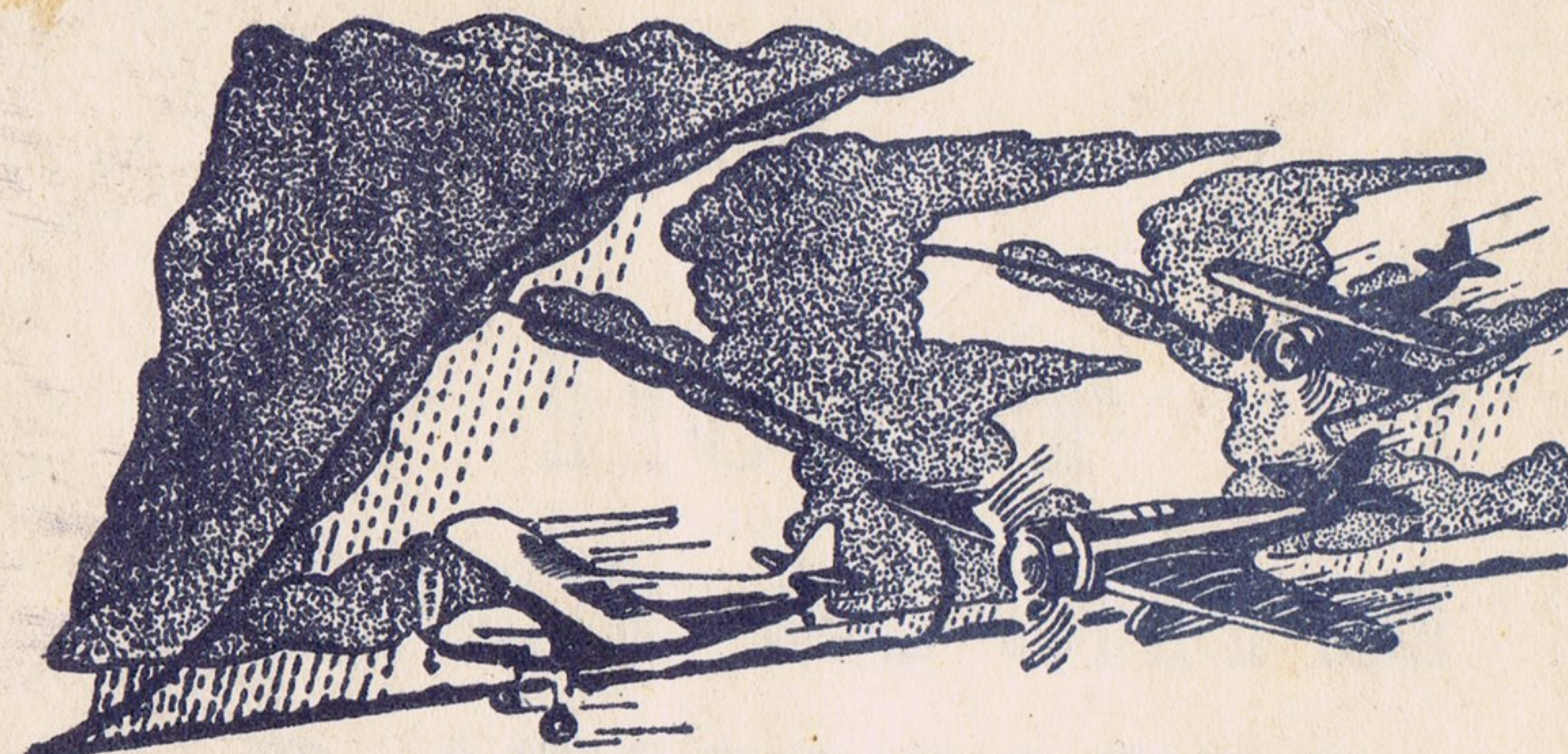


ЦЕНА 2 р. 75 коп.

В.А.БУГАЕВ



# ПОЛЕТ ЧЕРЕЗ ФРОНТЫ В АТМОСФЕРЕ

---

ЗАКАЗЫ НАПРАВЛЯТЬ ГИДРОМЕТЕОИЗДАТУ:  
Ленинград, Васильевский Остров, 2 линия, д. 21.  
Москва 104, ул. Горького, д. 18а

ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ  
МОСКВА  
ЛЕНИНГРАД  
1 9 4 7



Внимание!

Данная книга оцифрована  
и опубликована

в сети "Интернет" в

некоммерческих целях

исключительно для

ознакомления.

С уважением к автору  
книги.



В.А.БУГАЕВ

# ПОЛЕТ ЧЕРЕЗ ФРОНТЫ В АТМОСФЕРЕ

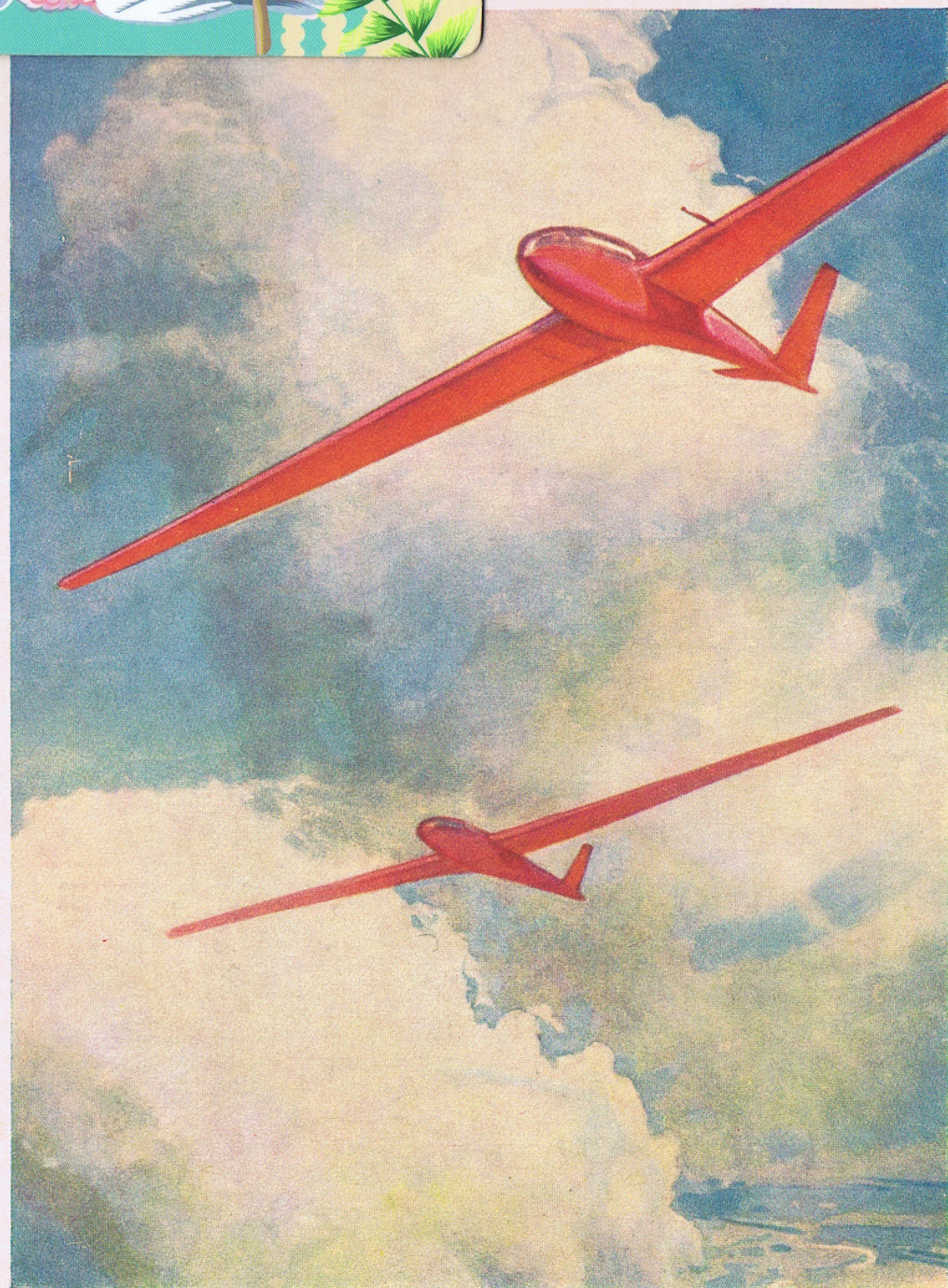


книга  
из библиотеки  
Ольги Волковой  
vk: olga.strela



Гидрометеорологическое издательство  
Москва 1947 Ленинград





ЗАНИМАЙТЕСЬ ПЛАНЕРНЫМ СПОРТОМ!

Атмосфера живет сложной и напряженной жизнью, а атмосферный воздух находится в постоянном движении.

Ее циркуляцию надо рассматривать, как непрерывную и неослабевающую борьбу различных течений, теплых и холодных, сухих и влажных.

Каждое из этих течений создается воздушной массой, обладающей определенными свойствами.

Три главных воздушных массы существуют в атмосфере (рис. 1).

**Арктический воздух** во всей своей толще самый холодный на Земле. Он несет сильные морозы зимой, заморозки весной и осенью. С ним связаны и летние прохладные дни. Но он имеет одно ценное качество — большую прозрачность, хорошую горизонтальную видимость.

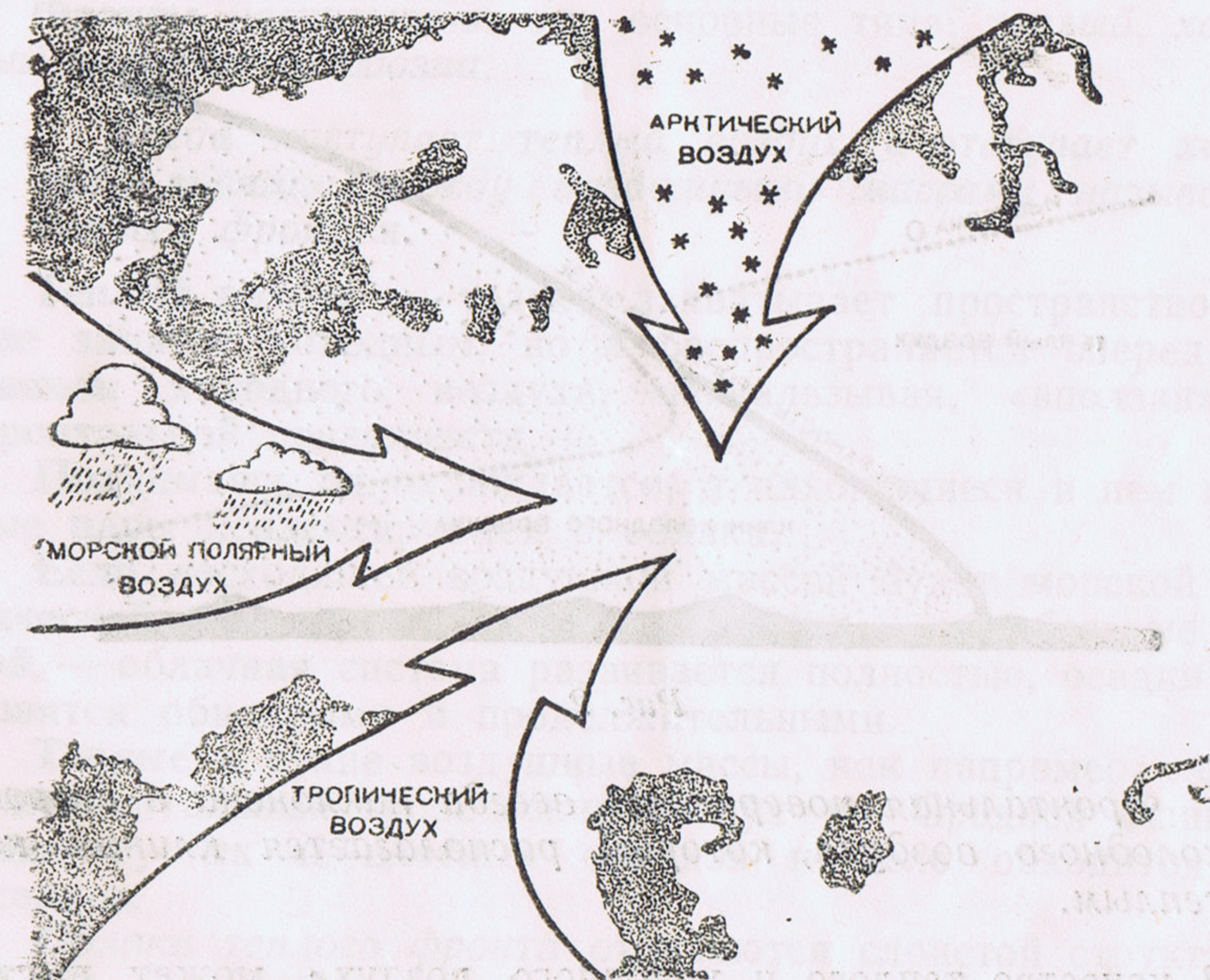


Рис. 1



*Тропический воздух*, напротив, самый теплый, летом — самый жаркий. Он приносит первое весеннее тепло. Ему же мы обязаны резкими зимними оттепелями на юге страны. Когда тропический воздух идет с моря, он содержит много влаги и называется морским тропическим; когда с суши — его называют континентальным тропическим.

Видимость в тропическом воздухе понижена.

*Полярным воздухом* называют воздушную массу умеренных широт и также подразделяют его на морской и континентальный. По своим свойствам полярный воздух занимает промежуточное положение между арктическим и тропическим.

Все воздушные массы находятся в постоянном движении и борьбе, отвоевывая друг у друга или отдавая друг другу свои территории.

Границей между двумя воздушными массами служит узкая переходная зона. Эту границу называют *атмосферным фронтом*.

Для простоты переходную зону принимают за поверхность и в разрезе чертят ее в виде линии, как на рис. 2

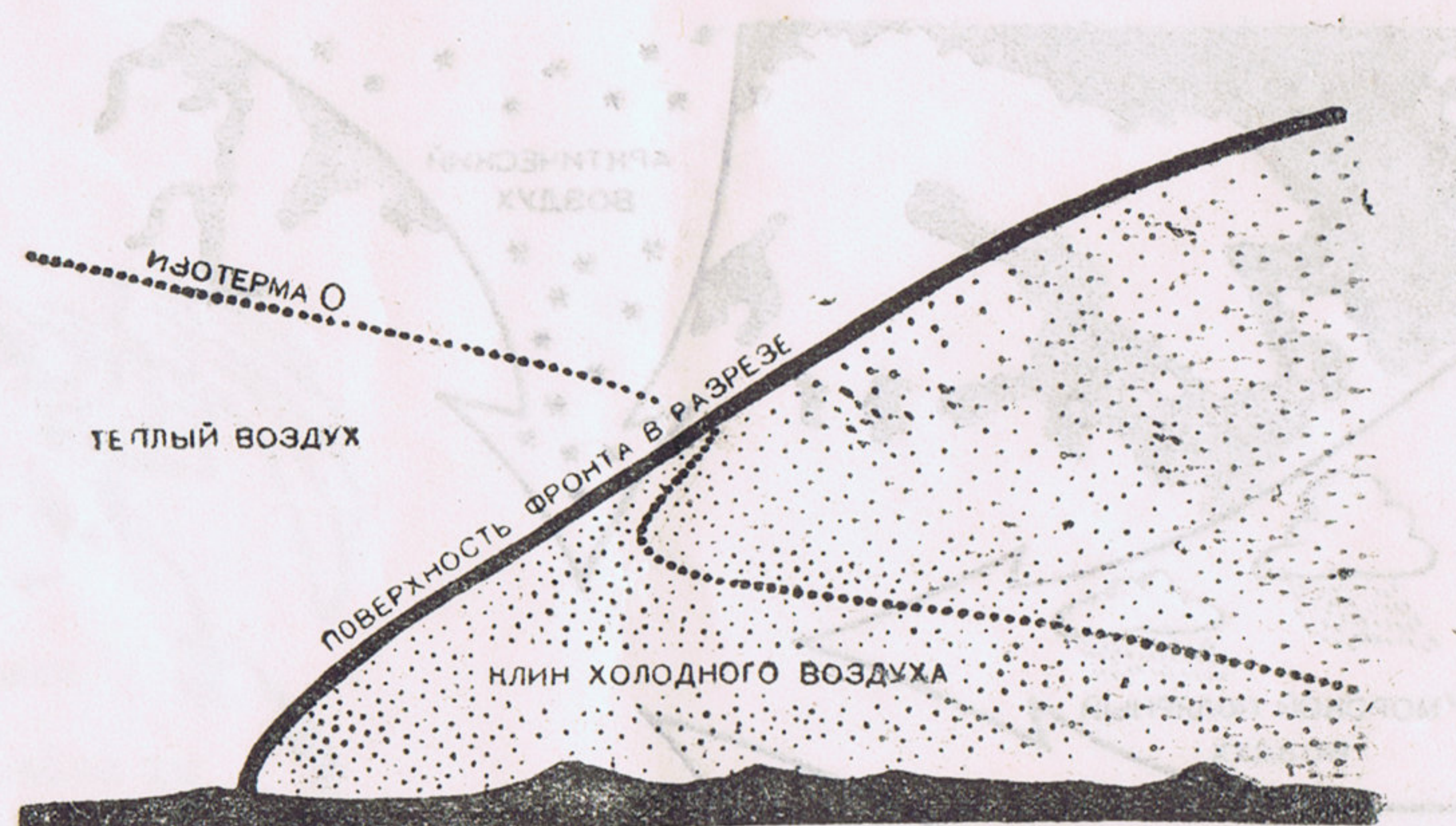


Рис. 2

Фронтальная поверхность всегда наклонена в сторону холодного воздуха, который располагается клином под теплым.

В качестве теплого и холодного воздуха может выступать любая пара воздушных масс: тропический и полярный, полярный и арктический, или наконец, тропический и аркти-

ческий. От этого общая структура фронтов не меняется, а только обуславливается различие в интенсивности циркуляции воздуха в зоне фронта.

Пересекая фронт, мы переходим из одной воздушной массы в другую и, если свойства масс резко отличаются друг от друга, то и условия погоды резко изменяются.

Вот первая причина, заставляющая летчиков интересоваться фронтами. Получая консультацию от синоптика на авиаметеорологической станции, пилот, видя на карте погоды, что трассу полета пересекает фронт, прежде всего спросит:

— Это серьезный фронт?

Пилот, который не умеет читать карты погоды, спросит дополнительно:

— Какой это фронт? — ибо, по опыту летной работы каждому известно, что один фронт резко отличается от другого.

С фронтами всегда связаны обширные облачные системы и определенные виды осадков. То и другое и составляет вторую, пожалуй, главную причину того, что пилоты так интересуются фронтами.

Рассмотрим подробнее основные существующие типы фронтов и их структуру.

Фронты насчитывают три основных типа: *теплый, холодный и фронт окклюзии*.

Когда наступает теплый воздух, а отступает холодный, граница между воздушными массами называется *теплым фронтом*.

Теплый воздух не только захватывает пространство, ранее занятое холодным, но и распространяется вперед над клином холодного воздуха, наскальзывая, «вползая» по фронтальной поверхности.

Поднимаясь он охлаждается, а находящиеся в нем водяные пары конденсируются в облака.

Если восходящей воздушной массой будет морской тропический или морской полярный воздух, — оба богатые влагой, — облачная система развивается полностью, осадки становятся обильными и продолжительными.

Теплые и сухие воздушные массы, как например, летний континентальный тропический воздух из Средней Азии, не дают густых и плотных облаков и дело обходится без осадков.

Облака теплового фронта отличаются слоистой структурой. Это — равномерная пелена, постепенно затягивающая небо. Иначе не может и быть, так как теплый воздух над поверх-



ностью фронта восходит медленно и всей массой, и конденсация водяного пара в нем создает однородный облачный слой. Надо иметь в виду одно различие: нижняя половина облачной системы до 4—5 км (а летом и выше), состоит, как и туман, из мельчайших водяных капелек; в верхней половине, где температуры низки, вместо капелек образуются кристаллики льда. Из таких же ледяных кристалликов состоят и перистые облака.

Полетим навстречу теплому фронту и пересечем его на небольшой высоте, как это сделал пилот на рис. 3.

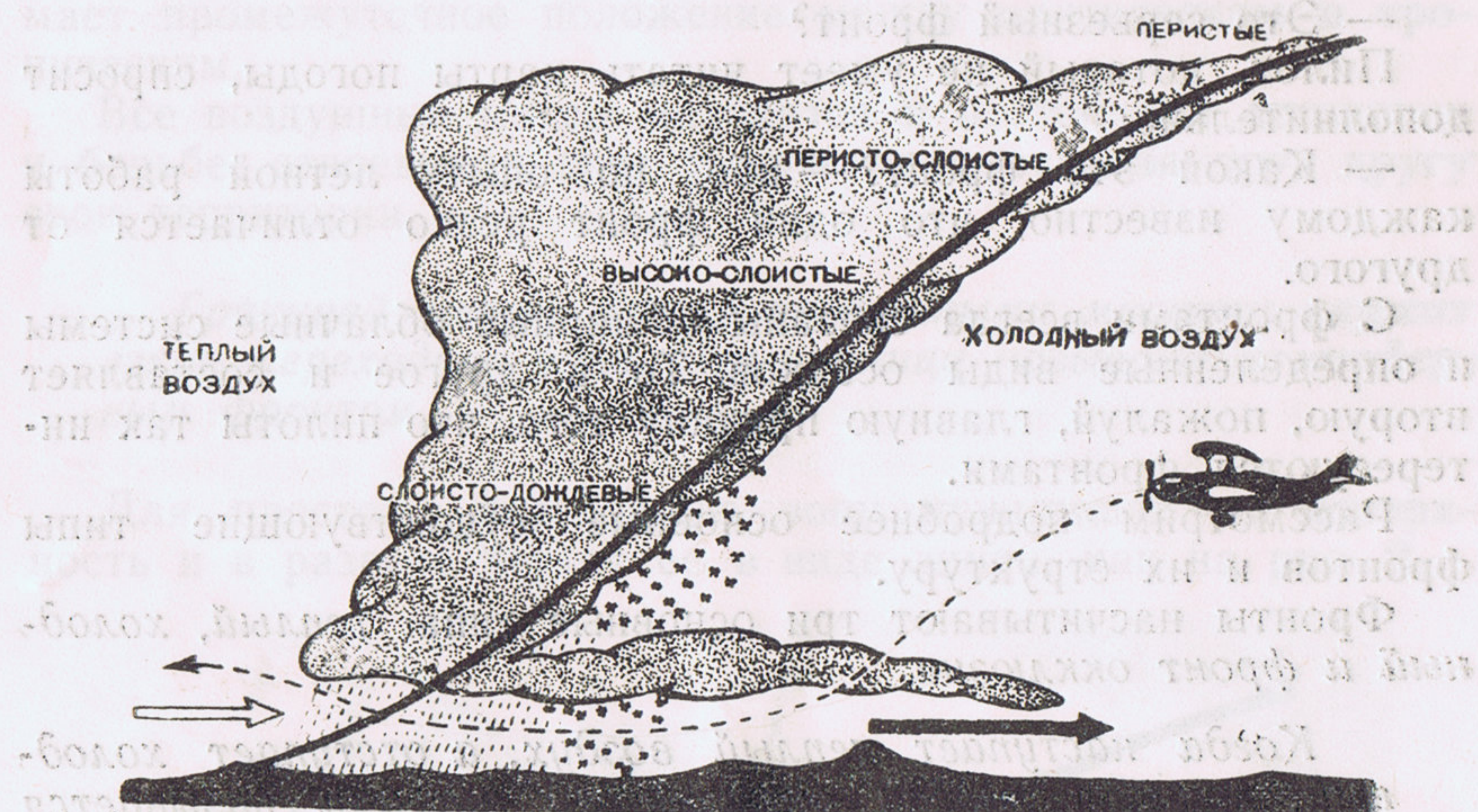


Рис. 3

При этом за 2—2½ часа можно увидеть все изменения неба, которые наблюдатель, оставшийся на аэродроме, увидит лишь за сутки. Ускорение событий напечатают кинокартину, которую вместо обычного полуторачасового сеанса пропустили на экране за полчаса...

Первыми признаками теплового фронта будут тонкие нити перистых облаков на голубом небе. Они появляются за 700—800 км от того места, где пересекается фронт.

Тонкие шелковистые нити перистых облаков увеличиваются в количестве и соединяются в пелену перисто-слоистых облаков. Они уплотняются, становятся темнее и минут через 30—40 уже становится видимой серая пелена высоко-слоистых облаков, которые состоят из водяных капелек и имеют потолок ниже, чем перисто-слоистые. Последние находятся на уровне 6—8 км, а высоко-слоистые облака пони-

жаются до 6 и до 4 км и закрывают собою лежащие выше перистые и перисто-слоистые облака.

Уплотнение и понижение облачности продолжается. Еще через 30—40 минут полета скрывается Солнце. Вскоре появляются первые капли дождя или снега. Постепенно и непрерывно осадки усиливаются. Последние полчаса приходится лететь под низкими слоисто-дождевыми облаками при непрерывном дожде или снеге.

Наконец, самолет пересекает фронтальную зону и выходит в теплый воздух. Осадки быстро прекращаются, остаются позади и облака.

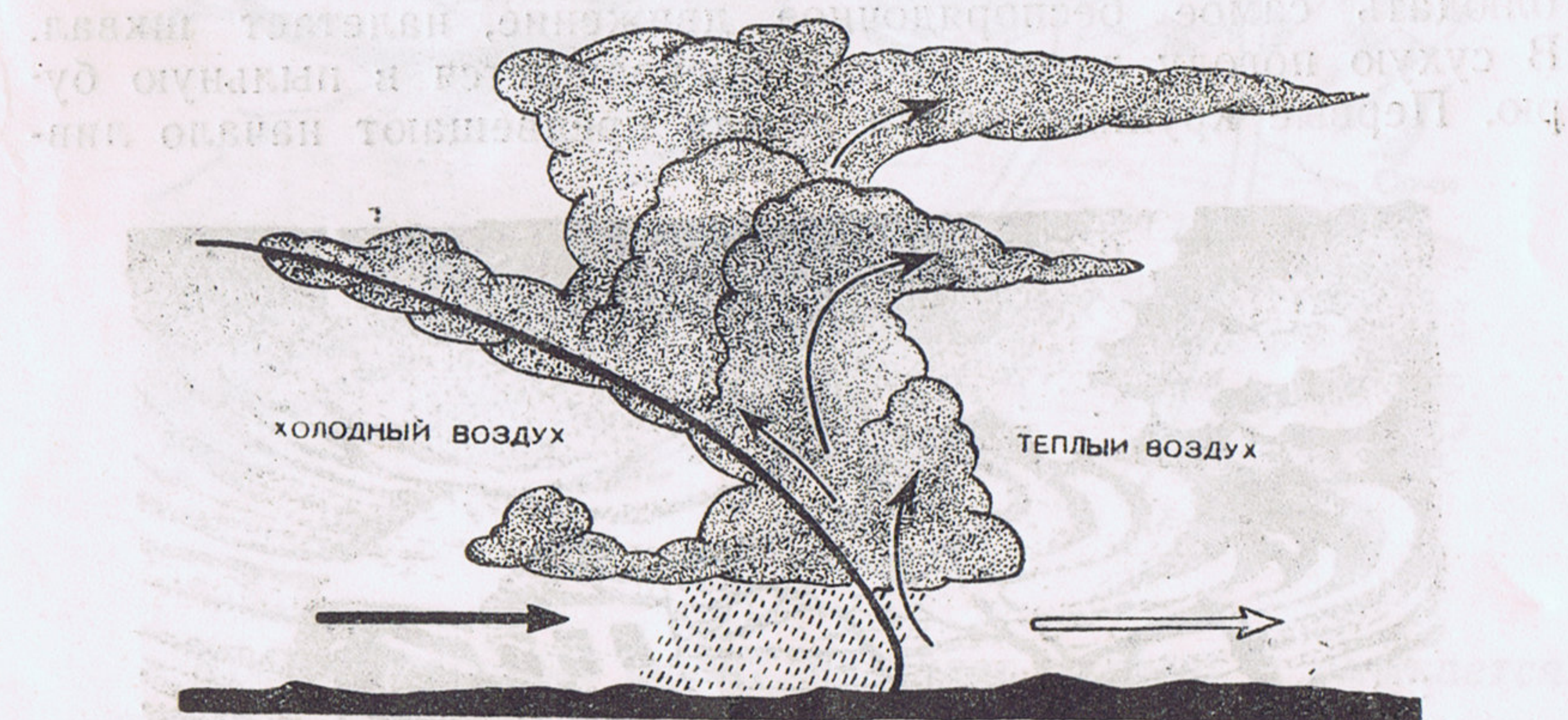


Рис. 4

Что представляет собою холодный фронт?

Когда наступает холодный воздух, а отступает теплый, граница между воздушными массами называется холодным фронтом.

Быстро продвигающаяся вперед холодная воздушная масса, будучи более плотной, подклинивается под теплую воздушную массу, вытесняя ее вверх. Возникающие при этом бурные, восходящие движения в теплом воздухе, так же как и над поверхностью теплового фронта, приводят к образованию облачной системы, но характер ее совершенно иной (рис. 4).

Облака холодного фронта это прежде всего мощные кучевые и кучево-дождевые облака. Они развиваются вверх в виде гор или башен. Когда на большой высоте вершины их оледеневают, здесь появляются плотные перистые и перисто-слоистые облака. Ветром в высоких слоях атмосферы, верхняя часть облачной системы уносится вперед, но не так далеко, как над теплым фронтом. Здесь выдвинутые вперед



облачные массы не имеют вида однородной пелены, а обладают волнистой, неправильной структурой.

Наблюдая надвижение холодного фронта, мы прежде всего увидим перисто-кучевые и перисто-слоистые облака. Но уже вскоре под ними появляются быстро надвигающиеся высоко-кучевые облака. Все это первые предвестники холодного фронта, сопровождающегося кучево-дождевыми грозовыми облаками. Они не замедлят подняться из-за горизонта, громоухая и ворча.

Картина прохождения грозы хорошо известна. После короткого затишья, в течение которого в облаках можно наблюдать самое беспорядочное движение, налетает шквал. В сухую погоду летом шквал превращается в пыльную бурю. Первые крупные капли дождя предвещают начало лив-



Рис. 5

ня, может быть с градом. Ливень длится недолго, после чего заметно холодает.

Холодный фронт прошел!

Зимой вместо ливня идет сильный снег, а вместо пыльной бури бушует низовая метель (рис. 5).

Самые активные теплые и холодные фронты бывают в циклонах. Схема на рис. 6 показывает, как размещаются там оба фронта, если их рассматривать на карте погоды. Стрелками отмечено направление движения воздуха в циклоне. Холодный фронт обозначен линией с треугольными зубцами, а теплый — линией с полукругами, как принято обозначать фронты в печатных бюллетенях погоды. Синоптики на своих рабочих картах холодный фронт чертят синей линией, а теплый — красной.

Холодный фронт в циклоне всегда движется быстрее, чем теплый, и поэтому рано или поздно должен нагнать его и сомкнуться с ним.

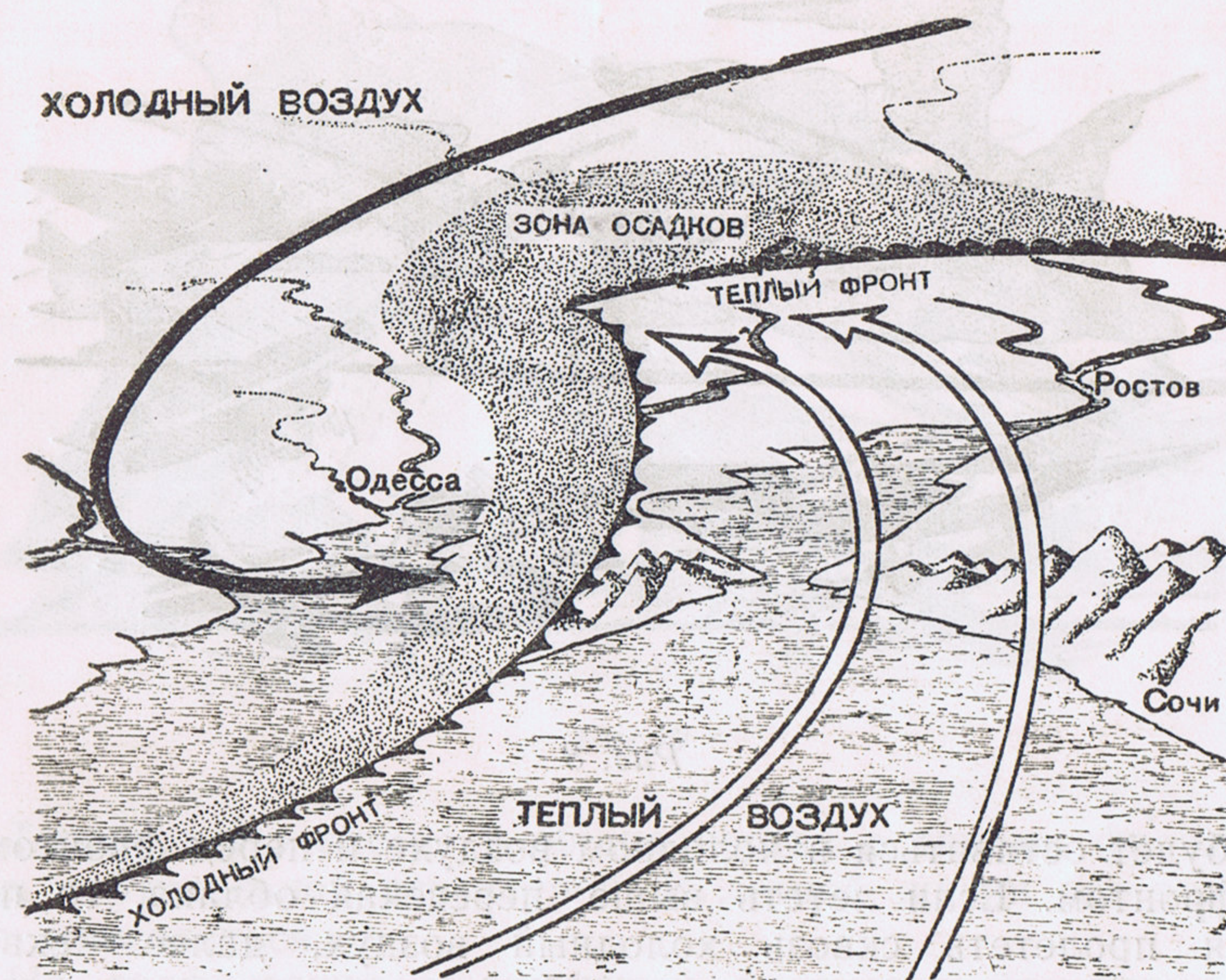


Рис. 6

Когда холодный фронт нагоняет теплый и смыкается с ним — образуется фронт окклюзии.

Схематический разрез на рис. 7 разъясняет, что если пересекать фронт окклюзии внизу, под слоем облаков — само-

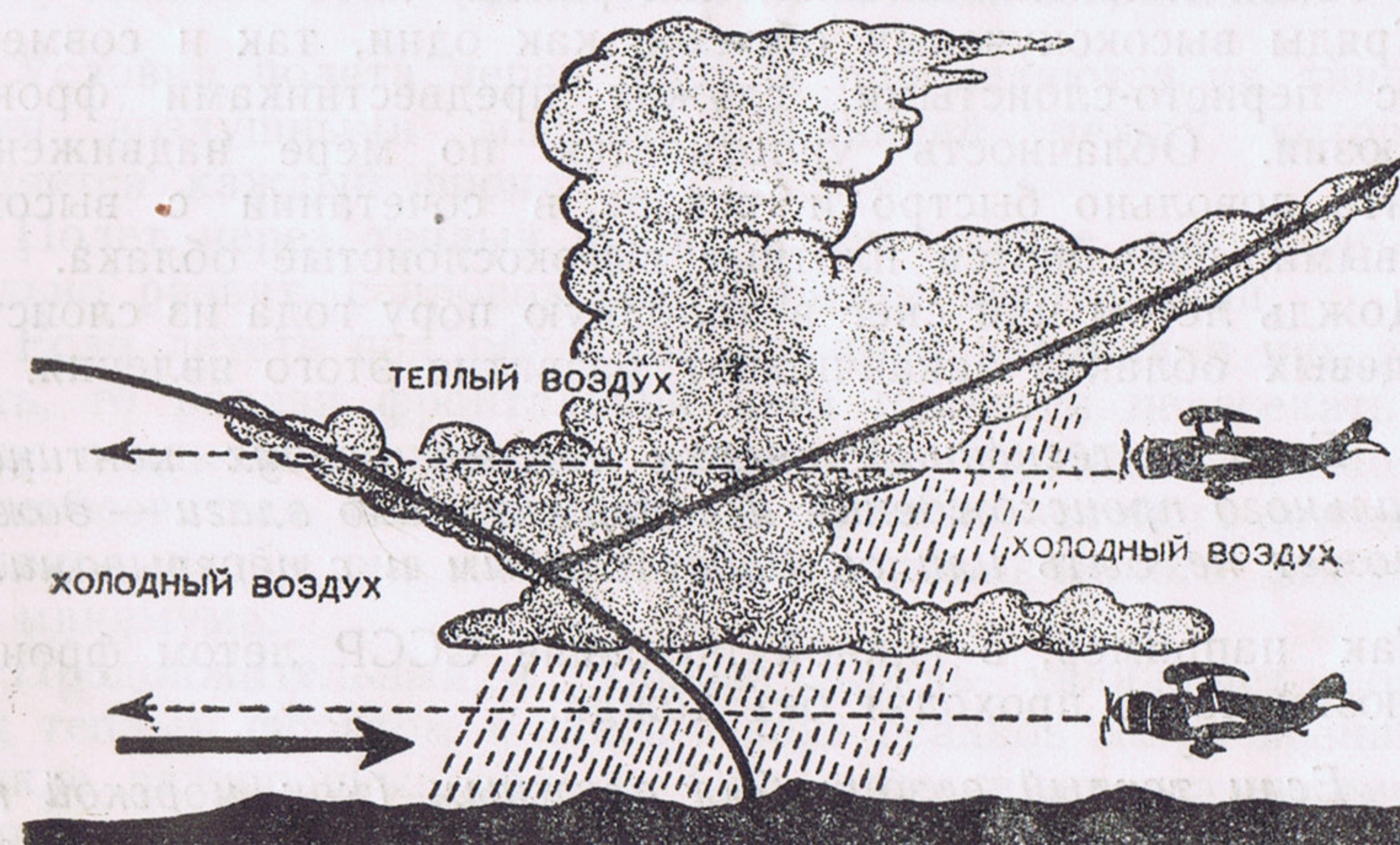


Рис. 7



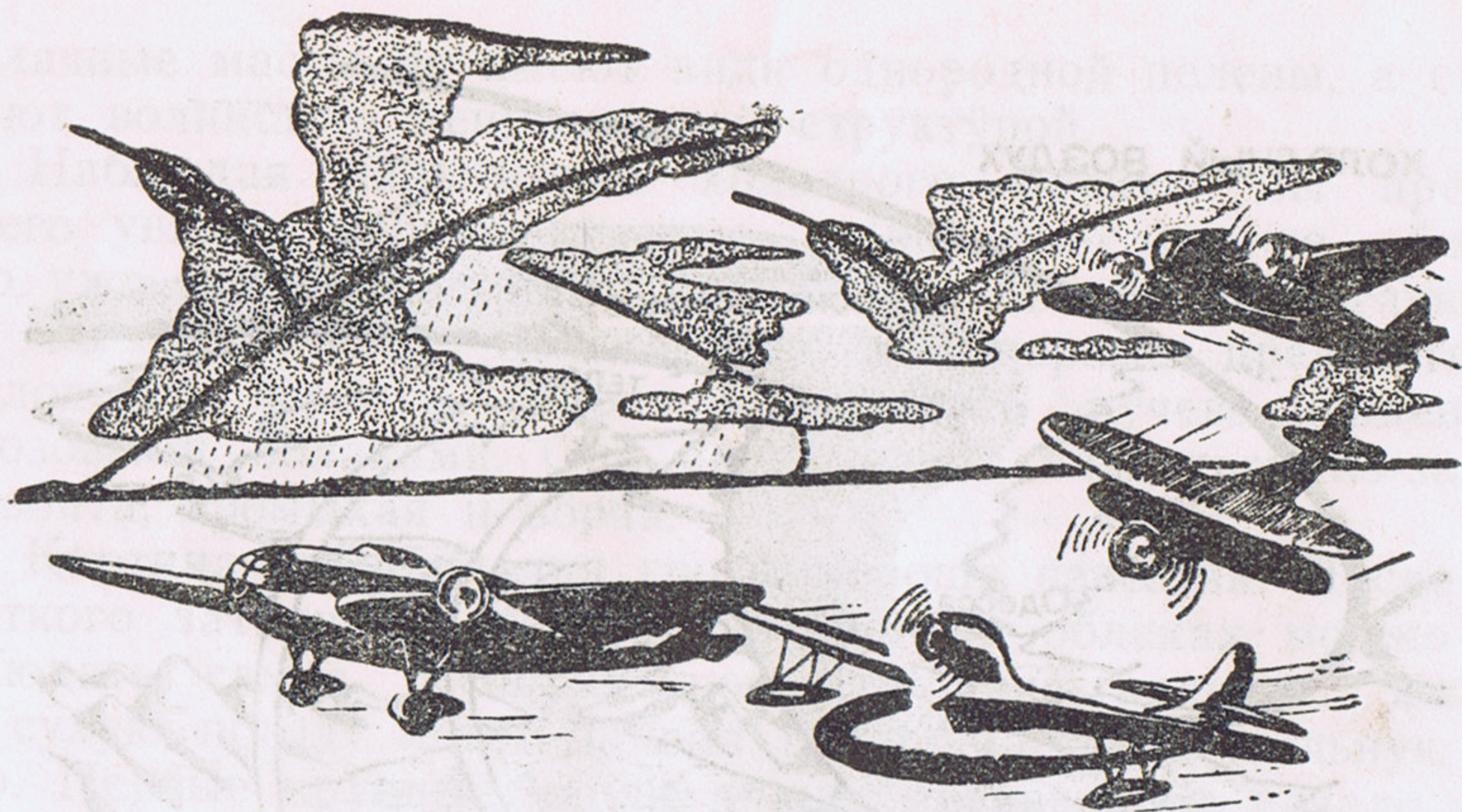


Рис. 8

лет будет оставаться в холодном воздухе и перед фронтом и за фронтом. Если лететь выше, пересекая облака, то придется пролететь сквозь холодный воздух, далее — сквозь «зажатый» между двумя клиньями холодного воздуха — теплый, а затем опять попасть в холодный.

Глядя на рис. 7, не трудно понять, что по характеру облаков и осадков фронт окклюзии должен напоминать одновременно и теплый и холодный фронт. Однако, все явления здесь ослаблены, так как теплый воздух теперь отрезан от земли и восходящее скольжение его как над поверхностью теплого, так и над поверхностью холодного фронта не может дать таких сильных явлений, как ранее.

Гряды высококучевых облаков как одни, так и совместно с перисто-слоистыми, служат предвестниками фронта окклюзии. Облачность уплотняется по мере продвижения фронта довольно быстро и вскоре, в сочетании с высококучевыми, появляются плотные высокостроистые облака.

Дождь летом или снег в холодную пору года из слоисто-дождевых облаков заканчивают развитие этого явления.

*Если вытесненный кверху теплый воздух континентального происхождения и содержит мало влаги — дождя может не быть или он будет слабым и с перерывами.*

Так например, в южной половине СССР летом фронты окклюзий часто проходят без дождя.

*Если теплый воздух был влажным (как морской полярный или морской тропический), то с фронтом окклюзии связаны обильные осадки и даже грозы.*

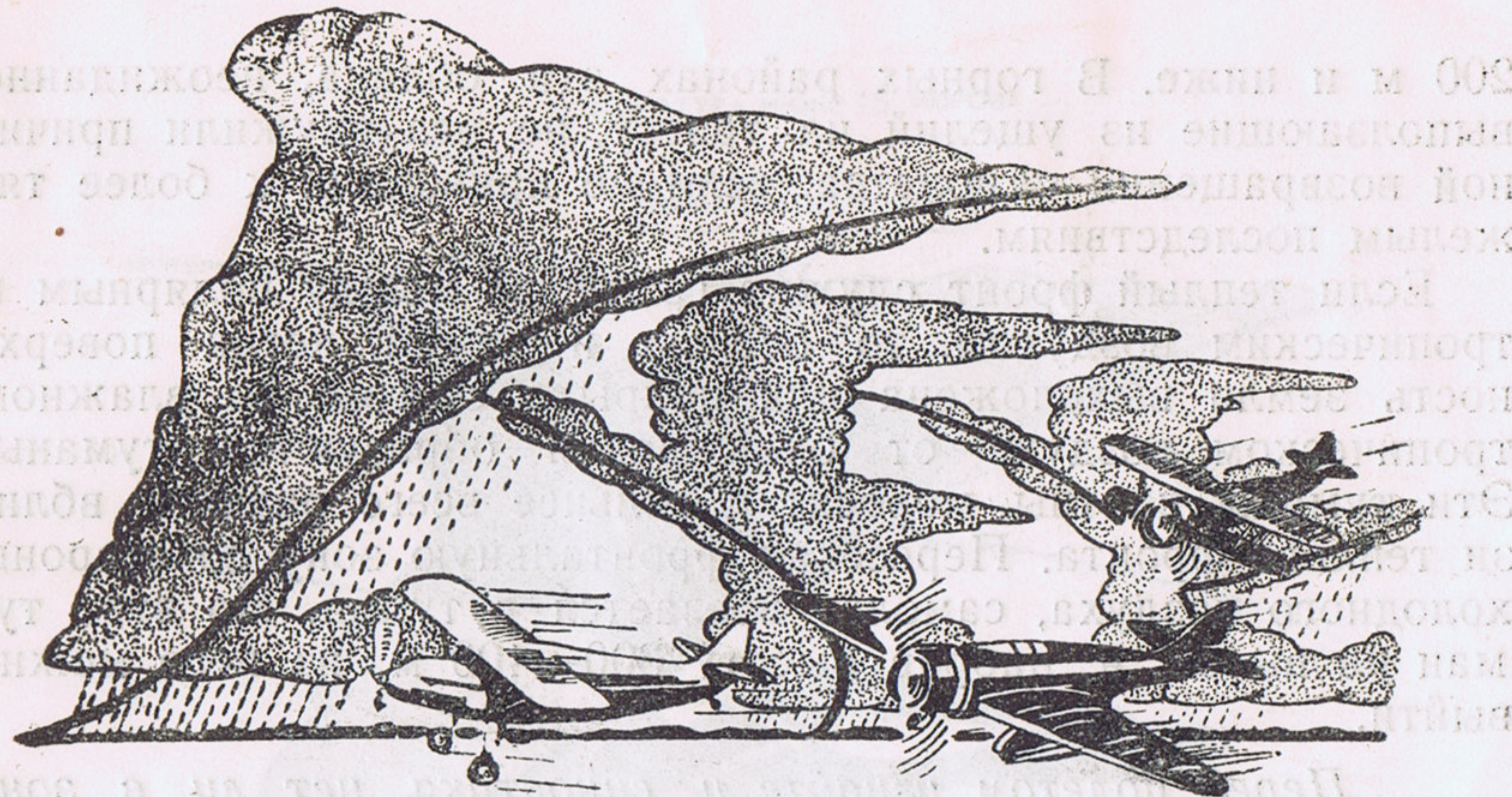


Рис. 9

Теперь мы знакомы в общих чертах с типами фронтов и с их вертикальной структурой. В летной жизни все это может пригодиться.

На графических маршрутных прогнозах синоптики рисуют то же, о чем здесь рассказано.

Но это далеко не все.

Помните, что разнообразие в структуре фронтов так же велико, как разнообразны конструкции самолетов (рис. 8 и 9).

Перед полетом расспросите синоптика подробнее, как проявляют себя фронты, которые вам встретятся.

Условия полета через фронты определяются их типом и теми воздушными массами, границей между которыми является каждый фронт.

Полет через теплый фронт в том случае, когда он нормально развит, сопровождается рядом затруднений.

Если лететь под облаками, не имея задания в них заходить, то вблизи фронтальной зоны придется пересекать полосу осадков, снижающих видимость. Вдобавок нужно поинтересоваться высотой нижней границы слоисто-дождевых облаков, чтобы она не была ниже установленного для полета минимума.

Продолжительный и сильный дождь увлажняет воздух под теплым фронтом и здесь в зоне осадков могут возникать низкие разорванные облака. Они существуют независимо от фронтальной облачности и при большом их количестве очень затрудняют полет, так как имеют высоту над землей 100—



200 м и ниже. В горных районах эти облака, неожиданно выползающие из ущелий на трассу, не раз служили причиной возвращения самолетов, если не приводили к более тяжелым последствиям.

Если теплый фронт служит границей между полярным и тропическим воздухом, то осенью и зимой, когда поверхность земли выхожена или покрыта снегом, во влажном тропическом воздухе от охлаждения образуются туманы. Эти туманы плотны, моросят и сильнее всего развиты вблизи теплого фронта. Пересекая фронтальную зону со стороны холодного воздуха, самолет врежется в туман. Но этот туман не высок, и, набрав высоту 300—400 м, из него можно выйти.

*Перед полетом узнайте у синоптика, нет ли в зоне теплого фронта тумана.*

Самолет, готовый к слепому полету, может смело лететь сквозь облачность теплого фронта, если нет угрозы обледенения.

В облаках теплого фронта нет беспорядочных вертикальных движений, которые угрожали бы нормальному движению машины.

Грозы на теплом фронте в наших условиях представляют редкость.

*Но пробивать облачность теплого фронта по вертикали, стремясь обойти ее сверху, не рекомендуется, так как для этого надо иметь большой потолок машины.*

Облачность заполняет все пространство над поверхностью теплого фронта до 6—8 км и найти разрывы в ней или свободные от облаков промежутки не удастся.

*Основное зло облаков теплого фронта — обледенение.*

Обледенение происходит в облаках при температуре воздуха от  $0^{\circ}$  и до  $-15^{\circ}$ . При более низких температурах обледенение тоже возможно, но оно не бывает сильным (рис. 10).

Следовательно, высота, на которой температура в облаках равна нулю, или так называемая *высота нулевой изотермы* является нижней границей опасной зоны.

Слоистодождевые облака теплого фронта наиболее опасны в отношении обледенения, так как они находятся в стадии развития. При этом восходящее скольжение теплого воздуха сопровождается обильной конденсацией водяного пара и на каждый кубический метр воздуха приходится много капелек воды. Капельки не замерзают, но находятся в переохлажденном состоянии. Достаточно небольшого удара, что-

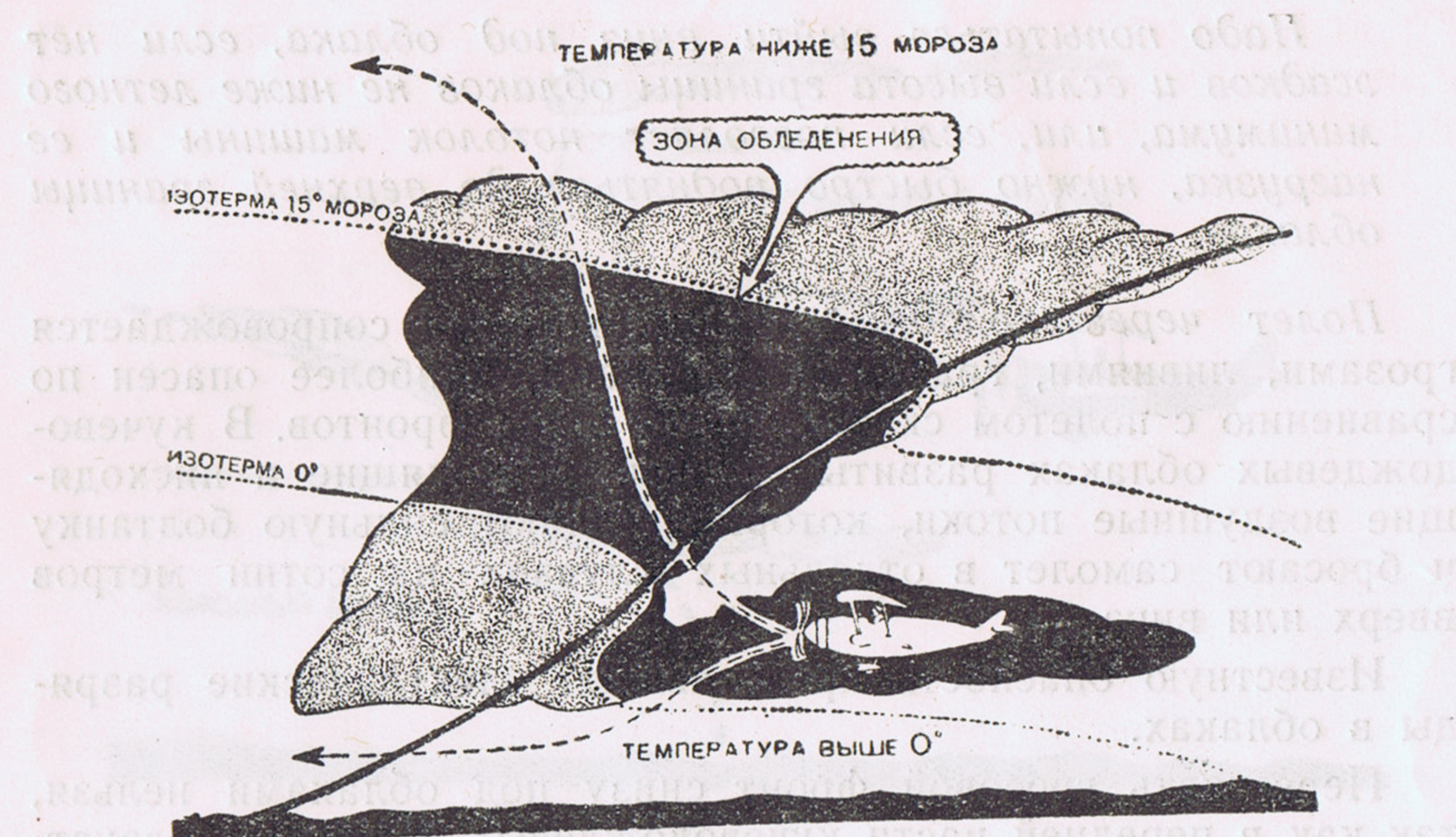


Рис. 10

бы капли превратились в лед. Так бывает при гололеде, который образуется во время выпадения переохлажденного дождя.

Самолет, летящий в облаке, сталкивается с массой мельчайших переохлажденных капелек воды, которые тотчас замерзают, образуя на самолете быстро нарастающий слой плотного, прозрачного льда.

При наличии осадков вероятность обледенения повышается раза в полтора. При снегопаде вероятность обледенения даже больше, чем в дождь.

Наиболее сильное обледенение наблюдается под теплым фронтом в зоне выпадающего переохлажденного дождя. Так бывает чаще всего тогда, когда под фронтальной поверхностью расположен холодный арктический воздух, а натекающим теплым воздухом является морской полярный. Обильный дождь, образующийся в теплом морском полярном воздухе, падает вниз в клин арктического воздуха и переохлаждается, так как его температура ниже  $0^{\circ}$  (рис. 11).

В переохлажденном дожде обледенение может наступить даже при температуре на несколько десятых выше  $0^{\circ}$ .

Летом обледенения избежать легко, так как нулевая изотерма лежит сравнительно высоко и всегда можно спуститься в слой с высокой температурой, где оно прекращается, а образовавшийся лед тает. Но зимою условия делаются сложнее.



Надо попытаться выйти вниз под облака, если нет осадков и если высота границы облаков не ниже летного минимума, или, если позволяет потолок машины и ее нагрузка, нужно быстро подняться до верхней границы облаков.

Полет через холодный фронт, который сопровождается грозами, ливнями, градом и шквалами, наиболее опасен по сравнению с полетом сквозь другие типы фронтов. В кучево-дождевых облаках развиты мощные восходящие и нисходящие воздушные потоки, которые создают сильную болтанку и бросают самолет в отдельных случаях на сотни метров вверх или вниз.

Известную опасность представляют электрические разряды в облаках.

Пересекать грозовой фронт снизу под облаками нельзя, так как в передней части кучево-дождевых облаков образуется вращающийся вал, угрожающий поломкой машины. Вслед за ним в зоне ливневых осадков имеет место ниспадающее движение воздуха, которое прижимает самолет к земле. Видимость при ливне снижена до 250—500 м и менее.

Полет черз зону града, связанного с осадками холодного фронта, безусловно недопустим, так как град, ударяясь о летящий самолет, причиняет ему повреждение.

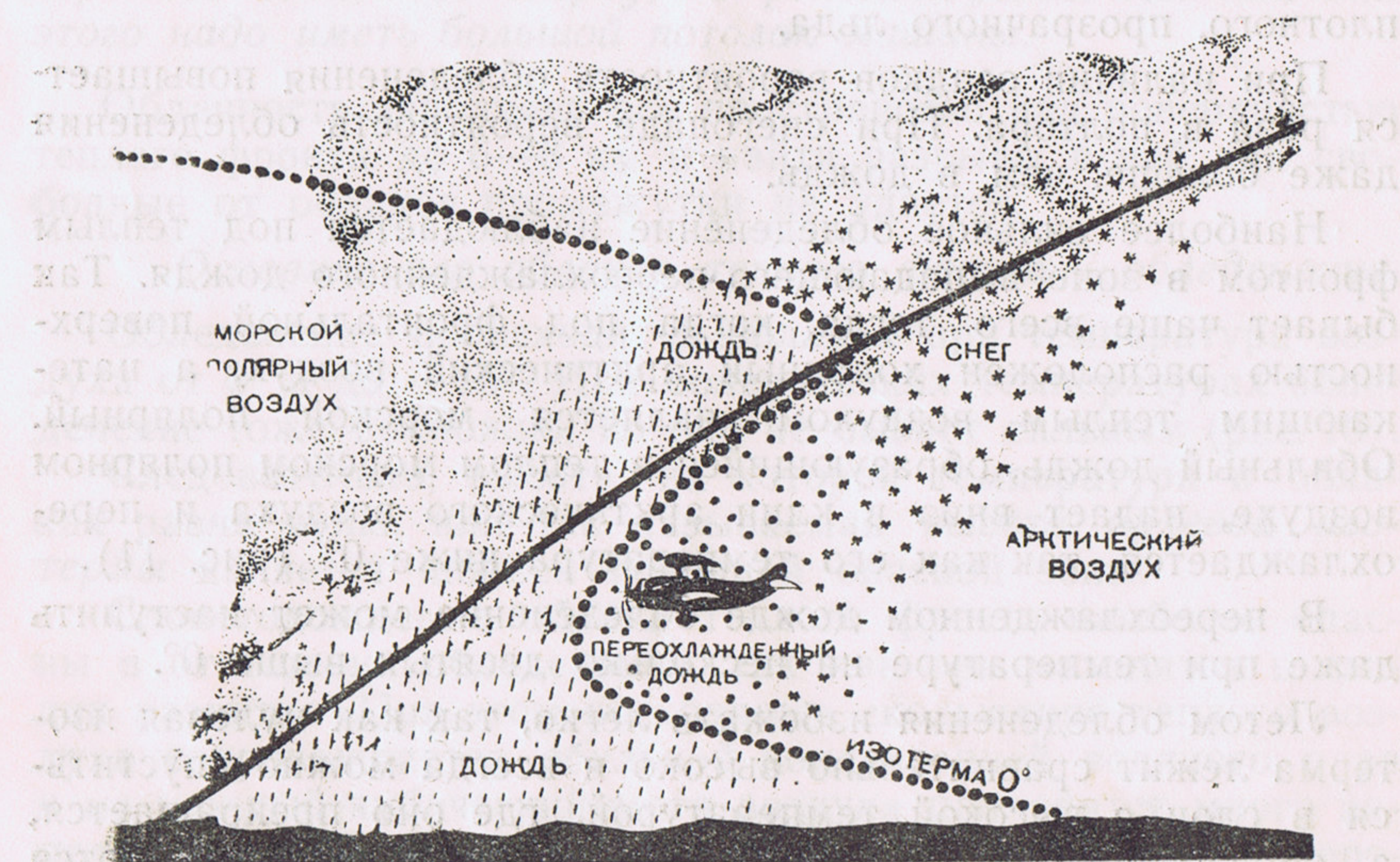


Рис. 11

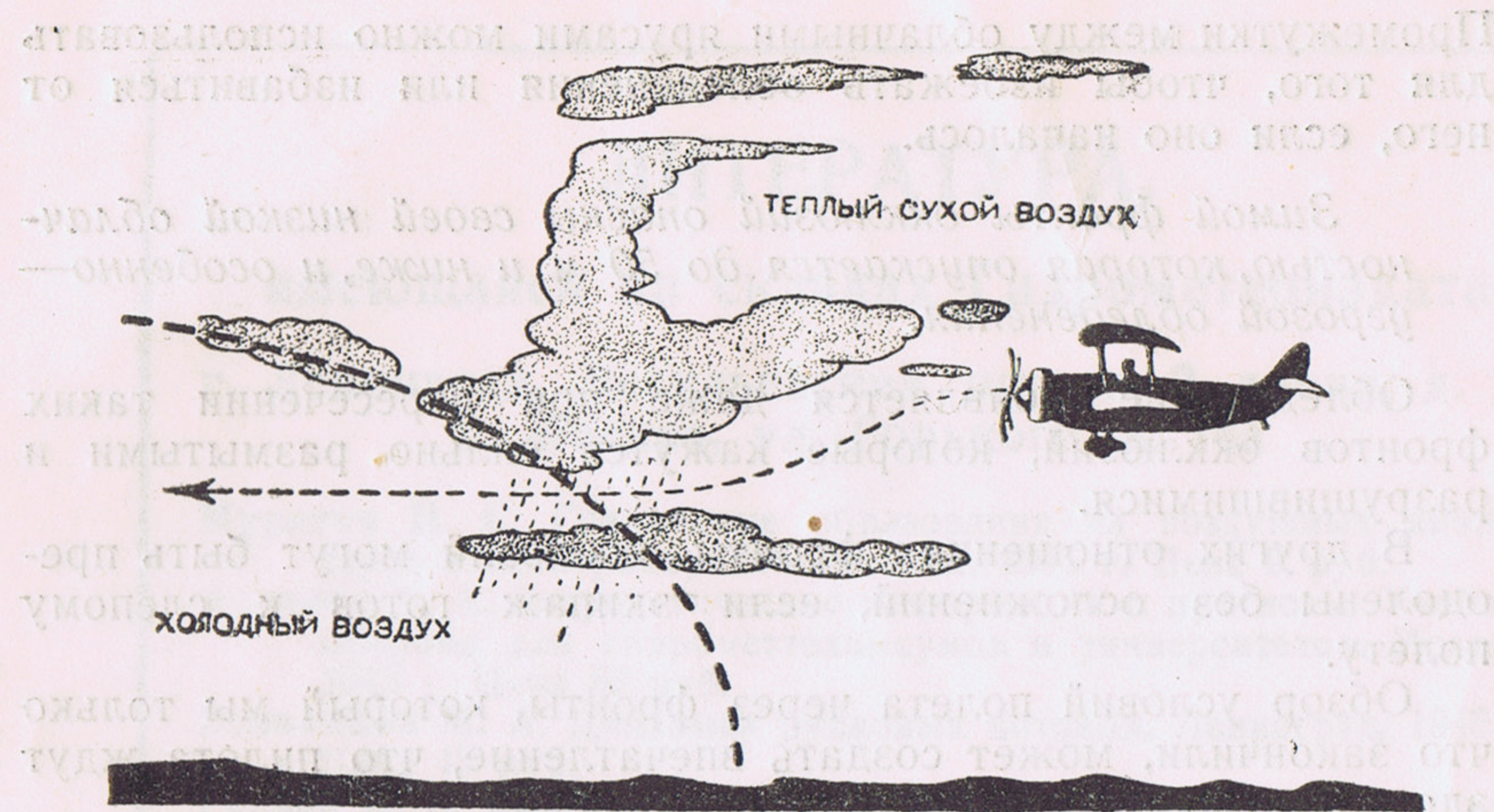


Рис. 12

Вряд ли имеет смысл перелетать кучево-дождевое облако сверху. Такие облака разрастаются по вертикали до 6—8 км и более. Верхняя часть облаков холодного фронта в отношении обледенения не менее опасна, чем облака теплого фронта. Более того, в восходящих воздушных потоках идет бурная конденсация с образованием крупных капель воды. Будучи в переохлажденном состоянии, эти капли создают на самолете быстро нарастающий слой льда.

Таким образом, хотя зона холодного фронта сравнительно узка — в некоторых случаях не более 100—150 км — она исключительно неблагоприятна для полетов.

Если существует необходимость пробивать холодный фронт, то нужно выбирать наиболее «слабое место» в нем, т. е. такой участок, где мощные кучевые или кучево-дождевые облака развиты слабее. Набрав здесь высоту до 3000 м, стараются пройти между вершинами кучевых облаков и подалее от этих вершин (рис. 12).

Полет через фронт окклюзии летом, если с ним не связана гроза и он по своему типу не напоминает холодного фронта, не представляет особых затруднений, так как можно или пройти под облаками, или пробить их в нижней части. Осадки фронта окклюзии, как правило, не сильные, часто с перерывами. Сама зона осадков уже, чем у теплого фронта.

Однако в облаках окклюзии при температуре ниже 0° обледенение проявляется столь же сильно, как и у теплого фронта.

Правда, следует иметь в виду, что облачность окклюзии часто бывает не сплошной, а многослойной в два-три яруса.



Промежутки между облачными ярусами можно использовать для того, чтобы избежать обледенения или избавиться от него, если оно началось.

*Зимой фронты окклюзий опасны своей низкой облачностью, которая опускается до 50 м и ниже, и особенно — угрозой обледенения.*

Обледенение проявляется даже при пересечении таких фронтов окклюзий, которые кажутся сильно размытыми и разрушившимися.

В других отношениях фронты окклюзий могут быть преодолены без осложнений, если экипаж готов к слепому полету.

Обзор условий полета через фронты, который мы только что закончили, может создать впечатление, что пилота ждут здесь только неприятности и осложнения.

*Не всякий фронт страшен!*

Когда воздушные массы сухи, в особенности те, которые играют роль теплого воздуха, облачность и осадки развиваются слабо и могут не представлять для пилота никаких затруднений.

Типичны случаи таких теплых фронтов — в Средней Азии. Здесь, благодаря большой сухости теплого тропического воздуха, могут встретиться лишь перистые, перистослоистые и высокослоистые облака.

*Еще и еще раз посоветуйтесь с синоптиком, чтобы принять правильное решение при встрече с фронтом.*

Отв. редактор Дзердзеевский Б. Л.

Техн. редактор Панова Л. Я.

Сдано в набор 8/I-47 г. Подписано к печати 30/I-47 г.  
Изд. № 22. Индекс М-М-22. Бумага 62 × 94 см.  
41.500 экз. в 1 п. л. Печ. л. 1. Уч. изд. л. 1. Тираж 5000 экз.  
Гидрометеиздат г. Москва, 1947 г. Цена 2 руб. 75 коп.

Л43585

Заказ № 44

1-я типо-литография ГИМИЗ, Москва, Измайловское шоссе, 42.

## ЛИТЕРАТУРА,

имеющаяся на складах Гидрометеиздата

г. Ленинград, Васильевский остров, 2 линия, д. 21  
г. Москва, ул. Горького, д. 18а

- Муретов Н. С. Гололедные образования на воздушных линиях связи и электропередач. Москва. 1945 г. Цена 9 руб.  
Аполлов Б. А. Гидрологические информации и прогнозы. Учебное пособие для гидрометтехникумов и университетов. Москва. 1945 г. Цена 50 руб.  
Великанов М. А. Динамика русловых потоков. Ленинград. 1946 г. Цена 45 руб.  
Ревзин С. В. Стратостат-парашют. Книга предназначена для воздухоплавателей, доступна интересам массового читателя. Свердловск. 1946 г. Цена 9 руб.  
Вангенгейм Г. Я. Опыт применения синоптических методов к изучению и характеристике климата. Москва. 1935 г. Цена 4 руб.  
Поляков Б. В. Освоение малых рек и изучение гидрологического режима. 1946 г. Цена 5 руб.  
Синицына Е. Ф. Немецкая хрестоматия. Учебное пособие для гидрометеорологических ВУЗ'ов. ГИИЗ. Москва. 1940 г. Цена 10 руб.  
Вейнберг В. П. Каталог магнитных определений в полярных странах. Раздел 1 и 2. Цена 5 руб.  
Бруевич С. В. Методика химической океанографии. Москва. 1933 г. Цена 9 руб.  
Кондратьева Е. Прямолинейная корреляция. Москва. 1935 г. Цена 3 руб.  
Список синоптических индексов. Западной Европы, Северной Африки и ближнего востока. Москва. 1945 г. Цена 1 руб.  
Агеноров В. К. О динамике вод Баренцева моря. Москва. 1946 г. Цена 18 руб.

### Вышли из печати:

- Поляков Б. В. Гидрологический анализ и расчеты. Учебник для ВУЗ'ов и университетов. Ленинград. 1946 г. Цена 32 руб.  
Зубов Н. Н. Динамическая океанология. Москва. 1947 г. Цена в перепл. 42 руб.  
Бугаев В. А. Метод барической топографии. Москва. 1947 г. Цена 14 руб.  
Теоретическая метеорология. Труды НИУ, сер. 1, вып. 30, под ред. Кибель А. И. Москва. 1946 г. Цена 6 руб. 50 коп.  
Соколовский Д. Л. Гидрологические и водно-хозяйственные расчеты при проектировании малых ГЭС. Ленинград 1946 г. Цена 30 руб.  
Бызов Н. П. Сборник контрольных заданий по элементарному курсу синоптики. Ленинград 1946 г.  
Гончарский Л. А. Газовые барометры. Труды НИУ, серия III, вып. 4. Москва. 1947 г.  
Бугаев В. А. Полет в кучевых облаках (популярная). Москва. 1947 г. Цена 2 руб. 75 коп.  
Бугаев В. А. Полет через фронт в атмосфере (популярная). Москва. 1947 г. Цена 2 руб. 75 коп.