъ змѣйковыхъ полетовъ съ результатами моихъ наблюденій служило, съ одной стороны, хорошимъ контролемъ для послѣднихъ, а съ другой стороны, позволяло гораздо подробнѣе и сознательнѣе разобратъся въ наблюдавшихся явленіяхъ. Въ 1907 году наблюденія были произведены въ дни большого международнаго изслѣдованія свободной атмосферы.

Наблюденія 29 іюля 1905 г.

Развитіе облаковъ. 29 іюля въ 8-мъ часу утра все небо было покрыто сплошною пеленою *CiS* и *CiCu*; затѣмъ пелена эта стала понемногу разрѣжаться. Въ 9 ч. 30 м. утра появились первые *Cu*. Въ 11 час. дня *Cu* стали очень многочисленны и достаточно мощны; надъ нимъ почти по всему небу были замѣтны *CiCu*. Въ 11 ч. 15 м. у нѣкоторыхъ кучевыхъ облаковъ началось растеканіе вершинъ: восходящій токъ достигъ своего предѣла. Въ 12 ч. дня подъ верхнимъ облачнымъ покровомъ изъ *CiCu* начинаютъ мѣстами образовываться цѣлые покровы изъ растекающихся облаковъ. Поверхность росы значительно ниже поверхности растеканія, такъ что ярусъ поднятія восходящихъ токовъ виденъ ясно. Въ 3 ч. дня поверхность росы стала гораздо ближе къ поверхности растеканія: ярусъ поднятія пересталъ быть замѣтенъ. Растекающіяся облака образуютъ обширные отдѣльные покровы, густые и темные тамъ, гдѣ работаетъ восходящій токъ, а на противоположныхъ концахъ болѣе тонкіе и нѣжные, переходящіе въ типъ *ACu* и постепенно тающіе. Около 5 ч. дня образованіе кучевыхъ облаковъ очень ослабѣло, и растекающіяся облака, не будучи болѣе питаемы восходящими токами, почти всѣ растаяли. Много *Ci* и *Str.* Въ 8 ч. вечера небо стало почти безоблачно. Въ 10 ч. вечера замѣчалось довольно много слоистыхъ облаковъ и *CiCu*.



Черт. 29.

Высота облаковъ.

Ходъ высоты низа и верха облаковъ восходящаго тока за 29 іюля изображенъ на чертежѣ 29. Въ 10 ч. утра конденсація паровъ начиналась на высотѣ 640 метр.; затѣмъ, постепенно повышаясь, поверхность росы достигла въ 4-мъ часу дня высоты 1500 метр., послѣ чего стала медленно понижаться. Предѣльная высота, до которой достигали облака восходящаго тока между полуднемъ и 5 ч. дня, все время держалась отъ 2500 метр. до 2600 метр. Это

поверхность росы достигла въ 4-мъ часу дня высоты 1500 метр., послѣ чего стала медленно понижаться. Предѣльная высота, до которой достигали облака восходящаго тока между полуднемъ и 5 ч. дня, все время держалась отъ 2500 метр. до 2600 метр. Это

указываетъ на существованіе сильной инверсіи на высотѣ нѣсколько менѣе 2500 метр. Если бы инверсіи не было, то восходящіе токи, по мѣрѣ нагрѣванія земной поверхности, усиливались бы и достигали бы все большей и большей высоты. Если же они все время не шли дальше 2500—2600 метр., то значить, что на этой высотѣ они встрѣчали серьезное препятствіе; а такимъ препятствіемъ могла быть только сильная инверсіа. Около полудня удалось опредѣлить высоту верхняго облачнаго покрова: $h = 5050$ метр.

4 августа 1905 г.

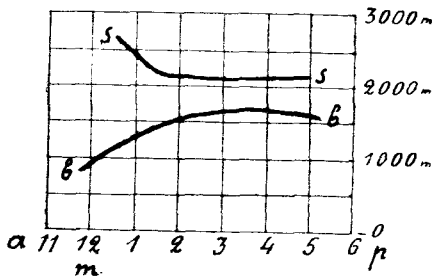
Развитіе облаковъ. 4 августа въ 7 ч. утра сплошная молочно-бѣлая пелена, къ горизонту сѣрватаго цвѣта. Въ 7 ч. 15 м. на сѣверо-востокѣ появились около горизонта небольшіе сѣрые *Сп* съ расплывчатыми очертаніями. Въ 8 ч. 45 м. *Сп* на сѣверо-востокѣ умножились, не развиваясь сильно въ вышину. Эти *Сп* находятся надъ обширными болотистыми лѣсами, простирающимися къ сѣверо-востоку отъ Москвы. Облачный покровъ мѣстами образовалъ просвѣты, около которыхъ имѣетъ характеръ *СпСп*. Въ 10 ч. утра замѣчено было первое кучевое облако на сѣверо-западѣ близъ горизонта. Въ 10 ч. 30 м. утра *Сп* на сѣверо-востокѣ почти совершенно исчезли. Въ 11 ч. утра сильное образованіе *Сп* на сѣверо-западѣ; 1 ч. 50 м. дня поверхность росы стала близка къ поверхности растеканія. Облака приняли видъ плоскихъ лепешекъ, сравнительно небольшой толщины. Въ 3 ч. 40 м. облака значительно уменьшились, сохраняя свою плоскую форму. Въ 5 ч. дня образованіе облаковъ нѣсколько усилилось. Въ 6 ч. вечера образованіе облаковъ восходящаго тока замѣтно ослабѣло и количество ихъ стало меньше. Вверху видны мѣстами *Сиргі*. Къ ночи небо стало совершенно безоблачно.

Высота облаковъ. Ходъ высоты низа и верха облаковъ восходящаго тока изображенъ на черт. 30. Поверхность росы была около полудня на высотѣ 900 метр., потомъ въ концѣ 4-го часа достигла 1650 метр. и затѣмъ начала медленно опускаться.

Вершины облаковъ въ 12 ч. 30 м. дня достигали довольно большой высоты: около 2700 метр.; затѣмъ высота эта, постепенно уменьшаясь, достигла въ 2 ч. дня 2150 метр. и оставалась на этомъ уровнѣ до 5 ч. вечера, когда пришлось прекратить на-

блюденія. При нормальномъ распредѣленіи температуры по высотѣ слѣдовало бы ожидать, что по мѣрѣ нагрѣванія земной поверхности восходящіе токи проникали все выше и выше. Наблюденное же измѣненіе высоты вершины облаковъ показываетъ на присутствіе инверсіи, которая сначала была на весьма значительной высотѣ, а потомъ въ 2 часа дня опустилась до высоты около 2000 метровъ.

Если обратимся къ общему распредѣленію давленія, то увидимъ, что вечеромъ 3 августа давленіе въ Москвѣ нѣсколько понизилось подѣ влияніемъ двухъ довольно сильныхъ минимумовъ, между ко-



Черт. 30.

торыми она находилась. Къ утру 4 августа на востокѣ отъ Москвы образовался максимумъ, подѣ влияніемъ котораго давленіе въ Москвѣ повысилось; къ вечеру максимумъ настолько придвинулся къ Москвѣ, что изобара 765 мм. захватывала Смоленскъ. Вспоминая указанія Тейсеранъ-де-Бора, что инверсія свойственна нижнимъ слоямъ воздуха въ антициклонѣ и верхнимъ—въ циклонѣ, и сопоставляя ихъ съ ходомъ давленія и высоты облаковъ, мы увидимъ, что переходъ отъ циклоническаго состоянія атмосферы къ антициклоническому совершился именно около полудня 4 августа. Это выразилось опусканіемъ инверсіи. Съ 2 ч. дня Москва находилась уже всецѣло подѣ влияніемъ антициклона.

Усиленіе образования облаковъ, замѣченное около 5 ч. вечера, объясняется просто пониженіемъ къ этому времени поверхности росы, отчего видимая масса облаковъ стала больше.

Змѣйковый полетъ.

Подъемъ.				Спускъ.			
Время.	Надъ поверх. земли.		Относит. влажн. %.	Время.	Надъ поверх. земли.		Относит. влажн. %.
				12—24 р.	3.700	—3,4	7
7—42 а.	0	16,2	85	12—49	2.840	2,8	6
56	320	13,8	94	1— 0	2.750	2,9	4
8—02	550	13,7	75	14	2.310	4,1	5
27	730	12,9	70	29	2.070	5,4	8
9—22	960	10,1	67	30	2.040	2,6	19
35	1.310	7,1	80	37	1.960	3,6	16
45	1.530	5,9	80	43	1.370	6,2	85
54	1.770	5,1	40	50	1.120	9,7	71
10—24	1.770	6,0	33	2—06	458	15,6	62
33	2.060	5,3	23	14	260	17,3	59
11—02	2.720	3,2	15	19	0	22,1	42
30	3.260	0,7	11	—	—	—	—
12—24 р.	3.700	—3,4	7	—	—	—	—

Въ 1 ч. 30 м. дня змѣй прошелъ при спускѣ черезъ инверсію въ 2°,8 на высотѣ отъ 2040 метр. до 2070 метр., что вполне согласуется съ выводами изъ наблюдений надъ облаками. Высота вершинъ облаковъ въ 1 ч. 30 м. дня была 2220 метр. Это вполне согласно съ выводами гл. I относительно выталкиванія поднимающихся воздушныхъ массъ нѣсколько выше поверхности растеканія, которая въ данномъ случаѣ, очевидно, совпадала съ инверсією. Выбрасываніе происходило на высоту около 150 метровъ. Сравнительная температуры и влажности на одинаковой высотѣ, наблюдаемая при подъемѣ и опусканіи змѣя, увидимъ, что температура верхнихъ слоевъ почти не измѣнилась, влажность же очень сильно

упала. Этииъ объясняется наблюденное мною уменьшеніе высоты вершинъ облаковъ между полуднемъ и 2 ч. дня Инверсіа была замѣчена только во время спуска. При подъемѣ же инверсіа не встрѣчалось. Между 2060 метр. и 3260 метр. отмѣтки температуры весьма скудны: на всемъ протяженіи только одна отмѣтка, на высотѣ 2720 метр., поэтому могло быть предположеніе, что на этомъ пространствѣ змѣи могъ пройти черезъ небольшую инверсію, которая осталась незамѣченною, благодаря неясности записи. Желая узнать болѣе точно о характерѣ измѣненія температуры въ указанномъ пространствѣ, я снесся съ В. В. Кузнецовымъ, разрабатывавшимъ результаты полетовъ, и получилъ отъ него увѣдомленіе, что скудость отмѣтокъ объясняется весьма равномернымъ измѣненіемъ температуры между указанными высотами, и что никакихъ инверсій въ этихъ промежуткахъ не было.

Сравнивая температуры на соответствующихъ высотахъ при подъемѣ и при спускѣ змѣя, можно замѣтить, что при этомъ температура верхнихъ слоевъ почти не измѣнилась, и образованіе инверсіа зависѣло отъ довольно значительнаго охлажденія слоевъ между 1500 метр. и 2000 метр. Это охлажденіе легко объясняется тѣмъ, что мелкія водяныя капельки, составляющія облако, попадая въ слой очень сухого воздуха, подвергались энергичному испаренію, при чемъ, конечно, происходило сильное поглощеніе теплоты.

13 августа 1905 г.

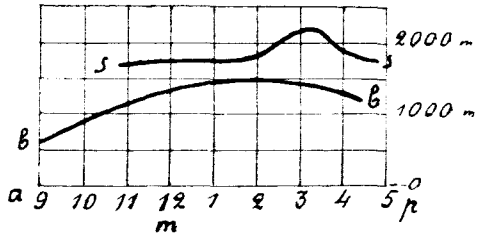
Образованіе облаковъ. 13 августа въ 6 ч. утра много малыхъ кучевыхъ облаковъ съ расплывчатыми очертаніями, быстро движущихся съ сѣверо-запада. Въ 8 ч. утра облака эти почти перешли въ *CuStr.* Въ 9 ч. утра облаковъ стало меньше. Въ 9 ч. 30 м. утра количество облаковъ еще уменьшилось и сгруппированы они преимущественно на западной половинѣ неба. Въ 10 ч. 30 м. утра на востокъ половина неба *CiS* и *Ci*, на западѣ *Cu*. Въ 1-мъ часу дня верхній покровъ облаковъ состоитъ изъ многочисленныхъ *CiCu* и *CiS*, а облака восходящаго тока имѣютъ очень малые вертикальные размѣры и представляются въ видѣ плоскихъ лепешекъ. Въ 3 ч. дня облака восходящаго тока гораздо многочислен-

нѣе и мощнѣе, чѣмъ въ первые часы послѣ полудня. Это подтверждается и записью гелиографа:

12 ч.—1 ч.—10	3 ч.—4 ч.— 8
1 „ —2 „ — 9	4 „ —5 „ — 8
2 „ —3 „ —10	5 „ —6 „ — 9

Въ 6 ч. вечера восходящіе токи сильно ослабѣли, и кучевые облака начали расплываться въ плоскіе облачные покровы небольшой толщины. Въ 10 ч. вечера всѣ нижнія облака исчезли и остались одни *CiCi* и *CiS*.

Высота облаковъ (черт. 31). Въ 9 ч. утра высота поверхности росы наблюдалась около 600 метр. Къ 2 ч. дня она постепенно поднялась до 1500 метр. и затѣмъ стала довольно быстро убывать. Высоту вершинъ облаковъ восходящаго тока можно было быстро прослѣдить отъ 10¹/₂ ч. утра до 5 ч. вечера; она держалась все время около 1750 метр., за исключеніемъ времени между 2 и 4¹/₂ часами дня, когда она начала постепенно возрастать, достигла въ началѣ 4-го часа до 2200 метр. и потомъ къ 4 ч. 30 м. вновь упала до 1750 метр. Такой ходъ высоты облаковъ можно объяснить тѣмъ, что нѣсколько ниже 1700 метр. существовала инверсія, но настолько слабая, что когда пришли навѣрхъ массы воздуха, поднявшіяся съ земной поверхности при наибольшихъ температурахъ, то онѣ оказались въ состояніи пройти слой инверсіи и подняться нѣсколько выше ея. Надъ инверсіею паденіе температуры съ высотой было медленное, почему восходящіе токи, прорвавши инверсію, не могли далеко развиваться въ высоту; а потомъ когда къ вершинамъ восходящихъ токовъ стали подходить массы болѣе холодныя, поднявшіяся уже позже, то онѣ уже не могли подняться до той же высоты; поэтому вершины облаковъ восходящаго тока опять понизились. Въ общемъ погода 13 августа носила антициклонный характеръ въ зависимости отъ надвигавшагося съ запада сильнаго максимума.



Черт. 31.

Змѣйковый полетъ 13 августа.

П о д ъ е м ъ.				С п у с к ъ.			
Время.	Высота метр.	Относит. влажн. %/о.		Время.	Высота метр.	Относит. влажн. %/о.	
				10—06	1.890	6,3	22
9—17	0	17,5	61	10—33	1.840	6,7	16
36	350	12,4	70	42	1.700	7,4	16
43	460	11,3	72	51	1.510	9,2	20
46	420	11,3	70	11— 5	1.060	11,0	22
49	900	10,4	53	7	1.010	10,4	22
52	1.000	10,0	52	13	910	9,5	47
55	1.210	9,4	42	15	869	11,0	39
10—01	1.220	9,8	34	19	740	11,3	59
6	1.890	6,3	22	23	470	14,1	60
				33	0	19,8	50

Здѣсь мы можемъ ясно прослѣдить небольшую инверсію, которая въ 10 ч. 01 м. утра была на высотѣ 1210 метр. отъ поверхности земли, а къ 11 ч. 13 м. утра опустилась до 910 метр. Такой результатъ не соотвѣтствуетъ выводу изъ облачныхъ наблюдений, по которому инверсія должна быть расположена немного нвже 1700 метр. отъ поверхности земли. Однако обращаясь къ записямъ общаго характера, сдѣланнымъ при наблюденіяхъ, и къ записямъ облачности, сдѣланнымъ въ Кучинѣ во время змѣйковаго полета, мы убѣдимся, что указанное несоотвѣтствіе является вполне объяснимымъ.

Въ журналѣ надлюденій мы находимъ слѣдующія записи: „10 ч. 30 м. утра—*Cumuli* только въ западной и сѣверной частяхъ горизонта“. „10 ч. 50 м. утра—на южной и восточной половинѣ неба *CiS* и *Ci*; на сѣверной и западной—*Cumuli*“.

Нижнія облака были только къ сѣверу и западу отъ Москвы и отчасти надъ Москвою, а къ востоку и юго-востоку отъ Москвы ихъ становилось все меньше и меньше, и, наконецъ, около 11 ч.

50 м. утра, они совершенно исчезли; верхнія же облака (преимущественно *CiS*) замѣчались только на восточной половинѣ неба. Это указываетъ на большую разницу въ условіяхъ образованія облаковъ къ западу и къ востоку отъ Москвы около 11 ч. утра. Запись облачности въ Кучинѣ во время полета змѣя дала слѣдующіе результаты:

Время.	Облачность.		Время.	Облачность.	
	Колич.	Ф о р м а .		Колич.	Ф о р м а .
9—17 а.	3	FrCu, ACu.	10—51	3	CiS, ACu, FrCu.
36	3	FrCu, ACu.	56	3	CiS, ACu.
43	2	FrCu, ACu.	11—05	2	CiS, ACu.
49	2	FrCu, ACu.	7	2	CiS, ACu.
52	3	FrCu, ACu.	13	2	CiS, ACu.
10—01	3	FrCu, ACu, CiS.	15	2	CiS, ACu.
6	3	FrCu, ACu, CiS.	19	2	CiS, ACu.
33	3	ACu, FrCu, CiS.	23	3	CiS, ACu.
42	3	CiS, ACu, FrCu.	33	3	CiS, ACu.

Эти записи вполне согласуются съ моими въ томъ, что около 10 ч. 50 м. утра въ Кучинѣ исчезли послѣдніе остатки *FrCu* и остались одни верхнія облака. *CiS* появились впервые надъ Кучинымъ въ 10 ч. 01 м. утра, а въ 10 ч. 42 м. утра они являлись уже преобладающею формою. Наблюденія въ Кучинѣ даютъ картину, совершенно аналогичную тому, что происходило 20 августа надъ Москвою. Какъ и тогда, появленіе на небѣ значительнаго количества *CiS* сопровождалось пониженіемъ инверсій; только 13 августа это имѣло мѣсто на меньшей высотѣ. Значить 13 августа въ предполуденные часы къ востоку отъ Москвы пронесся потокъ сравнительно теплаго и сухого воздуха, нижняя поверхность котораго находилась въ 11 ч. 13 м. утра на высотѣ около 910 метр. надъ поверхностью земли.

Выяснимъ, въ какихъ условіяхъ находились восходящіе токи въ Кучинѣ въ моментъ исчезновенія послѣднихъ.

Изъ таблицы видно, что *FrCu* были наблюдаемы въ послѣдній разъ въ 10 ч. 51 м. утра, а въ 10 ч. 56 м. ихъ уже не наблюдалось. Значитъ, за моментъ ихъ совершеннаго исчезновенія можно принять около 10 ч. 53 м. утра. Начало инверсіи находилось въ 9 ч. 55 м. утра на высотѣ 1.210 метр., а въ 11 ч. 13 м. утра на 910 метр. Интерполируя, получаемъ для 10 ч. 53 м. утра высоту начала инверсіи около 990 метр. Такъ какъ высота поверхности росы находится въ прямой зависимости отъ температуры и влажности нижнихъ слоевъ воздуха, а между Москвою и Кучинымъ сколько-нибудь значительныхъ термическихъ различій ожидать нельзя, то высоту поверхности росы можно безъ особой погрѣшности считать одинаковою въ обоихъ мѣстахъ. Въ 10 ч. 53 м. утра высота поверхности росы была 1100 метр. Въ 9 ч. 55 м. утра, когда змѣй въ первый разъ прошелъ черезъ инверсію, высота поверхности росы была 900 метр. Значитъ явленія происходили слѣдующимъ образомъ: около 10 ч. утра поверхность росы была метровъ на 300 ниже инверсіи; поэтому восходящіе токи могли образовать облака небольшихъ вертикальныхъ размѣровъ (*FrCu*). Между 10 и 11 часами инверсія и съ нею вмѣстѣ поверхность растеканія понижались, а поверхность росы повышалась въ зависимости отъ возрастанія температуры и уменьшенія влажности нижнихъ слоевъ воздуха. Размѣры облаковъ восходящаго тока при этомъ, конечно, уменьшались. Когда поверхность растеканія совпала съ поверхностью росы, образованіе нижнихъ облаковъ еще не совсѣмъ прекратилось, потому что восходящіе токи выбрасывали воздушныя массы нѣсколько выше поверхности растеканія. Наконецъ, въ 10 ч. 53 м. утра поверхность растеканія стала настолько ниже поверхности росы, что вершины восходящихъ токовъ уже перестали достигать поверхности росы.

Одновременно съ этимъ прекратилось и образованіе нижнихъ облаковъ, несмотря на то, что восходящіе токи несомнѣнно продолжали существовать и, можетъ быть, даже стали интенсивнѣе, благодаря увеличившейся инсоляціи. Величина инверсіи, наблюдаемой при полетѣ 13 августа, оказалась незначительною: отъ $0,4^{\circ}$ до $1,5^{\circ}$. Это совершенно согласно съ выводомъ, сдѣланнымъ мною изъ облачныхъ наблюдений.

20 августа 1905 г.

Образование облаковъ 20 августа. Утромъ ясно; есть немного перистыхъ облаковъ. Въ 9 ч. утра появились первые *Сн*. Въ 10 ч. утра очень много кучевыхъ облаковъ, развитыхъ довольно сильно. На западной сторонѣ горизонта видны высокія слоистыя облака. Въ 10 ч. 40 м. начало замѣчаться растеканіе вершинъ кучевыхъ облаковъ. Около 1 ч. дня на юго-западной половинѣ неба стали замѣтны сквозь просвѣты нижнихъ облаковъ многочисленные *Сг*. Въ 1 ч. 10 м. на юго-западѣ образовался сплошной покровъ высокихъ слоистыхъ облаковъ, который постепенно надвигался къ сѣверо-востоку. Такъ какъ высоту этого покрова удалось опредѣлить, то можно было измѣрить разстояніе края его въ разные моменты и скорость, съ какою онъ надвигался. Разстоянія были:

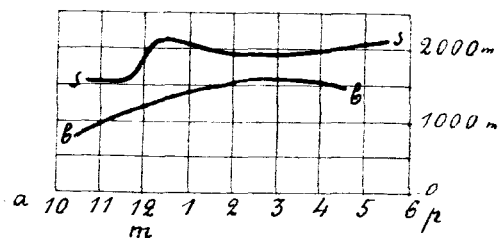
въ 1 ч. 10 м.	около	62	километр.
„ 1 „ 26 „	„	53	„
„ 2 „ 38 „	„	18	„
„ 3 „ 15 „	въ зенитѣ		„

Средняя скорость около 8,5 метр. въ сек. По мѣрѣ надвиганія верхняго облачнаго покрова, вертикальное развитіе облаковъ восходящаго тока все уменьшалось, и въ 3 ч. дня они приняли видъ слоистыхъ массъ весьма небольшой толщины. Кучевыя облака стали очень малочисленны и ничтожны по размѣрамъ. Въ 4 ч. дня уже все небо было покрыто на большой высотѣ сплошною сѣрватою пеленою, сквозь которую слабо просвѣчивало солнце. Количество нижнихъ облаковъ сильно уменьшилось. Въ 4 ч. 40 м. дня на западѣ образовался въ верхней облачной пеленѣ большой просвѣтъ, подъ которымъ замѣчалось довольно сильное образованіе кучевыхъ облаковъ. Въ другихъ частяхъ неба *Сн* почти отсутствуютъ. Въ 7 ч. вечера нижнія облака почти исчезли; *СгС* и *СгСн* сильно распространены по всему небу. Въ 10 ч. вечера все небо покрыто товкимъ слоемъ высокихъ слоистыхъ облаковъ, сквозь которыя мѣстами видны звѣзды.

Высота облаковъ (черт. 32). Поверхность росы наблюдалась въ 10¹/₂ ч. утра на высотѣ около 800 метр., затѣмъ въ началѣ 4-го часа дня достигла высоты 1550 метр., а въ 4 ч. дня ону-

стилась до 1500 метр. Далѣе прослѣдить ее не представлялось возможности, потому что образование облаковъ восходящаго тока почти прекратилось.

Высота вершинъ облаковъ восходящаго тока измѣнилась въ этотъ день весьма замѣчательнымъ образомъ. Въ 10 ч. 40 м. утра облака достигли поверхности растеканія на высотѣ, примѣрно, 1500 метр. и до 11 ч. 30 м. утра не шли далѣе этой высоты. Съ 11 ч. 30 м. высота вершинъ облаковъ начала быстро увеличиваться и въ 12 ч. 15 м. дня достигла 2150 метр. Послѣ этого она опять стала уменьшаться, достигла около 3 ч. дня до 1900 метровъ и потомъ снова стала увеличиваться. Изъ описаннаго хода высоты облачныхъ вершинъ можно заключить, что сначала



Черт. 32.

восходящіе токи встрѣтили на высотѣ 1500 метр. небольшую инверсію, которая задержала ихъ на 1 часъ. Потомъ, преодолевъ эту инверсію, они стали развиваться далѣе въ вышину, пока не

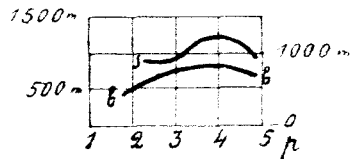
встрѣтили на высотѣ нѣсколько болѣе 2000 метр. вторую, болѣе сильную инверсію, которая не только задержала ихъ дальнѣйшее развитіе, но даже, опускаясь, оттѣснила восходящіе токи на 250 м. внизъ. Затѣмъ инверсія стала отступать кверху, предоставляя просторъ для восходящихъ токовъ. Сопоставляя общее состояніе атмосферы съ ходомъ облачности, можно видѣть, что 20 августа происходилъ переходъ отъ антициклоннаго типа погоды къ циклоническому. Антициклонъ сталъ брать перевѣсъ съ 2-хъ ч. дня 19 августа, что выразилось быстрымъ уменьшеніемъ вертикальныхъ размѣровъ и количества облаковъ восходящаго тока. Утромъ 20-го мы уже видимъ инверсію на высотѣ 1500 метровъ, но настолько слабую, что восходящіе токи были въ состояніи преодолѣть ее. Около 12 ч. дня въ верхнихъ слояхъ атмосферы, выше 2000 метр., сталъ надвигаться на Москву съ юго-запада потокъ сравнительно теплаго воздуха, который и прекратилъ дальнѣйшее развитіе въ вышину восходящихъ токовъ. Потокъ этотъ былъ ясно замѣтенъ, благодаря цѣлому покрову *Ci S* и *A Str*, которые

онъ несъ съ собою. Наибольшей мощности этотъ потокъ достигъ около 3 ч. дня, когда онъ отгѣснилъ восходящіе токи до высоты 1900 метр. Далѣе мощность верхняго теплаго потока стала уменьшаться, и восходящіе токи стали свободнѣе развиваться вверхъ.

Наблюденія 26 августа 1905 года.

Образованіе облаковъ. На 26 августа ночью былъ дождь. Съ утра все небо покрыто сѣрыми слоистыми облаками. Во 2-мъ часу дня между облаками стали появляться просвѣты, и затѣмъ количество облаковъ стало нѣсколько уменьшаться. Около 5 час. веч. сквозь промежутки между нижними облаками видны были на сѣверо-западѣ *Ci S*, полосы которыхъ пмѣли протяженіе отъ юго-запада на сѣверо-востокъ. Въ 5 ч. вечера всѣ нижнія облака исчезли. Высокія облака типа *Ci S* и *Ci Cu* все болѣе надвигаются съ сѣверо-запада. Въ 6 ч. 30 м. веч. съ запада и сѣверо-запада стала надвигаться сплошная сѣрая туча съ краями волокнистаго строенія; на западъ и юго-западъ въ это же время видны были очертанія очень высокыхъ кучевыхъ облаковъ. Въ 7 ч. 45 веч. край тучи достигъ зенита; на юго-западѣ изрѣдка вспыхиваютъ молніи. Въ 8 ч. 40 м. веч. начался небольшой дождь, продолжавшійся до 9 ч. 15 м. веч. Въ 9 ч. 30 м. на западной половинѣ неба сквозь просвѣты между облаками виднѣлись мѣстами звѣзды. Въ 12 ч. ночи сильный дождь.

Высота облаковъ (черт. 33). Наблюденія можно было начать только во 2-мъ часу дня, такъ какъ до этого не было видно солнца. Около 2-хъ час. дня поверхность росы находилась на высотѣ 500 метр.; въ концѣ 4-го часа она поднялась до 800 метр. и потомъ стала понемногу опускаться. Вершины облаковъ восходящаго тока до 3 ч. дня держались на уровнѣ 900 метр. съ небольшимъ; потомъ развитіе облаковъ въ вышину стало увеличиваться, и въ 4 ч. дня вершины ихъ достигали 1200 метр.; послѣ 4 ч. дня высота вершинъ облаковъ опять начала уменьшаться и къ 5 ч. веч. стала нѣсколько меньше 1000 метр. Ходъ высоты облаковъ показываетъ, что на высотѣ нѣсколько менѣе 900 метр.



Черт. 33.

существовала инверсія. Это вполне понятно, если вспомнимъ, что все 25 августа происходилъ притокъ холоднаго воздуха изъ области высокаго давленія, расположенной на крайнемъ сѣверѣ. Этотъ холодный воздухъ, очевидно, долженъ былъ расположиться внизу, вытѣснивши вверхъ болѣе теплый. Къ вечеру 26 августа Москва была уже въ серединѣ обширной области сравнительнаго слабаго давленія. Поэтому инверсія ослабѣла настолько, что послѣ 3 ч. дня восходящіе токи уже могли преодолѣть ее; къ вечеру же погода перешла къ совершенному циклоническому типу, что выразилось большимъ развитіемъ въ вышину облаковъ восходящаго тока, паденіемъ дождя и грозой.

16-го іюня 1906 года.

Образованіе облаковъ 16-го іюня 1906 г. Въ 6 ч. 30 м. у. много *ACu* и *Ci Cu*; на горизонтѣ *Str.*

Въ 7 ч. 30 м. у. *ACu* исчезли и осталось только немного *Ci Cu* и *Cis.* Въ С.-З. половинѣ горизонта видны *Str.* На С. и С.-З. изъ-за *Str.* выставляются вершины высокихъ *Cu*, растекающіяся къ Ю.-З.

Въ 8 ч. 30 м. у. начали появляться небольшіе *Cu* на Ю.-З.

Въ 8 ч. 38 у. впереди большого растекающагося облака на С.-З. образуется новой большой *Cu*, быстро развивающійся.

Въ 8 ч. 52 м. надъ вершиною одного большого *Cu* на ССЗ. образовалась шапочка.

Въ 9 ч. 25 м. у. *Cu* стали замѣчаться во всѣхъ частяхъ горизонта кромѣ Юга. Вѣтеръ слабый С.-З.

Въ 10 ч. 47 м. тучи, образовавшіяся раннимъ утромъ на С.-З. подошли настолько близко, что край растекающихся облаковъ находился уже въ зенитѣ. При этомъ тѣнь отъ этого края падала на южную окраину Всѣхсвятской роши, находящуюся въ $5\frac{1}{2}$ километрахъ отъ обсерваторіи. На С.-З. видно паденіе сильнаго дождя.

Въ 10 ч. 45 м. на С.-З. блеснула молнія.

Въ 11 ч. у. область дождя почти прямо на С. Дуетъ довольно сильный прохладный С.-З. вѣтеръ. На шоссе въ селѣ Всѣхсвятскомъ поднимаются большіе клубы пыли.

Буря, поднимающая клубы пыли, быстро надвигается къ Ю.-В.

Въ 11 ч. 04 м. сильная пыль замѣчалась у Тверской заставы и на Долгоруковской улицѣ; въ 11 ч. 05¹/₂ м. клубы пыли поднимались уже у Старыхъ Триумфальныхъ воротъ. Въ 11 ч. 07 м. шкваль дошелъ до Страстного монастыря и затѣмъ захватилъ весь центръ города.

Вѣтеръ въ это время постепенно усиливался: въ 11 ч. 05 м. дулъ сильный ССЗ. вѣтеръ, а въ 11 ч. 19 м.—очень сильный и холодный С. вѣтеръ.

Въ 11 ч. 13 м. начали изрѣдка падать мельчайшія капли дождя. Въ 11 ч. 19 м. середина области дождя видна была прямо на С. Въ 11 ч. 20 м. начался сильный дождь съ градомъ и сильными ударами грома. Въ 11 ч. 30 м. градъ прекратился. Въ 11 ч. 41 м. дождь прекратился; область наиболѣе сильнаго дождя видна была въ это время на С.-В., вѣтеръ умѣренный между С. и ССВ., сзади дождя дымъ изъ фабричныхъ трубъ стелется низко, а на Ю. и ЮВ. горизонтъ покрытъ желтою мглою.

Въ 11 ч. 55 м. сильный дождь виденъ въ направленіи къ В.; большая часть неба покрыта пеленою растекающихся облаковъ. На ССЗ. расположенъ рядъ мощныхъ восходящихъ токовъ, растекающихся къ ЮЗ. На З. и СЗ. край растекающихся облаковъ находится на разстояніи приблизительно 40 килом. отъ обсерваторіи. Далѣе видно голубое небо, а вдали много сильно развитыхъ *Сп.* Нѣкоторые изъ нихъ вскорѣ начали растекаться къ С. и СВ.

Въ 12 ч. 37 м. умѣренный прохладный ССВ. вѣтеръ.

Въ 12 ч. 50 м. умѣренный прохладный СВ. вѣтеръ.

Въ 1 ч. 04 м. вѣтеръ В., очень слабый.

Въ 12 ч. 45 м. на З. подъ верхнимъ покровомъ растекающихся облаковъ образовался другой, болѣе низкій, облачный покровъ, мѣстами довольно густой. Въ 1 ч. 13 м. на СЗ. изъ вновь образовавшихся тучъ опять идетъ дождь.

Въ 1 ч. 15 м. вѣтеръ умѣренный ВЮВ.

Въ 1 ч. 19 м. на З. видна была молнія.

Въ 1 ч. 20 м. вѣтеръ слабый СВ.

Въ 1 ч. 25 м. вѣтеръ умѣренный В.

Въ 1 ч. 35 м. д. вѣтеръ умѣренный ЮВ. Съ СЗ. доносится громъ.

Въ 1 ч. 57 м. короткое затишье.

Въ 2 ч. 10 м. вѣтеръ умѣренный ЮВ.

Въ 2 ч. 51 м. вѣтеръ слабый ЮЮВ.

Въ 2 ч. 55 м. солнце немного просвѣчиваетъ сквозь растекающіяся облака.

Отъ 2 ч. 55 м. до 3 ч. 30 м.—затишье съ небольшими перерывами.

Въ 3 ч. 40 м. вѣтеръ умѣренный ЮЗ.

Въ 4 ч. д. вѣтеръ слабый З.

Въ 4 ч. 20 м. затишье.

Около 7 ч. вечера еще разъ выпалъ небольшой дождь изъ крупныхъ, но очень рѣдкихъ капель.

Такъ какъ 16 июня мнѣ въ первый разъ случилось наблюдать грозу, и явленія развивались и мѣнялись настолько быстро, что я не всегда успѣвалъ въ нихъ разобраться и отдать себѣ отчетъ, то наблюденія, приведенныя выше, даютъ весьма неполную и недостаточную ясную картину всего, что происходило. Но кое-какія данныя все-таки можно извлечь отсюда. Судя по утреннимъ наблюденіямъ надъ приближеніемъ грозы и по расположенію облаковъ, наблюдавшемуся послѣ дождя (въ 11 ч. 55 м.), гроза представляла рядъ сильныхъ восходящихъ токовъ, растекавшихся къ ЮЗ.; направленіе ряда было приблизительно отъ СЗ. къ ЮВ. Рядъ этотъ, переносясь по вѣтру вмѣстѣ со всею массою воздуха, въ то же время распространялся къ ЮВ. путемъ образованія новыхъ восходящихъ токовъ и облаковъ, а на сѣверо-западномъ, заднемъ концѣ—постепенно распадался. Дождь падалъ въ томъ мѣстѣ, гдѣ приходилось начало области растеканія восходящихъ токовъ; это вполне понятно, такъ какъ восходящій токъ мѣшаетъ паденію капель и при достаточной силѣ даже увлекаетъ ихъ кверху; когда же эта смѣсь воздуха съ водою перестаетъ двигаться кверху, вступивши въ область растеканія, то паденіе капель не встрѣчаетъ болѣе препятствій. Въ данномъ случаѣ, повидимому, линія восходящихъ токовъ прошла немного къ СВ. отъ Москвы.

Чтобы лучше уяснить себѣ движеніе грозы, я собралъ свѣденія о ней на всѣхъ московскихъ метеорологическихъ станціяхъ (Константиновскій Межевой институтъ, Сельскохозяйственный институтъ въ Петровскомъ-Разумовскомъ, Мытищи и Бюрюлево). При этомъ получилась нижеслѣдующая картина. Дождь начался въ Петр.-Разум. въ 11 ч. 02 м., а въ Меж. инст.—въ 11 ч. 20 м., и кончился: въ Петр.-Раз.—въ 11 ч. 56 м., въ Меж. инст.—въ 12 ч. 45 м. Градь въ Петровскомъ-Разумовскомъ былъ очень сла-

бый и продолжался всего 2 минуты, — отъ 11 ч. 08 м. до 11 ч. 10 м. Въ Межевомъ институтѣ града совсѣмъ не наблюдалось.

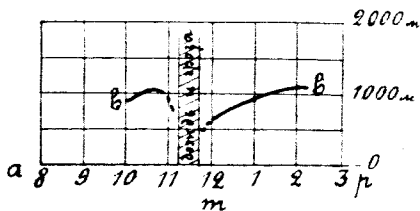
Количество выпавшаго дождя:

Университ. обсерваторія	9 мм
Сельскохоз. институтъ	9 „
Межевой институтъ	6 „

Въ Мытищахъ (17 вер. отъ Москвы по Яросл. жел. дор.) совсѣмъ не было дождя въ этотъ день; очевидно, что это селеніе лежало уже къ С. отъ линіи восходящихъ токовъ, и, слѣдовательно, внѣ области ихъ растеканія.

Въ Бирюлевѣ (станція Павелецкой ж. д., недалеко отъ ст. Царицыно М.-Курск. ж. д., къ Ю.-В. отъ нея) дождя въ этотъ день также не наблюдалось. Слѣд. гроза или не дошла туда, или же— что вѣроятнѣе—прошла къ С.-В. отъ Бирюлева.

Высота облаковъ. 16-го іюня удалось сдѣлать лишь весьма немного измѣреній, такъ какъ мало было видно солнце изъ-за растекающихся облаковъ, и относительныя измѣренія также были невозможны, потому что утромъ основанія облаковъ скрыты были дымкою, застилавшею горизонтъ, а потомъ растекающіяся облака мѣшали видѣть вершины. Поэтому вычертить діаграмму облачности для этого дня не оказалось возможнымъ; удалось только вычертить два отрывка кривой низа облаковъ. Изъ нихъ видно, что сначала поверхность росы повышалась, какъ обыкновенно, и въ 10¹/₂ ч. утра перешла за 1000 метр., но послѣ грозы она опять сильно опустилась и вновь стала подниматься; въ 2 ч. д. она достигла высоты въ 1100 метр. (черт. 34).



Черт. 34.

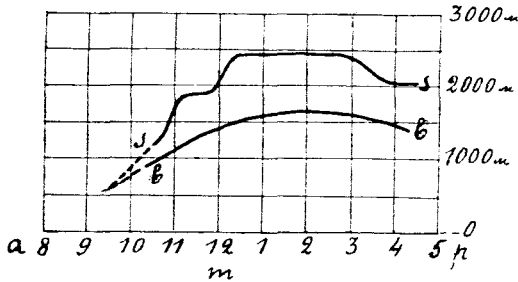
Въ 10 ч. 47 м. удалось опредѣлять высоту края растекающихся облаковъ. Она оказалась 7600 метр. Такъ какъ, благодаря напору восходящаго тока, вершина облака всегда нѣсколько выше, чѣмъ край растекающихся облаковъ, то высоту вершинъ можно принять приблизительно въ 8000 метр.

23 июня 1906 года.

Образование облаков. 23-го июня. Въ 6 ч. утра все небо покрыто слоистыми облаками. Въ 8 ч. у. слоистый покровъ сталъ принимать характеръ *АСи*, сквозь просвѣты которыхъ видны *Сi S*. Въ 9 ч. 30 м. у. отъ этого покрова остались только отдѣльныя широкия полосы, имѣющія характеръ отчасти *АСи*, отчасти *Сi Сi*. По всему небу много *Сi S*.

Въ 9 ч. 40 м. начали появляться небольшіе *Си*, скоро исчезающіе. Съ теченіемъ времени они дѣлаются устойчивѣе. Въ 10 ч. 50 м. у. густота нижнихъ слоистыхъ облаковъ значительно уменьшилась и онѣ стали похожи на *Сi Сi*. *Си* слабо развиваются въ вышину и сохраняютъ плоскую форму. Между 10 ч. 50 м. и 11 ч. утра развитіе *Си* пошло быстрѣе, и въ 11 ч. 05 м. впервые замѣчено было растеканіе вершины у одного изъ наиболѣе развитыхъ облаковъ.

Въ 12 ч. д. *АСи* совершенно исчезли, и остались только *Си*, *Сi* и *Сis*.



Черт. 35.

Въ 1-мъ часу дня облачность нѣсколько увеличивается. Въ 12 ч. 32 м. наблюдался небольшой смерчъ за Прѣсенскою заставою. Во 2-мъ часу дня облака восходящаго тока принимаютъ видъ широкихъ растекающихся покрововъ не очень большой толщины.

Въ 3 ч. 35 м. д. количество облаковъ замѣтно уменьшилось, а около 4 ч. д. оно опять немного возросло. Въ 5 ч. 30 м. веч. *Си* почти совсѣмъ исчезли; много *АСи*.

Въ 7 ч. 30 м. всѣ облака восходящаго тока совершенно исчезли, и на небѣ осталось лишь немного *Сi*. Ночь ясная.

Высота облаковъ (черт. 35). Въ 10 ч. 30 м. у. поверхность росы находилась на высотѣ около 1000 м.; въ началѣ 1-го часа она достигла высоты 1500 м. Въ 1 ч. 40 м. она достигла наибольшей высоты—около 1700 м. и затѣмъ стала понижаться. Въ 4 ч. дня высота поверхности росы была уже около 1500 м.

АСи находились на высотѣ 2700 метр.

Высота вершинъ облаковъ восходящаго тока отъ 9 ч. 40 м. до 11 ч. у. непрерывно возрастала, сначала довольно медленно, потомъ скорѣе. Въ 11 ч. 10 м. у. вершины кучевыхъ облаковъ достигли 1900 метр. и оставались на этой высотѣ до 11 ч. 50 м. у. Затѣмъ началось опять развитіе въ вышину, и въ 12 ч. 15 м. д. вершины *Си* достигли 2450 метр. и оставались на этой вышинѣ до 2 ч. 40 м. Между 2 ч. 40 м. и 3 ч. 40 м. дня высота вершинъ уменьшалась; въ 3 ч. 40 м. д. она сдѣлалась около 2000 м. и остановилась на этой вышинѣ. Въ 4 ч. 30 м. д. наблюдения были прекращены.

Судя по ходу развитія облаковъ, на высотѣ 1750—1800 метр. должна была существовать небольшая инверсія, которая задержала развитіе облаковъ въ вышину между 11 ч. 10 м. у. и 11 ч. 50 м. у. Затѣмъ, когда восходящіе токи усилились, они могли уже преодолѣть эту инверсію и доходить почти до 2500 м., гдѣ встрѣтили новое препятствіе.

Послѣ 2 ч. д., когда восходящіе токи снова стали ослабѣвать, они все меньше и меньше проникали кверху и, наконецъ, опять остановились на высотѣ 2000 метр.

Въ общемъ погода носила слабо выраженный антициклонный характеръ, что вполне понятно, такъ какъ надъ Москвою все это время находился гребень сравнительно высокаго давленія, раздѣлявшій два минимума; но при этомъ давленіе было не очень высоко.

30 іюня 1906 года.

Образованіе облаковъ. 30 іюня въ 6 ч. у. ясно; есть только немного *Сi*. Въ 8 ч. 30 м. у. довольно много *Сi* и *СiS*. Около 9 ч. у. появились болѣе низкія облака въ видѣ слоя неопредѣленнаго типа.

Въ 9 ч. 15 м. у. появились первые *Си*. Вѣтеръ Ю., довольно сильный. *Си* мало развиваются въ вышину. Въ 10 ч. 10 м. у. образованіе *Си* ослабѣло, а въ 10 ч. 18 м. у. они почти исчезли.

Въ 10 ч. 40 м. у. образованіе *FrSi* стало усиливаться; много *АСи*, *СiSi* и *СiS*. Въ 11 ч. у. въ разныхъ частяхъ неба начинаютъ показываться крупныя *Си*. Въ 11 ч. 30 м. у. слоистыя облака, имѣвшія характеръ близкій къ *АСи*., исчезли, *Си* раз-

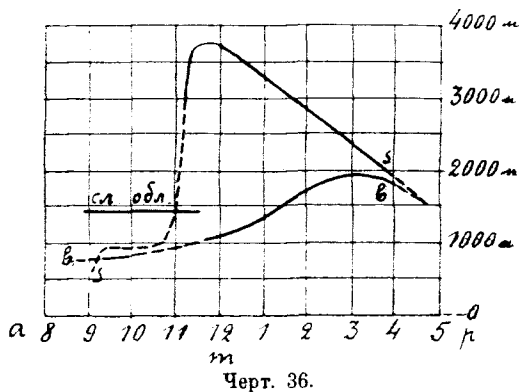
виваются очень сильно. Въ 11 ч. 42 м. у. записано, что облака наклонены къ В.

Такая же картина наблюдалась и въ началѣ 1-го часа дня; но въ 12 ч. 30 м. д. замѣчено было нѣкоторое уменьшеніе высоты восходящихъ токовъ и количества облаковъ, при чемъ облака восходящаго тока по большей части таяли, не растекаясь, что указывало на очень большую сухость высокыхъ слоевъ атмосферы. Въ 1 ч. д. облаковъ стало еще меньше, и вертикальные ихъ размѣры продолжали уменьшаться.

Въ 1 ч. 30 м. д. на западѣ изъ мглы, покрывающей горизонтъ, выдѣляется контуръ верхней части высокаго CuN , въ остальной же части неба облаковъ немного, и вертикальные ихъ размѣры не велики. Въ 1 ч. 42 м. д. на СЗ. также показываются высокія растекающіяся облака и вершины большихъ Cu . Образование CuN на С. и СЗ. продолжается почти до 4 ч. дня, но облака эти не устойчивы и скоро исчезаютъ, а на ихъ мѣсто образуются другія.

Между тѣмъ въ окрестностяхъ Москвы и въ южной половинѣ неба образование облаковъ восходящаго тока становится все слабѣе.

Въ 3 ч. 30 м. Cu приняли такой же видъ, какъ были въ началѣ 11-го часа утромъ. Въ 4 д. Cu почти исчезли, а въ 4 ч. 40 м. небо стало совершенно безоблачно.



Высота облаковъ

(черт. 36). Слоистыя облака, образовавшіяся утромъ и нѣ-

сколько напоминавшія собою Acu , находились на высотѣ около 1500 метровъ.

Cu сначала развивались очень туго; къ сожалѣнію, до 11 ч. у. не удалось произвести ни одного непосредственнаго измѣренія, за отсутствіемъ облаковъ по близости отъ обсерваторіи. Судя по видимому развитію облаковъ и вѣроятному въ эти часы положенію

поверхности росы, вершины *Сн* до 11 ч. 30 м. имѣли вышину не болѣе 1000 метр.

Въ началѣ 12-го часа стали возможны уже непосредственныя измѣренія, которыя показали, что въ 12 ч. 30 м. д. поверхность росы была на высотѣ 1000 метр. Затѣмъ высота ея быстро увеличивалась: 12 ч. д.—1080 м., 1 ч. д.—1340 м. 2 ч. д.—1740 м., 3 ч. д. 1950 м. Затѣмъ поверхность росы начала опускаться и въ 4 ч. д. была уже на высотѣ 1800 метр.

Вершины облаковъ восходящаго тока, державшіяся до 10 ч. 30 м. у. на высотѣ, близкой къ 1000 метр., послѣ этого стали быстро подниматься и около 12 ч. д. достигли высоты 3750 м. Затѣмъ высота вершинъ начала быстро уменьшаться, вплоть до самаго исчезновенія облаковъ, въ 4 ч. 40 м. веч. Въ 4 ч. 30 м. высота вершинъ облаковъ была около 1750 м.,—за $4\frac{1}{2}$ часа она уменьшилась на 2000 метр.

Форма кривой *SS* около полудня очень напоминаетъ діаграмму 4 августа 1905 г. Такъ же точно восходящіе токи, сначала быстро развивавшіеся, встрѣтили опускавшуюся инверсію, которая ихъ остановила и стала осаживать все болѣе и болѣе внизъ. И въ данномъ случаѣ такой ходъ облачности былъ также связанъ съ приближеніемъ антициклона. Обзоръ общаго состоянія атмосферы показываетъ, что на СЗ. Европы существовала депрессія, которая между 7 ч. у. и 1 ч. д. 30 іюня сильно раздвинулась къ В. Это способствовало довольно сильному развитію восходящихъ токовъ около Москвы. Но вмѣстѣ съ тѣмъ происходилъ также и притокъ сухого воздуха въ верхнихъ слояхъ атмосферы. Начавшееся съ 12 ч. д. пониженіе облачныхъ вершинъ показываетъ, что антициклонъ въ концѣ концовъ-взялъ верхъ. Борьба была весьма упорная: благодаря близости депрессіи и сильному нагрѣванію снизу (день былъ очень жаркій) восходящіе токи къ С. и СЗ. отъ Москвы то тамъ, то тутъ прорывались почти до 4 ч. дня и образовали высокія, сильно растекавшіяся облака. Но колоссальный притокъ сухого воздуха наверху дѣлалъ свое дѣло: къ 4 ч. дня восходящіе токи были окончательно побѣждены, и Москва вошла въ область антициклона. Въ 6-мъ часу вечера двленіе начало повышаться.

14 іюля 1906 года.

Образованіе облаковъ. Въ 7-мъ часу утра много *Cu*, довольно сильно развитыхъ. Также много *CiS*.

Въ 8 ч. у. *Cu* почти исчезли, а видимая высота оставшихся значительно уменьшилась. Около 8 ч. 20 м. *Cu* совсѣмъ исчезли. Ввтеръ слабый ЮВ.

Съ 9 ч. у. начали образовываться ниже слоя *CiS* облачные покровы типа, близкаго къ *ACu*. Движеніе этихъ облаковъ направлено съ ЮЗ.

Въ 10 ч. 23 м. у. опять начали появляться *Cu*. Въ 10 ч. 40 м. они стали достигать вершинами до слоя *ACu*. Въ 10 ч. 46 м. на Югѣ образовался мощный восходящій токъ, нѣсколько наклоненный къ Западу. Въ 10 ч. 54 м. замѣченъ сильный восходящій токъ, на ЮЮЗ. Въ то же время на ЮЮЗ. *ACu* потеряли свой типичный характеръ, приняли очень большіе вертикальные размѣры и перешли въ типъ *StrCu*. Въ восходящихъ токахъ замѣчается раздѣленіе: одни растекаются на высотѣ слоя *ACu*, а другіе идутъ гораздо выше. Замѣтно, что тамъ, гдѣ слоистыя облака толсты, растеканіе *Cu* происходитъ на высотѣ слоистыхъ облаковъ, а гдѣ этотъ слой тонокъ, *Cu* свободно проходятъ сквозь него.

Въ 1 ч. д. почти все небо покрыто облачнымъ покровомъ, около просвѣтовъ замѣтны восходящіе токи, питающіе собою облачный покровъ.

Въ 2 ч. 20 м. На В. замѣченъ очень сильный восходящій токъ въ видѣ широкаго столба, поднимающійся гораздо выше слоистыхъ облаковъ; низъ его теряется въ мглѣ у горизонта.

Въ 3-мъ и 4-мъ часу замѣтно во многихъ мѣстахъ образованіе весьма высокихъ облаковъ типа *CuN*.

Въ 5¹/₂ ч. д. небо совершенно бозоблачно.

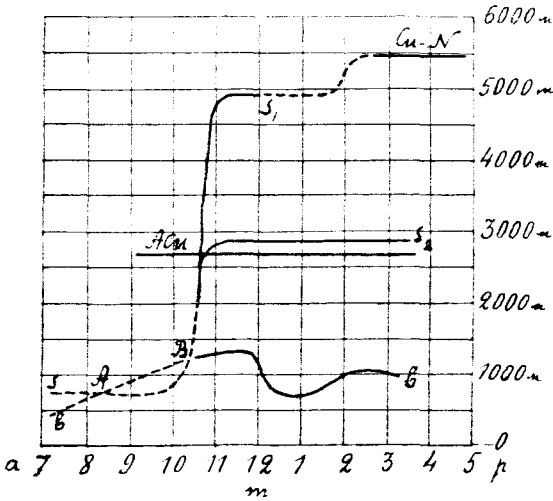
Въ 7 ч. веч. много очень мелкихъ и нѣжныхъ *CiCu*.

Въ 8 ч. веч. въ С. части неба много *Ci* и *CiS*.

Высота облаковъ (черт. 37). Характерную особенность этого дня составляетъ постоянное присутствіе слоя облаковъ на высотѣ около 2800 метр. отъ 9 ч. у. до 5 ч. веч. Слой этотъ мѣстами имѣлъ характеръ *ACu*, мѣстами же иногда переходилъ въ довольно мощные *StrCu*. Наибольшая толщина этихъ облаковъ, на-

блюдавшаяся около 11 ч. у. на ЮЮЗ., достигала 2000 метр. (нижняя поверхность 2800 метр., вершины 4800 метр.).

Высота поверхности росы въ 10 ч. 23 м. у., когда начали, послѣ перерыва, вновь показываться *Сш*, была 1180 метр. Около 11 ч. 35 м. она достигла 1330 метр., послѣ чего стала опускаться довольно быстро и къ 12 ч. 45 м. д. уменьшилась до 750 метр. Затѣмъ поверхность росы опять начала подниматься, въ 2 ч.



Чер. 37.

40 м. достигла 1050 метр., послѣ чего вновь начала понемногу опускаться.

Развитіе восходящихъ токовъ въ вышину сначала шло очень быстро. По достиженіи вершинами кучевыхъ облаковъ слоя *АСш*, нѣкоторыя изъ нихъ стали растекаться на высотѣ этого слоя, доходя вершинами почти до 3000 метр., а другія поднимались гораздо выше, достигая высоты въ 4900 метр. Послѣ 2 ч. д. стали замѣчаться еще болѣе мощные восходящіе токи, вершины которыхъ доходили до 5500 метр.

Въ утренніе часы измѣренія не могли быть произведены; но произведенныя записи о ходѣ облачности позволяютъ начертить кривыя росы и облачныхъ вершинъ такъ, какъ это изображено пунктиромъ на черт. 37.

По ходу облачности можно заключить, что съ утра имѣлась инверсія на высотѣ между 500 и 700 метр. Расположеніе кривыхъ ясно показываетъ причину отсутствія облаковъ на протяженіи времени между *A* и *B*. Около 10 ч. у. эта инверсія исчезла, и восходящіе токи получили возможность развиваться свободно. Болѣе слабые восходящіе токи задерживались на высотѣ *АСи*, гдѣ очевидно имѣлась небольшая инверсія, а болѣе сильныя поднимались почти до 5000 метр., гдѣ также задерживались, встрѣтивши болѣе сильную инверсію.

Москва въ этотъ день находилась на границѣ между слабымъ циклономъ и слабымъ антициклономъ. Поэтому и распредѣленіе инверсій не представляетъ ничего особенно типичнаго: онѣ встрѣчаются на различныхъ высотахъ и не достигаютъ большой силы. Это конечно благопріятствовало значительному вертикальному развитію восходящихъ токовъ.

Особеннаго вниманія заслуживаетъ кривая высотъ поверхности росы за 14 іюля. Здѣсь мы видимъ совершенно необычный изгибъ между полуднемъ и 2 ч. д. чтобы проконтролировать, не является ли эта аномалія просто результатомъ какихъ-нибудь ошибокъ въ измѣреніяхъ, я выписалъ изъ книги наблюденій Унив. обсерваторіи ежечасныя величины температуры и относительной влажности для 14 іюля.

	темп.	влаж. %		темп.	влаж. %
7 ч. у.	18,4	76	11 ч. у.	27,2	57
8 ч. у.	20,3	72	12 ч. д.	26,6	62
9 ч. у.	22,1	68	1 ч. д.	25,9	65
10 ч. у.	24,3	65	2 ч. д.	26,2	60
			3 ч. д.	29,2	59

Въ Конст. Межев. институтѣ ежечасныя величины были слѣдующія:

	темп.	влаж. %		темп.	влаж. %
10 ч.	25,2	55	1 ч.	26,3	41
11 ч.	27,1	56	2 ч.	26,5	54
12 ч.	25,5	59	3 ч.	26,7	53

Отсюда видно, что и другіе метеорологическіе элементы въ это время представляютъ аномалію въ томъ же направленіи.

Я думаю, что это можетъ быть объяснено выпаденіемъ небольшого дождя къ Ю. отъ Москвы. При большой облачности и плохомъ освѣщеніи этотъ дождь легко могъ пройти незамѣченнымъ. Выпадевіе дождя на Ю. отъ Москвы тѣмъ болѣе вѣроятно, что въ 12-мъ часу на Ю. наблюдались особо сильныя восходящія токи. Затѣмъ Ю. вѣтеръ принесъ въ Москву воздухъ, охлажденный дождемъ и увлажненный сильнымъ испареніемъ выпавшей воды съ поверхности почвы.

21 іюля 1906 года.

Образованіе облаковъ 21 іюля. Утромъ совершенно безоблачно. Въ 8 ч. 10 м. у. на Ю. появилось плоское облачко неопредѣленнаго типа. Въ 8 ч. 15 у. такія же облачка появились на ЮВ.; повидимому они похожи на небольшіе кусочки *Cis*. Въ 8 ч. 21 м. такихъ облаковъ стало довольно много, а къ 9 ч. 15 м. количество ихъ уменьшилось. Движеніе этихъ облачковъ происходило отъ ЮЗ., внизу же вѣтеръ былъ Ю.

Въ 9 ч. 20 м. у. на СВ. появилось первое облако восходящаго тока, но векорѣ исчезло. Слоистыхъ облаковъ, описаннаго выше типа, немного, но толщина ихъ увеличилась.

Въ 10 ч. 33 м. у. на ЮЮЗ. появились маленькіе *Сп*. Въ 10 ч. 40 м. у. *Сп* показались въ большомъ числѣ на ЮВ., а въ 10 ч. 52 м. также и на З. Въ 11 ч. 30 м. у. *Сп*. образуются уже повсемѣстно. Въ облакахъ восходящаго тока замѣчается раздѣленіе: одни изъ нихъ доходятъ только до слоистыхъ облаковъ, а другія поднимаются гораздо выше. Въ 1-мъ часу дня замѣчено, что очертанія облаковъ восходящаго тока очень расплывчаты и какъ бы волокнисты. Въ 1 ч. 20 м. облака наклонены отъ СВ. къ ЮЗ. при умѣренномъ Ю. вѣтрѣ; это указываетъ на существованіе вверху слабаго В. или ЮВ. вѣтра. Во 2-мъ часу дня разнипа между облаками восходящаго тока сдѣлалась особенно рѣзкою: одни имѣютъ видъ высокыхъ столбовъ или горъ, а другія сохраняютъ плоскую, приплюснутую форму. Въ 2 ч. дня плоскія облака исчезла и остались одни только высокія.

Около 3 $\frac{1}{2}$ ч. д. замѣчено рѣзкое уменьшеніе отношенія высотъ верха и низа кучевыхъ облвковъ. Въ 5-мъ часу замѣчено нѣкоторое стремленіе къ рядовой группировкѣ облаковъ, но ряды коротки и не устойчивы. Направленіе ихъ съ ССВ. на ЮЮЗ. Въ 4 ч.

22 мм. были сняты на планѣ три почти параллельныхъ ряда, длиною въ 11, 23 и 20 килом.; разстояніе между ними были: 7 и 20 килом. Въ 4 ч. 14 м. д. былъ сфотографированъ довольно длинный рядъ.

Въ 4 ч. 23 м. на СЗ. замѣчены были близъ горизонта типичныя грибообразныя *CuN*.

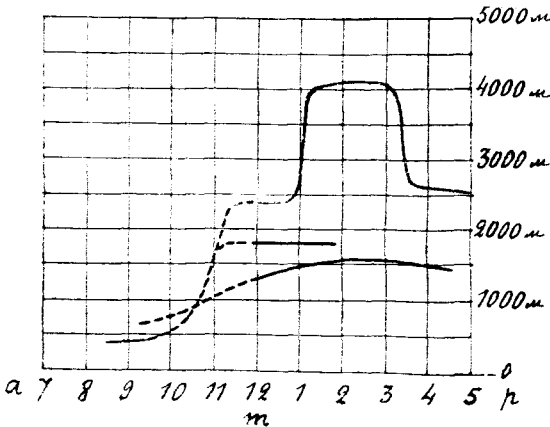
Въ 5 ч. 40 м. вѣч. по всему небу легкіе *Ci*. На зап. части неба сплошной покровъ: повыше — молочно-бѣлаго цвѣта, а пониже — синевато-сѣраго. На фонѣ этого покрова видны болѣе низкіе *Str*. Въ Вост. части неба довольно много *Cu*, порядочно развитыхъ въ вышину и расположенныхъ хорошо замѣтными рядами.

Въ 7 ч. 15 м. вѣч. по всему небу *CiS*. Съ Зап. надвигается темная гряда облаковъ, направленная отъ ССЗ. къ ЮЮВ. За этой грядой небо пасмурно. Облака, составляющія гряду, растекаются къ В. Между грядою и дальнѣйшимъ сплошнымъ покровомъ есть

просвѣтъ, сквозь который видно голубое небо съ большимъ количествомъ *Ci*.

Когда проходилъ въ зенитѣ край облачной гряды, замѣчено было временное усиленіе вѣтра.

Послѣ 9 ч. воч. все небо сплошь заволокло облаками. Въ 10 ч. 50 м. вѣч. замѣчалось паденіе отдѣльныхъ рѣдкихъ капель дождя.



Черт. 38.

Высота облаковъ (черт. 38). Плоскія облака, образовавшіяся утромъ, были на высотѣ около 1700 метр. Высота эта была измѣрена впоследствии, когда кучевыя облака стали доходить вершинамъ до слоя утреннихъ облаковъ.

Поверхность росы въ 11 ч. 50 м. находилась на высотѣ 1250 метр. Въ 2 ч. 15 м. д. она достигла наибольшей высоты — около 1600 метр., а къ 4 ч. 15 м. опять опустилась до 1500 метр. и далѣе продолжала медленно опускаться.

Высота вершинъ облаковъ восходящаго тока сначала увеличивалась непрерывно, но не очень быстро, отъ 10 ч. 30 м. до 11 ч. 30 м. Около 11 ч. вершины кучевыхъ облаковъ достигли слоя плоскихъ облаковъ, находившагося на высотѣ около 1700 метр., и здѣсь произошло раздѣленіе восходящихъ токовъ: болѣе слабые останавливались на высотѣ около 1750 метр., а болѣе сильные развивались далѣе и около 11 ч. 30 м. достигали уже высоты въ 2400 метр., на этой высотѣ ихъ развитіе пріостановилось болѣе чѣмъ на часъ.

Около 1 ч. д. высокія облака начали сильно развиваться въ вышину и въ 1 ч. 20 м. достигли своими вершинами до высоты 4100 метр., вершины же низкихъ облаковъ попрежнему держались на высотѣ около 1750 метр. Въ 2 ч. низкія облака исчезли, высокія же до 3-хъ часовъ достигали той же высоты 4100 метр.

Съ 3 ч. д. высота облачныхъ вершинъ начала довольно быстро уменьшаться и къ 3 ч. 40 м. достигла 2650 метр.; затѣмъ уменьшеніе пошло гораздо медленнѣе, и въ 5 ч. вершины облаковъ достигали всего 2500 метр.

Изъ описаннаго хода облачности можно заключить, что утромъ существовала въ нижнихъ слояхъ атмосферы довольно сильная инверсія, которая не позволяла восходящимъ токамъ развиваться вверхъ и образовать облака; около 10 ч. у. эта инверсія исчезла; около слоя облаковъ, образовавшихся утромъ, также была небольшая инверсія, которая задерживала до 2 ч. дня болѣе слабые восходящіе токи. Болѣе сильные восходящіе токи преодолевали эту инверсію, но были задерживаемы новою инверсією на высотѣ 2400 метр., которую преодолѣли около 1 ч. д. Дойдя до высоты 4100 метр., восходящіе токи вновь были задержаны, и на этотъ разъ уже окончательно. Послѣ полудня, по мѣрѣ уменьшенія инсоляціи, восходящіе токи стали ослабѣвать и терять свой напоръ, почему съ 3 ч. дня ихъ высота начала уменьшаться, сначала быстро, а потомъ все медленнѣе.

Синоптическая карта для 9 ч. вечера 20 іюля показываетъ существованіе длиннаго выступа области низкаго давленія, простиравшагося отъ Каргополя черезъ Вологду и Москву почти до Курска и ограниченнаго рѣзкою извилиною изобары 755 метр. По всей вѣроятности, эта извилина произошла отъ образованія ряда малыхъ сегментарныхъ минимумовъ, которые въ 9 ч. веч.

оказались расположенными по указанной выше линии. Приближеніе къ Москвѣ этой полосы низкаго давленія не осталось безъ вліянія на облачность. Близость барометрической депрессіи нарушила существовавшее раньше довольно равномерное распредѣленіе давленія и вызвала усиленіе градиентовъ. Это сейчасъ же вызвало стремленіе облаковъ къ построению въ ряды, которое стало замѣчаться съ 4 ч. д. Къ 5 ч. 30 м. веч. рядовая группировка была уже вполне ясно выражена. Въ 5-мъ часу замѣчены были на З., откуда шель минимумъ, высокія грибообразныя облака. Затѣмъ на З. началось сильное развитіе облаковъ, уже описанное выше, которое завершилось прохожденіемъ могучаго облачнаго вала и образованіемъ сплошнаго покрова на всемъ небѣ.

22-го іюля во всей Россіи было невысокое давленіе, весьма равномерно распредѣленное, что давало большой просторъ образованію малыхъ мѣстныхъ депрессій и грозъ. Одна изъ нихъ прошла къ В. отъ Москвы.

Утромъ 21 іюля въ Кучинѣ у г. Рябушинскаго совершенъ былъ змѣйковый полетъ, который, по слабости вѣтра, могъ быть доведенъ только до 535 метр. надъ поверхностью земли. Слѣдующая ниже таблица представляетъ результаты этого полета.

П о д ъ е м ъ .					С п у с к ъ .				
Время.	Высота надъ поверх. земли метр.	Темп. С°.	Отн. влаж. %/о.	Сила вѣтра m/s.	Время.	Высота надъ поверх. земли метр.	Темп. С°.	Отн. влаж. %/о.	Сила вѣтра m/s.
10 ^h 51 ^m а.	0	23,4	54	—	11 ^h 58 ^m а.	535	16,0	65	6
11—12	140	19,2	60	7	12—06	415	17,2	64	8
36	282	18,2	62	8	14	391	17,5	62	7
50	354	17,2	63	7	52	391	17,6	62	7
58	535	16,0	65	6	1—11	356	18,6	60	8
					18	165	20,2	59	6
					24	141	21,2	57	9
					26	0	25,3	54	—

Полетъ былъ произведенъ уже послѣ исчезновенія утренней инверси; но слѣды ея еще сказываются въ медленномъ пониженіи температуры съ высотой въ слоѣ между 150 и 300 метр. Нѣже 150 метр. пониженіе температуры съ высотой доходитъ до 3° на 100 метр. Слѣдовательно напоръ восходящихъ токовъ долженъ былъ быть очень силенъ. Средній размѣръ измѣненія температуры съ высотой между поверхн. земли и 353 метр.: для подъема— $1,38^{\circ}$ на 100 метр., и для спуска— $1,74^{\circ}$ на 100 метр. Среднее— $1,56^{\circ}$ на 100 метр.

28 іюля 1906 года.

Образованіе облаковъ. 28 іюля въ 6 ч. у. было много *АСи*; надъ нами замѣчались *СiS*. Въ 7 ч. у. *АСи*, все болѣе развиваясь въ вышину, мѣстами приняли видъ настоящихъ *Си*. Въ 7 ч. 30 м. у. количество этихъ облаковъ нѣсколько уменьшилось, но мощность ихъ осталась попрежнему значительною: на В. онѣ даже переходятъ на вершинахъ въ растекающіеся потоки типа *Сi* и походятъ на *СиN*, при чемъ замѣтно также паденіе изъ нихъ небольшого дождя.

Въ 8 ч. 10 м. у. вѣтеръ умѣр. ССВ.; много *СiS*, полосы которыхъ расходятся изъ В. части горизонта; въ В. части неба они составляли сплошной покровъ. Количество высокихъ кучевыхъ облаковъ немного уменьшилось; на В. ясно видно было паденіе дождя.

Въ 8 ч. 50 м. началъ падать отдѣльныя рѣдкія капли дождя. Въ 8 ч. 55 м. видно было паденіе довольно сильнаго дождя надъ центромъ и южною частью города; облака движутся съ СВ. Отъ 8 ч. 58 м. до 9 ч. 02 $\frac{1}{2}$ м. у. падалъ умѣренный дождь. Отъ 9 ч. 06 мин. до 9 ч. 09 м. у. опять шелъ дождь, но слабѣе предыдущаго.

Въ 9 ч. 50 м. у. всѣ болѣе густыя облака прошли къ З., на В. половинѣ неба сплошной туманный покровъ въ родѣ *СiS*. Въ 10 ч. у. на С. начали показываться обыкновенныя облака восходящаго тока (*Си*) небольшихъ размѣровъ. Въ 10 ч. 42 м. малые *Си* видны на С., СЗ. и З. Въ 11 ч. 05 м. у. малые *Си* замѣчаются по всему горизонту.

Въ 10 ч. 56 м. у. на СВ. замѣчены слоистыя облака, постепенно надвигавшіяся со скоростью 8 метр. въ секунду. Въ 11 ч.

44 м. край этихъ облаковъ достигъ зенита. Около 12 ч. 20 м. отношеніе между высотами вершинъ и низа кучевыхъ облаковъ достигло 3,5. Между 12 ч. 15 м. и 12 ч. 30 м. д. нѣсколько разъ замѣчалось паденіе мелкихъ дождевыхъ капель изъ слоистыхъ облаковъ. Въ 12 ч. 23 м. д. на СЗ. сильный восходящій токъ достигъ вершиною до слоистыхъ облаковъ. Затѣмъ и въ другихъ мѣстахъ стало замѣчаться то же.

Въ 1 час. 30 м. дня опять упало нѣсколько мелкихъ капель дождя.

Въ 6¹/₂ час. веч. въ разныхъ частяхъ неба видны были *СiN*. Въ 8-мъ часу веч. стала надвигаться съ СВ. гроза; въ 7 ч. 50 м. веч. начали замѣчаться порывы вѣтра, поднимавшіе пыль. Впереди грозы, примѣрно подъ краемъ растекающихся облаковъ, образовались сильные восходящіе токи, наклоненные къ области дождя. Въ 8 ч. 45 м. веч. начался дождь. Сильная гроза и дождь продолжались до 10 ч. вечера.

Высота облаковъ. 28 іюля почти не удалось произвести измѣреній высоты облаковъ восходящаго тока. Поэтому я не имѣлъ возможности вычертить діаграмму облачности и ограничиваюсь только приведеніемъ данныхъ, которыя удалось получить.

Утреннія облака, похожія сначала на *АСи*, а потомъ перешедшія въ типъ *Сi*, наблюдались на очень большой высотѣ: ихъ основанія находились на высотѣ 3300 метр. Высоту низа обыкновенныхъ *Сi* удалось измѣрить всего одинъ разъ: въ 12 ч. 23 м. дня 800 метр. При большой влажности, господствовавшей весь день, основанія облаковъ, образуемыхъ восходящими токами, возникающими въ нижнихъ слояхъ атмосферы, должны были находиться очень низко, особенно утромъ. Поэтому образованіе облаковъ типа *Сi*, имѣвшихъ основаніе на высотѣ 3300 м., указываетъ на существованіе восходящихъ токовъ, начинавшихся на значительной высотѣ надъ поверхностью землв. Общій ходъ облачности позволяетъ сдѣлать такія заключенія о распредѣленіи температуры по высотѣ утромъ 28 іюля: до 10 ч. утра существовала утренняя низкая ниверсія, которая задерживала восходящіе токи на очень малой высотѣ и ирепятствовала образованію кучевыхъ облаковъ; выше ниверсіи, въ очень толстомъ слоѣ воздуха, на нѣсколько километровъ въ вышину, наденіе температуры было очень близко къ 1° на 100 метр., а мѣстами даже немного болѣе;

поэтому возникали восходящие токи, начинавшиеся на большой высоте над поверхностью земли, и образовавшие сначала *ACu*, а потом мощные гряды типа *Cu*.

Слоистые облака, замеченные около полудня, имели высоту также около 3100 м. (два измерения дали 3323 м. и 2950 м.).

Слабое давление, занимавшее большую часть России и постепенно распространявшееся, сказалось в эти дни сильным развитием восходящих токов и многочисленными грозами.

11 августа 1906 года.

Образование облаков. В 6 ч. у. небо совершенно ясно. В 7 ч. утра появились слоистые облака, переходящие по краям в тип *ACu* и *CiCu*. В 8 ч. 30 м. у. все небо покрыто слоем облаков, которые около просветов похожи на *ACu* и *CiCu*. В 9 ч. утра облака двигались с ЮЗ., а ветер был между Ю. и ЮЮВ., довольно сильный.

В 9 ч. 16 м. у. замечены первые маленькие *Cu* на ЮВ. и СВ. В 9 ч. 55 м. у. развитие облаков восходящего тока очень мало продвинулось вперед; все небо покрыто облаками типа *StrCu*. В 10 ч. 13 м. у. облаков восходящего тока стало больше, но размеры их попрежнему очень малы.

В 10 ч. 32 м. у. под верхними слоистыми облаками видны местами еще более низкие слоистые облака. С 11 ч. 35 м. у. начали изредка падать отдельные мельчайшие капли дождя, все небо сплошь покрыто облаками. В 12 ч. 20 м. падение капель прекратилось. Облака восходящего тока очень малочисленны и ничтожных размеров.

В 1 ч. 02 м. д. на Ю. и ЮЮЗ. видно падение небольшого дождя из слоистых облаков; на З. виден более сильный дождь. Направление движения облаков от ЮЗ. От 1 ч. 34 м. до 1 ч. 41 м. опять падали редкие и мелкие капли дождя. Около 1 ч. д. образование облаков восходящего тока заметно усилилось.

В 2 ч. 10 м. у. облаков восходящего тока почти совсем не заметно. В 2 ч. 35 м. д. край слоистых облаков прошел через зенит, и облака эти удалились в СВ. часть неба. На Ю. части неба очень много *CiS*, — чем ближе к горизонту, тем гуще; облака восходящего тока ничтожны и видны только на ЮЗ.

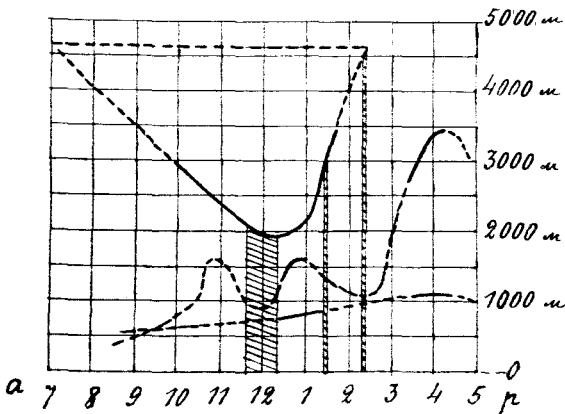
Между 2 ч. 18 м. и 2 ч. 21 м. дья падали мельчайшія рѣдкія капли дождя изъ облака типа въ родѣ *АСи*.

Въ 2 ч. 50 м. д. развитіе облаковъ восходящаго тока на Ю. и ЮЗ. стало усиливаться. Въ 3 ч. д. на ЮЗ. выступаютъ изъ тумана, окутывающаго горизонтъ, неясныя контуры высокыхъ *Си*.

Въ 4 ч. 24 м. опять замѣчены *АСи* на Ю. и ЮЗ. Въ 4 ч. 51 м. на З. вдали видно паденіе дождя.

Въ 5 ч. 14 м. веч. можно было ясно видѣть, какъ растекшіяся облака восходящаго тока постепенно переходять въ типъ *АСи*.

Высота облаковъ. (Черт. 39.) День 11-го августа былъ весьма



Черт. 39.

неблагопріятенъ для измѣренія высоты облаковъ. Непосредственно опредѣлить высоту нижней поверхности кучевыхъ облаковъ удалось только два раза: въ 12 ч. 49 м. д. найдена высота 810 метр., и въ 3 ч. 59 м. д.—1125 метр. Чтобы хотя приблизительно провести кривую высотъ поверхности росы и затѣмъ отъ нея при помощи относительныхъ измѣреній перейти къ высотѣ вершинъ облаковъ, я вычислилъ для 9 ч. у. высоту поверхности росы по формулѣ, приводимой въ гл. II, 1-й части, исходя изъ температуры и влажности, наблюдавшихся въ это время у поверхности земли; искомая высота получила съ 660 метр. Такое вычисленіе для даннаго дня можно считать довольно близкимъ къ вѣстину, такъ какъ если сдѣлать такое же вычисленіе для 1 ч. д. и 4 ч. д., то по-

лучатся высоты 875 метр. и 1100 метр., весьма близкія къ наблюденнымъ около этого времени. Но во всякомъ случаѣ я позволилъ себѣ начертить найденную такимъ образомъ кривую высоту поверхности росы только пунктиромъ, за исключеніемъ небольшихъ кусочковъ, прилегающихъ къ точкамъ, опредѣленнымъ непосредственнымъ измѣреніемъ. Соответственно этому и кривая вершинъ облаковъ восходящаго тока въ большей своей части вычерчена пунктиромъ, такъ какъ она опредѣлена путемъ относительныхъ измѣреній облачною алидадою, исходя изъ кривой высотъ поверхности росы.

Высота вершинъ кучевыхъ облаковъ измѣнялась въ этотъ день весьма замѣчательнымъ образомъ. Сначала развитіе *См* пошло довольно быстро, такъ что въ концѣ 11-го часа ихъ вершины достигали уже высоты въ 1600 метр. Но затѣмъ началось пониженіе, и въ 12 ч. д. облака восходящаго тока уже не шли выше 1000 метр. Это пониженіе было явно связано съ наблюдавшимся около 12 ч. дня паденіемъ небольшого дождя изъ верхнихъ облаковъ, вызвавшимъ нисходящій токъ. Хотя дождь былъ настолько ничтоженъ, что даже не могъ быть измѣренъ, но на кучевыя облака онъ оказалъ очень замѣтное вліяніе.

По окончаніи дождя развитіе кучевыхъ облаковъ опять усилилось, и вершины ихъ стали доходить опять почти до 1600 метр. Но затѣмъ вновь начало замѣчаться по временамъ паденіе мельчайшихъ дождевыхъ капель, и кучевыя облака опять настолько сократились въ вертикальныхъ своихъ размѣрахъ, что ихъ вершины лишь немного переходили за 1000 метр. высоты.

Въ 2¹/₂ ч. д. верхнія облака удалились къ С., и на нѣкоторомъ разстояніи отъ ихъ края стало замѣчаться усиленное развитіе облаковъ восходящаго тока. Въ 3 ч. дня высота вершинъ облаковъ восходящаго тока уже превосходила 2000 метр., а въ началѣ 5-го часа доходила почти до 3500 метр. Въ 5 ч. д. замѣтно было даже паденіе дождя изъ вновь образовавшихся облаковъ. Послѣ 4¹/₂ ч. дня высота вершинъ *См* опять начала уменьшаться.

Для верхнихъ облаковъ, проходившихъ надъ Москвою между 7 ч. у. и 2¹/₂ ч. д., удалось сдѣлать столько измѣреній, что кривую высотъ ихъ низа можно было вычертить точно отъ 10 ч. у. до 1³/₄ ч. д. Для высоты верха этихъ облаковъ удалось сдѣлать только одно измѣреніе, давшее 4570 метр.; поэтому верхняя гра-

нища этихъ облаковъ и концы нижней кривой вычерчены пунктиромъ. Въ 10 ч. утра нижняя поверхность этихъ облаковъ находилась на высотѣ 3000 метр.; въ 12 ч. д.—на 2000 метр. и въ 1 ч. 45 м. дня—на 3500 метр.

Змѣйковый полетъ въ Аэродинамическомъ Институтѣ Д. П. Рябушинскаго далъ въ этотъ день слѣдующіе результаты.

Подъёмъ.				Спускъ.			
Время.	Высота надъ поверхност. земли мт.	t C°	Относител. влажность. %/10.	Время.	Высота надъ поверхност. земли мт.	t C°	Относител. влажность. %/10.
9 ^h 54 ^m а	0	18,2	72	11 ^h 24 ^m а	2175	—0,3	89
10—01	235	15,6	77	44	1994	1,9	94
05	393	13,8	78	48	1858	2,5	93
16	913	9,4	80	12—10	1238	8,1	78
26	1266	6,8	77	16	1035	8,2	79
38	1447	5,1	77	26	774	11,9	75
11—12	1604	3,9	80	36	411	13,4	79
24	2175	—0,3	89	39	94	16,5	75
				41	0	18,2	67

Никакого дождя въ Кучинѣ не наблюдалось, но въ то время, когда въ Москвѣ замѣчалось паденіе ничтожнаго дождя (около 12 ч. дня), змѣйковый полетъ повазалъ увеличеніе влажности на высотахъ болѣе 1400 метр. Очевидно, что здѣсь падавшія изъ облаковъ капли были настолько малы и немногочисленны, что успѣвали испариться, не доходя до земли. Малое паденіе температуры съ высотой объясняетъ слабое развитіе кучевыхъ облаковъ въ вышину: отъ поверхности земли до 1450 метр. паденіе температуры около 11 ч. у. 13,10 (0,903° на 100 метр.), до 1600 метр. 14,3° (0,894° на 100 метр.), а до 2175 метр.—только 18,5° (0,85. на 100 метр.). Въ нижнихъ слояхъ распредѣленіе температуры

соотвѣтствуетъ неустойчивому равновѣсію: между поверхностью земли и 400 метр. паденіе температуры: въ 10 ч. у. $4,4^{\circ}$, и около 1 ч. дня $4,8^{\circ}$.

Инверсій не наблюдалось, но слѣдуетъ отмѣтить, что при спускѣ пройденъ былъ почти изотермическій слой между 1035 и 1238 метр. и вообще наблюдалось очень медленное паденіе температуры въ слое между 411 и 1238 метр.: $5,3^{\circ}$ на 827 метр. или $0,64^{\circ}$ на 100 метр.

Наблюденныя обстоятельства показываютъ, что верхнія облака 11 августа не были облаками восходящаго тока. Падавшія изъ этихъ облаковъ капли были настолько мелки, что при малѣйшемъ восходящемъ токѣ онѣ не могли бы падать. Увеличеніе влажности подъ наиболѣе густою частью облаковъ также указываетъ на паденіе изъ облаковъ мелкой водяной пыли. Мы уже видѣли (см. часть I гл. IV), что такія явленія свойственны растекающимся облакамъ. Всѣ записи, произведенныя при наблюденіяхъ, показываютъ, что дожденосность облаковъ увеличивалась къ З.: въ то время, какъ въ Москвѣ падалъ очень слабый дождь, въ Кучинѣ, на 25 километровъ восточнѣе, дождя не было; видимое паденіе дождя изъ облаковъ также постоянно было сильнѣе на западѣ. Всѣ эти данныя заставляютъ думать, что на нѣкоторомъ разстояніи къ западу отъ Москвы проходилъ рядъ сильныхъ восходящихъ токовъ, достигавшихъ высоты болѣе 4500 метр. и растекавшихся въ восточномъ направленіи, образуя мощный облачный покровъ, и что облака, проходившія надъ Москвою между 7 ч. у. и $2\frac{1}{2}$ ч. д. принадлежали къ этому обширному покрову растекающихся облаковъ.

Въ 5 ч. д. были наблюдаемы облака, растекающіяся къ ССЗ. при высотѣ поверхности растеканія около 3000 метр. Это показываетъ, что на высотѣ 4500 метр. и 3000 метр. направленія градіента были различны, и оба, въ свою очередь, отличались отъ направленія градіента у поверхности земли—къ ЗСЗ.

Въ день 11 августа можно было наблюдать очень ясно явленія, описанныя въ гл. VI 1-й части: сначала обширный покровъ растекающихся облаковъ препятствовалъ развитію восходящихъ токовъ, а по временамъ нисходящіе токи, вызванныя паденіемъ дождя, еще болѣе понижали верхнюю границу восходящихъ токовъ; когда растекающіяся облака прошли, то на нѣкоторомъ разстояніи отъ нихъ началось довольно сильное развитіе восходящихъ токовъ.

15 августа 1906 года.

Образование облаковъ. 15 августа въ 6-мъ часу утра было совершенно ясно. Съ 6 ч. у. появились ACu и $CiCu$ въ небольшомъ количествѣ. Въ 7 ч. 30 м. у. ACu и $CiCu$ удалились къ Ю., и осталось только немного CiS . Въ 9 ч. 16 м. у. небо было совершенно безоблачно, только у самага горизонта кое-гдѣ видны Str и CiS .

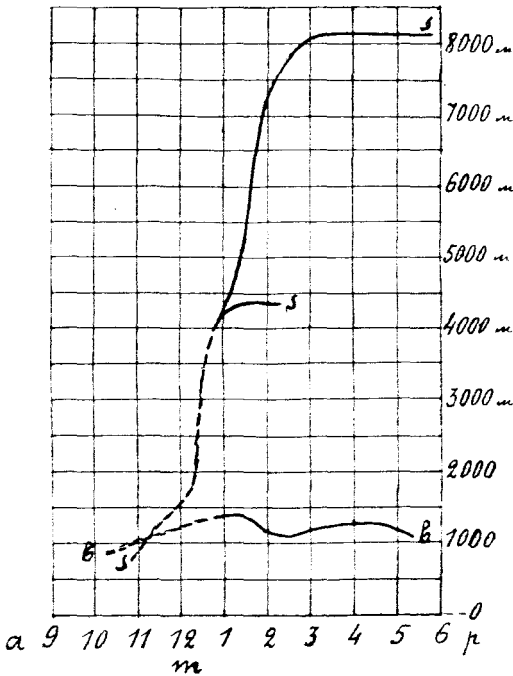
Въ 10 ч. 05 м. у. появились на ССЗ. вблизи горизонта первая облака восходящаго тока въ видѣ маленькихъ Cu . Въ то же время на СЗ. у самага горизонта видно было едва замѣтное очертаніе вершины очень высокаго и весьма удаленнаго кучевого облака. Съ этого момента весь день, параллельно со слабо развитыми облаками восходящаго тока замѣтны были въ разныхъ мѣстахъ очень сильно развитые восходящіе токи, образовавшіе облака типа $CuNi$. Въ 11 ч. 50 м. замѣтно повсемѣстное образование малыхъ Cu , но развитіе ихъ идетъ слабо. Съ 12 ч. 15 м. нѣкоторые Cu начали быстро развиваться въ вышину, а въ 12 ч. 43 м. дня стало замѣчаться у вихъ растеканіе вершинъ, но въ то же время вершины нѣкоторыхъ облаковъ стали подниматься все выше и выше, за эту поверхность растеканія.

Въ 3 ч. дня уже самые высокіе восходящіе токи достигли предѣльной высоты и стали растекаться. При этомъ замѣчено, что у облаковъ, растекавшихся ранѣе на болѣе низкомъ уровнѣ, растеканіе происходило въ южноиъ направленіи, а у наиболѣе высокихъ $CuNi$ растеканіе происходило къ С.

Съ 2 ч. 30 м. д. стало замѣчаться у облаковъ средней величины нѣкоторое стремленіе къ рядовой группировкѣ, выражавшееся впрочемъ слабо и вскорѣ исчезнувшее; направленіе рядовъ наблюдалось отъ ССВ къ ЮЮЗ.

Въ 5 ч. 25 м. кучевыхъ облаковъ осталось уже очень немного; на ЮВ. и З. видны были $CuNi$. Мѣстами протягивались полосы CiS , образовавшихся изъ растекшихся $CuNi$. Кое-гдѣ замѣчались также небольшія площади высокихъ Str , образовавшихся изъ Cu , растекшихся на меньшей высотѣ, чѣмъ CuN . Въ 6 ч. 10 м. Cu совершенно исчезли, а къ 11 ч. ночи небо сдѣлалось совершенно безоблачно.

Высота облаковъ. (Черт. 40.) Высота нижней поверхности облаковъ восходящаго тока въ 12 ч. 40 м. д. была 1350 метр. Къ 1 ч. 20 м. д. она увеличилась до 1400 метр., затѣмъ стала уменьшаться и въ 3 ч. 20 м. д. достигла 1100 метр. Потомъ высота низа облаковъ стала понемногу возрастать, достигла въ 4 ч. дня второго максимума въ 1350 метр., послѣ чего стала уменьшаться.



Черт. 40.

Въ 5 ч. веч. нижняя поверхность облаковъ наблюдалась уже на высотѣ около 1220 метр.

Въ нижеслѣдующей таблицѣ приведены ежечасныя величины температуры, относительной и абсолютной влажности, наблюдавшіяся на обсерваторіяхъ: Университетской и Константиновскаго Межевого Института.

		10 ч. у.	11	12	1 ч. д.	2	3	4	5
Университетъ.	Температ. С°	21,1	22,3	23,1	24,0	24,1	24,1	24,1	23,9
	Относит. влаж. %	63	59	56	53	53	52	51	52
	Абсол. влаж. мм.	11,6	11,8	11,8	11,7	11,8	11,6	11,5	11,4
Госст. Мек. инст.	Температ. С°	22,1	23,1	24,2	24,3	24,9	24,9	24,2	23,2
	Относит. влаж. %	59	57	54	50	49	47	47	50
	Абсол. влаж. мм.	11,6	11,9	12,0	11,1	11,4	11,0	10,3	10,6

Отсюда видно, что въ 2 ч. дня произошла задержка въ уменьшеніи относительной влажности около земной поверхности и нѣкоторое увеличеніе абсолютной влажности. Въмѣстѣ съ тѣмъ въ это же время поверхность росы понизилась почти на 300 метр.

Вершины облаковъ восходящаго тока сначала, между 11 и 12 ч. дня, держались только немногимъ выше поверхности росы; но съ 12 ч. 15 м. онѣ начали быстро подниматься, и въ 12 ч. 40 м. д. были наблюдаемы уже на высотѣ около 4000 метр. Между 12 ч. 40 м. д. и 1 ч. 15 м. д. ростъ облаковъ въ вышину нѣсколько замедлился, и нѣкоторыя облака даже начали явственно растекаться на высотѣ между 4000 и 4500 метр. Послѣ этого небольшого замедленія развитіе облаковъ опять пошло быстрѣе, и въ 3 ч. д. вершины ихъ достигли высоты нѣсколько болѣе 8000 метр., на который развитіе облаковъ и остановилось.

Съ цѣлью провѣрить величину наибольшей высоты облачныхъ вершинъ была опредѣлена въ 4-мъ часу дня угловая высота вершинъ *SuN* на ЮВ. и затѣмъ путемъ письменныхъ сношеній съ начальниками станцій „Быково“, „Бронницы“ и „Фаустово“ собраны свѣденія о выпаденіи дождей въ этотъ день вдоль М.-Казанской жел. дороги. На ст. „Быково“, отстоящей отъ обсерваторіи на 33 килом., дождя не было, въ Бронницахъ (56 кил.) былъ въ 2 ч. довольно сильный дождь и въ 4 ч. д.—очень сла-

бый, остальное время было ясное; въ Фаустовѣ (68 кил.) былъ небольшой дождь послѣ 3 ч. д., небо же было облачно все время. Въ 4-мъ часу дня *tg* угла возвышенія надъ горизонтомъ верхняго края дождевыхъ облаковъ по направленію М.-Каз. ж. д. былъ 0,133. Принимая, что край тучи былъ приблизительно надъ Бронницами, мы получимъ высоту:

$$h = 56 \times 0,133 + 250^1) = 7700 \text{ метр.}$$

Принимая во вниманіе состояніе погоды въ Бронницахъ и Фаустовѣ въ 4-мъ часу дня и припоминая, что въ это время у высокихъ *СмN* наблюдалось растеканіе къ С., можно думать, что обѣ станціи находились подъ окраиною области растеканія сильныхъ восходящихъ токовъ, расположенныхъ южнѣе, и что измѣренная угловая высота относится къ краю растекающихся облаковъ. Такъ какъ высота вершинъ облаковъ всегда нѣсколько болѣе высоты поверхности растеканія, то можно сказать съ полною увѣренностью, что вершины восходящихъ токовъ доходили до 8000 метр., что вполнѣ согласно съ діаграммою.

Дождь въ Бронницахъ въ 2 ч. дня зависѣлъ, вѣроятно, отъ прохожденія одного изъ болѣе слабыхъ восходящихъ токовъ, растекавшихся на высотѣ 4000—4500 метр.

Направленіе края дождевыхъ облаковъ на ЮВ. въ 4-мъ часу дня было опредѣлено помощью угломѣрныхъ наблюденій и оказалось отъ ЮЗ. на СВ., т.-е. почти параллельно изобарамъ.

15 августа Москва находилась на границѣ между циклономъ и антициклономъ, т.-е. въ положеніи, когда часто наблюдаются грозы.

И дѣйствительно, хотя въ этотъ день въ Москвѣ и не наблюдалось грозы, но въ окрестности, особенно на ЮВ. восходящіе токи доходили до 8000 метр. и должны были вызвать мѣстные грозы.

15 августа въ Кучинѣ были произведены два змѣйковыхъ полета, достигшихъ значительной высоты.

1) 250 метр. поправка на сферичность земли.

1-й полетъ.

Подъемъ.				Спускъ.			
Время.	Высота надъ поверхност. земли мт.	t C°	Относител. влажность %/о.	Время.	Высота надъ поверхност. земли мт.	t C°.	Относител. влажность %/о.
7 ^h 47 ^m а	0	18,2	72	9 ^h 34 ^m а	2724	—3,0	82
58	91	14,0	78	54	2434	—0,3	83
59	299	16,8	64	10—12	1998	3,5	79
8—03	418	17,8	59	26	1450	8,6	75
08	599	16,0	60	41	1146	12,6	68
17	732	15,2	61	53	648	16,2	62
32	1182	9,9	68	56	527	15,5	69
42	1784	4,3	75	59	336	17,8	74
9—06	2015	2,2	78	11—03	124	19,6	70
23	2434	—1,0	81	07	0	23,0	59
34	2724	—3,0	82				

Рано утромъ видна очень сильная утренняя инверсія, задержавшая образование кучевыхъ облаковъ до 12-го часа. При спускѣ инверсія эта уже почти исчезла.

2-й полетъ.

Подъемъ.				Спускъ.			
Время.	Высота надъ поверхност. земли мт.	t C°	Относител. влажность %/о.	Время.	Высота надъ поверхност. земли мт.	t C°	Относител. влажность %/о.
12 ^h 57 ^m р.	0	23,0	54	2 ^h 56 ^m р.	2445	0,1	72
1—05	151	20,3	56	3—08	2273	2,7	73
21	543	16,2	64	19	1883	5,3	70
42	884	12,5	73	31	1601	7,6	69
2—04	1121	10,8	65	36	1574	7,9	79
29	1329	9,2	64	46	1248	10,5	65
46	1886	4,4	68	56	1031	12,8	72
56	2445	0,1	72	4—07	534	18,3	64
				19	139	22,2	55
				21	0	23,2	52

Въ это время инверсій между поверхностью земли и 2500 метр. не наблюдалось, какъ этого и слѣдовало ожидать, судя по диаграммѣ облачности. Въ 5-мъ часу около поверхности земли замѣчается уже очень медленное паденіе температуры съ высоту; поэтому питаніе восходящихъ токовъ снизу прекратилось, и облака восходящаго тока въ 5¹/₂ часовъ почти исчезли.

За оба полета 15 августа нигдѣ не было встрѣчено очеь сухихъ слоевъ. Это несомнѣнно благопріятствовало развитію облаковъ восходящаго тока.

18 августа 1906 г.

Образованіе облаковъ. 18 августа утромъ было совершенно ясно. Въ 9 ч. 15 м. утра появился на С. первый *Сi*. Въ 9 ч. 35 м. появились *Сi* на СВ. и СЗ. *Сi* на Сѣв. хорошо развиваются. Въ 9 ч. 43 м. у. надъ городомъ видны высокіе восходящіе токи съ пылью, на вершинахъ которыхъ начинается сгущеніе пара, *Сi* появляются во всѣхъ частяхъ неба. Въ началѣ 11-го часа стало замѣчаться растеканіе наиболѣе развитыхъ кучевыхъ облаковъ. Вѣтеръ ЮЗ. слабый. Въ 10 ч. 30 м. у. развитіе *Сi* въ сѣверной части неба идетъ сильно, а въ южной—гораздо слабѣе.

Въ 10 ч. 45 м. у. начало замѣчаться нѣкоторое стремленіе облаковъ къ рядовой группировкѣ. Въ 11 ч. 30 м. мѣстами видны были хорошо сформированные ряды; направленіе отъ ЮЗ. къ СВ. Послѣ 12 ч. дня рядовая группировка исчезла.

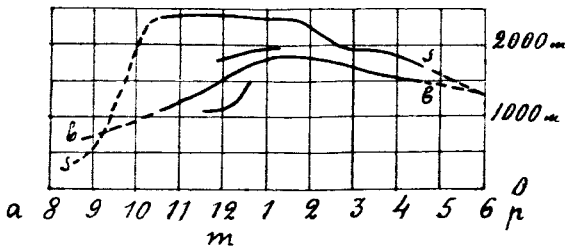
Въ 11 ч. 36 м. на западной половинѣ неба облака восходящаго тока почти исчезли. На З. у горизонта видны *CiS*; въ другихъ частяхъ неба *CiS* не замѣчаются.

Во 2-мъ часу дня облака восходящаго тока приняли весьма незначительные размѣры и оставались въ такомъ состояніи до 6 ч. 10 м., когда онѣ совершенно исчезли. Вечеромъ ясно.

Высота облаковъ (черт. 41). Измѣренія можно было начать только около 11 ч. у., за отсутствіемъ облаковъ поблизости. Въ 11 ч. у. поверхность росы находилась на высотѣ 1200 метр. и довольно быстро поднималась.

Между 11 ч. 30 м. у. и 1 ч. дня измѣренія давали чрезвычайно различныя величины для высоты поверхности росы, несмотря на то, что наблюденія располагались такъ, чтобы всегда опредѣлять

высоту облака по тѣни, падающей отъ нижняго его края. Желая разобраться въ этой аномалии, я подвергнулъ эти наблюденія самому всестороннему разсмотрѣнiю. Между прочимъ я нанесъ на планъ проекціи всѣхъ наблюдавшихся въ это время облаковъ; при этомъ оказалось, что всѣ низкія облака находились надъ западную частью города, близъ Кудринской площади и Смоленскаго рынка, а наиболѣе высокіе—надъ центральной частью города. Топографическія условія этихъ мѣстностей весьма значительно разнятся: къ ЮЗ. отъ Москвы болѣе чѣмъ на 10 килом. тянется низменная полоса, изобилующая водою и огородами, сначала по долинѣ Москвы рѣки, и далѣе по долинѣ р. Сѣтуни, центръ же города находится въ особо неблагоприятныхъ условіяхъ относительно влаги: испаренія вездѣ вокругъ почти нѣтъ, между тѣмъ каменныя



Черт. 41.

мостовыя и стѣны, а въ особенности желѣзныя крыши очень сильно нагрѣваются солнцемъ. При господствовавшемъ въ это время слабомъ ЮЗ. вѣтрѣ воздухъ, попадавшій въ западную часть города проходилъ предварительно большое пространство по мѣстамъ, гдѣ испареніе было значительно, и находился въ соприкосновеніи съ ними достаточно долгое время, чтобы увеличить свой запасъ влаги; поэтому восходящіе токи, поднимавшіеся въ З. части города, имѣли наиболѣе низкую поверхность росы. Надъ центромъ же города, наоборотъ, поверхность росы была очень высока, благодаря малой влажности и высокой температурѣ воздуха. На діаграммѣ, кромѣ линіи высотъ поверхности росы для всей мѣстности, вычерчены также линіи для центра и западной окраины города Москвы; изъ нихъ видно, что въ полдень поверхность росы надъ центромъ города была почти на 800 метр. выше, чѣмъ надъ З. окраиною.

Поверхность росы поднималась до 1 ч. 30 м. д., когда она достигла 1800 метр.; надъ центромъ города въ 1 ч. д. высота поверхности росы доходила почти до 2000 метр. Къ 4 ч. 20 м. д. поверхность росы опустилась до 1500 метр., и далѣе продолжала медленно опускаться.

Вершины облаковъ восходящаго тока сначала быстро поднимались; затѣмъ съ 10 ч. 30 м. у. до 1 ч. 40 м. д. онѣ оставались между 2300 и 2400 метр. Между 1 ч. 40 м. д. и 2 ч. 50 м. д. высота вершинъ облаковъ уменьшилась съ 2300 м. до 1950 м.; отъ 2 ч. 50 м. до 3 ч. 20 м. она оставалась на 1950 м., а затѣмъ стала опять уменьшаться, но нѣсколько медленнѣе прежняго. Въ 4 ч. 30 м. д. вершины облаковъ находились уже всего на 1670 метр. надъ поверхностью земли и далѣе продолжали опускаться.

Весь день 18 августа Москва находилась въ области антициклона. Хотя давленіе понемногу и понижалось, но отгѣсненіе книзу облаковъ, начавшееся около 2 ч. д. и продолжавшееся до вечера, показывало, что притокъ воздуха къ антициклону въ верхнихъ слояхъ продолжался, хотя и не очень энергично и съ перерывами. Это указывало на устойчивость антициклона; и дѣйствительно утромъ 19 августа циклонъ, бывшій на западѣ, передвинулся къ сѣверу, а область высокаго давленія въ Россіи расширилась.

Въ общемъ ходъ давленія очень напоминаетъ 30 іюня 1906 г. Точно такъ же и ходъ облачности имѣетъ много общаго съ наблюдавшимся 30 іюня: какъ и тогда, происходитъ систематическое осаживаніе книзу восходящихъ токовъ, но съ меньшею быстротою. Одинаковыя причины вызвали и одинаковыя послѣдствія.

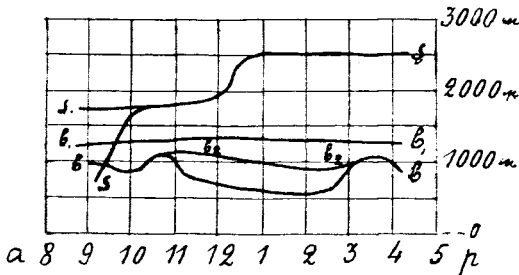
22 августа 1906 года.

Образованіе облаковъ. Въ 6 ч. у. ясно, есть только немного *Cis*. Въ 6 ч. 30 м. у. стали образоваться облака типа *Str*, *Cu* и *ACu*. Въ 9 ч. 25 м. у. появились малые *Cu* въ части неба, свободной отъ *StrCu*. Вѣтеръ все время ЮЮЗ. и ЮЗ., довольно сильный. Въ 10 ч. 16 м. развитіе облаковъ восходящаго тока еще очень мало подвинулось впередъ. Въ 11 ч. 10 м. у. облака восходящаго тока такъ смѣшались съ *ACu* и *StrCu*, что ихъ трудно различить.

Въ 12 ч. 10 м. д. начало замѣчаться у горизонта паденіе дождя. Далѣе до самаго вечера небо оставалось пасмурно, а къ 11 ч. ночи стало ясно.

Высота облаковъ (черт. 42). Около 9 ч. утра удалось измѣрить высоту слоя *StrCu*, которая оказалась: высота низа 1200—1250 метр.; высота верха—1800 метр. Затѣмъ въ теченіе всего дня замѣчались облака, имѣвшія основаніе на высотѣ между 1200 и 1300 метр. Облака восходящаго тока, появившіяся впервые въ 9 ч. 25 м. у., имѣли поверхность росы на высотѣ около 1000 метр.; около этой высоты поверхность росы держалась до 4 часовъ, съ небольшими отклоненіями вверхъ и внизъ. Между 11 ч. у. и 3 ч. д. основанія нѣкоторыхъ облаковъ наблюдались на гораздо меньшей высотѣ—отъ 600 до 750 метр. Это, вѣроятно, зависѣло отъ мѣстныхъ разностей во влажности воздуха около земной поверхности, вызванныхъ начавшимися перепадать небольшими дождями.

Верхняя поверхность слоя *StrCu* отъ 9 до 12 ч. держалась на



Черт. 42.

высотѣ между 1750 метр. и 1850 метр.; на этой же высотѣ оставались и вершины восходящихъ токовъ. Между 12 ч. и 1 ч. д. вершины облаковъ поднялись до 2500 метр. и держались около этой высоты до самого вечера.

22 августа Москва находилась на южной окраинѣ сильнаго циклона, расположеннаго на сѣверѣ, а на ЮЗ. отъ Москвы находился антициклонъ, перемѣщавшійся къ В. Вліяніе этого антициклона сказалось въ малой высотѣ, которой достигали вершины облаковъ.

Змѣйные полеты въ аэродинамическомъ институтѣ г. Рябушинскаго въ Кучинѣ были произведены 22 августа дважды: первый между 8 ч. 20 м. у. и 10 ч. 12 м. у., а второй—между 2 ч. 11 м. д. и 3 ч. 52 м. д.

Результаты ихъ слѣдующіе:

1-й полетъ.

Подъемъ.					Спускъ.				
Время.	Высота отъ поверх. зем- ли метр.	t C°.	Отн. влаж. %/о.	Сила вѣтра метр. въ сек.	Время.	Высота отъ поверх. зем- ли метр.	t C°.	Отн. влаж. %/о.	Сила вѣтра метр. въ сек.
8 ^h 20 ^m а.	0	16,8	63		9 ^h 20 ^m	1622	6.0	82	13
37	149	15,5	64	5	21	1569	4,0	85	13
46	744	9,9	64	13	37	1269	6,8	84	13
9—02	1155	5,6	73	11	59	633	11,2	71	13
9	1244	6,6	69	11	10—06	333	14,2	63	9
19	1569	3,9	85	11	9	135	16,4	60	7
20	1622	6,0	82	13	12	0	17,1	63	

2-й полетъ.

2 ^h 11 ^m р.	0	19,0	64		2 ^h 49 ^m	1470	6,4	93	—
20	422	14,4	73	7	11	1135	7,8	87	11
30	1034	8,0	85	14	29	772	12,2	82	10
40	1301	6,6	88	13	38	552	14,3	81	8
49	1470	6,4	93	—	46	264	17,5	73	9
					52	0	20,1	55	

Утромъ довольно сильная инверсія наблюдалась на высотѣ около 1600 метр., нѣсколько ниже вершинъ облаковъ, какъ этого и нужно было ожидать. Кромѣ того, небольшая инверсія была найдена въ 9 ч. у. на высотѣ 1155—1244 метр., т.-е. непосредственно подъ нижнею поверхностью слоя *Str—Cu*. Это показываетъ, что *Str—Cu* имѣли характеръ растекающихся облаковъ: изъ нихъ падали внизъ мелкія капельки, которыя быстро испарялись и охлаждали воздухъ.

Если бы это были облака восходящаго тока, подобное явленіе было бы невозможно. Такое заключеніе о характерѣ *Str—Cu* подтверждается еще тѣмъ, что утромъ развитіе восходящихъ токовъ началось въ части неба, свободной отъ *Str—Cu*.

25 августа 1906 года.

Образованіе облановъ. 25 августа въ 6 ч. у. небо стало очищаться отъ покрывавшихъ его *Str*, которые, наконецъ, совсѣмъ удалились къ югу.

Въ 6 ч. 15 м. у. появилось много *Fr Cu*. Въ 6 ч. 40 м. они исчезли, а въ 7 ч. у. появились опять. Въ 9 ч. у. облаковъ стало такъ много, что солнце большую часть времени было закрыто ими; но вертикальные размѣры облаковъ не велики.

Въ 10 ч. 40 м. у. стала замѣчаться нѣкоторая наклонность къ рядовой группировкѣ облаковъ. Направленіе наиболѣе замѣтныхъ рядовъ отъ ЗСЗ къ ВЮВ. Но въ общемъ ряды коротки и мало устойчивы.

Въ 11-мъ часу замѣчено, что *Cu* сильно наклонены къ В. Такъ какъ вѣтеръ все время дулъ съ З., то это заставляетъ предполагать, что съ высотой вѣтеръ усиливается.

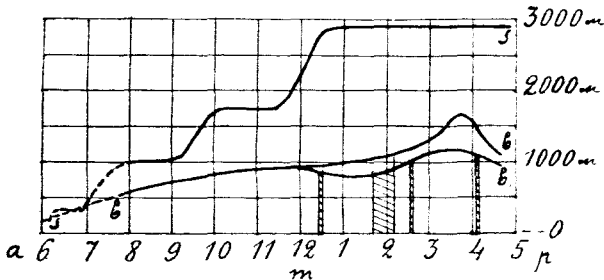
Въ 11 ч. 43 м. у. на С. около горизонта видно паденіе дождя. Съ 12 ч. д. паденіе дождя начинаетъ замѣчаться и въ другихъ мѣстахъ, а около 12 ч. 30 м. оно замѣчается уже въ очень многихъ мѣстахъ, во всѣхъ частяхъ горизонта. Между 12 ч. 26 м. и 12 ч. 31 м. падали рѣдкія капли дождя. Въ 12 ч. 34 м. вѣтеръ очень ослабѣлъ, сохраняя западное направленіе, а въ 12 ч. 36 м. достигъ опять прежней силы.

Отъ 1 ч. 39 м. д. до 2 ч. 10 м. д. опять шелъ дождь. Между 2 ч. 33 м. и 2 ч. 36 м. накрапывалъ очень слабый дождь. Вообще съ 12 ч. д. замѣчалось прохожденіе съ З. на В. многочисленныхъ небольшихъ областей дождя.

Въ конецъ 4-го часа паденіе дождя стало замѣчаться все менѣе и менѣе. Въ 3 ч. 48 м. дождь былъ виденъ лишь въ одномъ мѣстѣ (на СВ.), и то небольшой. Затѣмъ паденіе дождя опять начало все болѣе и болѣе распространяться. Отъ 4. 03 м. д. до 4 ч. 06 м. д. падали рѣдкія капли дождя. Въ 4 ч. 15 м. опять упало нѣсколько капель дождя. Около 6 ч. веч. шелъ дождь въ разныхъ мѣстахъ Москвы. Въ 7 ч. веч. было пасмурно. Въ 11 ч. ночи стало ясно.

Высота облаковъ (черт. 43). Измѣренія можно было начать только въ концѣ 8-го часа. Но изъ хода облачности въ ранніе утренніе часы можно ясно видѣть, что восходящіе токи достигли поверхности росы въ 6 ч. 15 м. у., но затѣмъ были задержаны утреннею инверсіею немного выше поверхности росы. Между тѣмъ послѣдняя, благодаря нагрѣванію поверхности земли, все повышалась и въ 4 ч. 40 м. поднялась настолько, что восходящіе токи уже перестали достигать ея. Поэтому и облака исчезли. Около 7 ч. у. восходящіе токи преодолѣли инверсію и стали довольно быстро развиваться въ вышину; опять появились облака.

Въ 7 ч. 47 м. у. поверхность росы была на высотѣ 580 метр. отъ поверхности земли. Восходящіе токи въ 7 ч. 50 м. стали доходить до 1000 метр., но на этой высотѣ ихъ развитіе остано-



Черт. 43.

лось, и они до 9 ч. 10 м. у. не шли далѣе 1000 метр.; лишь немногіе, особенно сильныя, доходили до 1100—1200 метр. Съ 9 ч. 10 м. у. высота вершинъ облаковъ начала увеличиваться и въ 10 ч. 10 м. у. достигла 1750 метр. На этой высотѣ вершины облаковъ оставались до 11 ч. 30 м. Въ 11 ч. 30 м. у. вершины облаковъ опять начали быстро подниматься и въ 12 ч. 30 м. д. достигли 2900 метр.; на этой высотѣ онѣ оставались до 5 ч. веч., когда наблюденія были прекращены. Такимъ образомъ, прежде чѣмъ достигнуть окончательной высоты, вершины облаковъ имѣли три довольно длинныя остановки.

Поверхность росы, какъ уже было сказано, въ 7 ч. 47 м. у. наблюдалась на высотѣ 580 метр. Затѣмъ она медленно поднималась: въ 9 ч. у. она была на высотѣ 720 метр., а въ 11 ч. у.—на высотѣ 900 метр.

Когда начались въ разныхъ мѣстахъ дожди, единство поверхности росы сразу нарушилось. Это вполне понятно: по близости отъ мѣстъ, гдѣ недавно прошелъ дождь, воздухъ влажнѣе, и потому поверхность росы ниже, чѣмъ на мѣстахъ, гдѣ дождя не было, или онъ выпалъ настолько давно, что земля уже успѣла нѣсколько просохнуть. Съ полудня высота поверхности росы колебалась между слѣдующими предѣлами:

въ 12 ч. — м. д. между	900 и	960 метр.
” 1 ” — ” ” ”	820 ”	1000 ”
” 2 ” — ” ” ”	870 ”	1090 ”
” 3 ” — ” ” ”	1090 ”	1280 ”
” 3 ” 40 ” ” ”	1160 ”	1650 ”
” 3 ” 45 ” ” ”	1160 ”	1670 ”
” 4 ” — ” ” ”	1130 ”	1580 ”
” 4 ” 35 ” ” ”	1000 ”	1680 ”

25 августа въ аэродинамическомъ институтѣ Д. П. Рябушинскаго были произведены два змѣйковыхъ полета.

1-й полетъ.

П о д ъ е м ь .					С п у с к ь .				
Время.	Высота надъ поверх. земли м.	t C°.	Отн. влаж. %.	Сила вѣтра m/s.	Время.	Высота надъ поверх. земли м.	t C°.	Отн. влаж. %.	Сила вѣтра m/s.
8 ^h 20 ^m а.	0	12,0	66	—	9 ^h 23 ^m а.	1461	0,3	79	12
29	90	9,8	68	7	26	1422	-0,2	82	12
50	814	3,7	83	13	36	1232	1,3	85	12
9—07	1132	1,0	83	14	45	1082	1,9	87	12
12	1295	0,3	87	14	50	996	2,5	90	13
23	1461	0,3	79	12	57	824	4,5	88	10
					10—08	441	8,8	76	10
					14	84	12,0	68	6
					17	0	12,0	62	—

При спускѣ обнаружена инверсія на высотѣ между 1422 и 1461 метр. надъ землею; впрочемъ, о верхней границѣ инверсіи по этому полету судить точно нельзя, т. к. высота 1461 метр. представляетъ высшую точку полета, п потому не извѣстно, какъ измѣнилась температура выше. При подъемѣ инверсія не наблюдалась, а замѣчалось только очень слабое паденіе температуры между 1100 и 1500 метр.; такимъ образомъ, инверсія образовалась между 9 ч. 23 м. п 9 ч. 26 м. у. Высота инверсіи почти на 290 метр. ниже той высоты, на которой остановились вершины облаковъ между 10 и 11¹/₂ ч. у.

Долгое нахождение вершинъ облаковъ на высотѣ 1000 метр. между 7 ч. 50 м. у. и 9 ч. у. оставило свой слѣдъ въ видѣ медленнаго паденія температуры надъ 1000 метр., замѣченнаго при подъемѣ змѣя; при спускѣ паденіе температуры въ этихъ слояхъ было уже гораздо быстрѣе, т. к. очагъ охлажденія перемѣстился выше.

Этотъ полетъ ясно показываетъ, что инверсіи, которыя наблюдаются нѣсколько ниже вершинъ облаковъ, не представляются чѣмъ-то заранѣе существующимъ, а образуются одна за другою вѣдствіе соприкосновенія облаковъ съ сухимъ воздухомъ верхнихъ слоевъ атмосферы.

2-й полетъ.

П о д ъ е м ъ .					С п у с к ъ .				
Время.	Высота надъ поверх. земли мѣ.	t C°.	Отн. влаж. %.	Сила вѣтра м/с.	Время.	Высота надъ поверх. земли мѣ.	t C°.	Отн. влаж. %.	Сила вѣтра м/с.
1 ^h 58 ^m р.	0	10,6	46	8	2 ^h 26 ^m	995	-2,0	75	13
2—02	111	7,3	61	10	55	910	-0,8	69	14
12	510	2,8	59	14	3—05	743	1,4	64	11
26	995	-2,0	75	13	12	461	4,1	56	14
					17	118	7,0	54	10
					23	0	10,0	45	5

Если сравнить данные обоих полетов, то бросается въ глаза сильное охлажденіе нижнихъ слоевъ воздуха въ послѣполуденные часы. У поверхности земли охлажденіе это равнялось 2° , а на высотѣ 1000 метр. доходило до $4,5^{\circ}$. Источникомъ этого охлажденія явились, конечно, холодные нисходящіе токи, вызванные паденіемъ дождя, которое начало замѣчаться около полудня, а съ 12 ч. 30 м. распространилось по всему видимому горизонту. вмѣстѣ съ тѣмъ нельзя не отмѣтить быстрое убываніе температуры съ высотой и большую сравнительно сухость у поверхности земли, несмотря на идущіе кругомъ дожди; между поверхностью земли и 995 метр. среднее паденіе температуры на 100 метр. было при подъемѣ $1,27^{\circ}$, а при спускѣ $1,21^{\circ}$, а относительная влажность у поверхности земли была въ 1 ч. 58 м. д. — 46% и въ 3 ч. 23 м. д. — 45% . Это явленіе можно объяснить такъ: холодный и влажный воздухъ, приносимый восходящими токами въ областяхъ дождя, растекался по поверхности земли слоемъ нѣсколько болѣе 1000 метровъ толщины; но такъ какъ вмѣстѣ съ тѣмъ солнце грѣло довольно сильно и земля была сравнительно тепла, то слой воздуха, прилегающій къ земной поверхности, очень быстро нагрѣвался; это нагрѣваніе происходило настолько быстро, что испареніе не успѣвало пополнять запаса влаги и влажность воздуха уменьшалась съ повышеніемъ температуры.

Весь день 25 августа происходило слабое повышеніе давленія, что сказалось въ тѣхъ многочисленныхъ препятствіяхъ, которыя встрѣчали въ своемъ развитіи восходящіе токи; только послѣ трехъ продолжительныхъ остановокъ они могли достигнуть высоты около 3000 метр. Дождь, начавшись около полудня, не распространялись на большія площади и не отличались продолжительностью.

26 августа Москва находилась уже въ восточной части сильнаго циклона, и дождь, начавшись вскорѣ послѣ полудня, продолжался непрерывно до поздней ночи.

5 сентября 1906 года.

Образованіе облаковъ. Въ 6 ч. у. ясно. Съ 6 ч. 30 м. у. много *StrCu* и *CiS*. Въ 8 ч. 20 м. у. появились въ разнѣхъ частяхъ неба близъ горизонта малые *Cu*. Въ 8 ч. 40 м. *Cu* начали достигать вершинами до слоя *StrCu* и входить въ нихъ. Вѣтеръ

умѣренный *Σ*.; облака движутся съ *Σ*. Въ 9 ч. 15 м. у. многочисленныя облака восходящаго тока совершенно смѣшались со *StrCu* и образовали общій покровъ типа *StrCu*.

Въ 9 ч. 45 м. у. слоистыя облака совершенно исчезли и остались только облака восходящаго тока въ очень большомъ количествѣ, яо совершенно плоской формы. Въ 10 ч. 20 м. у. облаковъ стало нѣсколько меньше; сквозь промежутки между ними видны мѣстами *CiCu* и *CiS*. Въ 11 ч. 30 м. облака восходящаго тока сохраняютъ свою плоскую форму. Въ 11-мъ и 12-мъ часахъ замѣчено, что по временамъ появляются облака, выдѣляющіяся между прочими по своему вертикальному развитію; но вскорѣ они опять приходятъ къ общему уровню и далѣе не развиваются; измѣренія показали, что вершины этихъ облаковъ поднимались метровъ на 150 выше общаго уровня. Это явленіе иногда замѣчалось и послѣ, до самаго вечера.

Въ началѣ 2-го часа замѣчено, что облачность начала увеличиваться. Въ 1 ч. 13 м. д. стала явственно видна рядовая группировка; направленіе рядовъ отъ ЗСЗ. Вѣтеръ *Σ*., довольно сильный. Въ 1 ч. 40 м. очень много облаковъ восходящаго тока. Хорошо выраженная рядовая группировка.

Въ 2 ч. 44 м. д. количество облаковъ восходящаго тока замѣтно уменьшилось. По всему небу тонкая пелена *CiS*. Рядовая группировка облаковъ выражена гораздо слабѣе.

Въ 4 ч. д. *CiS* обратились въ сплошную молочно-бѣлую пелену; на *С*. пелена эта всего гуще, и ниже ея есть еще *Str*.

Въ 6 ч. веч. облака восходящаго тока почти исчезли, и остались только высокіе *Str*, застилающіе все небо тонкимъ покровомъ.

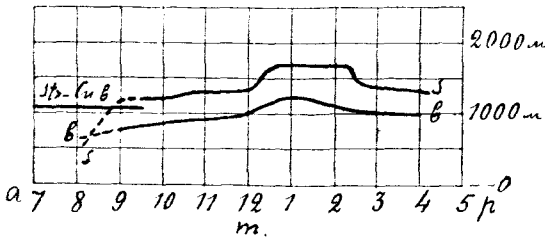
Въ 9 ч. веч. много *Str*, въ промежутки между которыми проглядываетъ луна. Въ 9 ч. 50 м. нѣсколько минутъ накрапывалъ слабый дождь. Въ 10 ч. веч. небо сплошь покрыто слоистыми облаками. Въ 1-мъ часу ночи начался сильный дождь.

Высота облаковъ (черт. 44). Высота нижней поверхности утреннихъ *StrCu* была измѣрена весьма точно и оказалась 1060 метр.

Высота поверхности росы въ 8 ч. 46 м. у. была 740 метр. Въ 10 ч. 30 м. у. она дошла до 940 метр. и оставалась почти на той же высотѣ до 11 ч. 30 м. у. Затѣмъ поверхность росы начала опять

подниматься и въ 1 ч. д. достигла наибольшей высоты—1250 метр. Къ 3 ч. д. поверхность росы уже опустилась до 1000 метр. и оставалась на этой высотѣ до 4 ч. д. Далѣе уже не удалось произвести измѣреній.

Вершины облаковъ восходящаго тока около половины 9-го доходили до высоты 1220 метр.; на той же высотѣ находилась верхняя поверхность слоя *StrCu*. Далѣе высота вершинъ облаковъ увеличивалась очень медленно: къ 12 ч. д. она достигла 1330 метр. Наиболѣе сильное увеличеніе замѣчалось въ 11-мъ часу (въ 10 ч.—1220 метр., въ 11 ч.—1300 метр.). Въ 12 ч. 10 м. д. началось быстрое увеличеніе высоты вершинъ облаковъ, которая въ 12 ч.



Черт. 44.

30 м. д. достигла 1700 метр. и оставалась на этой высотѣ до 2 ч. 20 м. д. Затѣмъ вершины облаковъ опять рѣзко понизились до 1380 метр. и продолжали медленно понижаться; въ 4 ч. д. онѣ достигали только 1350 метровъ.

Ходъ облачности указываетъ на существованіе сильныхъ инверсій сначала на высотѣ около 1100 метр., а потомъ около 1600 метр. Пониженіе облачныхъ вершинъ послѣ 2 ч. 30 м. д. заставляло предполагать въ это время быстрое пониженіе инверсій или образованіе новой на высотѣ около 1200 метр., но данныя змѣйковаго полета показали, что ни того, ни другого не было, и что инверсія сохранилась на прежней высотѣ, но восходящіе токи не доходили до нея.

5-го сентября было произведено въ аэродинамическомъ институтѣ два змѣйковыхъ полета, давшіе нижеслѣдующіе результаты.

1-й полетъ.

Подъемъ.					Спускъ.				
Время.	Высота надъ поверх. зем- ли мт.	t °С.	Отн. влаж. %/о.	Сила вѣтра м/тс.	Время.	Высота надъ поверх. зем- ли мт.	t °С.	Отн. влаж. %/о.	Сила вѣтра м/тс.
9 ^h —15 ^m а.	0	8,6	61	—	10 ^h —59 ^m а.	2153	—3,2	30	9
22	165	4,1	62	10	11—11	1976	—2,7	30	9
26	434	2,8	64	7	31	1578	—0,2	30	9
34	606	0,7	68	12	45	1334	—0,1	28	12
42	804	—1,1	70	10	48	1297	—1,7	32	9
47	958	—3,0	74	11	49	1247	—0,5	38	10
53	1162	—4,6	82	10	52	1161	—2,7	56	9
10—06	1372	—0,4	50	10	58	955	—0,1	64	8
29	1734	—1,4	36	10	12—03 р.	728	2,4	66	8
45	2043	—2,7	32	10	10	471	4,8	62	9
59	2153	—3,2	30	9	16	85	8,6	55	7
					19	0	10,6	51	—

Запись метеорографа показываетъ рѣзкую инверсію на высотѣ отъ 1160 метр. до 1372 метр. при подъемѣ и до 1334 метр. при спускѣ. Высота вершинъ облаковъ была въ 10 ч. у. (при первомъ прохожденіи инверсіи)—1220 метр., а въ 11 ч. 50 м. у. (при обратномъ прохожденіи змѣя черезъ инверсію)—1320 метр. Въ 10 ч. у. инверсія очень сильна, и восходящіе токи не могутъ пройти далѣе 60 метровъ отъ ея начала; въ 11 ч. 50 м. инверсія нѣсколько ослабѣла, а восходящіе токи усилились, и мы видимъ, что восходящіе токи проходятъ уже почти всю толщу инверсіи. Изъ діаграммы видно, что около 12 ч. 10 м. восходящіе токи уже преодолѣли инверсію и стали быстро развиваться кверху.

Изъ данныхъ полета видно, что развитіе восходящихъ токовъ послѣ преодолѣнія ими инверсіи не могло пойти далеко, потому что надъ инверсіею имѣлся почти изотермическій слой толщиной

около 250 метр., и далѣе пониженіе температуры шло не быстро ($0^{\circ},6$ на 100 метр. между 1578 и 1976 метр.). Поэтому развитіе восходящихъ токовъ вскорѣ остановилось на высотѣ 1700 метр. На этой высотѣ воздухъ былъ весьма сухъ (не болѣе 30% относительной влажности); поэтому при соприкосновеніи облаковъ со столь сухимъ воздухомъ происходило энергичное испареніе конденсированной воды, сопровождавшееся охлажденіемъ, въ результатѣ котораго образовалась новая инверсія, ясно обозначившаяся при второмъ подъемѣ змѣя.

Второй подъемъ змѣя начался въ 2 ч. 15 м. пополудни и окончился въ 5 ч. 13 м. вечера. Наибольшая достигнутая имъ высота была 2157 метр. надъ поверхностью земли. Въ нижеслѣдующей таблицѣ (стр. 103) приведены результаты второго полета. Сильная инверсія была обнаружена на высотѣ между 1596 и 1738 метр. при подъемѣ и между 1684 и 1830 метр. при спускѣ. Такая высота инверсии вполнѣ соотвѣтствуетъ высотѣ облачныхъ вершинъ между 12 ч. 30 м. и 2 ч. 20 м. дня.

Здѣсь бросаются въ глаза послѣдовательные скачки температуры въ слои между 1600 и 1800 метр. Очевидно, что такое чередованіе тонкихъ слоевъ теплаго и холоднаго воздуха невозможно; если бы оно даже и получилось почему-нибудь, то не просуществовало бы и пяти минутъ, т. к. температура сравнялась бы очень быстро, благодаря восходящимъ и нисходящимъ токамъ; между тѣмъ такое положеніе наблюдалось какъ при подъемѣ, такъ и при спускѣ, — почти черезъ часъ. Подобный ходъ температуры можетъ быть объясненъ только такимъ образомъ: на поверхности раздѣла между нижнимъ, болѣе холоднымъ воздухомъ и верхнимъ, болѣе теплымъ, образовались волны, которыя перекачивались черезъ змѣй, когда онъ находился вблизи отъ поверхности раздѣла; такимъ образомъ змѣй при проходѣ каждой волны попадалъ поочередно то въ холодный, то въ теплый слой. Высота волнъ была около 150 метр. Это явленіе наблюдается нерѣдко и обстоятельно изслѣдовано Гельмгольцемъ, Виномъ и Вегенеромъ.

Во время 2-го полета вершины облаковъ доходили до высоты 1400 метр., т.-е. не доходили до инверсий на 200—300 метр. Такая аномалія заставляетъ подробнѣе разсмотрѣть данный случай, обративши особое вниманіе на высоту около 1400 метр. Изъ разсмотрѣнія таблицы результатовъ 2-го полета можно видѣть, что

единственная особенность, которую можно усмотреть на высоту, близкой къ 1400 метр.,—довольно быстрое возрастание скорости вѣтра между 1300 и 1400 метр. Въ гл. 1 ч. I уже было указано, что быстрое измѣненіе силы вѣтра съ высотой не благоприятно для развитія восходящихъ токовъ въ вышину, т. к. способствуетъ быстрому смѣшенію восходящаго тока съ окружающимъ воздухомъ.

2-й полетъ.

П о д ъ е м ь .					С п у с к ь .				
Время.	Высота надъ поверх. зем-ли мѣ.	t C°.	Отн. влаж. 0/0.	Сила вѣтра м/с.	Время.	Высота надъ поверх. зем-ли мѣ.	t C°.	Отн. влаж. 0/0.	Сила вѣтра м/с.
2 ^h —15 ^m p.	0	12,3	49	5	3 ^h —31 ^m p.	2157	—2,2	30	10
21	146	9.1	51	8	47	1843	—0,2	29	10
27	558	4.5	55	12	51	1830	—0.1	23	13
35	770	2.9	61	9	52	1791	—3.9	26	13
45	1046	0.3	67	9	54	1763	—1.5	29	13
48	950	0.8	69	8	55	1723	—3.2	31	13
52	999	0.4	71	9	57	1684	—4.8	37	13
54	1047	0.3	70	9	4 ^h —03 ^m p.	1671	—4.8	56	13
57	1307	—1.8	72	10	17	1366	—2.3	75	12
58	1408	—2.9	73	12	34	923	3.0	68	11
3 ^h —0 ^m p.	1521	—4.3	77	11	39	923	3.0	68	12
2	1596	—4.6	77	12	47	778	5.1	65	12
3	1647	—2.4	61	13	5 ^h —01 ^m p.	413	8.1	58	11
4	1660	—4.8	64	13	8	218	10,1	54	10
6	1673	—2.3	58	13	11	82	10,8	52	9
7	1700	—4.0	58	13	13	0	11,8	56	—
9	1738	—1.1	54	13					
9	1752	—3.6	56	13					
11	1778	—0.7	50	13					
22	2020	—2.0	33	10					
31	2157	—2.2	30	10					

Въ данномъ случаѣ мы имѣемъ до 1050 метр. довольно равномерную силу вѣтра—отъ 8 до 9 метр. въ сек. (12 метр. на высотѣ 558 метр. зависѣли, вѣроятно, отъ случайнаго порыва). Отъ 1050 метр. до 1300 метр. сила вѣтра медленно возрастаетъ, а между 1300 метр. и 1400 метр. возрастаніе дѣлается наиболѣе быстро. Далѣе, до 1800 метр. опять идетъ слой съ довольно равномерною скоростью вѣтра въ 12—13 метр. въ сек. При такомъ распредѣленіи силы вѣтра высота около 1400 метр. представляетъ наибольшее сопротивленіе восходящимъ токамъ. Восходящіе токи въ это время были уже весьма слабы: при подъемѣ среднее паденіе температуры на 100 метр. было: отъ поверхности земли до 1596 метр. $1,06^{\circ}$, отъ поверхности земли до 1408 метр. $1,08^{\circ}$ и отъ 1408 метр. до 1596 метр. $0,9^{\circ}$, а при спускѣ неустойчивое равновѣсіе замѣчалось только въ слояхъ выше 800 метр. При такой слабости восходящихъ токовъ на нихъ легко могло оказать вліяніе даже столь незначительное препятствіе, какъ увеличеніе скорости вѣтра на 2 метр. на 100 метр. подъема. Поэтому совпаденіе высоты вершинъ облаковъ и высоты наибольшаго измѣненія скорости вѣтра въ данномъ случаѣ, по всей вѣроятности, не представляется случайнымъ.

24 іюля 1907 года.

Образованіе облаковъ. 24 іюля въ 3 ч. у. небо все обложено облаками. Въ 6 ч. у. *StrCu* покрываютъ все небо, идетъ дождь. Въ 7 ч. 30 м. у.—опять небольшой дождь. Отъ 8 ч. 58 м. до 9 ч. 53 м. опять шелъ дождь, подошедшій съ СЗ. Въ 9 ч. 25 м. на З. было видно ясное небо, а далѣе, близъ горизонта—гряда сильно развитыхъ *Cu*. Облака растекались къ З. и СЗ. Въ концѣ дождя былъ слышенъ отдаленный громъ.

Отъ 11 ч. 13 м. у. до 11 ч. 28 м. падалъ очень слабый и мелкій дождь изъ растекающейся части большого облака; растеканіе происходило къ СВ. Въ 11 ч. 30 м. у. опять упало нѣсколько рѣдкихъ, но крупныхъ капель дождя.

Въ 11 ч. 44 м. у. на ЮЗ. замѣчено паденіе сильнаго дождя изъ высокихъ облаковъ, растекающихся къ СЗ. Въ 11 ч. 53 м. у. мѣстами замѣчается рядовое расположеніе облаковъ. Въ началѣ 1-го часа дня прошелъ дождь черезъ Ворожьевы горы. Въ 12 ч. 37 м. д. упало нѣсколько капель дождя, также отъ 1 ч. 30 м. д. до 1 ч. 33 м. д.

Между 1 ч. 30 м. д. и 3 ч. д. сѣвернѣе Москвы прошелъ сильный дождь; южный край области дождя захватилъ и Москву. На обсерваторіи небольшой дождь шелъ отъ 2 ч. 53 м. до 3 ч. 25 д.

Въ 2 ч. д. замѣчено было присутствіе облаковъ *CiS*, которыя образовались изъ растекавшихся *CuN*.

Въ 5 ч. веч. стало замѣчаться такое явленіе: *CuN*, не будучи болѣе питаемы восходящими токами, начинаютъ превращаться въ обширныя площади *CiS*. Процессъ этотъ происходитъ такъ: нижняя поверхность облака дѣлается сначала разорванною, потомъ расплывчатою и начинаетъ повышаться; повышение нижней поверхности продолжается до тѣхъ поръ, пока все облако не расплывется по поверхности равновѣсія.

Въ 7 ч. 30 м. веч. облаковъ восходящаго тока вовсе не замѣчалось; много *FrStr*. Въ 10 ч. в. небо стало совершенно ясно.

Высота облаковъ. Весь день 24 іюля отличался большою облачностью и энергичными вертикальными движеніями атмосферы. Для измѣреній условія были не благопріятны, т. к. рѣдко было видно солнце.

Тѣмъ не менѣе удалось установить, что высота поверхности росы въ 10 ч. 50 м. у. была 750 метр., къ 12 ч. д. она увеличилась до 1100 метр. и затѣмъ весь день держалась между 1100 и 1150 метр.

Вершины восходящихъ токовъ весь день достигали огромной высоты отъ 6000 до 7000 метр. Измѣренія высоты болѣе низкихъ слоистыхъ облаковъ, появившихся съ 2 ч. д., давали весьма разнообразные результаты: отъ 1900 метр. до 3850 метр.; такое непостоянство поверхности растеканія болѣе слабыхъ восходящихъ токовъ совершенно естественно: сильные восходящіе токи, дошедшіе до высоты 6—7000 метр., образовали наверху большіе покровы растекающихся облаковъ, подъ которыми возникали нисходящіе токи, препятствовавшіе развитію восходящихъ токовъ близости отъ себя; поэтому, чѣмъ дальше отъ области нисходящаго тока, тѣмъ выше лежала поверхность растеканія, и, наконецъ, тамъ, гдѣ вліяніе нисходящихъ токовъ становилось уже совершенно нечувствительнымъ, восходящіе токи опять достигали своей предѣльной высоты—6—7000 метр.

25 іюля 1907 года.

Образованіе облаковъ. Ночь была ясная. Въ 6 ч. у. замѣчались только одни *Ci* въ большомъ количествѣ. Въ 8 ч. у. количество *Ci* еще увеличилось, и появились около горизонта небольшіе *Cu*. Вѣтеръ *WNW*. Вскорѣ *Cu* распространились по всему небу, но развитіе ихъ въ вышину шло слабо. Около 10 ч. 30 м. у. появилась небольшая наклонность къ образовавію рядовъ, направленныхъ отъ *NW*. къ *SE.*, но уже въ 10 ч. 50 м. исчезли послѣдніе признаки рядовой группировки.

Съ 11 ч. у. наблюдалось быстрое увеличеніе вертикальныхъ размѣровъ облаковъ. Вѣтеръ перешелъ въ *NW*. Послѣ 12 ч. д. вершины многихъ облаковъ начали сильно растекаться и образовали длинныя, но не толстыя полосы слоистыхъ облаковъ. Растеканіе происходило къ *S*.

Въ 1 ч. 30 м. д. замѣчено было паденіе небольшого дождя на *ССЗ.* на разстояніи около 50 килом. изъ облаковъ, имѣвшихъ высоту болѣе 5000 метр. Произведенныя измѣренія показали, что область дождя перемѣщалась отъ *N 78° W.* со скоростью около 15 км. въ часъ.

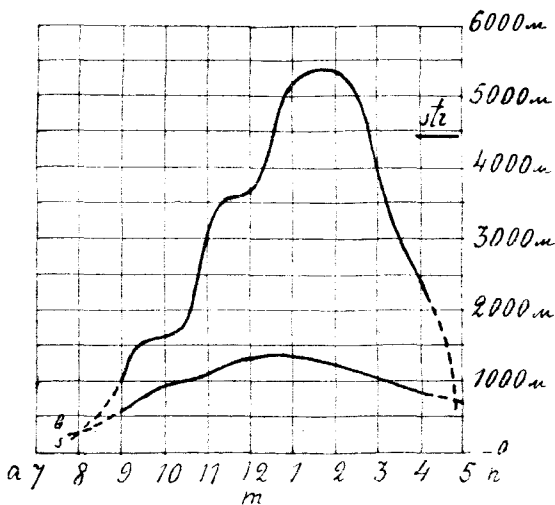
Въ 2 ч. д. вѣтеръ былъ умѣренный *SW*. Между 3 и 4 ч. д. въ разныхъ мѣстахъ на *З.* и *ЮЗ.* видно было паденіе дождя.

Въ 3 ч. 40 м. д. въ *З.* части неба сталъ замѣтенъ новый слой облаковъ, имѣвшій по краямъ характеръ *CiCu*, а далѣе—болѣе густой. Слой этотъ приближался все болѣе и болѣе, и въ 4 ч. д. край его подошелъ къ зениту. Мнѣ удалось сдѣлать три непосредственныхъ измѣренія высоты этого слоя, наблюдая освѣщеніе различныхъ мѣстъ черезъ его просвѣты. Наблюденія эти дали слѣдующія высоты: 6700 м., 4280 м. и 4640 м. Первое наблюденіе было сдѣлано, когда тѣнь падала еще отъ части слоя, близкой къ краю, гдѣ было очень много просвѣтовъ, и облака были еще недостаточно густы, чтобы давать хорошую тѣнь; поэтому легко могла произойти ошибка. Послѣднія два измѣренія были сдѣланы при гораздо лучшихъ условіяхъ и дали довольно согласные между собою результаты. Поэтому я принимаю высоту этого слоя около 4500 метр.

Какъ обыкновенно, приближеніе густого слоя высокнхъ облаковъ повліяло понижающимъ образомъ на восходящіе токи. По

мѣрѣ надвиганія верхняго облачнаго покрова сильно развитые восходящіе токи все болѣе отодвигались къ СЗ. и, наконецъ, вовсе исчезли. Около 4 ч. 30 м. д. были измѣрены такія высоты C_u-S : на С. и СВ.—2065 и 2080 метр., на ЮВ. и СЗ.—1600 метр., а на ЮЗ. самое дальнее кучевое облако было на разстояніи 6—7 километровъ и имѣло высоту C_u-S всего 1200 метр.; далѣе кучевыхъ облаковъ вовсе не было; а наблюдалась только сплошная густая пелена высокыхъ облаковъ.

Въ 4 ч. 50 м. д. послѣдній C_u прошелъ черезъ зенитъ. На ЮЗ.,



Черт. 45.

на разстояніи около 120 килом., виденъ задній край верхняго облачнаго покрова, далѣе у горизонта ясное небо, а изъ-за горизонта выставлялись верхушки ряда сильно развитыхъ C_u —обычная картина, наблюдаемая при нахожденіи на небѣ обширнаго облачнаго покрова.

Въ 6 ч. 30 м. веч. все небо было покрыто сплошною пеленою однообразныхъ облаковъ; около горизонта наблюдались свѣтлыя полосы, кромѣ З. и СЗ., гдѣ пелена доходитъ до самаго горизонта. Кучевыхъ облаковъ нигдѣ поблизости не замѣчалось. Въ 7 ч. веч. облачная пелена стала менѣе густа, и на З. небо стало очищаться.

Высота облаковъ (черт. 45). Высота поверхности росы въ 9 ч. у. была 600 метр., въ 12 ч. 40 м. д. достигла максимальной вели-

чины — 1350 метр.; затѣмъ она стала опять уменьшаться и къ 4 ч. д. опустилась до 850 метр.

Высота вершинъ облаковъ восходящаго тока сначала возростала довольно медленно, — лишь немного быстрее, чѣмъ высота поверхности росы; поэтому довольно долгое время вертикальные размѣры кучевыхъ облаковъ увеличивались слабо. Между 9 ч. 30 м. у. и 10 ч. 20 м. у. произошла остановка вертикальнаго развитія всходящихъ токовъ, во время которой вершины облаковъ оставались въ среднемъ на высотѣ 1600 метр. Отъ 10 ч. 20 м. у. до 11 ч. 10 м. у. происходило быстрое возрастаніе высоты вершинъ облаковъ; отъ 11 ч. 10 м. у. — опять остановка на высотѣ 3500 метр. Затѣмъ началось новое возрастаніе до высоты немного болѣе 5000 метр. Отъ 12 ч. 45 м. д. до 2 ч. 30 м. д. вершины наиболѣе развитыхъ восходящихъ токовъ были выше 5000 метр.

Затѣмъ, подъ вліяніемъ приближенія густого слоя высокихъ облаковъ, высота облачныхъ вершинъ начала быстро уменьшаться, и въ 4 ч. 50 м. д. облака восходящаго тока надъ Москвою и ея окрестностями совершенно исчезли.

Ходъ облачности заставляетъ предполагать инверсію между 4500 и 5000 метр. Кромѣ того, отъ соприкосновенія облаковъ съ сухимъ воздухомъ образовались послѣдовательно небольшія инверсіи, сначала на высотѣ около 1500 метр., а потомъ между 3000 и 3500 метр.; но эти инверсіи существовали недолго и произвели только двѣ кратковременныя задержки въ развитіи восходящихъ токовъ.

Повышеніе давленія сравнительно съ 24 іюля отразилось на уменьшеніи высоты восходящихъ токовъ почти на 2000 метр., и самое развитіе восходящихъ токовъ происходило гораздо медленнѣе, съ неоднократными задержками.

26 іюля 1907 года.

Образованіе облаковъ. Ночь была насмурная. Въ 6 ч. у. все небо было покрыто сплошною пеленою изъ *CiS*, *Str.* и *Str.-Cu*. Въ 6 ч. 30 м. у. *CiS* и *ACu* покрывали все небо; вѣтеръ — ЮВ., очень слабый. Въ 9 ч. у. нѣкоторыя облака изъ слоя *ACu* приняли значительные вертикальные размѣры. Въ 9 ч. 48 у. *ACu* почти исчезли, и остался только сплошной покровъ изъ *CiS*.

Въ концѣ 10-го часа начали показываться на З. маленькіе *FrCu*, развивавшіеся однако очель слабо. Всѣ они сильно наклонены по вѣтру. Въ 10 ч. 25 м. *FrCu* распространились по всему горизонту. Въ 10 ч. 30 м. у. надъ нѣкоторыми *FrCu* на ЮЗ. образовались шапочки изъ бѣлыхъ слоистыхъ облаковъ, и нѣкоторые *Cu* начали быстро развиваться въ вышину.

Между 10 ч. 20 м. и 10 ч. 45 м. у. надъ Москвою прошло облако, напоминавшее *CiCu*, но поглубже и поплотнѣе, и затѣмъ растаяло.

Между 10 ч. 50 м. и 11 ч. 20 м. у. надъ Москвою наблюдалось сильное развитіе *Cu*. Въ 11 ч. 33 м. у. замѣчено было полное отсутствіе *Cu* на Ю., тогда какъ въ другихъ частяхъ горизонта ихъ было много. Въ 11 ч. 45 м. вся средняя часть неба свободна отъ *Cu*, а около горизонта они видны всюду, только на Ю. они развиты сравнительно слабо. Въ 12 ч. 20 м. д. надъ Москвою опять начали появляться небольшіе *Cu*. Эти данныя показываютъ, что между 11 ч. 40 м. у. и 12 ч. 20 м. д. надъ Москвою прошла область, неблагоприятная для развитія восходящихъ токовъ—маленькій мѣстный антициклонъ. Записи барографовъ на Университетской обсерваторіи и въ Константиновскомъ Межевомъ институтѣ отмѣтили нѣкоторое замедленіе паденія барометра между 11 ч. у. и полуднемъ.

	Унив. обсерв.	К. М. и.
9 ч. у.	743,9 мм.	743,3 мм.
10 „	743,6 „	742,1 „
11 „	743,3 „	742,8 „
12 „	743,1 „	742,7 „
1 ч. д.	742,7 „	742,3 „
2 „	741,9 „	741,7 „

Въ 11 ч. 52 м. у. было записано, что съ исчезновеніемъ *Cu* въ зенитѣ замѣтно усилился вѣтеръ; это также указываетъ на болѣе высокое давленіе въ области, свободной отъ *Cu*.

Около 11 ч. 30 м. у. на ЮЗ. образовалась гряда сильно развитыхъ *Cu*, круто обрывающаяся на Ю. концѣ. Постепенно перемѣщаясь по направлевію вѣтра, эти *Cu* сильно развивались въ вышину, въ 12 ч. 23 м. д. гряда эта уже была на СЗ., и вершина

наиболѣе высокаго *Cu* достигла слоя *CiS*. Въ 12 ч. 40 м. подѣ этую грядю начало замѣчаться паденіе дождя. Траекторія движенія этой гряды облаковъ между 11 ч. 30 м. у. и 12 ч. 23 м. д. направлена была отъ ЮЮВ. къ ССЗ.

Съ 12 ч. д. на Ю. стало замѣчаться увеличеніе густоты *Ci* и *CiS*, которые въ концѣ-концовъ образовали почти сплошной покровъ, застилавшій Ю. половину неба. Въ 12 ч. 40 м. д. край этого покрова достигъ зенита. Передъ этимъ въ 12 ч. 30 м. д. замѣчено было рѣзкое усиленіе вѣтра при прежнемъ ЮВ. направленіи.

Въ 1 ч. 15 м. д. къ З. отъ Москвы во многихъ мѣстахъ видно паденіе сильнаго дождя. Отъ облаковъ, изъ которыхъ идетъ дождь, исходятъ густыя полосы *CiS*, которыя покрываютъ все небо. Направление полосъ къ СВ. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ дождь сильнѣе, *CiS* наиболѣе густы. Перерывамъ дождевой пелены соотвѣтствуютъ разрывы между полосами *CiS*. Подѣ этими разрывами замѣчается наиболѣе сильное образованіе *Cu*. Въ общемъ *Cu* развиты довольно слабо и наклонены къ СВ. Въ 1 ч. 25 м. д. дождь виденъ былъ въ З. части горизонта между ЮЮВ. и ССЗ.

Въ 2 ч. 40 м. д. на ЮЮЗ. блеснула молнія. Область дождя окружена рядомъ восходящихъ токовъ, сильно наклоненныхъ въ сторону дождя. Точка росы у нихъ находится на очень различной высотѣ, а вершины смѣшиваются съ густыми облаками, окружающими область дождя. Облака, образуемая этими восходящими токамп, представляютъ бѣловатую завѣсу съ неровнымъ нижнимъ краемъ, рѣзко выдѣляющуюся на темпомъ фонѣ дальняго дождя и густыхъ растекающихся облаковъ.

Въ 2 ч. 55 м. д. замѣчена сильная пыль за Дорогомиловскимъ кладбищемъ и на Красномъ лугу (къ Ю. отъ Дорогомилова). Въ 2 ч. 57 м. бурные порывы вѣтра достигли обсерваторіи; направление вѣтра отъ ЮЗ. Въ 3 ч. 10 м. д. начался небольшой дождь при бурномъ ЮЗ. вѣтрѣ и гроза. Въ 3 ч. 16 м. д. буря нѣсколько утихла; вѣтеръ ЮЗ. сильный.

Дождь съ перемѣнною силою продолжался до 5 ч. 35 м. д. Въ это время на небѣ видно было много *StrCu* и *Str*; послѣдніе замѣчались на различныхъ высотахъ.

Въ 5 ч. 40 м. д. на Ю. замѣчена новая область дождя. Вѣтеръ съ 5 ч. д. перешелъ опять въ слабый ЮВ. Въ 5 ч. 43 м.

вѣтеръ усилился, сохраняя ЮВ. направленіе. Въ 5 ч. 45 м. дождь былъ уже близко; впереди дождя была темная дуга облаковъ. Въ 5 ч. 45¹/₂ м. д. облачная дуга достигла зенита. Въ 5 ч. 49 м. начался дождь и продолжался до 6 ч. 30 м., не достигая большой силы.

Въ 7 ч. 10 м. в. въ В. части неба много *Str*, а на З. только *CiS* въ видѣ молочно-бѣлой пелены. Въ 8 ч. 15 м. веч. много расплывчатыхъ *Cu*, быстро несущихся съ Ю. и наклоненныхъ къ С, надъ нимъ молочно-бѣлая пелена *CiS*.

Высота облаковъ. 26 іюля освѣщеніе было настолько неблагопріятно, что измѣреній удалось произвести очень немного. Высота поверхности растеканія въ этотъ день была очень разнообразна и непостоянна: мѣстами восходящіе токи доходили до самаго слоя перистыхъ облаковъ, мѣстами же они не достигали даже поверхности росы; одновременно можно было видѣть кучевыя облака самой разнообразной величины, и въ то же время большія пространства были совершенно свободны отъ *Cu*. Все это указывало на глубокія вертикальныя возмущенія, приводившія въ движеніе атмосферу до весьма большихъ высотъ.

Въ 9 ч. 06 м. была измѣрена высота *Acu*: нижняя поверхность на высотѣ 1700 метр., а вершины нѣкоторыхъ достигали высоты 3400 метр. Въ 10 ч. 38 м. у. была измѣрена высота облака, похожаго на *CiCu* и вскорѣ исчезнуваго—4200 метр. Высота поверхности росы наблюдалась: въ 10 ч. 20 м. у.—750 метр. и въ 11 ч. 16 м. д.—900 метр. Измѣренія, сдѣланные между 1 ч. 30 м. и 2 ч. д. для слоя *CiS*, дали приблизительную высоту около 7000 метр. До этой высоты доходили наиболѣе сильныя восходящіе токи, около которыхъ падалъ дождь.

Сравнивая эти высоты съ высотамп, наблюдавшимися 25 іюля, замѣчаемъ, что пониженіе давленія сопровождалось усиленіемъ вертикальнаго развитія восходящихъ токовъ отъ 5000 метр. до 7000 метр.

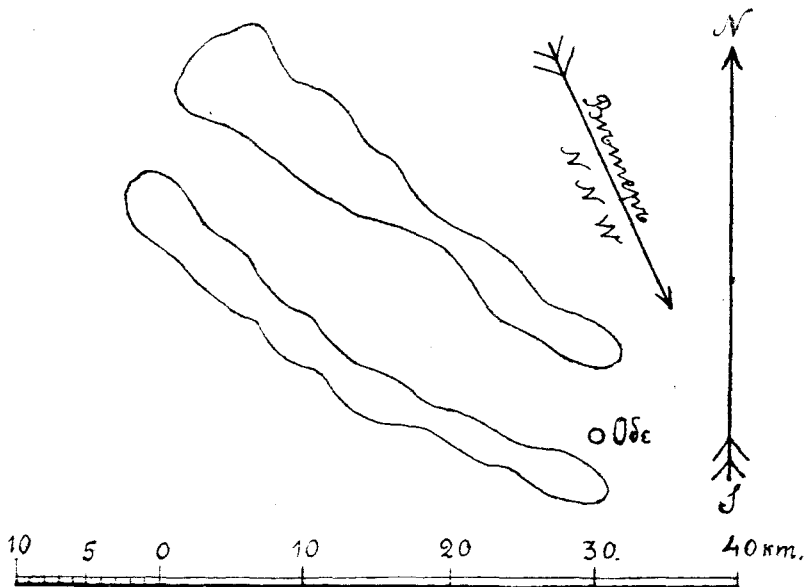
II.

Наблюденія надъ группировкою облаковъ.

Имѣя въ рукахъ быстрый и легкій способъ съемки плановъ расположенія облачныхъ массъ, я вримѣнялъ его для изученія группировки облаковъ. Если разсматривать облачное небо при

обычныхъ условіяхъ,—съ земли, то крайне трудно усмотрѣть какую-нибудь правильность въ расположеніи облаковъ; но при наблюденіяхъ съ открытой вершины высокой башни, когда горизонтъ во всѣ стороны совершенно свободенъ, часто можно бываетъ замѣтить у облаковъ восходящаго тока стремленіе группироваться въ болѣе или менѣе длинные ряды.

Въ VI гл. I й части были разобраны причины, заставляющія облака стремиться къ построению въ ряды. Ниже я помѣщаю опи-



Черт. 46.

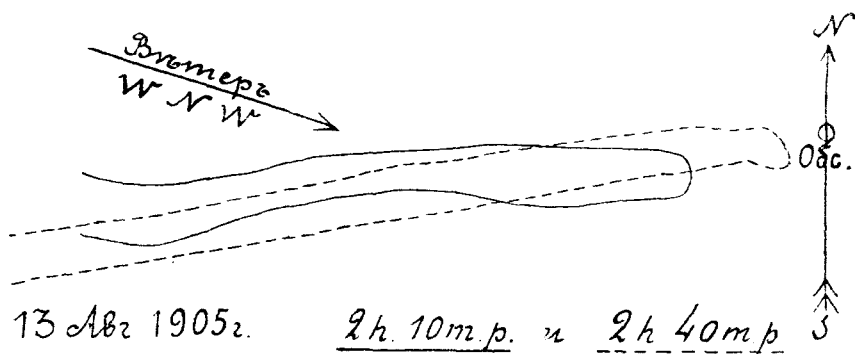
саніе случаевъ рядовой группировки, имѣвшихъ мѣсто въ дни, когда были производимы наблюденія.

1) 4 августа 1905 года въ 3-мъ часу дня стала замѣтна рядовая группировка облаковъ. Въ 2 ч. 37 м. дня былъ снятъ планъ двухъ облачныхъ рядовъ, въ промежуткѣ между которыми находилась обсерваторія (черт. 46). Ряды имѣли направленіе отъ сѣверо-запада къ юго-востоку. Длина ихъ превышала 40 килом. Разстояніе между рядами колебалось отъ 5 до 10 килом.

Въ этотъ день рядовое расположеніе облаковъ также сохраня-

лось до самого вечера. Вѣтеръ все время былъ умѣренный NNW, а въ 5-мъ часу вечера перешель въ WNW.

2) 13 августа 1905 г. въ началѣ 3 го часа пополудни замѣчена была рядовая группировка облаковъ, и въ 2 ч. 10 м. одинъ изъ рядовъ, видимый съ обсерваторіи вдоль и потому наиболее замѣтный, былъ снятъ на планъ (черт. 47). Направление ряда было почти прямо съ запада на востокъ. Начало ряда было на разстояніи 10 килом. отъ обсерваторіи. Рядъ можно прослѣдить на протяженіи нѣсколько болѣе 40 километр., конецъ же его терялся въ дымкѣ, покрывающей горизонтъ. Ширина ряда была отъ 3 до 4½ километр. Въ 2 ч. 40 м. этотъ рядъ былъ снова снятъ; при



Черт. 47.

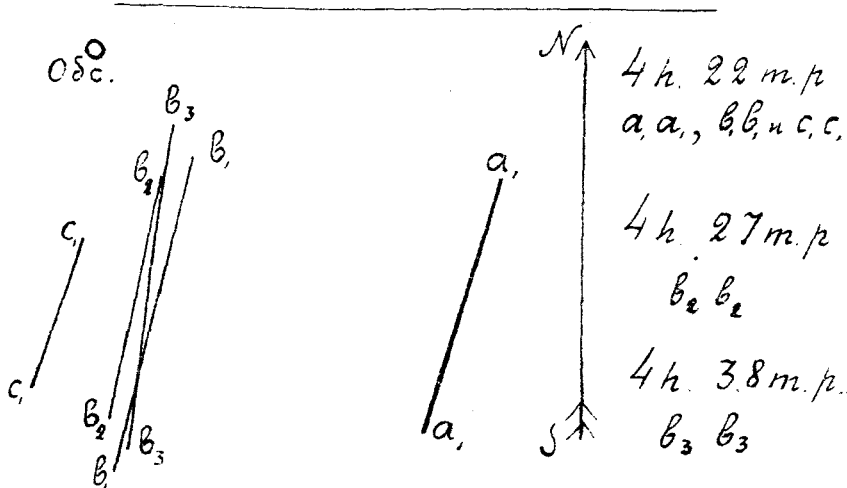
этомъ оказалось что онъ, сохраняя приблизительно ту же ширину, передвинулся къ востоку вдоль самого себя и немного измѣнилъ направление (между W и WSW). Начало ряда находилось на разстояніи 3,3 километр. отъ обсерваторіи. Такимъ образомъ начало ряда перемѣстилось за ½ часа, на 6,7 километра или на 3,8 метра въ секунду. Рядъ сталъ гораздо прямѣе и могъ быть прослѣженъ на протяженіи около 60 километр. Положеніе ряда въ 2 ч. 40 м. изображено на черт. 47 пунктиромъ. Въ 3 ч. 05 м. передняя часть ряда уже покрывала собою обсерваторію и прилегающую къ ней мѣстность.

3) 21 іюля 1906 г. стремленіе къ рядовой группировкѣ замѣчалось неоднократно. На снимкѣ, сдѣланномъ въ 22 ч. 50 м. дня, замѣтенъ небольшой рядъ, направленный съ Сѣвера на Югъ.

Въ 2 ч. 30 м. дня замѣчено было также небольшое стремленіе къ рядовой группировкѣ; но оба раза это стремленіе скоро исчезало.

Въ 5-мъ часу дня рядовая группировка появилась опять и на этотъ разъ достигла довольно значительнаго развитія. На черт. 48 изображены ряды, снятые въ 4 ч. 22 м. вечера. Направленіе всѣхъ рядовъ съ ЮЮЗ. на ССВ., съ небольшими уклоненіями; съемки одного и того же ряда въ 4 ч. 22 м., 4 ч. 27 м. и 4 ч. 38 м. показываютъ, что онѣ устойчиво сохраняли свое направленіе и очень слабо перемѣщались, несмотря на ЮЗ. вѣтеръ.

Сравнивая эти наблюденія съ діаграммою высоты облаковъ, можно убѣдиться, что всѣ три раза рядовое построеніе появлялось послѣ



Черт. 48.

того, какъ вершины облаковъ болѣе или менѣе продолжительное время находились на одной высотѣ. Рѣзкія измѣненія высоты восходящихъ токовъ около 1 ч. дня и въ 4-мъ часу дня нарушали начинавшуюся рядовую группировку.

4) 15 августа 1906 г. въ 2 ч. 20 м. дня начало замѣчаться у малыхъ кучевыхъ облаковъ нѣкоторое стремленіе къ образованію рядовъ. Въ 2 ч. 42 м. дня одинъ изъ такихъ рядовъ былъ снятъ на планъ; направленіе его было съ ЮЮЗ. на ССВ. Въ дальнѣйшемъ рядовая группировка не получила развитія.

5) 18 августа 1906 г. въ 2 ч. 30 м. дня начало замѣчаться стремленіе къ рядовой группировкѣ облаковъ; къ 11 ч. 30 м. у. ряды уже довольно хорошо сформировались, особенно въ Ю. части неба, гдѣ облака были менѣе развиты въ вышину. Послѣ 12 ч. дня рядовая группировка исчезла. Ряды были направлены отъ ЮЗ. къ СЗ. Вѣтеръ былъ слабый ЮЗ.

Обращаясь къ діаграммѣ высотъ, находимъ, что стремленіе къ построенію облаковъ въ ряды начало замѣчаться приблизительно черезъ $1\frac{1}{2}$ часа послѣ того, какъ вершины облаковъ достигли предѣльной высоты. Послѣ 12 ч. дня стало замѣтно уже нѣкоторое осаживаніе внизъ облачныхъ вершинъ; правильность установившейся циркуляціи воздуха нарушилась благодаря столкновенію съ нисходящими токами, и ряды разстроились.

6) 25 августа 1906 г. въ 10 ч. 40 м. утра начало замѣчаться стремленіе къ рядовой группировкѣ, не получившее, впрочемъ, большого развитія. Ряды были направлены отъ З. къ В.; но размѣры ихъ были незначительны, и они не отличались устойчивостью. Вѣтеръ былъ съ З. Наиболѣе замѣтный рядъ имѣлъ менѣе 10 километровъ въ длину.

Изъ діаграммы высотъ видно, что ряды начали образовываться спустя около $\frac{1}{2}$ часа послѣ остановки вершинъ облаковъ на высотѣ 1750 метр. Въ 12-мъ часу, при дальнѣйшемъ повышеніи вершинъ облаковъ, ряды разстроились.

7) 5 сентября 1906 г. рядовая группировка появилась впервые въ 1 ч. 10 м. дня и къ 2 ч. дня достигла очень сильнаго развитія. Послѣ 2 ч. 30 м. рядовая группировка стала едва замѣтна.

Сравненіе съ діаграммою высотъ показываетъ, что рядовая группировка началась черезъ 40 минутъ послѣ остановки облачныхъ вершинъ на высотѣ 1700 метр. и что съ пзмѣненіемъ высоты вершинъ облаковъ въ 2 ч. 30 м. ряды сильно разстроились.

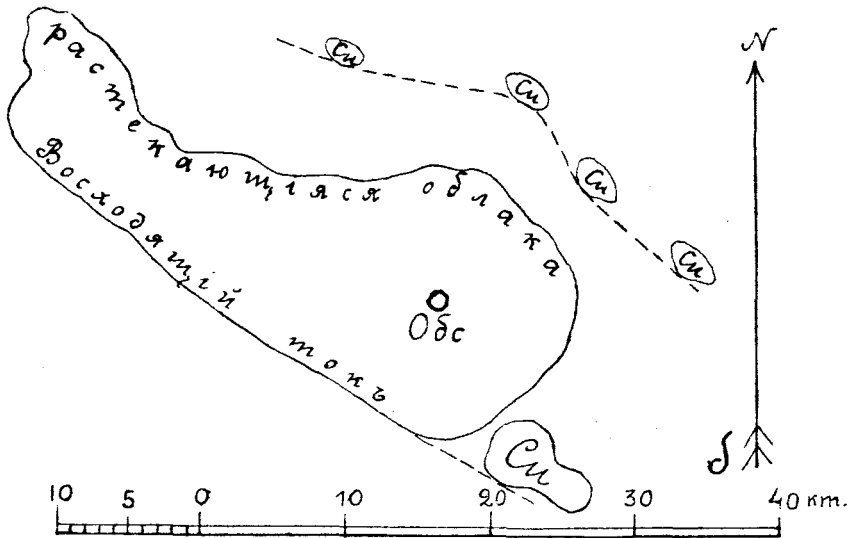
Приведенныя наблюденія показываютъ, что рядовая группировка облаковъ представляетъ очень обычное явленіе, что рядовое расположеніе свойственно восходящимъ токамъ по осуществляется весьма часто, когда на нѣкоторое время устанавливается правильная и однообразная циркуляція воздуха.

Облачные покровы. Когда растекающіяся облака очень густы, и окружающій ихъ воздухъ не слишкомъ сухъ, то они могутъ распространяться на очень далекое пространство отъ мѣста находже-

ня восходящаго тока. При этомъ рядъ восходящихъ токовъ, растекающихся въ сторону, даетъ начало образованию цѣлаго облачнаго покрова, занимающаго нерѣдко огромную площадь. Такіе облачные покровы по большей части имѣютъ настолько большіе размѣры, что рѣдко удается сразу видѣть все явленіе въ предѣлахъ горизонта; поэтому мнѣ удалось зарегистрировать лишь очень немногіе случаи, когда облачные покровы были настолько малы, что возможно было сразу окинуть взоромъ всю облачную систему.

29 іюня 1905 года.

Планъ облачнаго покрова, снятый въ 3 ч. 44 м. дня (черт. 49),



Черт. 49.

показываютъ ясно, что здѣсь мы имѣемъ облачный рядъ съ сильнѣшимъ развитіемъ растекающихся облаковъ. Около края, гдѣ работала восходящій токъ, облака были наиболѣе густы и темны и носили характеръ *Str Cu*, а къ противоположному краю облачный покровъ становился все тоньше и прозрачнѣе; наконецъ, вблизи края растекающіяся облака раздѣлялись на отдѣльные клубы, имѣв-

шіе вполнѣ характеръ *АСи*. При внимательномъ наблюденіи можно было видѣть, что эти *АСи* постепенно таяли.

Покровъ медленно двигался къ юго-востоку. На сѣверо-западномъ его концѣ онъ былъ гораздо менѣе плотенъ, и восходящій токъ не столь рѣзко выраженъ. На юго-восточномъ концѣ, наоборотъ, восходящій токъ былъ гораздо энергичнѣе, и замѣчалось стремленіе къ развитію покрова въ эту сторону путемъ образованія новыхъ кучевыхъ облаковъ на одной линіи съ переднимъ краемъ покрова. Съ другихъ сторонъ покрова, гдѣ онъ состоялъ изъ растекающихся облаковъ, замѣчалось совершенно иное отношеніе между нимъ и кучевыми облаками; послѣднія всюду какъ бы сторонились отъ растекающихся облаковъ, такъ что ближайшія изъ кучевыхъ облаковъ находились отъ края покрова на разстояніи отъ 4 до 10 километровъ. Въ промежуткѣ было совершенно ясное небо.

Припоминая выводы, сдѣланные въ гл. III, I-й части, легко уяснить себѣ причины такого антагонизма между растекающимися облаками и облаками восходящаго тока. Подъ растекающимися облаками и въ особенности подъ краемъ ихъ возникаютъ нисходящіе токи, препятствующіе развитію восходящихъ токовъ близости отъ края растекающихся облаковъ. По мѣрѣ удаленія отъ края области растеканія вліяніе нисходящихъ токовъ становится все слабѣе, и на нѣкоторомъ разстояніи кучевыя облака опять имѣютъ возможность развиваться нормально.

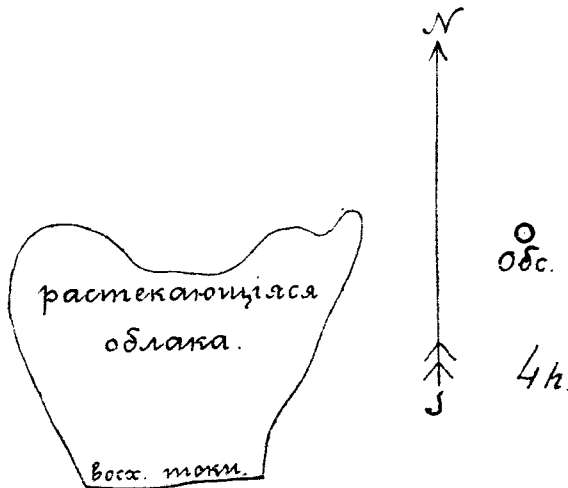
Впослѣдствіи мнѣ часто случалось видѣть подобную же картину: когда зенитная часть неба занята покровомъ слоистыхъ облаковъ, не доходящихъ гдѣ-либо до горизонта, то почти всегда за краемъ слоистыхъ облаковъ видно голубое небо, а далѣе—кучевыя облака. Между слоистыми и кучевыми облаками замѣчается какъ бы нѣкоторый антагонизмъ. Кучевыя облака, если можно такъ выразиться, избѣгаютъ близкаго сосѣдства растекающхся облаковъ.

11 августа 1906 года.

Между 7 ч. утра и 2 ч. 35 м. дня надъ Москвою проходилъ очень обширный облачный покровъ. По краямъ онъ имѣлъ характеръ отчасти *АСи* и *СiСi*, отчасти не очень толстыхъ *Str*, а посрединѣ покрова толщина его доходила до 2500 метр. в видѣ

его подходилъ мѣстами къ *StrCu*, мѣстами къ *Ni*. Покровъ этотъ былъ настолько обширенъ, что его можно было наблюдать только по частямъ, по мѣрѣ его прохожденія, и потому невозможно было сдѣлать непосредственную съемку его на планъ.

Около южной окраины этого облачного покрова можно было видѣть яркій примѣръ антагонизма между растекающимися и кучевыми облаками. На нѣкоторомъ разстоянн отъ края облачного покрова начиналось сильное развитіе кучевыхъ облаковъ, которыя въ началѣ пятого часа дошли до высоты 3500 метр. и дали небольшой дождь къ З. отъ Москвы. Эти кучевыя облака сильно



Чер. 50.

растекались къ С. и проявляли нѣкоторую наклонность къ рядовой группировкѣ, почему изъ нихъ мѣстами образовались небольшіе облачные покровы. Одинъ такой покровъ былъ снятъ на планъ въ 4 ч. 30 м. д. (черт. 50); немного спустя наблюдался покровъ нѣсколько сѣвернѣе, и изъ него въ 4 ч. 51 м. дня началъ падать дождь. Въ 5 ч. 12 м. дня снятъ былъ планъ этого покрова, къ которому мы возвратимся въ слѣдующей главѣ (черт. 74). Изъ черт. 50 ясно видно, что облачный покровъ представлялъ короткій рядъ восходящихъ токовъ, далеко растекавшихся къ сѣверу. Въ системѣ облаковъ, изображенной на черт. 74, облачный рядъ

гораздо длиннѣе и область растеканія обширнѣе, но направленіе растеканія то же самое.

25 іюля 1907 года діаграмма высоты облаковъ представляетъ яркій примѣръ того, какъ приближеніе края обширнаго облачнаго покрова ставитъ преграду развитію въ вышину восходящихъ токовъ. Въ 2 ч. д. вершины облаковъ восходящаго тока поднимались выше 5000 метр. Съ появленіемъ на горизонтѣ покрова высокихъ облаковъ развитіе восходящихъ токовъ въ вышину стало быстро уменьшаться, и около 5 ч. д. *Си.* совершенно исчезли.

Къ сожалѣнію, я не могъ собрать сколько-нибудь значительнаго матеріала для изученія пасмурныхъ дней, потому что при отсутствіи солнца я не могъ дѣлать измѣреній и, кромѣ того, по большей части приходилось имѣть дѣло съ такими обширными системами облаковъ, что ихъ нельзя было обозрѣвать изъ одного мѣста. Полагаю, что одновременныя наблюденія въ нѣсколькихъ пунктахъ могли бы дать интересныя данныя относительно размѣровъ и формы облачныхъ покрововъ и ихъ развитія и движенія. Наблюденія потребовались бы очень несложныя, не требующія отъ наблюдателей почти никакой специальной подготовки. Организация подобныхъ ваблюденій могла бы оказать большую пользу развитію нашихъ познаній о процессахъ, происходящихъ въ атмосферѣ въ пасмурные дни, и о происхожденіи такъ называемыхъ обложныхъ дождей.

III.

Выводы изъ наблюденій.

1) Высота поверхности росы имѣетъ ясно выраженный суточный періодъ, аналогичный суточнымъ періодамъ температуры и относительной влажности. Въ сухіе и не очень пасмурные дни эта періодичность выражена особенно ясно. Въ дни, когда мѣстами проходятъ дожди, высота поверхности росы испытываетъ большія колебанія: вблизи мѣстъ, гдѣ недавно прошелъ дождь, она бываетъ гораздо ниже, чѣмъ тамъ, гдѣ дождя не было. Въ такіе дни кривая высотъ поверхности росы на діаграммѣ часто имѣетъ волнистый, не правильный видъ.

2) *Зависимость высоты поверхности росы отъ топографическихъ условій мѣстности.*

Высота поверхности росы находится въ зависимости отъ отно

сптельной влажности, которую вмѣлъ воздухъ при началѣ подъема, вблизи отъ земной поверхности: чѣмъ влажнѣе воздухъ у поверхности земли, тѣмъ скорѣе достигнетъ онъ насыщешя при подъемѣ, тѣмъ ниже будетъ поверхность росы, и наоборотъ. Такъ какъ земная поверхность весьма разнообразна по имѣющемуся въ ней запасу влаги и по быстротѣ ея возможнаго испарешя, то надъ различными мѣстами воздухъ можетъ имѣть весьма различную относительную влажность, и потому можно было бы ожидать значительныхъ разницъ въ высотѣ поверхности росы. Наблюдешя показали, что неодинаковая влажность различающихся участковъ земной поверхности дѣйствительно влїяетъ на высоту поверхности росы, но влїяше это не такъ повсемѣстно, какъ этого можно бы ожидать, и сказывается только при особо благоприятныхъ условїяхъ. Болѣе яркому проявленїю влїяшя топографическихъ условїй на поверхность росы препятствуетъ вѣтеръ. Благодаря вѣтру воздухъ вступаетъ въ соприкосновенїе съ различными точками земной поверхности и не остается долгое время на одномъ и томъ же мѣстѣ. Поэтому въ результатѣ дѣйствїе земной поверхности на нижнїй слой воздуха выражается въ нѣкоторыхъ среднихъ величинахъ, и высота поверхности росы почти не подвергается влїяшю мѣстныхъ топографическихъ условїй. Но бываютъ случаи, когда воздухъ такъ долго находится въ соприкосновенїи съ особо влажною или особо сухою частью земной поверхности, что успѣваетъ сдѣлаться влажнѣе или суше; тогда въ этой мѣстности поверхность росы понижается или повышается. Подобный случай наблюдался, напр., 18 августа 1906 г., когда воздухъ, прошедшїй предварительно большое пространство по влажнымъ долинамъ рѣкъ Сѣтуни и Москвы, начиналъ выдѣлять влагу на высотѣ 1100 метр., тогда какъ надъ центромъ города высота поверхности росы была около 100 метр.

Условїя, благоприятныя для такого мѣстнаго измѣнешя свойствъ воздуха, имѣютъ мѣсто тогда, когда особо влажный или сухой участокъ земной поверхности имѣетъ очень большое протяженїе по направленїю вѣтра; напр., когда вѣтеръ дуетъ прямо вдоль по рѣчной долинѣ, изобилующей прудами, болотами, садами и т. п., или когда вѣтеръ проносится надъ поверхностью большого озера или очень большого города, какъ Москва. Нельзя не видѣть, что такого рода условїя являются исключительными и случайными:

совпаденіе на большомъ протяженіи направленія рѣчныхъ долинъ съ направленіемъ вѣтра бываетъ вовсе не такъ часто, и достаточно небольшого поворота вѣтра, чтобы вліяніе рѣчной долины исчезло; а обширныя площади, рѣзко отличающіяся по своимъ свойствамъ отъ окружающей страны, встрѣчаются еще рѣже.

Поэтому можно сказать, что вліяніе топографическихъ условій на высоту поверхности росы вообще отсутствуетъ и проявляется только въ рѣдкихъ исключительныхъ случаяхъ.

3) *Высота вершинъ восходящихъ токовъ* подвержена частымъ и неправильнымъ измѣненіямъ, зависящимъ отъ движенія циклоновъ и антициклоновъ и отъ характера воздушныхъ теченій въ верхнихъ слояхъ атмосферы. Благодаря сильной измѣчивости этого элемента вопросъ о суточномъ его періодѣ можетъ быть рѣшенъ только путемъ вывода среднихъ изъ многочисленныхъ наблюдений.

При антициклонахъ восходящіе токи не достигаютъ большой высоты, такъ какъ ихъ развитію въ вышину ирепятствуютъ пверсіи, обыкновенно бывающія при антициклонахъ сравнительно низко. Этимъ легко объясняется та кажущаяся аномалія, что часто при очень сильномъ нагрѣваніи поверхности земли и, слѣдовательно, при очень большой силѣ восходящихъ токовъ, облаковъ образуется очень мало. Если поверхность растекавія ниже поверхности росы, то образованія облаковъ вовсе не происходитъ, несмотря на энергичные восходящіе токи, вызываемые сильною инсоляціею при ясномъ небѣ. Малымъ развитіемъ въ вышину восходящихъ токовъ объясняется ясная погода и бездождіе при антициклонахъ.

Разсматривая діаграммы высотъ поверхности растеканія для всѣхъ дней, когда производились наблюденія, можно замѣтить три типа суточныхъ взмѣненій высоты восходящихъ токовъ.

1-й типъ. Вершины восходящихъ токовъ сразу или съ промежуточными остановками достигаютъ нѣкоторой высоты, на которой и остаются до вечера. (29 іюля 1905 г., 14 іюля, 15 и 25 августа 1906 года.)

2-й типъ. Сначала развитіе восходящихъ токовъ идетъ, какъ въ 1-мъ случаѣ; достигши максимальной высоты, вершины восходящихъ токовъ остаются на ней нѣкоторое время, а затѣмъ быстро понижаются и вновь останавливаются на меньшей высотѣ, на которой остаются до вечера. (13 и 26 августа 1905 г., 23 іюня, 21 іюля и 5 сент. 1906 г.)

3-й типъ. Восходящіе токи сначала быстро растутъ въ вышину, затѣмъ сразу начинается болѣе или менѣе быстрое убываніе высоты, которое иногда останавливается на нѣкоторомъ уровнѣ, иногда же продолжается до полного исчезновенія облаковъ восходящаго тока. (4 авг. 1905 г., 30 іюня и 18 авг. 1906 г.)

Послѣдшій типъ хода облачности все три раза совпадалъ съ приближеніемъ антициклона. Первые два типа пока нѣтъ возможности привести въ опредѣленную связь съ тѣмъ или другимъ распределеніемъ давленія.

4) *Колебанія видимой облачности въ утренніе часы.*

Въ часы между раннимъ утромъ и полуднемъ, когда происходитъ наибольшее развитіе восходящихъ токовъ, видимая облачность часто обнаруживаетъ очень замѣтныя колебанія: она не развивается непрерывно, а по временамъ уменьшается; иногда облака восходящаго тока совершенно исчезаютъ на нѣкоторое время и потомъ снова появляются.

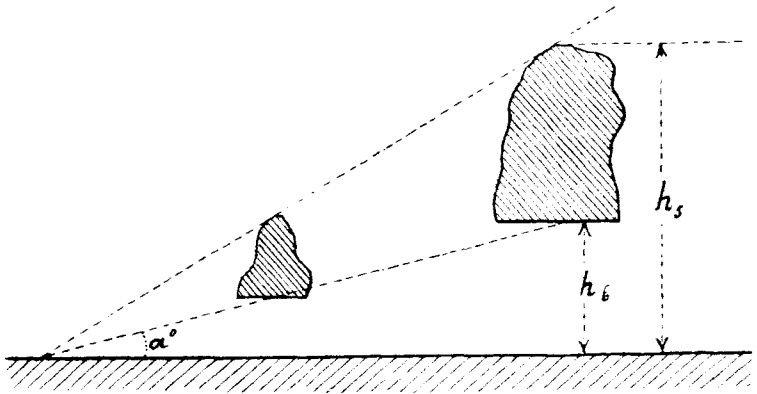
Степень видимой облачности при облакахъ восходящаго тока находится въ прямой зависимости отъ угла, подъ которымъ представляются нашему глазу вертикальные размѣры кучевыхъ облаковъ: чѣмъ больше уголъ между лучами зрѣнія, идущими къ основанію и къ вершинѣ облака, тѣмъ большую часть неба закрываетъ каждое отдѣльное облако, и тѣмъ больше видимая облачность.

Но уголъ, занимаемый въ полѣ зрѣнія вертикальнымъ измѣреніемъ облака, находится въ прямой зависимости отъ величины отношенія между высотами вершины и основанія облака. Абсолютная высота не играетъ здѣсь роли. При разсматриваніи земныхъ предметовъ мы постоянно видимъ дальніе предметы рядомъ съ болѣе близкими и потому можемъ дѣлать заключенія объ удаленности предметовъ, сравнивая ихъ съ аналогичными, которыхъ разстояніе приблизительно извѣстно; наконецъ, разсматривая предметы, величина которыхъ извѣстна (людей, животныхъ, вагоны, дома и т. п.), мы можемъ при нѣкоторомъ навыкѣ судить объ удаленіи по видимой угловой величинѣ предметовъ. При разсматриваніи облаковъ мы лишены возможности путемъ какихъ-либо сравненій или по угловой величинѣ судить о разстояніи и величинѣ облаковъ.

Изъ черт. 51 видно, что, наблюдая облака, низъ которыхъ находится на α^0 отъ горизонта, мы получимъ совершенно одинаковое

впечатлѣніе отъ облаковъ различныхъ размѣровъ и разной высоты, если только отношеніе между высотами вершинъ и низа облаковъ одинаковы. Такимъ образомъ, видимая величина облачности зависитъ не отъ дѣйствительныхъ размѣровъ облаковъ, а отъ величины отношенія $\frac{h(s)}{h(b)}$.

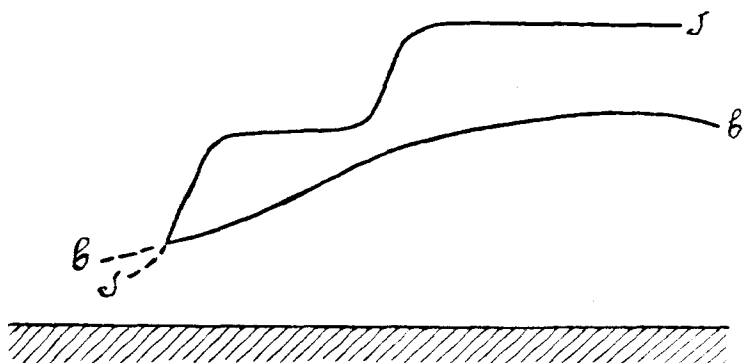
Наблюденія показываютъ, что развитіе въ вышину восходящихъ токовъ по большей части происходитъ не непрерывно, а съ задержками; таквхъ задержекъ бываетъ по большей части одна или двѣ, но иногда наблюдается и три промежуточныхъ задержки прежде, чѣмъ восходящіе токи достигнутъ своей предѣльной высоты (25 авг. 1906 г.). При такомъ ходѣ развитія восходящихъ токовъ кривая



Черт. 51.

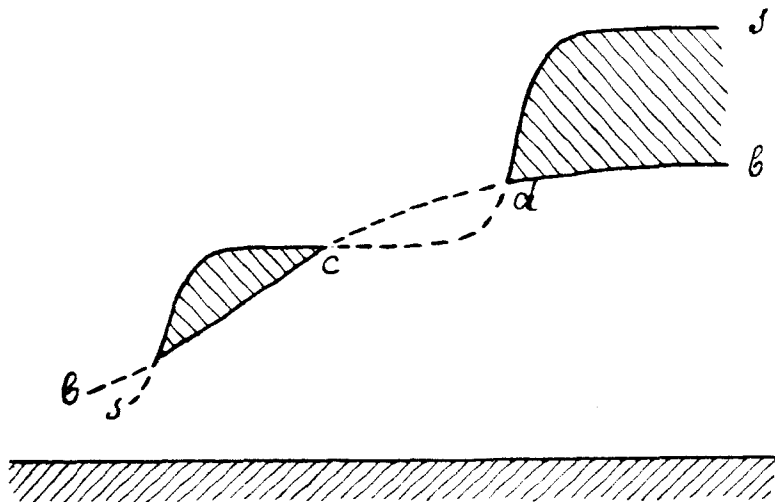
высоты вершинъ облаковъ на діаграммѣ облачности получаетъ ступенчатый видъ. Поверхность росы въ утренніе часы обыкновенно повышается непрерывно и довольно быстро. Изъ черт. 52 видно, что при прерывистомъ возрастаніи высоты вершинъ облаковъ (*ss*) и непрерывномъ подъемѣ поверхности росы (*bb*) отношеніе $\frac{h(s)}{h(b)}$ то увеличивается, то уменьшается, и соответственно этому происходятъ колебанія видимой облачности. Если поверхность росы на нѣкоторое время становится выше поверхности растеканія восходящихъ токовъ, что выразится на діаграммѣ пересѣченіемъ крив-

выхъ *bb* и *ss* (черт. 53), то облака восходящаго тока совсѣмъ исчезаютъ и появляются вновь только тогда, когда восходящiе



Черт. 52.

токи преодолеваютъ задерживавшую ихъ инверсію и поднимаются опять выше поверхности росы (на черт. 53 между точками *c* и *d*



Черт. 53.

облака отсутствуют). Такие случаи были наблюдаемы 14 іюля и

25 августа 1906 г.; 14 июля облака восходящаго тока отсутствовали почги 2 часа, а 25 августа—20 минутъ.

5) *Образованіе инверсій.*

Ступенчатый видъ кривой высоты вершинъ облаковъ восходящаго тока указываетъ, что на извѣстныхъ высотахъ восходящіе токи встрѣчаютъ препятствія, задерживающія ихъ дальнѣйшее развитіе. Такими препятствіями являются обыкновенно инверсіи. Отсюда слѣдуетъ, что восходящіе токи встрѣчаютъ на разныхъ высотахъ инверсіи и преодолеваютъ ихъ одну за другою. При этомъ получается такое представленіе о состояніи атмосферы, какъ будто въ ней имѣется нѣсколько инверсій, одна надъ другою.

Однако воздушные полеты, произведенные параллельно съ моими наблюденіями въ аэродинамическомъ институтѣ Д. П. Рябушинскаго, показали ошибочность такого взгляда. Оказалось, что инверсіи, встрѣчаемыя восходящими токами по большей части не существуютъ постоянно, а образуются одна за другою при соприкосновеніи облаковъ съ сухимъ воздухомъ верхнихъ слоевъ атмосферы. Между восходящими токами, и сухими верхними точеніями воздуха идетъ постоянная борьба, при которой восходящіе токи часто задерживаются въ своемъ развитіи, а иногда и отгѣсняются книзу. Временами устанавливается равновѣсіе, и вершины восходящихъ токовъ остаются на одной и той же высотѣ. Здѣсь открывается цѣлая область для изслѣдованія путемъ воздушныхъ полетовъ; собранныя мною немногія отрывочныя наблюденія не даютъ возможности ясно разобраться въ происходящихъ здѣсь явленіяхъ, но онѣ показываютъ, что на уровнѣ вершинъ облаковъ происходятъ весьма интересные физическіе процессы, заслуживающіе самаго тщательнаго изученія.

Изъ инверсій, встрѣчаемыхъ восходящими токами въ утренніе часы, самая нижняя занимаетъ особое положеніе: она образуется вочью, отъ охлажденія слоевъ воздуха, близкихъ къ земной поверхности. Въ отличіе отъ прочихъ ее можно назвать „утреннею инверсіею“. Она бываетъ обыкновенно расположена весьма низко, не выше 500 метр. и достигаетъ нерѣдко значительной величины, особенно послѣ ясныхъ ночей. 15 августа 1906 г. величина утренней инверсіи доходила до 3°, S.

Дни.	Место на- блюдений.	Абсолютная влажность мм.										Начало сильного образования Си.
		6 ч. утра.	7	8	9	10	11	12	1 ч. дня.	2		
29/VII 1905 г.	У.	9,8	10,3	11,1	11,0	11,1	9,4	8,2	8,0	8,3	9 ч. 30 м. у.	
	К.	9,8	10,6	10,8	10,0	7,9	7,8	7,4	9,1	9,0		
4/VIII 1905 г.	У.	11,2	10,7	10,3	9,9	9,9	8,6	8,3	9,0	8,1	Между 10 и 11 ч. у.	
	К.	10,5	11,1	11,1	10,9	8,7	8,1	8,5	8,7	7,4		
20/VIII 1905 г.	У.	7,1	7,3	8,2	8,3	7,4	6,6	6,2	6,2	6,2	9 ч. у.	
	К.	7,7	7,6	8,0	8,5	7,2	6,2	5,8	5,8	5,6		
23/VII 1906 г.	У.	7,7	8,2	8,6	9,0	8,6	8,2	8,2	7,9	7,9	9 ч. 40 м. у.	
	К.	7,6	7,9	8,7	8,6	8,9	8,9	8,8	8,7	8,5		
30/VII 1906 г.	У.	14,9	15,0	15,1	16,1	16,3	16,4	16,4	15,8	14,6	Между 11 и 12 ч. д.	
	К.	13,8	14,3	14,4	14,0	14,1	15,0	15,0	14,5	13,3		
21/VII 1906 г.	У.	10,4	10,6	11,6	12,6	12,4	12,9	13,0	13,5	13,9	9 ч. 30 м. у.	
	К.	9,2	10,1	11,0	12,2	12,1	12,6	12,3	12,7	12,8		
15/VIII 1906 г.	У.	10,8	11,1	11,4	11,6	11,6	11,8	11,8	11,7	11,8	12 ч. 15 м. д.	
	К.	11,7	11,6	11,0	12,0	11,6	11,9	12,0	11,1	11,4		
18/VIII 1906 г.	У.	10,5	10,8	11,3	11,6	11,6	11,7	11,1	11,3	11,4	9 ч. 15 м. у.	
	К.	11,0	10,6	11,0	10,6	10,8	10,8	10,5	10,4	10,1		
22/VIII 1906 г.	У.	9,7	9,7	9,4	9,3	9,6	10,1	8,8	9,6	10,2	9 ч. 25 м. у.	
	К.	9,1	8,3	8,4	8,3	8,2	8,7	8,9	8,9	9,8		
5/IX 1906 г.	У.	4,7	5,2	5,3	5,3	5,1	5,2	5,5	5,7	6,1	8 ч. 20 м. у.	
25/VII 1907 г.	У.	9,4	9,7	10,3	10,4	10,8	10,7	10,0	9,4	10,1	10 ч. 30 м. у.	
26/VII 1907 г.	У.	10,5	11,1	10,9	11,5	11,5	11,7	10,2	9,9	10,4	11 ч. у.	

6) *Соотношеніе между развитіемъ кучевыхъ облаковъ и абсолютною влажностью.*

Сопоставляя ходъ облачности въ дни наблюдений съ ходомъ абсолютной влажности у поверхности земли, я замѣтила, что въ дни съ яснымъ утромъ, когда облака восходящаго тока развивались нормально, и не было дождя, существовало ясно выраженное соотношеніе между абсолютною влажностью и развитіемъ кучевыхъ облаковъ.

Чтобы по возможности исключить мѣстные вліянія, я сравнивала свои наблюденія съ ежечасными величинами для двухъ станцій, расположенныхъ въ различныхъ топографическихъ условіяхъ:

1) Университетская метеорологическая обсерваторія, расположенная на зап. окраинѣ Москвы, недалеко отъ рѣки,

и 2) Константиновскій Межевой институтъ, расположенный въ восточной части города и на далекое разстояніе окруженный застроенными кварталами.

Въ графѣ „мѣсто наблюденія“ У. означаетъ Университ. обсерваторію, и К.—Констант. Межев. институтъ.

Въ этой таблицѣ напечатаны курсивомъ величины абсолютной влажности, непосредственно предшествующія сильному развитію кучевыхъ облаковъ.

Если эти величины поставимъ въ одной графѣ и возьмемъ среднее для всѣхъ дней, а также опредѣлимъ среднія величины абсолютной влажности за два предшествующіе и три послѣдующіе часа, то получимъ такой ходъ абсолютной влажности около времени массоваго появленія кучевыхъ облаковъ:

Университ. обсерват. . .	10,23 мм.	10,47	10,64	10,31	9,93	9,66
Конст. Меж. инстит. . .	10,08 мм.	10,31	10,26	9,78	9,71	9,45

Здѣсь напечатана курсивомъ средняя величина абсолютной влажности въ часъ, непосредственно предшествующій массовому появленію кучевыхъ облаковъ.

Такимъ образомъ оказывается, что въ дни съ яснымъ утромъ и безъ дождя *максимумъ абсолютной влажности наступаетъ незадолго до начала массоваго развитія кучевыхъ облаковъ.* Въ Констант. Меж. инст. убываніе абсолютной влажности начинается раньше, чѣмъ въ Университетской обсерваторіи, что, конечно, зависитъ отъ сильнаго нагрѣванія города и малаго возможнаго испаренія.

Это явление очень легко объяснить. Въ дни описаннаго выше типа бываетъ болѣе или менѣ сильная утренняя инверсія, которая иѣкоторое время задерживаетъ развитіе въ вышину восходящихъ токовъ и изолируетъ нижніе слои воздуха отъ верхнихъ. Поэтому во все время, пока существуетъ утренняя инверсія, весь паръ, поступающій въ атмосферу вслѣдствіе испаренія съ поверхности земли и растеній, остается въ нижнемъ слое воздуха и накапливается въ немъ, увеличивая его абсолютную влажность; вмѣстѣ съ тѣмъ развитіе кучевыхъ облаковъ или вовсе не происходитъ, или идетъ очень слабо. Какъ только восходящіе токи преодолеваютъ инверсію, тотчасъ начинается усиленное образование *Cu*; при этомъ, конечно, масса пара уносится въ верхніе слои атмосферы и остается тамъ, растворяясь въ сухомъ воздухѣ высокихъ слоевъ.

Хотя этотъ выводъ основанъ на очень небольшомъ числѣ наблюдений, но близкое совпаденіе результатовъ, полученныхъ для двухъ станцій съ различными топографическими условіями, а также приведенныя выше теоретическія основанія позволяютъ надѣяться, что при дальнѣйшемъ изученіи этого явленія качественная сторона дѣла останется безъ измѣненія.

7) *Восходящіе токи, начинающіеся вдали отъ поверхности земли.*

Кромѣ обыкновенныхъ кучевыхъ облаковъ, мнѣ приходилось наблюдать еще облака особаго рода, похожія на кучевыя, но расположенныя на очень большой высотѣ. Огромная высота низа такихъ облаковъ указываетъ, что они происходятъ не отъ обыкновенныхъ восходящихъ токовъ, берущихъ начало недалеко отъ поверхности земли. При сколько-нибудь значительной влажности нижнихъ слоевъ воздуха поверхность росы не можетъ быть выше 1500 метр.; между тѣмъ нижняя поверхность облаковъ, похожихъ на кучевыя, наблюдается иногда на высотѣ отъ 2000 до 3500 метровъ. Ясно, что эти облака обязаны своимъ происхожденіемъ восходящимъ токамъ, зарождающимся на болѣе или менѣ значительной высотѣ надъ поверхностью земли.

Появленіе облачныхъ массъ такого характера указываетъ на существованіе неустойчиваго положенія въ среднихъ слояхъ атмосферы и на довольно значительную влажность этихъ слоевъ. Динамика этого случая представляется довольно неясною и требуетъ настойчиваго изученія при помощи воздушныхъ голетовъ.

Повидимому, между слоеъ неустойчиваго равновѣсія и нижними слоями атмосферы должна существовать инверсія или довольно толстый изотермическій слой, такъ какъ безъ этого мы имѣли бы сквозные восходящіе токи, идущіе прямо отъ поверхности земли. Впрочемъ, мнѣ случалось наблюдать параллельное существованіе восходящихъ токовъ, начинающихся въ свободной атмосферѣ, съ восходящими токами, идущими отъ поверхности земли.

Облака этого типа вначалѣ имѣютъ обыкновенно характеръ *Аси*, а потомъ развиваются въ мощныя и обширныя гряды; видно, что въ вертикальной циркуляціи принимаютъ участіе большія массы воздуха. Иногда изъ такихъ облаковъ происходитъ паденіе дождя (утромъ 28 іюля 1906 г.).

Въ обоихъ наблюдавшихся случаяхъ (14 и 28 VII 1906 г.) Москва находилась на окраинѣ циклона. 28 вечеромъ наблюдалась сильная гроза. Облачность въ оба эти дня была значительна.

8) *Группировка облаковъ восходящаго тока.*

Облака восходящаго тока часто группируются въ правильные ряды, которые иногда сохраняются очень устойчиво. Въ гл. VI I-й ч. уже было указано, что при такомъ расположеніи восходящихъ токовъ перемѣщеніе воздушныхъ массъ требуютъ наименьшей затраты энергіи.

Явленіе рядовой группировки наблюдается особенно сильно въ дни, когда давленіе распределено неравномѣрно, когда градиенты значительны. При наблюденіяхъ также замѣчены были случаи, когда приближеніе депрессіи сопровождалось построеніемъ облаковъ въ ряды.

Когда состояніе атмосферы благопріятно для рядовой группировки, облачные ряды почти прямолинейны и очень длинны (по нѣскольку десятковъ километровъ). При менѣ благопріятныхъ условіяхъ ряды сравнительно коротки и часто имѣютъ дугообразную форму.

Относительно направленія рядовъ невозможно изъ имѣющагося многочисленнаго матеріала сдѣлать какіе-либо опредѣленные выводы. По большей части направленіе рядовъ составляло не очень большой уголъ съ направлениемъ вѣтра.

При продолжительномъ существованіи одного и того же ряда наблюдалось, что онъ съ одного конца развивается черезъ образованіе новыхъ облаковъ восходящаго тока, а съ другого — замираетъ,

благодаря ослабленію входящихъ въ его составъ восходящихъ токовъ. Развитіе ряда идетъ обыкновенно съ того конца, куда направленъ вѣтеръ (съ подвѣтреннаго конца).

Облака, составляющія рядъ, растекаются въ направленіи поперекъ ряда. Поэтому одинъ край ряда, гдѣ работаютъ восходящіе токи, бываетъ гуще и ровнѣе, а другой край, состоящій изъ растекающихся облаковъ, постепенно тающихъ въ воздухѣ, бываетъ неправиленъ и сильно разорванъ.

Рядовая группировка была замѣчаема мною только тогда, когда восходящіе токи уже достигли поверхности растеканія, и вершины ихъ оставались на одной высотѣ не менѣе получаса.

9) *Облачные покровы.*

Когда облачный рядъ состоитъ изъ сильныхъ восходящихъ токовъ, переносящихъ большія массы воздуха на значительную высоту надъ поверхностью росы, то объемъ и густота растекающихся облачныхъ массъ бываютъ настолько значительны, что онѣ долго не растворяются во воздухѣ и успѣваютъ растечься на очень большое разстояніе, образуя обширные облачные покровы.

Такіе облачные покровы имѣютъ наибольшую густоту съ той стороны, гдѣ находится восходящіе токи. Здѣсь ихъ форма чаще всего приближается къ типу *StrCu*. Далѣе облака становятся тоньше и около другого края облачнаго покрова переходятъ въ *ACu*, а иногда въ еще болѣе легкіе типы, какъ *CiCu* и *CiS*.

Облачные покровы часто имѣютъ огромные размѣры по нѣскольку тысячъ квад. километровъ, такъ что изъ мѣста, лежащаго подъ среднюю часть покрова, наблюдатель видитъ только небо, сплошь покрытое однообразною пеленою облаковъ. Поэтому изученіе такихъ обширныхъ облачныхъ системъ требуетъ наблюденія изъ нѣсколькихъ мѣстъ, расположенныхъ не очень далеко одно отъ другого. По такимъ наблюденіямъ можно вычерчивать точные планы облачныхъ покрововъ и вполне наглядно изучать законы ихъ развитія и перемѣщенія.

10) *Вліяніе облаковъ другъ на друга. Антагонизмъ между облаками восходящаго тока и слоистыми.*

При вполне сформировавшейся облачности расположеніе облаковъ не представляется случайнымъ, но подчиняется нѣкоторому закону, основаніе котораго составляетъ антагонизмъ между облаками восходящаго тока и облаками слоистыхъ типовъ. Это выра-

жается въ отсутствіи сильно развитыхъ кучевыхъ облаковъ подъ покровомъ растекающихся облаковъ и на нѣкоторомъ разстояніи отъ ихъ края. Часто *Cu* даже совершенно отсутствуютъ въ этомъ районѣ. Соотвѣтственно этому приближеніе большой массы слоистыхъ облаковъ вызываетъ уменьшеніе высоты вершинъ кучевыхъ облаковъ, а иногда и полное ихъ исчезновеніе.

Въ результатѣ такого соотношенія между кучевыми и слоистыми облаками получается картина облачности, часто наблюдаемая въ пасмурные лѣтніе дни: большая часть неба покрыта облаками одного изъ болѣе густыхъ слоистыхъ типовъ (*StrCu*, *A Cu*, *Str*, *Ni*), за краемъ слоистыхъ облаковъ видно болѣе или менѣе значительное пространство яснаго голубого неба, а далѣе, близъ горизонта, очертанія хорошо развитыхъ *Cu*.

11) *Наблюденія надъ облаками, какъ средство изслѣдованія циркуляціи воздуха въ циклонахъ и антициклонахъ.*

Огромныя пертурбаціи атмосферы, называемыя циклонами и антициклонами, вызываютъ энергичную циркуляцію воздуха въ горизонтальномъ и вертикальномъ направленіяхъ. Движеніе воздуха при этомъ происходитъ отчасти подъ вліяніемъ разностей барометрическаго давленія, отчасти же вслѣдствіе нагрѣванія земной поверхности солнечными лучами. Неравномѣрное распредѣленіе давленія вызываетъ преимущественно горизонтальныя перемѣщенія воздуха или вѣтры, а нагрѣваніе земной поверхности производитъ главнымъ образомъ вертикальныя движенія воздушныхъ массъ. На материкахъ вліяніе инсоляціи особенно сильно, такъ какъ поверхность суши нагрѣвается быстро и энергично. Но и вообще вліяніе восходящихъ токовъ, происходящихъ отъ инсоляціи, должно быть не малое, судя по огромному количеству энергіи, получаемой земною поверхностью отъ солнца.

Подъ вліяніемъ указанныхъ двухъ факторовъ картина циркуляціи воздуха въ материковой странѣ получается очень сложная и запутанная. Необходимо детальное изученіе этихъ сложныхъ явленій, необходимо какъ можно точнѣе и подробнѣе уяснить, какъ происходитъ циркуляція воздуха въ циклонѣ и антициклонѣ. Безъ этого наши познанія о циклонахъ и антициклонахъ являются слишкомъ общими и недостаточно ясно и реально обрисовывающими картину происходящихъ явленій. Мѣстные вертикальные токи воздуха, производящіе облака, дожди и грозы, составляютъ часть

циркуляціи воздуха внутри циклона или антициклона, и мы должны знать ту роль, которую они играютъ въ этой циркуляціи, если хотимъ имѣть полное и яркое представленіе о пертурбаціяхъ атмосферы, вызывающихъ измѣненія погоды.

Наблюденія надъ облаками могутъ быть очень полезны при изученіи циркуляціи воздуха, такъ какъ они даютъ указанія не только на скорость и направленіе движеній воздуха на разныхъ высотахъ, но также и на распредѣленіе температуръ по высотѣ и направленіе градіента на поверхности растеканія.

Произведенныя мною наблюденія, при всей своей немногочисленности, тѣмъ не менѣе даютъ нѣкоторыя данныя для сужденія о характерѣ циркуляціи воздуха при различныхъ распредѣленіяхъ давленія. Особенно бросается въ глаза быстрое уменьшеніе высоты вершинъ облаковъ восходящаго тока при надвиганіи антициклона (4 авг. 1905 г., 30 іюня и 18 авг. 1906 г.) и вообще при повышеніи давленія (25 іюля 1907 г.). Это обстоятельство указываетъ на то, что въ антициклонѣ потокъ очень сухого и сравнительно теплаго воздуха растекается по верху, вытѣсняя въ стороны нижніе слои атмосферы. Притокъ воздуха въ область антициклона происходитъ, очевидно, изъ области циклона, откуда верхнія теченія уносятъ избытокъ воздуха. По этому наибольшій интересъ въ отношеніи изученія циркуляціи воздуха представляетъ область, лежащая между центромъ циклона и ближайшимъ антициклономъ. Въ этой области очевидно сосредоточенъ наиболѣе сильный обмѣнъ воздуха между областями высокаго и низкаго давленія.

Наблюденія показали также, что растеканіе наиболѣе высокихъ облаковъ восходящаго тока, достигающихъ слоя *C_i* и *C_{is}*, обыкновенно происходитъ въ сторону высокаго давленія. Изъ шести зарегистрированныхъ случаевъ такого рода въ пяти растеканіе направлено было явно въ сторону максимума (11 и 15 авг. 1906 г., 24, 25 и 26 іюля 1906 г.). Въ шестомъ случаѣ (16 іюня 1906 г.) растеканіе было направлено на ЮЗ., въ то время какъ высокое давленіе было въ Норвегіи, а ближайшій минимумъ былъ въ Батумѣ, и по восточной Россіи отъ С. къ Ю. тянулась полоса сравнительно низкаго давленія,—въ общемъ же давленіе было распредѣлено въ Россіи весьма равномерно, въ этомъ случаѣ растеканіе грозовыхъ облаковъ происходило хотя и не прямо въ сторону

максимума, но все-таки въ сторону болѣе высокаго давленія. Растеканіе наиболѣе высокыхъ восходящихъ токовъ въ сторону минимума не было замѣчено ни разу. Эти факты заставляютъ думать, что мѣстные восходящіе токи играютъ не малую роль въ удаленіи изъ области циклона излишка притекающаго воздуха. Было бы очень важно выяснитъ болѣе подробными наблюденіями роль мѣстныхъ восходящихъ токовъ въ общей циркуляціи воздуха въ области циклона.

Для изученія циркуляціи воздуха нѣтъ надобности въ организаціи постоянныхъ наблюденій. Достаточно по временамъ производить подробныя и широко распнутыя наблюденія въ теченіе 1—2 недѣль. Подобныя временныя наблюденія имѣютъ то преимущество, что для нихъ легче найти достаточное количество наблюдателей, особенно если назначить ихъ въ лѣтнее время, когда учащіеся и учителя свободны отъ занятій и въ большомъ количествѣ разсѣяны по всеѣмъ уголкамъ страны. При этомъ можно было бы ограничиться сравнительно небольшимъ количествомъ измѣрительныхъ станцій, которыя тѣмъ или другимъ способомъ опредѣляли бы высоту облаковъ; но въ дополненіе къ этимъ станціямъ необходима густая сѣть станцій, производящихъ только простыя записи явленій. Для станцій второго типа никакихъ инструментовъ не нужно, кромѣ вѣрныхъ часовъ, которые вездѣ имѣются; эти станціи должны записывать время начала и окончанія дождя, время появленія первыхъ утреннихъ *Сi*, время покрытія мѣста наблюденія обширными облачными покровами и время выхода изъ-подъ нихъ, направленіе растеканія наиболѣе высокыхъ облаковъ и т. п. При достаточно густой сѣти можно было бы нанести на карту расположеніе рядовъ восходящихъ токовъ, областей дождя и облачныхъ покрововъ и такимъ образомъ пслучить ясную и наглядную картину циркуляціи воздуха, сопоставленіе которой съ картою изобаръ было бы чрезвычайно поучительно.

12) *Перистыя облака въ лѣтнее время часто являются послѣднею стадіею распадающагося облаковъ, происходящихъ отъ высокыхъ восходящихъ токовъ.* Я не рѣшаюсь возвести это въ общее правило, но могу только констатировать, что во всеѣхъ случаяхъ, когда мнѣ приходилось наблюдать восходящіе токи, поднимавшіеся выше 6—7000 метр., я замѣчалъ, что растекающіяся облака болѣе или менѣе скоро переходили въ *Сi* и *СiS*, которыя длинными полосами протягивались по небу.

Чтобы сдѣлать общіе выводы о происхожденіи облаковъ типа *Ci* и *CiS*, необходимы наблюденія на обширныхъ пространствахъ въ въ такомъ родѣ, какъ было уже указано выше. Путемъ такихъ подробныхъ и широко раскинутыхъ наблюдений можно каждый разъ добраться до источника происхожденія перистыхъ облаковъ. Накопленіе въ большомъ количествѣ такого наблюдательнаго матеріала дало бы возможность прійти къ совершенно опредѣленнымъ выводамъ относительно происхожденія перистыхъ облаковъ и ихъ генетической связи съ другими типами облаковъ и съ восходящими токами.

Deuxième partie.

Ch. I. 1. En observant de 6 ou 7 heures du matin jusqu'à 5 ou 6 heures du soir, je pouvais tracer un tableau graphique de la hauteur des nuages, en dessinant par la ligne *bb* la hauteur de la surface inférieure des nuages (la surface de la rosée) et par la ligne *ss*—la hauteur des sommets des nuages.

La méthode des observations a été décrite dans le journal „Метеорологическій Вѣстникъ“, an. 1906 г. № 7.

2. Les observations étaient faites: en 1905—29 VII, 4, 13, 20 et 26 VIII, en 1906—16, 23 et 30 VI, 14, 21 et 28 VII, 11, 15, 18, 22 et 25 VIII et 5 IX, en 1907—24, 25 et 26 VII.

3. Grâce à la bienveillance de M-r D. P. Rjabouchinsky, je pouvais disposer pour beaucoup de jours observés des résultats d'ascensions des cerfs-volants, faites à l'Institut Aérodynamique de Koutchino.

Cb. II. 4. Les observations sur la disposition des nuages montrent, que la disposition linéaire des nuages est un phénomène très ordinaire.

5. Quand les nuages, qui coulent horizontalement, sont très épais, et l'air n'est pas trop sec, ils s'élargissent à une grande distance du courant ascendant, qui leur donne origine. Dans ce cas une ligne de courants ascendants avec ses torrents horizontaux de nuages

d'écoulement forme un énorme voile de nuages, ayant parfois l'aire de plusieurs milliers de km². La grande épaisseur du voile est du côté, où se trouvent les courants ascendants, qui le nourrissent; de l'autre côté il est mince et pour la plupart divisé en petites masses séparées, semblables aux *ACu* au *CiCu*.

- Ch. III 6. La hauteur de la surface de la rosée, a une période de 24 heures bien prononcée. Dans les jours pluvieux la régularité de cette période est souvent troublée.
7. La hauteur de la surface de la rosée, en général, ne dépend pas de la topographie du terrain, excepté le cas, où le vent reste longtemps en contact avec une partie du terrain, très différente du pays environnant (grandes villes, vallées humides, s'étendant dans la direction du vent).
8. La hauteur des sommets des courants ascendants est sujette aux variations fréquentes et irrégulières, dépendantes du mouvement des cyclones et des anticyclones.
- Dans les régions de la haute pression barométrique les courants ascendants se développent difficilement dans la hauteur. C'est pourquoi la formation des nuages est très faible dans les anticyclones, malgré l'énergique insolation et le grand rechauffement des couches inférieures de l'air. L'approche d'un anticyclone fait baisser les sommets des nuages du courant ascendant.
9. Dans les heures matinales la quantité de nuages varie souvent très irrégulièrement: elle n'augmente pas incessamment, mais parfois diminue; quelquefois les *Cu* disparaissent entièrement pour se montrer de nouveau quelque temps après. Ces variations s'expliquent ainsi: la courbe des hauteurs des sommets des nuages a souvent le caractère d'un escalier, tandis que la courbe des hauteurs de la surface de la rosée s'élève régulièrement (fig. 43 et 52). La corrélation de ces deux courbes détermine les variations irrégulières de la quantité visible des nuages. Quand la hauteur des courants ascendants est moindre, que celle de la surface de la rosée, les nuages disparaissent (fig. 53 entre *c* et *d*).

10. La hauteur des sommets des nuages dans les heures matinales accroit ordinairement par sauts, entre lesquels la hauteur des sommets reste constante. Ce phénomène est causé par des inversions, que les courants ascendants rencontrent sur diverses hauteurs. On pourrait croire, que dans l'atmosphère existe une série d'inversions, que les courants ascendants percent successivement. Mais les observations à l'aide des cerfs-volants montrent, que ces inversions se forment l'une après l'autre, comme résultat de la lutte des courants ascendants avec les courants descendants. La plus basse de ces inversions a une importance spéciale; c'est l'inversion matinale, qui se forme pendant la nuit, à cause du refroidissement de couches inférieures de l'air; sa hauteur ne dépasse pas 500 mt. L'inversion matinale empêche la formation des *Cu* parfois jusqu'à 10 ou 11 heures du matin.
11. *Le Max. de l'humidité absolue près de la surface de la terre a lieu un peu avant le moment, où les Cu commencent à se former sur tout le ciel.*
12. Dans les jours cycloniques on peut observer parfois des nuages semblables aux *Cu.*, mais ayant la surface inférieure à la hauteur de 2000 à 3500 mt. La formation des ces nuages montre, que dans l'atmosphère existent parfois des courants ascendants, qui prennent origine à une hauteur plus ou moins considérable, dans l'air libre.
13. Les nuages du courant ascendant se disposent souvent en lignes régulières, qui existent parfois des heures entières. Le rangement des nuages en lignes a lieu, quand les gradients barométriques sont grands. Quand l'état de l'atmosphère est favorable pour le rangement des nuages en lignes, ces lignes sont presque droites et très longues. Dans les cas moins favorables les lignes sont plus courtes et souvent courbées en arc.

Chaque ligne de nuages s'accroit sur un bout par la formation de nouveaux courants ascendants et se dé-

truit sur l'autre bout, où les courants ascendants faiblissent. Une ligne de nuages se développe ordinairement sur le bout, qui est sous le vent.

L'écoulement horizontal des nuages, formant une ligne, a lieu dans une direction à peu près normale à la direction de la ligne elle-même.

Le rangement linéaire des nuages n'a été observé qu'au moins une demi-heure après le moment, où les courants ascendants avaient atteint leur hauteur maximale possible.

14. Quand la condensation de l'eau dans les courants ascendants est grande, les nuages d'écoulement, provenant d'une ligne de courants ascendants, forment une vaste voile de nuages, qui a l'air de *Str—Cu* dans les parties, plus proches aux courants ascendants, et du côté opposé—l'air de *ACu* et parfois de *CiCu* et *CiS*.
 15. Les *Cu* évitent le voisinage des masses de nuages d'écoulement.
 16. Les observations des nuages peuvent beaucoup contribuer à l'étude de la circulation générale de l'air dans les cyclones.
-

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ.

Дожди и грозы.

I.

Общія условія выпаденія дождей.

Когда при восхожденіи воздуха изъ него выдѣляется въ жидкомъ видѣ содержащійся въ немъ водяной парь, то воздухъ наполняется множествомъ мельчайшихъ водяныхъ капелекъ, образующихъ туманъ, видимый съ земли въ видѣ облака. Эти капельки, благодаря своимъ микроскопически малымъ размѣрамъ, почти не падаютъ, не будучи въ состояніи пріобрѣсти сколько-нибудь замѣтную скорость вслѣдствіе сопротивленія воздуха. Поэтому восходящій токъ, даже слабый, легко уноситъ эту водяную пыль вверхъ, при чемъ, конечно, выдѣленіе влаги изъ воздуха продолжается. Если двѣ капельки приходятъ въ соприкосновеніе между собою, то онѣ, вслѣдствіе сцѣпленія жидкости, соединяются въ одну, болѣе тяжелую, которая уже легче можетъ прокладывать себѣ путь въ воздухѣ подъ вліяніемъ силы тяжести и менѣе легко уносится вверхъ восходящимъ токомъ. Ясно, что такое соединеніе капелекъ тѣмъ чаще будетъ имѣть мѣсто, чѣмъ больше капелекъ содержится въ единицѣ объема воздуха, т.-е. чѣмъ больше влаги выдѣлилось изъ воздуха. Если нѣкоторыя капельки достигаютъ такого объема, при которомъ скорость ихъ паденія становится болѣе скорости восходящаго тока, то онѣ начиваютъ падать, при чемъ поглощаютъ въ себя всѣ мелкія капельки, которыя онѣ задѣваютъ при своемъ паденіи. Явленія, совершенно аналогичныя только что описаннымъ, можно наблюдать наглядно на вертикальномъ холодномъ стеклѣ, на которое садится парь изъ теплой и влажной комнаты.

Опыты показали, что наибольшая скорость, которой водяныя капли могут достигнуть въ спокойномъ воздухѣ,—около 8 метр. въ секунду. Поэтому, если восходящій токъ имѣетъ скорость болѣе 8 метр. въ секунду, то онъ совершенно не позволяетъ каплямъ падать и несетъ вверхъ всю выдѣлившуюся воду, независимо отъ величины капель.

Когда восходящій токъ достигъ предѣла своего вертикальнаго развитія и началъ растекаться, то поднятыя имъ массы воздуха вмѣстѣ съ выдѣлившеюся изъ нихъ водою начинаютъ двигаться въ горизонтальномъ направленіи, и капли, не будучи болѣе поддерживаемы восходящимъ токомъ, получаютъ возможность падать. Если конденсація влаги не достигла большихъ размѣровъ, то капельки бывають очень мелки и, падая изъ облака въ нижніе, болѣе сухіе слои воздуха, быстро испаряются; тогда происходитъ просто постепенное таяніе облака, сопровождаемое охлажденіемъ воздуха подъ облакомъ и образованіемъ нисходящаго тока; это было уже описано въ гл. IV 1-й части.

Если влаги изъ воздуха выдѣлилось много, то капельки чаще сливаются между собою и принимаютъ такіе размѣры, что могутъ уже падать съ замѣтною скоростью. Вмѣстѣ съ тѣмъ отношеніе поверхности капель къ ихъ объему у болѣе крупныхъ капель менѣе (поверхность возрастаетъ пропорціонально квадрату діаметра, а объемъ—пропорціонально кубу); поэтому крупныя капли, попадая въ сухой воздухъ, не такъ скоро испаряются, какъ мелкія. Если капли достаточно крупны, то онѣ достигаютъ земной поверхности, не испаряясь, и даютъ дождь.

Количество выдѣлившейся влаги на вѣсовую единицу воздуха зависитъ отъ первоначальнаго содержанія влаги въ воздухѣ и отъ степени охлажденія, которому подвергся воздухъ, а послѣдняя въ свою очередь, зависитъ отъ высоты, на которую поднимается восходящій токъ: чѣмъ восходящій токъ выше, тѣмъ больше охлажденіе. Такимъ образомъ чѣмъ выше восходящій токъ, тѣмъ болѣе влаги выдѣляетъ онъ изъ воздуха.

Нужно при этомъ имѣть въ виду, что съ пониженіемъ температуры содержаніе водяного пара въ насыщенномъ воздухѣ убываетъ все болѣе и болѣе; поэтому значительное выдѣленіе влаги при восхожденіи воздуха можетъ имѣть мѣсто только въ нижнихъ частяхъ восходящаго тока надъ поверхностью росы, а на очень

большихъ высотахъ, гдѣ воздухъ охладится уже значительно ниже нуля, дальнѣйшее охлажденіе не можетъ болѣе выдѣлать изъ него сколько-нибудь значительнаго количества влаги.

Испареніе воды съ поверхности падающихъ капель находится въ зависимости отъ трехъ факторовъ: 1) величины капель, 2) температуры и влажности слоевъ воздуха, сквозь которые капли падаютъ, и 3) отъ силы нисходящаго тока, производимаго паденіемъ дождя.

Относительно величины капель уже было указано, что чѣмъ больше капли, тѣмъ менѣе подвержены онѣ испаренію въ сухомъ воздухѣ. Вліяніе температуры и влажности воздуха, черезъ который приходится пролетать каплямъ при паденіи изъ облака на землю, понятно само собою: чѣмъ теплѣе и суше воздухъ, тѣ сильнѣе происходитъ въ немъ испареніе дождевыхъ капель. Нисходящій токъ, образующійся въ области дождя вслѣдствіе увлеченія воздуха внизъ падающими каплями, способствуетъ сильному испаренію съ поверхности капель: при нисхожденіи воздухъ дѣлается теплѣе и суше и непрерывно поглощаетъ воду изъ падающихъ капель. Вліяніе этого фактора тѣмъ сильнѣе, чѣмъ сильнѣе нисходящій токъ; сила же нисходящаго тока находится въ прямой зависимости отъ силы дождя. Вблизи отъ поверхности земли второй и третій факторы сводятся почти къ нулю, такъ какъ у поверхности земли воздухъ во время дождя всегда очень влаженъ, а нисходящій токъ уничтожается сопротивленіемъ земной поверхности и ощущается только въ видѣ нѣкотораго повышенія давленія.

Вблизи отъ земной поверхности испареніе дождевыхъ капель замѣняется, наоборотъ, конденсаціею влаги на поверхности капель, потому что во время дождя, нижніе слои воздуха бываютъ почти насыщены влагою, капли же падая изъ холодныхъ высокихъ слоевъ и постоянно теряя теплоту отъ испаренія по пути, приходятъ туда съ низкою температурою.

Если представимъ себѣ, что при постоянныхъ условіяхъ температуры и влажности и при постоянной высотѣ поверхности росы высота восходящихъ токовъ постепенно возрастаетъ, то сначала, при малой разности высотъ h_s и h_b количество выдѣляющейся влаги будетъ еще настолько незначительно и образовавшіяся капли настолько мелки и немногочисленны, что дождя получится не можетъ: вся падающая влага испаряется раньше, чѣмъ дости-

гаеть поверхности земли. Съ увеличеніемъ высоты восходящихъ токовъ количество выдѣляющейся воды и размѣры капель постепенно возрастаютъ; наконецъ, когда отношеніе $\frac{h_s}{h_b}$ достигнетъ нѣкоторой предѣльной величины a ,

$$\frac{h_s}{h_b} = a,$$

капли становятся достаточно крупны, чтобы достигать поверхности земли; тогда начинается дождь.

Само собою разумѣется, что a не есть постоянная величина: она зависитъ какъ отъ температуры и влажности у поверхности земли, такъ и отъ распредѣленія температуры и влажности во всей толщѣ воздуха, черезъ которую проходятъ дождевыя капли. Мои наблюденія въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ показали, что въ Москвѣ въ лѣтнее время *дождевой коэффициентъ*, т.-е. отношеніе $\frac{h_s}{h_b}$, при которомъ становится возможнымъ дождь, колеблется между 2,5 и 3,5. Отсюда становится понятнымъ, почему иногда при большой облачности не выпадаетъ на капли дождя: видимая облачность можетъ достигнуть весьма значительной величины уже при $\frac{h_s}{h_b} = 1,5 - 2$, чего для выпаденія дождя еще недостаточно. Яркій примѣръ такого положенія дѣль представляетъ климатъ Свакопмунда на западномъ берегу южной Африки. Здѣсь, несмотря на большую влажность и облачность, выпадаетъ въ годъ всего 2 ст. дождя. Самый влажный мѣсяць, декабрь, имѣетъ слѣдующія среднія ¹⁾:

температура	16,4°
абс. влажность	11,4 мм.
огн. влажн.	83%
облачность	7,1
количество осадковъ	6,1 мм.
число дней съ осадками	7

Происходящія здѣсь явленія можно объяснить такъ: преобла-

1) В. Шичинскій. Климатъ Свакопмува. Мет. В. 1906 г. Окт.

дающій холодный вѣтеръ съ моря, вѣроятно, простирается на большую высоту—не болѣе 1000—1500 метр., а выше воздухъ гораздо теплѣе. Присутствіе сильной инверсіи на небольшой высотѣ препятствуетъ развитію въ вышину восходящихъ токовъ, но такъ какъ влажность очень велика, то поверхность росы находится низко, и отношеніе $\frac{h_g}{h_b}$ обыкновенно имѣетъ довольно большую величину, но рѣдко достигаетъ предѣла, при которомъ становится возможнымъ дождь, а если иногда и достигаетъ, то очень мало переходитъ за него, почему сильныхъ дождей совершенно не наблюдается.

По мѣрѣ движенія морского вѣтра внутрь материка, онъ нагрѣвается, инверсія ослабѣваетъ; въ 50—70 километрахъ отъ берега вліяніе холоднаго ЮЗ. вѣтра уже перестаетъ быть замѣтно, и количество осадковъ уже 20—30 ст. въ годъ.

Тавъ какъ Свакопмундъ принадлежитъ Германіи, то было бы весьма желательно, чтобы нѣмецкіе метеорологи путемъ воздушныхъ полетовъ провѣрили мои предположенія о вертикальномъ распредѣленіи температуры въ этой мѣстности.

Вообще я думаю, что малое количество лѣтнихъ дождей на морскихъ берегахъ объясняется главнымъ образомъ присутствіемъ инверсіи на небольшой высотѣ, благодаря вѣтру, дующему съ болѣе холоднаго моря на теплый материкъ.

Когда отношеніе $\frac{h_g}{h_b}$ достигаетъ величины дождевого коэффиціента, то начинаетъ падать очень слабый дождь. При величинѣ этого отношенія, болѣе или менѣе превосходящей дождевой коэффиціентъ, сила дождя увеличивается вмѣстѣ съ увеличеніемъ высоты восходящаго тока, сначала быстро, а потомъ все медленнѣе. Если восходящій токъ поднимается на очень большую высоту, то въ верхнихъ его частяхъ, благодаря низкой температурѣ, конденсація влаги ничтожна и почти ничего не прибавляетъ къ тому количеству воды, которое выдѣлилось въ нижнихъ частяхъ; но вмѣстѣ съ тѣмъ капли, образовавшіяся внизу, могутъ быть занесены восходящимъ токомъ на такія высоты, гдѣ температура на нѣсколько десятковъ градусовъ ниже нуля; здѣсь вода замерзаетъ, и происходитъ *градъ*.

Мы уже видѣли, что усиленное мѣстное испареніе способствуетъ

пониженію поверхности росы; при этомъ, конечно, увеличивается отношеніе $\frac{h_s}{h_b}$. Слѣдовательно при обильномъ мѣстномъ испареніи со всей поверхности страны отношеніе $\frac{h_s}{h_b}$ легче можетъ достигнуть предѣла, при которомъ становится возможнымъ дождь. Усиленное испареніе съ небольшой отдѣльной площади не можетъ оказать вліянія, такъ какъ уже было указано, что вліяніе мѣстнаго испаренія на высоту поверхности росы замѣчается лишь тогда, когда воздухъ долгое время остается въ соприкосновеніи съ усиленно испаряющею поверхностью.

Лѣса являются формою растительности, наиболѣе сильно испаряющею влагу и вмѣстѣ съ тѣмъ наиболѣе успѣшно задерживающею выпадающіе осадки; поэтому лѣсистыя страны находятся въ гораздо лучшихъ условіяхъ относительно выпаденія лѣтнихъ дождей, нежели безлѣсныя. Осадки, выпадающіе въ лѣсахъ, легко впитываются въ почву и затѣмъ постепенно испаряются; черезъ это поверхность росы никогда не поднимается очень высоко, и когда высота вершинъ облаковъ послѣ нѣсколькихъ сухихъ дней начинаетъ увеличиваться, то она сравнительно скоро можетъ достигнуть критической величины, при которой становится возможнымъ дождь.

Совсѣмъ иначе происходитъ дѣло въ безлѣсной странѣ. Снѣговая вода и выпадающіе осадки легко стекаютъ по поверхности земли и просачиваются въ глубокіе слои, а запасъ влаги въ верхнемъ слоѣ почвы бываетъ невеликъ и быстро истощается въ засушливое время. Поэтому здѣсь послѣ таяшя снѣга или выпаденія обильныхъ дождей сначала мѣстное испареніе идетъ весьма энергично, но затѣмъ, съ истощеніемъ запаса влаги въ верхнемъ слоѣ почвы, быстро падаетъ и послѣ продолжительной засухи сводится къ совершенно ничтожнымъ размѣрамъ. Вмѣстѣ съ этимъ и высота поверхности росы должна испытывать весьма значительныя колебанія. Поэтому, когда послѣ нѣсколькихъ антициклонныхъ дней наступаетъ погода, болѣе благоприятствующая развитію въ вышину восходящихъ токовъ, то поверхность росы оказывается уже на весьма значительной высотѣ, и восходящіе токи, чтобы произвести дождь, должны достигнуть очень большихъ высотъ, что вообще бываетъ не особенно часто. Такимъ образомъ колебанія давленія,

легко вызывающія дождь въ лѣвистой странѣ, могутъ въ степной полосѣ протекать, не вызывая дождя, и только при особо сильной атмосферической пертурбаціи или въ случаѣ приноса влаги вѣтромъ со стороны дождь оросить, наконецъ, засушенную степь.

Принимая во вниманіе, что въ данномъ случаѣ главную роль играетъ способность лѣса задерживать влагу въ верхнихъ слояхъ почвы и затѣмъ энергично испарять ее, я думаю, что правильнѣе поставить вопросъ о борьбѣ съ засухами на болѣе общую почву, не связывая его непременно съ облѣсеніемъ. Основной принципъ борьбы съ засухамъ слѣдуетъ формулировать такъ:

Примѣненіе въ обширныхъ размѣрахъ всякихъ мѣръ, способствующихъ задержанію влаги въ верхнихъ слояхъ почвы и энергичному ея испаренію оттуда, можетъ принести большую пользу въ борьбѣ съ засухами.

II.

Движенія атмосферы при дождяхъ и грозахъ.

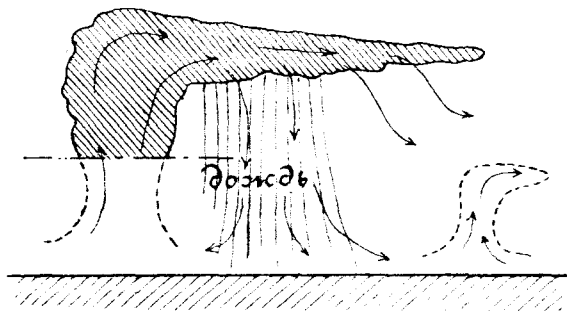
Мы уже видѣли (ч. I, гл. IV), что при паденіи дождя происходитъ мощный нисходящій токъ холоднаго и влажнаго воздуха, доходящій до самой поверхности земли. Существованіе этого нисходящій тока зависитъ, съ одной стороны, отъ механическаго дѣйствія на воздухъ множества надающихъ дождевыхъ капель, а съ другой стороны—отъ охлажденія, происходящаго при испареніи воды съ поверхности дождевыхъ капель.

Если представимъ себѣ, что дождь падаетъ при совершенно спокойной атмосферѣ, то нисходящій токъ, вызванный дождемъ, ударившись о земную поверхность, будетъ растекаться по ней равномерно во всѣ стороны, въ видѣ постепенно расширяющагося круга, и вытѣснять вверху болѣе теплый воздухъ, находящійся около земной поверхности. Если при этомъ атмосфера находится въ неустойчивомъ состояніи, благодаря сильному нагрѣванію нижнихъ слоевъ, то вытѣсняемый теплый воздухъ образуетъ, восходящіе токи, поднимающіеся до поверхности равновѣсія и растекающіеся вдоль послѣдней. Такимъ образомъ основная схема движеній воздуха при дождѣ представляется въ видѣ мощнаго нисходящаго тока въ области дождя, окруженнаго кольцеобразнымъ рядомъ восходящихъ токовъ, постепенно расширяющимся концентрически.

Такъ какъ атмосфера никогда не бываетъ совершенно спокойна, а, напротивъ, всегда возмущается вѣтрами, направленными на разныхъ высотахъ различно, въ зависимости отъ существующихъ на этихъ высотахъ барометрическихъ градиентовъ, то эта схема на практикѣ осуществляется съ различными отклоненіями, къ разсмотрѣнію которыхъ мы теперь и перейдемъ.

Въ атмосферѣ почти никогда не бываетъ такого состоянія, когда давленіе распредѣлено совершенно равномерно,—всегда имѣется нѣкоторый барометрическій градиентъ. Поэтому растеканіе восходящихъ токовъ вообще всегда направляется въ одну какую-нибудь сторону, по направленію градиента, существующаго на высотѣ поверхности растеканія.

Растекавіе восходящихъ токовъ въ одну сторону вносить существенное измѣненіе въ описанную выше схему. При растеканіи



Черт. 54.

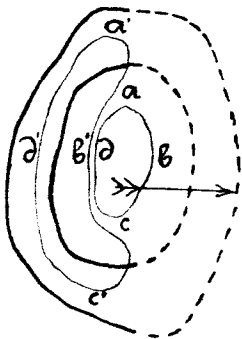
восходящихъ токовъ въ одну сторону различныя части кольца восходящихъ токовъ, окружающаго область дождя, оказываются поставленными въ совершенно разные условія, не одинаково благоприятствующія развитію восходящихъ токовъ.

Мы уже видѣли, что дождь падаетъ пзъ растекающихся облаковъ, изъ части ихъ болѣе близкой къ восходящему току, и что покровъ растекающихся облаковъ распространяется далеко за область дождя, становясь постепенно все рѣже и тоньше (черт. 54).

Такимъ образомъ, при растекавіи облаковъ въ одну сторону, значительная часть кольца восходящихъ токовъ вокругъ области дождя, находится подъ покровомъ растекающихся облаковъ (на черт. 54 въ такомъ положеніи находится правая часть кольца).

Но мы уже видѣли, что присутствіе наверху растекающихся облаковъ препятствуетъ развитію восходящихъ токовъ, что между растекающимися облаками и облаками восходящаго тока существуетъ рѣзко выраженный антагонизмъ.

Поэтому восходящіе токи въ правой части кольца не будутъ сильно развиваться въ высоту и не будутъ въ состояніи дать дождь, а въ лѣвой части кольца, гдѣ развитіе восходящихъ токовъ не задерживается присутствіемъ растекающихся облаковъ, облака восходящаго тока будутъ подниматься до той же высоты, какъ и тѣ, изъ которыхъ первоначально началъ падать дождь; такимъ образомъ область дождя будетъ расширяться въ сторону, противоположную растеканію дождевыхъ облаковъ, а съ другого конца она будетъ постепенно замирать. Слѣдовательно, въ этомъ случаѣ область дождя будетъ перемѣщаться въ направленіи, противоположномъ направленію растеканія дождевыхъ облаковъ, а ливнія восходящихъ токовъ, производящихъ дождь, будетъ имѣть форму дуги, постепенно расширяющейся параллельно самой себѣ (черт. 55) На черт. 55 фигуры $abcd$ и $a'b'c'd'$ обозначаютъ послѣдовательныя положенія области дождя, стрѣлкою обозначено направленіе растеканія дождевыхъ облаковъ, сплошною толстою линіею показаны послѣдовательныя положенія линіи восходящихъ токовъ производящихъ дождь, а пунктиромъ — положенія линіи восходящихъ токовъ, расположенныхъ подъ растекающимися облаками и не вызывающихъ дождя.



Черт. 55.

До сихъ поръ мы предполагали, что у поверхности земли атмосфера спокойна, но на еяомъ дѣлѣ этого почти никогда не бываетъ: по большей части у поверхности земли наблюдается вѣтеръ. Это обстоятельство вносить въ циркуляцію воздуха еще новыя осложненія, которыя необходимо разсмотрѣть, чтобы составить себѣ полную картину явленій, происходящихъ при паденіи дождя.

При существованіи вѣтра въ нижнихъ слояхъ атмосферы нарушается правильность растеканія нисходящаго тока, вызываемаго паденіемъ дождя. Растеканіе холодваго воздуха, приносимаго нис-

ходящимъ токомъ, встрѣчаетъ въ разныхъ направленіяхъ различное сопротивленіе: тамъ, гдѣ растеканіе прямо противоположно направленію вѣтра, сопротивленіе конечно, наибольшее, а тамъ, гдѣ оно совпадаетъ съ направленіемъ вѣтра,—сопротивленіе наименьшее; въ промежуточныхъ направленіяхъ сопротивленіе также вмѣстѣ нѣкоторыя среднія величины. Благодаря такой неравномѣрности сопротивленій, растеканіе нисходящаго тока по земной поверхности происходитъ неравномѣрно и направляется преимущественно въ ту сторону, куда дуетъ вѣтеръ. Съ навѣтренной стороны происходитъ борьба растекающихся струй холоднаго воздуха съ вѣтромъ; при слабомъ вѣтрѣ потокъ растекающагося воздуха перевозмогаетъ живую силу вѣтра и распространяется впередъ, хотя и съ сильнымъ замедленіемъ; сильный вѣтеръ можетъ совершенно остановить растеканіе нисходящаго тока противъ вѣтра и даже понемногу оттѣснить нисходящій токъ; наконецъ, при равенствѣ живыхъ силъ вѣтра и растекающагося потока можетъ установиться полное равновѣсіе, при чемъ на границѣ растекающагося потока будетъ наблюдаться затишье, а вѣтеръ, встрѣчаясь съ массаи холоднаго воздуха, будетъ устремляться кверху и своею живою силою содѣйствовать образованію мощныхъ восходящихъ токовъ.

Слѣдовательно, существованіе вѣтра въ нижнихъ слояхъ атмосферы вызываетъ преимущественное распространеніе кольца восходящихъ токовъ въ сторону, куда дуетъ вѣтеръ.

Если сопоставимъ вмѣстѣ вліяніе односторонняго растеканія дождевыхъ облаковъ и вліяніе нижняго вѣтра, то легко видѣть, что дѣйствительное направленіе перемѣщенія области дождя будетъ нѣкоторое среднее между направленіемъ нижняго вѣтра и направленіемъ противоположнымъ растеканію дождевыхъ облаковъ. Напримѣръ, если вѣтеръ дуетъ отъ W, а растеканіе дождевыхъ облаковъ направлено къ N., то подъ вліяніемъ вѣтра кольцо восходящихъ токовъ будетъ раздвигаться преимущественно отъ W къ E., а подъ вліяніемъ растеканія дождевыхъ облаковъ къ N., наиболѣе сильное развитіе восходящихъ токовъ будетъ въ S. части кольца, и потому область дождя будетъ имѣть стремленіе перемѣщаться отъ N къ S. Въ конечномъ результатѣ оба эти вліянія суммируются, и область дождя будетъ перемѣщаться въ нѣкоторомъ промежуточномъ направленіи между W и N. Если преобладаетъ вліяніе вѣтра, то дождь будетъ двигаться отъ WNW.,

если же вѣтеръ слабъ, то движеніе области дождя будетъ отъ NW. или NNW. Если бы вѣтеръ былъ SW, а растеканіе дождевыхъ облаковъ было направлено къ S., то область дождя передвигалась бы приблизительно отъ SSW.

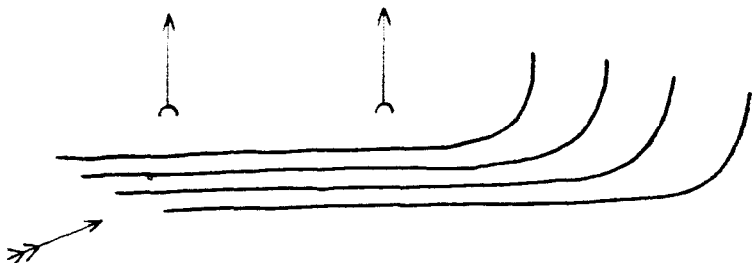
Если вѣтеръ S. и растеканіе дождевыхъ облаковъ направлено къ S., то обѣ составляющія имѣютъ прямо противоположныя направленія, и область дождя медленно передвигается или отъ S. при преобладающемъ вліяніи вѣтра, или отъ N., т.-е. противъ вѣтра, если вѣтеръ слабъ, или остается на мѣстѣ, если оба вліянія взаимно уравниваются.

Такимъ образомъ оказываются возможными самыя разнообразныя скорости и направленія передвиженія области дождя вплоть до движенія прямо противъ вѣтра. Вообще же направленіе перемѣщенія области дождя почти никогда не совпадаетъ съ направлениемъ вѣтра у земной поверхности. Совпаденіе возможно только въ томъ случаѣ, если направленіе растеканія дождевыхъ облаковъ прямо противоположно направленію вѣтра, но такой случай конечно представляетъ довольно рѣдкое исключеніе; въ этомъ случаѣ обѣ слагающія направлены въ одну сторону, и область дождя перемѣщается съ огромною скоростью по направленію вѣтра; медленное перемѣщеніе по вѣтру будетъ имѣть мѣсто также тогда, когда направленіе растеканія совпадаетъ съ направлениемъ вѣтра, но вліяніе вѣтра преобладаетъ.

Выражаясь нѣсколько иначе, можно такъ формулировать законъ перемѣщенія дождей и грозъ: *дѣйствительное перемѣщеніе дождя или грозы слагается по закону параллелограмма изъ двухъ отдѣльныхъ перемѣщеній; первое изъ нихъ зависитъ отъ односторонняго растеканія дождевыхъ облаковъ и направлено прямо противоположно ихъ растеканію, а второе зависитъ отъ вѣтра, дующаго въ нижнихъ слояхъ атмосферы, и по направленію совпадаетъ съ направлениемъ вѣтра.* Въ зависимости отъ величины и направленія первой слагающей распространеніе дождя составляетъ большій или меньшій уголъ съ направлениемъ вѣтра.

До сихъ поръ мы рассматривали дождь, какъ бы происшедшій отъ одного отдѣльнаго восходящаго тока и распространяющійся концентрическими дугами. Но мы уже видѣли, что изолированные восходящіе токи встрѣчаются сравнительно рѣдко и что имъ свойственна группировка въ болѣе или менѣе длинные ряды. Если

рядъ облаковъ достигнетъ такой высоты, при которой становится возможенъ дождь, то область дождя представить изъ себя длинную, но не очень широкую полосу, которая будетъ шире противъ болѣе сильныхъ восходящихъ токовъ, дающихъ больше дождя, и сравнительно уже тамъ, гдѣ восходящій токъ слабѣе. Въ остальномъ явленія будутъ происходить безъ всякихъ измѣненій. Рядъ восходящихъ токовъ, производящихъ дождь, будетъ отгѣсняться въ сторону, противоположную растекавію дождевыхъ облаковъ. Если направленіе вѣтра совпадаетъ съ направлениемъ ряда или составляетъ съ нимъ острый уголъ, то рядъ бываетъ нѣсколько загнутъ на подвѣтренномъ концѣ и развивается въ эту сторону образованиемъ новыхъ восходящихъ токовъ, а съ навѣтреннато конца постепенно замираетъ. Если же вѣтеръ дуетъ перпендикулярно къ



Черт. 56.

ряду восходящихъ токовъ, то рядъ можетъ развиваться въ оба конца. Если обозначимъ стрѣлкою съ дугообразнымъ хвостикомъ направленіе растеканія дождевыхъ облаковъ, а обыкновенною стрѣлкою—направленіе вѣтра у земной поверхности, то распространеніе рядового дождя будетъ происходить, какъ показано на черт. 56, на которомъ линіи изображаютъ послѣдовательныя положенія ряда восходящихъ токовъ, производящихъ дождь. Такъ какъ въ данномъ случаѣ вѣтеръ дуетъ немного навстрѣчу собственному перемѣщенію ряда восходящихъ токовъ, то послѣдній сравнительно слабо подвигается впередъ, но быстро развивается въ своей загнутой части на подвѣтренномъ концѣ.

Такъ какъ рядъ восходящихъ токовъ никогда не бываетъ равномернымъ по всей длинѣ, то и дождь не одинаково силенъ на всемъ своемъ протяженіи. Противъ болѣе сильныхъ восходящихъ токовъ

дождь сильнѣе и полоса дождя шире. Такъ какъ въ мѣстахъ, гдѣ дождь сильнѣе, и нисходящій токъ также энергичнѣе, то въ этихъ мѣстахъ напоръ растекающихся холодныхъ струй сильнѣе, и отѣсненіе ряда восходящихъ токовъ энергичнѣе. Поэтому рядъ принимаетъ форму волнообразной линіи съ выпуклостями противъ областей наиболѣе сильнаго дождя (черт. 57).

Остается разсмотрѣть вліяніе дождя на вѣтеръ въ окрестностяхъ области дождя. Здѣсь главную роль играютъ потоки холоднаго воздуха, растекающіеся отъ нисходящаго тока въ области дождя. Гдѣ они совпадаютъ съ направлевіемъ вѣтра или составляютъ съ нимъ не очень большой уголъ, тамъ живая сила ихъ суммируется съ живою силою вѣтра, и получается значительное усиленіе вѣтра, доходящее нерѣдко до силы урагана, тамъ же, гдѣ направленія вѣтра и растекающихся отъ области дождя потоковъ противополо-



Черт. 57.

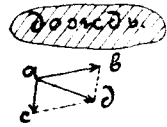
жны между собою, получается ослабленіе вѣтра, переходящее иногда въ полное затишье и даже въ слабый вѣтеръ противоположнаго направленія.

Смотря по тому, какъ движется дождь по отношенію къ вѣтру, могутъ быть различныя комбинаціи перемѣнъ вѣтра передъ наступленіемъ дождя. Если дождь перемѣщается болѣе или менѣе по вѣтру, то передъ дождемъ будетъ усиленіе вѣтра, а въ обратномъ случаѣ—ослабленіе вѣтра или затишье.

Если линія восходящихъ токовъ представляетъ волнообразную линію съ очень выпуклыми волнами, то во впадинахъ ея теченія разныхъ направленій сталкиваются, и легко могутъ возникать бурные вихри, достигающіе разрушительной силы.

Подъ вліяніемъ живой силы воздушныхъ потоковъ, растекающихся отъ области дождя, мѣняется не только сила вѣтра, но и его направленіе. Вѣтеръ обыкновенно отклоняется отъ области дождя, благодаря присоединенію слагающей, направленной отъ

области дождя. Напримѣръ, на черт. 58 первоначальное направление вѣтра, обозначенное стрѣлкою ab , подъ вліяніемъ дождя измѣнится въ ac , благодаря вліянію слагающей ad , направленной отъ области дождя. Производя мысленно сложение скорости вѣтра съ нѣкоторою скоростью, направленною отъ области дождя, легко можно себѣ уяснить въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ, въ какую сторону долженъ отклониться вѣтеръ и произойдетъ ли его усиленіе или ослабленіе.



Черт. 58.

Для того чтобы выяснитъ себѣ при наблюденіи, какою своею частью область дождя надвигается, нужно обращать вниманіе на крупность дождевыхъ капель. Чѣмъ крупнѣе дождевая капля, тѣмъ труднѣе ей держаться въ воздухѣ и тѣмъ ближе она упадетъ отъ восходящаго тока, въ которомъ образовалась; мелкія же капли могутъ быть относимы на очень большое разстояніе. Поэтому въ области дождя происходитъ отсѣиваніе дождевыхъ капель по ихъ величинѣ: наиболѣе крупныя капли выпадаютъ вблизи отъ линіи восходящихъ токовъ, а мелкая водяная пыль относится дальше и выпадаетъ на другомъ краю области дождя. Поэтому, если дождь надвигается на мѣсто наблюденія своею переднею частью, то сначала надвигается густая гряда облаковъ восходящаго тока, и когда она пройдетъ черезъ зенитъ, начинаютъ падать сначала рѣдкія и очень крупныя капли, а потомъ уже начинаетъ идти смѣшанный дождь изъ капель различныхъ величинъ. Если же дождь надвигается заднею или боковою частью, то сначала надвигаются слоистыя растекающіяся облака, а потомъ начинаетъ падать очень мелкій дождь, который постепенно усиливается.

Сопоставляя наблюденія надъ облаками, вѣтромъ и крупностью капель при началѣ и концѣ дождя, легко бываетъ опредѣлить основные элементы даннаго дождя: положеніе ряда восходящихъ токовъ и направленіе ихъ растеканія. Когда эти основные элементы опредѣлены, то все остальное легко объясняется: распределеніе вѣтровъ кругомъ области дождя, перемѣщеніе дождя и проч.

Представленіе дождя въ видѣ ряда восходящихъ токовъ объясняетъ легко самые разнообразныя случаи дождя. Такъ какъ рядъ можетъ перемѣщаться во всѣхъ направленіяхъ, то продол-

жительность дождя можетъ измѣняться въ самыхъ широкихъ предѣлахъ. Если рядъ быстро движется впередъ, то дождь будетъ непродолжительный; если рядъ перемѣщается по своей длинѣ, то получится очень продолжительный дождь, сила котораго то увеличивается, то уменьшается, въ зависимости отъ прохожденія вблизи мѣста наблюденія болѣе сильной или болѣе слабой части восходящаго тока. Наконецъ, можетъ быть совершенно стаціонарный дождь, который, падая все время на одномъ мѣстѣ, даетъ на небольшой площади огромное количество осадковъ. Къ такимъ почти стаціонарнымъ грозамъ принадлежала гроза 23 іюля 1908 г. въ Москвѣ, давшая болѣе 60 мм. осадковъ.

Приведенныя въ этой главѣ соображенія заставляютъ весьма скептически относиться къ представленію о дождяхъ и грозахъ, какъ о небольшихъ мѣстныхъ вихряхъ. Представленіе циркуляціи воздуха при дождѣ или грозѣ въ видѣ ряда восходящихъ токовъ, окаймляющихъ мощный нисходящій токъ, производимый дождемъ, гораздо лучше объясняетъ явленія, наблюдаемыя при дождяхъ и грозахъ.

III.

Описаніе наблюденныхъ дождей и грозъ.

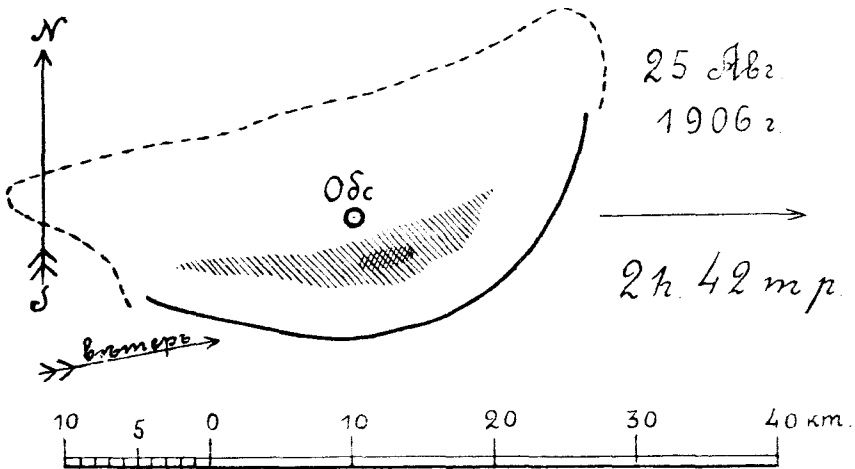
Во время моихъ наблюденій надъ облаками мнѣ случалось нѣсколько разъ наблюдать дожди и грозы. Сначала я не задавался задачею прослѣдить дождь или грозу во всѣхъ подробностяхъ и постепенномъ ходѣ, а ограничивался только наблюденіями чистоморфологическаго характера, стараясь опредѣлить расположеніе восходящихъ токовъ и области дождя и снять возможно точный и ясный планъ всей системы облаковъ, связанной съ данною областью дождя. Затѣмъ, въ 1907 году, когда я уже ознакомился со строеніемъ облачныхъ системъ, дающихъ дождь, и пріобрѣлъ навыкъ въ съемкѣ ихъ на планъ, я сталъ обращать вниманіе на передвиженіе области дождя и связанныхъ съ нею восходящихъ токовъ.

Въ описаніи наблюденныхъ случаевъ я придерживаюсь эволюціоннаго порядка и описываю сначала наблюденія чистоморфологическаго характера, а уже потомъ такія, когда было выяснено послѣдовательными съемками перемѣщеніе явленія и постепенное его развитіе.

25 августа 1906 года.

Одинъ изъ простѣйшихъ въ морфологическомъ отношеніи случаевъ дождя былъ снятъ мною 25 августа 1906 г. въ 2 ч. 42 м. дня. Въ этотъ день не замѣчалось наклонности къ образованію длинныхъ облачныхъ рядовъ, и потому дождь падалъ отдѣльными небольшими площадями и повторялся нѣсколько разъ въ день не подолгу. Одну изъ такихъ небольшихъ областей дождя съ принадлежащею къ ней системою облаковъ мнѣ и удалось снять въ то время, когда центръ облачной системы находился надъ самою обсерваторіею, и вся система была видна во всѣхъ подробностяхъ.

Рядъ восходящихъ токовъ представлялъ очень правильную дугу, обращенную выпуклостью къ ЮВ. (черт. 59), съ радіусомъ кри-



Черт. 59.

визны, наименьшимъ противъ мѣста самаго сильнаго дождя и наибольшимъ—на ЮЗ. Хорда, проведенная черезъ концы этой дуги, проходила почти черезъ обсерваторію и имѣла длину въ 33,5 км. Середина дуги отстояла отъ обсерваторіи на 8,5 км. къ ЮЮВ. Область наибольшаго дождя находилась къ ЮВ. отъ обсерваторіи; въ обѣ стороны отъ нея видны были полосы болѣе слабаго дождя. Длина всей линіи восходящихъ токовъ, считая по дугѣ, составляла 39,5 км.

Край растекающихся облаковъ представлялъ почти прямую линію, простиравшуюся отъ ЗЮЗ. къ ВСВ. на разстояніи 8,5 км. отъ обсерваторіи; длина этой линіи составляла 41 км.

Такъ какъ въ 1906 году я еще только начиналъ разбираться въ морфологической сторонѣ явленій, сопровождающихъ дождь, то я, къ сожалѣнію, не прослѣдилъ дальнѣйшаго движенія облачной системы путемъ послѣдовательныхъ съемокъ. Но по записямъ, имѣющимся въ журналѣ наблюденій, можно составить себѣ довольно ясное понятіе о перемѣщеніи облачной системы и области дождя за нѣкоторое время, предшествовавшее съемкѣ.

2 час. 28 мин. дня—линія восходящихъ токовъ находилась въ зенитѣ.

2 ч. 32 м.—восходящіе токи нѣсколько восточнѣе обсерваторіи; сильный, порывистый западный вѣтеръ.

2 ч. 33 м. началъ накрапывать дождь.

2 ч. 36 м. дождь прекратился.

Видно, что явленіе двигалось приблизительно отъ З. къ В. Вѣтеръ весь этотъ день дулъ изъ западныхъ румбовъ, между З. и ЮЗ. Поэтому и движеніе области дождя и усиленіе вѣтра передъ дождемъ вполне согласуются со схемою, указанною въ предыдущей главѣ. Расположеніе области дождя и линіи восходящихъ токовъ также вполне соотвѣтствуетъ этой схемѣ.

На черт. 59 толстою линіею изображена передняя граница восходящихъ токовъ, пунктиромъ—край растекающихся облаковъ, а область дождя покрыта штриховкою.

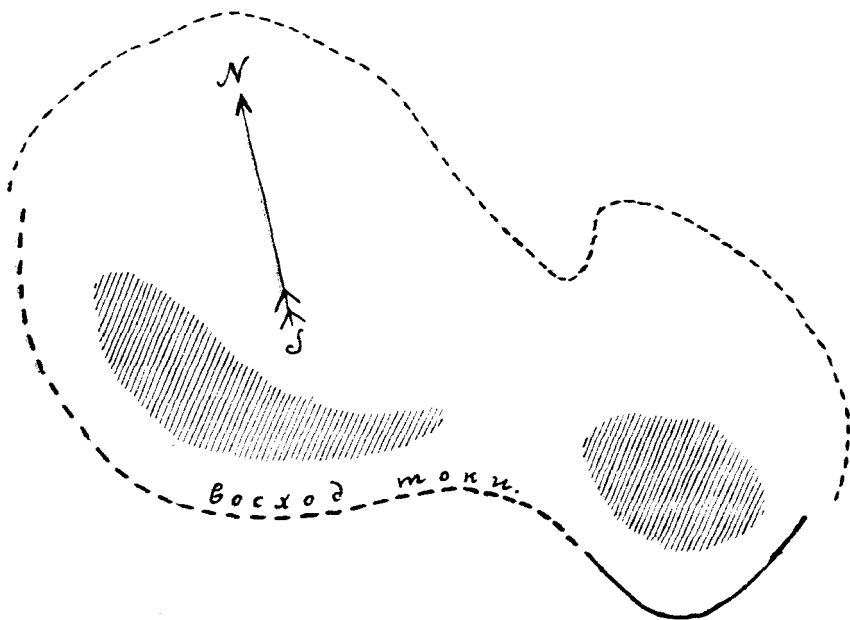
Высота поверхности росы въ это время была около 1000 метр., а высота вершинъ облаковъ восходящаго тока—почти 3000 метр.

11 августа 1906 года.

Въ этотъ день облака восходящаго тока очень слабо развивались до 3 ч. дня, послѣ же 3 ч. восходящіе токи начали сильно развиваться въ вышину и въ началѣ 5-го часа доходили уже почти до 3500 метр. высоты. Такъ какъ поверхность росы была въ это время на высотѣ 1100 метр., то сталъ возможенъ дождь, который и не замедлилъ образоваться къ ЗСЗ. отъ обсерваторіи.

Въ этомъ случаѣ область дождя была гораздо обширнѣе, чѣмъ въ предыдущемъ. Непосредственно снять удалось только весь

край растекающихся облаковъ и часть линіи восходящихъ токовъ, обозначенную сплошною чертою. Остальная часть линіи восходящихъ токовъ была не видна за областью дождя. Но сильный выступъ на СЗ. части края растекающихся облаковъ указывалъ, что противъ него должны были находиться очень сильные восходящіе токи, а слѣдовательно и область болѣе сильнаго дождя; а такъ какъ и теорія, и позднѣйшія наблюденія показывали, что противъ болѣе сильнаго дождя долженъ находиться выступъ линіи восходящихъ токовъ, то я могъ изобразить приблизительно и невидимую



Черт. 60.

часть линіи восходящихъ токовъ, начертивши ее толстымъ пунктиромъ для отличія отъ части, снятой непосредственно. Съемка была сдѣлана въ 5 ч. 12 м. дня (черт. 60).

Въ 5-мъ часу дня 11 августа было замѣтно стремленіе облаковъ группироваться въ ряды, направленные отъ ЗСЗ. въ ВЮВ. Общее направленіе линіи восходящихъ токовъ на планѣ области дождя приблизительно такое же. Благодаря существовавшему стремленію

облаковъ къ рядовой группировкѣ, явленіе приняло гораздо болѣе обширные размѣры, чѣмъ 25 августа: длина хорды линіи восходящихъ токовъ была около 60 км., а длина самой линіи почти 75 км. Самая форма линіи восходящихъ токовъ была гораздо сложнѣе, чѣмъ 25 августа. Ширина растекающихся облаковъ (считая отъ линіи восходящаго тока до края) доходила до 33 км. (25 авг.—только до 17 км.).

Высота поверхности росы во время съемки была 1050 метр., а $h_s = 2750$ метр. Такъ какъ h_s быстро уменьшалось, какъ это ясно видно изъ діаграммы высоты облаковъ за этотъ день, то дождь вскорѣ прекратился.

Вѣтеръ весь день былъ слабый или умѣренный, изъ южныхъ румбовъ: утромъ Ю., въ 2 ч. 43 м. дня—ЮЮЗ. п въ 4 ч. 51 м.—ЮЮВ. Передвиженіе области дожда не было прослѣжено, такъ какъ дождь вскорѣ прекратился, но повидимому дождь медленно перемѣщался въ направленіи, заключавшемъ составляющую къ С., такъ какъ въ 4 ч. 51 м. было записано, что на З. видно вдали паденіе дожда,—слѣдовательно за 23 мин. до съемки дождь былъ нѣсколько южнѣе, чѣмъ въ моментъ съемки.

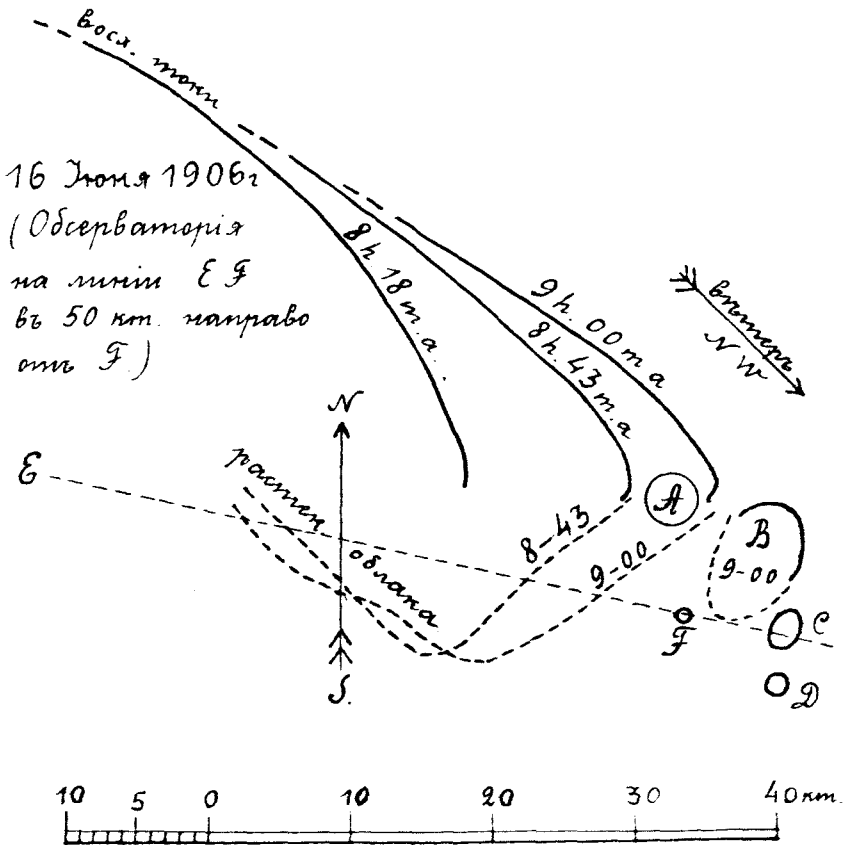
И въ этомъ случаѣ общая схема явленія вполне согласна съ теоретическою, и никакихъ признаковъ маленькаго циклона не замѣтно.

16 июня 1906 года.

Съ утра были замѣтны на ССЗ. вершины мощныхъ Cu , выступавшія изъ мглы, окутывавшей горизонтъ. Въ 8 ч. 18 м. можно было уже ясно видѣть гряду облаковъ. Вѣтеръ въ это время былъ СЗ. Въ 8 ч. 43 м. можно было уже ясно видѣть и растекающіяся облака; растеканіе происходило къ ЮЗ. На В. концѣ ряда постоянно образовались новые мощные Cu , которые скоро достигали поверхности растеканія и затѣмъ сливались съ рядомъ рачѣе существовавшихъ облаковъ.

Въ 8 ч. 18 м. д., въ 8 ч. 43 м. и въ 9 ч. 00 м. у. были сдѣланы хорошо удавшіеся фотографическіе снимки этой системы облаковъ. Зная изъ произведенныхъ непосредственныхъ наблюденій высоту вершинъ грозовыхъ облаковъ, я могъ, при помощи соответствующихъ построеній, составить планы расположенія облаковъ для этихъ трехъ моментовъ (черт. 61). Здѣсь въ 8 ч. 43 м. у.

быль ясно видень впереди облачнаго ряда мощвй *Cu*, еще не начавшй растекаться; на планѣ этотъ *Cu* обозначень буквою *A*. Въ 9 ч. 00 м. у. весь рядъ нѣсколько перемѣстился къ ЮЮВ.; облако *A* также перемѣстилось въ положеніе *B* и стало сильно



Черт. 61.

растекаться къ ЮЮЗ. Впереди его дугою расположены нѣсколько (*cu*, еще не достигшихъ большого развитія (*C*, *D*).

Въ 11 ч. 13 м. у. гроза придвинулась къ Москвѣ, и на обсерваторіи начался дождь. Такъ какъ вѣтеръ былъ СЗ., а собственное движеніе грозы, судя по направленію растеканія облаковъ,

должно было происходить отъ ЮЗ., то надо было ожидать, что направленіе видимаго движенія грозы будетъ между СЗ. и ЮЗ. На самомъ дѣлѣ гроза дѣйствительно перемѣщалась отъ ЗСЗ., что совершенно согласно съ описанною выше схемою.

Судя по расположенію грозы между 8 ч. 18 м. у. и 9 ч. у. и по времени ея начала въ Москвѣ, гроза перемѣщалась отъ ЗСЗ. со среднею скоростью около 30 км. въ часъ. Дождь начался на Университ. обсерваторіи въ 11 ч. 13 м. у., на обсерваторіи Сельско-хозяйств. института—въ 11 ч. 02 м., и въ Константиновскомъ Межевомъ институтѣ въ 11 ч. 20 м. у. Предполагая, что за время между 11 ч. 02 м. и 11 ч. 20 м. форма области дождя не измѣнилась сколько-нибудь замѣтно, мы можемъ заключить, что граница области дождя простиралась отъ ЮЗ. въ СВ. Записи наблюдений надъ приближеніемъ дождя подтверждаютъ это. Въ 10 ч. 47 м. у. паденіе сильнаго дождя было видно на СЗ., въ 11 ч. 13 м. у., когда начали падать мелвія капли, наиболѣе сильный дождь былъ виденъ на С., въ 11 ч. 19 м. у., передъ началомъ сильнаго дождя и града сильный дождь наблюдался также на С.

Всѣ попытки мои изобразить приблизительный контуръ области дождя по наблюденіямъ упомянутыхъ трехъ станцій не привели ни къ какому опредѣленному результату: вѣроятно область дождя за это время мѣняла свою форму. Очевидно, что прослѣдить передвиженіе области дождя можно только, имѣя въ распоряженіи большое число наблюдателей, записывающихъ по вѣрнымъ часамъ начало и конецъ дождя въ различныхъ мѣстахъ, не очень удаленныхъ одно отъ другого. Въ общемъ же собранныя мною свѣдѣнія позволяютъ сдѣлать заключеніе, что область дождя имѣла продолговатый видъ съ наибольшимъ измѣреніемъ отъ З. къ В. и съ наибольшею шириною ближе къ В. концу. Область дождя прошла черезъ Москву и ея окрестности, не захвативши Мытищей (къ СВ. отъ Москвы) и Бирюлева (къ Ю. отъ Москвы), гдѣ, по собраннымъ впоследствии свѣдѣніямъ, дождя въ этотъ день совершенно не наблюдалось.

Градъ начался на Унив. обсерваторіи въ 11 ч. 20 м. и продолжался до 11 ч. 32 м. Величина градинъ была въ крупную горошину и немного больше. Въ Петровскомъ-Разумовскомъ градъ продолжался только 2 минуты—отъ 11 ч. 08 м. до 11 ч. 10 м., градины имѣли величину въ горошину и больше и падали въ не-

большомъ количествѣ. Очевидно, что черезъ Петровское-Разумовское прошла сѣверная окраина области града.

По записямъ А. В. Смоленскаго въ Петровскомъ-Разумовскомъ явленія происходили такъ:

Въ 10 ч. 36 м. у. послышался первый громъ.

10 ч. 51 м. — дождевая туча между WNW и N, вѣтеръ WNW—
3 метр.

10 „ 56 „ — начался сильный вѣтеръ W—20—25 метр. въ сек.

11 „ 00 „ — вѣтеръ WNW.

11 „ 02 „ — начался дождь.

11 „ 06 „ — сильный дождь.

11 „ 08 „ — слабый градъ съ горошину и больше.

11 „ 10 „ — градъ кончился.

11 „ 14 „ — вѣтеръ W—4 метр.

11 „ 26 „ — вѣтеръ W—3 метр.

11 „ 56 „ — дождь прекратился, громъ на Е.

12 „ 00 „ — вѣтеръ NE—2 метр.

1 „ 00 „ — вѣтеръ ENE—3 метр.

На Университетской обсерваторіи, по моимъ записямъ, явленія происходили въ слѣдующемъ порядкѣ:

10 ч. 45 м.—на СЗ. блеснула молнія.

10 „ 47 „ — Край растекающихся облаковъ находится въ зенитѣ. На СЗ. видно паденіе сильнаго дожда.

11 „ 00 „ — Область дожда почти прямо на С. Дуетъ довольно сильный прохладный NW. На шоссе у южнаго конца Всѣхсвятскаго большіе клубы пыли. Промежутокъ между молніею и громомъ около 30 сек.

11 ч. 04 м.— Сильная пыль у Тверской заставы и на Долго-руковской ул.

11 ч. 05½ м.— Пыль дошла по Тверской до Садовой. Сильный NNW.

11 ч. 07 м.— Буря захватила Страстной монастырь.

11 „ 13 „ — Отдѣльныя мелкія капли дожда.

11 „ 19 „ — Сильный холодный С. вѣтеръ. Область наибольшаго дожда на С.

11 „ 20 „ — Сильный дождь съ градомъ.

- 11 ч. 29 м. — Сильный ударъ грома.
 11 „ 30 „ — Градь сталъ рѣже и мельче.
 11 „ 41 „ — Дождь кончился; падаютъ лишь изрѣдка отдѣльныя капли. Центръ области дождя на ENE. Вѣтеръ умѣренный между N и NNE.
 11 „ 55 „ — Центръ грозы на E. Большая часть неба покрыта пеленою растекающихся облаковъ; на NNW рядъ мощныхъ восходящихъ токовъ, растекающихся къ ЮЗ.
 12 „ 50 „ — Умѣренный прохладный NE.

Въ Константиновскомъ Межевомъ институтѣ, по записямъ самопишущихъ инструментовъ, сильный вѣтеръ наблюдался между 10 ч. 50 м. и 11 ч. 15 м. у. Дождь начался около 11 ч. 20 м. (вслѣдствіе колебаній пера отъ вѣтра діаграмма при началѣ дождя не вполне ясна). Начало сильнаго дождя—въ 11 ч. 22 м. Съ 11 ч. 30 м. сила дождя начала постепенно уменьшаться, и въ 12 ч. 50 м. дождь прекратился.

Количество дождя, по записямъ омбрографовъ:

Университетская обсерваторія	9 мм.
Петровсксе-Разумовское	8,7 „
Константиновскій Межевой институтъ	5,5 „

При этомъ въ Унив. обсерв. и Петр.-Разумовскомъ дождь прекратился гораздо рѣзче, чѣмъ въ Конст. Меж. институтѣ. Начало дождя, наоборотъ, было наиболѣе рѣзко въ Петр.-Разумовскомъ, менѣе рѣзко въ Конст. Меж. институтѣ и наименѣе рѣзко—въ Унив. обсерв. (здѣсь между началомъ паденія отдѣльныхъ мелкихъ капель и началомъ сильнаго дождя прошло 7 мин. Это указываетъ на то, что линия восходящихъ токовъ была на С.).

Продолжительность дождя была наименьшая на Унив. обсерваторіи—28 мин., затѣмъ въ Петр.-Разумовскомъ—54 мин., и, наконецъ, наибольшая въ Конст. Меж. институтѣ—около 1 ч. 30 м. Это показываетъ, что въ головной части грозы восходящіе токи были наиболѣе мощны, и что противъ нихъ область дождя имѣла наибольшую ширину, образуя широкій выступъ, направленный къ ЮЗ. Этотъ выступъ и прошелъ надъ Унив. обсерваторією.

Петровское-Разумовское все время находилось къ С. отъ центра

области дождя. Судя по направлению вѣтра и сравнивая его съ направлениемъ вѣтра на Унив. обсерв., мы можемъ легко усмотрѣть, что на Унив. обсерв. сѣв. составляющая играетъ гораздо большую роль въ направленіи вѣтра, что указываетъ на положеніе центра нисходящаго тока, производимаго дождемъ, гдѣ-то между Унив. обсерв. и Петровскимъ-Разумовскимъ. Это заставляетъ предполагать, что во время прекращенія дождя надъ Петр.-Разумовскимъ прошла самая линія восходящихъ токовъ.

Послѣ окончанія дождя въ Петр.-Разумовскомъ линія восходящихъ токовъ проходила, повидимому, не сѣвернѣе Петр.-Разумовскаго, а полоса дождя была очень не широка, такъ что дождь уже не долеталъ до Унив. обсерваторіи и едва доходилъ до Конст. Меж. института.

Если бы имѣлась въ распоряженіи густая сѣть наблюдателей, записывающихъ время начала и окончанія дождя, то можно было бы установить совершенно точно форму и положеніе области дождя и линіи восходящихъ токовъ для любого момента. Теперь же, какъ видно, приходится довольствоваться однимъ указаніями общаго характера.

Не вполне понятнымъ представляется малое сравнительно количество дождя въ Конст. Меж. институтѣ и отсутствіе тамъ града. Не сказалось ли въ этомъ влияніе сильно нагрѣтой поверхности города, окружающаго со всѣхъ сторонъ эту станцію на значительное разстояніе?

24 іюля 1907 года.

Этотъ день былъ весьма дождливъ: почти все время былъ виденъ дождь; но вмѣстѣ съ тѣмъ облака не были слишкомъ густы, часто проглядывало солнце, такъ что можно было сдѣлать достаточно измѣреній высоты и, черезъ ихъ посредство, также съемки плановъ расположенія облаковъ.

Дожди проходили около Москвы съ самаго утра, но за неимѣніемъ опредѣленій высотъ, нельзя было снять утревнихъ дождей на планъ.

Въ 11 ч. 44 м. на ЮЗ. былъ замѣченъ сильный дождь, мѣстоположеніе котораго удалось хорошо опредѣлить (черт. 62). Вѣтеръ въ это время былъ съ З., а растеканіе высовыхъ облаковъ восходящаго тока происходило въ направленіи между С. и СЗ.

Слѣдя далѣе за этою областью дождя, я могъ опредѣлить непосредственно еще два послѣдовательныхъ положенія линіи восходящихъ токовъ.

Эти положенія: въ полдень и въ 12 ч. 25 м. дня также изображены на черт. 62 сплошными линіями. Въ 11 ч. 53 м. былъ снятъ на планъ рядъ облаковъ къ Ю. и ЮВ. отъ обсерваторіи. Этотъ рядъ нанесенъ также сплошною чертою, а соответствующее положеніе линіи восходящихъ токовъ около области дождя нанесено по приближенію, пунктиромъ.

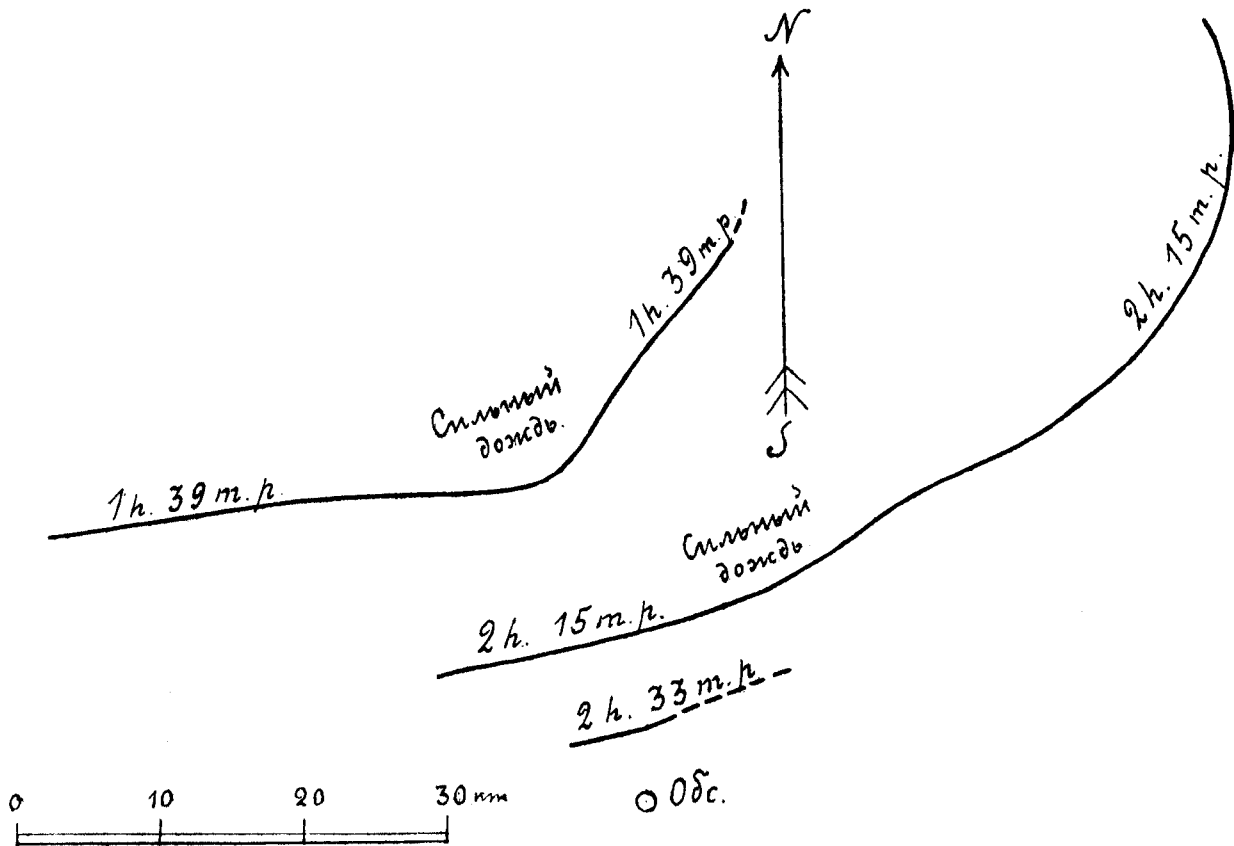
Между полуднемъ и 12 ч. 15 м. д. замѣтно было усиленное развитіе впередъ области дождя въ головной части явленія: въ 12 ч. 10 м. край дождя находился на азимутѣ Канатчиковой дачи, въ 12 ч. 12 м. замѣчены были клубы пыли въ Коломенскомъ, а въ 12 ч. 13 м. дождь наблюдался уже въ селѣ Воробьевкѣ, на Воробьевыхъ горахъ и въ мѣстности между Воробьевыми горами и Окружную жел. дорогою. Ново-Дѣвичій монастырь все время оставался впереди области дождя. Приблизительное положеніе линіи восходящихъ токовъ въ 12 ч. 10 м. нанесено на черт. 62 также пунктиромъ.

Разсматривая положеніе линіи восходящихъ токовъ въ 12 ч. 25 м. д. можно легко замѣтить, что она соединилась съ рядомъ восходящихъ токовъ, снятымъ въ 11 ч. 53 м. и передвинувшимся немного къ Ю., а ея часть, загнутая къ С. и СЗ., замерла.

Здѣсь явленія также вполнѣ согласуются съ данною выше схемою: концентрическое распространеніе дугообразнаго ряда восходящихъ токовъ въ сторону, противоположную направлешию растекашя облаковъ восходящаго тока, усиленное развитіе явленія и значительное усиленіе вѣтра съ подвѣтренной стороны отъ области дождя.

Въ 1 ч. 39 м. д. былъ снятъ планъ гряды густыхъ облаковъ ва С. и СЗ., изъ которыхъ мѣстами шелъ дождь,—наиболѣе на ССЗ. Въ 2 ч. 15 м. д. та же гряда была вновь снята, при чемъ наиболѣе сильный дождь наблюдался прямо на С. отъ обсерваторіи (черт. 63). Въ 2 ч. 33 м. западный конецъ этой же гряды былъ опять снятъ. Вѣтеръ все время былъ сильный З.

Вмѣстѣ съ приближеніемъ гряды облаковъ восходящаго тока, надвигался и дождь: въ 2 ч. 43 м. д. дождь закрылъ Всѣхсвятскую рощу, въ 2 ч. 45 м.—Стрѣльну, а въ 2 ч. 45 м. д. смочилъ крышу бѣговаго павильона; въ 2 ч. 53 м. началъ падать на обсер-



ваторіи небольшой дождь изъ рѣдкихъ, но довольно крупныхъ капель.

Въ 3 ч. д. наиболѣе сильный дождь наблюдался на СВ., а вѣтеръ изъ сильнаго З. перешелъ въ умѣренный СЗ. Это показываетъ, что имѣлась составляющая А, направленная приблизительно отъ СВ., т.-е. отъ области дождя (черт. 64), какъ этого и должно было ожидать на основаніи разсужденій, изложенныхъ во 2-й главѣ.



Черт. 64.

Паденіе крупныхъ капель при началѣ дождя также вполне согласуется съ тѣмъ, что капли должны быть тѣмъ крупнѣе, чѣмъ ближе къ линіи восходящихъ токовъ.

Въ 3 ч. 25 м. д. дождь кончился, не достигши за все время ни разу сколько-нибудь значительной силы.

Перемѣщеніе области дождя п линіи восходящихъ токовъ носило совершенно такой же характеръ, какъ и при предыдущемъ дождѣ.

Изъ обоихъ примѣровъ 24 іюля 1907 г. видно ясно, какую громадную услугу могла бы оказать густая сѣть наблюдателей, записывающихъ время начала и окончанія дождя.

Описанные здѣсь немногіе случаи, которые я имѣлъ возможность прослѣдить, показываютъ, что указанная въ предыдущей главѣ схема явленій при паденіи дождя оправдывается на практикѣ.

Вмѣстѣ съ тѣмъ полученные мною результаты показываютъ ясно, насколько необходимо самое тщательное изученіе формы области дождя и ея перемѣщенія, а также и размѣщенія вокругъ ея облаковъ, вѣтровъ и другихъ явленій.

Тѣ приемы, которые я употреблялъ при своихъ наблюденіяхъ, могутъ дать только первое, грубое приближеніе, да и не всегда могутъ быть примѣнны. Единственный въполнѣ точный и подробный методъ наблюденія надъ перемѣщеніемъ дождей и сопутствующими имъ явленіями состоитъ въ организаціи густой сѣти наблюдателей, которые записывали бы начало и конецъ всякаго дождя и сопровождающія его явленія. Такой синоптический методъ только одинъ можетъ дать надежныя данныя для изученія мѣстныхъ возмущеній атмосферы, непосредственно производящихъ дожди и грозы.

На основаніи изложенныхъ выше теоретическихъ соображеній и

наблюденных мною фактовъ я позволю себѣ высказать слѣдующую мысль, которую крайне желательно было бы провѣрить непосредственными синоптическими наблюденіями надъ дождями и грозами:

аналогія съ большими циклонами распространяется только на сегментарныя депрессіи, образующіяся на окраинахъ большихъ минимумовъ, больше же мелкія возмущенія атмосферы, служащія непосредственною причиною дождей и грозъ, построены по совершенно иной схемѣ,—въ видѣ длинныхъ, больше или меньше изогнутыхъ рядовъ восходящихъ токовъ.

Troisième partie.

- Ch. I. 1. La pluie commence à être possible, quand $\frac{h_s}{h_b} \cong 2,5$ à 3,5 (h_s —la hauteur des sommets des nuages du courant ascendant, h_b —la hauteur de la surface inférieure des *Cu*).
2. Quand la surface du pays est humide et évapore beaucoup d'eau, h_b —la hauteur de la surface de la rosée—diminue; en même temps diminue aussi la hauteur h_s , à laquelle devient possible la pluie. Ainsi la pluie se forme plus facilement, que dans un pays aride.
3. *Toutes mesures, qui contribuent à retenir l'eau dans les couches supérieures du sol et à la faire s'évaporer énergiquement,—quand elles sont prises dans de larges proportions,—peuvent donner de résultats très favorables dans la lutte contre les sécheresses.*
- Ch. II. 4. Le puissant courant descendant de l'air froid, qui a lieu toujours dans la région de la pluie, en se heurtant contre le sol, se propage sur la surface de la terre en torrents impétueux et déplace en haut les masses d'air plus chaudes, adhérentes à la surface du sol. Ainsi la région de la pluie est toujours entourée d'une ligne annulaire de courants ascendants.

5. Dans diverses parties de l'anneau les courants ascendants se trouvent dans de conditions bien différentes: dans les parties, qui se trouvent sous la nappe des nuages d'écoulement, ou près de son extrémité, les courants ascendants ne peuvent pas atteindre une grande hauteur; du côté opposé les courants ascendants se développent sans obstacle jusqu'à la hauteur des courants, qui produisent la pluie. Ainsi tout le phénomène tend à se déplacer dans la direction opposée à la direction de l'écoulement des sommets des courants ascendants, qui donnent origine à la pluie.
6. Les torrents de l'air froid, en coulant sur la surface de la terre, éprouvent dans diverses directions des résistances bien différentes. Du côté, où le vent, régnant près de la surface de la terre, souffle à la rencontre du torrent, la résistance est maximale; au contraire,— du côté, où la direction du torrent coïncide avec la direction du vent,—la résistance est minimale. A cette cause l'anneau des courants ascendants s'étend plus rapidement dans la direction du vent, observé près de la surface de la terre, et tout le phénomène a la tendance de se déplacer dans cette direction.
7. Le déplacement réel du phénomène de la pluie sur la surface de la terre se compose de deux mouvements, cités dans les §§ précédents. Le premier de ces mouvements élémentaires est dirigé dans le sens contraire à l'écoulement des sommets des *CuNi*, et le second— dans la direction du vent près de la surface de la terre. Ces deux mouvements sont indépendants l'un de l'autre, et leur composition peut donner de résultats infiniment variés, en commençant d'un mouvement très rapide dans la direction du vent, jusqu'à un déplacement contre le vent. En général la direction du déplacement de la région de la pluie ne coïncide pas avec la direction du vent, mais forme avec elle un angle, plus ou moins considérable.
8. Les torrents d'air froid, qui s'élancent de la région

de la pluie, font varier la direction du vent dans les environs de la pluie. Le vent s'écarte toujours de la région de la pluie.

9. La grandeur des gouttes de la pluie est maximale près du courant ascendant. La fine poussière d'eau est emportée plus loin et tombe sur le côté opposé de la région de la pluie. En observant la grandeur des gouttes de la pluie, on peut se faire idée de la disposition des courants ascendants, qui donnent origine à la pluie.

10. *La théorie, qui regarde un orage, comme un tourbillon, doit être rejetée.* L'idée d'un anneau de courants ascendants, entourant un puissant courant descendant, qui travaille dans la région de la pluie, explique bien tous les cas différents, qui se rencontrent dans la nature.

Ch. III. 11. La fig. 59 montre la disposition d'une petite pluie le 25 VIII de l'an 1906. La ligne continue montre la disposition des courants ascendants, qui produisaient la pluie. La ligne pointillée indique le voile des nuages d'écoulement. Les hachures couvrent la région de la pluie. Obs.—l'observatoire. La flèche à gauche, en bas du dessin—la direction du vent. La flèche à droite—la direction du déplacement de la région de la pluie.

12. La 61 fig. présente le plan de la marche d'un orage, le 16 VI de l'an 1906. Les indications sont les mêmes, que dans le § précédent. L'observatoire se trouve sur le prolongement de la ligne EF, dans 50 km. à droite du point F. A et B sont les positions d'un même nuage à 8 h. 43 m. et à 9 h. 00 m. a. L'orage a atteint l'observatoire à 11 h. 13 m. a., et la pluie dura jusqu'à 11 h. 41 m. a. La grêle tombait de 11 h. 20 m. jusqu'à 11 h. 30 m. L'orage était précédé d'un violent coup de vent froid, qui se dirigeait à 11 h. 05 m. de NNW et à 11 h. 19 m.—du N. Le vent, qui précédait l'orage chassait de grands tourbillons de poussière.

A 11 h. 41 m.—un vent modéré entre N et NNE.

13. Les fig. 62 et 63 représentent le déplacement de la ligne des courants ascendants dans deux cas de pluie, observés le 24 VII 1907.
14. *L'analogie avec les grands cyclones ne s'étend que sur les dépressions segmentaires, qui se forment sur la périphérie des grands cyclones; mais les perturbations locales de l'atmosphère, qui donnent l'origine immédiate aux pluies et aux orages, ont un type entièrement différent: ce sont de longues lignes de courants ascendants, plus ou moins courbées.*
15. Il serait très utile d'observer synoptiquement la forme et le déplacement de la région de la pluie, à l'aide d'un très épais réseau de stations. Les observateurs n'ont qu'à régister, d'après une montre justement réglée, le commencement et la fin de chaque pluie. De pareilles observations peuvent être facilement organisées dans les environs des grandes villes, où la population est épaisse et intelligente.