

МОУ гимназия № 7

Учитель физики

Шелухина Татьяна Анатольевна

урок по физике по теме:

**«Решение задач
на расчет параметров
при движении тел по окружности»**

г. Хабаровск

Урок рассчитан на 60 минут и проводится перед контрольной работой по данной теме. Учащиеся уже знают основные понятия и формулы для расчета характеристик вращательного движения.

Цели урока для учителя:

- способствовать развитию представлений учащихся о равномерном движении тела по окружности посредством вовлечения в исследовательскую групповую деятельность
- способствовать развитию любознательности и творческой активности учащихся

Цели урока для ученика:

выявить на основе экспериментальных данных эмпирическую зависимость периода, угловой и линейной скорости от длины нити (радиус окружности) и частоты вращения тела при равномерном движении по окружности

Форма урока:

групповая

Тип урока:

урок закрепления знаний

Ход урока:

1. Актуализация знаний.
2. Постановка проблемы
3. Выбор учащимися своей цели деятельности на уроке.
4. Самостоятельная работа учащихся в группах
5. Представление результатов своей работы
6. Подведение итогов урока с выставлением оценок за проделанную работу

Оборудование:

1. Груз на нити, штатив, секундомер, линейка, бланк отчета.
2. Справочные материалы.
3. Бланки отчетов.
4. Карточки – задания

Ход урока

1. Актуализация

Вопросы для обсуждения:

Как часто и где встречается в природе и технике движение тел по окружности?

О каких характеристиках вращательного движения идет речь в следующих выражениях:

- Год
- На музыкальном диске (пластинке) написано «33 об/мин»
- Скорость движения Земли вокруг Солнца равна 30 км/ч
- Земные сутки составляют 24 часа
- 200 рад/с

А зачем необходимо знать особенности вращательного движения тел?

2. Проверка готовности к уроку

Учащимся предлагается простой тест, после выполнения которого, можно проверить товарища по парте, используя справочные материалы (материалы прилагаются)

3. Совместное определение круга проблем, решаемых на уроке

- Экспериментальное нахождение характеристик вращательного движения
- Применение формул при решении практических задач
-

4. Выбор и постановка своей цели урока каждым учащимся

- **Закрепить умение применять формулы**
- **Научиться решать задачи**
- **Узнать что-то новое**
- **Экспериментально рассчитать и выявить зависимости между характеристиками вращательного движения**
- **Что-то свое**

Учащиеся формулируют свою цель, которую ставят перед собой на уроке и записывают ее в тетрадь

Далее учащимся предлагается выбрать себе группу (или пару) для выполнения практической работы с учетом, поставленной перед собой, цели урока.

5. Работа в группах.

Учащиеся работают в группах по своей проблеме. Составляют отчет докладывают о результатах своих исследований .

Экспериментальная работа в группах.

Задание для групп

Первая группа

- *Как экспериментально можно определить период, частоту, линейную скорость тела, движущегося по окружности?*
- *Если изменить длину нити, то изменятся ли характеристики вращательного движения, если частоту вращения оставить прежней?*

Вторая группа

- *Как экспериментально можно определить период, частоту, линейную скорость тела, движущегося по окружности?*
- *Если изменить частоту вращения тела, то изменятся ли характеристики вращательного движения, если оставить неизменной длину нити?*

(На партах у учащихся находится следующее оборудование: штатив, шарик на нити, лист бумаги, часы, линейка)

Учащиеся сами предлагают ход выполнения работы и оформляют бланк отчета.

	Номер группы, состав группы	Деятельность в группе	Оценка деятельности
1			
2			
3			
4			

Решение расчетных задач в группах

Учащиеся решают задачи в группах и представляют свои расчеты.

Каждой группе учащихся предлагается свой набор задач, которые надо оформить на специально подготовленных листах бумаги и представить свой вариант решения остальным учащимся класса. (тексты предлагаемых задач прилагаются)

Подведение итогов проделанной работы

Каждой группе предлагается оформить бланк отчета своей работы с выставлением оценки каждому учащемуся за проделанную работу.

В конце урока учащиеся сами оценивают свою работу и работу других групп.

Рефлексия

***Что нового вы узнали на уроке?
Какие трудности испытывали на уроке?***

МАТЕРИАЛЫ К УРОКУ **Варианты заданий для учащихся** **Первая группа**

Задача № 1

Ну-с, как едет наш Иван
За кольцом за окиян,
Горбунок летит как ветер,
И в почин на первый вечер
Верст сто тысяч отмахал
И нигде не отдыхал
(П.П.Ершов «Конек-Горбунок»)

Вопрос

Сколько раз за вечер Конек -Горбунок обогнул Земной шар?
Считайте, что Земля круглая и одна верста равна примерно 1066 м.



Это интересно

- Сказка написана П.П. Ершовым

Задача № 2

Когда б зари вечерней свет
Грозил погаснуть в океане,
Я б налегал дружнее вслед
И нагонял его сиянье....
(И. В. Гете. «Фауст»)

Вопрос

С какой скоростью должен двигаться лодочник, чтобы всегда видеть отблеск зари?



Задача № 3

Загадка

Чем больше я верчусь, тем больше я толстею!
(Веретено)



Как изменится линейная скорость и центростремительное ускорение веретена, если радиус веретена увеличится в 2 раза? Период считать неизменяющимся.

Вопрос

Вторая группа

Задача № 1

В 1953 году на главном здании Московского университета имени

М.В. Ломоносова были установлены самые большие башенные часы.

Девятиметровый циферблат виден издали.

Вопрос

Определите линейную и угловую скорость конца минутной стрелки этих часов.



Задача № 2

Две сестрицы друг за другом
Пробегают круг за кругом:
Коротышка – только раз,
Та, что выше, – каждый час
(стрелки часов)

Вопрос

Во сколько раз отличается частота вращения минутной стрелки от часовой? Считать, что на циферблате нарисован круг из 12 цифр

Задача № 3

Как центробежная сила,
Жизнь меня по всей земле носила!
И вокруг любви непобедимой
К селам, к соснам, к ягодам Руси
Жизнь моя вращается незримо,
Как Земля вокруг своей оси!..
(Н. Рубцов. «Ось»)

Вопрос:

Определите период, частоту, угловую и линейную скорость вращения Земли.



Перед выступлением третьей группы, учащимся предлагается прослушать дополнительный материал, который ребята нашли самостоятельно о возникновении смерчей и торнадо. Материалы вывешиваются в классе после проведения урока.

Задача № 1

Это явление происходит в России сравнительно редко, а в США торнадо возникает до 640 раз в год. Особенно часто их наблюдают жители на равнинах штатов Техас, Оклахома, Канзас и Небраска. Образуются смерчи на равнинах Северной Америки, когда



небольшие области разряженного воздуха очень быстро поднимаются вверх и создают огромные воздушные вихревые «трубы», которые скачком перемещаются по поверхности Земли. Все, что попадает на их пути, они всасывают в себя. При вращении воздуха со скоростью 100 м/с создается воздушная воронка диаметром не менее 200 м с разряженным воздухом. Центробежные силы отгоняют к

краям воронки тяжелые капли воды и града и создают стенки толщиной 10 – 20 м. В нашей стране смерч в 1984 году обрушился на Ивановскую и Костромскую области. Диаметр этого смерча достигал 2 км.

Вопрос

По данным, приведенным выше, вычислите центробежное ускорение, период вращения торнадо и смерча, а также его угловую скорость.

Задача № 2

Самый разрушительный из всех известных нам торнадо пронесся в США 18 марта 1925 года. Страшный вихрь прошел 352 км при ширине 1 – 1,5 км. Погибло 689 человек. В полосе, охваченной вихрем, полностью были разрушены жилые дома и постройки.

Вопрос

Определите период обращения торнадо, его частоту и угловую скорость, если скорость воздушного потока на периферии достигала 35 м/с.

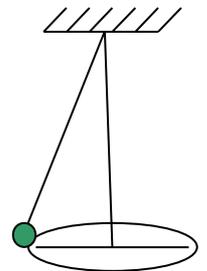
Это интересно

- за один день большой ураган "расходует" энергию, равную энергии взрыва 13000 мегатонных ядерных бомб; кинетическая энергия среднего урагана равна запасу энергии 1000 атомных бомб.
- существует наука, называемая эфиродинамикой, которая позволяет эффективно объяснить многие явления природы, в том числе и торнадо



Возможный вариант выполнения экспериментальной работы.

1. Измерить радиус окружности, по которой вращается равномерно шарик, который привязан к нити, закрепленной на штативе.
2. Затем измерить время нескольких периодов (например 10) и определить период вращения шарика как $T = \frac{t}{N}$
3. Найти частоту вращения шарика как $\nu = \frac{1}{T}$
4. Рассчитать линейную скорость по формуле $v = \frac{2\pi R}{T}$
5. Рассчитать центростремительное ускорение $a_{ц} = \frac{v^2}{R}$
6. Если частота будет прежней, то период будет неизменным. Увеличивая длину нити, мы тем самым увеличиваем радиус окружности.



Отчет о проделанной работе

«Изучение характеристик вращательного движения»

цель работы. _____

приборы _____

ход работы

1. Определение периода вращения тела

Число оборотов	Время	Расчет периода

2. Расчет частоты вращения

3. Расчет линейной скорости вращения

4. Расчет угловой скорости

Изменяются ли характеристики вращательного движения, если шарик вращать быстрее? Сделайте вывод.

9 класс 9 класс

Движение тела по окружности

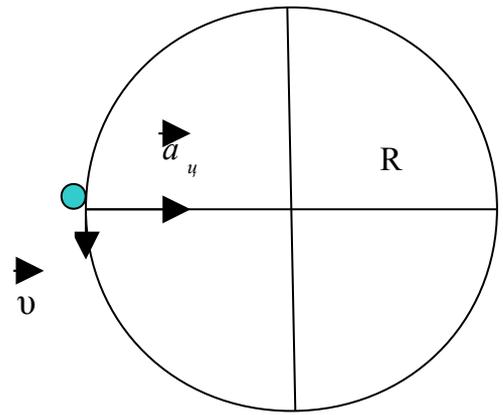
T - период (1 с)

ν - частота (1 Гц = 1 с⁻¹)

ω - угловая скорость (рад/с)

v - линейная скорость (м/с)

a_u - центростремительное ускорение (м/с²)



$T =$

$=$

$a_u =$

$\omega =$

$=$

$T =$

$T =$

$$\omega = 2\pi\nu$$

$$v = \omega R$$

$$a_u = \omega^2 R$$

$$a_u = 4\pi^2 \nu^2 R$$

Дополнительные материалы к уроку

Владимир Мезенцев

Засекреченный природой

Сильные бури недолго длятся.

Сенека Младший

Во власти торнадо

Так называют в Северной Америке смерчи гигантской разрушительной силы. Огромные по размерам, эти атмосферные вихри крушат на своем пути все. Известно много достоверных свидетельств, когда торнадо поднимают высоко в воздух людей и животных, даже небольшие дома.

«Во время урока, – рассказывает учительница одной из американских школ, – я услышала оглушительный грохот.

Ветер подул внезапно с чудовищной силой. Не успела я увести детей в безопасное место, как все стекла в классе вылетели. Дети бросились ко мне. Но тут словно невидимые крылья подхватили их и разные предметы, бывшие в классе. Мы все поднялись на воздух. Вокруг меня кружились дети и обломки школы. Я потеряла сознание...»

Когда торнадо идет по земле, он напоминает громадный пылесос – в его чрево затягивается все, что встречается на пути. Когда вихрь проходит через водоемы, нередко обнажается дно.

Устрашающий, феерический вид у этого природного явления ночью. Насыщенный зарядами атмосферного электричества, смерчевой столб светится. Верхняя его часть извергает молнии. Вот он налетает на город или поселок – кажется, что все здания в огне. Возникают пожары. С легкостью срывает он с домов крыши.

О том, какие бедствия приносят США эти атмосферные возмущения, яркое представление дает трагедия 1974 года, описанная по свежим следам газетой «Ридерс дайджест».

В тот страшный день, 3 апреля 1974 года, в 3 часа 55 минут пополудни телетайпы службы погоды в Луисвилле отстучали бюллетень, предупреждающий жителей штата Кентукки об опасности: «Сообщаем о прохождении торнадо примерно в 15:45 неподалеку от Хардинсберга, в трех милях от Ирвингтона. Он движется в северо-западном направлении со скоростью примерно 50 миль в час».

Однако это был небольшой смерч, замеченный несколькими наблюдателями. А самый страшный торнадо описал дугу, минуя Ирвингтон, и, стремительно набирая скорость, со всей силой обрушился на Бранденберг. Мало кто из тысячи семисот жителей этого тихого городка слышал предупреждение, переданное по радио и телевидению.

Одни еще издали заметили приближение черной воронкообразной тучи. Других поразил грохот, напоминающий шум поезда, когда беда была уже в нескольких минутах от них. В 4 часа 10 минут торнадо налетел на город, разметал почти половину его жилых домов, административных и торговых зданий, давя, как виноград, автомобили.

Это был один из более чем сотни торнадо, порожденных ураганами, которые в тот серый, дождливый день и вечер свирепствовали в одиннадцати штатах американского Юга и Среднего Запада. Двигаясь со скоростью ста – триста миль в час, невиданные по силе вихри унесли 329 человек, ранили свыше четырех тысяч. В той или иной степени пострадали двадцать четыре тысячи семей, а нанесенный ущерб был оценен в семьсот миллионов долларов.

Городок Гуин в штате Алабама был в буквальном смысле слова сметен с лица земли, погибли двадцать три человека – по одному на каждую сотню жителей. В Монтиселло (штат Индиана) торнадо обрушился на деловую часть города. Он с ревом прошел по озеру Фримен. Сорвав с бетонных опор четыре секции железнодорожного моста, поднял их в воздух, протащил около сорока футов и швырнул в озеро. Каждая весила сто пятнадцать тонн!

На окраине Хановера (штат Индиана) Сильвия Хьюмс увидела «три воронки» в пятнадцати футах над землей. «Они ревели, как огромная кофемолка. Самый большой смерч разнес в щепки автоприцеп неподалеку. Я спряталась в чулан, каждую секунду ожидая смерти, – рассказывала она позднее. – Он был уже надо мной. Я услышала глубокий рев и какой-то чмокающий звук. Дом словно дышал, стены чулана прогибались то внутрь, то наружу, то внутрь, то наружу».

В другом месте вихрь поднял в воздух дом с тремя его обитателями, повернул его на 360 градусов и опустил на землю в целостности и сохранности. Затем тот же торнадо прошелся по реке, поднимая



огромные столбы воды и вращая стволы деревьев в воде подобно гигантской стиральной машине. По пути он задел электростанцию, скрутив в узлы тысячи футов ее труб.

Торнадо прошел через поселок Бэр-Бранч, в штате Индиана. Выглянув в окно, Хэлберт Уолстон увидел черную тучу и крикнул жене: «Все в ванную!» Элис и четверо детей бросились в ванную комнату. Уолстон сделал огромный прыжок в ту же сторону... Смерч снес стену ванной комнаты, протащив через нее Уолстона, и выдул его жену и детей на улицу. Уолстон пролетел добрых сорок футов. Падая на спину, он увидел, как его пятилетняя дочь Эми парит над яблоней в семидесяти пяти футах от дома.

В Ксения, городе с населением в двадцать семь тысяч человек, местные радио- и телевизионные станции смогли предупредить жителей об опасности всего за пятнадцать минут. Торнадо, обрушившийся на Ксения, оказался наиболее яростным. Около половины города было разрушено или серьезно повреждено. Тридцать четыре человека погибли, свыше тысячи шестисот ранено.

...Вечер, холодный и дождливый, прикрыл развалины города. Среди них бродили люди. Некоторые телефоны глубоко под горами мусора продолжали работать. Были ставшие бездомными собаки. В здании школы, спешно превращенном в убежище для пострадавших, молча, в оцепении сидели старики, разом потерявшие все, ради чего они трудились всю жизнь. Они не хотели ни есть, ни спать, не хотели начинать все сначала.

Нельзя без волнения читать об этом. Слепая, безжалостная стихия уничтожала все, что было создано простыми тружениками за многие годы. «Они не хотели начинать все сначала!»

Бывают они и у нас

Правда, не столь свирепые, но тоже не обделенные силой. Смерч под Тулой летом 1948 года перенес на расстояние в двести метров деталь машины весом в полтонны. А какую силу должен иметь такой вихрь, чтобы сбросить с железнодорожного пути груженные вагоны! Это случилось при смерче 12 июня 1927 года в Белоруссии и в Ростове (Ярославском) в 1953 году.



И одновременно смерч нередко изумляет своими странностями. Налетая на поселок, он, например, разрушает дом, но буфет с посудой переносит в другое место, не разбив в нем ни одной чашки (!) Поднимая высоко в воздух обезумевших от страха людей, он – бывает и так – затем бережно опускает их на землю. Наскочив на дом, оказавшийся на пути, атмосферный вихрь аккуратно срывает с него крышу, переносит ее на двести – триста метров и бросает на землю. Все в доме остается в полной сохранности.

При прохождении смерча взрываются самые различные предметы – автомобильные камеры, закрытые бидоны, даже консервные банки. Один фермер из Массачусетса был смертельно перепуган тем, что, когда он попал в полосу торнадо, у него в корзине начали взрываться куриные яйца. Хорошо знакома и такая картина: пронесется разрушительный торнадо, и среди пострадавших остаются живые, но полностью ощипанные куры. Причина столь поразительного на первый взгляд явления, по существу, проста. В основании куриных

перьев, в коже, находятся своеобразные воздушные мешочки. Резко пониженное давление воздуха в зоне смерча приводит к тому, что воздушные мешочки взрываются и выбрасывают перья.

В истории отечественной службы погоды осталось памятным 29 июня 1904 года. В тот день на Москву с юго-востока надвинулась огромная туча. Необычная, многоцветная, она неслась, казалось, касаясь самой земли. А в центре ее москвичи увидели что-то похожее на огромный канат. Одна из пожарных команд столицы приняла его за дым и примчалась тушить пожар.

Смерч раскидал людей и лошадей, разбил в щепы пожарные повозки. Сильно пострадали Лефортово, Сокольники, Басманная улица. Были уничтожены почти все деревья старинной Анненгофской рощи. Коровы, бродившие в этой роще, летали по воздуху. В Сокольниках были повалены, исковерканы столетние деревья. На Немецком рынке в центр страшного вихря попал городской. Он «вознесся на небо» и затем, раздетый и избитый градом, был брошен на землю.

Летали в тот день и более тяжелые предметы. На переезде подмосковной железной дороги ветер поднял высоко в воздух железнодорожную будку. Ее бросило на землю в сорока метрах от старого места. Находящийся в ней обходчик остался жив, И все это произошло за считанные минуты!

Сорванные с домов крыши летали в воздухе, словно они внезапно, чудесным образом оказались невесомыми. Там, где смерч пересек Москву-реку, обнажилось ее дно. Около сорока километров прошел в тот день грозный вихрь, уничтожив по пути несколько подмосковных поселков. А ширина полосы разрушения не превышала четырехсот метров. Более ста человек погибших – такой была цена этого грозного природного явления.

Столь же разрушительный смерч пронесся близ Москвы в августе 1951 года. Его путь не превысил и десяти километров, но бед он наделал. Возникнув около деревни Голиково, вихрь прошел через поселки Сокол и Сходню, напоследок захватил еще одну деревню и рассыпался на берегу реки Клязьмы. Обозревая картину разрушений, наблюдатели с удивлением отмечали, насколько резко был очерчен путь смерча – уже в двух-трех шагах от него все стояло нетронутым. Совсем рядом со столетними соснами, поваленными, скрученными чудовищной силой ветра подобно жгуту, устояли хрупкие молодые тополя, не потерявшие ни одной ветки

«Вещь в себе»

Да, именно так: во многом смерчи, эти могучие атмосферные вихри, остаются еще «вещью в себе», засекреченные природой. И не удивительно: совсем не просто изучать столь грозное явление, что

называется, в натуре. Но известно о них не так уж мало. Образуются они в грозном облаке – там, где сталкиваются воздушные потоки различных направлений и температур. Причем этому в большой степени способствует сильная неустойчивость нижних слоев атмосферы. По мнению многих метеорологов, важнейшее условие для возникновения смерча – существование мощного слоя теплого влажного воздуха у земной поверхности и холодного сухого слоя над



ним. При такой весьма неустойчивой комбинации могут возникать – и, очевидно, возникают – мощные завихрения масс воздуха, порождающие смерчи.

Начинается с того, что в этом атмосферном «слоеном пироге» очень быстро образуется ливневое облако – вверх устремляются большие массы влажного нагретого воздуха, в то время как на соседних участках воздушные потоки опускаются вниз. Образуется что-то вроде огромной воронки, в которой потоки теплого влажного воздуха несутся по спирали вверх. Так возникает вихрь. Огромная скорость вращения рождает мощные центробежные силы, и внутри образуется разреженное пространство. Воздух в нем сильно охлаждается, и водяной пар конденсируется. Вот почему смерч и наблюдают в виде туманного, облачного столба.

В центре смерча давление может очень резко падать. По этой причине, когда он налетает на дом, все стекла в нем вылетают наружу – их выдавливает воздух, находящийся внутри помещения. По этой же причине столь часто срываются в это время с домов крыши. Известны случаи, когда дома, попадавшие в центр торнадо, просто взрывались давлением изнутри.

А скорости ветра в смерчевом столбе? Непосредственно приборами они еще не измерены. Да и как это сделать? Пока определяют косвенно – по той «работе», которую производит смерч на своем пути. Расчеты показывают, что в бешено вращающемся воздушном столбе скорость ветра может превышать сто метров в секунду.

Если вспомнить, что даже самые свирепые ураганные ветры, несущие опустошение целым районам земли, имеют скорость пятьдесят – шестьдесят метров в секунду, нетрудно понять, на что способен смерч.

Директор английской метеорологической службы О. Сеттон считает, что очень трудно получить точные данные о скорости ветра в таком вихре, поскольку ни один современный прибор не может остаться неповрежденным, если окажется на пути этого возмущения. Однако из характера производимых разрушений вытекает, что скорости около ста пятидесяти метров в секунду весьма обычны. Он даже допускает, что в особенно интенсивных торнадо скорость ветра достигает двухсот пятидесяти метров в секунду.

Не будем, однако, говорить о столь чудовищных скоростях – это лишь предположение. Достаточно «оценить» скорость девяносто – сто метров в секунду (с такой скоростью несутся вертикальные

потоки воздуха внутри смерчевого вихря). Чтобы представить ее в сравнении, вспомним, что скорость падения человека в воздухе не превышает пятидесяти шести метров в секунду. Так падает парашютист при затяжном прыжке с нераскрытым парашютом. Не удивительно, что восходящий поток воздуха в торнадо, почти вдвое превышающий эту скорость, играючи поднимает на большую высоту людей и животных, вырванные с корнем большие деревья и небольшие дома.

А если в какие-то моменты скорость смерчевых потоков вырастает до ста пятидесяти – двухсот метров в секунду, то уже не кажется невероятным, что торнадо опрокидывает железнодорожные составы или уносит на многие километры предметы в сотни килограммов весом.

Не стоит удивляться и тому, что при этом небольшие щепки, даже птичьи перья и тонкие стебли растений становятся крайне опасными: приобретая огромные скорости, они способны тяжело поранить человека. А более прочные предметы – ветки, небольшие деревянные палки – в смерче превращаются в снаряды разрушительной силы.

Много еще странного и на первый взгляд необъяснимого приносят с собой смерчи. Недаром автор книги «Торнадо в Соединенных Штатах» Д. Флор с грустным юмором отмечает: «После рассмотрения большого числа таких причудливых явлений они, несмотря на полную достоверность, начинают казаться настолько фантастичными, что начинаешь всему верить, за исключением, конечно, сообщений о том, как железный котелок был вывернут наизнанку и не треснул или как петух был вдут в кувшин и только голова его торчала наружу».

«Чудеса» с неба

Удивительная история произошла в 1940 году в Горьковской области. В один из жарких летних дней над деревней Мещеры Павловского района разразилась сильная гроза. И с первыми же каплями дождя на землю посыпались... серебряные деньги! Когда гроза ушла, мещерские жители собрали около тысячи монет чеканки времен Ивана Грозного.

Не думайте, что это единственное чудо подобного рода. При ясной погоде с неба сыпалось пшеничное зерно, падали апельсины и пауки; вместе с каплями дождя из облака вываливались на землю лягушки и рыбки...

В 1954 году жителей американского городка Давенпорта несказанно удивил ночной дождь, окрасивший все в голубой цвет. А в 1933 году близ села Кавалерово, на нашем Дальнем Востоке, ливень принес с собой множество медуз.

Какова разгадка этих на первый взгляд невероятных явлений?

В жаркие летние дни над перегретой землей часто возникают небольшие пыльные вихри. Наблюдая за ними, нетрудно заметить, как вращающийся столб воздуха втягивает в себя с земли различные предметы – щепки, бумагу и т.п. Гораздо более мощные смерчи образуются при грозах. В таких случаях столб воздуха способен высоко поднять даже очень тяжелые предметы. Если на пути такого вихря (смерча) попадает река, пруд или озеро, вода из водоемов тоже устремляется вверх, образуя водяной столб.

Тут-то и кроется разгадка невиданного дождя из серебряных монет в Горьковской области. Прошедшие ливни размыли грунт, и на поверхности оказался зарытый в землю сосуд с монетами. Возникший при грозе смерч, проходя над этим местом, поднял их в воздух. А немного позднее, когда воздушный поток ослабел, потерял свою силу, они упали на землю вместе с дождевыми каплями.

Такое же случилось и с апельсинами в Одесской области. Налетевший вихрь захватил их в свое чрево с лотка торговца. Да что там апельсины! Летом 1890 года над одной из деревень Тульской губернии смерч прихватил с собой разостланные на лугу для отбели холсты. Видевшие это женщины бросились за ними в погоню. Скоро они потеряли свое добро из виду, но продолжали бежать в ту сторону, куда ушел вихрь. Только в другой деревне разыскалось похищенное ветром. Жители деревни, где на глазах у многих с неба свалилось несколько десятков холстов, были и удивлены и испуганы. Многие решили, что свершилось божье чудо.

Вихри в сочетании с ветрами, дующими в высоких слоях атмосферы, способны переносить различные предметы на весьма далекие расстояния. В 1904 году ураган разрушил в Марокко большие склады с пшеницей. Ветер подхватил зерно и понес его к берегам Испании. И там, к великому изумлению жителей одного местечка, с неба вдруг посыпалось зерно.

А голубой дождь в Давенпорте? Выяснилось, что этот цвет дождевым каплям придала незрелая пыльца американского тополя и вяза. В ней содержится растворимое в воде красящее вещество – пигмент. Сильный ветер поднял высоко в воздух массу пыльцы, а когда пошел дождь, она окрасила его в голубоватый цвет.

Случается, что из дождевого облака начинают падать капли воды, окрашенные в красный цвет. В прошлые века это явление наводило на людей ужас. Мало кто сомневался в том, что небо плачет кровавыми слезами за грехи человечества, предупреждает людей о грядущих несчастьях.

Устрашающие легковерных «кровавые» дожди вызывает все тот же смерч. Летом в прудах и болотах застоявшаяся вода приобретает то зеленый, то буровато-красный оттенок – вода цветет, в ней в огромном количестве расплодилось мельчайшие микроорганизмы.

Они настолько малы, что увидеть их можно только с помощью хорошей лупы или даже под микроскопом.

Налетит на такое болото смерч, выберет из него воду, а затем где-нибудь дальше обрушит ее на землю в виде дождя, напоминающего по цвету кровь. Вот и пища для суеверий готова!

День 14 марта 1813 года жители итальянского города Катандзаро запомнили на всю жизнь. Предоставим слово историку:

«Жители увидели приближающуюся со стороны моря густую тучу. К полудню туча закрыла окрестные горы и начала заслонять солнце; цвет ее, сначала бледно-розовый, стал огненно-красным. Скоро город был окутан таким густым мраком, что в домах пришлось зажечь лампы... Мрак продолжал усиливаться, и все небо казалось состоящим из раскаленного железа. Загремел гром, и начали падать крупные капли красноватой жидкости, которую одни принимали за кровь, а другие – за расплавленный металл. К ночи воздух очистился, гром и молния прекратились, и народ успокоился».

Только красноватые пятна, оставшиеся на стенах и крышах домов, на листьях деревьев, говорили о том, что в природе произошло что-то необычное...

В чем же была причина этого «кровавого» дождя?

Ураганный ветер поднял в пустынях Северной Африки большое количество красноватой пыли, в которой много охры, и пронес ее через все Средиземное море к берегам Италии. Смешавшись с дождем, эта пыль и придала ему кровавый вид.

Не удивляйтесь таким способностям ветра. Он может переносить пыль и на большие расстояния. В ночь на 24 марта 1962 года снег розово-желтого цвета выпал в Пензенской области.

Причиной его была пыль, занесенная сильными ветрами из африканских пустынь.

Владимир Андреевич Мезенцев. Энциклопедия чудес. Кн. I. Обычное в необычном. – 3-е изд. – М., Знание. 1988.

По материалам - <http://www.nit.kiev.ua/ri/mz/on07.htm>

Смерчи и торнадо

Смерчи и торнадо относятся к мелкомасштабным атмосферным вихрям. Однако природа их образования близка к природе возникновения тропических циклонов. Структура смерчей и торнадо сходна.

Возникают смерчи и торнадо следующим образом. Из центральной части мощного грозового облака, нижнее основание которого принимает форму опрокинутой воронки, опускается гигантский темный хобот, который вытягивается по направлению к поверхности Земли или моря. Здесь навстречу ему приподнимается широкая воронка из пыли или воды, в открытую чашу которого хобот как бы погружает свой конец. Образуется сплошной столб, перемещающийся со скоростью 20-40 км/ч. Наиболее узкая часть этого столба приходится примерно на середину, высота его достигает 800-1500 м. Из грозового облака может опуститься несколько смерчевых воронок.

Движение воздуха в системе смерчей и торнадо обычно происходит против часовой стрелки, но не исключены и движения по часовой стрелке. Одновременно совершается подъем воздуха по спирали. На соседних участках происходит опускание воздуха, в результате чего вихрь замыкается. Под влиянием большой скорости вращения внутри вихря развивается центробежная сила, вследствие которой давление в нем понижается. Это приводит к тому, что при перемещении вихря в его систему как бы всасывается все, что встречается на пути (вода, песок или различные предметы: камни, доски, крыши домов и т. п.), которые затем



выпадают из облаков иногда на значительном расстоянии. Именно с этим связаны так называемые цветные, или кровавые дожди, которые образуются благодаря втягиванию в систему вихря окрашенных частичек породы и смешиванию их с каплями дождя. Если вихрь возникает на море или озере, то его называют смерчем. Смерчи часто вместе с водой всасывают в свою систему рыбу, которую облако может выбросить уже на берегу.

Атмосферные вихри, аналогичные смерчам, но образующиеся в Европе, называют тромбами, а в США - торнадо.

Торнадо наиболее часто наблюдаются в Северной Америке. Здесь их насчитывают около 200 в год. Об огромной силе ветра в торнадо свидетельствуют результаты произведенных ими разрушений домов и инженерных сооружений. Скорость движения торнадо также велика, иногда она достигает 100 км/ч.

На юге Северной Америки торнадо возникают в течение всего года, с максимумом весной и минимумом зимой. Торнадо существует от нескольких минут до нескольких часов, а наибольшая траектория их измеряется несколькими сотнями километров. Ширина зоны разрушения соответствует размерам самих торнадо, обычно до 2-3 км. Разность давления между центром вихря и его периферией иногда достигает 150-200 мб. От такой разности давления разрушаются дома, а сильнейший ветер поднимает в воздух людей, скот, автомобили, крыши, мосты и т. п. Так, в апреле 1965 г. над США одновременно возникли 37 различных по мощности торнадо, высотой до 10 км и в диаметре около 2 км, со скоростью ветра до 300 км/ч. Эти вихри произвели громадные разрушения в шести штатах. Число погибших превысило 250 человек, а 2500 получили ранения.

Торнадо и смерчи, как и тропические циклоны, зарождаются при наличии большого запаса энергии неустойчивости в атмосфере. Эти условия создаются, когда внизу находится очень теплый и влажный воздух, а в верхней тропосфере - холодный. Установлено, что при вторжении на территорию США тропических циклонов здесь возникают несколько торнадо. Это, очевидно, можно объяснить тем, что для возникновения тех и других вихрей необходимо неустойчивое состояние атмосферы.

Редкий случай произошел во время матча по хоккею с мячом в Юго-Западной Швеции (местечко Юнг). Пронесшийся над стадионом смерч поднял в воздух на несколько метров вратаря вместе с воротами. Однако он благополучно приземлился, не получив никаких повреждений. Оказалось, что смерч возник в зоне большого снегопада и прошел узкой полосой всего несколько сот метров, но успел превратить в щепки огромный сарай, а телеграфные столбы ломал, как спички и т. д.

Смерчи наблюдаются и на европейской части России. Известен сильный смерч 29 июня 1904 г. Он возник в грозовом облаке и продвинулся в сторону Москвы, разрушив по пути несколько деревень, повредил дома в Лефортове, повалил вековые деревья в Сокольниках, поднял телеги и животных, встретившихся на пути. Проходя через Москву-реку, смерч высосал воду и обнажил на короткое время ее дно. В мае 1965 г. сильнейший шквал, сопровождавшийся ливнем и градом, пронесся над Кировской областью. Скорость ветра достигала 200 км/ч. Силой ветра был поднят и отброшен зерноуборочный комбайн, разрушено много домов.

Для обнаружения торнадо пользуются радиолокаторами. Х. П. Погосян

Грозные явления атмосферы По материалам - astromet.narod.ru

Вихри, которые "делают погоду"



"... символические спирали, как бы олицетворяющие грозный атмосферный вихрь, можно встретить на изображениях идолов и божеств, дошедших до нас со времени древних цивилизаций

... Идол с берегов Океании - бог бурь у племени маори в Новой Зеландии - тоже украшен многочисленными спиралями" И. Ситников. "Бетси, Камина и другие..."

Удивительное это образование - вихрь! От других потоков однородной жидкости или газа он отличается только характером движения, включающим вращение вокруг внутренней оси. Но, по сравнению с другими потоками, вихрь обладает замечательной целостностью, устойчивостью и долгоживучестью (см. "Квант" № 4, 1971 г.)

Высоко под потолок летят вихревые дымные кольца, выпущенные курильщиком, тогда как дым от его папиросы, едва поднявшись, разбивается на струйки, перемешивается с воздухом и расплывается. Классические опыты с большими вихревыми кольцами, которые со стуком ударялись о стену лаборатории, описаны в статье американского физика-экспериментатора Р. Вуда (см. "Квант" № 12, 1971 г.).

В природе вихри возникают во множестве. Они появляются в той части потока, где скорость быстро меняется в направлении, перпендикулярном потоку. Каждому случалось видеть вихри в быстрой реке на переходе от быстрины к замедленному течению у берега. Целая цепочка вихрей может



тянуться за движущимся предметом, скажем, автомобилем. Их особенно удобно наблюдать на шоссе в метельные дни, когда машина обдувается крепким встречным ветром, а хлопья снега проявляют движение прозрачного воздуха. Такие же вихри появляются при обтекании препятствий.

Вихревой характер сильного ветра был замечен в 1821 г. У. Рэдфилдом, содержателем небольшого магазина в штате Коннектикут (США), который, объезжая после шторма районы штата, обратил внимание на поваленные ветром деревья. В одном месте деревья лежали макушками к северо-западу, тогда как на некотором расстоянии макушки указывали прямо противоположное

направление. Отсюда У. Рэдфилд сделал вывод, что шторм представлял собой вращательную систему ветров. Беседуя с моряками и анализируя судовые журналы, он установил направление вращения крупных вихрей и нашел траектории их центров. В 1831 г. вышел труд У. Рэдфилда, излагающий результаты его исследований. Близкие взгляды высказывал немецкий ученый В. Дове. В эти же годы были построены первые ветровые карты.

Вообще, вихревые движения характерны для атмосферы Земли. Однако далеко не все вихри "делают погоду". Погода на земном шаре в сильной степени зависит от присутствия гигантских атмосферных вихрей-циклонов и антициклонов, задающих ветровой режим в данном районе Земли.

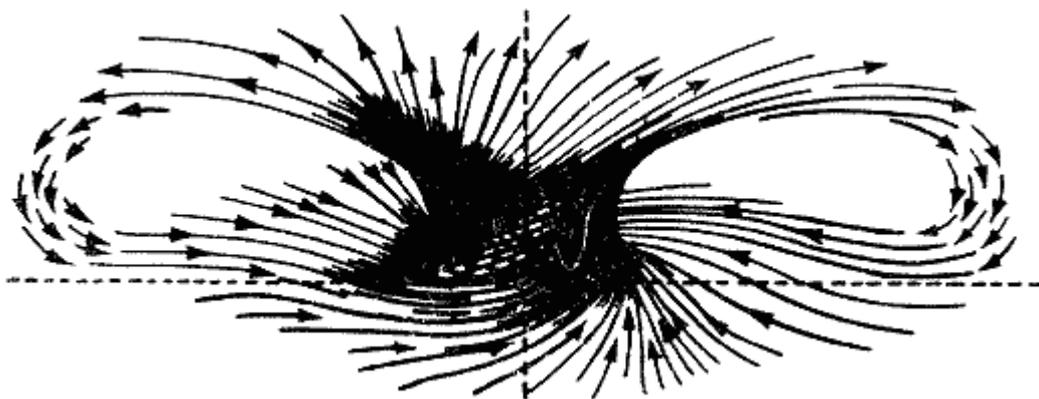


Рис. 1. Стрелками указаны направления ветров в циклоне.

В вихревой системе, называемой циклоном (Рис. 1), атмосферное давление понижается от периферии к центру. Поэтому вблизи поверхности Земли воздушные течения направлены к центру циклона. Все циклоны имеют вращательную составляющую скорости ветра. В Северном полушарии она направлена против часовой стрелки, в Южном - по часовой. В развивающихся циклонах (т. е. таких, у которых давление в центре продолжает падать) наблюдаются восходящие потоки. При этом образуется мощная облачность и выпадают осадки.

Последние два свойства циклона очевидно связаны между собой. В самом деле, выделим мысленно некоторый объем воздуха и посмотрим, что произойдет при его подъеме. Попадая в более разреженные слои атмосферы, этот объем расширяется, температура воздуха внутри него - падает, и содержащийся в нем водяной пар конденсируется.

Направление вращения циклонов в различных полушариях можно объяснить закручивающим действием силы Кориолиса (подробнее см. "Квант" № 2, 1975 г.), связанной с суточным вращением Земли. Напомним известный факт, что отклоняющее действие этой силы заставляет реки подмывать свои правые берега. Воздушный поток не удерживается берегом, и поэтому при своём движении к центру он будет отклоняться вправо, если смотреть в сторону центра, т. е. против часовой стрелки при взгляде сверху.

Заметим, что возле самого экватора в полосе широт $< 5^\circ$ по обе стороны мощные вихри не образуются. Этот факт хорошо вяжется с приведенным объяснением, поскольку на экваторе горизонтальная составляющая силы Кориолиса равна нулю.

В вихревой системе антициклона все наоборот: давление возрастает, достигая максимума в центре вихря. В развивающемся антициклоне присутствуют нисходящие потоки. Опускаясь, газ нагревается и удаляется от состояния насыщения водяным паром. Поэтому для антициклона характерна ясная малооблачная погода. Антициклоны вращаются по часовой стрелке в Северном полушарии и против часовой стрелки в Южном. Направление вращения антициклона объясняется также закручивающим действием силы Кориолиса. В зависимости от места зарождения циклоны делят на тропические и внетропические.

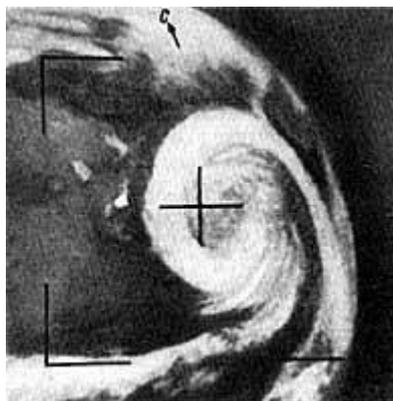


Рис. 2

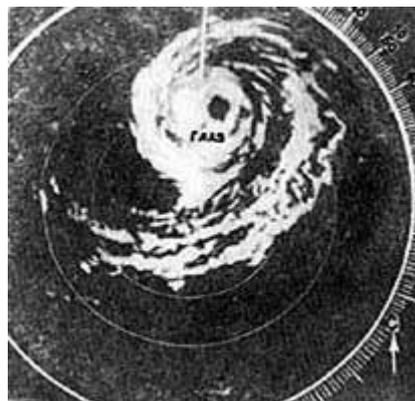


Рис. 3

Рисунки 2 и 3 представляют вид сверху, соответственно, внетропического и тропического циклонов. Вне-тропический циклон (называемый иногда просто циклоном) - это самый крупный атмосферный вихрь, достигающий нескольких тысяч километров в поперечнике. Высота его колеблется между 2-4 и 15-20 км. Скорость ветра в нем в большинстве случаев не превосходит 40-70 км/час.

Поперечный размер тропического циклона (называемого также ураганом, тропическим ураганом, тайфуном и пр.) значительно меньше - всего несколько сот километров, высота его - до 12-15 км. Давление в ураганах падает намного ниже, чем во внетропическом циклоне. При этом скорость ветра достигает 400-600 км/час.

Самые большие скорости ветра в урагане наблюдаются вокруг так называемого "глаза бури" - зоны покоя в центральной части урагана. Черное пятно правильной формы на рисунке 3 - это и есть глаз бури. Выразительное описание глаза урагана дает очевидец, пролетевший через тайфун на самолете метеослужбы - французский журналист П.А. Молэн, автор книги "Охотники за тайфунами".

"Мы летим на высоте 3 км в колодце диаметром 22 км, в котором плавают несколько перистых облаков, мирных, как игрушки. Стены этого колодца представляет недвижимая буря, удерживаемая таинственной причиной. Она наполнена кипящими облаками, охваченными жесточайшими конвульсиями. Когда самолет кренится на виражах, глаза поднимаются к верхушке стены, выходу из этого колодца в 15 км над нами. И перед нашим удивленным взором развертываются эти кипящие стены, эта гигантская бездна, это крупное отверстие, которое и заставило назвать все явление «глазом тайфуна»".

Заметим, что внетропические циклоны "глазом" не обладают.

Еще четче зона покоя (полость) выражена у мелкомасштабных вихрей - смерчей (торнадо, тромбов) (Рис. 4). Размеры их очень малы: ширина - от нескольких метров до 2-3 км, в среднем 200-400 м, высота от нескольких десятков до 1500-2000 м, в среднем несколько сот метров. Скорость ветра в смерче иногда превышает звуковую (1200 км/час).

В сердцевине смерча давление падает очень низко, поэтому смерчи "всасывают" в себя различные, иногда очень тяжелые предметы, которые переносят затем на большие расстояния. Люди, оказавшиеся в центре смерча, погибали. Поэтому нет наблюдений его полости изнутри. Но ее видели снизу, когда смерч проходил над головой наблюдателя. Рисунок 5 представляет собой фотографию внутренней полости смерча, снятую снизу.



Рис. 4



Рис. 5



Рис. 6

По рассказам очевидцев полость смерча похожа на внутренность черного пустого цилиндра, освещенного изнутри блеском молний, проскакивающих между стенами. В некоторых случаях наблюдатели молний не видели.

Однажды нижний край смерча прошел над головой наблюдателя на высоте 6 м. Ширина внутренней полости этого смерча была около 130 м, тогда как толщина стенки - всего 3 м. В середине полости находилось яркое, светящееся голубым светом прозрачное облако. Немного позже, когда смерч уже прошел над наблюдателем, конец его спустился к земле, коснулся соседнего дома и в одно мгновение унес его. Дом распался в воздухе.

Рис. 7

Со стороны смерч напоминает столб (Рис. 6), воронку (Рис. 7) или хобот (Рис. 4), свешивающийся из основания мощного грозового облака. Может образоваться сразу группа смерчей (Рис. 8). Интересна зарисовка смерча с двумя воронками (Рис. 9). В черной туче скрыта горизонтальная часть смерча - вихревое образование, вращающееся вокруг оси, вытянутой параллельно поверхности Земли. Эту часть смерча видел летчик, пролетавший на высоте около 300 м. По его словам, она напоминала огромную извивающуюся змею. Подобную "змею", переходившую в смерч, наблюдали однажды с Земли. "Змея" была наполнена водой, которую смерч высасывал из озера. Похоже, что горизонтальная часть смерча связана с громадным вихревым кольцом, образующимся иногда в облаках. Появляется она раньше самого смерча.

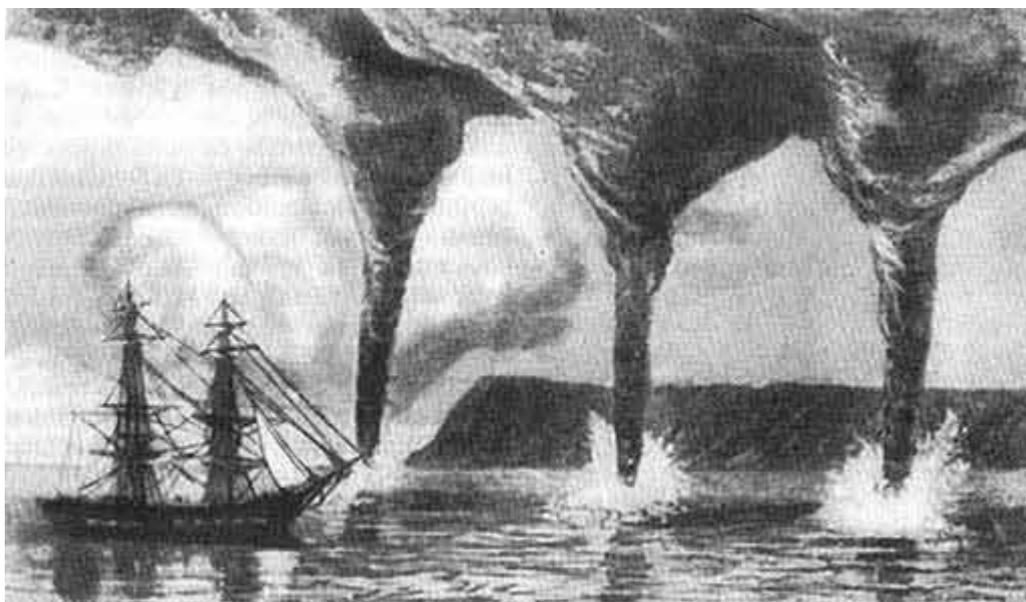


Рис. 8. Зарисовка водяных смерчей 1840 г. в Средиземном море у берегов Алжира.

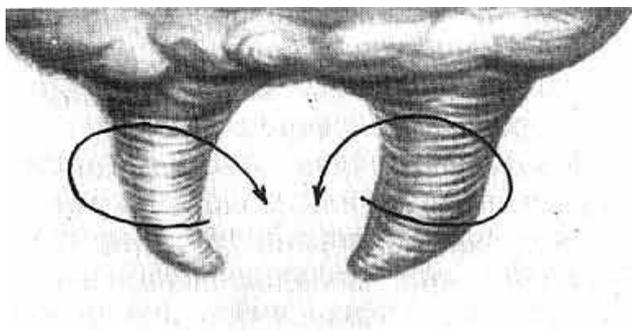


Рис. 9. Зарисовка смерча 1879 г. в Канзасе (США).

Смерчи обыкновенно возникают в районах, где соприкасаются воздушные массы с резко отличными тепловыми свойствами, в области мощных вертикальных движений и сходящихся потоков. Накоплен огромный фактический материал о физических свойствах смерчей (см. книгу Д.В. Наливкина

"Ураганы, бури и смерчи"). Например, известно о фантастически больших перепадах скорости ветра в смерче.

Казалось бы, действие сил вязкости (внутреннего трения) должно сглаживать резкость картины. Однако приведем такой пример.

Смерчи часто наблюдаются в равнинных штатах Северной Америки. Проходя через фермы, они разрушают строения, в частности, курятники, разбрасывая их обломки далеко по равнине. На большом расстоянии от фермы находят куски разорванных куриных тушек. Бывали случаи, когда стены и крыши курятника исчезали, а куры оставались на месте, живые или мертвые. Часть кур находят ощипанными: смерч всасывает в себя перья. Возможно, этому помогает следующее обстоятельство: в коже курицы у основания перьев находятся воздушные мешочки, которые могут взрываться, если давление окружающего воздуха упадет достаточно низко.

Так или иначе, потерять перья курица может только в том случае, если она находилась в воронке смерча. Но однажды нашли курицу, у которой перья были ощипаны только на одной половине тела. Это значит, что скорость ветра менялась на расстоянии нескольких сантиметров от "ощипывающей" до близкой к нулю.

Удивительна способность смерчей втыкать продолговатые предметы (соломинки, палки и др.) в деревья, стены домов, землю и т. п. Мелкие камни пробивают стекло подобно пулям, выпущенным из револьвера.



Рис. 10

Зарегистрирован случай, когда во время прохождения смерча сосновая палка пробила лист железа толщиной около сантиметра. Этим же качеством обладают ураганы. На рисунке 10 мы видим палку, проткнувшую ствол пальмы. По-видимому, эта способность также связана с резкими перепадами скорости в вихре.

В последние десятилетия крупные вихри исследовались со специальных самолетов метеослужбы. Радиолокаторы и метеоспутники позволили получить "изображения" глобальных ветровых систем. Особенно четкими получаются фотографии циклонов, поскольку они сопровождаются сильной облачностью и осадками. Как показывают фотографии, осадки в циклонах концентрируются в четко выделяющиеся спиральные полосы. Антициклон прозрачен, осадки в нем редки, а если они и выпадают, то обычно на периферии в виде мороси. Поэтому антициклоны значительно труднее различить на спутниковых фотографиях.

И все-таки, несмотря на обилие фактического материала, последовательной теории вихрей еще нет. Связано это, прежде всего, с тем, что в каждом конкретном случае зарождения вихря его развитие определяется огромным множеством внешних факторов. Неясно, какое именно сочетание известных условий вызовет первоначальное развитие вихря. В самом деле, до стадий урагана развиваются менее 10% образовавшихся в тропиках областей пониженного давления, остальные бесследно исчезают. Пока нельзя предсказать развитие урагана или смерча в данной конкретной ситуации.

Особенно плохо разработана теория смерчей. И дело здесь не только в том, что возникают они неожиданно и при более разнообразных условиях, чем ураганы (так, смерчи иногда образуются в глубине материка). Огромная скорость ветра в смерчах мешает их экспериментальному изучению. Это же обстоятельство не позволяет сколько-нибудь последовательно изучить это явление математически.

В самом деле, даже на самый "грубый" вопрос - в какую сторону будет вращаться смерч - нельзя ответить однозначно. При громадной скорости движения внутри мелкомасштабного вихря периодический процесс суточного вращения Земли может оказаться слишком медленным, чтобы активно взаимодействовать с процессом быстрого внутреннего движения, и развитие такого мелкомасштабного вихря будет определяться только конкретными внутренними условиями в газе. Они же будут определять направление вращения вихря. Поэтому, если большие вихри Северного полушария - внетропические циклоны и ураганы - вращаются против часовой стрелки, то для смерчей того же полушария не исключается вращение по часовой стрелке.

Возможны случаи одновременного появления двух или более вихрей в одном и том же районе. Оказавшись на достаточно близком расстоянии друг от друга, такие вихри начинают взаимодействовать между собой. Это явление называется эффектом Фудзивары.

Попробуем схематично описать "встречу" двух вихрей. У каждого одиночного вихря область интенсивного вращения отделена от неподвижной зоны так называемой периферической областью, в которой скорость постепенно спадает до нуля. Представим себе, что два урагана оказались на таком расстоянии, что центр каждого из них попал в периферическую область другого. Пусть, для определенности, ураганы вращаются против часовой стрелки. Каждый из них приведет в движение центр своего "собрата" таким образом, чтобы тот вращался относительно него против часовой стрелки. Как легко увидеть, это приведет к вращению центров обоих ураганов также против часовой стрелки относительно некоторой точки, расположенной на отрезке прямой, соединяющей центры ураганов, ближе к более мощному вихрю. В нижних слоях атмосферы воздух притекает к центру урагана, тогда как наверху оттекает от центра. В зависимости от интенсивности этих процессов у данной конкретной пары ураганов они могут сближаться, если преобладает "всасывание", или отступать друг от друга, если сильнее проявят себя оттекающие потоки в верхних слоях.

При этом ураганы все время продолжают влиять друг на друга. По выражению американского физика К. Орра, движение их напоминает поведение боксеров на ринге, выжидающих момент для нанесения решающего удара. Аналогичная схема позволяет рассматривать встречу антициклонов и пары циклон-антициклон. Кроме того, ее можно распространить на случай, когда вихрь попадает в мощное воздушное течение и начинает взаимодействовать с ним.

Развитие вихря определяют многие факторы, и сделать заранее какие-либо предположения о результате "встречи" двух вихрей практически невозможно.

Путь уже развившегося урагана иногда оказывается очень длинным, и, проходя его, вихрь испытывает различные превращения. При выходе из тропиков ураган принимает форму сильного внетропического циклона. Штормовые циклоны Западной Европы часто оказываются бывшими тропическими ураганами, которые прошли вдоль берегов Северной Америки и пересекли Атлантику. Некоторые из них, пройдя по Европе, уходят затем в Азию.

Когда ураган выходит на сушу, то из-за "шероховатости" земной поверхности его нижние слои начинают разрушаться. Кроме того, проходя над сушей, ураган слабеет из-за недостатка "питания" - влаги. Но если ураган оказывается вновь над океаном, то сохранившаяся его верхняя часть может "раскрутить механизм" с прежней силой. Обрушиваясь на густонаселенные районы суши, ураган уносит тысячи человеческих жизней и причиняет огромный материальный ущерб. Энергия его громадна: за один день большой ураган "расходует" энергию, равную энергии взрыва 13000 мегатонных ядерных бомб; кинетическая энергия среднего урагана равна запасу энергии 1000 атомных бомб.

Деятельность ураганов меняет рельеф земной поверхности: исчезают коралловые острова, "передвигаются" берега океана, появляются новые проливы и т. п. Прогнозы перемещений циклонов и антициклонов за последние два десятилетия стали намного надежнее благодаря использованию ЭВМ и информации, доставляемой спутниками, радиолокаторами и самолетами. На помощь службе погоды приходят новые совершенные аппараты и приборы. Служба эта ведется постоянно.

По материалам - vivovoco.nns.ru

