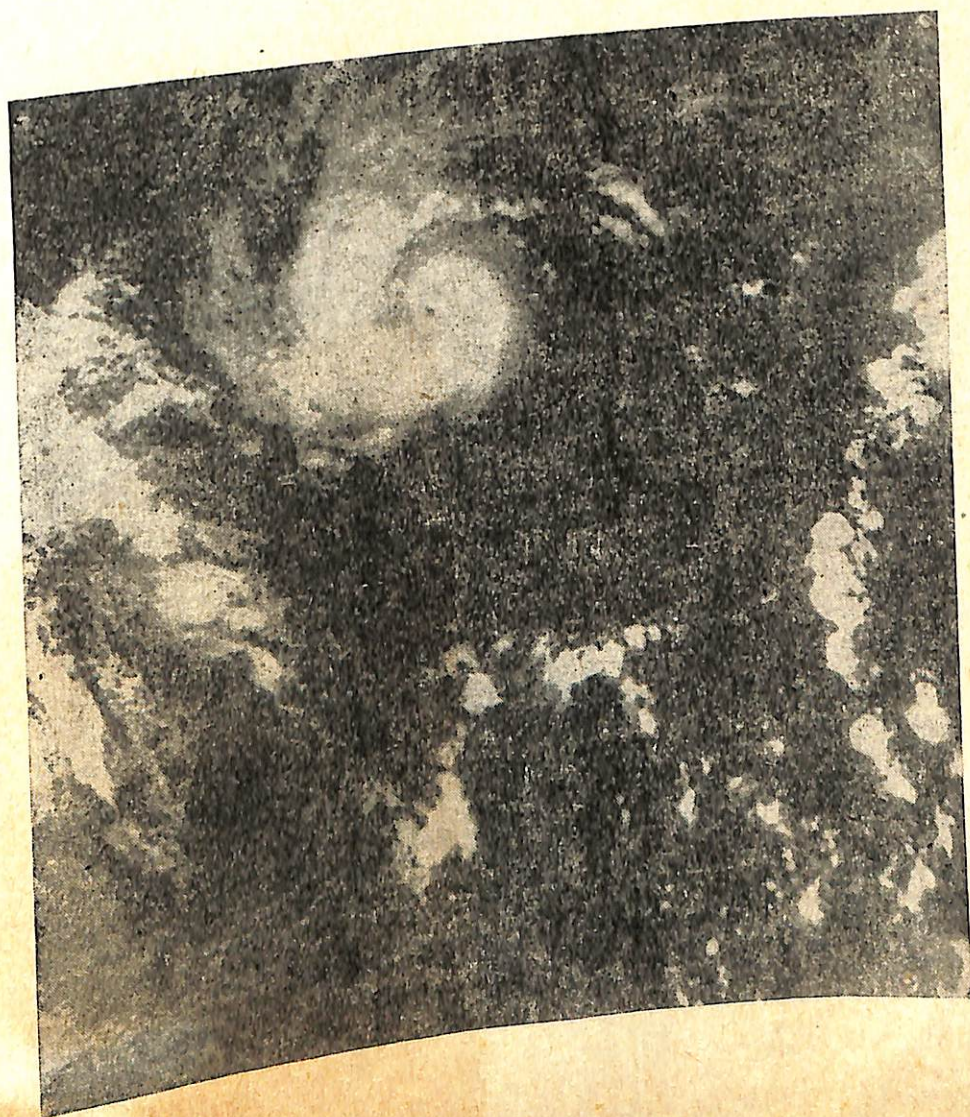


ЭНЦИКЛОПЕДИЯ
Океан – Атмосфера

Д
Я

Энциклопедия
**Океан —
Атмосфера**



McGraw-Hill
Encyclopedia of
**Ocean and
Atmospheric
Sciences**

Sybil P. Parker

Editor in Chief

McGraw-Hill Book Company

New York	Johannesburg	Panama
St. Louis	London	Paris
San Francisco	Madrid	São Paulo
Auckland	Mexico	Singapore
Bogotá	Montreal	Sydney
Hamburg	New Delhi	Tokyo
		Toronto

Editorial Staff

Sybil P. Parker, Editor in Chief
Jonathan Weil, Staff editor
Betty Richman, Staff editor

Edward J. Fox, Art director
Ann D. Bonardi, Art production supervisor
Richard A. Roth, Art editor
Cynthia M. Kelly, Art/traffic

Joe Faulk, Editing manager
Olive H. Collen, Editing supervisor
Patricia Albers, Senior editing assistant
Judith Alberts, Editing assistant
Thomas Siracusa, Editing assistant

Consulting Editors

Dr. John C. Drake, Associate
Professor, Department of Geology,
University of Vermont.

Dr. Ralph Shapiro, Chief, Climatology
and Dynamics Branch, Air
Force Geophysics
Laboratory.

Dr. Donald J. P. Swift, Research
Oceanographer, Marine
Geology and Geophysics
Laboratory, National
Oceanic and Atmospheric
Administration, Miami, Fl.

Энциклопедия
**Океан—
Атмосфера**

551/031
0-50

Предисловие к русскому изданию	5
Предисловие	7
Статьи, от А до Я	9
Авторский указатель	449
Предметный указатель	453

476882



Редакционная коллегия:

А. П. Алексеев, канд. геогр. наук
 М. И. Будыко, чл.-корр. АН СССР
 Э. К. Бютнер, д-р физ.-мат. наук
 Е. С. Володин, канд. физ.-мат. наук
 А. Н. Голиков, д-р биол. наук
 А. Д. Данилов, д-р физ.-мат. наук
 А. С. Дубов, канд. физ.-мат. наук
 А. И. Ивановский, д-р физ.-мат. наук, профессор
 И. М. Имянитов, д-р физ.-мат. наук, профессор
 И. Л. Кароль, д-р физ.-мат. наук
 К. И. Кобак, канд. биол. наук
 К. Я. Кондратьев, чл.-корр. АН СССР

Г. А. Лебедев, канд. физ.-мат. наук
 Н. В. Логвиненко, д-р геол.-минерал. наук, профессор
 И. П. Мазин, д-р физ.-мат. наук, профессор
 М. А. Петросянец, д-р геогр. наук, профессор
 И. В. Попов, д-р геогр. наук, профессор
 С. М. Семенов, канд. физ.-мат. наук
 А. А. Соколов, д-р геогр. наук, профессор
 В. Д. Степаненко, д-р техн. наук, профессор
 А. Х. Хргиан, д-р геогр. наук, профессор
 Д. В. Чаликов, д-р физ.-мат. наук

Перевод с английского:

М. Ю. Белевич, Э. К. Бютнер, М. Я. Вербицкий, Е. Л. Генихович, В. В. Голосов, С. И. Грушин, М. А. Долголенко, Ж. К. Золотова, М. А. Каганов, О. В. Лапина, Л. А. Мялина, Е. Д. Надежина, А. И. Оль, Г. П. Резников, Л. В. Руховец, В. А. Рябченко, А. С. Сафрай, Б. Е. Шнееров

Редакция метеорологии
 и охраны окружающей среды
 Зав. редакцией Л. Л. Беленькая

В Энциклопедии собрано более 200 статей, охватывающих весьма широкий круг вопросов, связанных с океаном и атмосферой (прогноз погоды, подводная добыча полезных ископаемых, использование биологических ресурсов океана, глубоководные исследования и т. д.). Статьи написаны крупными специалистами в соответствующих областях, причем каждая статья позволяет получить представление о роли описываемого явления в общей картине процессов, происходящих в океане и атмосфере. Статьи расположены в алфавитном порядке и снабжены списком литературы, текст дополнен иллюстрациями, имеется подробный предметный указатель.

Для широкого круга специалистов — гидрометеорологов



Предисловие к русскому изданию

Предлагаемая читателю *Энциклопедия океан—атмосфера* посвящена двум наиболее подвижным и изменчивым составляющим природной среды, с которыми приходится сталкиваться человеку в процессе производственной деятельности — воде и воздуху. Наука, изучающая атмосферу, — метеорология — и наука, изучающая океан, — океанология — сейчас представляют собой самостоятельные области знания. Однако в природе процессы, происходящие в атмосфере и океане, настолько тесно связаны между собой, что, по существу, атмосферу и океан следует рассматривать как единую систему. Составители Энциклопедии поставили перед собой сложную задачу — дать современное представление о многообразных процессах, протекающих в атмосфере, океане и на границе их раздела, с учетом достижений всех наук в изучении этих двух сред. Статьи в Энциклопедии расположены в алфавитном порядке, что в известной мере ограничило возможности системного изложения материала, однако это же позволило существенно упростить пользование книгой. Конечно, Энциклопедия — это не толковый словарь, и в ней нельзя найти разъяснение буквально всех терминов и понятий, используемых в метеорологии и океанологии, но вместе с тем Энциклопедия, безусловно, дает возможность получить общее представление об атмосфере и океане.

В Энциклопедии собрано более 200 статей, охватывающих широкий круг вопросов изучения атмосферы и океана. В них освещается содержание отдельных получивших самостоятельное значение разделов метеорологии и океанологии, таких, как авиационная метеорология, атмосферная оптика, биоклиматология, геомагнетизм, геофизика, гидрология, гляциология, динамическая метеорология, климатология, мореходная метеорология, морская геология, морская микробиология, океанография, полярная метеорология, прикладная метеорология, синоптическая метеорология, тропическая метеорология, физика атмосферы, химия атмосферы, химия вод гидросферы и т. д. Большое место занимают статьи, посвященные географическому описанию Атлантического, Индийского, Тихого, Северного Ледовитого и Южного океанов, а также Берингову, Балтийскому, Карибскому, Красному, Саргассову, Северному, Средиземному, Черному морям. Кроме того, целый ряд статей посвящен отдельным вопросам строения и состава атмосферы (ионосфере, стратосфере, тропосфере и др.), эволюции атмосферы и изменениям климата и погоды. Описание отдельных объектов, процессов и явлений, с которыми приходится сталкиваться при изучении атмосферы и океана, таких, как апвеллинг, воздушная масса, гало-клини, геомагнитная буря, засуха, космические лучи, термоклины, торнадо, ураган, фронт и др., также нашло отражение в книге.

Большое место в Энциклопедии уделено прикладным вопросам — состоянию и перспективам развития прогнозов различной заблаговременности, загрязнению природной среды, звуколокации, морскому промыслу и использованию биологических ресурсов океанов, глубоководным исследованиям, использованию полезных ископаемых морского дна, проблемам ваниям, использованию полезных ископаемых морского дна, проблемам морской экологии. Есть в Энциклопедии и такие статьи, как *Воздух*, *Лед*, *суши*, *Морской лед*, *Морская вода*, которые имеют познавательное значение и дают прекрасную сводку данных о физических и химических свойствах сред, представляющих большой интерес для специалистов разных профессий. Естественно, перечисленный круг вопросов не охватывает всего содержания Энциклопедии. Однако уже одно перечисление свидетельствует о широте ее тематики.

Энциклопедия — это не учебник и ее не следует использовать для изучения основ наук о Земле и методов исследований, которые применяются в различных областях океанологии и метеорологии. Однако она позволяет сравнительно легко и быстро получить представление о самых различных вопросах исследования атмосферы и океана, познакомиться с основными идеями и достижениями практически всех разделов этих наук. Большая часть статей написана такими крупными учеными, как Бергерон, Стомел, Лоренц, Мейсон, Веронис, Элиассен, Суоми, Унтерштайнер и др., что, несомненно, свидетельствует о высоком уровне Энциклопедии.

Все статьи Энциклопедии написаны достаточно популярно и рассчитаны на самый широкий круг читателей, имеющих физико-математическую подготовку в объеме средней школы.

К сожалению, в некоторых статьях, особенно по истории развития науки, истории исследования океанов и истории географических открытий, материал излагается несколько односторонне, в них не упоминаются многие крупные исследователи. Иногда изложение материала в статьях и примеры для его иллюстрации подобраны с учетом интересов американского читателя, что вносит элемент регионализма. Однако в большинстве случаев описание результатов экспериментов и технических достижений будет интересно советскому читателю.

Для того чтобы приблизить текст к международным стандартам, как правило, единицы физических величин были переведены из британской системы единиц в Международную систему единиц (СИ). В некоторых случаях, главным образом на графическом материале, этого сделать не удалось.

В Энциклопедии содержится очень богатый цифровой материал. Так, в ней можно получить сведения о величине уменьшения напряженности геомагнитного поля Земли во время магнитной бури и об объемах воздуха, которые нужно подавать подводнику на разных глубинах, чтобы избежать накопления CO_2 , о времени пребывания химических элементов в океанах и о скоростях испарения влаги растениями во влажном и сухом климатах; познакомиться с основными физическими характеристиками Солнца и получить фактические данные о химическом составе пресных вод и дождевых осадков и т. д. Статьи Энциклопедии снабжены многочисленными графиками и фотографиями. Все это, несомненно, повышает ценность Энциклопедии.

Издание Энциклопедии океан—атмосфера на русском языке преследует две цели: образовательную и информативную. Действительно, учет закономерностей окружающей среды становится важной задачей в интенсификации производства и в поиске новых неиспользованных резервов. Это предполагает повышение уровня гидрометеорологического образования у самого широкого круга специалистов. Энциклопедия океан—атмосфера, несомненно, будет способствовать распространению гидрометеорологических знаний. Любой узкий специалист в области наук об атмосфере или океане может получить представление об интересующих его вопросах из смежных дисциплин, обратившись к соответствующей статье Энциклопедии. Здесь он найдет простое краткое изложение этого вопроса на современном уровне, а в конце каждой статьи — список литературы, которым в случае необходимости он может воспользоваться.

Хочется надеяться, что Энциклопедия окажется полезной для океанологов, метеорологов, гидрологов, физиков и географов, студентов высших учебных заведений и учащихся средних школ, специалистов сельского хозяйства — агрономов и агрохимиков, капитанов и штурманов дальнего плавания, морского и рыболовного флота, штурманов гражданской авиации и авиационных метеорологов, любителей подводного плавания и для многих других специалистов.

М. А. Петросянец

Предисловие

Океаны и атмосферные явления с незапамятных времен бросают вызов пытливому уму человека. Поначалу изучалась в основном география океанов с целью описания судоходных маршрутов, и сбор информации носил случайный характер. Изменчивая атмосфера казалась еще загадочнее, чем бескрайние океаны.

На основе разносторонних исследований океанов и атмосферы, начатых еще в XIX в., постепенно сформировались современные науки — океанология и метеорология. Несмотря на то что эти науки занимаются изучением двух различных и своеобразных сред, подвижность этих сред и характер их взаимодействия заставляют рассматривать океан и атмосферу как единую систему. В самом деле, взаимодействие океана и атмосферы настолько сложно, что порой причины невозможно отделить от следствий.

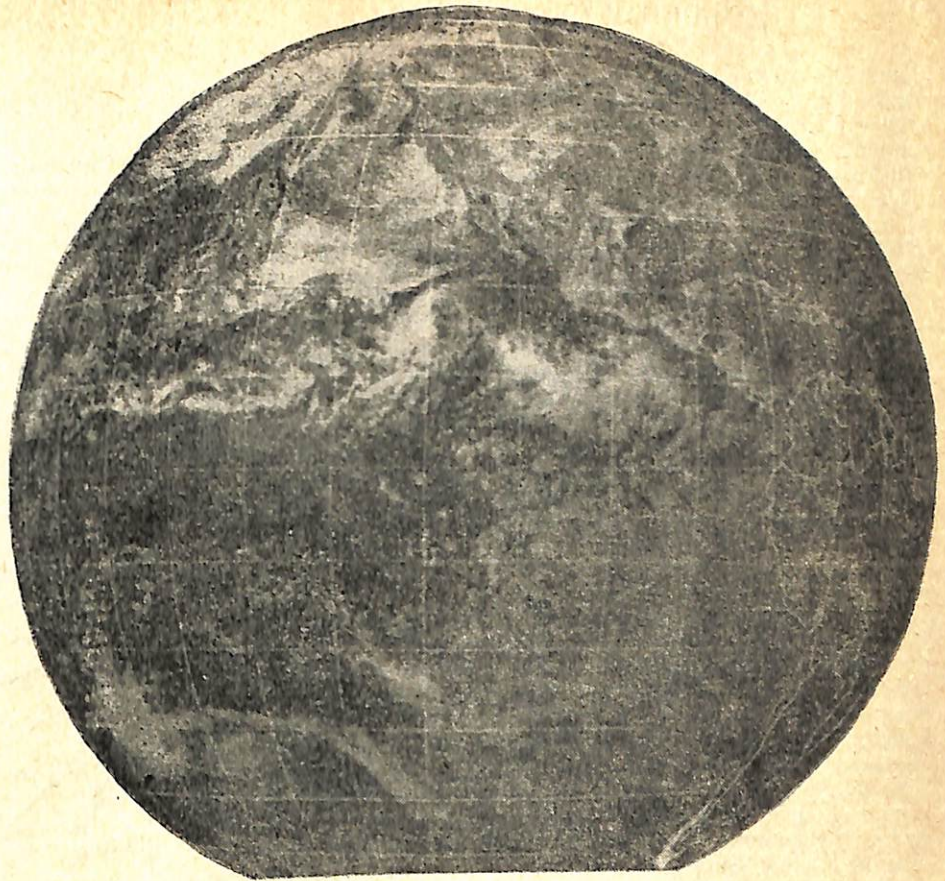
Метеорологи и океанологи изучают распределение и изменчивость химических и физических характеристик атмосферы и океана, а также различные явления. Измерения температуры воздуха, количества осадков, скорости и направления ветра позволяют получить информацию о погоде, необходимую для решения практических задач в сфере промышленного производства и сельского хозяйства. С другой стороны, океанологические исследования, охватывающие всевозможные геологические, биологические, химические, физические и метеорологические явления в океанах, позволяют все шире использовать океан для блага человека.

Океаны и атмосфера оказывают огромное влияние на деятельность человека и прежде всего обеспечивают саму возможность жизни на Земле. Атмосфера экранирует вредные солнечные излучения и является источником энергии (в виде энергии ветра); атмосферные процессы определяют природные и погодные условия. Океаны являются источником многих ценных пищевых и минеральных ресурсов. Морская вода содержит потенциально важный источник энергии — дейтерий — и может быть использована для получения питьевой воды.

В Энциклопедии приводятся сведения из различных областей наук об океане и атмосфере. Глубина и широта охвата материала позволяют получить и теоретическую, и практическую информацию по таким вопросам, как прогноз погоды, использование минеральных и биологических ресурсов океанов, загрязнение атмосферы, программы спутниковых исследований, прикладная метеорология, изменения климата, подводные погружения и др.

Более 200 статей расположены в алфавитном порядке. Тематика статей, написанных коллективом известных специалистов, была одобрена советом редакторов-консультантов. Ряд статей подготовлен специально для этой энциклопедии, другие взяты из McGraw-Hill Encyclopedia of Ocean and Atmospheric Sciences. Текст поясняют более 500 иллюстраций. К достоинствам книги, несомненно, относится наличие перекрестных ссылок и предметного указателя.

Главный редактор
Сибил П. Паркер



А
Я

Авиационная метеорология

Раздел метеорологии, в котором изучается влияние атмосферы на полет воздушных судов (как легче, так и тяжелее воздуха), а также на траектории ракет и снарядов. В данной статье будет рассмотрено восемь аспектов такого влияния. См. *Морская метеорология*.

Низкая видимость в аэропортах. Туман, снег и дождь делают невозможной посадку или взлет пассажирских самолетов, если горизонтальная дальность видимости оказывается ниже допустимого минимума для машин этого класса. В США такой минимум для самолетов, оборудованных стандартными приборами, составляет 800 м. Последнее время вместо обычного понятия «метеорологическая дальность видимости» стало использоваться понятие «дальность видимости на взлетно-посадочной полосе» (ВПП); под этим понятием подразумевается расстояние, на котором интенсивные источники света на ВПП видны сверху при взлете или посадке. Минимальное допустимое значение дальности видимости в некоторых аэропортах до посадки самолета уменьшилось в некоторых аэропортах специального назначения до 300 м после установки в главных аэропортах специального электронного и оптического оборудования.

Поскольку дальность метеорологическая дальность видимости, обычно значительно больше, чем метеорологическая дальность видимости, особенно в условиях тумана, уменьшение ее порогового значения, лимитирующего взлет или посадку самолетов, приближает авиацию к трудно достижимой цели — полетам при любых погодных условиях. Решение этой проблемы связано с более высокими требованиями к прогнозам погоды, в связи с чем был разработан ряд новых методов прогноза с использованием результатов мезо- и микросиноптического анализа, с развитием результатов мезо- и микросиноптического анализа, с развитием результатов мезо- и микросиноптического анализа, с развитием результатов мезо- и микросиноптического анализа.

Турбулентность. Атмосферная турбулентность определяется как отклонение скорости воздушного потока от установившегося, регулярного режима и проявляется, во-первых, как мелкомасштабные вертикальные или горизонтальные поперывы ветра с резкими пространственными границами и, во-вторых, как более крупномасштабные восходящие или нисходящие

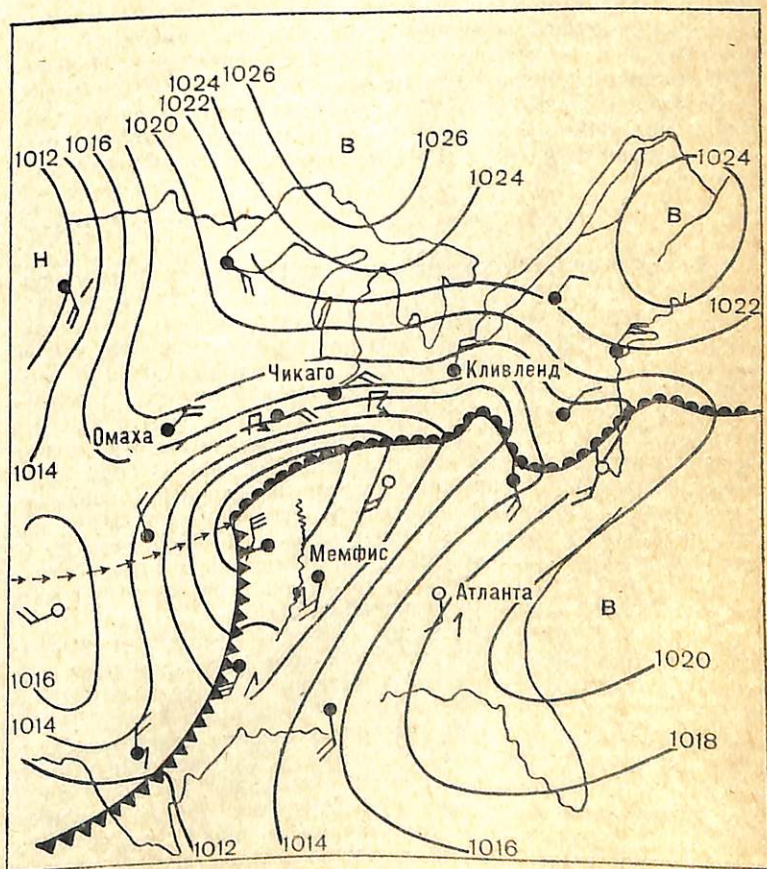


Рис. 1. Карта погоды, типичная для апреля (20 апреля, 6 ч 30 мин): опасная грозовая ситуация в области теплого фронта над восточными районами США. (United Air Lines).

данные движения воздуха, захватывающие самолет и вынуждающие его подниматься или опускаться. В последнем случае воздействие происходит плавно в течение значительного времени. Очень интенсивная турбулентность может привести к потере управления пассажирским самолетом, вызвать разрушение отдельных частей конструкции или даже привести к авиационной катастрофе. Возникновение турбулентности обуславливают следующие основные факторы: 1) динамическое взаимодействие воздушного потока с неровностями подстилающей поверхности; 2) восходящие конвективные движения воздуха над нагретой поверхностью; 3) процессы, обусловленные неустойчивостью в грозовых облаках, при которых наблюдаются максимальные порывы ветра (рис. 1); 4) срыв потока, приводящий к вихревым движениям на подветренной стороне гор, сопровождающийся при инверсионной стратификации волновыми возмущениями; 5) сдвиги скорости ветра у поверхности раздела воздушных масс с различными свойствами, в частности с различной стратификацией температуры (тропопауза), а также в зоне струйных течений.

Генри Т. Харрисон

Турбулентность при ясном небе (ТЯН). Четвертая и пятая причины возникновения турбулентности, указанные выше, иногда существуют при отсутствии облаков. В таких ситуациях пилот не располагает никакими предупреждающими признаками о встрече с интенсивной турбулентностью. Неожиданность толчков при резком порыве ветра увеличивает опасность полетов в зоне ТЯН и создает особые неудобства с точки зрения комфорта пассажиров. До недавнего времени успехи в прогнозировании расположения таких зон были весьма умеренными. Поскольку ТЯН является мезомасштабным явлением — порядка нескольких километров по горизонтали и нескольких сотен или тысяч метров по вертикали — плотность существующей сети радиозондирования не может обеспечить надежное обнаружение таких опасных для полетов зон. Остается надежда, что по мере создания специальных приборов, позволяющих определять сдвиги ветра и стратификацию температуры вперед летящего самолета, пилот будет в состоянии принять соответствующие меры или хотя бы предупредить пассажиров о возможности беспокойного полета. См. *Турбулентность при ясном небе*.

Реакция самолета на возмущения воздушного потока сильно зависит от типа самолета и скорости его полета при пересечении турбулизированной зоны. Обычно самолеты, летящие быстрее, испытывают и большие перегрузки. Наличие ТЯН можно ожидать даже на высотах полетов современных сверхзвуковых самолетов. Это должно приниматься во внимание при проектировании таких машин; в частности, следует учитывать влияние ТЯН на работу газотурбинных двигателей.

Эльмар Р. Рейтер

Ветер и температура на высотах. Поскольку самолет погружен в воздушную среду, она оказывает влияние на скорость полета относительно Земли — увеличивает или уменьшает ее в зависимости от соотношения между направлением скорости ветра и курсом самолета. В некоторых районах земного шара направление и скорость ветра лишь незначительно изменяются от дня ко дню или даже от сезона к сезону, но в тропосфере и нижней стратосфере средних и высоких широт изменчивость этих характеристик очень велика. В силу этого при составлении расписания полетов необходимо принимать во внимание климатические характеристики изменчивости ветра по трассе, согласно которым только 70—80% всех полетов могут быть выполнены в соответствии с расписанием. Нарушение графиков полетов в оставшемся числе случаев обычно бывает обусловлено влиянием ветра.

Планирование полетов на большие расстояния выполняется с помощью прогностических карт метеозадачных элементов для различных высот. Это дает возможность выбрать оптимальные маршруты и высоты полета, на которых более благоприятные ветровые и температурные условия позволяют иногда сократить время полета, несмотря на увеличение пути, пройденного относительно Земли. Прокладка таких маршрутов существенно повышает эффективность работы авиации. Роль метеорологов, обслуживающих авиацию, заключается в обеспечении операторов возможно более точными прогнозами полей температуры и ветра на период полета. Для пассажирских скоростных самолетов прокладка оптимального маршрута является задачей согласования положительных и отрицательных влияний скорости ветра, температуры и развитой турбулентности. Пересечение областей с интенсивной

турбулентностью может уменьшить затраты времени на полет, но может сопровождаться при этом большими затратами топлива или ухудшением условий комфорта пассажиров.

Струйные течения. Меандрирующие воздушные течения на высотах с относительно большими скоростями, меняющие свое положение, наложенные на западный перенос воздушных масс. Наиболее интенсивные струйные течения, охватывающие иногда весь земной шар, зарегистрированы в средних и субтропических широтах. Интенсивные ветры в зоне таких течений, ширина которых обычно составляет 300—500 км, очень сильно влияют на полеты самолетов с крейсерской высотой полета 6—15 км. Пересечение зон струйных течений является причиной наиболее резких отклонений от графика полета и может привести к опасным перерасходам топлива.

Средняя скорость на оси хорошо развитого струйного течения вблизи тропопаузы в средних широтах зимой обычно

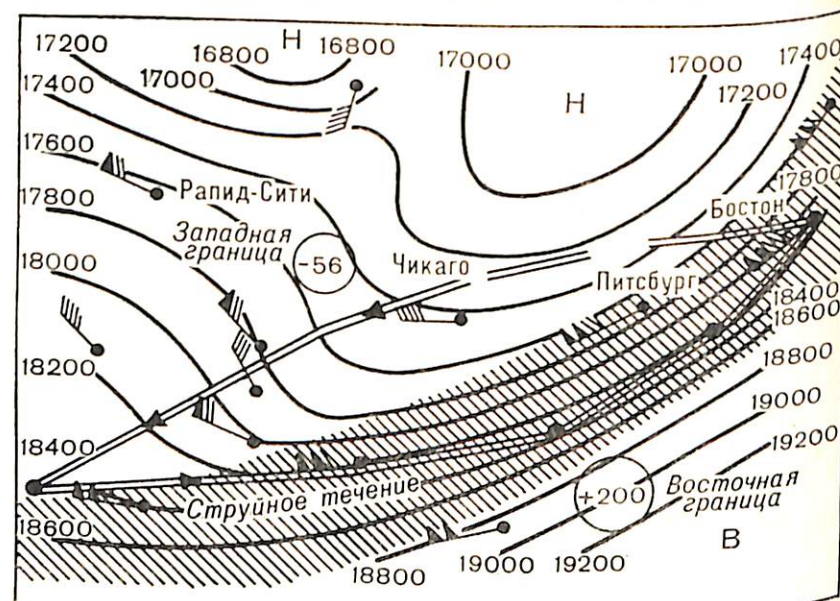


Рис. 2. Построение оптимального маршрута при планировании полетов над восточными районами США. (United Air Lines)

Цифры в кружках соответствуют ожидаемой в данном районе скорости воздушного потока (км·ч⁻¹) относительно Земли. Знак определяется по соотношению между направлением движения воздушной массы и курсом планируемого полета.

составляет около 160 км·ч⁻¹, но часто наблюдаются и скорости 280 км·ч⁻¹, а максимальные значения могут достигать 480 км·ч⁻¹. Прогноз струйного течения позволяет при планировании маршрута полета максимально использовать попутный ветер и свести к минимуму участки полета со встречным ветром (рис. 2). См. *Струйное течение*.

Тропопауза. Промежуточная область между тропосферой и стратосферой. Ее положение над данным пунктом определяется по результатам аэрологического зондирования и соответствует точке, выше которой вертикальный температурный градиент становится меньше 2°С·км⁻¹. Иногда эта граница определяется по положению скачка в профиле термического ветра. Некоторые исследователи представляют тропопаузу слонстой (листообразной) системой с перекрывающимися друг друга «тропической» и «полярной» частями. В оперативной синоптической практике тропопауза обычно представляется (и соответственно анализируется) как единая сплошная поверхность, простирающаяся от полюса до экватора¹.

Значение тропопаузы для авиации обусловлено наличием в этой области слабо развитой турбулентности при ясном небе, а также изменений вертикального температурного градиента с высотой, что сказывается на работе газотурбинных двигателей. При межконтинентальном перелете на высоте 10—12 км самолет может несколько раз пересекать тропопаузу. Поскольку режим работы газотурбинных двигателей меняется при отклонениях температуры окружающего воздуха от ее стандартного значения (—56°С на высоте 11 км), пересечение тропопаузы каждый раз сказывается на эффективности ра-

¹ В СССР на вертикальных разрезах проводится анализ тропической и полярной тропопаузы и указывается разрыв между ними. (Прим. отв. ред. пер.)

боты двигателей. Обычно тропопауза является верхней границей облаков, но известны случаи, когда при грозах облака пробивают тропопаузу и достигают высот около 23 км. На та-

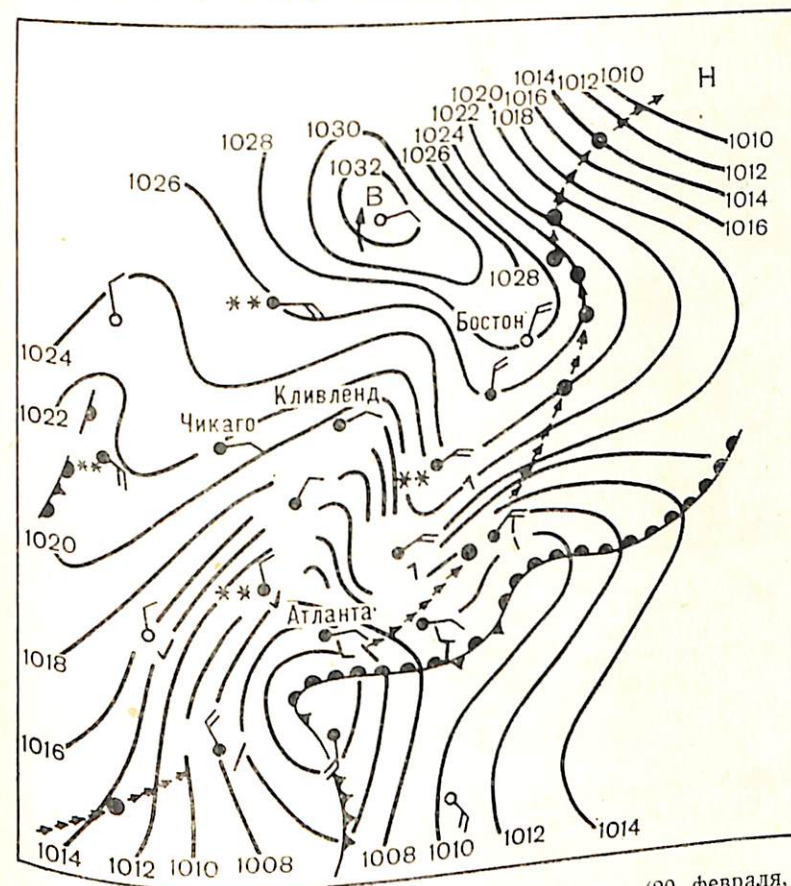


Рис. 3. Карта погоды, типичная для февраля (20 февраля, 12 ч 30 мин): снежная буря на Атлантическом побережье США. (United Air Lines)

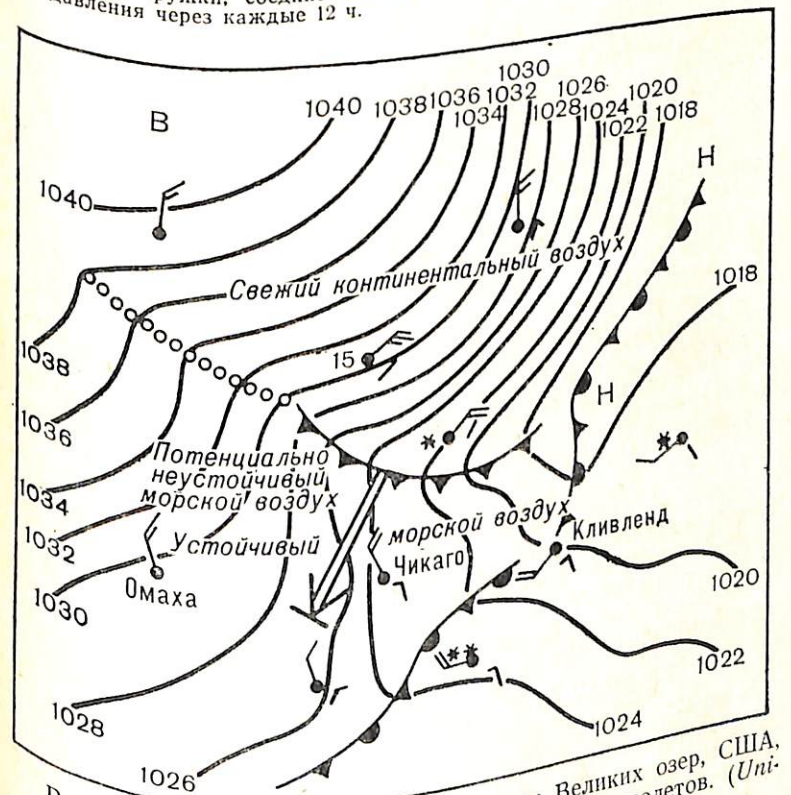


Рис. 4. Погодная ситуация над районом Великих озер, США, при которой отмечалось сильное обледенение самолетов. (United Air Lines)

На тех же высотах наблюдаются иногда чечевицеобразные облака, возникающие в результате интенсивных волновых движений на подветренной стороне гор. См. *Тропопауза*. Удары молнии. Грозовые или статические разряды, происходящие в грозовых облаках, сопровождаются вспышкой и приглушенным звуком типа хлопка, слышимым, однако, на фоне шума двигателей. Разрушительное действие ударов молнии обычно ограничивается мелкими оплавленными пятнами на внешнем покрытии самолета в точках ввода или вывода проводов, плавкой антенны и мелкими пробоями в носовой части или хвостовом оперении самолета. Для возникновения грозовых разрядов благоприятны следующие атмосферные условия: сплошная или достаточно развитая облачность, активные осадки с ледяными частицами и температура окружающего воздуха, близкая к 0°С. Грозовому разряду предшествуют огни святого Эльма, радиопомехи и слабый ветер, часто меняющий свое направление. Для того чтобы избежать электрических разрядов, пилот обычно снижает скорость, изменяет курс в соответствии с данными радара и переходит на другую высоту полета. Если все же избежать ударов молнии не удастся, пилот включает освещение в кабине и принимает меры для защиты глаз от вспышки света, чтобы уменьшить риск их поражения. См. *Молния*.

Обледенение. Возникает обычно при полетах в переохлажденных облаках, в слоях с переохлажденными дождевыми каплями или влажным снегом (рис. 3 и 4). После того как были разработаны достаточно эффективные антиобледенительные устройства, устанавливаемые на наиболее уязвимых частях самолета, появилась возможность свести на нет одно из самых опасных воздействий окружающей среды на летящий самолет. Обледенение или глубокие снежные заносы на взлетно-посадочных полосах создают значительные трудности в оперативной работе, которые преодолеваются на крупных аэродромах с помощью современных методов удаления снега с поверхностей.

Генри Т. Харрисон

Айсберг

Отколовшийся от ледника или шельфового льда крупный массив льда, дрейфующий через полярные моря. Айсберги следует отличать от полярного пакового льда, который представляет собой замерзшую морскую воду, или морской лед, хотя обломки последнего в виде ледяных полей или торосов и могут походить на небольшие айсберги. См. *Гляциология, Морской лед*.

Характеристики и типы. Айсберги порождаются материковыми или островными ледниковыми покровами Арктики и Антарктики; они образуются на тех участках ледниковых покровов, которые выдвинулись в море в виде шельфовых ледников. «Рождение» айсбергов — грандиозное явление природы, действительно, масса гренландского айсберга может достигать 1 млн. т, а антарктического во много раз больше. Айсберг состоит из ледникового льда, который представляет собой спрессованный снег со средней удельной плотностью 0,89. Именно по этой причине над водой выступает лишь 1/7 или 1/8 часть айсберга. Однако выветривание и волновая эрозия, образующие на поверхности айсберга разного рода пики и шпильки, изменяют соотношение надводной и подводной частей; оно колеблется между 1:6 и 1:3. Определение возраста одного из практически растаявших гренландских айсбергов методом тритиевого датирования показывает, что продолжительность жизни этих айсбергов может достигать 50 000 лет. Белоснежный оттенок, свойственный айсбергам, объясняется тем, что в ледниковом льду заключены мельчайшие пузырьки воздуха; эти же пузырьки вызывают шипение, сопровождающее погружение айсберга при его рождении.

Айсберги классифицируются по форме и размерам. При описании айсбергов используются такие термины, как арочный, блочный, куполообразный, башнеобразный, столовый, доменный и выветренный; фрагменты айсбергов, поднимаясь над водой не более чем на несколько метров, называются обломками. В холодных полярных водах айсбергу обеспечено продолжительное существование, он лишь слегка разрушается в летний сезон. Но если океанские течения вынесут айсберг в более теплые воды, он разрушится очень быстро: через несколько недель при температуре от 4,4 до 15°С и дней при температуре более 10°С. Отличительное свойство айсбергов — продолжительный и протяженный дрейф, в ходе которого они могут быть вынесены на сухоходные пути и создать тем самым опасность для навигации.

Арктические айсберги. В Арктике айсберги порождаются главным образом ледниками Гренландского побережья. Подсчитано, что ежегодно в северном полушарии образуется около 16 000 айсбергов и более 90% из них дает Гренландия; однако лишь около половины из них могут быть вовлечены в сколько-нибудь значительный дрейф. Большая часть дрейфующих айсбергов происходит от 20 ледников, распо-

женных на западном побережье Гренландии, между 65 и 80° с. ш. Наиболее продуктивный из этих ледников — ледник Якобсхавн (60° с. ш.), рождающий 1400 айсбергов в год, а самый крупный — ледник Гумбольдта (79° с. ш.), береговой фронт которого имеет протяженность 120 км. Остальные арктические айсберги рождаются в Восточной Гренландии и из островных ледниковых покровов Земли Элсмир, Исландии, Шпицбергена и Новой Земли, а также арктического побережья Евразии и Аляски, где рождаются айсберги скромных размеров. Айсберги никогда не достигают северной части Тихого океана и прилегающих морей и не дрейфуют через них; правда, от горных ледников побережья залива Аляска ежегодно откалывается несколько небольших айсбергов, но они никогда не вовлекаются в сколько-нибудь существенный дрейф. См. *Атлантический океан, Северный Ледовитый океан.*

Дрейф и распределение айсбергов определяют океанские течения Арктики и прилегающих морей; ветер играет незначительную роль, воздействуя лишь на небольшие обломки

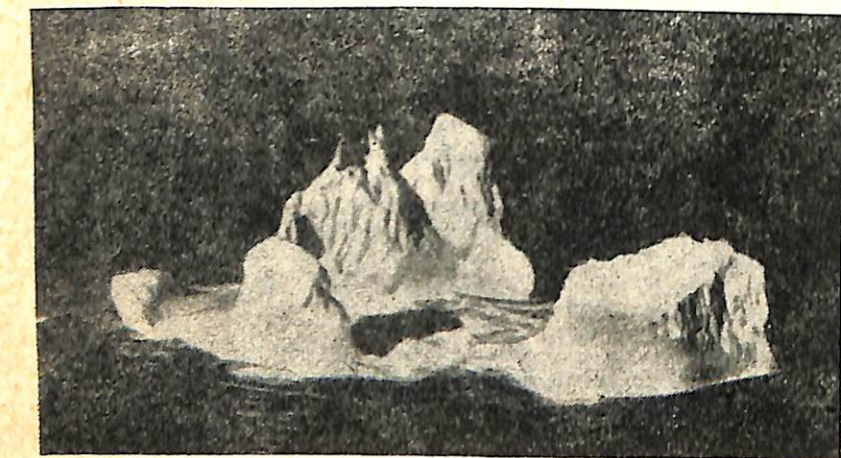


Рис. 1. Арктический айсберг, которому волновая эрозия придала форму сухого дока; подобные причудливые очертания характерны для айсбергов северного полушария, имеющих глетчерное происхождение.

Обратите внимание на обломки льда и ледяные поля среди морского льда, окружающего айсберг.

в форме паруса. Основной дрейф имеет следующее направление: на юг вдоль восточного побережья Гренландии — южная оконечность Гренландии — на север вдоль западного ее побережья. Здесь айсберги присоединяются к основному скоплению айсбергов Западной Гренландии и дрейфуют по спирали в направлении против часовой стрелки через Дэвисов пролив и Баффинов залив. Затем айсберги устремляются к югу вдоль берегов Земли Баффина, Лабрадора и Ньюфаундленда, увлекаемые Лабрадорским течением. Заканчивается дрейф возле Большой Ньюфаундлендской банки, где воды Лабрадорского течения встречаются с теплыми водами Гольфстрима и перемешиваются с ними; даже крупные айсберги тают здесь через 2—3 недели. Имеются сообщения — правда, весьма редкие — о том, что айсберги или их остатки видели у берегов Шотландии, Ново-Шетландских, Бермудских и даже Азорских островов. Каждый год мимо Ньюфаундленда проходит около 400 айсбергов, благополучно переживших путешествие от западного побережья длительностью (предположительно) в 3 года. Остальные айсберги направляются к берегам и мелководьям Арктики, где в конце концов разрушаются под воздействием волновой эрозии и летнего таяния. Айсберги северного полушария, как правило, имеют не более 600 м в ширину и поднимаются над уровнем моря не выше чем на 120 м (рис. 1). Однако некоторые из них — настоящие ледяные острова ледникового происхождения — достигают в поперечнике нескольких километров и могут даже служить платформой для научных исследований. Происхождение этих редкостных антиподов антарктических айсбергов точно неизвестно; предполагают, что родины их является шельфовый ледник северного побережья о. Элсмир. См. *Ледяной остров.*

Антарктические айсберги. Айсберги Южного океана порождаются гигантскими шельфовыми ледниками, окаймляющими побережье Антарктического континента на всем его протяжении. Они представляют собой огромные ледяные горы столового типа или ледяные острова (рис. 2) высотой до 100 м и длиной нередко в сотни километров; больше всего их

находится во внутренних водах антарктических морей. Наиболее продуктивны шельфовые ледники Росса и Фильхнера в морях Росса и Уэдделла. Значительные размеры, а также влияние Антарктического циркумполярного течения обеспечивают этим айсбергам очень долгую жизнь. Под действием выветривания антарктические айсберги приобретают глубокий

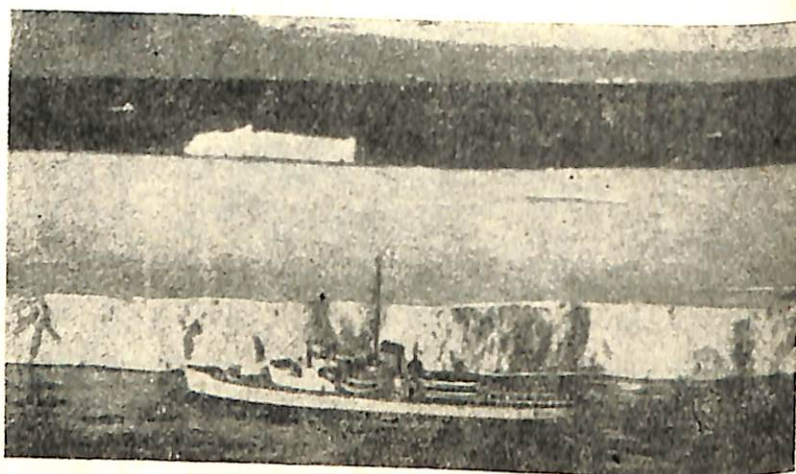


Рис. 2. Антарктический айсберг столового типа; такие айсберги откалываются от гигантских шельфовых ледников, расположенных вдоль Антарктического побережья; их длина может достигать 200 км и более.

На переднем плане — ледокол Береговой службы США «Уэстинд».

синий цвет необычайной красоты, который редко можно встретить у арктических айсбергов. См. *Южный океан.*

Робертсон П. Динсмор

Альbedo

Доля полного светового потока, падающего на объект (в частности, на небесные тела), которая отражается во всех направлениях. Альbedo идеального диффузного отражателя равно единице, однако альbedo всех реальных поверхностей меньше единицы. Значения альbedo, полученные по астрономическим наблюдениям, можно сопоставить с результатами лабораторных измерений альbedo различных веществ, находящихся на Земле, на основании чего делаются выводы о природе поверхности небесных тел. Луна, например, отражает только 7% падающего на нее солнечного света, и, следовательно, ее поверхность очень темная.

Идеальное диффузное отражение подчиняется закону Ламберта, согласно которому яркость отражающей поверхности пропорциональна косинусу угла падения света и не зависит от угла отражения.

Геометрическое альbedo определяется как отношение яркости планеты при падении и отражении света по нормали к яркости идеально отражающей поверхности тех же размеров и расположенной на таком же расстоянии от Солнца. Геометрическое альbedo p определяется следующим соотношением:

$$p = i_0 r_0^2 / I_0 \sin^2 s_0,$$

где r_0 — среднее расстояние планеты от Солнца в астрономических единицах, s_0 — видимый радиус планеты в радианах, а i_0/I_0 — отношение яркости планеты i_0 к внеатмосферной освещенности Земли Солнцем I_0 . Это соотношение может быть преобразовано к виду

$$\lg p = \lg 0,4 (M_0 - m_0) + 2 \lg r_0 - 2 \lg \sin s_0,$$

где m_0 — звездная величина планеты в оппозиции, M_0 — звездная величина Солнца.

Физическое, или сферическое, альbedo A определяется, кроме того, степенью отклонения диффузного отражения от закона Ламберта (см. рисунок), т. е. характером зависимости яркости от фазового угла планеты θ . Таким образом, $A = pq$,

где $q = 2 \int_0^\pi \varphi(\theta) \sin \theta d\theta$ — фазовый интеграл, $\varphi(\theta)$ — яркость планеты, отнесенная к ее значению при $\theta = 0$. Для идеальной сферы, рассеивающей по закону Ламберта, $q = 1,50$. Значения q для планет Солнечной системы даны в таблице.

Визуально определенные значения альbedo планет и Луны

	Меркурий	Венера	Земля	Луна	Марс	Юпитер	Сатурн	Уран	Нептун	Плутон
p	0,09	0,55	0,35	0,11	0,14	0,37	0,42	0,41	0,50	?
q	0,65	1,26	1,15	0,66	1,10	1,10	1,0*	1,1*	1,1*	?
$A = pq$	0,06	0,70	0,40	0,07	0,15	0,41	0,42	0,45	0,55	?

Примечание. Знаком * отмечены цифры, требующие уточнения.

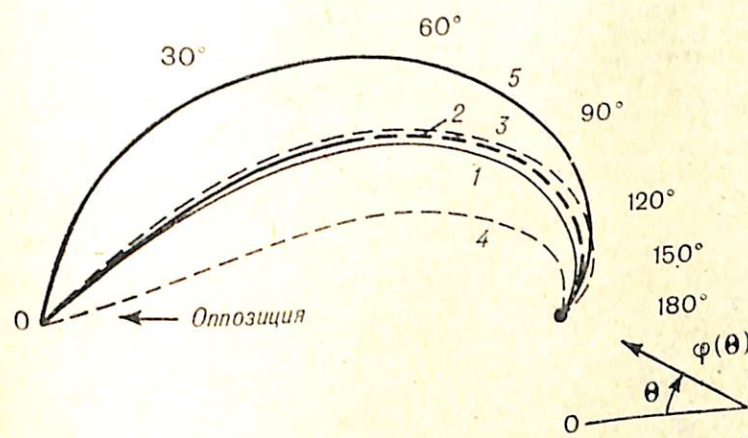


Диаграмма рассеяния света Марсом (1), Землей (2), Венерой (3), Луной (4) и кривая, соответствующая закону Ламберта (5).

Относительная интенсивность рассеяния $\varphi(\theta)$ представлена в виде функции фазового угла θ .

Найденные значения монохроматического альbedo для нескольких длин волн позволяют построить кривую спектрального отражения планеты и сопоставить ее с аналогичными спектрами, полученными в лабораториях для веществ, встречающихся на Земле.

Термин *альbedo* используется также при работах с атомными реакторами. Он характеризует, например, отражательную способность парафина при воздействии на него потоком нейтронов. Если N — число нейтронов, проходящих через воздух и попадающих на слой парафина, и если в конце процесса n нейтронов остаются в воздухе, а $N - n$ — в парафине, то альbedo в этом случае будет равно n/N .

Жерар де Вокулёр

Анемометр

Прибор, измеряющий скорость движения воздуха. Хотя анемометры известны как приборы, измеряющие скорость ветра, они также используются для измерения скорости потока воздуха или другого газа в аэродинамических трубах или в турбометрических аппаратах. Наиболее распространены термоанемометры, чашечные и лопастные анемометры. См. *Измерение скорости воздушного потока.*

Чашечный анемометр. Широко применяется при измерении горизонтальной составляющей скорости ветра, независимо от его направления. Наиболее распространены анемометры с тремя полусферическими чашками, закрепленными на вертикальной оси. Обычно ось с чашками вращается с постоянной скоростью, которая воздействует на движущуюся по числу замыкания контакта регистрируются на движущейся по числу замыкания контакту ленте. Скорость ветра определяется по числу оборотов чашки на единицу пути воздушного потока, в результате измерения должна вноситься поправка.

Скорость ветра не зависит от плотности воздуха и указывается прибором непрерывно, если ось с чашками вращается электромотором непрерывно, для приведения в действие генератора требуется небольшой вращающий момент, что позволяет получать достоверные результаты измерений при низких скоростях. Выходной сигнал генератора, при необходимости усиленный, передается на индикатор, проградуированный в единицах скорости ветра.

Лопастной анемометр. Портативный прибор, используемый для измерения скорости ветра и скорости воздуха

в больших трубопроводах. Он состоит из нескольких лопастей, радиально расходящихся от общего вала и закрепленных так, чтобы вал вращался, когда его ось направлена вдоль воздушного потока (рис. 2); с наружной стороны лопасти защищены кольцом. При вращении вала приводится в действие

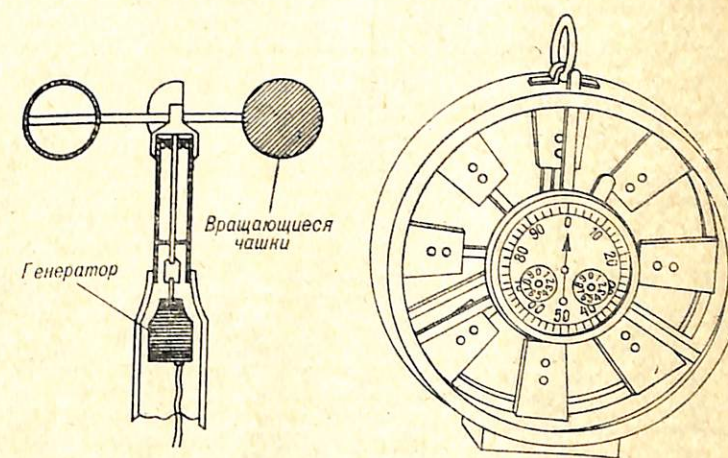


Рис. 1. Чашечный электрический анемометр в разрезе. (Из *D. M. Considine and S. D. Ross, eds., Process Instruments and Controls Handbook. McGraw-Hill, 2d ed., 1974*)

Рис. 2. Портативный лопастной анемометр. (Из *D. M. Considine and S. D. Ross, eds., Process Instruments and Controls Handbook. McGraw-Hill, 2d ed., 1974*)

счетчик, указывающий число оборотов. По числу оборотов вала путем хронометрирования определяют скорость потока. Детали прибора изготавливаются из легких материалов; для получения надежных результатов в конструкции обеспечивается малое трение.

Термоанемометр. Играет важную роль главным образом при исследовании турбулентности воздуха и пограничного слоя атмосферы. Имеются два типа анемометров, известных как термоанемометры постоянного напряжения (тока) и постоянной температуры (сопротивления). Степень охлаждения нагретой электрической током тонкой металлической нити, помещенной в поток газа, зависит от скорости потока и влияет на электрическое сопротивление нити.

В термоанемометре постоянного напряжения (рис. 3) прикладываемое к мосту Уитстона напряжение поддерживается постоянным. Как только газ начинает перемещаться, горячая нить охлаждается; при этом показания гальванометра характеризуют скорость потока. Такой прибор полезен только при очень малых скоростях (примерно до 0,5 см·с⁻¹), при которых его чувствительность особенно высока.

Термоанемометр постоянной температуры, или постоянного сопротивления, имеет более широкую область применения (рис. 4). Сопротивление резистора, включенного последовательно с аккумуляторной батареей и мостом Уитстона, изменяют таким образом, чтобы температура нити несмотря на

¹ В СССР лопастные, или винтовые, анемометры получили распространение для измерения скорости ветра в широком диапазоне. Анемометр применяется в сочетании с флюгаркой, ориентирующей плоскость вращения винта перпендикулярно потоку. Как правило, флюгарка используется также для измерения направления ветра, и в этом случае прибор называют анеморумбометром. (Прим. пер.)

полярный 168, 422
 теплый 169, 170, 421
 тропический 168
 фронтальная зона 421
 фронтальная поверхность 421
 фронтальные волны 421
 фронтальные штормы и погода 434
 фронтотенез 168—170, 422, 423
 холодный 169, 170, 421, 422
 Фторуглеродороды 93, 94
 Фьорд 263, 265

X

Химия атмосферы 423—425
 галогены в атмосфере 51, 52
 модели 424
 редкие и другие газы 440, 441
 состав атмосферы 20, 423, 424
 химические циклы 424, 425
Химия вод гидросферы 425—428
 бессточные водоемы 428
 воды океанов 426, 427
 пресные воды и дождь 427—428
 химические факторы 214
 Хлор в атмосфере 51—52, 425
 Хлорфторметаны 26, 93

Ц

Циклон 35—36, 428
 внетропический 433—435
 волновой 421
 динамические процессы 433
 основные пути 434
 роль в энергетическом балансе Земли 435
торнадо 404—405
ураган 409—412
 фронтальные штормы и погода 434
 фронтальные волны 421—422
 цикл жизни внетропических циклонов 170—171
 циклогенез 433, 434
 Циркумполярная глубинная вода 446
Цунами 428—429
 береговые эффекты 429
 возникновение 428
 методы прогноза 429
 распространение в открытом море 428

Ч

Черное море 429—432
 биология 431
 геологическая история 431
 циркуляция вод 281, 429
Чинук 432
 Численный прогноз погоды 325—327
 краткосрочный 325, 326
 прогноз крупномасштабных процессов 326
 прогноз облачности и осадков 326
 расчеты климата 326
 специализированные прогностические модели 326, 327

Ш

Шельф и материковый склон 208—209, 432, 433
 осадки 218—220

подводный каньон 311
 поиск полезных ископаемых 236
 транспорт наносов 224
Шквал 433
 радиолокационные наблюдения 344
штормовой нагон 435
Шторм 433—435
 антициклоны умеренной зоны 434
 атмосферники 21
 волновой циклон 421
гроза 83—85
 динамические процессы 433, 434
 значение в энергетическом балансе Земли 435
 нагон воды 435
 обнаружение 251—254
 основные пути циклонов 434
торнадо 404, 405
ураган 409—412
 фронтальные штормы и погода 434
циклон 428
 электрическая активность 22
Штормовой нагон 435

Э

Эвапориты 435—437
 геологические условия залегания 437
 морских бассейнов 436
 неморские 437
 теория происхождения 436
 шельфовые 436
Эвапотранспирация 41, 437, 438
гидрометеорология 70, 71
 измерение 437, 438
 микрометеорология сельскохозяйственных культур 181
Эволюция атмосферы 438—442
 биологические данные 439
 геологические данные 439
 данные об эмиссии газов 439—440
 происхождение свободного кислорода 438, 439, 440
 три стадии эволюции 441, 442
 Экваториальная поверхностная вода 120
 Экваториальное подповерхностное течение 280
 Экваториальное противотечение 17, 119, 280, 398
 Экваториальные течения 288, 398, 399
Эмиссии щелочных металлов 353, 442, 443
 Энергия ветра 369, 370
 Эрозия ледниковая 79
Эффективная температура теплоощущений человека 443
Эхолод 69, 443, 444

Ю

Ювенильная вода 312
 Юго-западный муссон 119
Южный океан 444—448
 водные массы 445, 446
 донные осадки 447, 448
 морской лед 447
 океанографические исследования 444
 рельеф дна 445
 течения 445

**Энциклопедия
 Океан —
 Атмосфера**

Редакторы: О. Э. Александрова, О. В. Лапина, О. Д. Рейнгерд. Технический редактор Л. М. Шникова. Художник И. Г. Архипов. Корректоры: Л. Б. Лаврова, Л. И. Хромова.
 Б. А. Денисовский. ИБ № 1484. Сдано в набор 16.03.83. Подписано в печать 06.10.83. Формат 60×90^{1/16}. Бумага тип. № 1. Гарнитура литературная. Печать высокая.
 Печ. л. 58,0. Кр.-отт. 58,0. Уч.-изд. л. 89,46. Тираж 3000 экз. Индекс МОЛ-176. Заказ № 125. Цена 6 р. 40 к.
 Ленинградская типография № 8 ордена Трудового Красного Знамени Ленинградского объединения «Техническая» Союзаполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательства, полиграфии и книжного дела, 190000, г. Ленинград, Прачечный переулок, 3.