Запись звука

Возможность записывать звуки и затем воспроизводить их была открыта в 1877 году американским изобретателем Т. А. Эдисоном. Благодаря этому появилось звуковое кино, началось массовое производство граммофонных пластинок.

На рисунке 1 дана упрощенная схема механического звукозаписывающего устройства. Звуковые волны от источника звука (певца, оркестра и т. д.) попадали в рупор 1, в котором была закреплена тонкая упругая пластинка 2 (мембрана). Под действием звуковой волны мембрана начинала колебаться. Колебания мембраны передавались связанному с ней резцу 3, острие которого оставляло при этом на вращающемся диске 4 звуковую бороздку. Звуковая бороздка закручивалась по спирали от края диска к его центру.

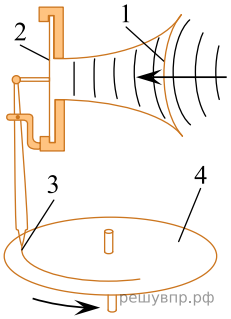


Рис. 1.

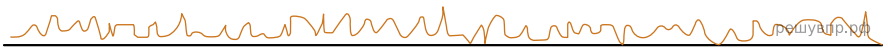


Рис. 2
Профиль звуковой дорожки под большим увеличением.

Диск или валик, на котором производилась звукозапись, изготавливалась из специального мягкого воскового материала. С этого воскового диска гальванопластическим способом снимали медную копию (клише): использовалось осаждение на электроде чистой меди при прохождении электрического тока через раствор её солей. Затем с медной копии делали оттиски на дисках из пластмассы. Так получали граммофонные пластинки.

При воспроизведении звука граммофонную пластинку ставят под иглу, связанную с мембраной граммофона, и приводят пластинку во вращение. Двигаясь по волнистой бороздке пластинки, конец иглы колеблется, вместе с ним колеблется и мембрана, причём эти колебания довольно точно воспроизводят записанный звук.

1898 году датский инженер Вольдемар Паульсен изобрёл аппарат для магнитной записи звука на стальной проволоке. Магнитные ленты появились значительно позже, их использование началось в 40-х годах XX века. На рисунке 3 представлен принцип работы записывающей магнитной головки магнитофона.

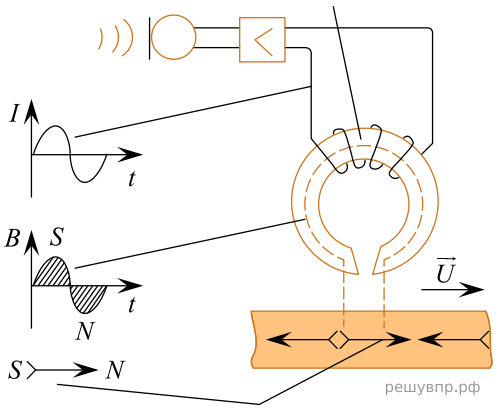


Рис. 3. Намагниченность ленты остаётся и после действия магнитного поля. В микрофоне звуковой сигнал переводится в электрический.

Переменный электрический ток создаёт переменное магнитное поле, под действием которого намагничивается ферромагнитный материал, покрывающий магнитную ленту.

В 1979 году вернулась механическая запись звука, но уже на новом уровне – при записи лазерных дисков. Вместо иглы фонографа звуки на диске записывает луч лазера. Звуковая информация заключена в мельчайших углублениях (рис. 4), выгравированных при записи лазерным лучом на металлизированной поверхности диска. Этот диск во время вращения «читается» другим лазерным лучом, и различия в отражённом лазерном свете преобразуются в электрические сигналы, которые затем преобразуются в звук.

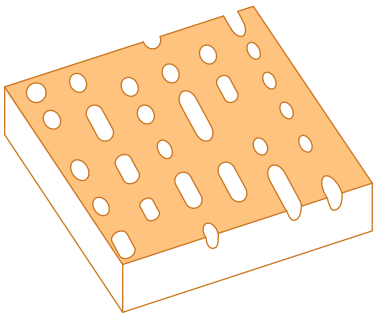
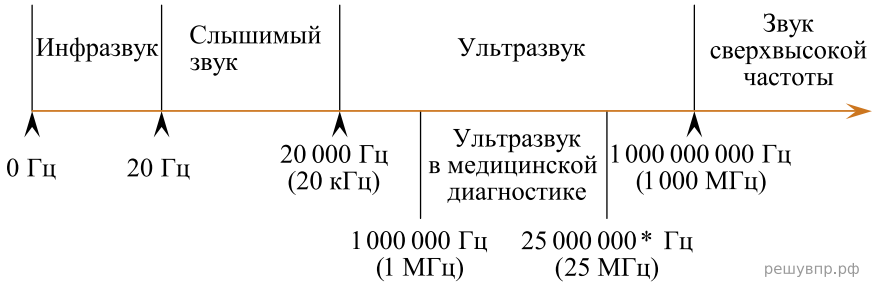


Рис. 4
Поверхность лазерного диска под микроскопом.

1. Какие колебания совершает мембрана рупора под действием звуковой волны?
Ответ приведите в именительном падеже. Запишите слова друг за другом без пробелов и иных дополнительных символов.

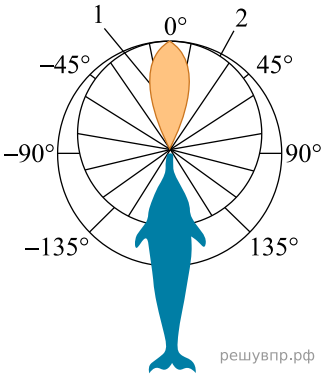
Два типа слуха дельфинов

Звуковые волны принято подразделять на диапазон слышимых человеком волн, а также инфразвук, ультразвук и звук сверхвысокой частоты (или гиперзвук) (см. диаграмму).



Диапазон издаваемых и слышимых звуков у разных животных может сильно отличаться от диапазона звуковых волн, воспринимаемых человеком. Например, дельфин способен создавать и улавливать звуки в более широком диапазоне, чем человек.

В слуховом аппарате дельфина есть два типа «входных ворот». «Ворота» первого типа – вытянутая нижняя челюсть. Через эти «ворота» к внутреннему уху дельфина поступают волны с частотами $8 \cdot 10^4$–10^5Гц, направление которых совпадает с направлением челюсти. Именно по этому направлению и осуществляется эхолокация. «Ворота» второго типа — те места по бокам головы дельфина, где когда-то у далёких предков дельфинов, живших на суше, были обыкновенные уши. Ушей, как таковых, у дельфинов нет; наружные слуховые отверстия почти заросли, однако звуки они пропускают прекрасно. Через эти «входные ворота» к внутреннему уху дельфина поступают со всевозможных сторон звуковые волны относительно низких частот (10^2–10^4 Гц). Таким образом, можно говорить о двух типах слуха дельфинов.



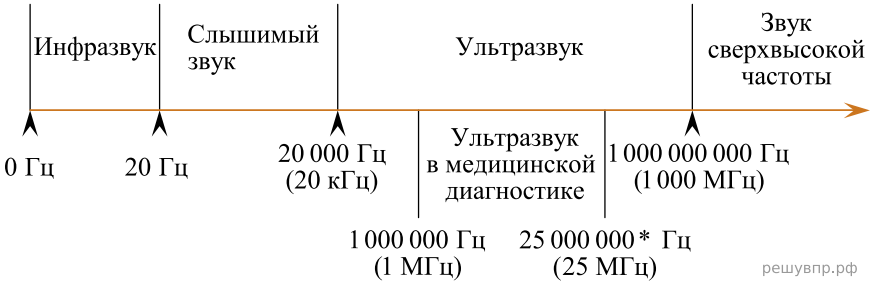
Первый тип — остронаправленный эхолокационный слух на высоких частотах. Известно, что для успешной эхолокации линейные размеры объекта должны быть больше или по крайней мере порядка длины волны звука. Чем меньше длина волны излучения, тем более мелкими могут быть объекты, которые необходимо опознать при помощи эхо-сигналов.

Второй тип слуха — слух кругового обзора; он предназначен для восприятия дельфином «обычных» звуков, заполняющих окружающее пространство. На рисунке отрезки, ограниченные кривой 1, относятся к эхолокационному слуху, а кривой 2 — к слуху кругового обзора. Рисунок хорошо иллюстрирует острую направленность слуха первого типа и слабо выраженную направленность слуха второго типа.

2. Вставьте пропущенные слова (словосочетания) в предложение.
«Входными воротами» для эхолокационного слуха дельфина служит _____.

Сонары летучих мышей

Звуковые волны принято подразделять на диапазон слышимых человеком волн, а также инфразвук, ультразвук и звук сверхвысокой частоты (или гиперзвук) (см. диаграмму).



Диапазон издаваемых и слышимых звуков у разных животных может сильно отличаться от диапазона звуковых волн, воспринимаемых человеком.

В 1938 г. американские исследователи Г. Пирс и Д. Гриффин, применив специальную аппаратуру, установили, что во время полёта мышь излучает короткие сигналы на частоте около $8 \cdot 10^4$ Гц, а затем воспринимает сигналы, которые приходят к ней от ближайших препятствий и от пролетающих вблизи насекомых. Гриффин назвал способ ориентировки летучих мышей эхолокацией.

Известно, что для успешной эхолокации линейные размеры объекта должны быть больше или, по крайней мере, порядка длины волны звука. Чем меньше длина волны излучения, тем более мелкими могут быть объекты, которые необходимо опознать при помощи эхо-сигналов.



Летучие мыши – обладатели весьма совершенных природных звуковых радаров, или, иначе говоря, природных сонаров. Устройство сонаров различно у разных видов летучих мышей. Например, остроухая ночница (как, впрочем, и многие другие виды мышей) излучает звуковые волны через рот, а большой подковонос через ноздри, которые у него окружены кожистыми выростами наподобие рупоров. Сигналы, посылаемые летучей мышью в полете, имеют характер очень коротких импульсов – своеобразных щелчков. Длительность каждого такого щелчка $(1–5) \cdot 10^{-3}$ с, ежесекундно мышь производит около десяти таких щелчков. Отражённые от объекта волны летучая мышь воспринимает ушами, имеющими сравнительно большие размеры.

3. Вставьте пропущенные слова в предложение.

«В течение одной секунды летучая мышь производит примерно _____ ультразвуковых щелчков. В промежутке между щелчками мышь воспринимает _____.»

В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.

Ветер и измерение его скорости

Поток воздуха, который движется параллельно земной поверхности, мы называем ветром. Он возникает вследствие неравномерного распределения атмосферного давления и направлен от зоны высокого давления к зоне низкого давления. Главной причиной возникновения ветров на Земле является разница в температуре и плотности воздуха над разными областями её поверхности. Вследствие непрерывного изменения давления во времени и в пространстве скорость и направление ветра также постоянно меняются.

Скорость ветра на метеостанциях большинства стран мира измеряют на высоте 10 м над уровнем земли и усредняют за 10 мин. Простым устройством для определения направления ветра является флюгер. Приборами, предназначенными для измерения скорости ветра, служат разнообразные анемометры, в которых применяются чаши или пропеллеры, способные вращаться. Флюгер-анемометр Г.-И. Вильда — простейший прибор, позволяющий одновременно определить направление и скорость ветра. О силе ветра или его скорости судят по отклонению ветровой доски. Отклонение ветровой доски под действием ветра замечают по номеру штифта (рис. 2). На рис. 1 представлены значения для отклонений доски размером 150 мм × 300 мм и массой 200 г.

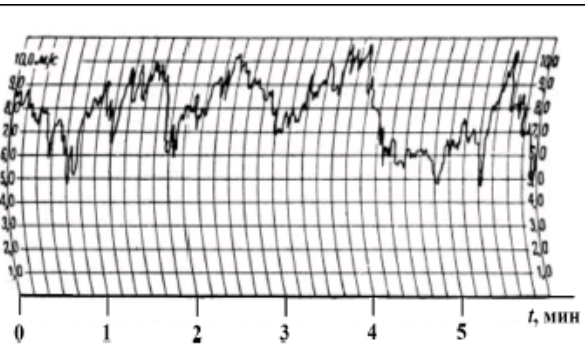


Рис. 1. Изменение скорости ветра с течением времени

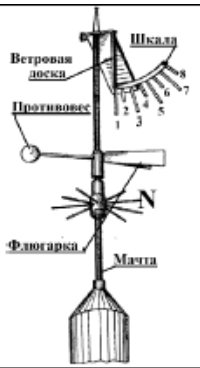


Рис. 2. Флюгер-анемометр Вильда

Таблица. Скорость ветра по показаниям флюгера-анемометра Вильда

№	1	1–2	2	2–3	3	3–4	4	4–5	5	5–6	6	6–7	7	7–8	8	>8
v, м/с	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	17	20	>20
*	Штиль	Тихий		Лёгкий		Слабый		Умеренный		Свежий		Крепкий		Очень крепкий		Шторм

РЕШУВПР.РФ

* *Классификация по шкале Бофорта*

Какой дует ветер, умеренный или очень крепкий, важно знать не только морякам, идущим под парусом, но и всем жителям Земли. Так, МЧС крупных городов предупреждает об опасности нахождения в сильный ветер под рекламными щитами, потому что ветер способен повалить такой щит.

Силовое воздействие потока воздуха плотностью ρ пропорционально динамическому давлению: $\frac{1}{2}\rho v^2$. Так в аэродинамике называют удельную кинетическую энергию воздушного потока. Но ветер тормозится прямоугольным щитом площадью S и обтекает его. Поэтому инженеры предлагают для такого щита рассчитывать силу давления ветра по формуле $F = 0,9S\rho v^2$. Очевидно, что если ветер усиливается от лёгкого до умеренного, то сила давления может возрасти в 10 раз. Зная скорость ветра, можно рассчитать силу давления, максимальный опрокидывающий момент, действующий на щит, а значит, и требуемую прочность крепежа конструкции.

4. Ветровую доску флюгера Вильда закрепили. С какой силой на неё давит ветер, дующий со скоростью 14 м/с? Плотность воздуха составляет 1,22 кг/м^3, ответ приведите в ньютонах и округлите до десятых.

5. Какую скорость ветра выдержит рекламный щит площадью 4,5 м^2, если он рассчитан на ветровую нагрузку, т. е. силу давления, 4 кН. Плотность воздуха равна 1,22 кг/м^3. Ответ округлите до десятых. *Ответ приведите в метрах в секунду.*

Прочитайте текст и выполните задания 16, 17 и 18.

Естественный спутник Земли

Луна — естественный спутник Земли, тёмный и холодный, и с Земли видна только та часть лунной поверхности, которая освещена Солнцем и обращена к Земле. Вследствие этого вид Луны на небе меняется, происходит смена лунных фаз. Луна проходит следующие фазы освещения:

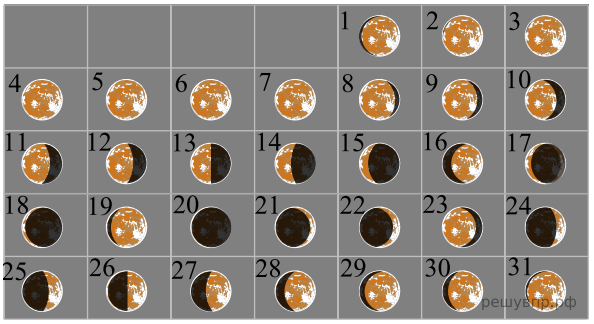
— новолуние — состояние, когда Луна невидна;

— первая четверть — состояние, когда первый раз после новолуния освещена половина обращённой к Земле поверхности Луны;

— полнолуние — состояние, когда освещена вся обращённая к Земле поверхность Луны;

— последняя четверть – состояние, когда освещена другая половина обращённой к Земле поверхности Луны.

На рисунке представлен календарь наблюдения фаз Луны в течение января 2015 г.



Влияние Луны на Землю заметно в целом ряде природных явлений. Самое впечатляющее из них — это солнечное затмение, когда Луна закрывает диск Солнца. Сейчас достаточно трудно представить ту бурю эмоций, которую вызывал этот феномен в древности. Результатом действия сил гравитационного притяжения Луны являются приливы и отливы. Причём приливы возникают не только на Земле. Наша планета таким же образом воздействует на спутник.

6. Масса Луны примерно в 81 раз меньше массы Земли. Земля и Луна взаимодействуют силами всемирного тяготения. Сравните модуль силы, действующей на Луну со стороны Земли, с модулем силы, действующей на Землю со стороны Луны.

Прочитайте текст и выполните задания 16, 17 и 18.

Прогноз землетрясений

Некоторые виды природных катастроф в значительной мере поддаются прогнозу. Так, по резкой активизации сейсмичности и по «всплыванию» очагов землетрясений к земной поверхности можно прогнозировать начало извержения вулканов. С приемлемой достоверностью прогнозируют силу и трассу движения урагана. Довольно точно удаётся предсказать время прихода и высоту волны цунами на отдалённом участке берега. Для землетрясений прогноза пока получить не удаётся.

В результате систематизации данных по крупным землетрясениям был установлен ряд некоторых типичных явлений, которые могут служить оперативными предвестниками землетрясений. К ним относятся форшоки, аномальные атмосферные явления, изменения уровня грунтовых вод и их химического состава, беспокойное поведение животных.

Созданная система наблюдений фиксирует рост количества слабых землетрясений, которые предшествуют сильному землетрясению. Высокая форшоковая активность в сочетании с другими явлениями может служить оперативным предвестником. Так, например, Китайское сейсмологическое бюро на этом основании начало эвакуацию миллиона человек за день до сильного землетрясения в 1975 году. Хотя половине крупных землетрясений предшествуют форшоки, из общего количества небольших землетрясений форшоками являются только 5–10%. Это часто порождает ложные предупреждения.

С давних времён замечено, что многим крупным землетрясениям предшествуют необычные для данной местности оптические явления в атмосфере: сполохи, похожие на полярные сияния, световые столбы, облака странной формы. Появляются они непосредственно перед толчками, но иногда могут возникать и за несколько суток. Согласно современным представлениям необычные оптические явления в атмосфере могут быть связаны с такими процессами в зоне будущего землетрясения, как выход в атмосферу газов из деформированных горных пород. Вид и характер явлений зависят от исходящих газов: горючие метан и сероводород могут давать факелы пламени, радон под действием собственной радиоактивности флюоресцирует голубым светом и вызывает флюоресценцию других атмосферных газов, сернистые соединения могут вызывать хемилюминесценцию. В результате электризации напряжённых горных пород могут образоваться электрические разряды на поверхности Земли и в атмосфере в районе будущего очага.

Многим крупным землетрясениям предшествовало аномальное изменение уровня грунтовых вод, как в колодцах и скважинах, так и в родниках. Тем не менее значительная часть землетрясений не вызывала предшествующих изменений в водоносных горизонтах.

Достоверно засвидетельствовано, что многим сильным землетрясениям предшествует необъяснимое беспокойство животных на значительной территории. Наиболее вероятно, что животные ощущают при этом непривычные вибрации или реагируют на инфразвуковые колебания. Но при некоторых землетрясениях массового аномального поведения животных замечено не было.

Для характеристики силы землетрясений существуют различные шкалы (см. таблицу).

Описание разрушений во время землетрясения и воздействие его на человека	Шкала Меркалли	Шкала Рихтера
Не ощущается людьми	1	–
Ощущается людьми на верхних этажах здания	2	2
Ощущается в зданиях: подвешенные предметы раскачиваются	3	2,5–3
Двигаются двери и окна, позванивают стёкла	4	3,5
Ощущается снаружи, появляется рябь на поверхности жидкости	5	4–4,5
Идущие люди ощущают потерю равновесия; разбиваются стёкла, растрескивается штукатурка	6	5
Человеку трудно устоять на ногах; ломается мебель, начинают разрушаться низкокачественные строения	7	5,5–6
Частичное разрушение строений, падение труб, карнизов, памятников и т. д.; появление трещин в земле	8	6–6,5
Серьёзные разрушения строений, разрыв трубопроводов под землёй, значительные трещины в земле	9	7
Разрушение большей части строений, большие оползни, колеи незначительно отклоняются	10	7,5–8

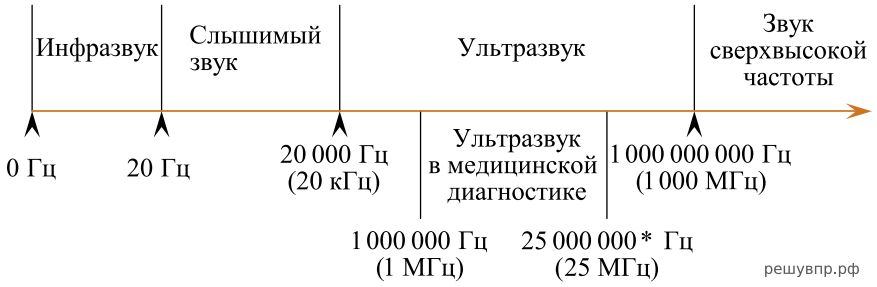
(Наука и жизнь. Прогноз землетрясений: крушение надежд? <https://www.nkj.ru/archive/articles/30653/>)

7. Перед Чуйским землетрясением местами на поверхности почвы внезапно появились множественные ключи, из которых стала достаточно быстро поступать вода. О каком явлении, предшествующем землетрясению, свидетельствует этот факт?

Прочитайте текст и выполните задания 16, 17 и 18.

Сонары летучих мышей

Звуковые волны принято подразделять на диапазон слышимых человеком волн, а также инфразвук, ультразвук и звук сверхвысокой частоты (или гиперзвук) (см. диаграмму).



Диапазон издаваемых и слышимых звуков у разных животных может сильно отличаться от диапазона звуковых волн, воспринимаемых человеком.

В 1938 г. американские исследователи Г. Пирс и Д. Гриффин, применив специальную аппаратуру, установили, что во время полёта летучая мышь излучает короткие сигналы на частоте около $8 \cdot 10^4$ Гц, а затем воспринимает сигналы, которые приходят к ней от ближайших препятствий и от пролетающих вблизи насекомых. Гриффин назвал способ ориентировки летучих мышей эхолокацией.

Известно, что для успешной эхолокации линейные размеры объекта должны быть больше или, по крайней мере, порядка длины волны звука. Чем меньше длина волны излучения, тем более мелкими могут быть объекты, которые удаётся опознать при помощи эхо-сигналов.



Летучие мыши — обладатели весьма совершенных природных звуковых радаров, или, иначе говоря, природных сонаров. Устройство сонаров различно у разных видов летучих мышей. Например, остроухая ночница (как, впрочем, и многие другие виды мышей) излучает звуковые волны через рот, а большой подковонос через ноздри, которые у него окружены кожистыми выростами наподобие рупоров. Сигналы, посылаемые летучей мышью в полёте, имеют характер очень коротких импульсов — своеобразных щелчков.

Длительность каждого такого щелчка $(1–5) \cdot 10^{-3}$ с, ежесекундно мышь производит около десяти таких щелчков. Отражённые от объекта волны летучая мышь воспринимает ушами, имеющими сравнительно большие размеры.

8. Линейные размеры трёх насекомых 12 мм, 6 мм и 2 мм. Какое(ие) из них сможет обнаружить летучая мышь при помощи эхолокации? Скорость звука принять равной 330 м/с. В ответ запишите значения в мм друг за другом в порядке возрастания без разделительных знаков.

Прочитайте текст и выполните задания 16, 17 и 18.

Космическая оборона Земли

В Солнечной системе перемещается огромное количество астероидов. Основная их масса (более 98%) сосредоточена в главном поясе астероидов (проходит между орбитами Марса и Юпитера), в находящемся за Нептуном поясе Койпера, а также в облаке Оорта. Периодически некоторые объекты из этих областей в результате столкновений с соседями и/или под воздействием гравитации более крупных объектов покидают привычные орбиты и могут направляться, например, к Земле.

В 1993 году мир узнал, что к Юпитеру летит комета Шумейкера−Леви и неизбежно столкновение. И в июле следующего года комета в виде 21 фрагмента врезалась в Юпитер, причём самый большой кусок вызвал взрыв энергией 6 миллионов мегатонн в тротиловом эквиваленте ($6 \cdot 10^6$ Мт ТНТ). Это в 600 раз больше, чем весь ядерный потенциал всех стран, обладающих ядерным оружием. Ещё через 20 лет над Челябинском взорвался сравнительно небольшой астероид (17 м в поперечнике), ударная волна от которого дважды обогнула Землю. Взрыв повредил около 7000 зданий, материальный ущерб составил почти миллиард рублей. Куда упадёт следующий астероид?

В настоящее время известно около 14 тысяч так называемых околоземных объектов, из них 879 — астероиды крупнее 1 км в поперечнике. Эти объекты трудно обнаружить, они небольшие по космическим масштабам и тёмные. Астрономы считают, что нам известно
около 55% небесных камней крупнее 300 м, около 15% — крупнее 100 м и менее 1% — 30- метровых. А всего, по оценкам учёных, вблизи Земли летает порядка 50 миллионов астероидов крупнее 10 м.

Желательно обнаруживать их заранее. В Чилийских Андах строится телескоп, специально рассчитанный на это. Он должен быть готов в 2021 году, и тогда сможет каждую ночь делать более 800 панорамных снимков неба на камеру с очень высокой чёткостью. Электроника будет анализировать снимки, разыскивая мелкие, быстро летящие, слабо светящиеся объекты. Рассчитывают, что в первый год наблюдений система найдёт больше близких к Земле астероидов, чем все астрономы вместе до 2015 года. Зная параметры орбит этих объектов, можно определить, насколько вероятно их столкновение с нашей планетой.

Американским астрономом Р. Бинзелом была разработана качественная шкала оценки опасности столкновения с Землёй астероидов и комет. Шкала была представлена на симпозиуме в Турине и получила название в честь этого итальянского города. В 1999 г. шкала была утверждена Международным Астрономическим Союзом. Туринская шкала состоит из 10 пунктов, в соответствии с которыми астероиды и другие небесные тела классифицируются по степени опасности для Земли (см. рисунок).

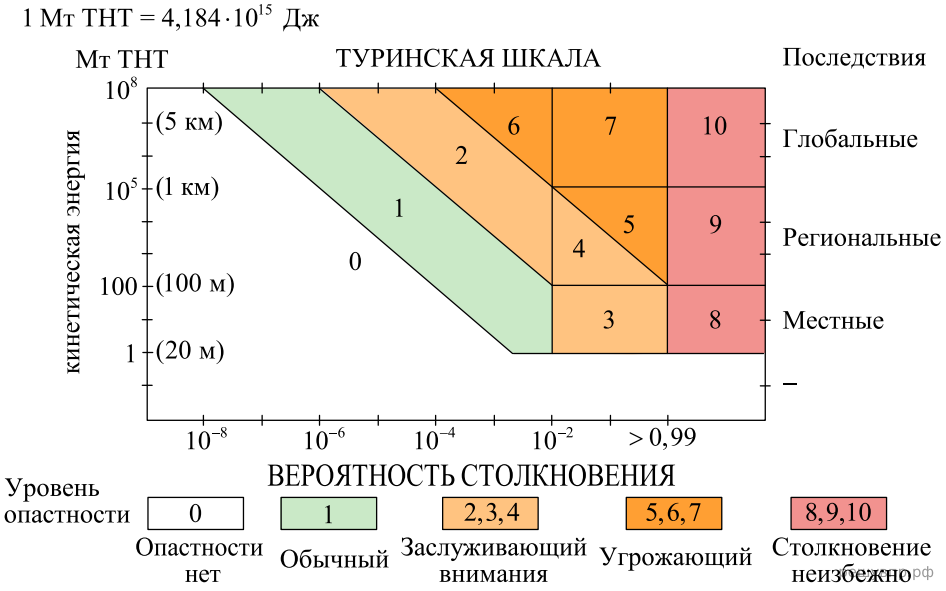


Рисунок. Шкала степени опасности астероидной атаки

После того как будут обнаружены опасные для Земли астероиды, что с ними делать? Земля пролетает по орбите расстояние, равное своему диаметру, каждые 7,5 минуты. Это значит, что, замедлив или ускорив движение астероида, нацеленного на Землю, на несколько минут, мы заставим его пролететь мимо цели. Насколько большую силу придётся приложить для этого, зависит от того, когда мы начнём её прилагать. Если начать за 20 лет до столкновения, то замедлять или ускорять полёт астероида надо будет всего на 2 мм в секунду. Можно подстрелить астероид ракетой и сбить с пути, можно установить на нём ионный реактивный двигатель и т. п.

9. Согласно Туринской шкале какого характера последствия произошли бы на Земле в случае атаки кометой, аналогичной комете Шумейкера-Леви?

Прочитайте текст и выполните задания 16, 17 и 18.

Естественный спутник Земли

Луна — естественный спутник Земли, тёмный и холодный, и с Земли видна только та часть лунной поверхности, которая освещена Солнцем и обращена к Земле. Вследствие этого вид Луны на небе меняется, происходит смена лунных фаз.

Луна проходит следующие фазы освещения:

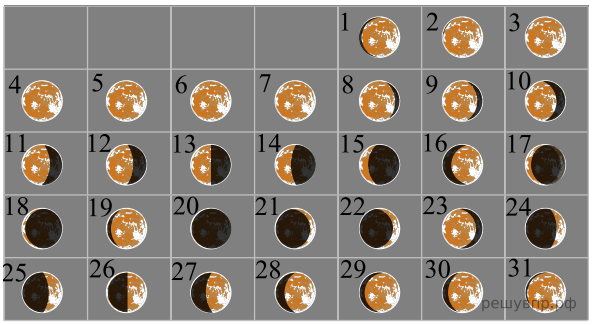
• новолуние — состояние, когда Луна невидна;

• первая четверть — состояние, когда первый раз после новолуния освещена половина обращённой к Земле поверхности Луны;

• полнолуние — состояние, когда освещена вся обращённая к Земле поверхность Луны;

• последняя четверть — состояние, когда освещена другая половина обращённой к Земле поверхности Луны.

На рисунке представлен календарь наблюдения фаз Луны в течение января 2015 г.



Влияние Луны на Землю заметно в целом ряде природных явлений. Самое впечатляющее из них — это солнечное затмение, когда Луна закрывает диск Солнца. Сейчас достаточно трудно представить ту бурю эмоций, которую вызывал этот феномен в древности. Результатом действия сил гравитационного притяжения Луны являются приливы и отливы. Причём приливы возникают не только на Земле. Наша планета таким же образом воздействует на спутник.

10. Масса Луны примерно в 81 раз меньше массы Земли. Земля и Луна взаимодействуют силами всемирного тяготения. Сравните модуль силы, действующей на Луну со стороны Земли, с модулем силы, действующей на Землю со стороны Луны.

Естественные и искусственные спутники планет

Спутником называют небольшое тело, которое движется по замкнутой орбите вокруг планеты под воздействием гравитационной силы притяжения.

Естественные спутники отсутствуют только у двух ближайших к Солнцу планет Солнечной системы: Венеры и Меркурия. У Марса есть два спутника: Фобос (Страх) и Деймос (Ужас). Орбиты этих спутников практически круговые с радиусом примерно 9 тыс. км для Фобоса и 24 тыс. км для Деймоса (рис. 1).

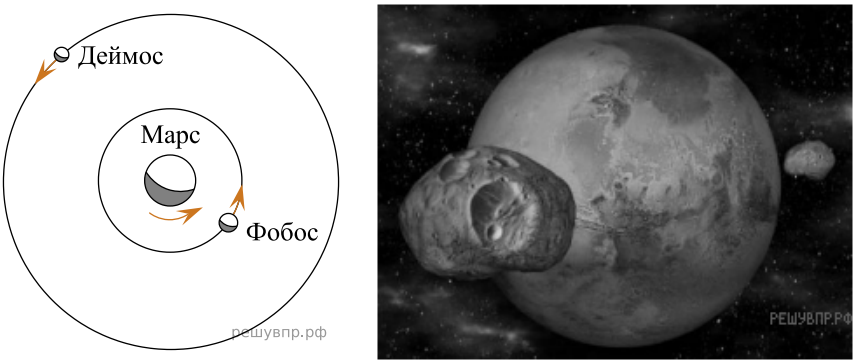


Рис. 1. Спутники Марса

Спутники искусственного происхождения, или, как их ещё называют, искусственные спутники, — это космические аппараты, созданные людьми, позволяющие наблюдать из космоса за планетой, около которой они обращаются, а также за другими астрономическими объектами. Обычно искусственные спутники используются для наблюдений за погодой, изменениями рельефа поверхности планеты, для теле- и радиотрансляции, а также для проведения длительных экспериментов в условиях невесомости (рис. 2).

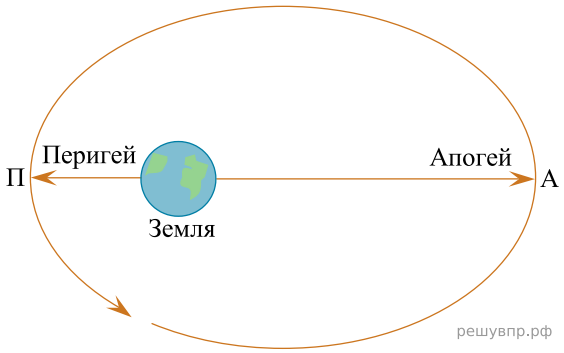


Рис. 2. Искусственный спутник движется вокруг Земли по эллиптической орбите

11. Сравните полную механическую энергию спутника в перигее и апогее (см. рис. 2).