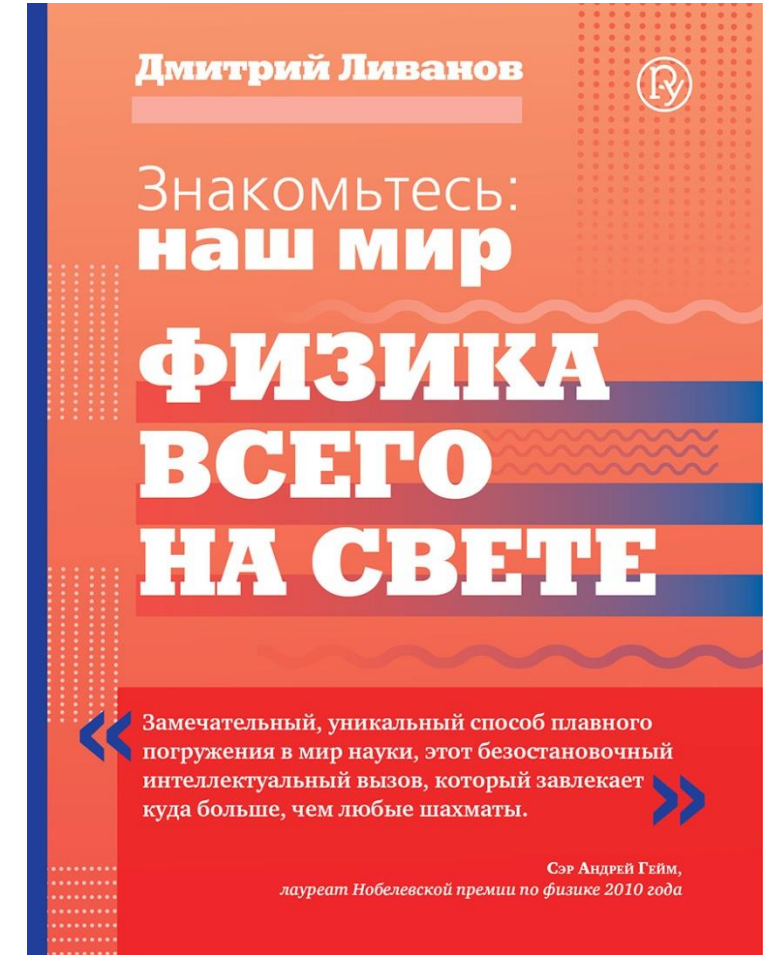


# Знакомьтесь: наш мир. **ФИЗИКА ВСЕГО НА СВЕТЕ**

# Это познавательно и увлекательно!

**Земля** – огромная лаборатория, в которой природа ежеминутно и каждую секунду разворачивает для нас свои грандиозные физические эксперименты. Увидеть и понять их – увлекательнейшее занятие.

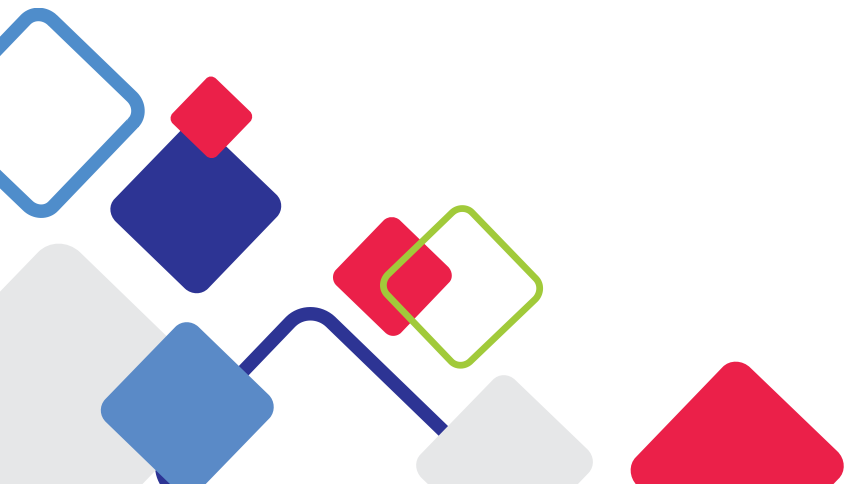


# Автор книги — ученый, политик, писатель

---

**Дмитрий Ливанов** сумел написать книжку интересную и для тех, кто только начинает знакомиться с физикой, и для тех, кто по разным причинам многое позабыл из того, что когда-то знал. Надеюсь, что читатели этой книги не только оценят полезность и значимость физики, но и почувствуют ее красоту и притягательность.

**Андрей Фурсенко, д.ф.-м.н.,**  
помощник Президента Российской Федерации



# Почему это актуально?

- **Формирование правильного взгляда на мир**

Треть россиян (33%) полагают, что Солнце вращается вокруг Земли

- **Выход за рамки школьной программы**

Любознательные школьники существуют и поныне

- **Обеспечение связи между школьными предметами**

Современному учителю необходимы материалы, позволяющие преодолеть узко-предметные рамки



# Почему это интересно?

От землетрясений до северных сияний,  
от цунами до движения ледников,  
в книге объясняется множество явлений  
окружающего мира.



Рис. 2.18. Северо-западное побережье Франции: а — во время отлива; б — во время прилива

Эта оценка справедлива для твёрдой оболочки Земли. В действительности высота приливов существенно выше — около полуметра в открытом океане и гораздо выше вблизи берегов, особенно в узких заливах и мелких морях (рис. 2.18). Легко понять причину этого расхождения: вода как жидкость меняет свою форму под действием внешних сил значительно более «охотно», чем твёрдая земная кора.

На процессы, происходящие на Земле, влияние оказывает не только Луна, но и Солнце. Оценим соответствующую высоту прилива, вызванную Солнцем:

$$\Delta R_3 \approx R_3 \frac{M_C}{M_3} \left( \frac{R_3}{R_3 - C} \right)^3 = 0,16 \text{ м.}$$

Как мы и говорили, влияние Солнца на приливные явления примерно в 2 раза меньше влияния Луны.



Рис. 4.15. Радуга в Скалистых горах (Национальный парк Банф, Канада)

При солнечной погоде всегда можно сделать собственную маленькую искусственную радугу. Для этого необходимо в противоположной от Солнца стороне распылить на множество капель воду (любимым доступным способом, например, при помощи садового разбрызгивателя). И некоторое время, пока капли висят в воздухе, можно наблюдать небольшую рукотворную радугу.

деть и Солнце, и радугу невозможно. Угловой радиус окружности —  $42^\circ$ . Чем ниже Солнце над горизонтом, тем радужная дуга ближе к половине окружности, а высота её верхушки над поверхностью Земли — к  $42^\circ$ . Максимальная радуга, которую можно увидеть, стоя на Земле, — полуокружность, это происходит, когда Солнце касается горизонта. А вот забравшись на гору или находясь в самолёте, можно увидеть и полную окружность, т. е. чем выше точка, в которой находится наблюдатель, тем полнее радуга. Радугу увидеть нельзя, если Солнце поднимется выше  $42^\circ$  над горизонтом, ведь при этом окружность радуги оказывается ниже уровня земли.

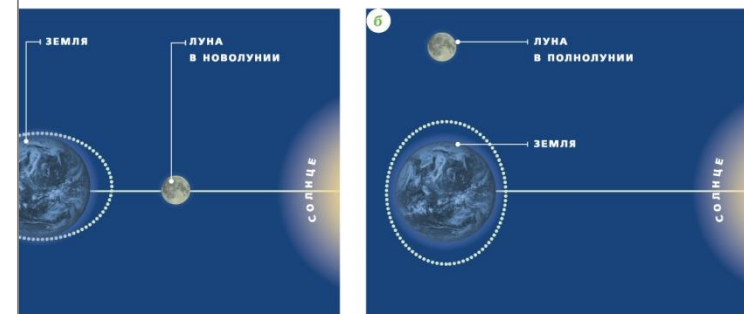


Рис. 2.19. Расположение Солнца, Земли и Луны: а — при максимальной величине прилива; б — при минимальной величине прилива



# Особенности подачи материала

- Сочетание **научного подхода** и **доступности**
- **Простота** изложения материала
- **Наглядное представление** различных физических явлений и процессов на многочисленных схемах и фотографиях



Рис. 3.23. Дегазация при открытии: а — банки с газированным напитком; б — бутылки с газированной, предварительно взболтанной водой

Представим себе, что в некотором месте недалеко от магматической камеры земная кора оказалась непрочно закупоренной и магма вышибает «пробку» вулкана и вырывается из недр Земли. Что может помочь магме вырваться наружу? Например, такие геологические явления, как небольшое землетрясение, таяние шапки ледника, закрывающей жерло вулкана, оползень и даже очень сильные ливни.



Рис. 3.24. Возникновение магматической камеры в зоне погружения одного блока земной коры (океаническая плита) под другой (континентальная плита)

## Отдельные врезки с математическими доказательствами и обоснованиями



Рис. 5.31. Барашки на волнах

Солнечный свет полностью отражается такой средой, и в наш глаз попадает излучение того же спектрального состава, что упало на волну. Поэтому барашки кажутся нам белыми. Такова же причина белого цвета облаков и пара, идущего из носика кипящего чайника.

Таким образом, цвет моря зависит от очень многих факторов: наличия в нём планктона и неорганических взвесей, ветра, солнца, туч и облаков, угла наблюдения. Поэтому цвет моря, как картинка в калейдоскопе, никогда не повторяется, и надо быть Айвазовским, чтобы уметь ухватить это мимолётное и неповторимое состояние и перенести его на холст. По его картинам можно даже изучать физические характеристики изображённых оптических явлений.

Например, Айвазовский очень любил изображать ночное море, когда основным элементом картины является лунная дорожка (рис. 5.32). Попробуем рассмотреть явле-

ние отражения лунного света в морской воде. Мы видим, что на прямой, соединяющей Луну и зрителя, светится почти сплошная линия, которую и называют дорожкой. Чуть правее и левее эта дорожка распадается на отдельные яркие блики, а вдали она размывается.

Так ли на самом деле выглядит лунная дорожка и каковы физические основы её появления?

Лунная дорожка возникает в результате отражения света большим количеством волн. Каждая волна даёт отдельное отражение, а вместе они укладываются в дорожку. Часто отражение источников света от поверхности воды имеет вид вытянутых пятен — длинных дорожек, направленных от источника света к нашему глазу.

Найдём условия, при которых происходит образование лунных дорожек. Прежде всего,



Рис. 5.32. И. К. Айвазовский. Парусник у берегов Крыма в лунную ночь

### Лунные дорожки

Рассмотрим ситуацию, при которой наблюдатель смотрит на поверхность моря в лунную ночь со скалы высотой  $h$  (рис. 5.33).

Угол между направлением от наблюдателя к Луне и поверхностью воды обозначим  $\omega$ . Будем приблизительно считать, что этот угол одинаков для точек на поверхности воды в начале (точка А) и в конце (точка В) дорожки. Это оправдано, поскольку расстояние от наблюдателя до Луны много больше длины лунной дорожки, не превышающей, как правило, нескольких километров. Будем считать, что на каждом участке поверхности воды есть много маленьких волн, зеркально отражающих падающий свет. Точку, в которой расположен глаз наблюдателя, обозначим С.

Пусть крутизна склона волны в точке А имеет максимально возможное значение  $\alpha$ . Если волна движется в направлении наблюдателя, то угол падения луча в точке А составит  $\omega + \alpha$ . Таким же будет и угол отра-

жения. А по отношению к плоскости воды, как видно из рисунка, отражённый луч будет составлять угол  $\omega + 2\alpha$ . Если точка А — самая близкая к наблюдателю, откуда отражённый луч ещё попадает в глаз, то расстояние от основания скалы до точки А будет равно:

$$L_1 = h \operatorname{ctg}(\omega + 2\alpha).$$

Для всех волн, имеющих наклон меньше  $\alpha$ , точки на поверхности воды, отражающие лунный луч в глаз наблюдателя, будут располагаться правее точки А. Самая удалённая от наблюдателя такая точка — точка В — будет соответствовать опускающемуся под углом  $\alpha$  склону волны. В этом случае зеркальце, образованное волной, будет наклонено вниз под тем же углом  $\alpha$ . Угол падения лунного луча на точку В составит, как видно из рисунка, величину  $\omega - \alpha$ . Отразившись под этим же углом от волны, луч составит угол  $\omega - 2\alpha$  с плоскостью воды. Если этот луч — луч, приходящий из

наиболее удалённой от наблюдателя точки, то

$$L_2 = h \operatorname{ctg}(\omega - 2\alpha).$$

Тогда длина лунной дорожки будет равна:

$$\begin{aligned} L &= L_2 - L_1 = \\ &= h(\operatorname{ctg}(\omega + 2\alpha) - \operatorname{ctg}(\omega - 2\alpha)) = \\ &= h \frac{\sin 4\alpha}{(\sin \omega)^2 - (\sin 2\alpha)^2}. \end{aligned}$$

Проанализируем эту формулу. В случае штиля на море наклон волны равен нулю, и мы получаем  $L = 0$ . В случае  $\alpha \rightarrow \frac{\omega}{2}$  длина дорожки стремится к бесконечности. Если Луна стоит достаточно высоко, так что  $\omega > 2\alpha$ , то лунная дорожка возникнуть не может. Но, конечно, бесконечно длинной лунная дорожка тоже быть не может. Максимальная её длина — это расстояние до горизонта.

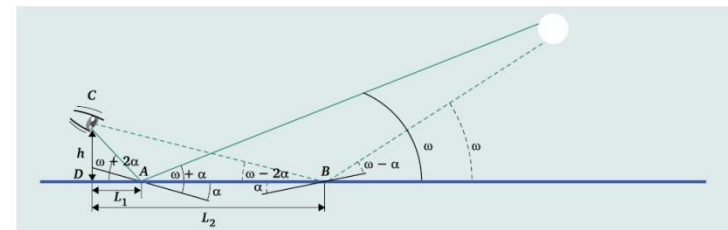


Рис. 5.33



# Наглядное представление различных физических явлений и процессов

Сочетание фотографий реальных объектов и явлений со схемами и пояснительными рисунками



Рис. 6.25. Использование энергии воды: а — водяное колесо, приводящее в действие насос. Иллюстрация из книги Георга Агриколы «De Re Metallica Hibri XII», 1556 г.; б — действующая музейная водяная мельница в д. Бугрово (Псковская область)

Мы уже говорили, что в потоке водопада заключено колоссальное количество энергии. И гидроэнергию люди научились использовать с древнейших времён. Устройство, преобразующее энергию воды в механическую энергию, называется водяным колесом (рис. 6.25, а). Его соединяли с жерновами мельницы и мололи зерно. Всю систему в сборе называют водяной мельницей (рис. 6.25, б), она появилась намного раньше ветряной.

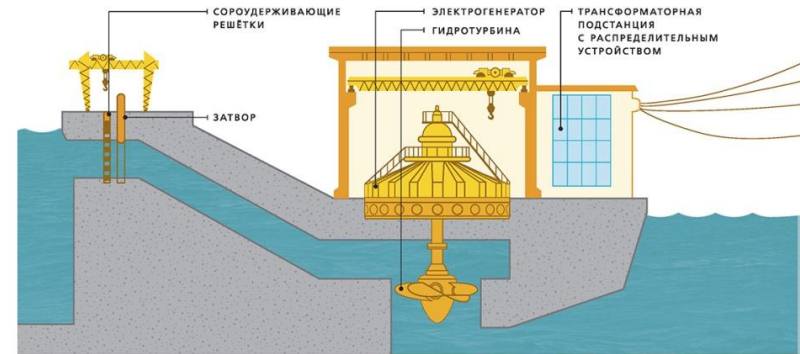


Рис. 6.26. Схема современной гидроэлектростанции

Несмотря на то что современные устройства, позволяющие использовать энергию падающей воды, например гидроэлектростанции (рис. 6.26), мало похожи на водяные мельницы, принцип их действия остался прежним. Просто водяное колесо превратилось в гидротурбину, а её механическая энергия преобразуется в электрическую.

## Мощность электростанции, которую можно построить на реке

При выводе уравнения Бернулли мы получили формулу для энергии потока жидкости. Эта формула позволяет оценить энергетический потенциал конкретной реки. Мощность потока равна

$$W = \left( \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g h \right) \Delta V,$$

где  $\Delta V$  — объём воды, протекающий через сечение потока в единицу времени. Эта величина в гидроэнергетике называется расходом воды  $Q$  и измеряется в  $\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$ . Как правило, наиболее эффективными оказываются электростанции, использующие потенциальную энергию воды (второе слагаемое в формуле). Для того чтобы увеличить перепад высоты, строят плотины и делают водохранилища или запруды. Если пренебречь вкладом кинетической энергии, то выраба-

тываемую мощность электростанции можно оценить так:

$$W = \eta \rho g h Q.$$

Здесь  $\eta$  — коэффициент полезного действия турбины, который для современных установок составляет примерно 0,80–0,90, а  $h$  — перепад высоты между уровнем водохранилища и уровнем, на котором расположена турбина. Подставляя, например,  $h = 10$  м,  $Q = 10 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$ , получим  $W \approx 1$  МВт от одной турбины. Современные гидроэлектростанции имеют значительно большие мощности. Так, например, Саяно-Шушенская ГЭС на реке Енисей (рис. 6.27) имеет мощность 6400 МВт! Вода, падая с высоты 194 м, крутит десять турбин, каждая из которых расходует  $358 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$ . Глядя на эту мощь, сложно поверить, что всё это сделано людьми.



Рис. 6.27



# Глава 1

- Закон всемирного тяготения и законы Кеплера
- Звезда по имени Солнце
- Планеты Солнечной системы
- Вращение Земли вокруг своей оси
- Силы инерции
- Календарь





# Глава 2

- Свет Луны
- Солнечные и лунные затмения
- Приливы и отливы
- Прецессия земной оси
- Замедление вращения Земли



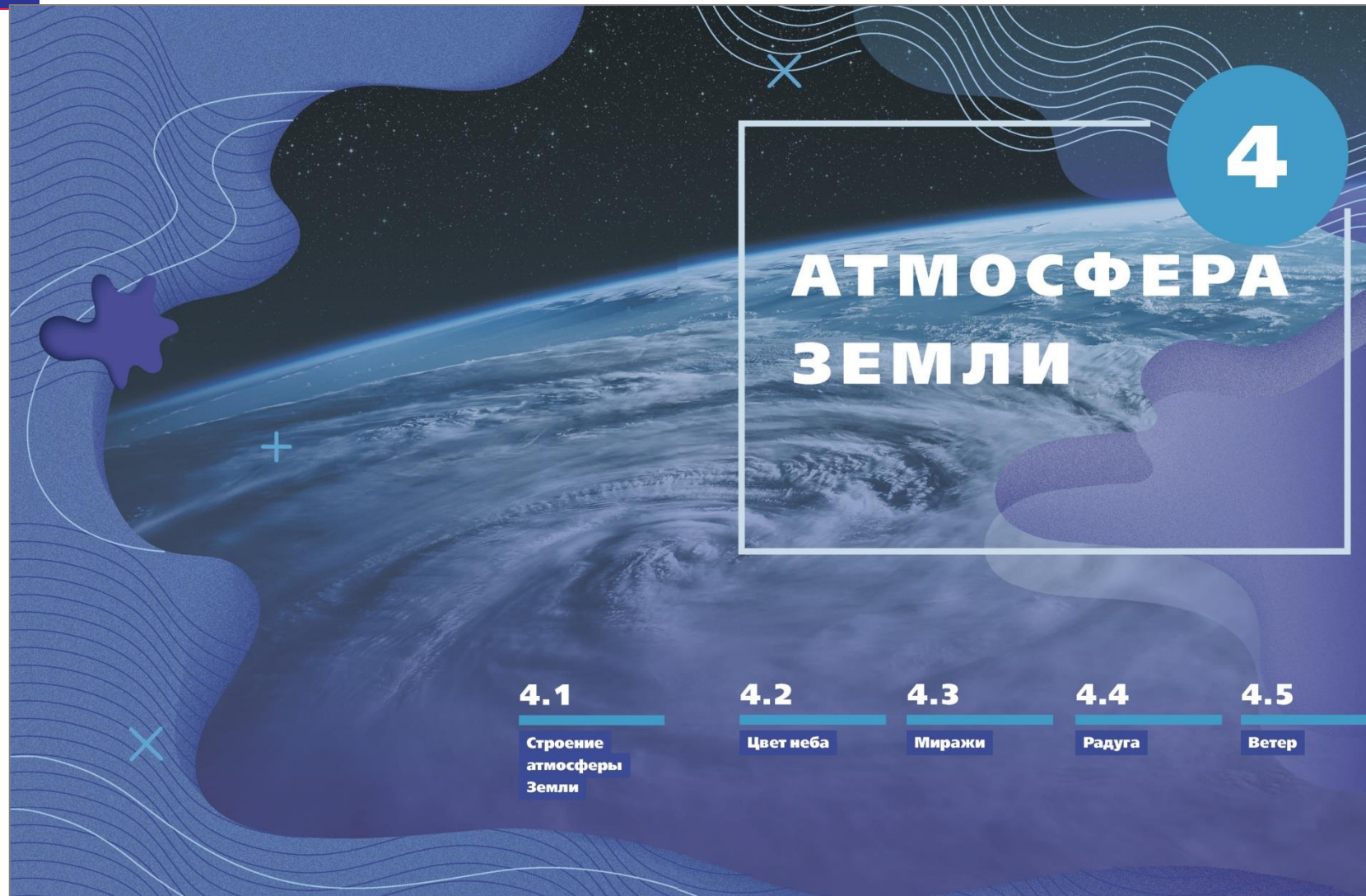


- Форма планет
- Ускорение свободного падения на поверхности Земли
- Координаты и навигация
- Внутреннее строение Земли
- Движение земной коры
- Вулканы и гейзеры
- Землетрясения





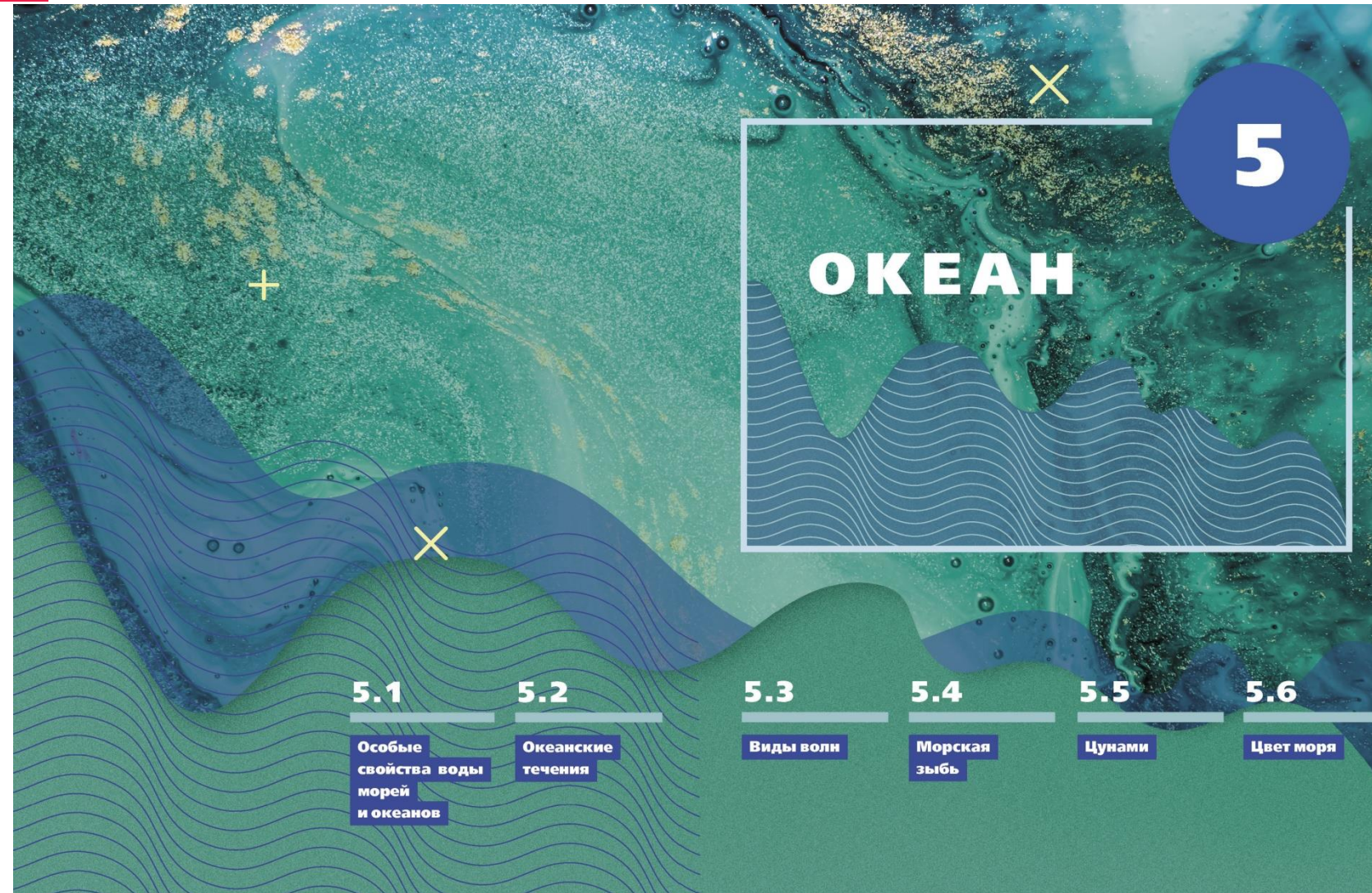
- Строение атмосферы Земли
- Цвет неба
- Миражи
- Радуга
- Ветер





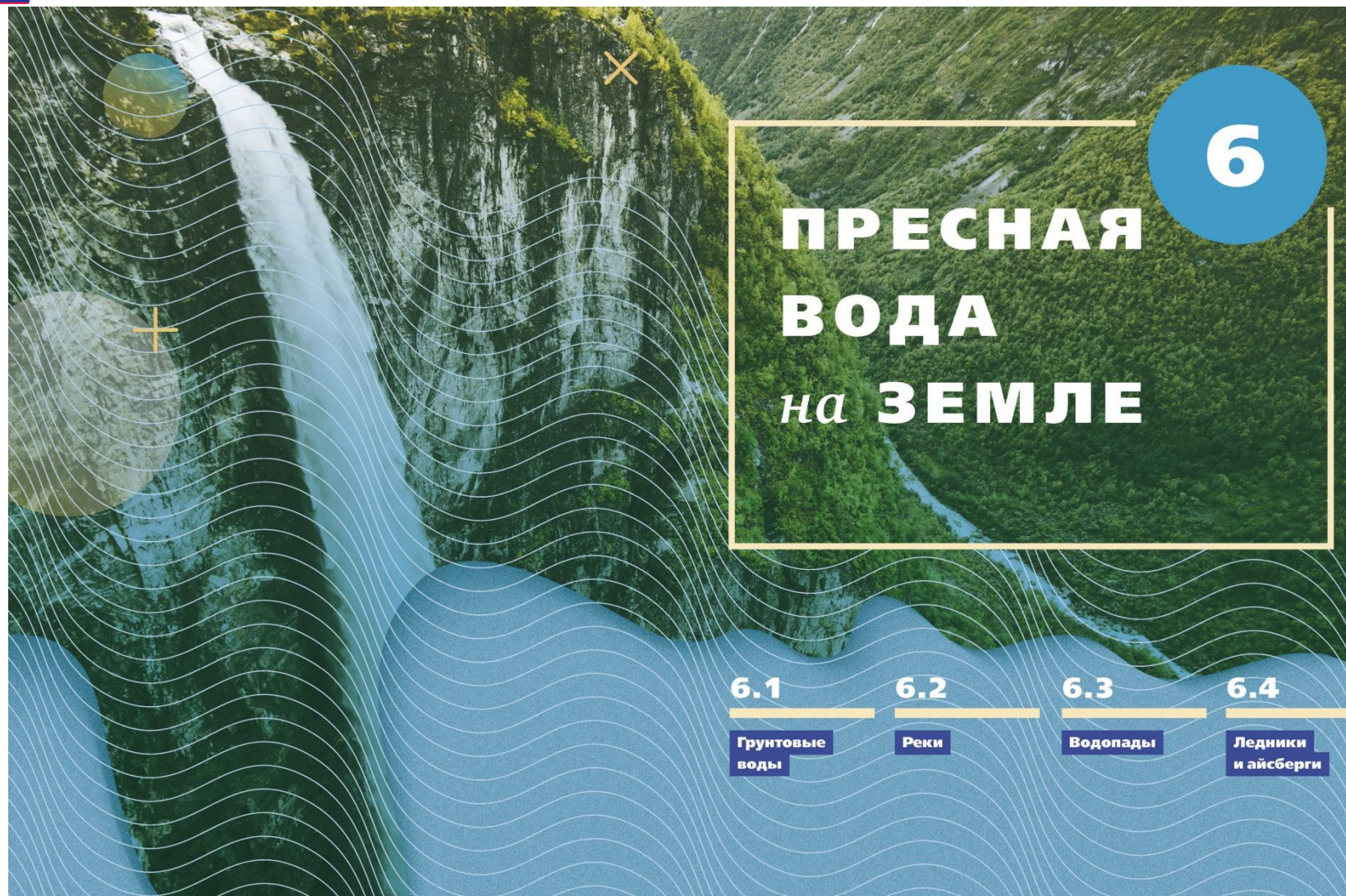
# Глава 5

- Особые свойства воды морей и океанов
- Океанские течения
- Виды волн
- Морская зыбь
- Цунами
- Цвет моря





- Грунтовые воды
- Реки
- Водопады
- Ледники и айсберги





- От чего зависит климат
- Облака
- Капли в воздухе
- Атмосферное электричество. Грозы. Молния
- Разновидности и форма снежинок. Метель
- Снежные лавины в горах
- Причины изменения

климата Земли



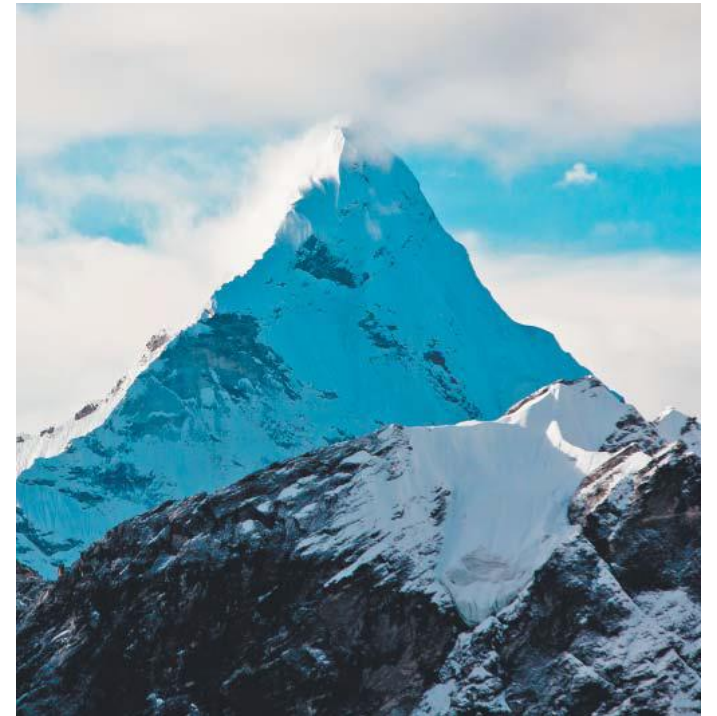
# Ждём ответа на вопрос!

---

Все знают, какую высоту имеет самая высокая гора на Земле.

А что можно сказать о высоте гор на других планетах солнечной системы?

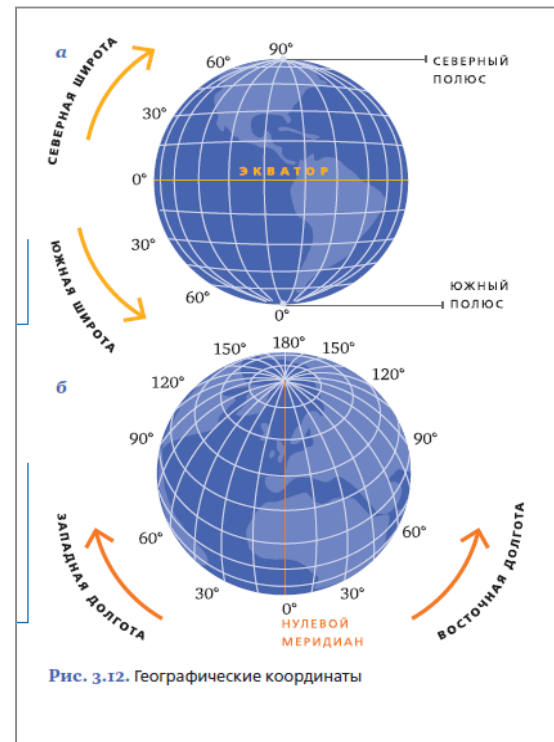
Выше или ниже горы на Венере и Марсе, чем горы на Земле, и почему?





# Ждём ответа на вопрос!

Куда придешь, если все время двигаться на северо-запад?



# Ждём ответа на вопрос!

---

Почему Луна бывает видима не полностью,  
а в виде серпа?





# Ждём ответа на вопрос!

На какое максимальное расстояние  
может улететь камень из жерла вулкана:

1 км,

10 км,

100 км?



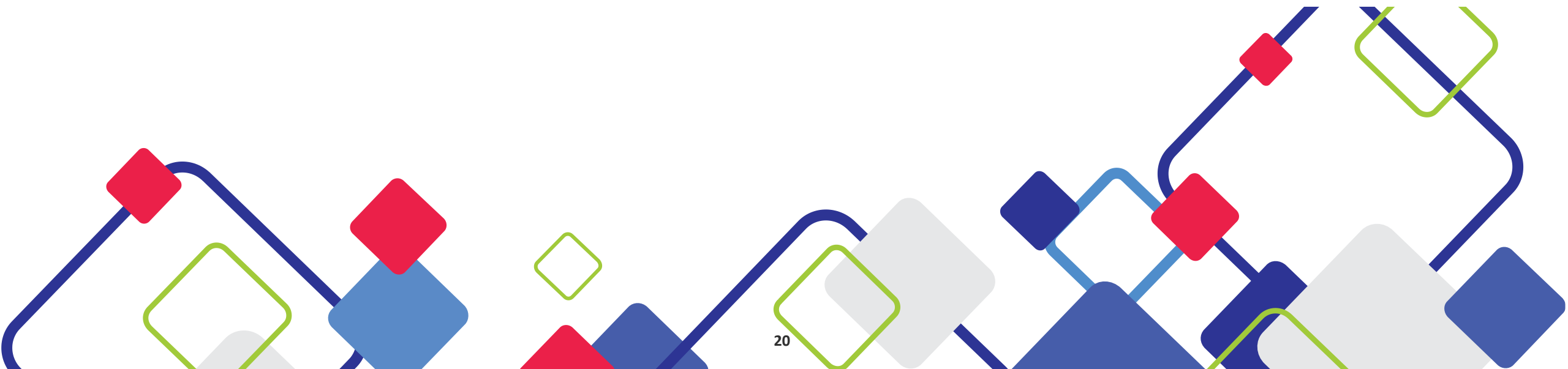
# Ждём ответа на вопрос!

---

Можно ли сделать радугу своими руками  
и что для этого нужно?



Рис. 4.15. Радуга в Скалистых горах (Национальный парк Банф, Канада)





# Ждём ответа на вопрос!

В Байкал впадает 336 рек, а вытекает только одна – Ангара.

И так для всех крупных озер.

Почему?



# Ждём ответа на вопрос!

---

Какова должна быть максимальная высота облака (размер по вертикали), чтобы оно стало дождевым (тучей):

500 м,

2 км,

4 км?





# Ждём ответа на вопрос!

Каков размер самого большого айсберга, который когда-либо наблюдался:

5000 кв км (как остров Бали),

11 000 кв км (как остров Ямайка),

25 000 кв км (как остров Сицилия)?



# Ждём ответа на вопрос!

---

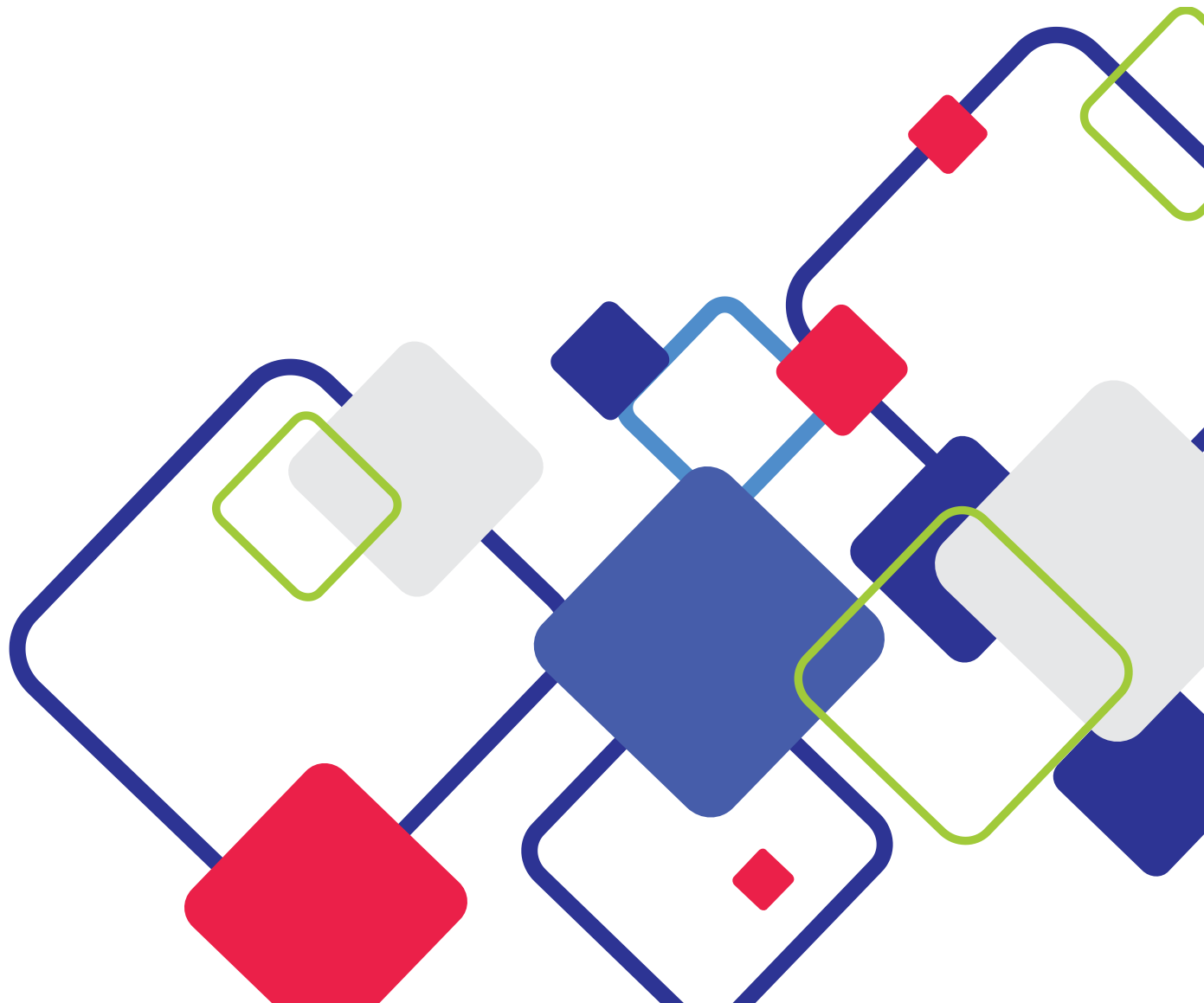
Когда закончился последний ледниковый период?





# Ничто не мешает человеку завтра стать умнее, чем он был вчера.

Пётр Капица  
советский учёный, академик,  
доктор физико-математических наук



[rosuchebnik.ru](http://rosuchebnik.ru), [росучебник.рф](http://росучебник.рф)

Москва, Пресненская наб., д. 6, строение 2  
+7 (495) 795 05 35, 795 05 45, [info@rosuchebnik.ru](mailto:info@rosuchebnik.ru)

### Нужна методическая поддержка?

Методический центр  
8-800-2000-550 (звонок бесплатный)  
[metod@rosuchebnik.ru](mailto:metod@rosuchebnik.ru)

### Хотите купить?



Официальный интернет-магазин  
учебной литературы [book24.ru](http://book24.ru)



LECTA

Цифровая среда школы  
[lecta.rosuchebnik.ru](http://lecta.rosuchebnik.ru)



Отдел продаж  
[sales@rosuchebnik.ru](mailto:sales@rosuchebnik.ru)

### Хотите продолжить общение?



[youtube.com/user/drofapublishing](https://youtube.com/user/drofapublishing)



[fb.com/rosuchebnik](https://fb.com/rosuchebnik)



[vk.com/ros.uchebnik](https://vk.com/ros.uchebnik)



[ok.ru/rosuchebnik](https://ok.ru/rosuchebnik)