

ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ АСТРОНОМИЯ МАНГА

ВСЕЛЕННАЯ

Кэндзи Исигава
Ютака Хиираги



Занимательная астрономия Вселенная

Манга

マンガでわかる 宇宙

川端 潔／監修

石川 憲二／著

柊 ゆたか／作画

ウェルテ／制作



ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ МАНГА

ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ АСТРОНОМИЯ ВСЕЛЕННАЯ

Кэндзи Исикава
Ютака Хиираги

Перевод с японского
Клионского А. Б.



Москва
Додэка, ДМК Пресс, 2015

УДК 524.8
ББК 22.632
И85

Исикава, Кэндзи.

И85 Занимательная астрономия. Вселенная. Манга / Кэндзи Исикава (автор); Ютака Хиираги (худож.) ; пер. с яп. Клионского А. Б. — М. : ДМК Пресс, 2015. — 256 с. : ил. — (Серия «Образовательная манга»). — Доп. тит. л. яп. — ISBN 978-5-97060-170-9.

Участники театрального кружка решили поставить спектакль, взяв за основу романтическую легенду о лунной принцессе. Однако, понимая, что в наше время никто не поверит, что Луна — «славное местечко» для принцесс, они решают «отправить» её в более далёкие и ещё неведомые края в космосе. В поисках родины принцессы они постепенно узнают о невероятном, полном загадок, совершенно фантастическом и тем не менее реальном мире космоса, на самом «дне» которого живём и мы с вами.

Путешествуя вместе с героями манги, вы узнаете: как люди догадались, что не Земля, а Солнце — главный «дирижёр» планет, их спутников, комет и астероидов, как далеко распространяется его влияние и что такое облако Оорта;

Чтение книги доставит вам огромное удовольствие и обогатит новыми знаниями. Её достоинства оценят не только учащиеся старших классов и колледжей, но и их учителя, а также все, кому интересны загадки неба, раскинувшегося у нас над головой.

УДК 524.8
ББК 22.632

Original Japanese edition
Manga de Wakaru Uchuu — Inshi Bunseki-hen (Manga Guide: The Universe)
By Kiyoshi Kawabata (Supervisor), Kenji Ishikawa (Author), Yutaka Hiiragi (Illustrator) and
Verte Corp. (Producer)
Published by Ohmsha, Ltd.
3-1 Kanda Nishikicho, Chiyodaku, Tokyo, Japan
Russian language edition copyright © 2014 by DMK Press
Translation rights arranged with Ohmsha, Ltd

Все права защищены. Никакая часть этого издания не может быть воспроизведена в любой форме или любыми средствами, электронными или механическими, включая фотографирование, ксерокопирование или иные средства копирования или сохранения информации, без письменного разрешения издательства.

ISBN 978-4-274-06737-2 (яп.) Copyright © Kiyoshi Kawabata, Kenji Ishikawa, Verte Corp., 2008
ISBN 978-5-94120-231-7 (Додэка) © Перевод, Издательский дом «Додэка-XXI», 2011
ISBN 978-5-97060-170-9 (ДМК Пресс) © Издание, ДМК Пресс, 2015



СОДЕРЖАНИЕ

Пролог

ИСТОРИЯ ПРИНЦЕССЫ, НАЧАВШАЯСЯ С ЛУНЫ.....1

- ★ История о Кагуе-химэ (принцессе Кагуе) 10
- ★ Повесть о Кагуе-химэ — результат наблюдений за Вселенной?! 18

Глава 1

ЗЕМЛЯ — ЦЕНТР ВСЕЛЕННОЙ?23

- 1.1. Загадочный свет в небе 24
- 1.2. Солнце вращается вокруг Земли? 34
- 1.3. О гелиоцентрической системе мира догадывались уже 2300 лет назад 40
- 1.4. От геоцентрической системы к гелиоцентрической 50
- 1.5. Представление о расстояниях во Вселенной 56
 - » Каково расстояние до горизонта? 66
 - » Каково расстояние до Луны? 67
- ★ Великая битва между геоцентрической и гелиоцентрической системами 70
- ★ Объяснение законов Кеплера 75

Глава 2

ОТ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ К ГАЛАКТИКЕ 81

- 2.1. А что, если бы Кагуя-химэ прилетела с одной из планет Солнечной системы? 82
 - » Кагуя-химэ из Солнечной системы 84
- 2.2. Небесная река, Milky Way и Млечный Путь 100
- 2.3. Во сколько раз Галактика больше Солнечной системы? 106
- 2.4. Что находится в центре нашей Галактики? 108
 - » Пять лучших загадок Млечного Пути! 110
- 2.5. Млечный Путь — одна из множества галактик 112
- ★ Вселенная, познаваемая человеком, быстро увеличивается 118
 - » Хитрость под названием «триангуляция» с использованием космического пространства 126
 - » Каковы размеры Солнечной системы? 128

Глава 3

ВСЕЛЕННАЯ РОДИЛАСЬ БЛАГОДАРЯ БОЛЬШОМУ ВЗРЫВУ 129

- 3.1. Остров «Галактика» в океане под названием «Вселенная» 130
 - » Что такое крупномасштабная структура Вселенной? 140
- 3.2. Великое открытие Хаббла 142
- 3.3. Если Вселенная расширяется... 151
- 3.4. Всё началось с Большого взрыва 161
 - » Теория расширения Вселенной Хаббла оказалась несовершенной?! 162
 - » Три причины признания космологической теории Большого взрыва 166
- ★ Инопланетяне — существуют они или нет? 180
 - » Если хорошо знать свойства звёзд, то станут понятны и расстояния? 186



Глава 4

КАК ВЫГЛЯДИТ КРАЙ ВСЕЛЕННОЙ? 189

- 4.1. Куда можно прийти, двигаясь по Вселенной
в одном направлении 190
- 4.2. Самые близкие планеты земного типа 201
Путешествие космического корабля «Кагуя» 204
- 4.3. Край Вселенной, которого мы достигли 206

Эпилог

НАША ВСЕЛЕННАЯ – ЕДИНСТВЕННАЯ? 211

- » Вселенных множество?! 217
- ★ Край Вселенной, рождение Вселенной и, наконец,
смерть Вселенной 218
 - » В космическом пространстве используется
 гауссова кривизна 220
 - » А ведь Эйнштейн был прав 225

ОТ РЕДАКТОРА 230

ФОТОГРАФИИ 231

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ 232

ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ В АСТРОНОМИИ 242

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ 243

ПРЕДИСЛОВИЕ

Когда я писал эту книгу, один фотограф, случайно оказавшийся вместе со мной в связи с совсем другим проектом, неожиданно произнёс:

«Да, мне в последнее время нравится размышлять о Вселенной».

Не знаю, почему в нашем совершенно обычном разговоре всплыла эта тема. Когда я спросил о причине, фотограф ответил так: «Мне приятно пытаться представлять, как устроена окружающая нас Вселенная, потому что эти мысли отличны от тех, которые обычно появляются у меня в процессе работы».

И правда, подумал я. Действительно, на работе необходимо постоянно думать о мелочах, чтобы не допустить ошибку. В результате наш мозг устаёт, подобно тому как при долгой однообразной физической работе начинают болеть определённые мышцы.

В такое время хорошо поразмышлять о том, с чем мы не сталкиваемся в повседневной жизни. Это подобно тому, как вы делаете простые упражнения для снятия усталости мышц.

Тема «устройства Вселенной», наверное, как раз подходит для этого. Фотограф хотел сказать мне именно это.

Я тоже люблю думать о Вселенной, поэтому продемонстрировал ему некоторые свои познания: «Вселенная вся находится в движении, и пространство само по себе тоже расширяется, поэтому нельзя указать определённого места путём, например, задания координат. Говорят, что материя и энергия, формирующие галактики, до сих пор почти не изучены. Возможно, существуют и другие вселенные, кроме нашей».

Несмотря на расплывчатость моих утверждений, скорее напоминающих какие-то сплетни, чем знания, фотограф тоже проявил к ним интерес, и некоторое время мы вдвоём говорили о небе. Это была короткая беседа, но у меня осталось от неё очень приятное воспоминание.

Почему Вселенная так интересна?

Может быть, потому, что сколько ни размышляй, к однозначному ответу всё равно не придёшь.

Конечно, человечество к настоящему времени накопило много знаний о Вселенной. Теория Большого взрыва, вплотную подводящая к разгадке тайны рождения не только Вселенной, но и материи, открытие крупномасштабной структуры Вселенной — всё это представляет собой ценные ответы, приближающие нас к «полной картине Вселенной».

Однако при добавлении каждого нового знания рождается ещё больше загадок. Другими словами, историю исследования Вселенной можно уподобить лазанию по горам: желая узнать, что находится за горой, забираешься на неё, и оказывается, что за ней находится другая гора, а за ней — ещё и ещё...

Возьмём, например, Луну.

Вопрос о том, есть ли там вода, обсуждался достаточно долгое время. Если там есть большое количество воды, то можно, разлагая её, получать кислород или использовать её для питья, поэтому возникает большое желание построить лунную



базу. Несмотря на важность этой темы для человечества, мнение по этому вопросу много раз менялось.

Вещество, из которого состоит Луна, похоже на нынешнее земное, поэтому на ней изначально должна была существовать вода. Однако этот спутник Земли практически лишен атмосферы, поэтому вода в конце концов испарилась и улетела в космос, и остался только этот напоминающий пустыню пейзаж. Вот так долгое время люди представляли себе Луну.

Однако когда стало известно, что вблизи лунных полюсов (северного и южного) существуют кратеры, которые всё время находятся в тени от Солнца, появилась надежда: «Не сохранилась ли вода в виде льда?» Итак, какой же результат был получен?

В настоящее время, согласно новейшей информации, полученной с японского исследовательского спутника «Кагуя», который продолжает наблюдения, вращаясь по окололунной орбите вблизи южного полюса, наличие воды, к сожалению, не подтвердилось. Хотя есть вероятность того, что она находится под лунной поверхностью. На данном этапе изучения можно заключить, что даже если вода или лёд присутствуют, то в чрезвычайно малых количествах. Однако если в дальнейшем будут производить исследования под лунной поверхностью, то «ответ», возможно, снова изменится.

Даже Луна, ближайшее к нам небесное тело, таит в себе много загадок, но, когда мы расширяем рамки изучения до Солнечной системы, Галактики и группы галактик, там нас окружают сплошные загадки. Но, несмотря на это, мысленные эксперименты, когда мы, отдавая дань уважения усилиям предшественников, из всех сил стремившихся приблизиться к истине, сами строим представления и предположения, возможно, приведут нас к открытию, заслуживающему Нобелевской премии.

Три ученицы старшей школы: Канна, Глория и Яманэ, главные героини этой книги, вначале тоже проявляют к Вселенной лёгкий интерес, но по мере углубления их знаний всё больше и больше захватываются этим увлекательным предметом. Наконец, когда повествование близится к концу, они достигают, хотя и не в буквальном смысле, переднего края астрономии и астрофизики.

Для того чтобы вы смогли насладиться повествованием, в манге и в объяснениях я по возможности избегал излагать сложный материал. Я сам отношусь к типу людей, которые сразу бросают читать научную книгу, как только в ней появляются формулы, поэтому обращал на это особое внимание. Хотя мне и пришлось разместить в тексте несколько формул, вы можете безо всяких проблем просто пропустить их.

Вселенная в равной степени простирается над головой каждого из нас. Или лучше сказать, что мы сами — это часть Вселенной, поэтому нам должно быть позволено свободно размышлять о ней, даже если мы не учёные.

«Да, мне нравится размышлять о Вселенной».

Если после прочтения этой книги вы подумаете именно так, то это будет для автора наивысшим счастьем.

Октябрь 2008 года

Кэндзи Исигава

ДЕЙСТВУЮЩИЕ ЛИЦА



Яманэ́

Ученица старшей школы «Кооки», занимается в театральном кружке, пишет сценарии для спектаклей. Серьёзная девушка.



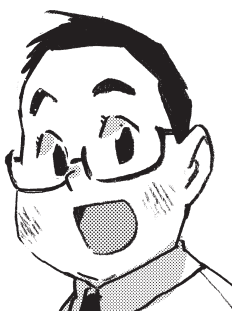
Канна́

Подружка Яманэ, вместе с которой учится в старшей школе «Кооки», занимается в театральном кружке, любит спорт. Романтическая натура. Младшая сестра Канты.



Глория́

Стажёрка из Америки. Почитатель японской культуры. Помогает Яманэ и Канне в постановке спектаклей.



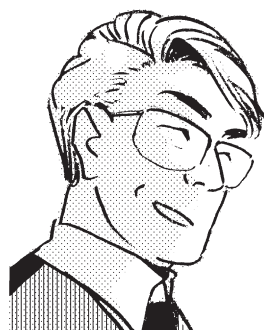
Исицу́ка

Учитель (сэнсэй) родной речи в школе «Кооки». Помогает в постановке спектаклей театрального кружка.



Канта́

Студент кафедры астрофизики. Пытается быть серьёзным. Старший брат Канны.



Сану́ки

Профессор кафедры астрофизики. В молодости увлекался театральными постановками.



ПРОЛОГ
ИСТОРИЯ
ПРИНЦЕССЫ,
НАЧАВШАЯСЯ
С ЛУНЫ

Районная старшая школа «Кооки»

РОМЕО!

ТЕАТРАЛЬ-
НЫЙ
КРУЖОК
Набор
учащихся

РОМЕО,
О ЗАЧЕМ ЖЕ
ТЫ РОМЕО!

А РОМЕО
ИГРАТЬ НЕКОМУ!

ПРОСТО У НАС
НЕТ ЛЮДЕЙ.

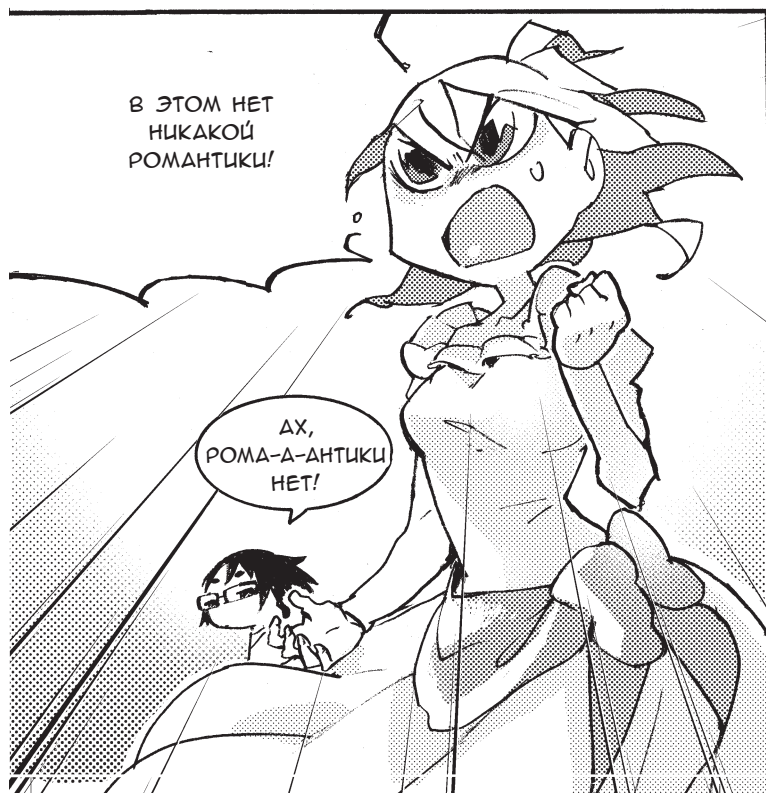
СКОРО УЖЕ
ФЕСТИВАЛЬ...

До театрального
фестиваля
осталось
20 дней.

ЧТО ЖЕ
ДЕЛАТЬ?!



*2-й класс старшей школы в Японии соответствует 10-му классу в России.



А Я ВЕДЬ ОТКАЗАЛАСЬ
ОТ ПРИГЛАШЕНИЙ ИЗ РАЗНЫХ
СПОРТИВНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ
РАДИ ТОГО, ЧТОБЫ ИГРАТЬ
НА СЦЕНЕ...

НЕУЖЕЛИ
СОВРЕМЕННАЯ
МОЛОДЁЖЬ
СОВЕРШЕННО
НЕ ИНТЕРЕСУЕТСЯ
ТЕАТРОМ?



КАК ЖАЛЬ!

АА, ОДНАКО,
СПОРТИВНЫЕ ОТДЕЛЕНИЯ
НА САМОМ ДЕЛЕ
ПОДХОДЯТ ТЕБЕ БОЛЬШЕ...

КАК БЫ ТАМ
НИ БЫЛО...



...ЕСЛИ МЫ НЕ СМОЖЕМ
НИЧЕГО ПОСТАВИТЬ
ДЛЯ ПРЕДСТОЯЩЕГО
ФЕСТИВАЛЯ...

До театрального
фестиваля
осталось
20 дней.

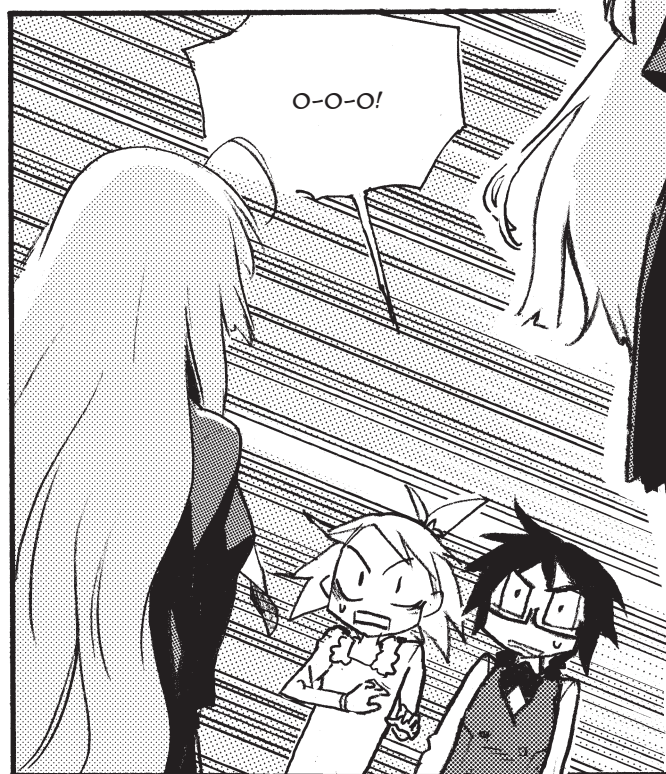
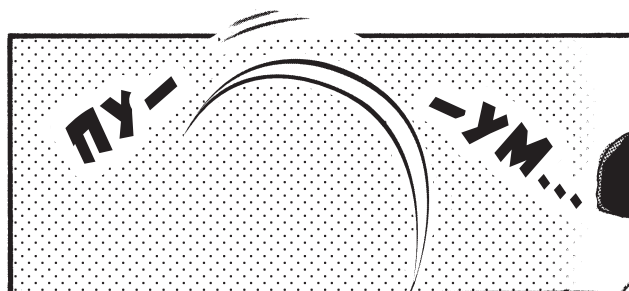
...НАШ КРУЖОК
БУДЕТ
ЛИКВИДИРОВАН.

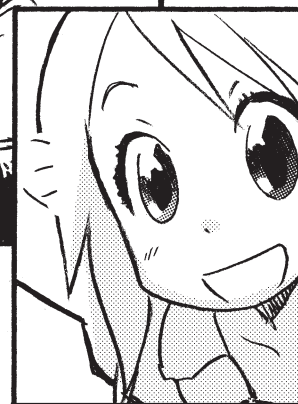


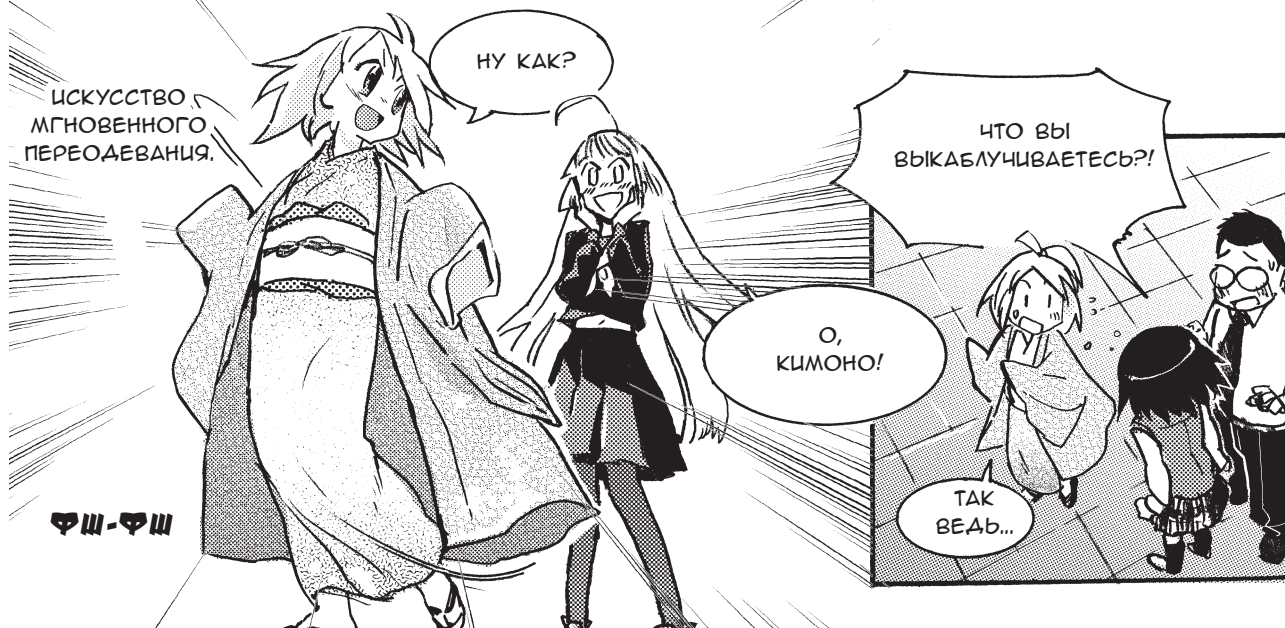
хлоп...

Эх!

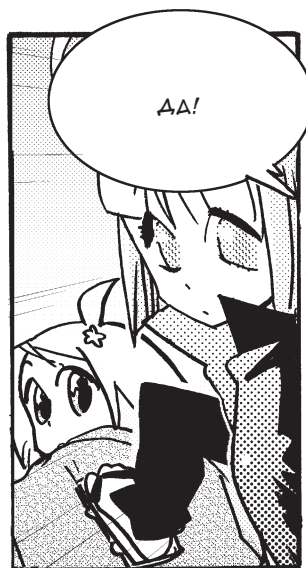


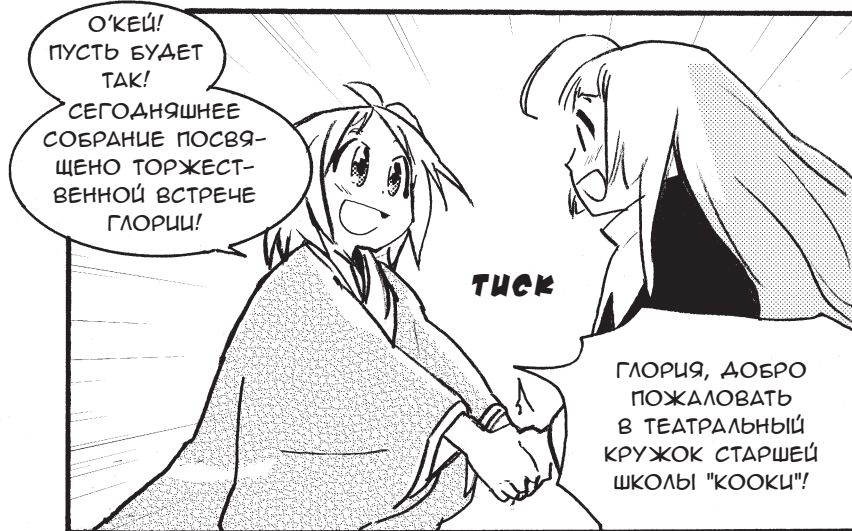
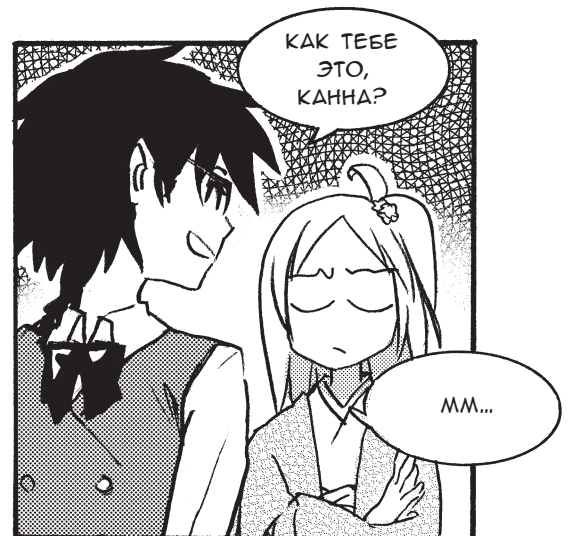
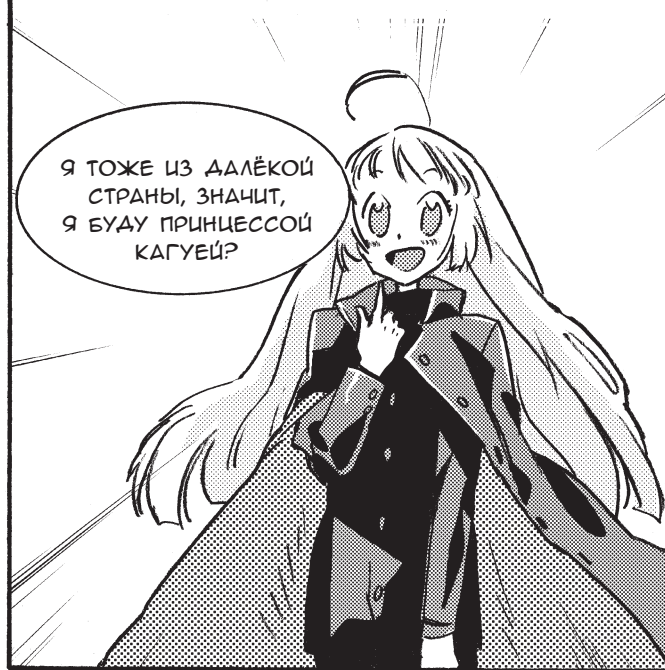






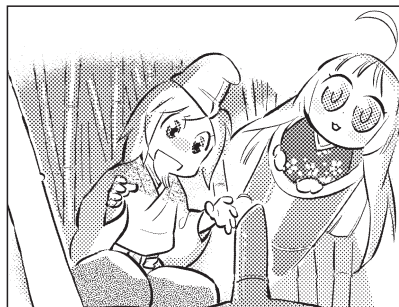
* Начало монолога Канъити — главного героя романа японского писателя Одзаки Коё (1867—1903) «Золотой демон».





★ ИСТОРИЯ О КАГУЕ-ХИМЭ (ПРИНЦЕССЕ КАГУЕ)

Давным-давно один старик пошёл рубить бамбук на корзины. В бамбуковой роще он увидел одно чудесное деревце, из ствола которого лился свет. Старик очень удивился, и, когда он срубил это деревце, из стебля вышла девочка, такая маленькая, что могла поместиться на ладони. Старик подумал: «Ведь у меня никогда не было детей! Наверно, бог сжалился надо мной и послал мне эту девочку!» И он решил взять её домой и растить её вместе со своей старухой.



После этого случая старик стал часто находить в бамбуке золото. Он постепенно разбогател. Тем временем девочка быстро росла и через 3 месяца превратилась в прекрасную девушку.

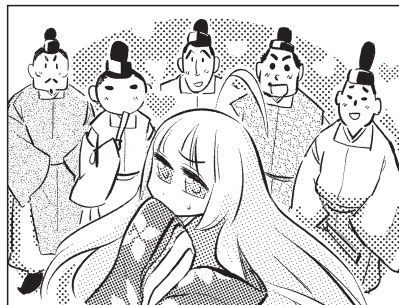


БЫСТРО ЖЕ ОНА
ВЫРОСЛА!

НУ, ВЕДЬ ЭТО
СКАЗКА!



Старик со старухой называли девушку Кагуя-химэ (принцесса Кагуя). Ей восхищалась вся столица. Многие мужчины хотели жениться на ней, но Кагуя-химэ не проявляла ни к кому интерес. Наконец к ней стали свататься пятеро знатных женихов.



Но Кагуя-химэ поставила каждому из них невыполнимое условие: принести сокровище, которое невозможно было принести. Разумеется, ни один из женихов не справился со своей задачей.



ЧТО ЖЕ ЭТО БЫЛО
ЗА СОКРОВИЩЕ?!

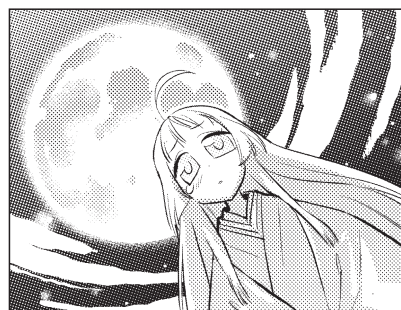
ЧТО-ТО ВРОДЕ ПЯТИЦВЕТ-
НОГО ДРАГОЦЕННОГО
КАМНЯ С ШЕИ ДРАКОНА!



ОДИН ИЗ ЖЕНИХОВ, СТАРШИЙ СОВЕТНИК ПО ИМЕНИ ОТОМО, ПОРУЧАЕТ СВОИМ СЛУГАМ НАЙТИ ЭТОТ ДРАГОЦЕННЫЙ КАМЕНЬ. ПОНЯВ НЕВЫПОЛНИМОСТЬ ПОРУЧЕНИЯ, ВСЕ СЛУГИ РАЗБЕГАЮТСЯ. ТОГДА ОТОМО ОТПРАВЛЯЕТСЯ НА ПОИСКИ САМ, НО ЕГО КОРАБЛЬ ПОПАДАЕТ В БУРЮ. ОБО ВСЁМ ЭТОМ УВЛЕКАТЕЛЬНО РАССКАЗАНО В "ПОВЕСТИ О СТАРИКЕ ТАКЭТОРИ", НО Я НЕ БУДУ СЕЙЧАС ПЕРЕСКАЗЫВАТЬ ЕЁ ОЧЕНЬ ПОДРОБНО.



Прошло 3 года. Кагуя-химэ стала грустить, когда смотрела на Луну. А с приближением осеннего полнолуния девушка стала часто плакать. Когда обеспокоенный старик спросил её, о чём она горюет, Кагуя-химэ ответила: «Я гостья в вашей стране. Моя родина — лунная столица, и в пятнадцатую ночь я должна буду вернуться туда».

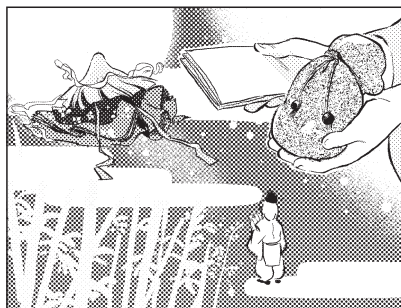


А ЧТО ЗНАЧИТ
"ПЯТНАДЦАТАЯ
НОЧЬ"?

ЭТО НОЧЬ 15-ГО ДНЯ 8-ГО МЕСЯЦА
ПО ДРЕВНЕМУ КАЛЕНДАРЮ. ТО ЕСТЬ
ЭТО ПОЛНОЛУНИЕ ГДЕ-ТО В СЕНТЯБРЕ.



В тот день император, также влюблённый в Кагуя-химэ, желая её удержать, окружил дом старика большим войском. Но ничто не могло помешать лунным посланникам, — повинаясь невидимой силе, девушка выходит из дома и принимает из рук лунного посланника волшебную мантию, украшенную птичьими перьями. Оставив императору письмо и напиток бессмертия «Фуроо-фудзи», Кагуя-химэ набрасывает себе на плечи эту волшебную мантию. В тот же миг она забывает свою земную жизнь и возвращается на Луну.



Прочтя письмо, опечаленный император подумал: «Зачем нужно бессмертие, если я никогда её не увижу?» Он зажёг напиток бессмертия на вершине самой высокой в его стране горы, потому что оттуда было ближе всего до Луны. С тех пор столбом поднимается вечный дым к далёким облакам, а эту гору называют Фудзи — «гора бессмертия».



ТАК ВОТ О ЧЁМ
БЫЛА ЭТА
ИСТОРИЯ...

КАК РОМАНТИЧНО!
ЗНАЧИТ, В ДРЕВНОСТИ
ТОЖЕ БЫЛА НАУЧНАЯ
ФАНТАСТИКА!

ВСЕ-ТАКИ ЯПОНИЯ —
УДИВИТЕЛЬНАЯ СТРАНА!

КАКАЯ ПОХВАЛА!
ДАЖЕ КАК-ТО
НЕЛОВКО...

НЕ ПРИНИМАЙ
ЭТО В СВОЙ
АДРЕС.

А ВЕДЬ И ПРАВДА
КАК НАУЧНАЯ ФАН-
ТАСТИКА: ИНОПЛАНЕ-
ТЯНКА КАГУЯ-ХИМЕ,
ПРИЛЕТЕВШАЯ
С ЛУНЫ...

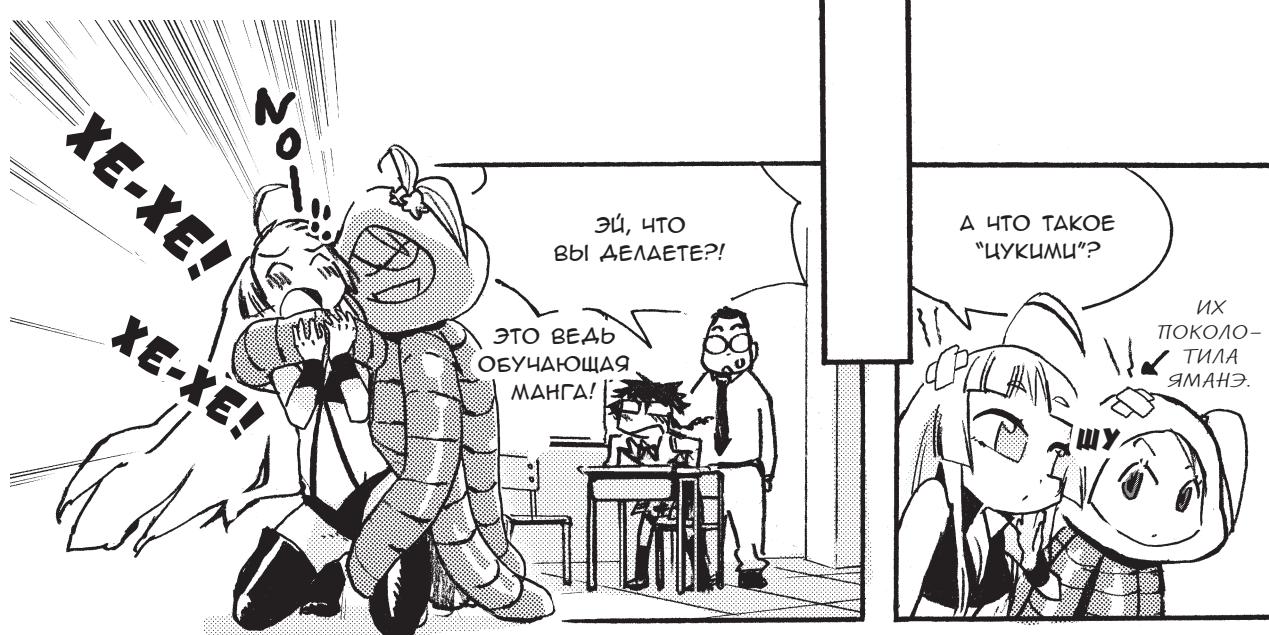
МНОГО ПОДОБНЫХ
ИСТОРИЙ ЕСТЬ
И В ДРУГИХ СТРАНАХ
АЗИИ...

...НО ТОЛЬКО
В ЯПОНИИ ГОСТИ
ПРИЛЕТАЮТ НА ЗЕМЛЮ
С ЛУНЫ.

МОЖЕТ БЫТЬ,
ЭТУ ИСТОРИЮ
КТО-ТО ПРИДУМАЛ
ВО ВРЕМЯ
ЦЕРЕМОНИИ
"ЦУКИМИ"?*

* Цукими — старинная праздничная церемония любования
полной Луной.

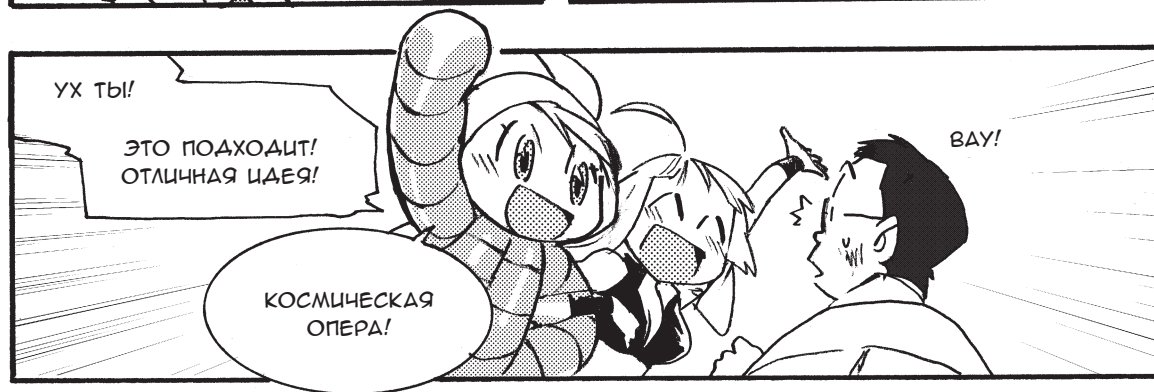
ПРОЛОГ. ИСТОРИЯ ПРИНЦЕССЫ, НАЧАВШАЯСЯ С ЛУНЫ

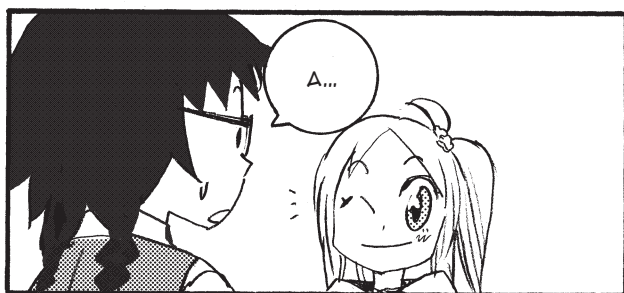
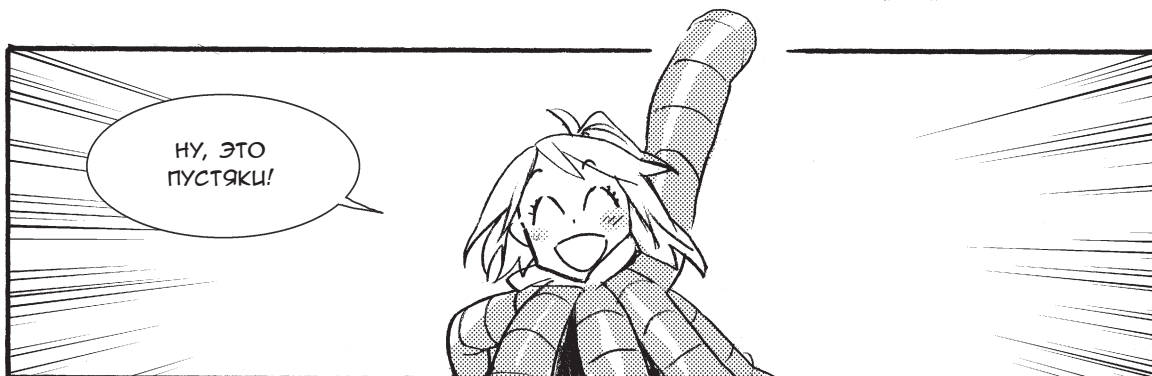


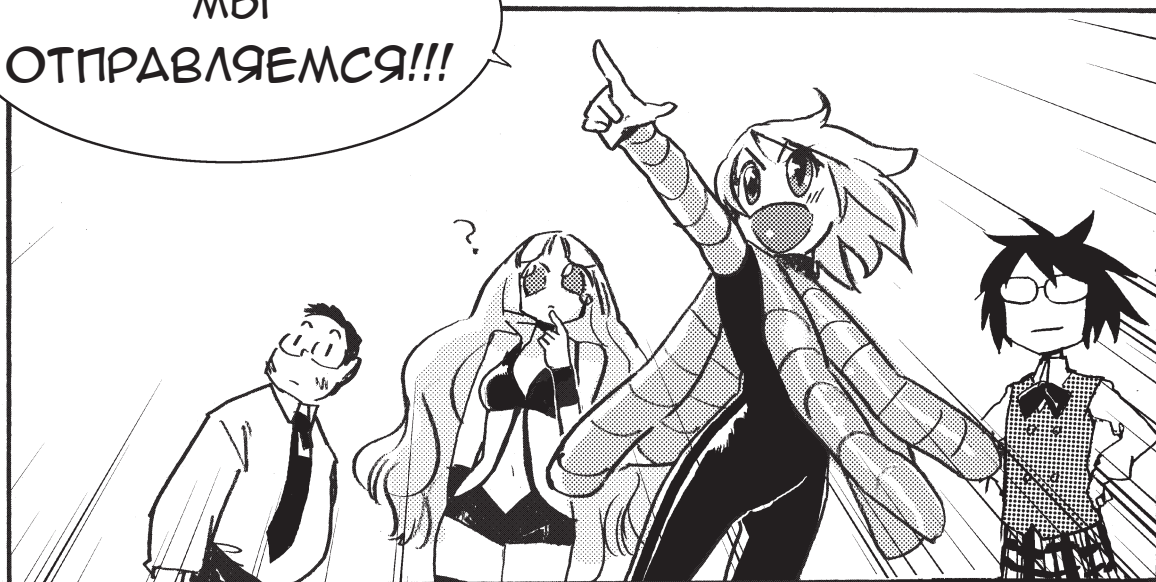
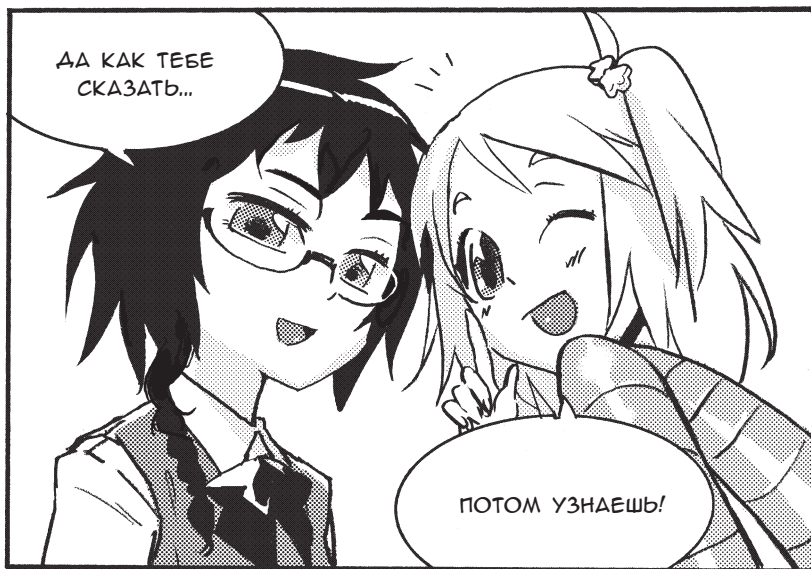
(записывает в блокнот)



* См. сноску на стр. 22.

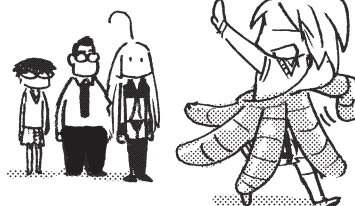








А ПОКА
ПОЙДУ-КА
Я ДОМОЙ,
ПОЖАЛУЙ...



ИТАК, СОБЕРЁМСЯ
ПОЗЖЕ У МЕНЯ
ДОМА.

★ ПОВЕСТЬ О КАГУЕ-ХИМЭ — РЕЗУЛЬТАТ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ВСЕЛЕННОЙ?!

★ Почему древние японцы думали, что Луна — это небесное тело?

Кагуя-химэ, найденная в бамбуке, в конце концов возвращается на Луну. Старинное предание «Повесть о старике Такэтори», знакомое любому японцу, сложилось очень давно: о нём упоминается в романе «Повесть о Гэндзи»* как о «прародителе всех романов». Однако остаётся загадкой: как наши предки могли представить, что на Луне есть город, в котором живут люди.

Человечество на протяжении долгого времени представляло Вселенную как небольшое пространство, окружающее наш мир. На древних рисунках, объясняющих устройство мира, и Солнце, и Луна, и звёзды изображены как маленькие объекты, «наклеенные» на поверхность оболочки, окружающей Землю. При таких представлениях о Вселенной повесть о Кагуе-химэ просто не могла бы возникнуть.

★ Представление о Вселенной в Древней Индии

На свернувшейся в клубок огромной змее сидит черепаха, на панцире которой стоят три слона, поддерживающие Землю, которая имеет форму полусферы. Солнце, появляясь и скрываясь, вращается вокруг высокой горы, расположенной в центре Земли (гора Сумеру, которая, как считается, символизирует Гималаи). Луна — это светильник ночного сторожа, живущего на этой горе, а прибытие и убывание Луны происходит потому, что сторож направляет свой светильник в разные стороны.



Представление о Вселенной в Древней Индии.

★ Представление о Вселенной в Древнем Египте

Бог воздуха Шу поддерживает богиню неба Нут, символизирующую реку Нил. Бог солнца Ра каждый день приплывает и уплывает по этой реке на лодке, вызывая тем самым смену дня и ночи. Луна и звёзды, как считалось, свисают с тела Нут.



Представление о Вселенной в Древнем Египте.

* «Повесть о Гэндзи» — роман конца X — начала XI века о жизни приёмного сына Гэндзи — принца Каору. Автор романа — Мурасаки Сикибу.

☆ Представление о Вселенной в Древнем Вавилоне (Месопотамии)

Шумеры считали, что к огромному куполовидному потолку — небесной сфере, приклеены Луна и звёзды. Небесная сфера поддерживается горой Арарат, а по внутренней поверхности этой сферы с востока на запад движется Солнце.



Представление о Вселенной в Древнем Вавилоне.

★ Оригинальная астрономия, получившая развитие в Китае

В отличие от подобных фантазий древние китайцы и древние греки пытались построить научную модель Вселенной.

В Китае 2000—2400 лет назад на основании наблюдений возникли несколько теорий о Вселенной, основными из которых были теория «небо — колпак» и теория «всеохватывающее небо».

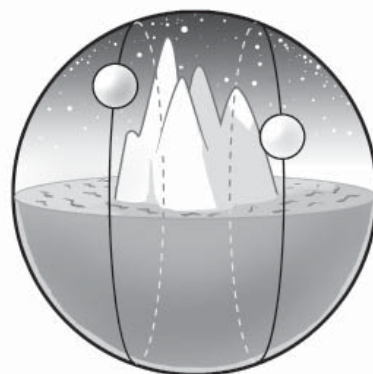
Согласно теории «небо — колпак», Земля представляет собой окружённую водой (морем) полусферу, над которой расположен космос (небо) в виде купола. Этот купол вращается вокруг северного полюса с востока за запад со скоростью один оборот в день. Солнце тоже описывает в небе окружность, размер которой изменяется в зависимости от времени года.

Теория «всеохватывающее небо», как следует из её названия, явилась развитием теории «небо — колпак». Она попыталась более точно описать движение небесных тел. Согласно ей, небо не является куполом, но, подобно яичной скорлупе, охватывает всю Землю. Была также сделана попытка объяснить такие явления, как сезонные изменения созвездий: для этого северный полюс неба сместили от зенита вниз.

Однако по поводу того, считали ли на том этапе Землю шаром, или же полагали, что она просто покоится на водах, единого мнения не существует.



Теория «небо — колпак».



Теория «всеохватывающее небо».

★ Древние греки, вычислившие даже размеры Земли

Древние греки, в свою очередь, попытались объяснить строение Вселенной с помощью логического мышления, присущего современной науке. Благодаря этому они смогли сделать очень смелое для того времени предположение о том, что Земля — шарообразное небесное тело, плывущее во Вселенной.

Греческий учёный Эратосфен (275—194 гг. до н. э.), долгое время живший в Египте, смог, используя описанный ниже метод, вычислить размеры Земли.

☆ Метод вычислений Эратосфена

Однажды Эратосфен, изучая египетские папирусы, нашёл там указание на то, что на юге Египта, в Сиене, воткнутый вертикально в землю шест не отбрасывает тени в полдень дня летнего солнцестояния. Это значит, что солнце находится в зените (в точке небесной сферы, находящейся вертикально над головой), и это явление можно наблюдать только южнее Северного тропика.

Удивлённый Эратосфен тут же провёл такой же эксперимент на севере Египта, в Александрии, но тень от шеста там не исчезла.

В результате Эратосфен обретает полную уверенность в том, что теория о шарообразной форме Земли, обсуждавшаяся в то время некоторыми учёными, является верной. Он делает попытку, используя вышеприведённые факты, вычислить размеры Земли.

Сначала Эратосфен измерил длину тени, отбрасываемой шестом, и установил, что в Александрии в полдень дня летнего солнцестояния свет солнца приходит с направления, наклонённого по отношению к вертикали на 7,2 градуса.

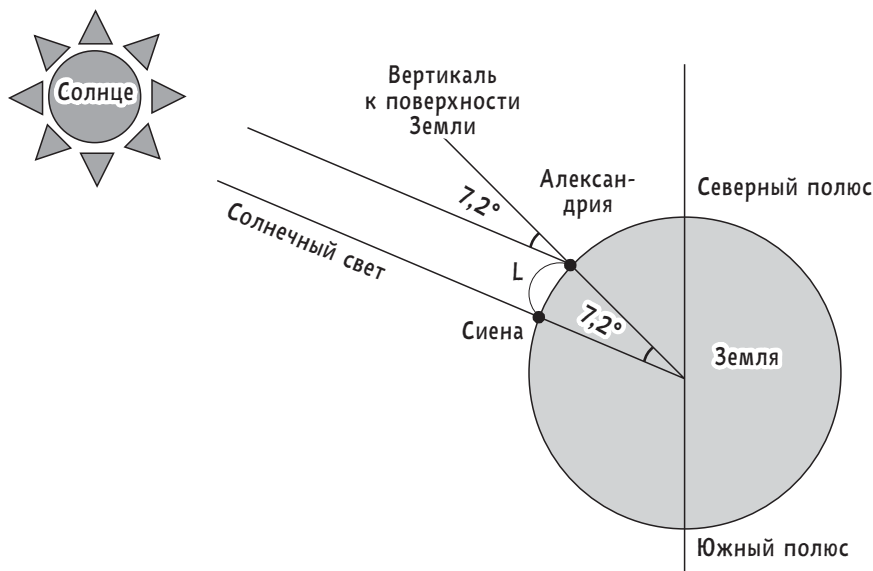
Затем он, послав человека из Александрии в Сиену, узнаёт по длине шага, что расстояние от Александрии до Сиены — 5000 стадий (около 925 км). После этого Эратосфен вычислил длину окружности Земли по следующей формуле:

$$925 \text{ км} \times 360^\circ / 7,2^\circ = 46\,250 \text{ км.}$$

Кстати, длина окружности Земли на самом деле равна 40 тыс. км, то есть результат, полученный Эратосфеном, оказался удивительно точным для его эпохи. (В другом варианте этой легенды Эратосфен наблюдает не за тенью от шеста, а за солнечным светом, падающим на дно колодца. Ещё один вариант гласит, что Эратосфен получил даже результат, примерно равный 40 тыс. км.)



Тропики и экватор.



Метод вычислений Эратосфена.

★ Если Земля круглая, то и Луна тоже

Однако на то, что Земля круглая, должны были обратить внимание не только учёные, подобные Эратосфену. Ведь для людей, жизнь которых была связана с морем, было вполне очевидно, что видимость ограничена линией горизонта и что при приближении корабля первым появляется кончик его мачты, а такие явления никак нельзя объяснить с точки зрения «плоской Земли».

Древняя Греция, в которой жил и работал Эратосфен, являлась морской страной, раскинувшейся на Средиземном море, а значит, многие её жители могли догадываться о том, что Земля имеет круглую форму.

Что же касается Луны, люди с хорошим зрением, внимательно наблюдая за лунным диском, должны, наверное, легко понять, что поверхность Луны не плоская, а сферическая. Например, на увеличенной фотографии отчётливо видно, что край Луны и граница серпа имеют такие световые оттенки, которые невозможно объяснить, если полагать, что Луна плоская, как поднос.



Круглая Земля.

Давайте вернёмся к нашему рассказу о Кагехимэ.

Япония — страна, окружённая морями. Следовательно, можно предположить, что людей, которые обратили внимание на существование горизонта и полагали, что «земля круглая», было больше, чем обычно принято считать. Об этом говорит и тот факт, что японцев почти не удивил глобус, который в XVI веке показали Ода Нобунаге и другим феодальным князьям приплывшие в Японию европейские миссионеры, желая продемонстрировать свои научные знания.

Наконец, японцы с древних времён любили Луну, так как считалось, что Луна приносит людям счастье, и часто любовались ей, что нашло отражение, например, в «Легенде о лунном зайце»*. Обряд «цукими» (церемония любования Луной), похоже, пришёл в Японию из Китая, однако многие считают, что сам по себе обычай почитания Луны существовал в Японии ещё в эпоху Дзёмон (около 14500—1000 гг. до н. э.).

Но если думать, что и Луна, и Земля круглые и «плавают» в космосе, то сама собой приходит в голову идея о том, что «на Луне, так же как и на Земле, должны быть люди». Если предположить это, то загадка возникновения рассказа о Кагехимэ становится вполне объяснимой.



Луна, почитаемая японцами с древности.

* По древним поверьям, на Луне растёт лавр, и осенью, когда его листья покрываются багрянцем, свет Луны становится особенно ярким. Живущий там заяц толчёт в ступе листья лавра и готовит из него лекарство, которое продлевает жизнь (по другим поверьям, заяц толчёт в ступе рис и готовит из него рисовые колобки данго).

В настоящее время цукими — праздничная церемония. Во многих городах проводят «вечера созерцания полнолуния», устраиваются чайные церемонии, концерты национальной музыки.

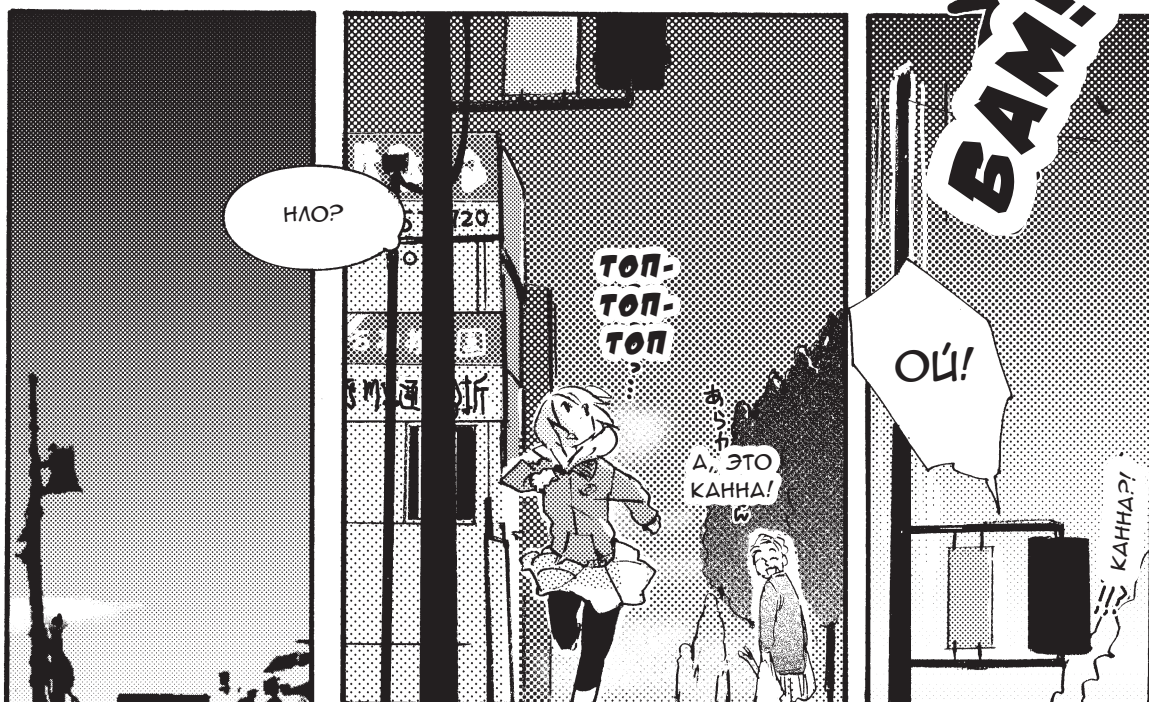
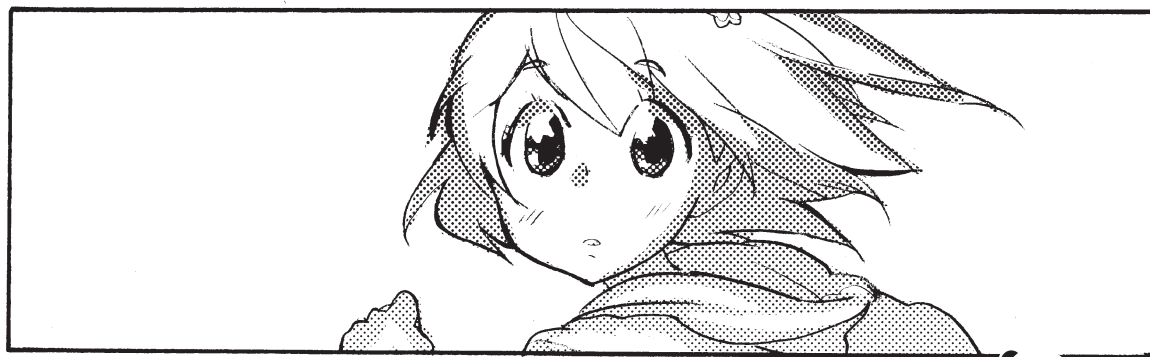
Детвора в этот вечер пытается разглядеть в пятнах на Луне фигуру зайца, стоящего на задних лапах.

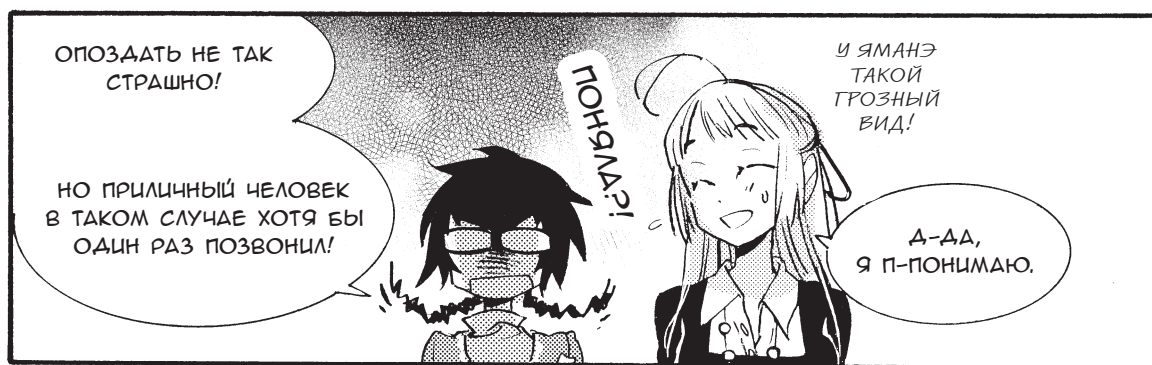


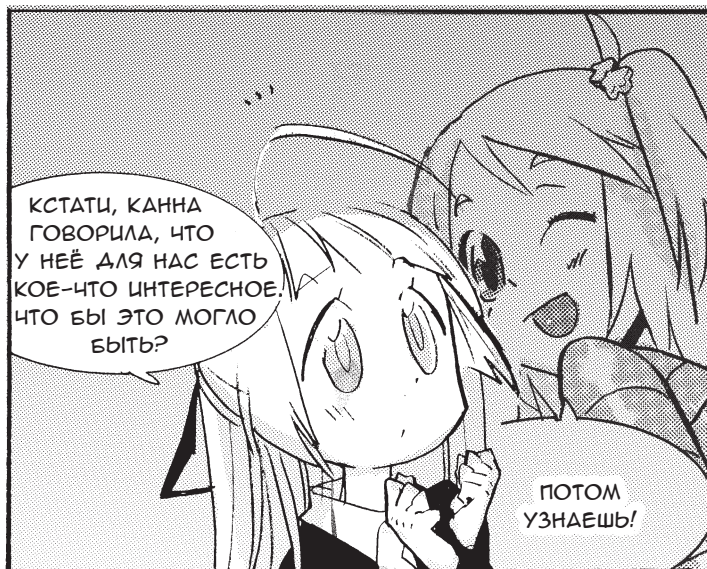
ГЛАВА 1

ЗЕМЛЯ – ЦЕНТР ВСЕЛЕННОЙ?

1.1. ЗАГАДОЧНЫЙ СВЕТ В НЕБЕ









БЛИЗКИЕ КОНТАКТЫ

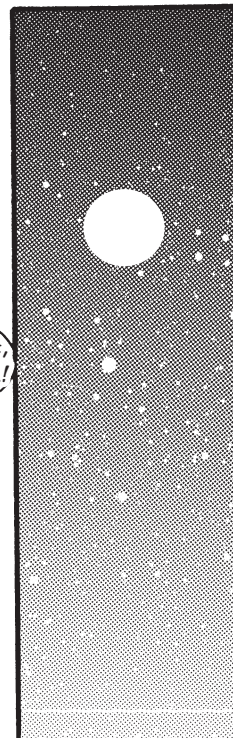
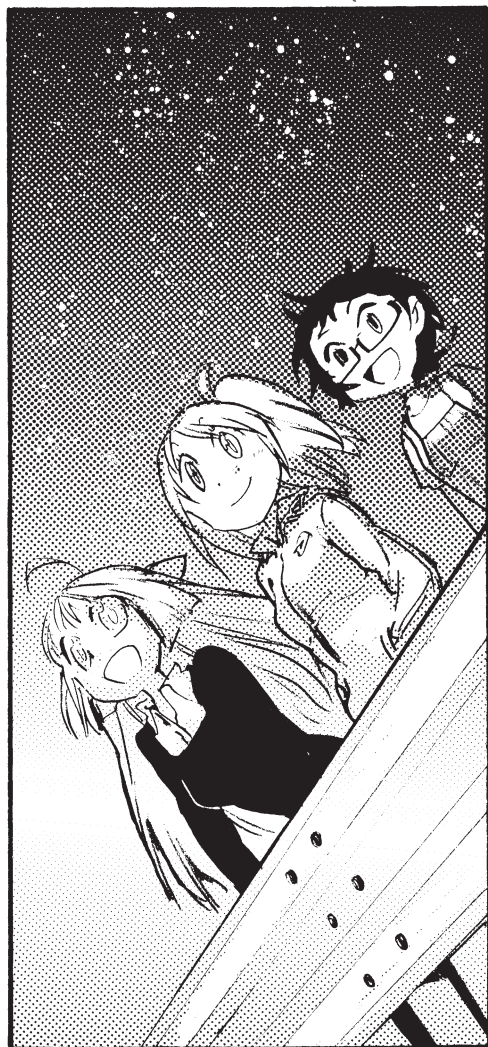
Я ЗАСМОТРЕЛАСЬ
НА НЛО
И ВРЕЗАЛАСЬ
В СТОЛЕ.

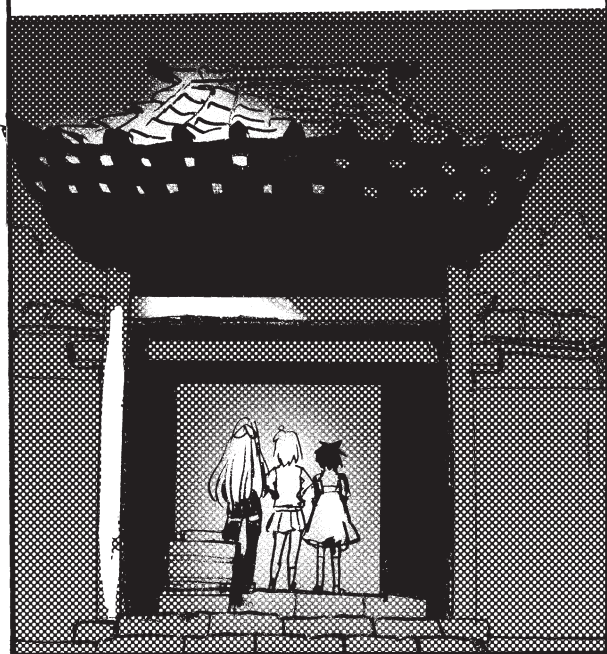
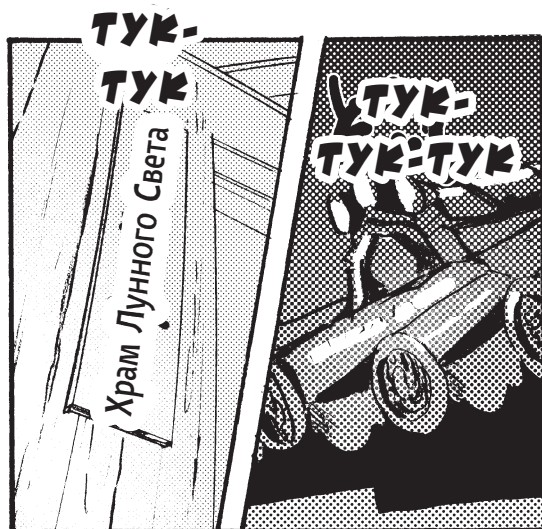


ТОЛЬКО ЧТО,
ПЕРЕД ТЕМ,
КАК СТЕМНЕЛО,

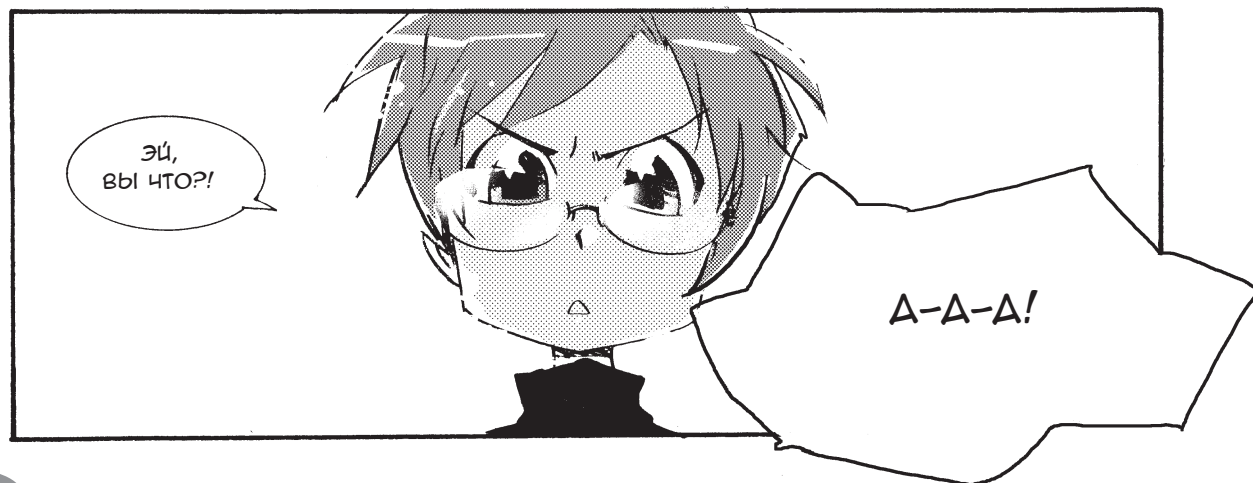
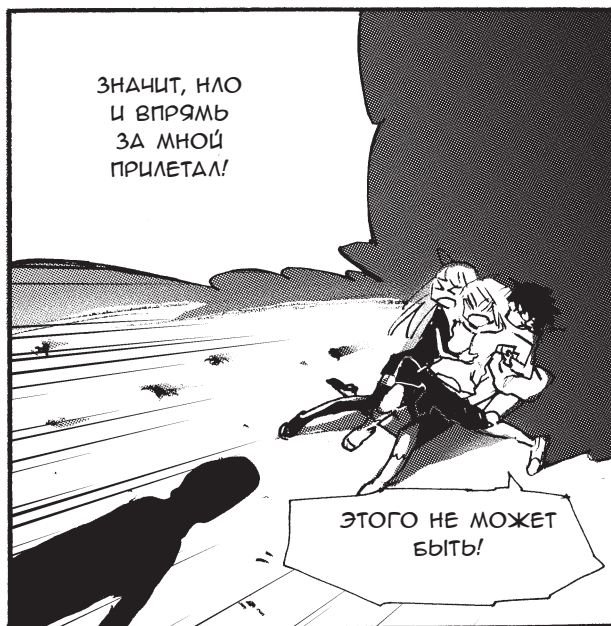
НИЗКО В ЗАПАДНОЙ
ЧАСТИ НЕБА
ПОЯВИЛСЯ НЛО!
ПОТОМ ОН ИСЧЕЗ
ГДЕ-ТО ВНИЗУ!

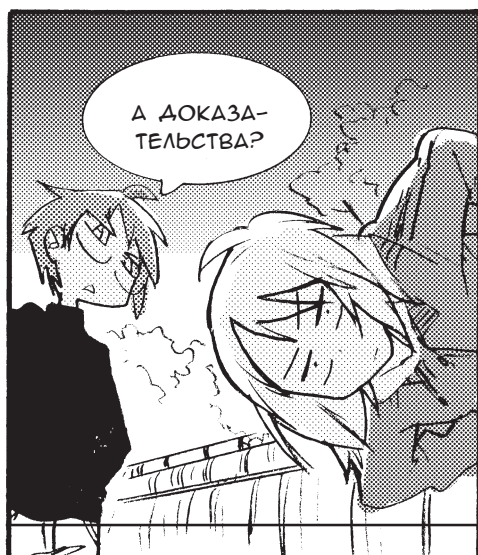
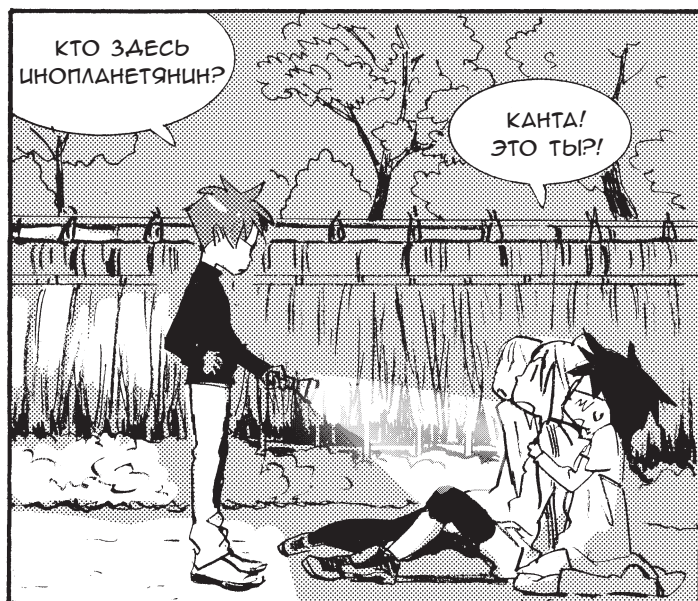


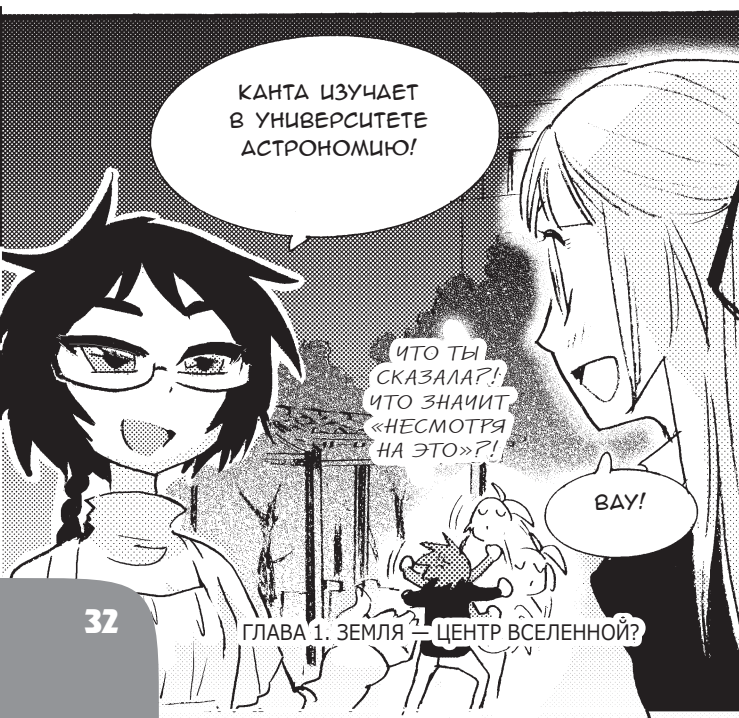
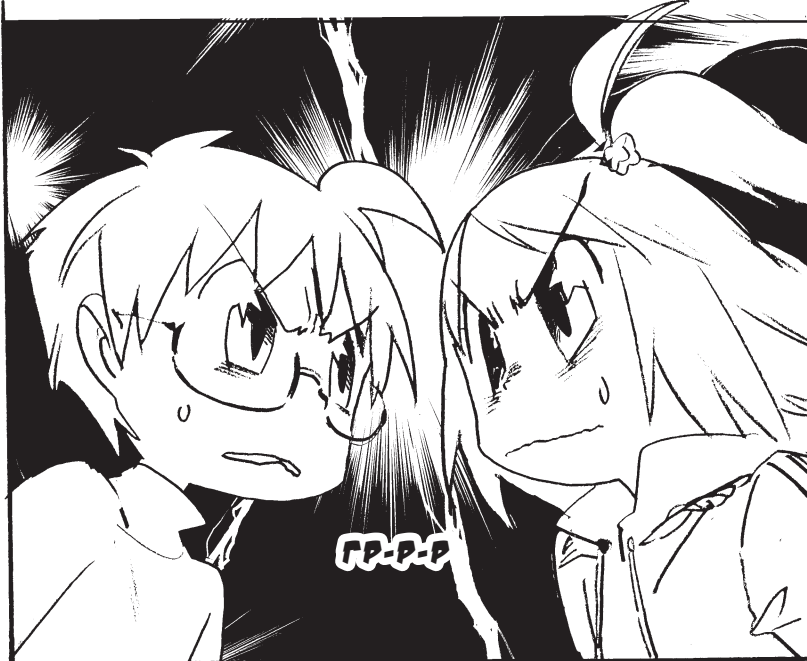


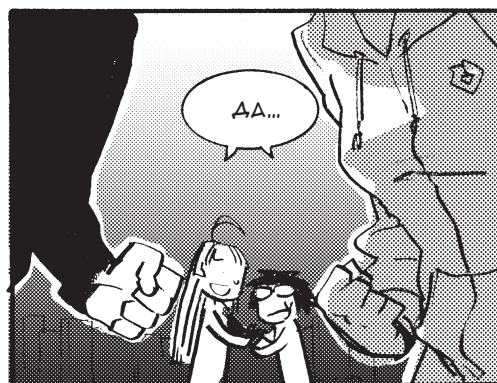
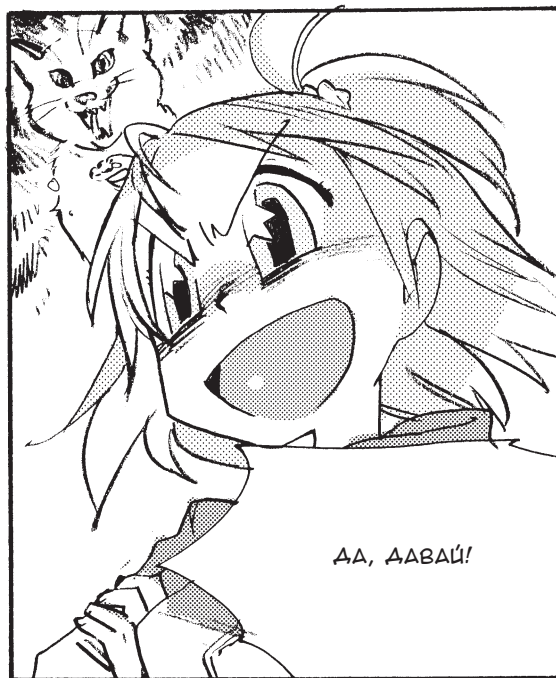
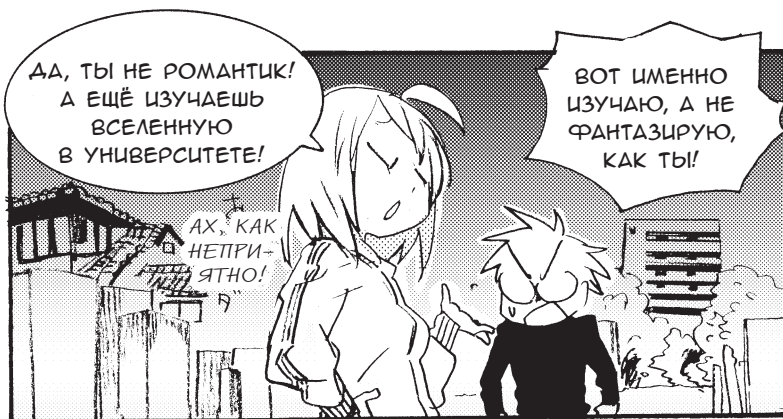


Кладбище на территории буддийского храма.

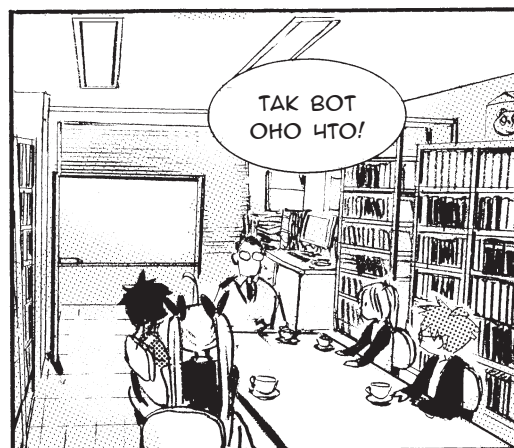








1.2. СОЛНЦЕ ВРАЩАЕТСЯ ВОКРУГ ЗЕМЛИ?



УТВЕРЖДЕНИЕ «А»: ПРИМЕРНО В ПОЛОВИНУ ПЯТОГО ВЕЧЕРА, НИЗКО
В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ НЕБА БЫЛ ВИДЕН СВЕЯЩИЙСЯ ОБЪЕКТ.



“А” — РЕЗУЛЬТАТ
НАБЛЮДЕНИЯ, А “Б” —
СДЕЛАННОЕ ИЗ НЕГО
ПРЕДПОЛОЖЕНИЕ.

УТВЕРЖДЕНИЕ «Б» — ЭТО, НЕСОМНЕННО, БЫЛ НЛО,
НА КОТОРОМ ЛЕТЕЛИ ИНОПЛАНЕТЯНЕ.



ОНО МОЖЕТ БЫТЬ
ВЕРНЫМ, А МОЖЕТ
БЫТЬ И НЕВЕРНЫМ.

ДАВАЙТЕ
ОБСУДИМ ЭТО.

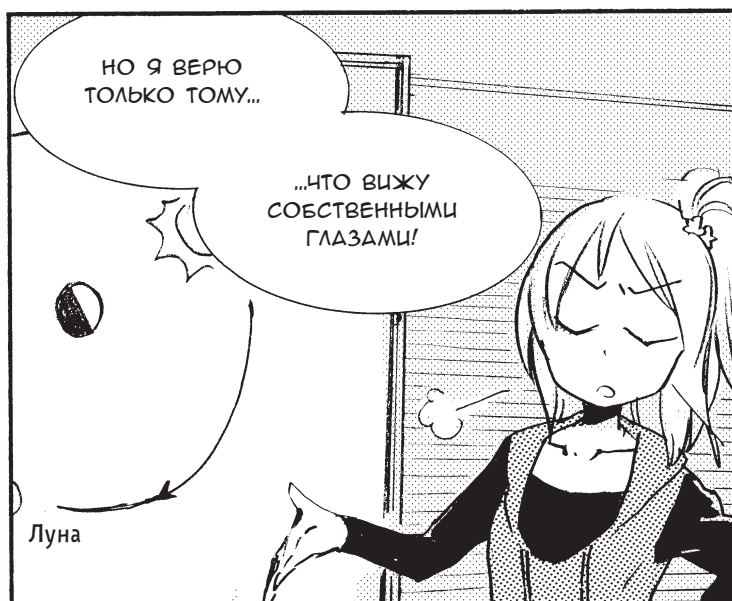
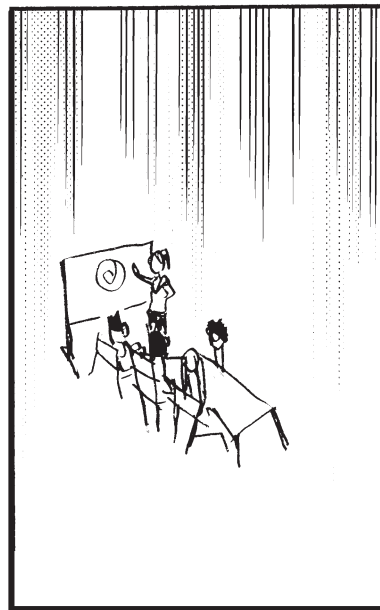
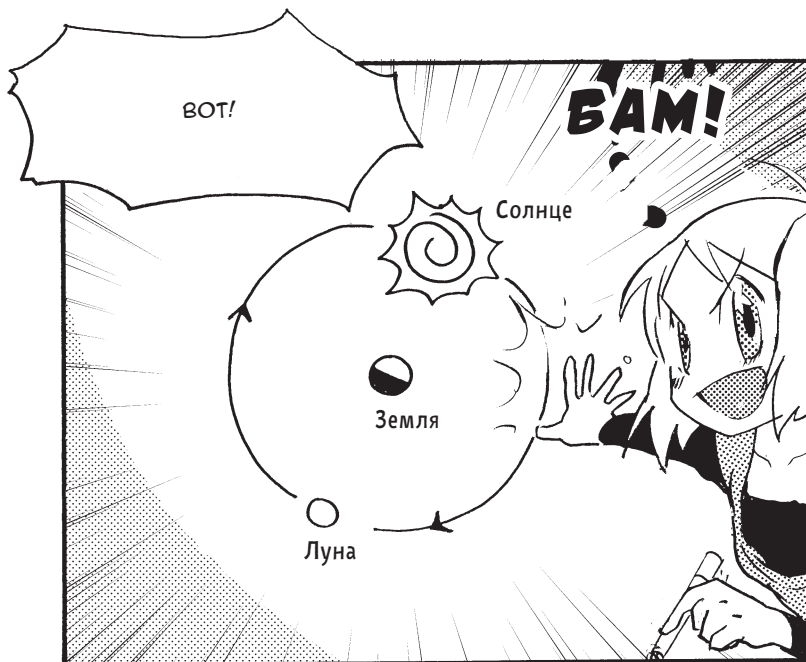


ПОХОЖЕ, ЧТО
ОН КЛАССНЫЙ
СЭНСЭИ.

НО ПЕРЕД ЭТИМ,
КАННА-САН,
ОТВЕТЬ МНЕ...

...ЗНАЕШЬ ЛИ ТЫ КТО
ГЛАВНЕЕ — СОЛНЦЕ,
ЗЕМЛЯ ИЛИ ЛУНА?

ДА!



КАК ТЫ
МОЖЕШЬ ТАК
РАССУЖДАТЬ О ТОМ,
ЧТО НЕ МОЖЕШЬ
ПРОВЕРИТЬ?

149

149

НЕ ТАК ЛИ,
СЭНСЭЙ?

НЕТ, НЕ
СОВСЕМ.

КРУТЬ

И ДЛЯ МЕНЯ ВСЁ
ВЫГЛЯДИТ ТАК...

...КАК БУДО ЛУНА
И СОЛНЦЕ
ВРАЩАЮТСЯ
ВОКРУГ ЗЕМЛИ!

АА, АА!

ЧТО?!

АГА! ВСЁ-ТАКИ
Я ПРАВА!

И ЭТО —
СЛОВА ИЗ УСТ
АСТРОНОМА!

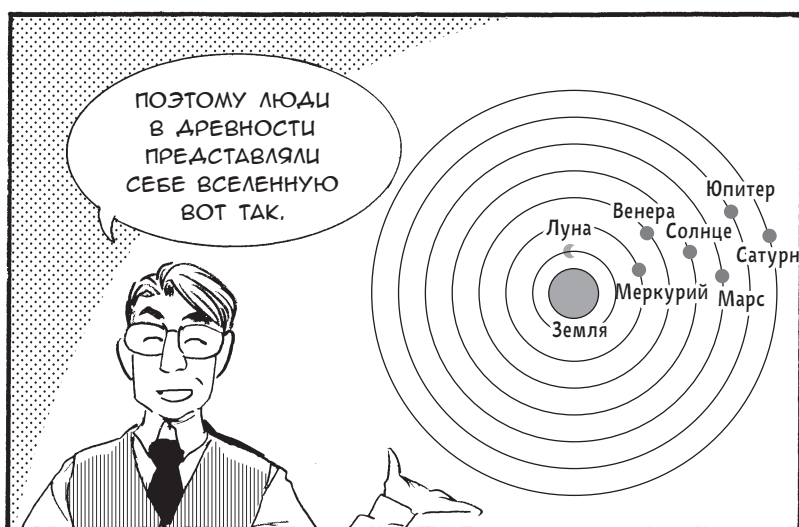
И Я ЕЩЁ
НАЗЫВАЮ
ЕГО СВОИМ
УЧИТЕЛЕМ!

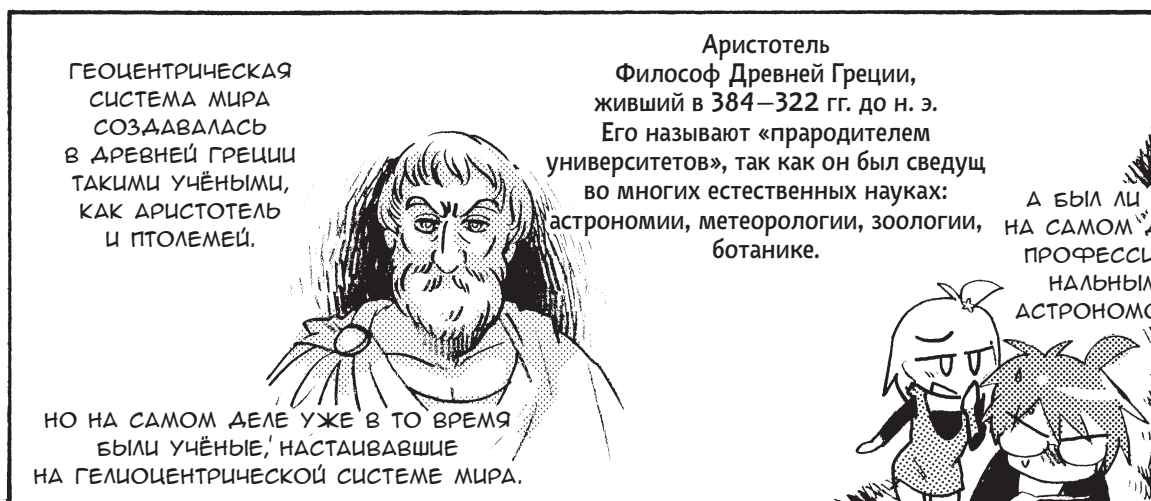
НИЧЕГО
НЕ ПОДЕЛАЕШЬ,
ВЕДЬ ЭТО
ВЫГЛЯДИТ
ИМЕННО ТАК!

НО, СЭНСЭЙ,

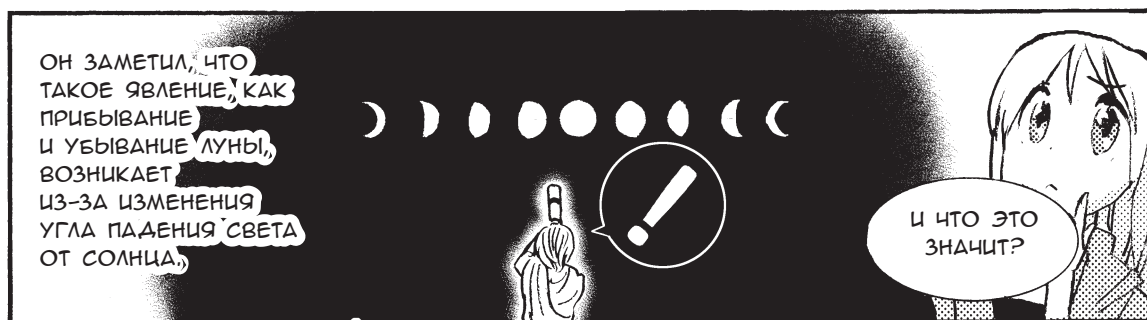
ВЕДЬ НЕЛЬЗЯ
ПОЛНОСТЬЮ ПОНЯТЬ
ЯВЛЕНИЕ ТОЛЬКО
НА ОСНОВЕ ЕГО
ВНЕШНЕЙ ВИДИМОСТИ.

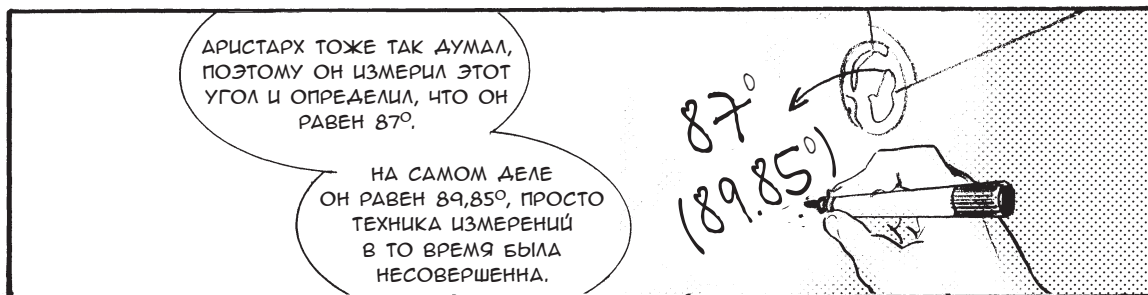
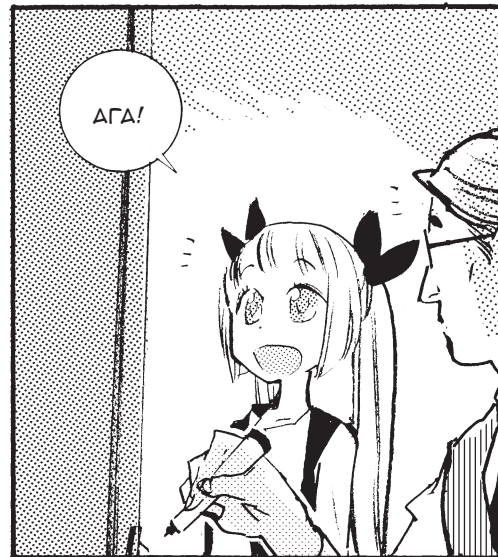
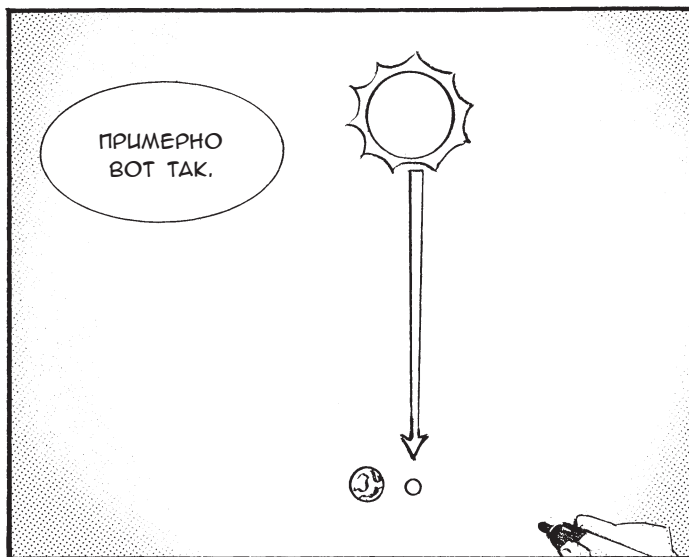
ВОТ
ИМЕННО!
ВОТ
ИМЕННО!

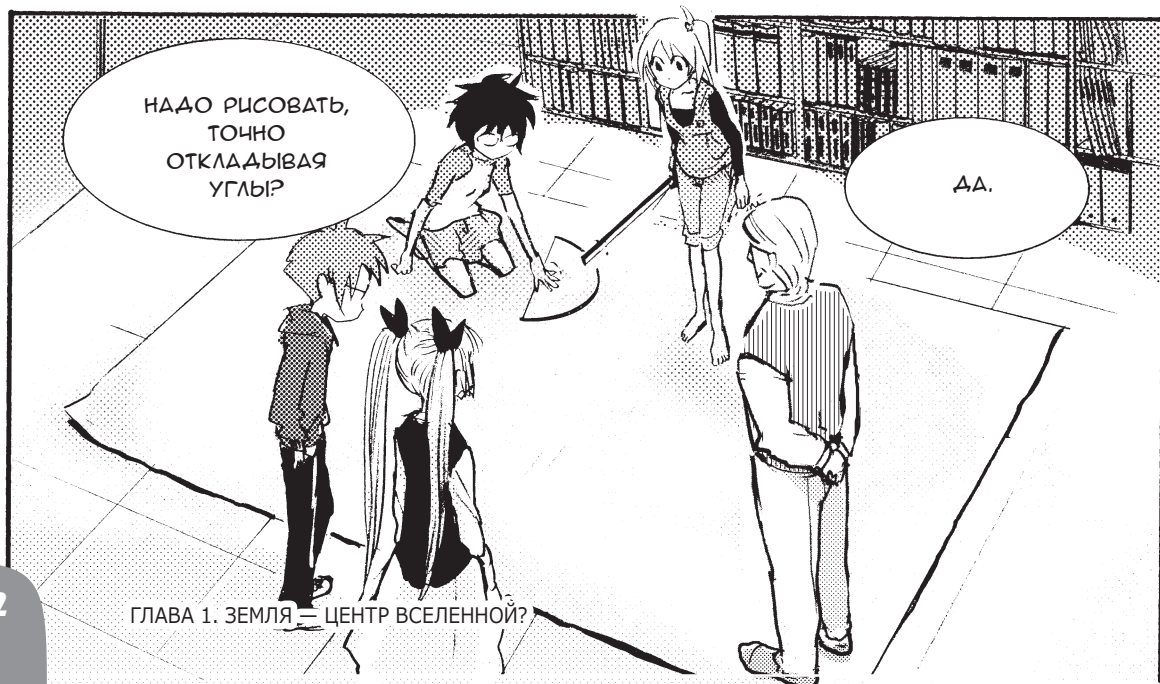


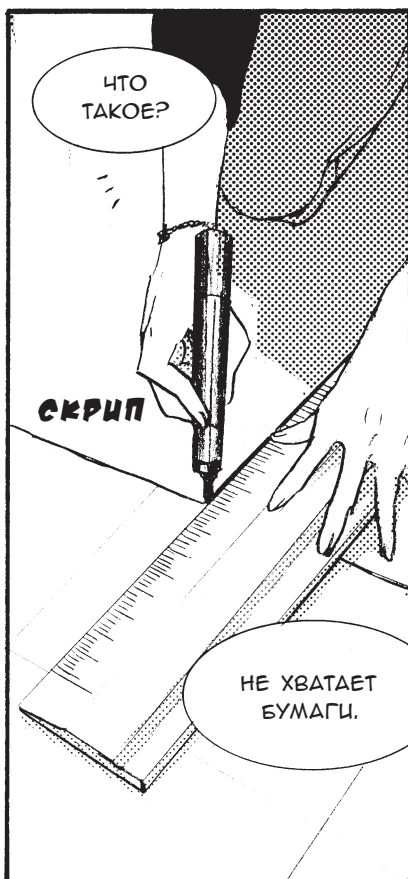
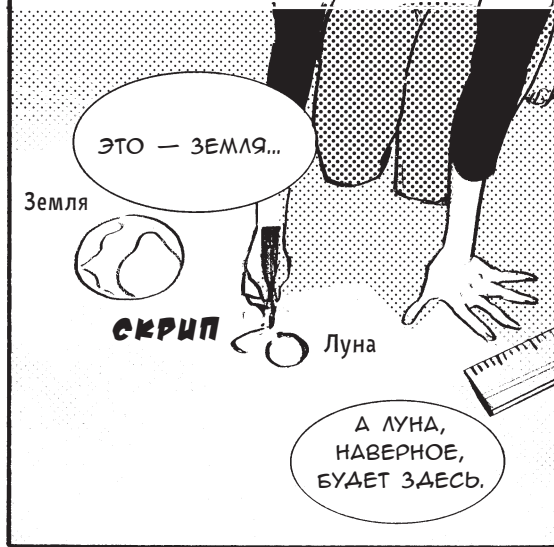


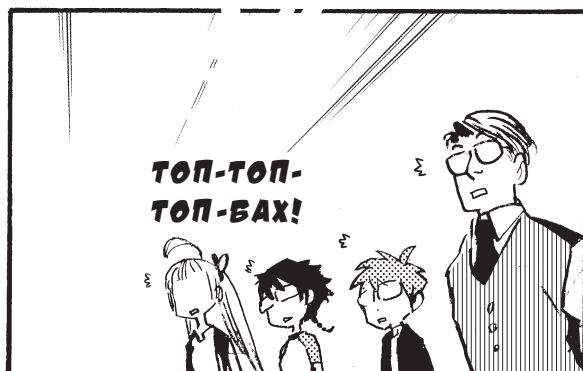
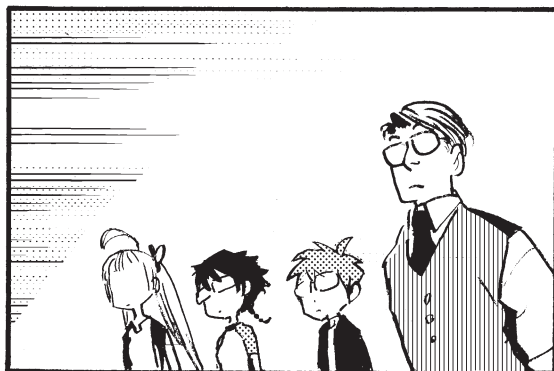
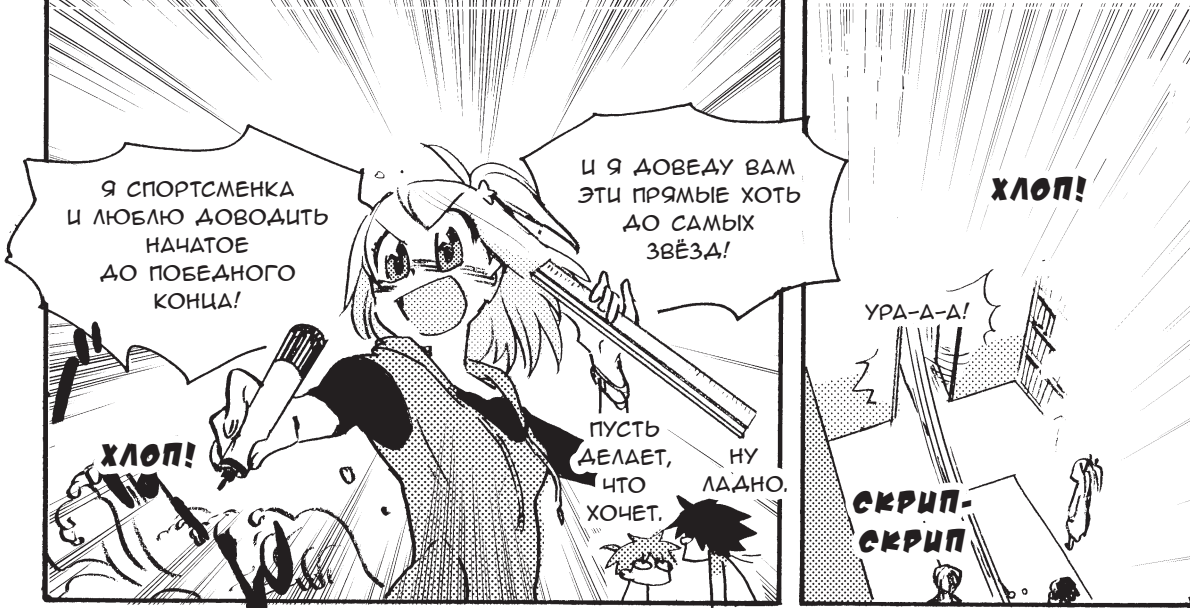
1.3. О ГЕЛИОЦЕНТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ МИРА ДОГАДЫВАЛИСЬ УЖЕ 2300 ЛЕТ НАЗАД















АРИСТАРХ ТОЛЬКО
ВЫСКАЗАЛ СОМНЕНИЕ,
НО НЕ ПРЕДЛОЖИЛ
ГЕЛИОЦЕНТРИЧЕСКОЙ
МОДЕЛИ МИРА.



ПОЭТОМУ ОН,
НАВЕРНОЕ,
НЕ СМОГ
УБЕДИТЬ
ДРУГИХ.

КРОМЕ ТОГО,
ВЕДЬ ВСЕ СВОИМИ
ГЛАЗАМИ ВИДЯТ, ЧТО
СОЛНЦЕ И ЛУНА
ВРАЩАЮТСЯ ВОКРУГ
ЗЕМЛИ.

И ИЗМЕНИТЬ ЭТИ
ПРЕДСТАВЛЕНИЯ
БЫЛО НЕЛЕГКО!

ХА-ХА-ХА

ХА-ХА-ХА



А ТЫ, КАННА,
ЧТО СМЕЁШЬСЯ?!



АА, Я ПОНЯЛА, ЧТО, КАК
БЫ НИ БЫЛА ПРАВИЛЬНА
НАУЧНАЯ ТЕОРИЯ,
РАСПРОСТРАНИТЬ ЕЁ
ОЧЕНЬ ТРУДНО.

И ПОЧЕМУ
ЖЕ?

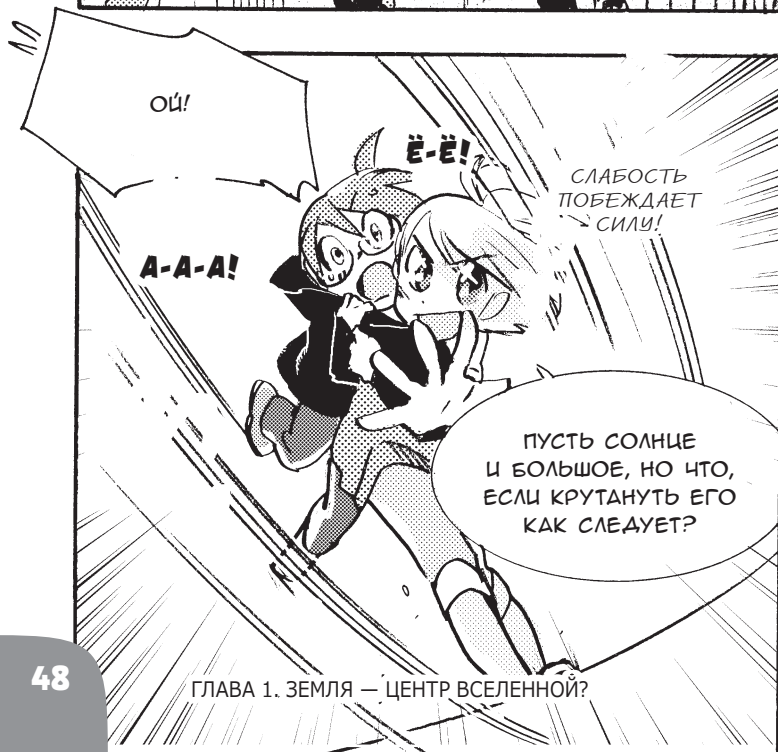
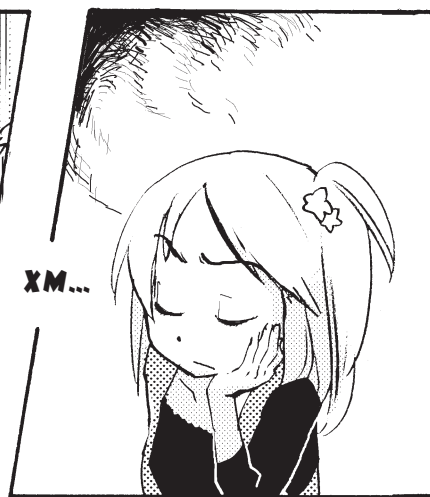
АА, ПОНЯТНО.

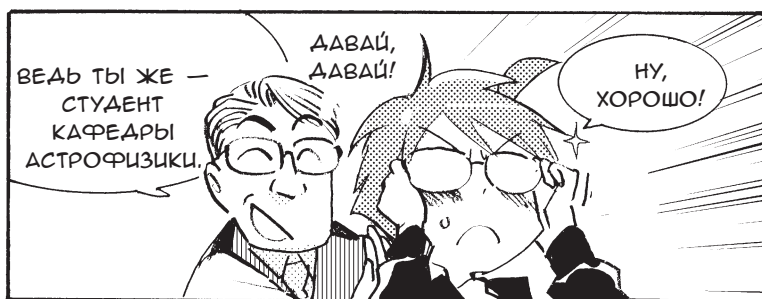
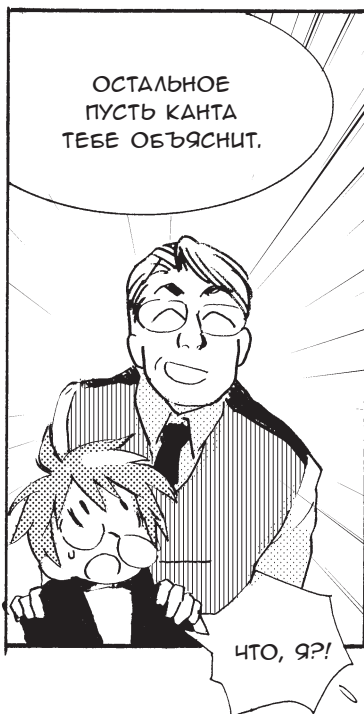
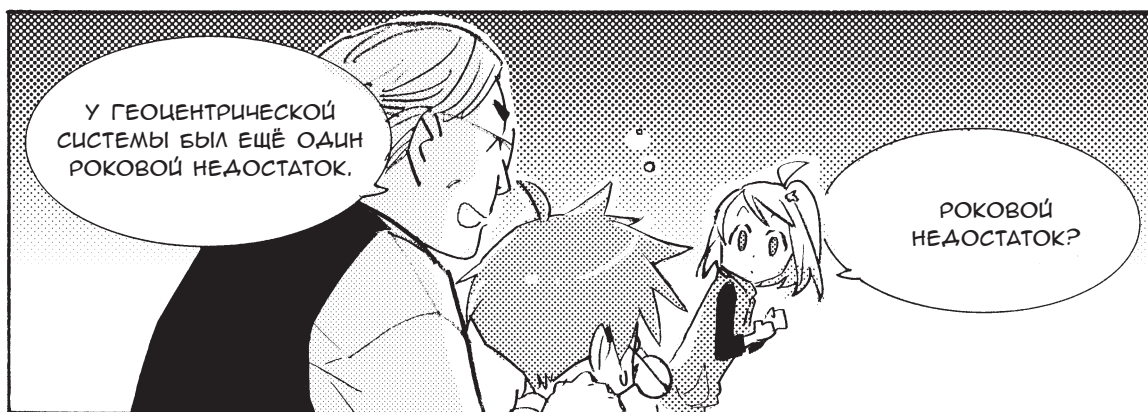


ПОТОМУ ЧТО ДЛЯ ВСЕХ
ОНА ВЫГЛЯДИТ
НЕ ОЧЕНЬ
УБЕДИТЕЛЬНОЙ.

АА, ЭТО ТАК!







1.4. ОТ ГЕОЦЕНТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ К ГЕЛИОЦЕНТРИЧЕСКОЙ



В ГРЕЧЕСКОМ ЯЗЫКЕ СЛОВО "ПЛАНЕТА" ОЗНАЧАЕТ "БЛУЖДАЮЩАЯ ЗВЕЗДА", И НАЗВАНИЕ ЭТО СВЯЗАНО С ТЕМ, ЧТО НЕОБЫЧНОЕ ДВИЖЕНИЕ ДОЛГОЕ ВРЕМЯ СЧИТАЛОСЬ ЗАГАДКОЙ. В ОТЛИЧИЕ ОТ ДРУГИХ СВЕТИЛ, ТО ЕСТЬ ЗВЁЗД, КОТОРЫЕ ВРАЩАЮТСЯ НА НЕБОСВОДЕ, СОХРАНЯЯ НЕИЗМЕННОЕ ВЗАИМНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ, ПЛАНЕТЫ БЛУЖДАЮТ, ПОСТОЯННО МЕНЯЯ СВОЁ МЕСТОНАХОЖДЕНИЕ.



Я УЖЕ СЛЫШАЛА ЭТО КОГДА-ТО ДАВНО В ПЛАНЕТАРИИ.

СЛОВО "ПЛАНЕТАРИЙ" (PLANETARIUM) ТОЖЕ ПРОИЗОШЛО ОТ СЛОВА "ПЛАНЕТА". Я СЛЫШАЛА, ЧТО ЭТО — УСТРОЙСТВО, СОЗДАННОЕ ДЛЯ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ СЛОЖНЫХ ДВИЖЕНИЙ ПЛАНЕТ.



ОТКУДА ТЫ ВСЁ ЭТО ЗНАЕШЬ?!

ПРОСТО Я УСВОИЛА ЭТО НА УРОКАХ АНГЛИЙСКОГО.



КАКОЙ УРОВЕНЬ ЭКЗАМЕНА НА ВЛАДЕНИЕ АНГЛИЙСКИМ ТЫ СДАЛА?

НЕ НАДО ТАК ГЛУПО ШУТИТЬ!



ИТАК, С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ПЕРВОНАЧАЛЬНОЙ ГЕОЦЕНТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ, КОТОРУЮ НАМ ТОЛЬКО ЧТО НАРИСОВАЛ СЭНСЭЙ, ПОДОБНОЕ ПОВЕДЕНИЕ ПЛАНЕТ НЕОБЪЯСНИМО. ПЛАНЕТЫ ДОЛЖНЫ ДВИГАТЬСЯ ТАК ЖЕ, КАК СОЛНЦЕ ИЛИ ЛУНА.



ТАК ПОЧЕМУ ЖЕ ОТ ГЕОЦЕНТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НЕ ОТКАЗАЛИСЬ СРАЗУ?



ЭТО БЫЛО НЕ ТАК ПРОСТО СДЕЛАТЬ. И ЗДЕСЬ ПОЯВЛЯЕТСЯ ПТОЛЕМЕЙ, О КОТОРОМ МЫ ВСКОЛЬЗЬ УПОМЯНУЛИ РАНЕЕ.



КТО ОН?
ИЗ КАКОЙ ЭПОХИ?



ТА-А-АК...



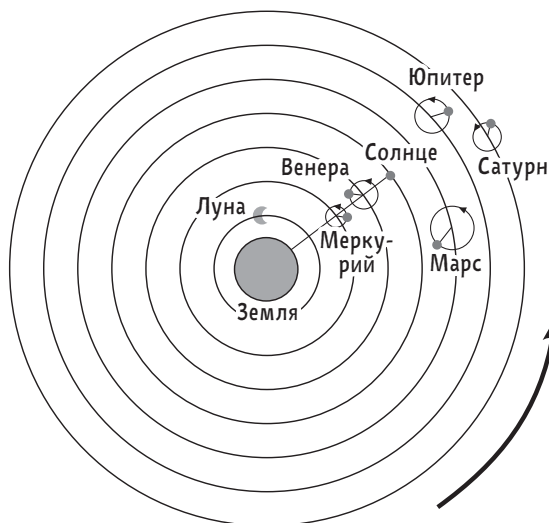
ГОДЫ ЕГО РОЖДЕНИЯ И СМЕРТИ ДОПОЛНИТЕЛЬНО НЕИЗВЕСТНЫ, ИЗВЕСТНО ЛИШЬ, ЧТО ОН БЫЛ АСТРОНОМОМ И ГЕОГРАФОМ, РАБОТАВШИМ В ГРЕЦИИ В ЭПОХУ ДРЕВНЕГО РИМА, ПРИМЕРНО ВО II ВЕКЕ. СОСТАВЛЕННАЯ ИМ КАРТА МИРА ИСПОЛЬЗОВАЛАСЬ ДАЖЕ В ЭПОХУ СРЕДНЕВЕКОВЬЯ! НЕУДАЧИТЕЛЬНО, ЧТО ТАКОЙ ЧЕЛОВЕК СМОГ ПРИДУМАТЬ, КАК ОПИСАТЬ ДВИЖЕНИЕ ПЛАНЕТ ДАЖЕ В РАМКАХ ГЕОЦЕНТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ.



Клавдий Птолемей
Около 87—165 гг. н. э.

Греческий астроном и географ, живший в эпоху Древнего Рима.

На карте мира из его книги «География» впервые в мире были использованы долгота и широта, применена ориентация карты «север вверх», которая является общепринятой и в наши дни.



Модель геоцентрической системы мира, предложенная Птолемеем.



ДА, ДА, ИМЕННО ТАК. И ЭТО
ПОКАЗАНО НА ПРЕДЫДУЩЕЙ
СТРАНИЦЕ.



ГЕОЦЕНТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПТОЛЕМЕЯ АНАЛОГИЧНА ТАКОВОЙ
У ДРЕВНИХ ГРЕКОВ: В НЕЙ ЛУНА, СОЛНЦЕ И ДРУГИЕ СВЕТИЛА ВРАЩА-
ЮТСЯ ВОКРУГ ЗЕМЛИ. ОДНАКО ГЕОЦЕНТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДРЕВНИХ
ГРЕКОВ НЕ МОГЛА ОБЪЯСНИТЬ НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДВИЖЕНИЯ
ПЛАНЕТ. НАПРИМЕР, В ГЕОЦЕНТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ПТОЛЕМЕЯ
ДЛЯ ОБЪЯСНЕНИЯ ОБРАТНОГО ДВИЖЕНИЯ ПРЕДПОЛАГАЕТСЯ, ЧТО
КАЖДАЯ ПЛАНЕТА, ЗА ИСКЛЮЧЕНИЕМ СОЛНЦА И ЛУНЫ, ВРАЩАЕТСЯ ВО-
КРУГ ТОЧКИ НА СВОЕЙ ОРБИТЕ.



ВОТ КАК? ХИТРО ПРИДУМАНО!



А ПОЧЕМУ МЕРКУРИЙ И ВЕНЕРА ЛЕЖАТ НА ОДНОЙ
ПРЯМОЙ С СОЛНЦЕМ?



ЭТО СДЕЛАНО ДЛЯ ТОГО, ЧТОБЫ ОБЪЯСНИТЬ, ПОЧЕМУ
МЕРКУРИЙ И ВЕНЕРА ПОСТОЯННО НАБЛЮДАЮТСЯ ВБЛИЗИ
ОТ СОЛНЦА.



ПОНЯТНО. ОНИ ВСЁ ВРЕМЯ ВИДНЫ БЛИЗКО К СОЛНЦУ,
ПОТОМУ ЧТО ВРАЩАЮТСЯ ВОКРУГ ЗЕМЛИ РЯДОМ
С НИМ.



ПОДОЖДИТЕ...



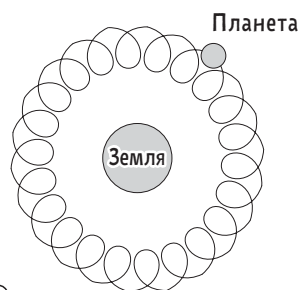
ЧТО-ТО НЕ ТАК?



НЕ КАЖЕТСЯ ЛИ ВАМ,
ЧТО ЭТА СХЕМА КАК-ТО
ПРИТЯНУТА ЗА УШИ?



И ПРАВДА, ОНА ВЫГЛЯДИТ КАКОЙ-ТО
ИСКУССТВЕННОЙ. И ПЛАНЕТЫ В НЕЙ ДОЛЖНЫ
ВРАЩАТЬСЯ, ОПИСЫВАЯ СПИРАЛИ.



*Движение планеты
в соответствии
с геоцентрической
системой.*

ТАКОЕ ОЩУЩЕНИЕ, ЧТО ПЕРВОНАЧАЛЬНУЮ СХЕМУ
ГЕОЦЕНТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРОСТО ПОДОГНАЛИ
ПОД КАКИЕ-ТО СВОИ ОБСТОЯТЕЛЬСТВА.



ДА, ДА, НАМ ЭТА СХЕМА КАЖЕТСЯ НЕ ОЧЕНЬ УБЕДИТЕЛЬНОЙ.

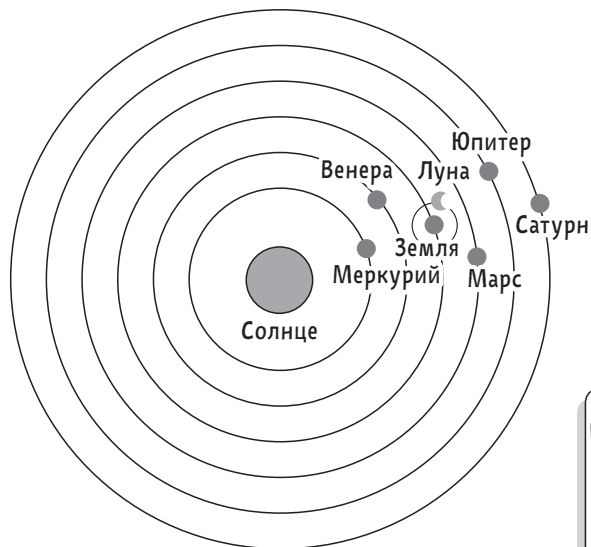
ВОТ КАК? А МНЕ КАЖЕТСЯ, ПО-СВОЕМУ
КРАСИВАЯ МОДЕЛЬ...



ВПЕЧАТЛЕНИЯ ВПЕЧАТЛЕНИЯМИ, НО ДАВАЙТЕ ЛУЧШЕ
ПОПРОБУЕМ СРАВНИТЬ ЭТУ СХЕМУ С ГЕЛИОЦЕНТРИЧЕСКОЙ
МОДЕЛЬЮ КОПЕРНИКА.

ХОРОШО. ИТАК, В СХЕМУ ПТОЛЕМЕЯ ЛЮДИ ВЕРИЛИ НА ПРОТЯЖЕНИИ
ПРИМЕРНО 1400 ЛЕТ, ПОКА ПРОТИВ НЕЁ НЕ ВЫСТУПИЛ КОПЕРНИК.
В СВОЁМ ТРУДЕ "О ВРАЩЕНИИ НЕБЕСНЫХ СФЕР", НАПИСАННОМ
В 1543 ГОДУ, ОН НА ОСНОВЕ ГЕЛИОЦЕНТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
ВЫЧИСЛИЛ ОРБИТЫ ПЛАНЕТ. ИСТОРИЮ БОРЬБЫ ДВУХ СИСТЕМ
МОЖНО НАЙТИ НА СТР. 70.





КАК ПРОСТО И
ПОНЯТНО!



АА, КРАСИВАЯ
СХЕМА!



А Я ЛИЧНО СЧИТАЮ, ЧТО
ИДЕЯ ПТОЛЕМЕЯ, ПОПЫТАВ-
ШЕГОСЯ КАК-НИБУДЬ
ОБЪЯСНИТЬ ДВИЖЕНИЯ
ПЛАНЕТ ДАЖЕ В РАМКАХ
ГЕОЦЕНТРИЧЕСКОЙ
СИСТЕМЫ, ТОЖЕ ПО-
СВОЕМУ ГЕНИАЛЬНА...



ПОЧЕМУ ТЫ ТАК ЗАЩИЩАЕШЬ ЭТУ ГЕОЦЕНТРИЧЕСКУЮ
СИСТЕМУ?! ВЕДЬ ЛЮБОМУ ПОНЯТНО, ЧТО
ГЕЛИОЦЕНТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПРАВИЛЬНЕЕ, НЕ ТАК ЛИ?



ТЫ ЧТО, УЖЕ
ПОМЕНЯЛА СВОЁ
МНЕНИЕ?!



НАДО ЧУТКО СЛЕДОВАТЬ
ИЗМЕНЕНИЯМ МОДЫ!



ДА, ЕСЛИ БЫ ВСЕ ЛЮДИ
РАССУЖДАЛИ ТАК, КАК ТЫ,
ТО И ГАЛИЛЕЙ СМОГ БЫ,
НАВЕРНОЕ, ИЗБЕЖАТЬ СУДА
ИНКВИЗИЦИИ.



Галилео Галилей
1564—1642 гг.
Итальянский физик,
астроном, философ.



ХА-ХА-ХА. ОДНАКО, КОГДА ГОВОРЯТ, ЧТО ГЕЛИОЦЕНТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПРАВИЛЬНА, ИМЕЮТ В ВИДУ НЕ ТО, ЧТО ОНА ЯВЛЯЕТСЯ КАКОЙ-ТО АБСОЛЮТНОЙ ИСТИНОЙ. ЭТО СКОРЕЕ ВОПРОС СРАВНЕНИЯ. ВЕДЬ МОЖНО СКАЗАТЬ, ЧТО ГЕОЦЕНТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ТОЖЕ ПРАВИЛЬНА В ТОМ СМЫСЛЕ, ЧТО С ЕЁ ПОМОЩЬЮ МОЖНО ОБЪЯСНИТЬ НАБЛЮДАЕМОЕ ДВИЖЕНИЕ ПЛАНЕТ.



СЭНСЭЙ, ВЫ МЕНЯ ПУГАЕТЕ! ГЕОЦЕНТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ТОЖЕ ПРАВИЛЬНА? НО СКАЖИТЕ ЖЕ В КОНЦЕ КОНЦОВ, КАКАЯ ИЗ НИХ ПРАВИЛЬНЕЕ!



А СЛЫШАЛИ ЛИ ВЫ КОГДА-НИБУДЬ ПРО "БРИТВУ ОККАМА"?



Я ЗНАЮ! ЭТО ПРИНЦИП, УТВЕРЖДАЮЩИЙ, ЧТО ЕСЛИ СУЩЕСТВУЕТ НЕСКОЛЬКО ТЕОРИЙ, ОБЪЯСНЯЮЩИХ ОДНО И ТО ЖЕ ЯВЛЕНИЕ, ТО НЕОБХОДИМО ПРИНЯТЬ ЗА ПРАВИЛЬНУЮ САМУЮ ПРОСТУЮ ИЗ ЭТИХ ТЕОРИЙ, ТАК?



ИМЕННО ТАК. И ЕСЛИ ПОПЫТАТЬСЯ ПРИМЕНИТЬ ЭТОТ ПРИНЦИП К ГЕОЦЕНТРИЧЕСКОЙ И ГЕЛИОЦЕНТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМАМ, ТО ОКАЖЕТСЯ, ЧТО С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ОПИСАНИЯ ДВИЖЕНИЙ ПЛАНЕТ ГЕЛИОЦЕНТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПРАВИЛЬНЕЕ, ТАК КАК ОНА ОСНОВАНА НА БОЛЕЕ ПРОСТЫХ ПРЕДПОСЫЛКАХ, ЧЕМ ГЕОЦЕНТРИЧЕСКАЯ. ТОЛЬКО ПОЭТОМУ Я ГОВОРЮ, ЧТО ГЕЛИОЦЕНТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПРАВИЛЬНА.

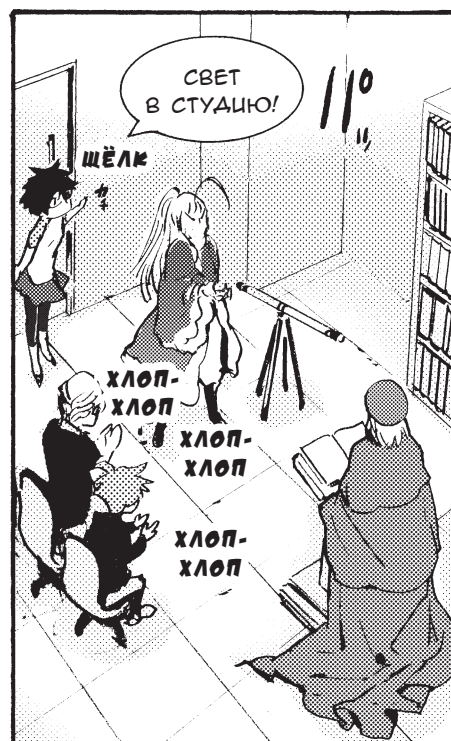
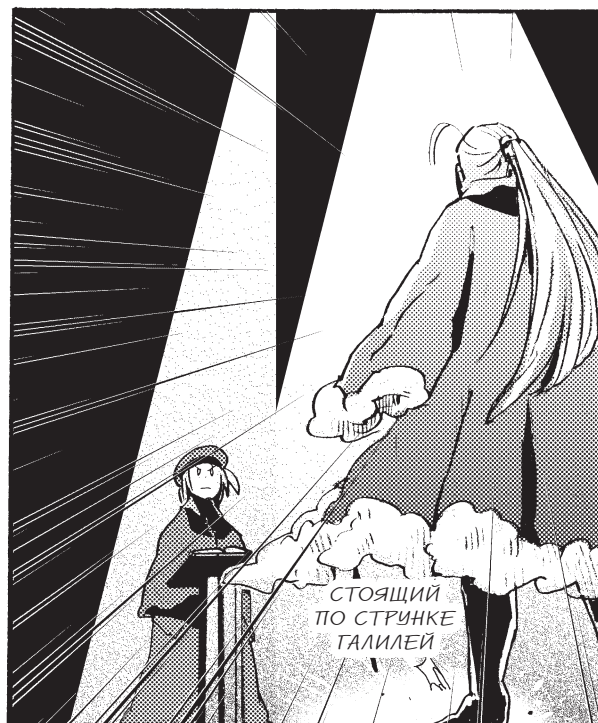


ДЕЙСТВИТЕЛЬНО, СХЕМА КОПЕРНИКА ВЫГЛЯДИТ БОЛЕЕ ЕСТЕСТВЕННОЙ...



КАК ГОВОРЯТ У НАС В АМЕРИКЕ, "SIMPLE IS THE BEST"!

1.5. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О РАССТОЯНИЯХ ВО ВСЕЛЕННОЙ





**Первое открытие Галилея:
четыре спутника Юпитера.**

Когда было обнаружено, что спутники есть не только у Земли, но и у других планет, пошатнулся довод приверженцев геоцентрической системы о том, что «Земля — особая планета, так как у неё есть Луна».

**Второе открытие Галилея:
видимые размеры Венеры меняются.**

Невооружённым глазом это заметить трудно, однако Галилей, проводя измерения с помощью телескопа, открыл, что размеры Венеры изменяются. В геоцентрической системе расстояние между Землёй и Венерой должно быть постоянным (или, с учётом спиральной орбиты, почти постоянным), а это совершенно противоречит вышеприведённому факту.

НАКОНЕЦ, В 1619 ГОДУ, ИОГАНН КЕПЛЕР ЧЁТКО УСТАНОВЛИВАЕТ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПЛАНЕТ, И ЧИСЛО СТОРОННИКОВ ГЕЛИОЦЕНТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НАЧИНАЕТ РАСТИ!



Иоганн Кеплер
1571—1630 гг.

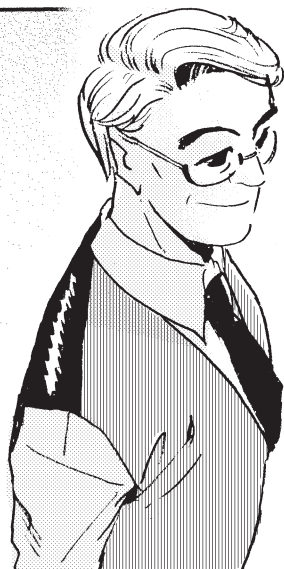
Немецкий астроном. Открыл законы движения планет (законы Кеплера).

ВСЕ ПОВЕРЛИ В НОВУЮ ТЕОРИЮ, КОГДА ОНА ОСНОВАНА НА ФИЗИЧЕСКИХ ЗАКОНАХ, ТАК?



ДА, ВСЁ ШЛО В ОБЫЧНОМ ДЛЯ НАУКИ ПОРЯДКЕ: НАБЛЮДЕНИЯ, ЗА НИМИ РАЗМЫШЛЕНИЯ И ПОСТРОЕНИЕ ТЕОРИИ.

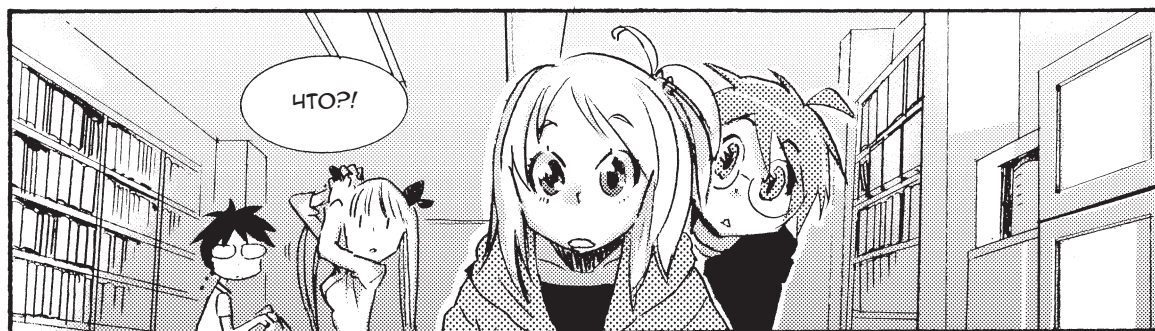
ЗАКОНЫ КЕПЛЕРА ДАДУТ НАЧАЛО МЕХАНИКЕ НЬЮТОНА, И НАЧНЁТ ФОРМИРОВАТЬСЯ СИСТЕМА ЗНАНИЙ, ПРЕВОСХОДЯЩАЯ ГРАНИЦЫ ОТДЕЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.



СЭНСЭЙ!

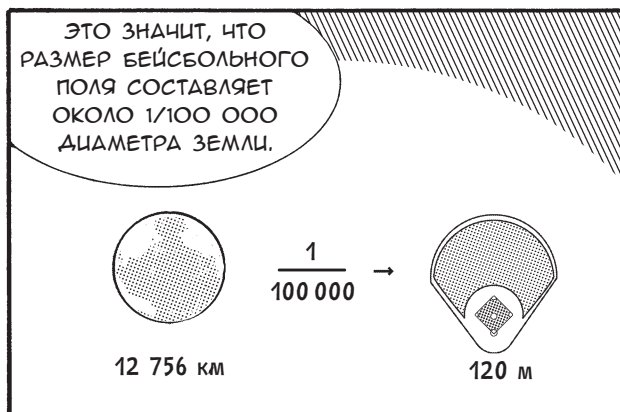
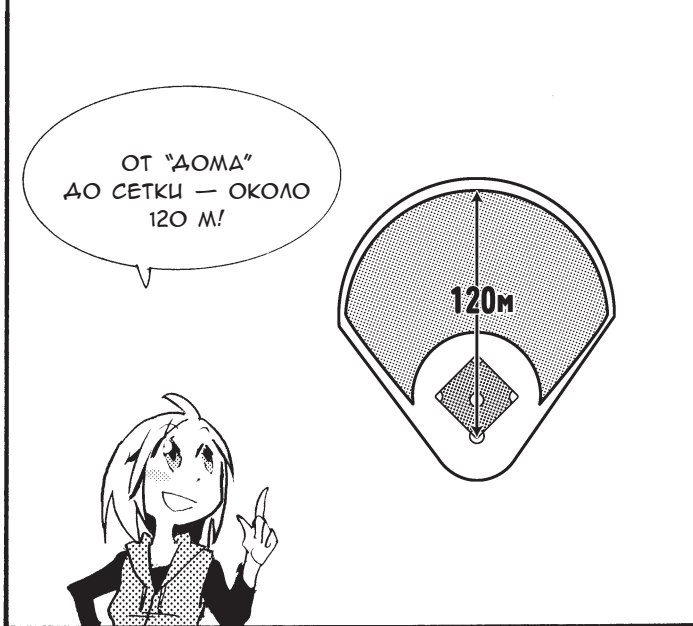
А МОЮ ИСТОРИЮ С НЛО МЫ ОБСУЖДАТЬ НЕ БУДЕМ?

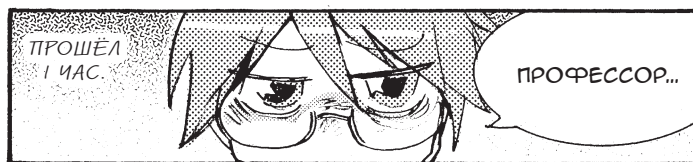
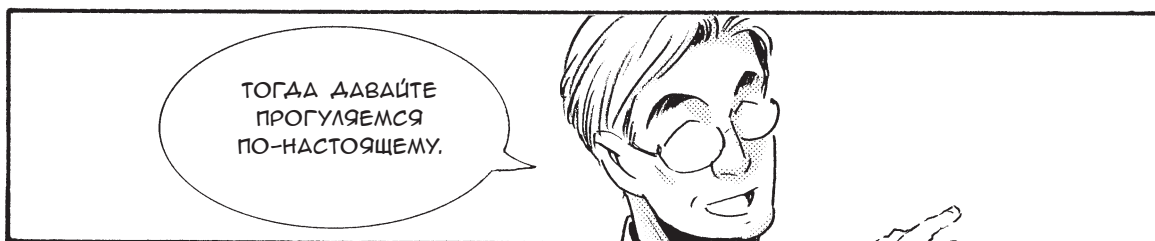




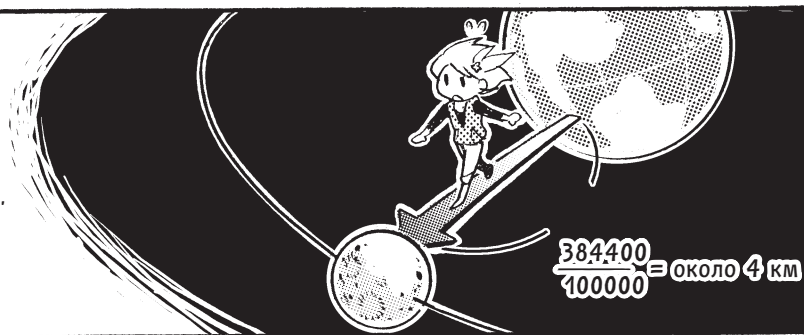
СОПОСТАВЛЕНИЕ МАСШТАБА



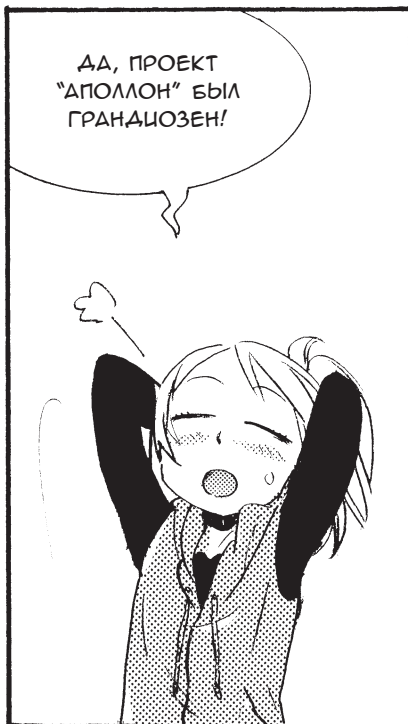




РАДИУС ОРБИТЫ ЛУНЫ
В СРЕДНЕМ СОСТАВЛЯЕТ
384 400 КМ. ТО ЕСТЬ
В ЭТОМ МАСШТАБЕ ЭТО
БУДЕТ ЧУТЬ МЕНЬШЕ 4 КМ.



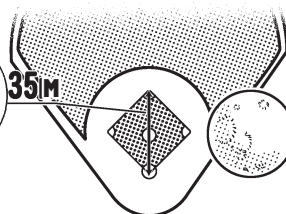
ДА, ПРОЕКТ
"АПОЛЛОН" БЫЛ
ГРАНДИОЗЕН!



КАКОВЫ
ПРИМЕРНЫЕ
РАЗМЕРЫ ЛУНЫ?



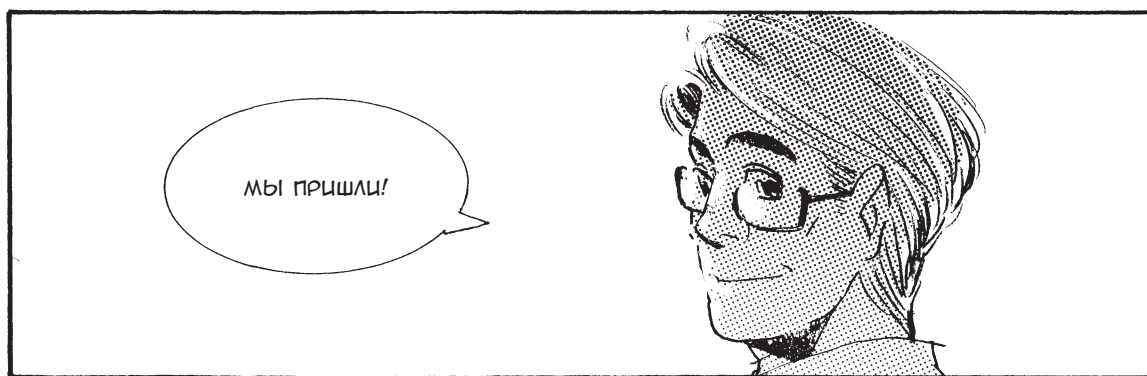
ДИАМЕТР
В ПЛОСКОСТИ
ЭКВАТОРА — 3475 КМ,
ЗНАЧИТ, В МАСШТАБЕ
1 : 100 000 — ЭТО
БУДЕТ ПРИМЕРНО
35 М.

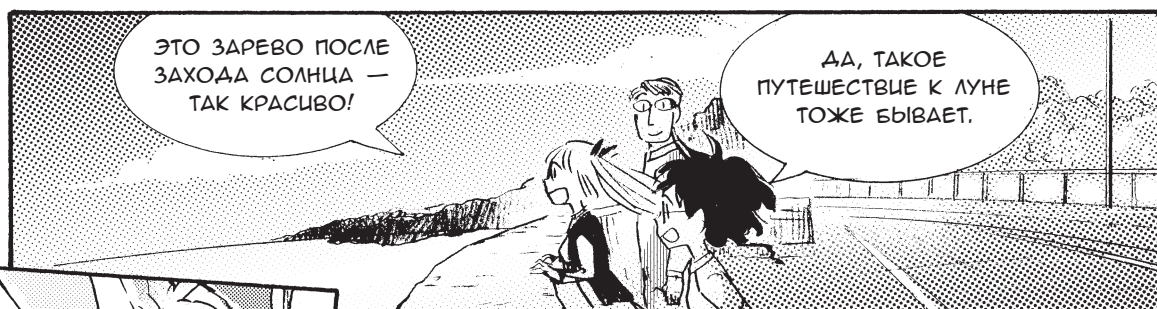
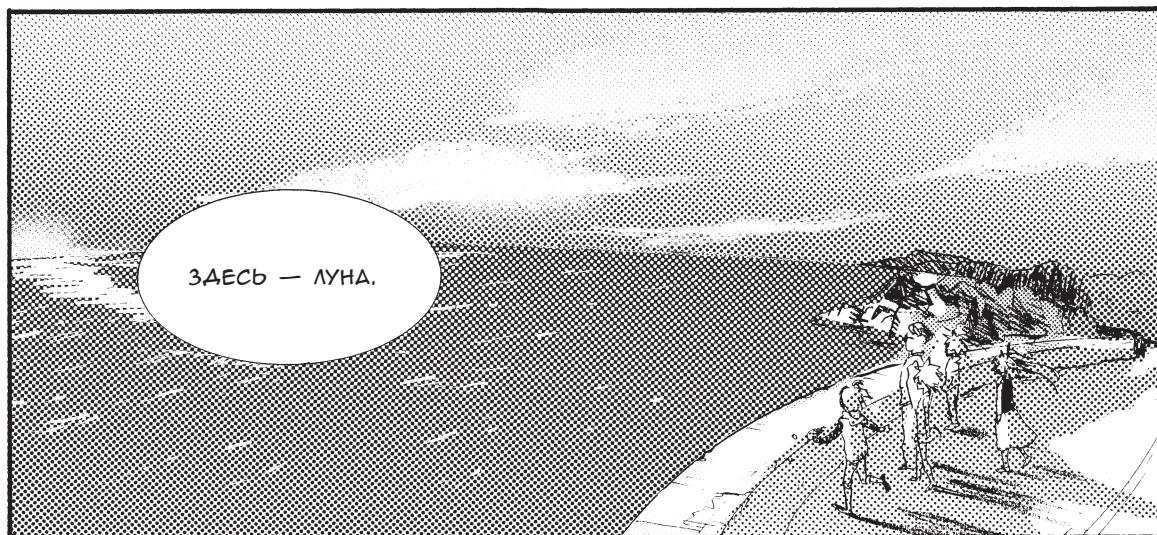


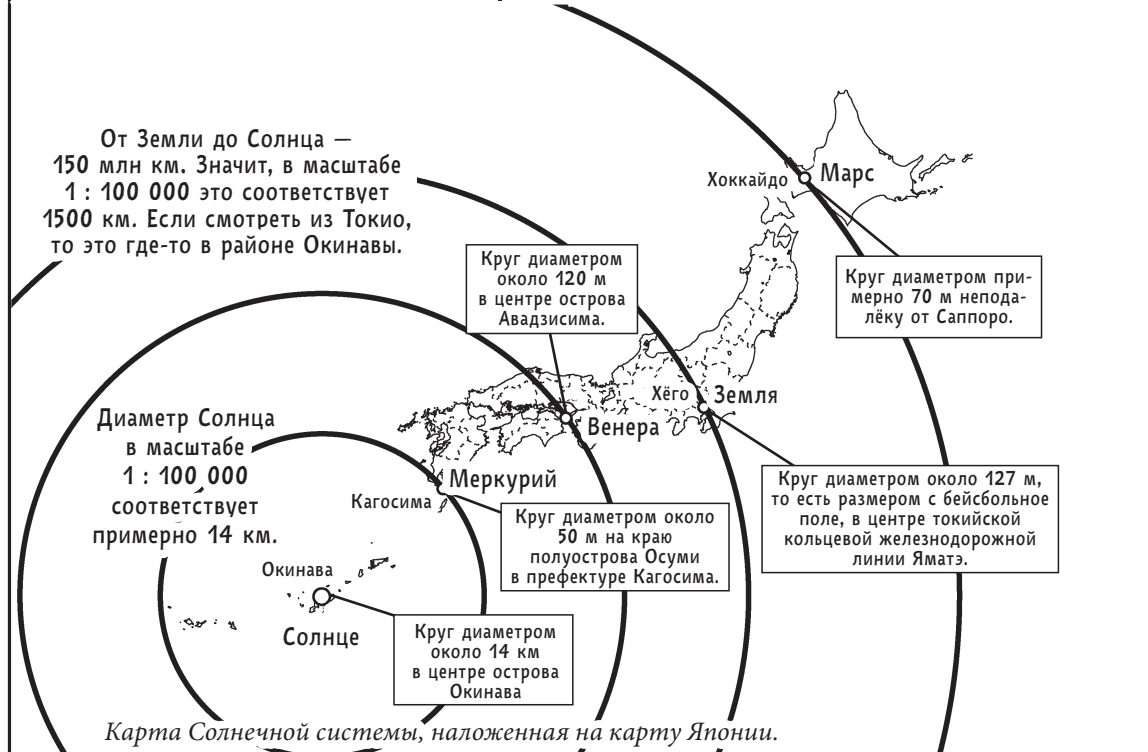
ТО ЕСТЬ КАК
БЕЙСБОЛЬНОЕ
ВНУТРЕННЕЕ
ПОЛЕ?

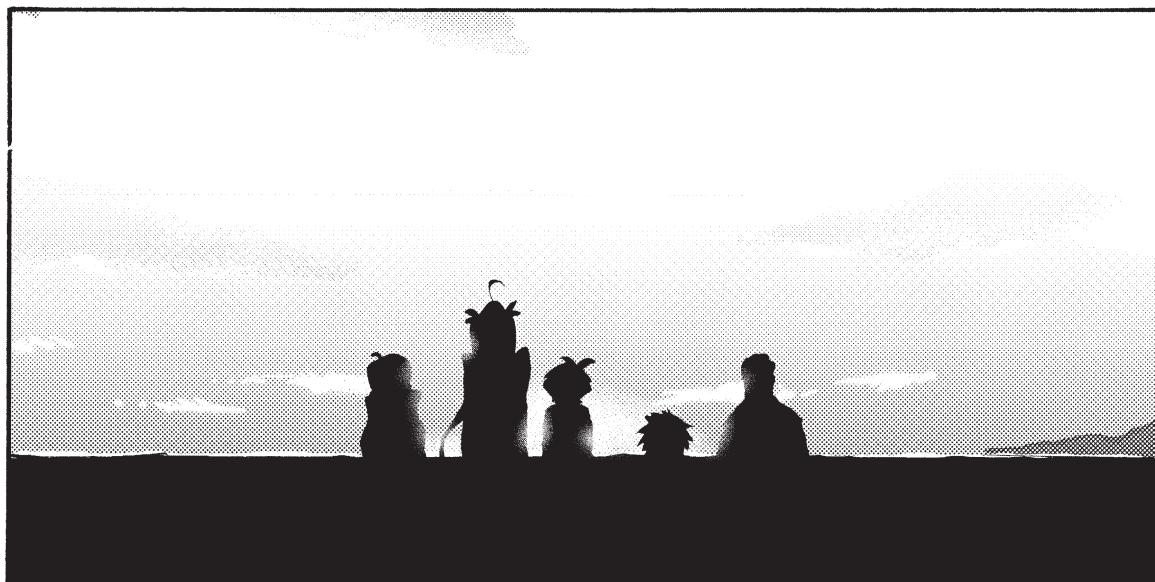
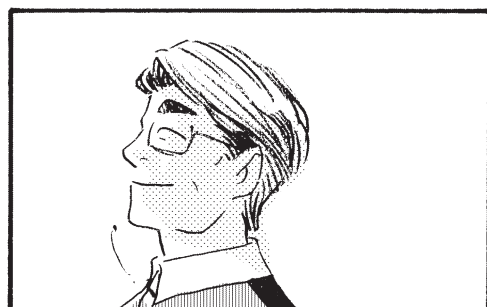
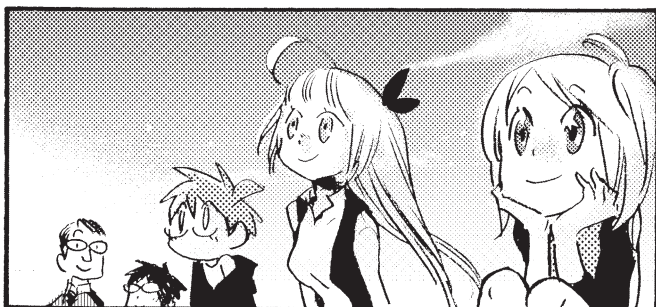
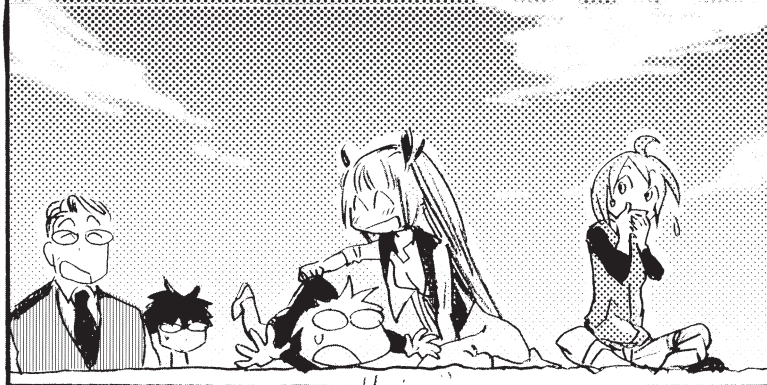
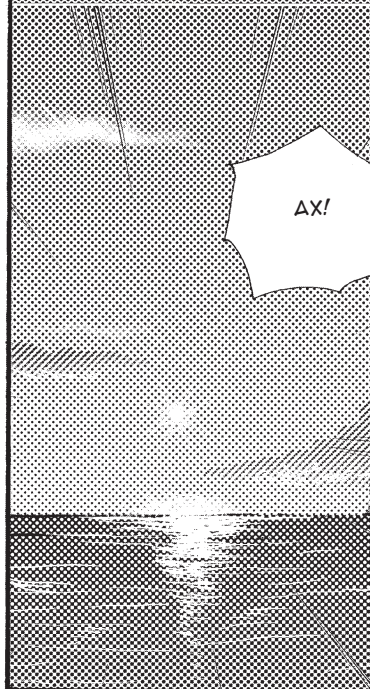


МЫ ПРИШЛИ!









» КАКОВО РАССТОЯНИЕ ДО ГОРИЗОНТА?

Если бы Земля была плоская, то при условии чистого воздуха предела видимости не было бы.

Это просто понять, если нарисовать схему.

Наличие горизонта является не чем иным, как доказательством того, что Земля круглая.

Итак, каково же расстояние до горизонта?

Если принять радиус Земли за r , а высоту до точки наблюдателя — за h , то из теоремы Пифагора следует, что эти величины соотносятся с расстоянием до горизонта L следующим образом:

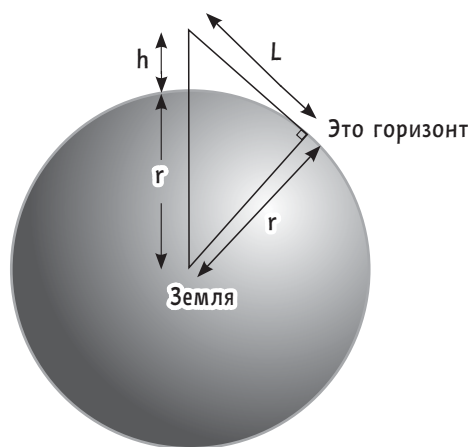
$$(r + h)^2 = r^2 + L^2.$$

Поэтому

$$L = \sqrt{(r+h)^2 - r^2} = \sqrt{2rh + h^2}.$$

Так как радиус Земли r равен приближённо 6400 км, то, приняв h равной высоте глаз среднего человека 1,5 м (0,0015 км), L будет примерно 4,4 км. То есть если смотреть с песчаного пляжа в море, то мы сможем видеть лишь немного дальше 4 км.

Кстати, даже если смотреть из иллюминатора реактивного самолёта, летящего на высоте 10 000 м (10 км), то линия горизонта отодвинется на 360 км. Это соответствует всего лишь расстоянию от Токио до Киото, то есть даже с такой высоты увидеть «заграницу» не удастся.



Расстояние до горизонта, L .

» КАКОВО РАССТОЯНИЕ ДО ЛУНЫ?

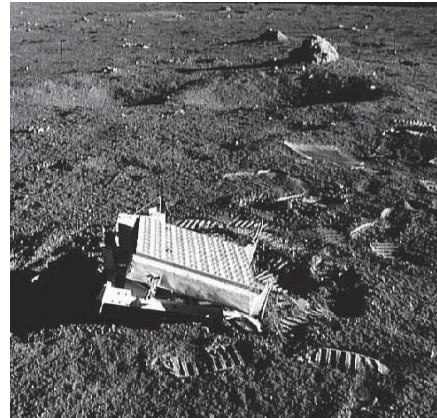
ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ВСЕЛЕННОЙ

● Расстояние до Луны с точностью до миллиметров

Установлено, что Луна в настоящее время отдаляется от Земли со скоростью около 3,8 см в год. Так как среднее расстояние до Луны составляет 385 000 км, это означает, что примерно через 100 млн лет это расстояние увеличится всего лишь на 1% . Пусть так, но сама возможность измерить расстояние до небесного тела с точностью до миллиметров потрясает воображение.

Подобная точность измерений стала возможной благодаря космическим кораблям «Аполлон», запуск которых начался в 1969 году. 11-й, 14-й и 15-й «Аполлоны» установили на поверхности Луны зеркала, чтобы от них мог отражаться запущенный с Земли луч лазера. В отличие от обычного плоского зеркала эти зеркала являются кубическим уголковым отражателем, спроектированным так, чтобы пришедший с любого направления луч отразился в точно таком же направлении, с которого он пришёл.

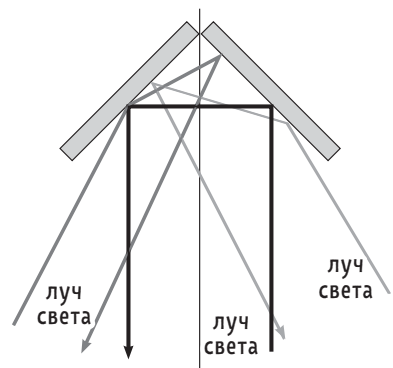
Это дало возможность точно определить расстояние, измерив интервал времени между пуском и возвращением светового луча, попавшего в этот отражатель. Кстати, скорость света составляет 299 793 км/с и всегда постоянна, поэтому очень удобно использовать свет в качестве «линейки» для измерения расстояний.



Отражатель для измерения расстояний, установленный на поверхности Луны.

● Устройство кубического уголкового отражателя

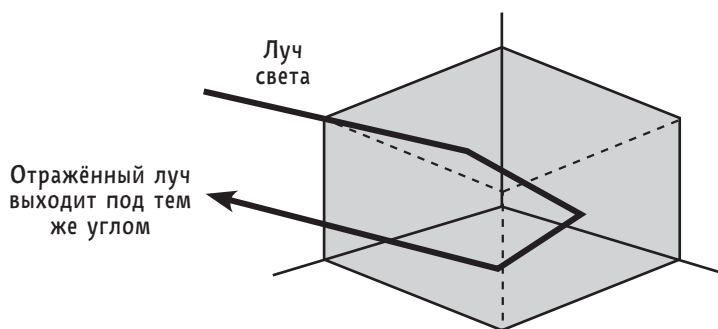
Для простоты объяснения мы рассмотрим не сам кубический уголкового отражатель, а его 2-мерную модель. Как видно на схеме справа, устройство представляет собой 2 зеркала, соединённых под прямым углом друг к другу. Благодаря этому свет, попавший на это устройство, отражается от него под тем же углом. В 3-мерном пространстве кубический уголкового отражатель работает аналогично.



Кубический уголкового отражатель (2-мерная модель).

Кубический уголкового отражатель не является какой-то редкостью, он используется в отражательных пластинах велосипедов, дорожных знаков.

Отражатель, доставленный на Луну «Аполлоном», имеет тот же принцип действия, но выполнен в виде призмы, поэтому правильно называть его кубической уголкового призмой.

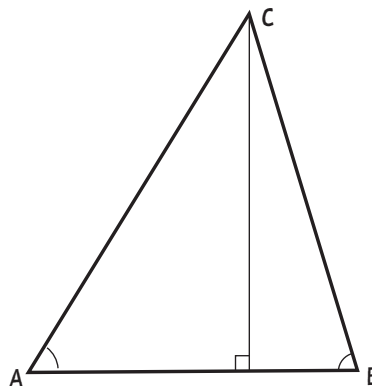


Кубический уголкового отражатель (3-мерная модель).

● До «Аполлона» использовался тот же метод, что и 2000 лет назад

Теперь давайте посмотрим, как расстояние до Луны измеряли до полётов в космос.

Наиболее распространённым способом измерения расстояния до места, в которое невозможно попасть, является триангуляция. В этом методе измеряемый объект сначала наблюдают с концов базисного отрезка AB известной длины, а затем вычисляют расстояние до этого объекта по углам наблюдения с помощью формул тригонометрии. Считается, что этот метод был в совершенстве разработан ещё в Древнем Египте 3000 лет до н. э. Затем 2000—2500 лет назад, в эпоху заметного развития науки в Греции, этот метод стал широко применяться в том числе в географии и астрономии. Знаменательным эпизодом, является измерение размеров Земли, проведённое Эратосфеном (275—194 гг. до н. э.), о котором мы рассказывали на стр. 20.



Если известна длина AB , то, измерив углы BAC и ABC , можно вычислить длину AC , и BC .

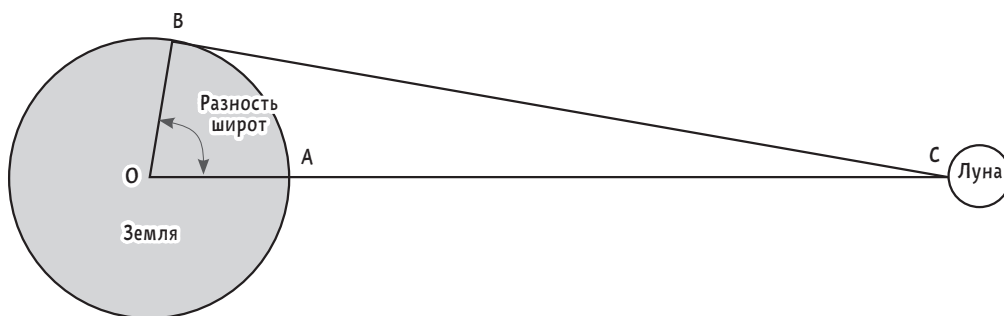
Расстояние до Луны было измерено греческим астрономом Гиппархом (ок. 190 — ок. 120 гг. до н. э.), который жил на одно поколение позже Эратосфена.

Но, к сожалению, до нас не дошла информация о методе, который Гиппарх использовал для этих измерений. Скорее всего, суть метода сводилась к тому, что Гиппарх одновременно измерил углы направления на Луну из двух точек с известным расстоянием между ними, но как он мог обеспечить «одновременность» в эпоху, когда ещё не было часов? Предполагают, что он мог воспользоваться для этого солнечным или лунным затмением.

Считается, что в результате измерений Гиппарх пришёл к выводу, что расстояние до Луны составляет от 50 до 72,3 радиуса Земли. В действительности оно равно 60 радиусам Земли, то есть точность измерений Гиппарха была, похоже, достаточно высока. И до того, как «Аполлон» установил на поверхности Луны отражатель для лазерного луча, метод измерений расстояния до Луны в основном оставался таким же, как в Древней Греции. Самая очевидная разновидность такого метода — найти два места на Земле: место А, в котором центр лунного диска виднеется в зените, и место В, в котором в то же самое время этот центр виднеется на горизонте (например, на линии совпадения морского и сухопутного горизонтов). Если точки А и В расположены на одной долготе, то разность между их широтами и окажется углом ВОС. Далее, используя радиус (ВО), вычисляют расстояние до Луны (ВС) по формуле

$$BC = BO \times \operatorname{tg} (\text{разность широт}).$$

Однако следует иметь в виду, что точка О — это центр Земли.



Метод измерения расстояния от Земли до Луны.

★ ВЕЛИКАЯ БИТВА МЕЖДУ ГЕОЦЕНТРИЧЕСКОЙ И ГЕЛИОЦЕНТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМАМИ

★ Битва началась! Кто выйдет победителем?

Многочисленные опыты подсказывают нам, что не всё из того, что мы видим глазами, является истиной. Самый наглядный пример — это зеркало. Загляните в него, и вы увидите человека, совершенно похожего на вас. Однако в наше время уже нет таких людей, которые тут же подняли бы панику: «Т-т-там ещё один я!»

Правда, если перевернуть зеркало, то можно сразу понять, что за ним нет никакого другого мира, поэтому, даже не размышляя о таком физическом явлении, как «отражение света», мы легко можем согласиться с тем, что в зеркале отображается лишь наш образ. Однако, когда объект наблюдений — Вселенная, человеку очень трудно избавиться от зачарованности «видимыми объектами». И люди начинают думать, что эта видимость и есть истина во всей её полноте.

В самом деле, и Солнце, и Луна, и сияющие в ночном небе звёзды выглядят вращающимися вокруг нашей Земли, поэтому совершенно естественно, что первой моделью Вселенной была геоцентрическая система.

Прежде всего, если бы Земля двигалась, то разве смогли бы мы устоять на ней?! Нас бы сбросило с неё и унесло бы куда-нибудь в космос! В эпоху, предшествующую изобретению телескопа, разрешить подобные сомнения было совсем не просто.

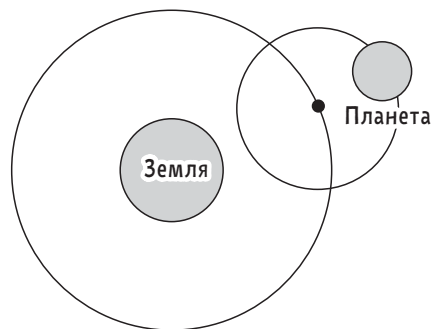
Как было рассказано ранее, на протяжении долгого времени никто, за исключением древнегреческих учёных, не рассматривал серьёзно гелиоцентрическую систему мира. Поэтому до выхода на сцену Николая Коперника (1473—1543) авторитет геоцентрической системы был непререкаем.

★ Какие же орбиты вычерчивали планеты в геоцентрической системе?

Геоцентрическая система на протяжении долгого времени занимала главенствующее положение потому, что, даже если в результате наблюдений обнаруживались факты, противоречащие ей, учёные люди придумывали доводы, объясняющие эти противоречия. Самый характерный пример этого — схема Птолемея, объяснившая движение планет, положение и яркость которых необычным образом изменяются.

Действительно, эта схема, часть которой приведена справа, на первый взгляд выглядит вполне убедительной. Однако если продолжить изучать движение планет на основе этой схемы, то оно, на самом деле окажется довольно странным. Как видно из схемы на стр. 71 (вверху справа), планеты здесь вращаются по орбитам, похожим на какие-то растянутые пружины.

Ведь Луна вращается по круговой орбите, почему же тогда только планеты должны вращаться вокруг Земли какими-то зигзагами? Размышляя об этом сейчас, невоз-

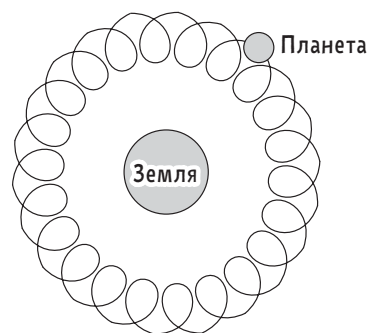


Упрощённая схема движения планет в геоцентрической системе.

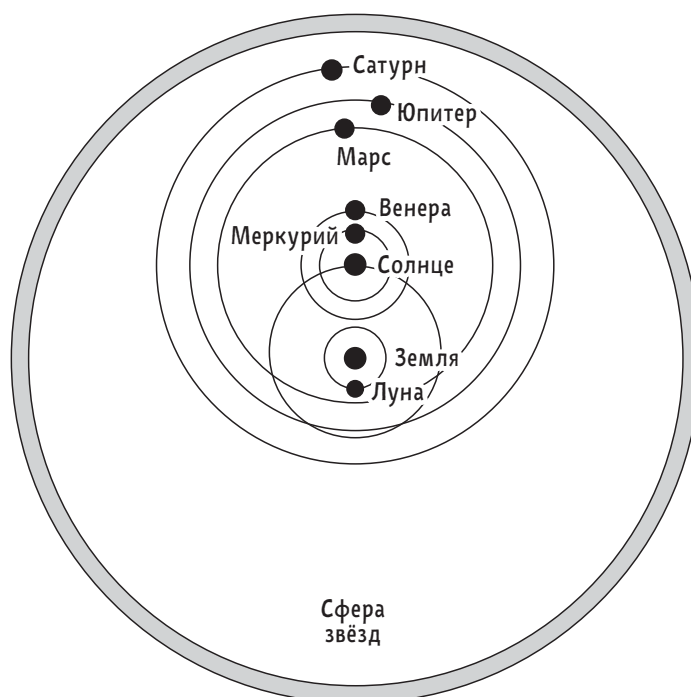
можно избавиться от ощущения, что это — намеренно усложнённое объяснение. Однако люди той эпохи, похоже, хотели использовать геоцентрическую систему во что бы то ни стало. Поэтому они не принимали так просто гелиоцентрическую систему, несмотря на новые результаты наблюдений, появлявшиеся один за другим.

★ Венец геоцентрической системы — система Браге

Астрономическую карту Тихо Браге (1546—1601) можно назвать последним усилием сторонников геоцентрической системы мира. Браге, датский астроном, живший немного раньше Галилео Галилея (1564—1642), разработал модель Вселенной, которую можно назвать промежуточным этапом между геоцентрической и гелиоцентрической системами. При создании этой модели он пошёл на отчаянную хитрость: верхняя часть уже почти соответствует гелиоцентрической системе, но Земля всё равно, при помощи фокусов начертания, изображена в центре. В этой по-своему красивой схеме чувствуется сильная убеждённость её создателя в том, что любой ценой «Землю надо оставить неподвижной», на какие бы увёртки ни пришлось пойти ради этого.



Уточнённая схема движения планет в геоцентрической системе.



Астрономическая карта Тихо Браге.

★ Насколько прогрессивным был Коперник?

С другой стороны, гелиоцентрическая система тоже, как известно, не доминировала в этой «битве» с самого начала.

Учение Коперника, о котором мы уже упоминали, в конце концов совершило революцию в науке о строении Вселенной, поэтому появилось даже выражение «переворот Коперника», означающее изменение точки зрения на диаметрально противоположную. Однако существуют и сомнения в том, что Коперник был таким уж прогрессивным.

Прежде всего, гелиоцентрическая система провозглашается в его труде «О вращении небесных сфер», который был издан уже после смерти автора. В этом была одна из причин того, что сам Коперник никогда не подвергался критике, но была и другая причина. Его гелиоцентрическая система была ещё настолько несовершенной, что даже не стала предметом для обсуждения.

Например, Коперник, похоже, верил, что орбиты планет и других небесных тел представляют собой совершенные окружности. На самом деле все орбиты, строго говоря, являются эллипсами (из-за влияния, например, других планет), но Коперник не признавал этого, поэтому совершенно не мог объяснить движение некоторых небесных тел, таких, как кометы. Кстати, геоцентрическая модель после многократных корректировок достигла такого уровня развития, что «объясняла движение любых наблюдаемых небесных тел, кроме комет», поэтому она и не могла быть окончательно опровергнута с помощью несовершенной гелиоцентрической системы Коперника.

Вся новизна модели Коперника заключалась в том, что «Земля» геоцентрической системы была заменена на Солнце, и все планеты, включая Землю, вращались вокруг него.

★ Гелиоцентрическая система мира была окончательно оформлена Кеплером

Учёным, который превратил несовершенную гелиоцентрическую систему в основную модель Вселенной, полностью заменившую геоцентрическую систему, был немецкий астроном Иоганн Кеплер (1571—1630). Он предположил, что планеты движутся по искривлённым окружностям, или по эллипсам, и в конце концов установил три следующих закономерности (законы Кеплера). Благодаря этому гелиоцентрическая система впервые стала более логичной и точной, а главное, «более естественной и понятной», чем геоцентрическая.

Первый закон. Каждая планета вращается по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце.

Второй закон. Площадь сектора, описываемого в единицу времени отрезком, соединяющим планету и Солнце, является постоянной.

Третий закон. Квадраты периодов обращения планет вокруг Солнца относятся, как кубы больших полуосей орбит планет. Справедливо не только для планет, но и для их спутников.

Как Кеплер смог с помощью простых законов выразить движение планет, которые считались очень сложными? Есть версия, что он был помощником того самого Тихо

Браге, о котором мы рассказывали ранее, и имел возможность использовать обширные данные наблюдений, оставленные последним.

Браге был очень старательным человеком, и оставленные им записи о наблюдениях оцениваются как «наиболее правильные и точные в эпоху до изобретения телескопа». Рефракторный телескоп, называемый ещё телескопом Галилея, был изобретён вскоре после смерти Браге, но, произойди это раньше, и Браге бы стал, может быть, одним из основоположников гелиоцентрической системы (более подробное объяснение законов Кеплера начинается со стр. 75).

★ В чём же тогда заслуга Галилея?

В том, что касается «отцов» гелиоцентрической системы, более известным, чем Кеплер, является Галилей.

Далее мы немного отклонимся от темы. Его полное имя было Галилео Галилей, где фамилия — Галилей. Обычным было бы использовать его фамилию — Галилей, но по какой-то причине на Западе его чаще называют Галилео. Однако, почему имя и фамилия так похожи?

Говорят, что в Италии, в регионе Тоскана, где он родился, имена старших сыновей образовывали из их фамилий, переводя их в форму единственного числа. Формы множественного или единственного числа для имени несколько озадачивают, но в общем это что-то вроде главы рода, который представляет всю семью Галилеев. Поэтому, может быть, для западных людей имя «Галилео», то есть «представляющий семью Галилеев», наоборот, звучит понятнее.

Итак, к Галилею, подвергшемуся суду инквизиции, относились как к представителю всех гелиоцентристов, но он допустил также много ошибок. Так, он, как и Коперник, полагал, что орбиты планет являются окружностями. Во всяком случае, Галилей, похоже, был большим упрямцем, даже после выхода в свет законов Кеплера (эти двое жили почти в одно и то же время) продолжая настаивать на том, что «планеты не могут двигаться по эллипсам». Не исключено, что подобный эгоцентризм и стал причиной его противостояния с церковью.

Но, несмотря на это, Галилей, проводивший исследования в различных областях науки (медицине, математике, астрономии, физике) и даже изготовивший телескоп для астрономических наблюдений, несомненно, был гением. Особенно стоит отметить его заслугу в утверждении современной научной методологии, заключающейся в «построении теории после проведения математического анализа результатов эксперимента», и здесь он, несомненно, по праву заслуживает звания «отца современной науки».

★ Чему учит гелиоцентрическая система?

Принято считать, что спор между геоцентрической и гелиоцентрической системами был закончен после появления 3-го закона Кеплера в 1619 году (1-й и 2-й законы были опубликованы в 1609 году). Однако похоже, что и в наши дни многие люди не понимают истинного смысла гелиоцентрической системы. Наглядным примером этого являются «создатели» машины времени, которая часто упоминается в научно-фантастических книгах и фильмах.

Не так важен вопрос, можно ли создать машину времени в принципе, но по сюжету этих произведений люди, которые садятся в машину времени, не меняют местоположения даже после путешествия во времени. Они всегда остаются там же, где начали путешествие, только в другой эпохе.

Однако существует ли в пространстве Вселенной такая вещь, как «неизменное место», превосходящее эпохи?

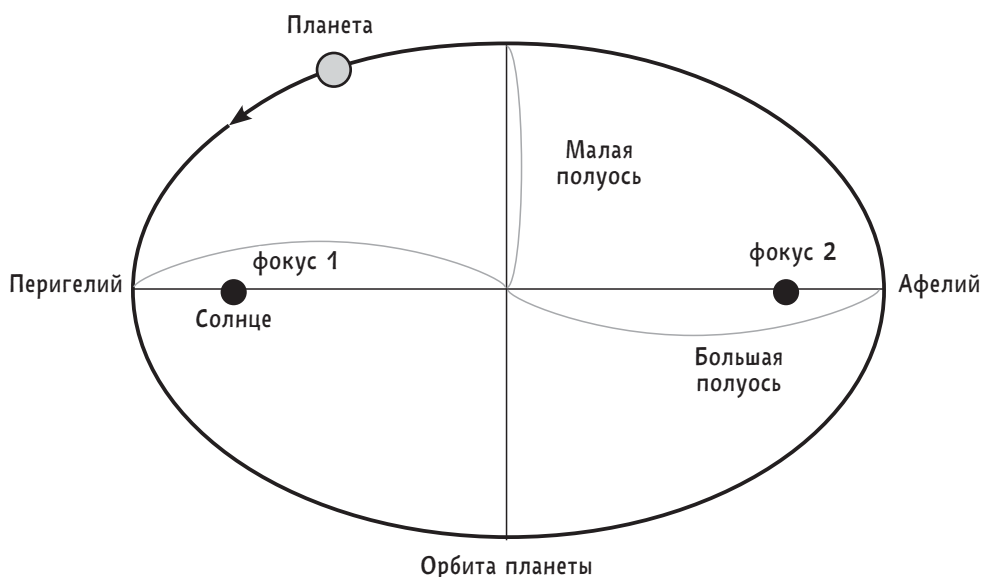
Земля вращается вокруг своей оси и вокруг Солнца. Кроме того, как будет объяснено ниже, сама Солнечная система тоже совершает вращательное движение внутри Галактики, и Галактика тоже не покоится на одном месте. В общем, в каком бы масштабе ни рассматривать Вселенную, там нет ничего остановившегося. Следовательно, указать «застывшее» место в космическом пространстве невозможно. Здесь всё находится в движении и не имеет точки отсчёта, невозможно даже определить местоположение Земли через несколько секунд. Рассуждая подобным образом, можно назвать гелиоцентрическую систему отправной точкой современных теорий о строении Вселенной, утверждающих, что Вселенная находится в непрерывном движении и непрерывно изменяется. Именно в этом заключался «переворот Коперника», но вся ирония истории в том, что сам Коперник отстаивал всего лишь то, что Солнце находится в центре, а не теорию движения Земли в истинном смысле. Как бы там ни было, осознание того, что ни Земля, ни Солнце не являются центрами Вселенной и к тому же непрерывно движутся и изменяются, создаёт впечатление какого-то философского учения, превосходящего границы науки.

★ ОБЪЯСНЕНИЕ ЗАКОНОВ КЕПЛЕРА

Разъясним здесь смысл законов Кеплера.

Первый закон. Каждая планета вращается по орбите-эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце.

С помощью этих законов Кеплер ясно показал, что орбиты планет являются не окружностями, а эллипсами. Несколько утрированно это можно изобразить в следующем виде.



Орбиты планет в соответствии с 1-м законом Кеплера.

Орбита Земли достаточно близка к правильной окружности, а орбита Марса больше похожа на эллипс. По этой причине Коперник, утверждавший, что «все планеты движутся по окружностям», не мог правильно объяснить результаты наблюдений Марса. Именно в этом заключается важность открытия Кеплером этого закона.

«Степень эллиптичности» выражается эксцентриситетом. Используя схему на предыдущей странице, дадим определение эксцентриситета:

$$\text{Эксцентриситет} = \frac{\text{Расстояние между фокусами}}{\text{Большая ось}}.$$

Большая ось — это более длинная из двух осей эллипса, то есть отрезок, соединяющий точки перигея и апогея на приведённой схеме. Кстати, половина большой оси определяет среднее расстояние планеты до Солнца.

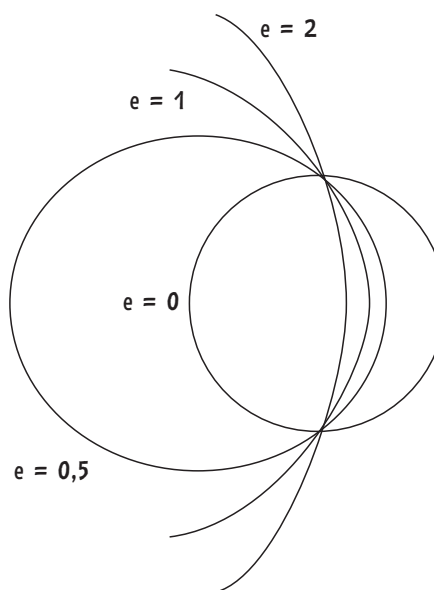
У окружности фокус только один (это центр окружности), поэтому её эксцентриситет равен нулю. Ниже в таблице приведены эксцентриситеты орбит планет Солнечной системы.

Планета	Меркурий	Венера	Земля	Марс	Юпитер	Сатурн	Уран	Нептун
Эксцентриситет	0,2056	0,0068	0,0167	0,0934	0,0485	0,0555	0,0463	0,0090

Эксцентриситеты планет Солнечной системы.

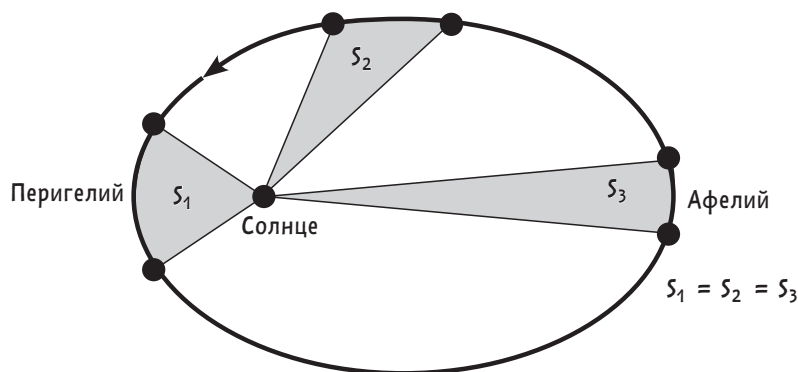
Может быть, упоминать об этом излишне, но в математике эксцентриситет определяет форму кривой, а не только показывает «степень эллиптичности». Кривая является окружностью или эллипсом только тогда, когда её эксцентриситет (обычно обозначается буквой «e») лежит в диапазоне от нуля до единицы. Если эксцентриситет равен какому-либо другому значению, то кривая является параболой или гиперболой.

e = 0 — окружность
 0 < e < 1 — эллипс
 e = 1 — парабола
 e > 1 — гипербола



Второй закон. Площадь сектора, описываемого в единицу времени отрезком, соединяющим планету и Солнце, является постоянной.

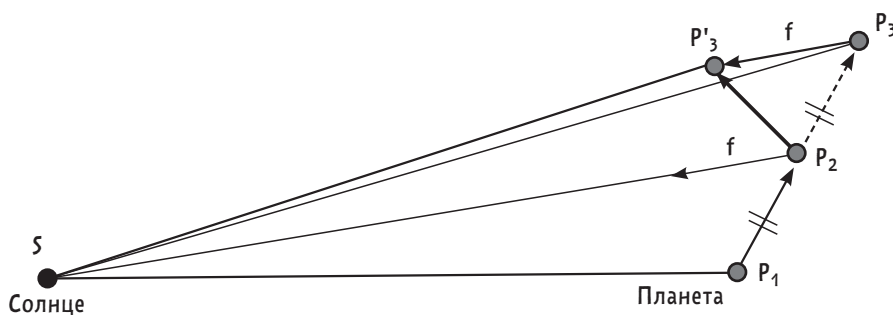
Смысл этого закона состоит в том, что планета, имеющая эллиптическую орбиту, движется быстрее в той её части, которая расположена ближе к Солнцу, а в более удалённой от Солнца части, напротив, замедляется. Если изобразить это в виде рисунка, то площади всех закрашенных областей окажутся одинаковыми.



Движение планеты по орбите согласно 2-му закону Кеплера.

Это аналогично закону сохранения момента импульса в механике Ньютона. Математическое доказательство немного сложновато, но смысл этого закона легко понять, если представить вращение в фигурном катании. Когда спортсмен, начавший крутиться с расставленными в стороны руками, складывает их, его вращение становится быстрее. Так же обстоит дело и с вращением планет вокруг Солнца.

Можно также представить случай, когда вы крепите груз на шнурке и крутите его. Если шнурок длинный, то, разумеется, крутить груз становится труднее, и скорость груза будет меньше.



Орбита планеты согласно 2-му закону Кеплера.

Концептуально это можно представить следующим образом.

Когда на тело не действует внешняя сила, оно в соответствии с законом сохранения импульса движется равномерно и прямолинейно. На втором рисунке предыдущей страницы этому соответствует траектория $P_1 \rightarrow P_2 \rightarrow P_3$, где отрезки P_1P_2 и P_2P_3 равны.

Однако на планету действует сила притяжения Солнца, расположенного в точке S , поэтому прямолинейного движения не происходит. На самом деле планета постоянно притягивается к Солнцу и её движение становится криволинейным, но здесь мы для простоты примем, что сила притяжения, непрерывно действуя во время перемещения из P_2 в P_3 , приблизила планету к Солнцу. Тогда траектория планеты искривится влево в соответствии с величиной силы f и планета придёт в точку P'_3 (в результате сложения импульса силы притяжения f и импульса тела, стремящегося продолжать равномерное прямолинейное движение). Так как импульс не изменяется, длины P_2P_3 и $P_2P'_3$ равны.

Здесь, сравнивая получившиеся треугольники, можно сказать, что для треугольников SP_1P_2 и SP_2P_3 по причине равномерности и прямолинейности движения:

$$P_1P_2 = P_2P_3.$$

Таким образом, у этих треугольников равны основание и высота, поэтому по площади они равны друг другу.

Далее, сравнивая треугольники SP_2P_3 и $SP_2P'_3$, мы увидим, что они имеют общее основание SP_2 , и высота их тоже одинакова (так как f является силой притяжения в точке P_2 , то стрелка, используемая при сложении векторов, тоже будет параллельна SP_2), следовательно, их площадь одинакова. То есть,

$$\Delta SP_2P_3 = \Delta SP_2P'_3.$$

Эти соотношения выполняются при любом расположении Солнца и планеты, и в результате оказывается, что площадь сектора, который в единицу времени описывается отрезком, соединяющим Солнце и планету, постоянна.

Третий закон. Квадраты периодов обращения планет вокруг Солнца относятся, как кубы больших полуосей орбит планет. Справедливо не только для планет, но и для их спутников.

В словесной форме этот закон труден для понимания, но в общем он означает, что период обращения определяется только большой полуосью эллиптической орбиты. Период не зависит от величины эксцентриситета, поэтому если большая полуось орбит двух планет одинакова, то период их обращения вокруг Солнца тоже будет одинаков, даже если одна из них описывает круговую орбиту, а другая — эллиптическую.

Кстати, большая полуось — это половина большой оси, о которой говорилось в объяснении 1-го закона. Говоря другими словами, это среднее расстояние между планетой и Солнцем.

Тот факт, что, чем больше орбита планеты, тем дольше время одного её обращения (период вращения), был известен и до Кеплера. Однако математические соотношения между этим периодом и длиной большой полуоси оставались неизвестными. В связи с этим невольно поражаешься уму Кеплера, открывшего это в виде математического закона.

Если выразить период обращения P в годах, а большую полуось a , равную среднему расстоянию между планетой и Солнцем, — в астрономических единицах (одно расстояние от Земли до Солнца, сокращённо а. е.), то для Земли, так как $a = 1$ а. е., будет выполняться следующее соотношение:

$$\frac{a^3}{P^2} = 1.$$

Если таким же образом исследовать другие планеты Солнечной системы, то получится таблица, приведённая на следующей странице, и 3-й закон будет подтверждён.

Планета	Большая полуось орбиты (a) в астрономических единицах (а. е.)	a^3	Период вращения относительно звёзд (P) в солнечных годах	p^2	$\frac{a^3}{p^2}$
Меркурий	0,3871	0,05800555	0,2409	0,05803281	0,9995
Венера	0,7233	0,37840372	0,6152	0,37847104	0,9998
Земля	1,0000	1	1,0000	1	1,0000
Марс	1,5237	3,53751592	1,8809	3,53778481	0,9999
Юпитер	5,2026	140,819017	11,8620	140,707044	1,0008
Сатурн	9,5549	872,32524	29,4580	867,773764	1,0052
Уран	19,2184	7098,25644	84,0220	7059,69648	1,0055
Нептун	30,1104	27299,1783	164,7740	27150,4711	1,0055

Большая полуось орбиты планет, их периоды вращения вокруг Солнца и эксцентриситеты.

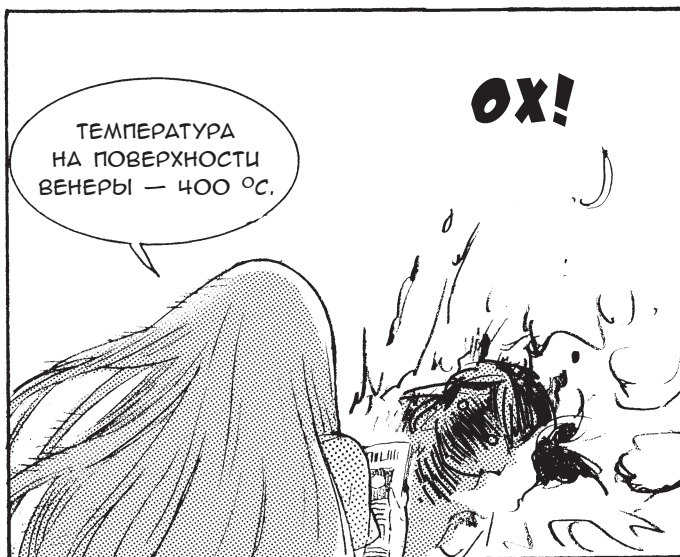


ГЛАВА 2

ОТ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ К ГАЛАКТИКЕ

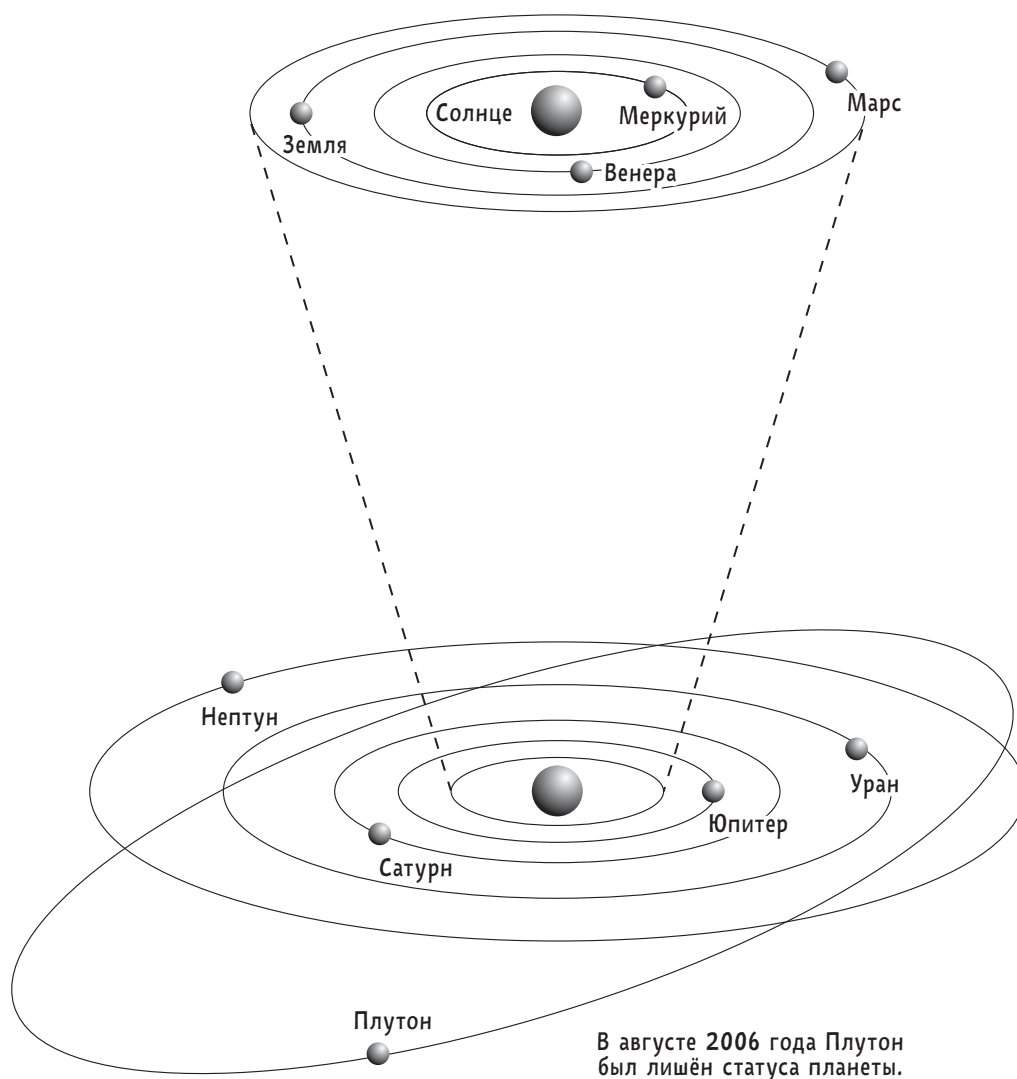
2.1. А ЧТО, ЕСЛИ БЫ КАГУЯ-ХИМЭ ПРИЛЕТЕЛА С ОДНОЙ ИЗ ПЛАНЕТ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ?





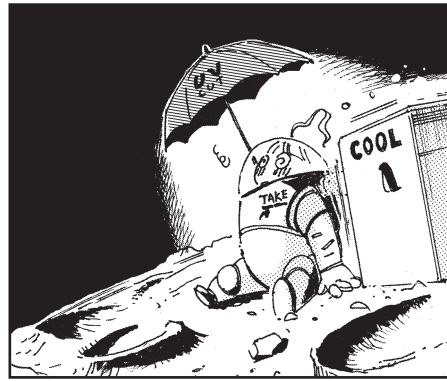
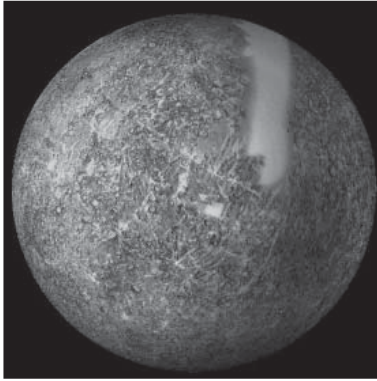
» КАГУЯ-ХИМЭ ИЗ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Давайте здесь посмотрим, какая из планет Солнечной системы может стать родиной Кагуи-химэ? Для наглядности их размеры и массу мы будем выражать в относительных единицах, принимая за единицу соответствующий параметр Земли. Действительно ли родина Кагуи-химэ находится в пределах Солнечной системы?



Строение Солнечной системы.

● Меркурий



Размеры: $\approx 0,38$ (экваториальный радиус — 2440 км)

Масса: $\approx 0,055$

Сила тяжести: $\approx 0,38$

Количество спутников: 0

Среднее расстояние от Солнца (а. е.*): $\approx 0,39$ ($\approx 0,39$ а. е.)

Период вращения вокруг Солнца: ≈ 88 дней

Период вращения вокруг своей оси: ≈ 59 дней

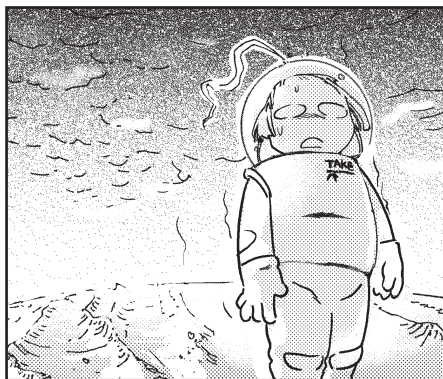
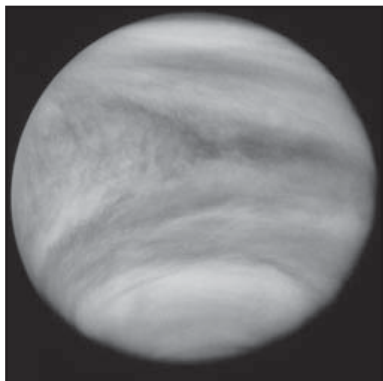
● «Славное местечко» для принцессы

Так как среди планет Солнечной системы Меркурий имеет ближайшую к Солнцу орбиту, количество получаемой от него энергии на единицу площади в 6,7 раза больше, чем на Земле, что довольно сурово. Что там говорить о необходимости защиты от ультрафиолетового излучения при температуре на поверхности 427°C , человек просто обуглится. Кроме того, из-за малой силы притяжения почти отсутствует атмосфера, то есть условия близки к вакууму. Без полностью герметичного скафандра, снабжённого мощной системой охлаждения, человек мгновенно сгорит. Считается, что в районе Северного полюса есть лёд, но высока вероятность, что там стоит мороз до -180°C .

Забыв о температуре и суровых атмосферных условиях, добавим, что пейзаж поверхности (пустыни и кратеры), довольно похож на лунный, поэтому Кагуя-химэ, наверное, чувствовала бы себя там, как дома.

* а. е. — астрономическая единица (расстояние от Земли до Солнца = 149 597 870,66 км).

● Венера



Размеры: $\approx 0,95$ (экваториальный радиус — 6052 км)

Масса: $\approx 0,82$

Сила тяжести: $\approx 0,91$

Количество спутников: 0

Среднее расстояние от Солнца: $\approx 0,72$ ($\approx 0,72$ а. е.)

Период вращения вокруг Солнца: ≈ 225 дней

Период вращения вокруг своей оси: ≈ 243 дня

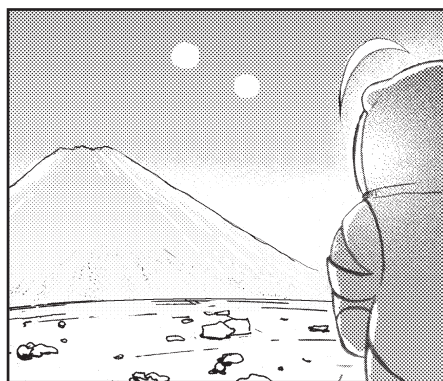
● «Славное местечко» для принцессы

Самая близкая планета к Земле, имеющая с ней много общего: наличие атмосферы, сильная вулканическая деятельность, сопровождаемая выбросами сероводорода, азота и сернистого газа. Радует то, что сила тяжести почти такая же, как на Земле.

Однако планета окутана густым туманом, состоящим в том числе из концентрированной серной кислоты, а главным компонентом атмосферы (примерно на 96%) является углекислый газ, поэтому естественно, что из-за сильного парникового эффекта температура на поверхности составляет 400—500 °С. Кроме того, атмосферное давление на поверхности в 90 раз больше, чем на Земле.

К сказанному можно добавить, что Венера вращается вокруг своей оси в противоположную по сравнению с Землей сторону, и поэтому Солнце там восходит на западе и заходит на востоке.

● Марс



Размеры: $\approx 0,53$ (экваториальный радиус — 3396 км)

Масса: $\approx 0,11$

Сила тяжести: $\approx 0,38$

Количество спутников: 2

Среднее расстояние от Солнца: $\approx 1,52$ ($\approx 1,52$ а. е.)

Период вращения вокруг Солнца: ≈ 687 дней

Период вращения вокруг своей оси: ≈ 1 день

● «Славное местечко» для принцессы

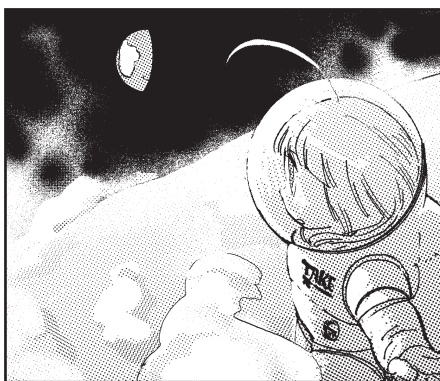
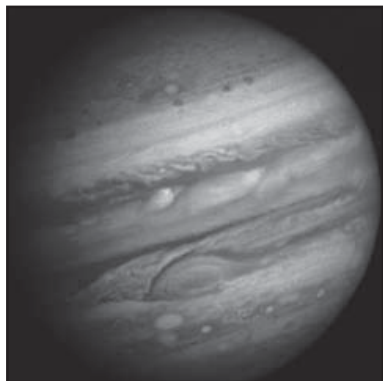
Марс — покрытая пустынями планета, имеющая разрежённую атмосферу из углекислого газа. Подтверждено наличие воды, и среди планет Солнечной системы Марс обладает условиями, наиболее близкими к земным. Максимальная температура воздуха составляет около 20°C , поэтому при наличии скафандров, какие были у астронавтов «Аполлона», там могли бы жить и люди, и Кагуя-химэ.

Пейзаж также напоминает земной, продолжительность суток равна земным, поэтому можно жить, не нарушая свой распорядок дня, однако один из спутников, Фобос, вращается вокруг Марса быстрее, чем Марс обращается вокруг своей оси, поэтому «луна» может всходить и садиться вечером 2 раза.

Далее, на Марсе есть гора Олимп, которая считается самой большой в Солнечной системе. Её высота составляет 25 км, что примерно в 3 раза выше Эвереста! Кроме того, там есть, например, самое большое в Солнечной системе ущелье, то есть рельеф местности достаточно пересечённый.

На поверхности иногда проносятся вихри, подобные смерчам, которые были сфотографированы американским космическим зондом «Марс Пасфайндер».

● Юпитер



Размеры: $\approx 11,2$ (экваториальный радиус — 71 492 км)

Масса: ≈ 318

Сила тяжести: $\approx 2,37$ (однако есть влияние центробежной силы, возникающей из-за вращения вокруг своей оси)

Количество спутников: 67

Среднее расстояние от Солнца: $\approx 5,20$ ($\approx 5,20$ а. е.)

Период вращения вокруг Солнца: ≈ 12 лет

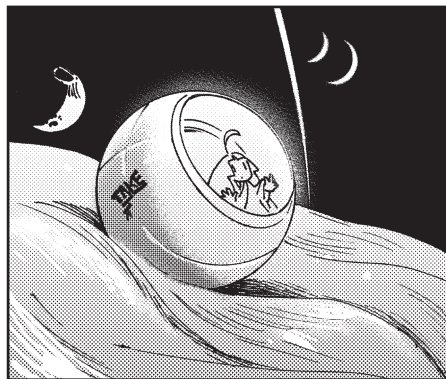
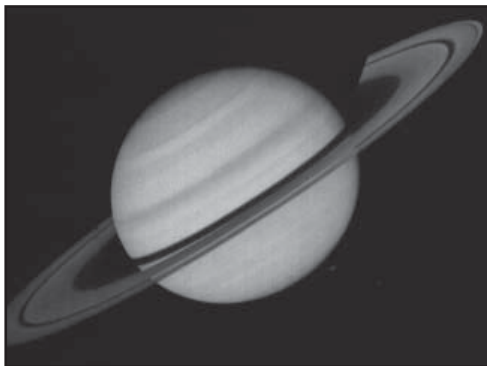
Период вращения вокруг своей оси: ≈ 9 ч 50 мин

● «Славное местечко» для принцессы

В отличие от Меркурия, Венеры, Земли и Марса, состоящих из скальных пород и металлов и носящих название «планеты земной группы», Юпитер и Сатурн, состоящие в основном из газа, называются «планеты группы Юпитера», или «газовые гиганты». В действительности плотность Юпитера составляет всего лишь $1/4$ земной, он состоит из смеси газов, в основном молекулярного водорода и гелия, поэтому такой поверхности, как на Земле, там нет. Хотя в центре (составляющем всего $1/11$ диаметра) находится ядро из скальных пород, всё остальное — лишь скопление газов или жидкостей, что совершенно не соответствует нашему образу «планеты». Если можно так выразиться, вы будете чувствовать себя там как внутри облака, поэтому нашлись даже учёные, предположившие, что на Юпитере живут плавающие организмы с газообразными телами.

Несмотря на всё это, из-за огромной массы, которая в 300 раз больше, чем у Земли, сила тяжести на Юпитере также порядочная — в 2 раза больше, чем на Земле. Это подобно тому, как если бы вы постоянно таскали на себе предмет с массой, равной вашей собственной, поэтому жить на Юпитере, похоже, было бы довольно тяжело. Однако считается, что на некоторых из его спутников, например на Европе, условия близки к земным, поэтому существует даже вероятность обнаружить там жизнь.

● Сатурн



Размеры: $\approx 9,45$ (экваториальный радиус — 60 268 км)

Масса: $\approx 95,2$

Сила тяжести: $\approx 0,94$ (однако есть влияние центробежной силы, возникающей из-за вращения вокруг своей оси)

Количество спутников: 63

Среднее расстояние от Солнца: $\approx 9,55$ ($\approx 9,55$ а. е.)

Период вращения вокруг Солнца: $\approx 29,5$ года

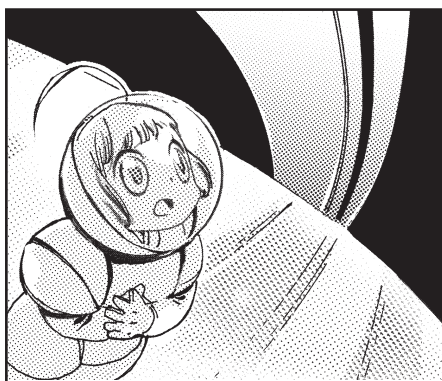
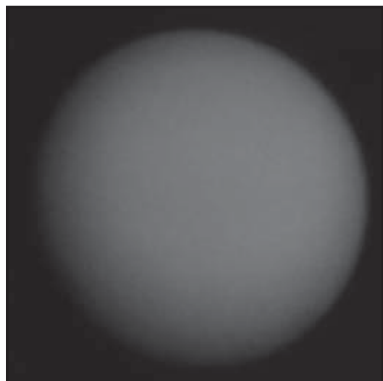
Период вращения вокруг своей оси: ≈ 10 ч 34 мин

● «Славное местечко» для принцессы

Сатурн — планета группы Юпитера, состоящая из смеси газов, основными компонентами которой являются молекулярный водород и гелий, твёрдая поверхность отсутствует. Средняя плотность Сатурна всего $0,69 \text{ г/см}^3$, то есть меньше плотности воды, поэтому, несмотря на огромный объём, более чем в 800 раз больше Земли, сила тяжести примерно соответствует земной. Означает ли это, что можно жить на Сатурне, создав что-то вроде плавучей базы?

Сатурн находится на большом удалении от Солнца, и с Земли его видимый размер составляет всего $1/10$ солнечного. Температура, естественно, низкая — в среднем что-то около минус 130°C . Считается, что самая высокая температура держится почему-то в «полярных» областях, но, поселившись там, вы наблюдали бы «кольца» не в небе, а под собой.

● Уран



Размеры: $\approx 4,01$ (экваториальный радиус — 25 559 км)

Масса: $\approx 14,5$

Сила тяжести: $\approx 0,89$ (однако есть влияние центробежной силы, возникающей из-за вращения вокруг своей оси)

Количество спутников: 27

Среднее расстояние от Солнца: $\approx 19,2$ ($\approx 19,2$ а. е.)

Период вращения вокруг Солнца: ≈ 84 года

Период вращения вокруг своей оси: ≈ 17 ч 14 мин

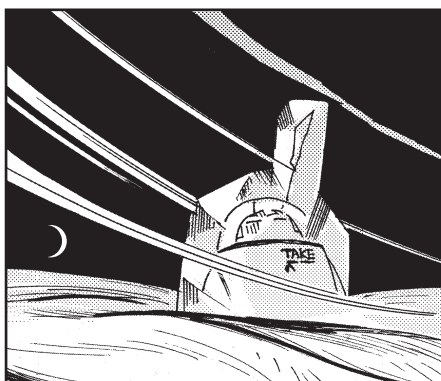
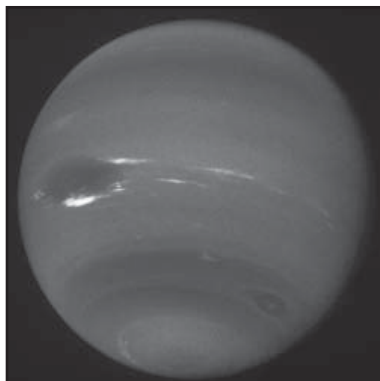
● «Славное местечко» для принцессы

Раньше на основании размеров и местоположения Уран считался планетой группы Юпитера (газовым гигантом), однако затем в связи с особенностями строения планеты, состоящей в основном из замёрзших воды, метана и аммиака, вместе с Нептуном был отнесён к новой категории — «планеты группы Урана» (ледяные гиганты). Даже при взгляде извне имеет прозрачно-голубой цвет, и пейзаж на поверхности, возможно, подобен Южному полюсу Земли. Однако это сверххолодная планета, температура на которой ниже минус 200 °C.

Уран имеет кольцо, более тонкое, чем у Сатурна, поэтому в его небе, может быть, наблюдается что-то подобное двум Млечным Путям. Имеет целых 27 спутников, поэтому небо Урана, должно быть, достаточно оживлённое.

Наибольшее отличие от других планет состоит в том, что ось собственного вращения почти лежит в плоскости эклиптики (плоскости орбит вращения планет вокруг Солнца). Следовательно, в разные времена года в одних областях круглые сутки длится день, а в других в это же время, наоборот, нескончаемая ночь.

● Нептун



Размеры: $\approx 3,88$ (экваториальный радиус — 24 764 км)

Масса: $\approx 17,2$

Сила тяжести: $\approx 1,11$ (есть влияние центробежной силы, возникающей из-за вращения вокруг своей оси)

Количество спутников: 13

Среднее расстояние от Солнца: $\approx 30,1$ ($\approx 30,1$ а. е.)

Период вращения вокруг Солнца: ≈ 165 лет

Период вращения вокруг своей оси: ≈ 16 ч

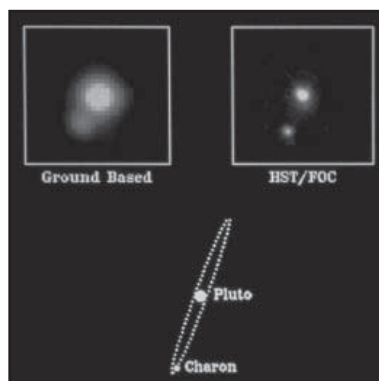
● «Славное местечко» для принцессы

Нептун имеет очень большой радиус орбиты, примерно в 30 раз больше, чем у Земли, поэтому энергия, получаемая от Солнца, составляет всего лишь 1/900 часть в сравнении с Землёй. Температура — ниже минус 220 °С, то есть почти все вещества находятся в замёрзшем состоянии.

Есть толстый слой атмосферы, состоящей в основном из водорода. Считается, что иногда там дуют ураганные ветры, подобные тайфунам... Как бы там ни было, даже во время сближения с Землёй Нептун находится от неё в 29 раз дальше, чем Солнце, поэтому известно о нём очень мало.

● Приложение 1. Плутон

.....



Размеры: $\approx 0,18$ (экваториальный радиус — 1197 км)

Масса: $\approx 0,0023$

Сила тяжести: $\approx 0,07$

Количество спутников: 3

Среднее расстояние от Солнца: в связи с большим эксцентриситетом орбиты — от 30 до 50 а. е.

Период вращения вокруг Солнца: ≈ 248 лет

Период вращения вокруг своей оси: $\approx 6,4$ дня

Ранее Плутон считался 9-й планетой Солнечной системы, однако в 2006 году Генеральная ассамблея Международного астрономического союза (МАС) постановила, что это несчастное светило «не соответствует определению планеты». Действительно, он имеет эллиптическую орбиту, сильно отличающуюся от орбит других планет, а от Урана и Нептуна отличается и размерами, и строением, поэтому многие астрономы пришли к заключению, что «это решение назрело уже давно».

Об обстановке на поверхности почти ничего не известно, кроме того, что там царит запредельный холод (считается, что там примерно на 10°C холоднее, чем на Нептуне) и практически отсутствует атмосфера, то есть условия, с точки зрения среды обитания чрезвычайно суровы.

● Приложение 2. Земля



Её называют «Земля-матушка» и «хранительница жизни», но в момент рождения (4,6 млрд лет назад) условия на ней были для жизни совсем не подходящими. Поверхность была покрыта магмой из расплавленных скальных пород, а вода могла существовать только в газообразном состоянии (в виде водяного пара). Атмосферное давление тоже было раз в 300 больше, чем сейчас. По сравнению с этим на нынешнем Марсе условия для жизни куда более благоприятные.

Считается, что условия на Земле стали более-менее подходящими для жизни человека около 550 млн лет назад, в начале палеозойской эры (в это время резко увеличивается число биологических видов). Если рассматривать всю историю Земли, то можно сказать, что зарождение жизни — «совсем недавнее событие».

● Дополнительная информация 1. Луна — родственник или пришелец?

.....



Размеры: $\approx 0,27$ (экваториальный радиус — 1738 км)

Масса: $\approx 0,0012$

Сила тяжести: $\approx 0,17$

Период вращения вокруг Земли: $\approx 27,3$ дня

Период вращения вокруг своей оси: $\approx 27,3$ дня

● Луна — не дитя Земли?

Земля и её спутник Луна находятся в отношениях, так сказать, родителя и ребёнка. Поэтому раньше существовала даже такая теория, что кусок Земли под действием центробежных сил собственного вращения откололся и стал Луной, и Тихий океан, возможно, является следом этого откола.

Действительно, вещество Луны сходно по составу с мантией Земли, что добавляет убедительности такой теории. С другой стороны, в теории «родитель — ребёнок» имеется несколько слабых мест. Так, для возникновения такой большой центробежной силы нынешней скорости собственного вращения Земли недостаточно. Действительно, Земля вращается настолько «медленно», что на ней без опасности улетучиться сохраняется атмосфера (воздух), поэтому версия о том, что только вещество Луны оторвалось и улетело, звучит неубедительно. Нет и доказательств резкого замедления скорости собственного вращения Земли в какой-то момент. В связи с этим теория рождения Луны от Земли постепенно вышла из употребления.

● Ребёнок слишком большой — это подозрительно

Если немного поразмыслить, то станет ясно, что самый большой недостаток теории «рождения Луны от Земли» заключается в слишком больших размерах Луны.

Диаметр Луны (далее в тексте везде под этим будет подразумеваться экваториальный диаметр) составляет примерно $1/4$ земного. Для спутника это непропорционально много, поэтому находились даже астрономы, утверждавшие, что Луна — не спутник Земли и Землю вместе с Луной надо считать двойной планетой».

Кстати, самый большой спутник в Солнечной системе — Ганимед, но его диаметр составляет около $1/27$ его материнской планеты — Юпитера. Самый большой спутник Сатурна, Титан, тоже меньше Сатурна в 25 раз. Даже только эти факты позволяют понять, насколько аномально огромна Луна.

Если предположить, что Земля и Луна не являются родителем и ребёнком, то возникает теория «братьев». Считается, что Земля приобрела нынешние размеры в результате столкновения и слияния с малым небесным телом, существовавшим в период формирования Солнечной системы. Вместе с Землёй образовалась также и Луна, случайно ставшая спутником. Это позволило объяснить сходство Земли и Луны по химическому составу, но и эта теория оказалась не слишком убедительной, так как в ней не было ответа на вопрос, почему из двух небесных тел, образовавшихся сходным образом, одно стало вращаться вокруг другого.

Кроме того, была ещё теория «чужака» («захвата»), согласно которой небесное тело, случайно пролетавшее вблизи Земли, было захвачено её гравитационным полем. Однако, когда благодаря «Аполлону» и многим другим исследовательским проектам стало появляться всё больше доказательств сходства Земли и Луны по химическому составу, стало принято предполагать наличие между этими двумя небесными телами тесной родственной связи. И здесь на сцену вышла теория гигантского столкновения.

● Серьёзное происшествие под названием «гигантское столкновение»

Земля родилась примерно 4,6 млрд лет назад, но сразу же после этого в неё врежется большое небесное тело. Энергия столкновения позволяет предположить, что его диаметр составлял около $1/2$ земного, что примерно соответствует Марсу. Это был поистине серьёзный инцидент!

При столкновении с таким крупным телом большое количество земного вещества, естественно, улетает в космическое пространство, а столкнувшееся небесное тело разрушается. Согласно теории гигантского столкновения, всё это вещество и стало основой для формирования Луны.

Эта версия позволяет хорошо объяснить такие явления, как сходство Луны с Землёй по химическому составу, достаточно большие размеры Луны по сравнению с Землёй, и, кроме того, даже причину начала вращения Луны вокруг Земли.

А тот факт, что на Луне содержится мало летучих элементов, тоже хорошо объясняется, если предположить, что они были потеряны при столкновении.

Исходя из этого, теория гигантского столкновения в настоящее время считается достаточно убедительной, однако её доказательств пока не найдено. Одна из целей японского искусственного спутника Луны «Кагуя» — поиск ответа на вопрос о происхождении Луны, так что давайте надеяться на результативность этого проекта!

● Огромные размеры Луны — это совсем не плохо

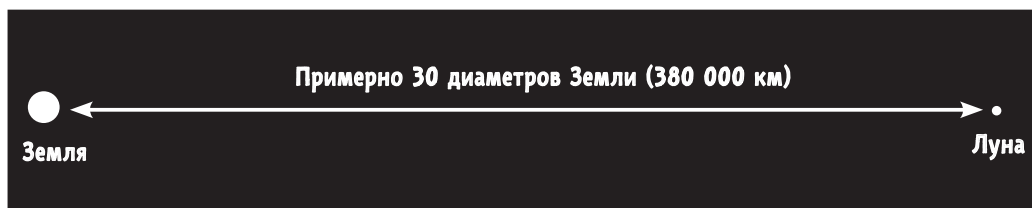
Для ответа на вопрос о том, имело ли место гигантское столкновение, лучше дождаться результатов дальнейших исследований. В заключение же мы затронем вопрос о влиянии, которое слишком большой спутник — Луна оказывает на Землю.

Прежде всего, мы можем наслаждаться прекрасным ликом Луны во время церемонии «цукими», а этим мы, несомненно, обязаны её размерам. Все спутники в Солнечной системе, включая Ганимед, при взгляде на них с материнской планеты будут меньше, чем половина Луны.

Кроме того, такое драматическое природное явление, как приливы и отливы, тоже существует благодаря наличию у Земли огромного спутника — Луны. Расстояние от Земли до Луны составляет примерно 380 000 км, или около 30 диаметров Земли. Если, соблюдая масштаб, изобразить Землю, Луну и расстояние между ними, то получится приведённый ниже рисунок. Наверное, большинству читателей покажется, что Луна расположена дальше, чем они думали, однако благодаря достаточно большому размеру Луны приливы и отливы всё равно регулярно происходят.

Приливы и отливы возникают, главным образом, под действием гравитации Луны. Благодаря им в жизни морских организмов формируется множество циклов, и мы, люди, используя это, с давних пор совершенствовали технологию морского промысла.

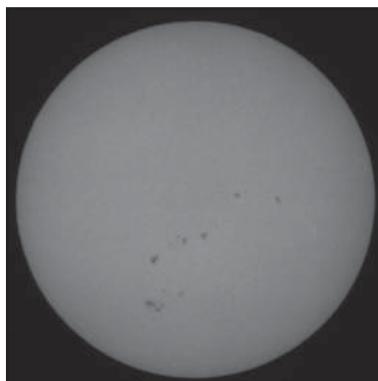
Приливы и отливы, вызывая смену пейзажей, делают природу красивее. И если предположить, что причиной этого стало гигантское столкновение, то мы, наверное, должны сказать спасибо этому серьёзному инциденту.



Модель расстояния между Луной и Землёй.

● Дополнительная информация 2. Звезда под названием «Солнце», понятная и загадочная

.....



Размеры: ≈ 109 (экваториальный радиус — 696 000 км)

Масса: $\approx 332\,946$

Сила тяжести: $\approx 28,01$

Количество планет: 8

● Слишком большой объект — Солнце

Сияющее в небе Солнце является для нас наиболее привычным небесным телом, однако каковы же его размеры?

Прежде всего, его масса составляет 99.9% массы всей Солнечной системы. Другими словами, даже если объединить Землю, Юпитер и другие планеты, вращающиеся вокруг них спутники, разнообразные малые небесные тела, то суммарная масса составит не более 1/1000 массы Солнца, что для Солнечной системы — всего лишь небольшая добавка.

Кстати, если сравнить Солнце с Землёй, то окажется, что:

его диаметр примерно в 109 раз больше (около 1 400 000 км),

объём — примерно в 1 300 000 раз больше,

масса — примерно в 330 000 раз больше, чем у Земли.

Расстояние от Земли до Солнца — около 150 млн км.

Скорость челнока «Шаттл» в космическом пространстве — примерно 28 000 км/ч, поэтому на полной скорости он смог бы долететь до Солнца немногим более чем за 7 месяцев. Обычному реактивному самолёту на это потребовалось бы примерно 20 лет (конечно, реактивный самолёт не может выйти в космос). Вы, наверное, уже смогли представить, как далеко от нас находится Солнце.

Правда, удалённость Солнца для нас — не такое плохое обстоятельство. Так, на Меркурии, расстояние от которого до Солнца составляет чуть меньше 0,4 расстояния от Земли до Солнца, температура днём превышает 400°C. По информации сайта японского Национального музея, лишь та часть энергии Солнца, которая достигает Земли, составляет 200 трлн кВт, что соответствует 200 миллионам ядерных электростанций со средней мощностью 1 млн кВт. Да, всё-таки Солнце — поистине огромный объект!

● Солнце продолжает «гореть», сжигая водород

Чуть выше мы, рассказывая о Солнце, использовали слово «диаметр», однако, в отличие от планет земной группы, Солнце не имеет чётко выраженной поверхности. Оно представляет собой определённый тип газового небесного тела, и по этой причине период собственного вращения на экваторе равен примерно 27 дней, а вблизи полюсов довольно сильно отличается, составляя примерно 32 дня.

В центре Солнца находится ядро. Из-за гравитации, создаваемой Солнцем, масса которого в 330 000 превышает земную, давление в ядре составляет 200—250 млрд атмосфер. Здесь происходит реакция ядерного синтеза гелия из водорода.

Когда 4 атома водорода сливаются, превращаясь в один атом гелия, выделяется очень большая энергия. Именно это является источником мощности, равной 200 млн атомных электростанций только с учётом той части солнечного излучения, которое приходит на Землю.

Далее, излучённая энергия образует вокруг ядра зону лучистого переноса, над которой из газов формируется конвективная зона. Вот каково строение Солнца в общих чертах.

Солнце, которое мы видим ежедневно, представляет собой непрозрачную часть, называемую фотосферой. Это тонкий поверхностный слой, покрывающий конвективную зону. Температура фотосферы около 6000 К (К — кельвин, единица температуры в системе СИ. Формула перевода кельвинов в градусы Цельсия: $T(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273,15$). Здесь находятся, например, так называемые солнечные пятна.

Ещё дальше от центра сначала располагается низкотемпературный слой, затем — хромосфера и, наконец, корона.

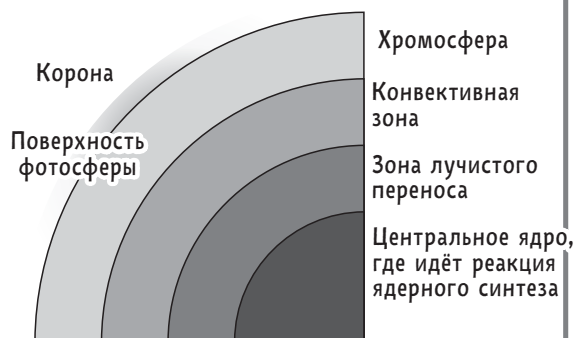


Солнечная корона.



Протуберанец Солнца.

Солнце использует в качестве топлива водород, который, естественно, когда-нибудь выгорит полностью, однако, согласно теоретическим выкладкам, срок жизни Солнца составляет примерно 10 млрд лет. Так как в настоящее время прошло примерно 4,6 млрд лет от его рождения (то есть примерно столько же, сколько от рождения Земли), считается, что оно будет продолжать сиять ещё не менее 5 млрд лет.



Внутреннее строение Солнца.

● Солнце — это повторно использованная звезда?

Такие звёзды, как Солнце, рождаются следующим образом. Вначале в области с незначительно повышенной по сравнению с окружающим пространством плотностью вещества начинает собираться облако молекул, а затем начинается процесс: «Гравитационное сжатие → Повышение температуры → Тепловое излучение → Свечение в результате термоядерных реакций». Сразу после рождения Вселенной молекулярные облака состояли из водорода и гелия, поэтому звёзды должны были бы состоять из этих двух веществ, однако при спектральном анализе на Солнце было обнаружено присутствие таких тяжёлых элементов, как железо, золото и уран. В чём же причина этого?

Считается, что эти тяжёлые элементы образуются в недрах звёзд, превосходящих по размерам Солнце. Поэтому предполагают, что Солнце сформировалось из межзвёздного вещества, разлетевшегося при взрыве сверхновой, которым всегда завершается существование массивных звёзд. Другими словами, звёзды вроде нашего Солнца — это звёзды второго поколения.

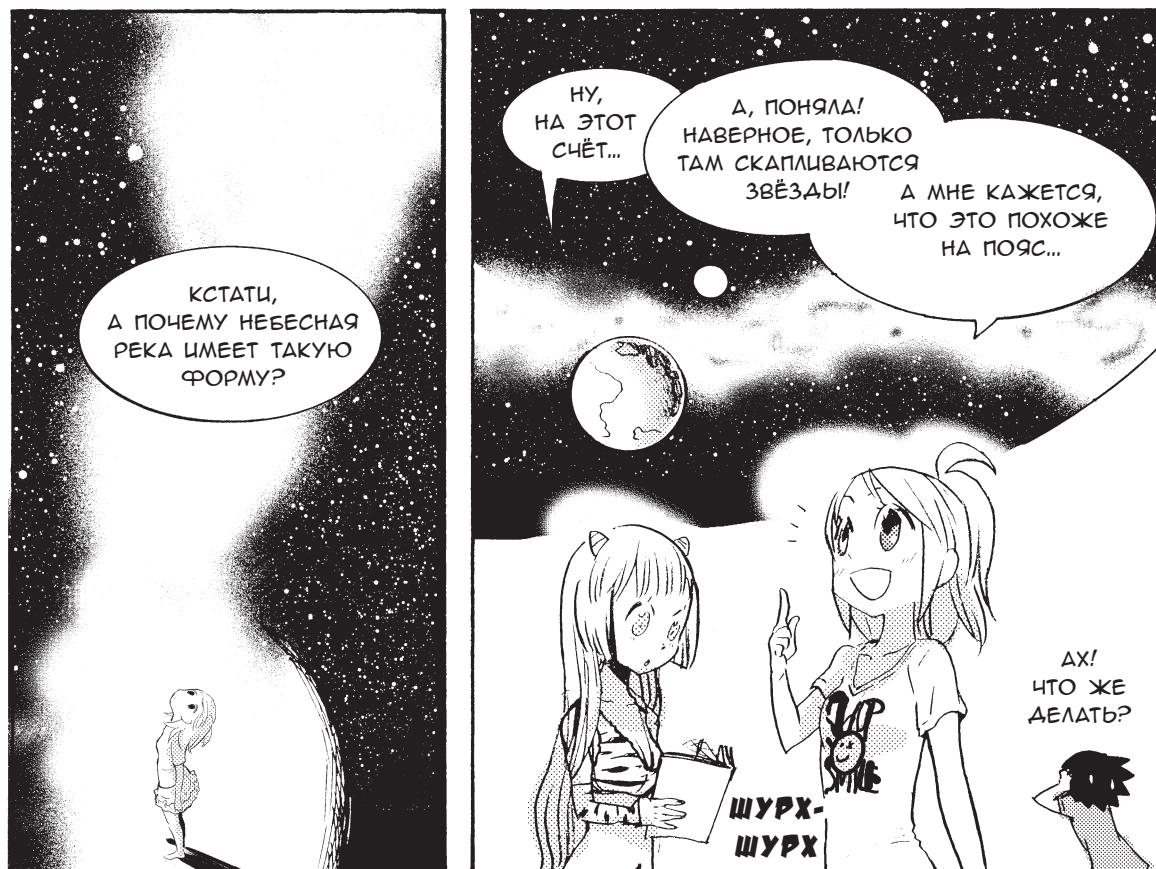
Наличие на Земле большого количества железа тоже, очевидно, связано с тем, что в период формирования Солнечной системы здесь было много межзвёздного вещества. Если так, то нет ничего странного в том, что Солнце является звездой второго поколения. Более того, возможно, большинство звёзд в действительности были рождены в результате подобного процесса.

2.2. НЕБЕСНАЯ РЕКА, MILKY WAY И МЛЕЧНЫЙ ПУТЬ



* «Небесная Река» — так в Японии называют Млечный Путь.





* «Легенда о Момотаро» — старинная японская легенда о мальчике, победившем злых духов с помощью своих друзей — собаки, обезьяны и фазана.





ОДНАКО НЕТ ЛИ
ЧЕГО-ТО СТРАННОГО
В ОБЪЯСНЕНИИ,
КОТОРОЕ МЫ ТОЛЬКО
ЧТО УСЛЫШАЛИ?

ХРУМ!

А В ЧЁМ
ДЕЛО?

ОТДАЙ
ЛУЧШЕ
ВСЁ.

УРА!

ВОЗЬМИ
ПОЛОВИНУ!

НО ВЕДЬ...

У НАС ЕСТЬ
ГАЛАКТИКА,
ТАК?

АХ, Я ХОЧУ
УВИДЕТЬ МЛЕН-
НЫЙ ПУТЬ!

ЗНАЧИТ, ТАК КАК МЛЕННЫЙ
ПУТЬ ВИДЕН В ВЕРШИНЕ
НАШЕГО НЕБОСВОДА...

...ЧЕЛОВЕК МОЖЕТ
СВАЛИТЬСЯ ВНИЗ

ТЫ ЧТО, ГЛУПАЯ!

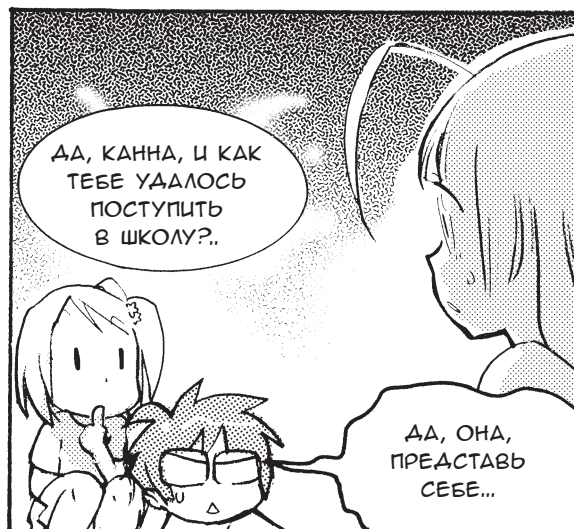
ЭТО ЖЕ
ОЧЕНЬ
СТРАШНО!

А-А-А!

ЗАЧЕМ
ТЫ ИСПОЛЬЗУЕШЬ
ПОНЯТИЯ "ВЕРХ-НИЗ",
КОГДА ГОВОРИШЬ
О ВСЕЛЕННОЙ?

ОНА
ПРОСТО
НЕСОСНА!

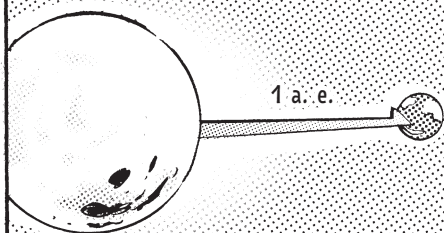
И ПОЧЕМУ ЗЕМЛЯ
У ТЕБЯ НАХОДИТСЯ
В ЦЕНТРЕ ГАЛАКТИКИ?



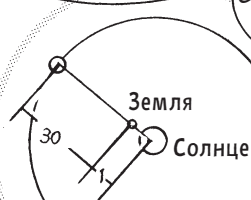
2.3. ВО СКОЛЬКО РАЗ ГАЛАКТИКА БОЛЬШЕ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ?



КСТАТИ, О РАССТОЯНИЯХ.
ОДНА АСТРОНОМИЧЕСКАЯ
ЕДИНИЦА (А. Е.) — ЭТО
СРЕДНЕЕ РАССТОЯНИЕ
ОТ СОЛНЦА ДО ЗЕМЛИ.



РАДИУС ОРБИТЫ
НЕПТУНА, САМОЙ ВНЕШ-
НЕЙ ПЛАНЕТЫ, РАВЕН
ПРИМЕРНО 30 А. Е.



ТО ЕСТЬ
ПРИМЕРНО 30 РАС-
СТОЯНИЙ ОТ СОЛНЦА
ДО ЗЕМЛИ.

ТАК, НАВЕРНОЕ,
ПОНЯТНЕЕ, ПОТОМУ
ЧТО ЕСТЬ ОБЪЕКТ
ДЛЯ СРАВНЕНИЯ.



ТОГДА ДИАМЕТР
СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ =
 $30 \times 2 = 60$ А. Е.

Облако Оорта
Солнце
и планеты

НЕТ, НА РАССТОЯНИИ
1,6 СВЕТОВЫХ ГОДА ОТ
СОЛНЦА РАСКИНУЛОСЬ ТАК
НАЗЫВАЕМОЕ ОБЛАКО
ООРТА, В КОТОРОМ ЛЕТАЕТ
1 ТРИЛ КОМЕТ!

ПОЭТОМУ СЧИТАЕТСЯ,
ЧТО ДИАМЕТР СОЛНЕЧНОЙ
СИСТЕМЫ — 3,2 СВЕТОВЫХ
ГОДА, ИЛИ ПРИМЕРНО
200 000 А. Е.

ЕСЛИ
СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА —
ЭТО 3,2 СВЕТОВЫХ ГОДА,
ТО ГАЛАКТИКА — ЭТО
100 000 СВЕТОВЫХ
ЛЕТ...

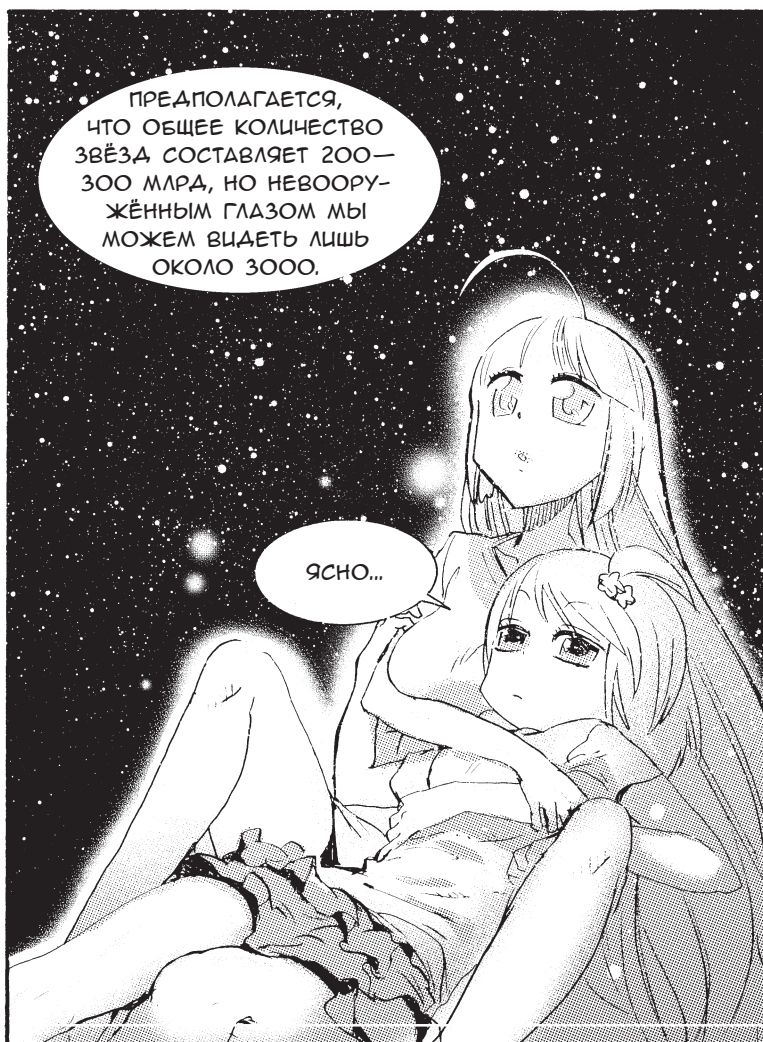
...ПРИМЕРНО
В 30 000
РАЗ БОЛЬШЕ!

НУ КАК?!
ТЕПЕРЬ ПОНЯЛА,
НАСКОЛЬКО ОГРОМНА
ГАЛАКТИКА?

КАННА!

МАСШТАБЫ
НАСТОЛЬКО
БОЛЬШЕ, ЧТО УЖЕ
КАК-ТО ПЕРЕСТАЮТ
ВПЕЧАТАТЬ.

2.4. ЧТО НАХОДИТСЯ В ЦЕНТРЕ НАШЕЙ ГАЛАКТИКИ?





» ПЯТЬ ЛУЧШИХ ЗАГАДОК МЛЕЧНОГО ПУТИ!

● Сомнения по поводу формы

Ранее считалось, что Млечный Путь является спиральной галактикой. Однако в 2003 году американские астрономы, проводя анализ результатов наблюдений, полученных с помощью запущенного НАСА космического телескопа «Спитцер», сообщили: «В центральной части находится продолговатая структура протяжённостью около 27 000 световых лет». Поэтому сейчас среди астрономов наиболее распространено мнение, что мы живём в спиральной галактике с перемычкой.



● В центре нашей Галактики, вероятно, находится чёрная дыра

О Солнечной системе можно сказать, что это — скопление небесных тел, удерживаемых силой притяжения звезды — Солнца. Но что же тогда, находясь в центре Галактики, собирает её воедино? Ясного ответа на этот вопрос ещё не получено. Правда, размышляя об огромной массе Млечного Пути, составляющей, по разным оценкам, от 300 млрд до 3 трлн масс Солнечной системы, можно сказать, что обычной «звезды» для поддержания равновесия недостаточно, там должно находиться «необычайно массивное и небольшое по размерам небесное тело». Ничего другого, кроме чёрной дыры, на ум не приходит.

Чёрная дыра — это область, в которой из-за слишком сильной гравитации даже свет не может выйти наружу. Считается, что в центре Галактики находится сверхмассивная чёрная дыра.

● Причина формирования сверхмассивной чёрной дыры — загадка

Среди чёрных дыр встречаются и небольшие чёрные дыры, имеющие примерно такую же массу, что и звёзды. Однако чёрные дыры, расположенные в центре галактик, имеют огромную массу, которая, по разным оценкам, должна быть в несколько миллионов или даже в несколько сотен миллионов раз больше массы Солнца. Ясного ответа на вопрос, почему возникает такая массивная чёрная дыра, ещё не получено.

Считается, что чёрные дыры размером со звезду — это остатки бывших звёзд. В звёздах, которые больше Солнца не менее чем в 20 раз, даже после взрыва сверхновой звезды продолжается сжатие ядра из-за гравитационного коллапса, поэтому они могут превратиться в чёрную дыру.

Если рассуждать последовательно, то кажется естественным, что эти маленькие чёрные дыры должны расти при слиянии с другими небесными телами; тем не менее вплоть до настоящего времени чёрные дыры промежуточного размера, находящиеся в процессе роста, обнаружены не были. Однако благодаря современным наблюдениям со спутников, регистрирующих рентгеновское излучение, чёрные дыры промежуточного размера постепенно начинают обнаруживаться, поэтому прояснение механизма образования чёрных дыр тоже, возможно, не является делом отдалённого будущего.

● Природа 90% объектов, составляющих нашу Галактику, до конца не ясна

Считают, что масса Млечного Пути в 600 млрд — 1 трлн раз больше массы Солнечной системы, однако суммарная масса всех небесных тел, наблюдаемых, например, с помощью телескопов (включая радиотелескопы), не составляет и 10% от этой массы. Так же обстоит дело и с другими галактиками и группами галактик, поэтому в современной астрономии считается, что не менее 90% объектов, составляющих Вселенную, представляют собой тёмную материю, недоступную для наблюдения.

По поводу того, что же представляет собой тёмная материя, которая не излучает и не отражает свет, существует множество теорий — от нейтрино (один из типов элементарных частиц) и неизвестных элементарных частиц до чёрных дыр. Несомненно, что тот, кто сможет выяснить её природу, заслужит Нобелевскую премию.

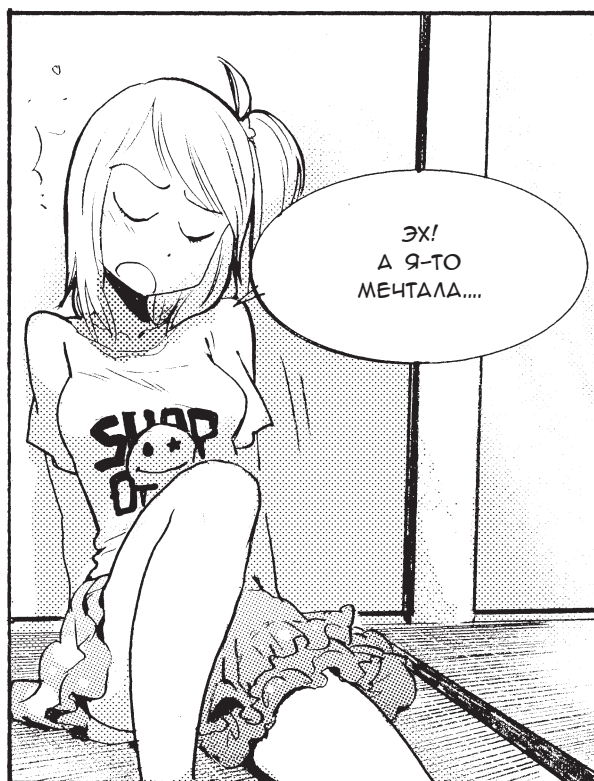
Кстати, природа более 70% существующей во Вселенной энергии тоже до сих пор не выяснена, поэтому её называют тёмной энергией.

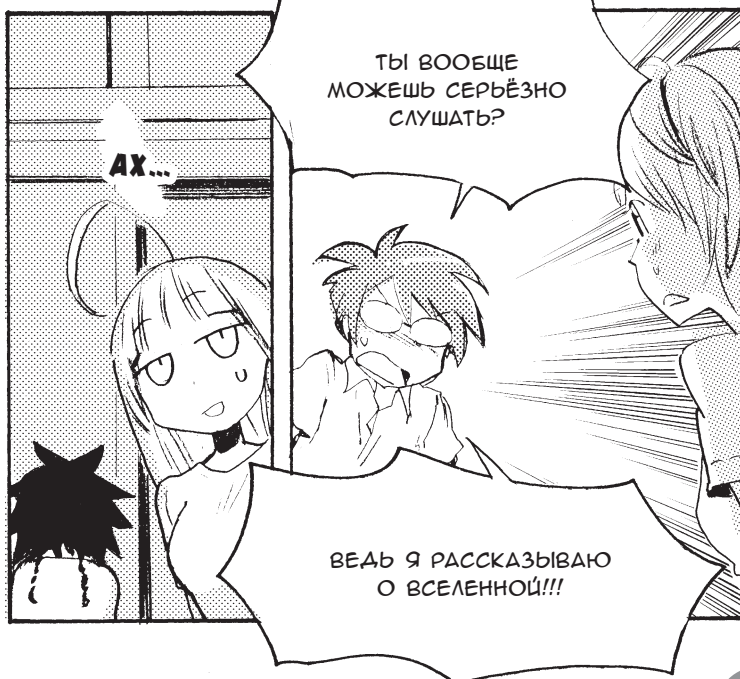
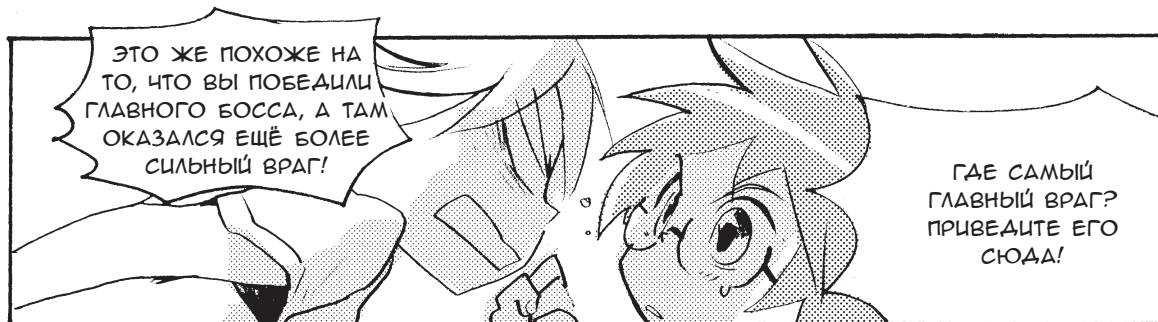
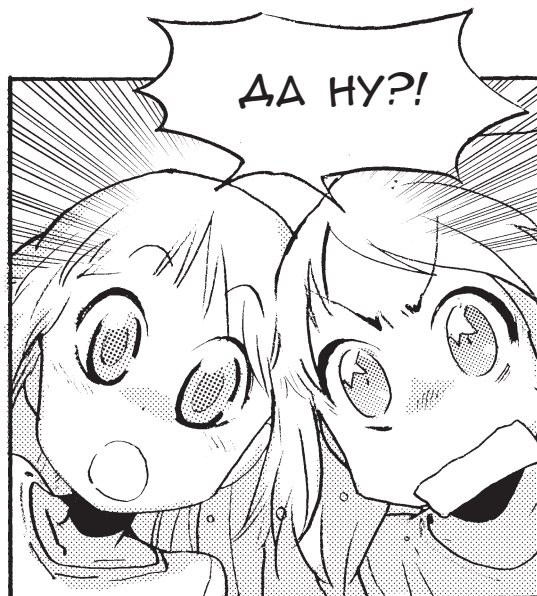
● Через 7 млрд лет произойдёт большое столкновение с туманностью Андромеды. К чему это приведёт?

Известно, что галактика Андромеды (туманность Андромеды), которая является «соседкой» Млечного Пути, приближается к нам со скоростью 100 км/с. В настоящее время расстояние между ними составляет 2,5 млн световых лет, а значит, если всё останется без изменений, то через 7–8 млрд лет произойдёт столкновение двух галактик. Мы плохо представляем себе явления, которые будут при этом происходить.

Конечно, даже внутри галактик небесные тела достаточно отдалены друг от друга. Вероятность столкновения звёзд друг с другом представляется не столь высокой, но разнообразные прогнозы предполагают, например, что галактики сольются и возникнет одна новая галактика или что «столкновение» будет сопровождаться большими гравитационными влияниями.

2.5. МЛЕЧНЫЙ ПУТЬ — ОДНА ИЗ МНОЖЕСТВА ГАЛАКТИК





А Я ГОВОРЮ ПРО
"ПОВЕСТЬ О СТАРИКЕ
ТАКЭТОРИ"!

ТЫ ГОВОРИШЬ О ТОМ,
О ЧЁМ ХОЧЕШЬ,
НЕ ТАК ЛИ?

ЧТО ЭТО ЗА НЕЛЕПЫЙ
РАССКАЗ О КАГУЕ-ХИМЕ,
В КОТОРОМ ДАЖЕ
СТАРИК ОТПРАВЛЯЕТСЯ
В КОСМОС?!

А ПОЧЕМУ БЫ И НЕТ?
ЭТО ВЕДЬ ФАНТАЗИЯ!

ПОХОЖЕ, ОНИ
НИКАК НЕ НАЙДУТ
ОБЩИЙ ЯЗЫК!

НЕУЖЕЛИ
У НАС НИЧЕГО
НЕ ВЫИДАЕТ?

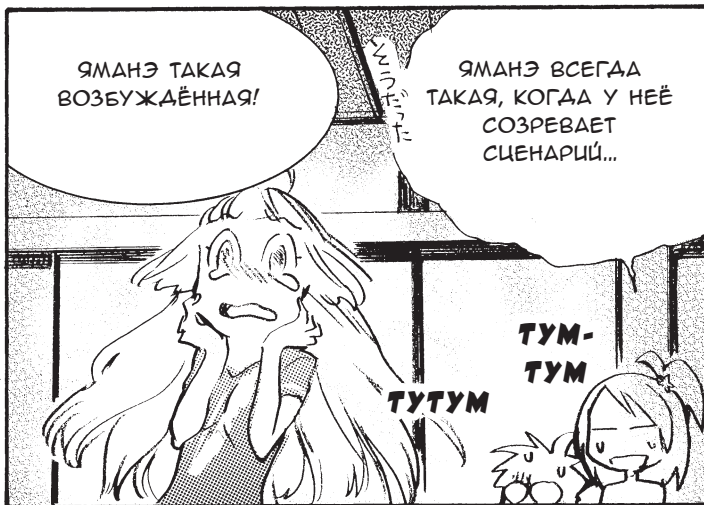
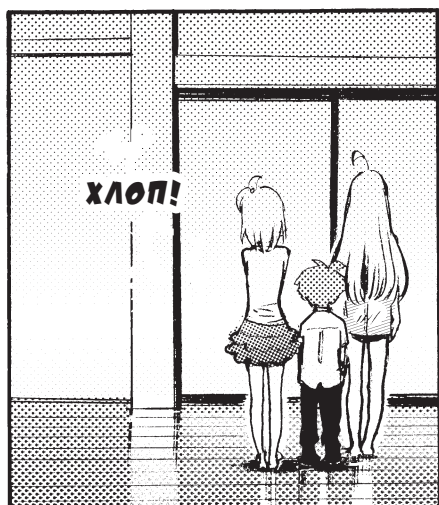
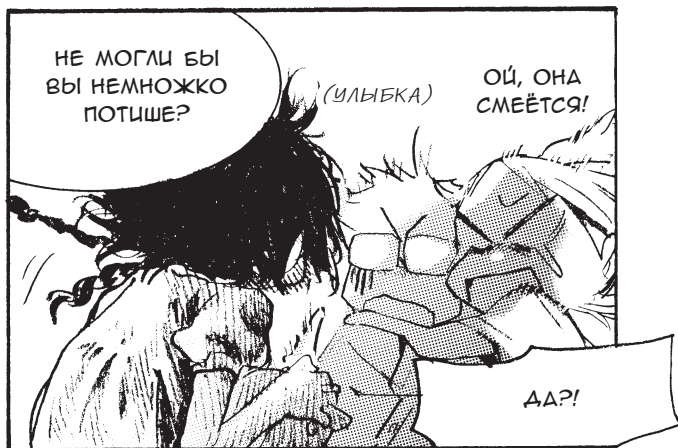
шум-гам

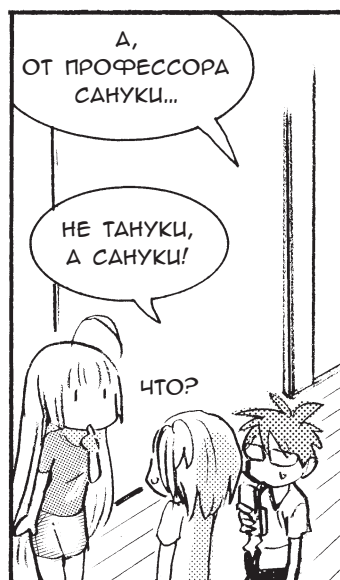
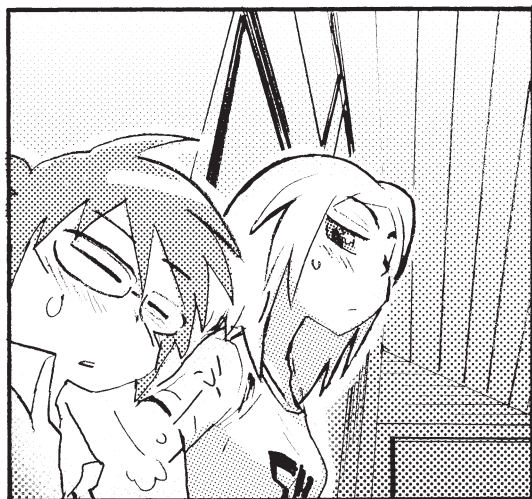
ТАК-ТАК...

Эх...

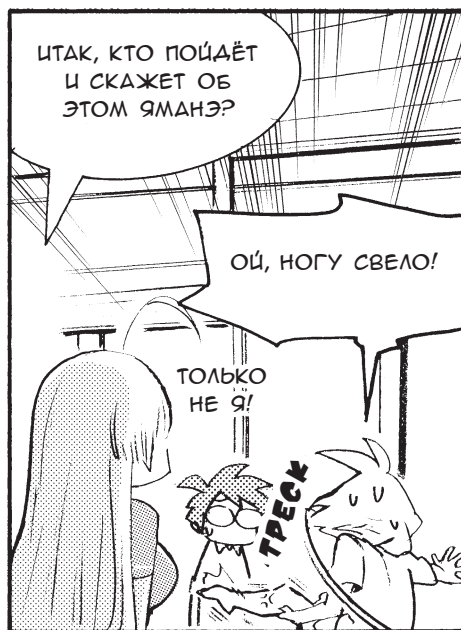
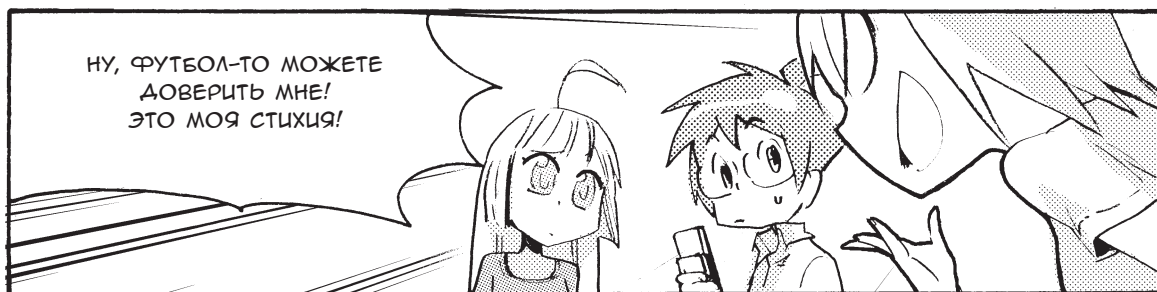
Эй,
вы, оба!

В ЧЁМ
ДЕЛО?





* Тануки — японская енотовидная собака.



★ ВСЕЛЕННАЯ, ПОЗНАВАЕМАЯ ЧЕЛОВЕКОМ, БЫСТРО УВЕЛИЧИВАЕТСЯ

★ Из чего состоит Млечный Путь?

Как геоцентрическая система Аристотеля, так и гелиоцентрическая система Коперника показывают, что для людей, живших в эпоху примерно до XVI века, Вселенная представлялась так: «Земля, Луна, Солнце, планеты Солнечной системы и всё остальное». Независимое движение в небе присуще только планетам. Остальное множество звёзд, образующих созвездия, подобны декорациям, наклеенным на небесную сферу.

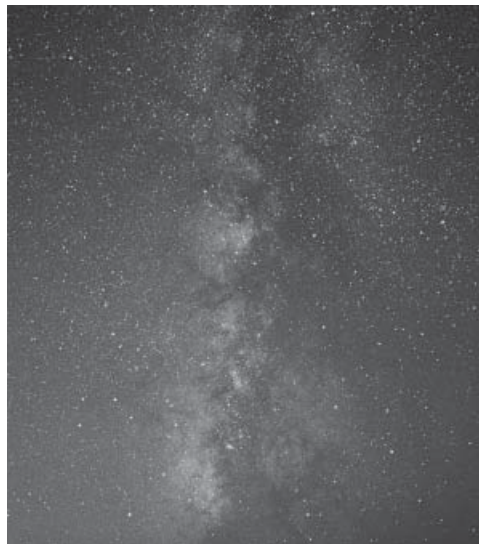
Галилео Галилей первым усомнился в правильности подобных взглядов на Вселенную. Он с помощью самодельного телескопа почти каждый день наблюдал за звёздным небом и в 1609 году сделал одно открытие: он обнаружил, что Млечный Путь представляет собой скопление бесчисленных звёзд.

До изобретения телескопа считалось, что Млечный Путь — это либо облако, раскинувшееся по небосводу, либо какое-то течение. Поэтому Орихимэ и Хикобоси оказались разлучёнными*.

Здесь вновь есть повод восхититься наукой Древней Греции. Согласно одной версии, философ Демокрит (460—370 гг. до н. э.) утверждал: «Млечный Путь — это скопление далеко расположенных звёзд».

Пришёл ли Демокрит к такому выводу в результате логических рассуждений, или он просто обладал необычайно острым зрением — это нам неизвестно, но общий ход его рассуждений в принципе понятен. Ведь если бы Млечный Путь являлся газовым облаком или чем-то вроде реки, то его положение и форма менялись бы со временем, однако, согласно нашим наблюдениям, он, как и другие звёзды, «постоянен». Но если это так, то не естественно ли предположить, что это — скопление звёзд?

Конечно, в то время не было способа доказать это, пока примерно 1200 лет спустя Галилей не сделал своего научного открытия.



Млечный Путь.

* Орихимэ и Хикобоси — персонажи легенды «Танабата», символизирующие две звезды (Вега и Альтаир), которые на небосводе находятся друг против друга и разделены Млечным Путём. Сюжет легенды послужил основой романтического праздника «Танабата», отмечаемого в Японии 7 июля.

★ Почему мы можем видеть Млечный Путь?

Следующей задачей учёного, предположившего, что Млечный Путь является скоплением звёзд, должен был стать поиск ответа на вопрос о его структуре. Однако ни Галилей, ни Коперник почти не коснулись этой проблемы. Возможно, они были слишком заняты поисками аргументов в пользу гелиоцентрической системы.

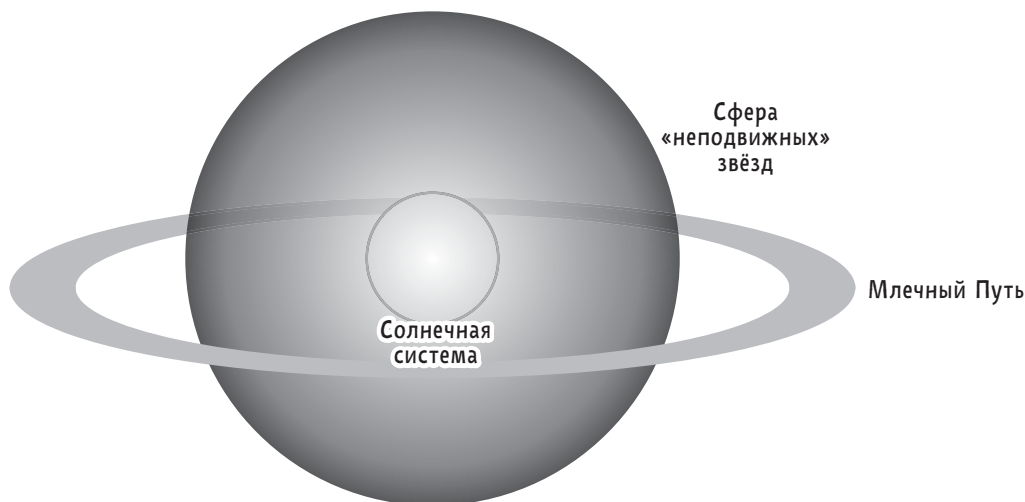
Поэтому мы поразмышляем об этом самостоятельно. Поставим мысленный эксперимент, представив, что у нас нет никаких предварительных знаний.

Анализируя условия задачи, мы видим, что Млечный Путь является скоплением звёзд, свет которых так слаб, что оно кажется всего лишь облаком. Здесь можно сделать два предположения: либо составляющие Млечный Путь звёзды малы по сравнению с «неподвижными» звёздами, видимыми с Земли, либо они расположены значительно дальше.

Здравый смысл подсказывает, что версия о том, что маленькие звёзды собрались только в одном месте, сомнительна. Возможно, если бы млечных путей было несколько, то подобная версия имела бы право на существование. Но трудно рационально объяснить, почему множество мелких звёзд собрались в одном месте и образуют пояс?

Значит, следует полагать, что образующие Млечный Путь звёзды находятся дальше других звёзд. И здесь на ум приходит следующая структура.

Представим, что Солнечная система — это шар, а вокруг него располагается сфера звёзд, на которой, как на экране планетария, закреплены «неподвижные» звёзды. А ещё дальше расположен поясовидный Млечный Путь. Подобная модель позволяет объяснить вид ночного неба, не делая допущения об огромной разнице размеров звёзд. К тому же это выглядит правдоподобно, так как напоминает Сатурн и его кольца!



Структура, якобы объясняющая вид Млечного Пути с Земли.

★ Диск — наиболее понятная модель Млечного Пути

Вот таким образом, наверное, могли представлять себе модель Вселенной люди ещё в эпоху Галилея. Однако при более внимательном взгляде появляется лучшая идея.

Самый большой недостаток модели, в которой пояс Млечного Пути расположен в удалении за сферой звёзд, заключается в том, что хорошо различимые звёзды и Млечный Путь отделены друг от друга. И те, и другие — звёзды, поэтому трудно объяснить, почему между ними должен существовать подобный разрыв.

А что, если попробовать их объединить?..

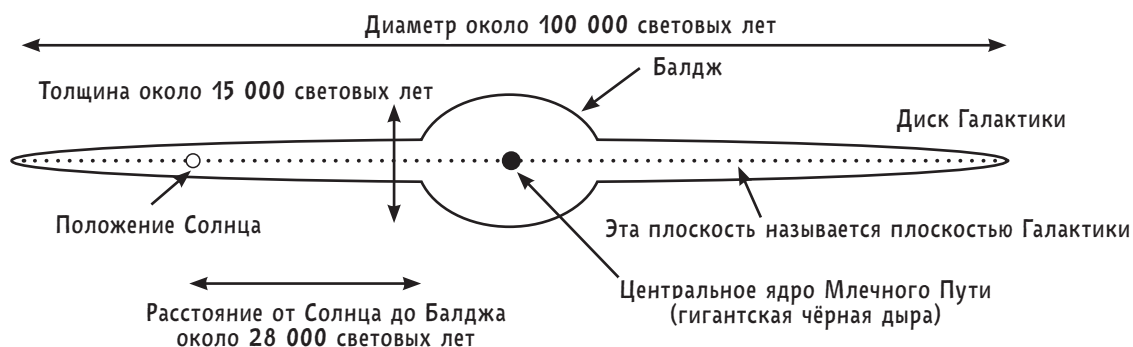
Вот в чём дело! Действительно, даже объединив сферу «неподвижных» звёзд и Млечный Путь в одну дисковидную структуру, на небесной сфере мы должны будем видеть состоящий из звёзд пояс. Именно это и есть современная модель Галактики.

Показанное на рисунке внизу строение Галактики стало проявляться в XIX—XX веках, более чем через 200 лет после Галилея, хотя люди, полагавшие, что Вселенная имеет дисковидную форму, наверное, были и до этого.

«Раз и Земля, и Солнце вращаются, не вращается ли также и Вселенная?»

«Если предположить, что Вселенная вращается и её вещество расширяется, то весьма вероятна вероятность того, что она имеет дисковидное строение».

Подобные версии действительно понятны и непротиворечивы. Ведь то же самое происходит при приготовлении пиццы, когда кусок теста подбрасывают и крутят в воздухе, поэтому многие легко согласятся с подобной моделью Галактики.



Модель Галактики по современным представлениям.

★ Результаты научных наблюдений подтвердили дисковидную форму Вселенной

Выше мы, поставив себя на место людей XVII—XIX веков, размышляли над структурой Вселенной, основываясь на виде Млечного Пути. Астроном Уильям Гершель (1738—1822), уроженец Германии, живший и работавший в Англии, попытался объяснить форму Галактики, то есть Млечного Пути (в то время считали, что это и есть вся Вселенная) на основе результатов реальных наблюдений.

Его метод был необычайно прост.

Из всего неба, доступного его наблюдениям, он произвёл выборку 683 участков, по площади примерно соответствующих четверти диска полной Луны. Затем он подсчитал число звёзд на каждом участке с помощью телескопа. Хотя это соответствует всего лишь 0,1% площади всего неба, с точки зрения статистики его метод можно назвать заслуживающим доверия.

Рассказывать об этом просто, однако даже невооружённым глазом, способным увидеть только звёзды ярче 6-й величины, мы можем наблюдать около 8600 звёзд. Хотя по поводу того, сколько всего звёзд насчитал Гершель, записей не сохранилось, их, очевидно, было не менее 10 000. Это было необычайно трудоёмкое занятие.

Гершель решился на такую кропотливую работу ради того, чтобы подтвердить выдвигаемую им теорию.

1. Наблюдения за такими объектами, как Млечный Путь, позволяют предположить, что звёзды во Вселенной формируют группы, обладающие определённой структурой.

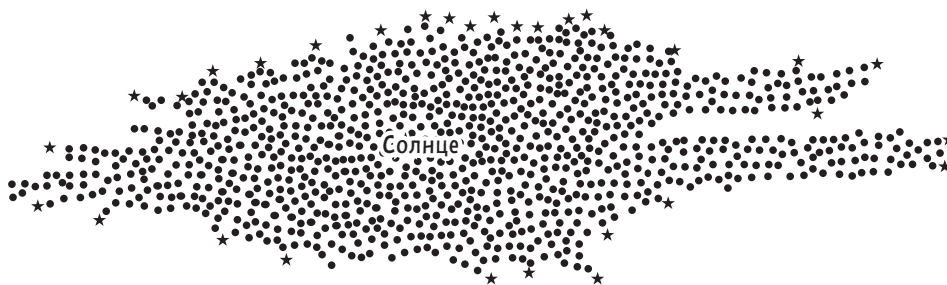
2. Почти во всех встречающихся в природе группах составляющие их элементы распределены равномерно. Следовательно, можно предположить, что звёзды внутри групп тоже расположены равномерно, с примерно одинаковой плотностью.

3. Если это так, то, чем больше на каком-либо участке небесной сферы звёзд, тем дальше должна простирается данная группа звёзд.

Пункт 2, возможно, не столь очевиден, однако понаблюдайте за таким явлением, как дым. При распространении дыма его частицы, хотя и образуют обладающую определённой формой группу, внутри неё стремятся распределиться однородно (другими словами, двигаются в таком направлении, чтобы разница между густыми и разрежёнными областями уменьшалась).

Итак, результатом трудов Гершеля стала модель Вселенной, показанная ниже.

На самом деле, из-за того, что тёмная материя, а также окутанные, например, пылью объекты невооружённым глазом наблюдаться не могли, форма получилась несколько странной, да и размеры оказались основательно занижены, составив менее 1/10 от действительных размеров Галактики, однако по форме модель Гершеля всё же похожа на диск. Труды Гершеля, несомненно, внесли весомый вклад в прогресс космологии.



Модель Вселенной, созданная Гершелем.

★ Идеи философа Канта резко расширили Вселенную

Стараниями Гершеля форма Галактики стала немного проясняться. Однако он безосновательно верил, что Солнечная система расположена в её центре, а наблюдаемые с Земли звёзды и есть вся Вселенная, поэтому представить себе, что Вселенная более обширна, он не смог.

Правда, для астрономов того времени это было официально принятой теорией, поэтому упрекать в этом Гершеля не стоит.

Однако в эту же эпоху жил человек, приблизившийся к истинной картине Вселенной с совершенно других позиций. Это Иммануил Кант (1724—1804), философ мирового масштаба, родившийся в Германии.

В ответ на господствовавшее в то время утверждение эмпиристов о том, что знания и понятия людей всецело формируются через опыт, он возразил, что особенность человеческого мышления заключена в использовании интеллекта для получения новых понятий и знаний путём интеллектуальной обработки знаний, полученных через опыт. Совершив революцию в теории познания (это называют слиянием рационализма и эмпиризма), Кант применил свой метод мышления и ко Вселенной.

Кант рано обратил внимание и на дисковидную модель Галактики. В своих трудах он пишет, что «системы звёзд во многих случаях имеют форму линзы, поэтому выглядят, как Млечный Путь». Кстати, говорят, что Гершель начал свой подсчёт звёзд именно потому, что прочитал этот постулат Канта и решил научно доказать его идею (правда, на этот счёт существуют и другие версии).

Самая большая заслуга Канта в науке о Вселенной заключается в предположении, что, подобно тому как в море есть множество островов, во Вселенной существует множество островных вселенных, представляющих собой системы (скопления) звёзд. И звёзды, которые человек наблюдал до настоящего времени, — это всего лишь одна из островных вселенных под названием «Галактика». Кроме неё существует бесчисленное множество других, похожих на неё островных вселенных, формирующих Большую Вселенную.

Кант работал во второй половине XVIII века, когда благодаря прогрессу техники наблюдений уже было известно, что во Вселенной есть множество небесных тел и помимо звёзд. За их тусклое, подобное облакам, свечение их называли «туманностями» или «облаками».

Например, туманность Андромеды и Магеллановы Облака видны даже невооружённым глазом, поэтому они упоминаются и в старых записях. Однако с появлением телескопа наконец начинает выясняться, что объекты, ранее считавшиеся «космическими облаками», представляют собой скопления бесчисленных звёзд...

Мы с вами уже читали о чём-то подобном. Да, ведь познание Млечного Пути шло по совершенно аналогичному сценарию!

Если вспомнить, что строение Млечного Пути было разгадано на основе предположения, что это — скопление звёзд, то естественно предположить, что звёздные облака тоже представляют собой группы звёзд. Несомненно, Кант обладал поистине гениальным умом!

★ Как развивалась техника наблюдений за Вселенной?

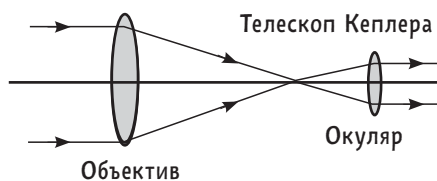
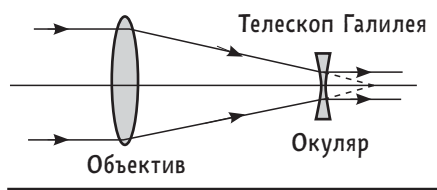
Благодаря познанию, основанному на опыте, и приобретению путём последующего размышления новых знаний и понятий познаваемая человеком Вселенная всё время расширялась. Об успехах астрономии, начиная с Гершеля и до XIX—XX веков, мы расскажем в последующих главах, а здесь вкратце опишем пределы, до которых мы в настоящее время способны наблюдать Вселенную и познавать её на опыте.

Мы уже упоминали о том, что Галилей самостоятельно изготовил телескоп, изобретённый в начале XVII века, и сделал с его помощью множество открытий. Однако пределом возможностей телескопов того времени было осознание того, что Млечный Путь является скоплением звёзд. Так, в 1612 году немецкий астроном Симон Марий провёл наблюдения туманности Андромеды (в то время её относили к звёздным облакам), находящейся рядом с нашей Галактикой, но ещё не смог различить в ней звёзды. Если бы он тогда открыл, что туманность Андромеды такая же галактика, как и Млечный Путь, то структура Вселенной, наверное, прояснилась бы ещё раньше.

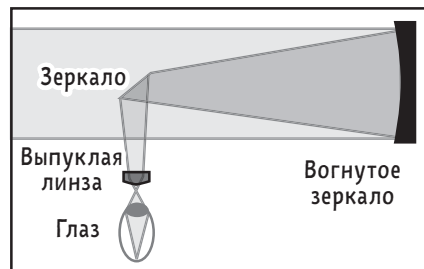
Кеплер, современник Галилея, изобрёл и использовал телескоп немного другой системы. Сравнивая эти две оптические системы, можно сказать, что, хотя телескоп Галилея давал прямое изображение, в нём было трудно повысить увеличение. Телескоп Кеплера давал перевернутое изображение, но даже при большом увеличении поле зрения в нём сужалось незначительно, и благодаря этому достоинству он долго оставался основным типом астрономического телескопа. (Телескоп системы Галилея лучше подходил для наземных наблюдений.) Интересно, что это различие, похоже, отразилось и на различии во взглядах обоих учёных на гелиоцентрическую систему.

Однако какие бы системы телескопов ни использовались, технология того времени не позволяла изготовить большие линзы, а это ограничивало их разрешающую способность. Эта характеристика, показывающая «предел различения двух точек», является одной из важнейших для астрономического телескопа. В общем случае, чем больше апертура (толщина трубы) телескопа, тем больше света он собирает, а значит, тем выше будет разрешающая способность. Конечно, без должного повышения точности обработки линз смысла в увеличении апертуры не будет. Кроме того, когда для увеличения кратности линзы её делают толще, появляется также проблема, связанная с разложением света на цвета, как в призме.

В связи с этим в телескопах-рефлекторах, наиболее типичным представителем которых является телескоп Ньютона, вместо линз использовались зеркала. Телескоп-рефлектор был изобретён в далёком 1688 году (позднее было разработано несколько его разновидностей), но и по сей он день остаётся основной формой оптического астрономического телескопа.



Устройство двух телескопов.



Телескоп Ньютона.

★ Знаменитые телескопы, оставившие след в истории

Итак, давайте познакомимся с несколькими знаменитыми телескопами, славно потрудившимися на поприще изучения Вселенной.

☆ 100-дюймовый (2,54-метровый) телескоп Маунт-Вильсоновской обсерватории

Телескоп, с помощью которого Хаббл, о котором будет рассказано в 3-й главе, сделал великие открытия, связанные с загадками галактик и рождением Вселенной. Был введён в эксплуатацию в 1917 году. На протяжении около 30 лет был известен как самый большой телескоп в мире. Закон Хаббла о красном смещении тоже был открыт с его помощью.

☆ 200-дюймовый (5,08-метровый) телескоп Паломарской обсерватории

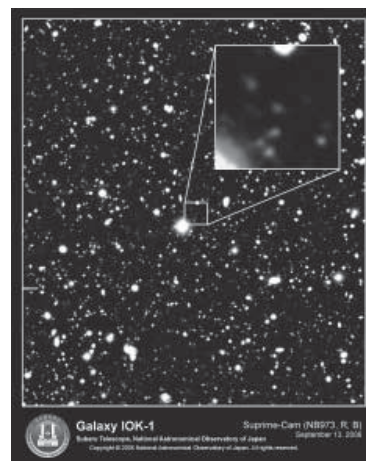
Введённый в эксплуатацию в 1948 году, телескоп имени Хейла отобрал у телескопа Маунт-Вильсоновской обсерватории звание «самого большого телескопа в мире», после чего оставался таковым на протяжении 27 лет. Обладая прекрасными характеристиками, являлся лидером астрономии XX века: с его помощью были открыты, например, более 100 малых планет.

☆ Космический телескоп «Хаббл»

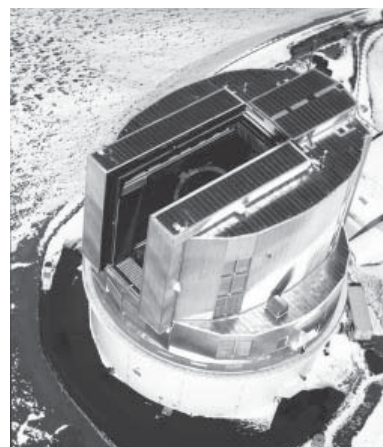
Телескоп, запущенный в 1990 году космическим челноком «Шаттл» и ставший искусственным спутником Земли, вращается на орбите высотой 600 км. Его апертура — 2,4 м, что составляет менее половины апертуры телескопа Паломарской обсерватории, однако отсутствие влияния атмосферы и погодных условий даёт возможность проводить астрономические наблюдения с высокой точностью. Продолжает делать великие открытия: так, с его помощью было доказано наличие в Галактике тёмной материи.

☆ Телескоп «Субару» Гавайской наблюдательной станции японской Национальной астрономической обсерватории

Самый большой в мире оптический инфракрасный телескоп введён в строй в 1999 году японской Национальной астрономической обсерваторией. Диаметр главного отражательного зеркала составляет 8,2 м!



Галактика, удалённая на расстояние 12,88 млрд световых лет.



Телескоп «Субару».

Обычно при таких больших размерах должно было бы произойти искривление зеркала под действием его собственного веса, однако компания «Мицубиси электрик» разработала технологию компенсации этого эффекта.

Этот телескоп позволяет получать прекрасные результаты: так, с его помощью была открыта галактика, удалённая на расстояние 12,88 млрд световых лет, что является рекордом дальности в мировой истории астрономических наблюдений. Его решающая способность позволила бы из Токио разглядеть теннисный мяч, находящийся на вершине горы Фудзи.

★ Что наблюдают с помощью радиотелескопов?

О радиотелескопе часто приходится слышать как об инструменте наблюдений за Вселенной, отличном от оптического телескопа. Однако, что же можно исследовать с помощью «радиоволн»?

Радиоволны, как и свет (видимый, инфракрасный и т. д.), представляют собой один из видов электромагнитного излучения, но они, в отличие от света, мало подвержены влиянию вещества, находящегося на пути их распространения. Это легко понять даже из того факта, что сотовый телефон можно использовать и в отрезанной от внешнего света комнате.

В космическом пространстве присутствует разнородное межзвёздное вещество. Особенно если встречается небесное тело, поглощающее свет, подобно тёмным звёздным облакам, то наблюдать объекты, находящиеся за ним, с помощью оптического телескопа невозможно. Следовательно, здесь пригодятся радиоволны.

Радиотелескопы, разработанные в середине XX века, внесли большой вклад в прогресс астрономии. Одно из исторических достижений радиотелескопов — открытие объектов, считающихся доказательствами Большого Взрыва, о котором будет рассказано в 3-й главе. Одним из самых известных радиотелескопов Японии является 45-метровый радиотелескоп японской Национальной астрономической обсерватории в городе Нобеяма. Кстати, 45 метров — это диаметр антенны, что соответствует высоте 15-этажного дома.

По информации с сайта японской Национальной астрономической обсерватории, в 1982 году на изготовление этого радиотелескопа было затрачено около 5 млрд иен, а включая радиоинтерферометр, который должен использоваться совместно с ним, — около 10 млрд иен, то есть расходы составили около 100 иен на одного жителя Японии. С помощью этого радиотелескопа удалось даже наблюдать галактику, удалённую от Земли на расстояние более 10 млрд световых лет, побив тем самым все рекорды в мировой истории разработки радиотелескопов.



45-метровый радиотелескоп японской Национальной астрономической обсерватории в городе Нобеяма.

» ХИТРОСТЬ ПОД НАЗВАНИЕМ ТРИАНГУЛЯЦИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

ИЗМЕРЕНИЕ РАЗМЕРОВ «ВСЕЛЕННОЙ»

● Потрясающая идея 2300-летней давности, с помощью которой узнали расстояние до Солнца

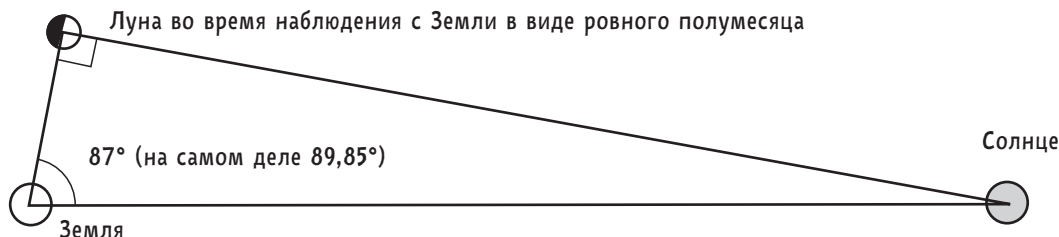
Расстояние до Луны смогли измерить с помощью триангуляции, выбрав на поверхности Земли базовый отрезок (см. стр. 68). Однако, когда речь идёт о расстоянии до Солнца, сделать то же самое очень трудно — слишком велико расстояние.

Скажем сразу ответ: среднее расстояние до Солнца равно примерно 150 млн км. Это соответствует примерно 12 000 диаметрам Земли. При таком расстоянии значительно влияние на конечный результат небольших погрешностей измерения, а длина базового отрезка, который может быть отложен на поверхности Земли, ограничена.

Радиус Земли на экваторе — 6378 км (диаметр 12 756 км).

Среднее расстояние между Землёй и Солнцем — 150 млн км.

Здесь мне хотелось бы, чтобы вы вспомнили об Аристархе, о котором рассказывалось в 1-й главе. Начертим ещё раз схему, основанную на идее, которую он использовал при определении отличия расстояний до Луны и до Солнца.



Определение расстояния до Солнца.

При взгляде на схему ясно, что это не что иное, как триангуляция, в которой за базовый выбран отрезок «Земля — Луна».

К сожалению, с помощью техники измерений того времени угол между Луной и Солнцем был измерен как 87° , из-за чего был сделан вывод, что расстояние до Солнца в 20 раз больше, чем до Луны. Однако, если использовать нынешнюю технику, отношение этих расстояний окажется равным примерно 390, что очень близко к истинному значению. Несмотря на это, остаётся только поражаться уму Аристарха, который ещё 2300 лет назад придумал подобный способ.

● Триангуляция позволяет определить даже расстояния до звёзд за пределами Солнечной системы

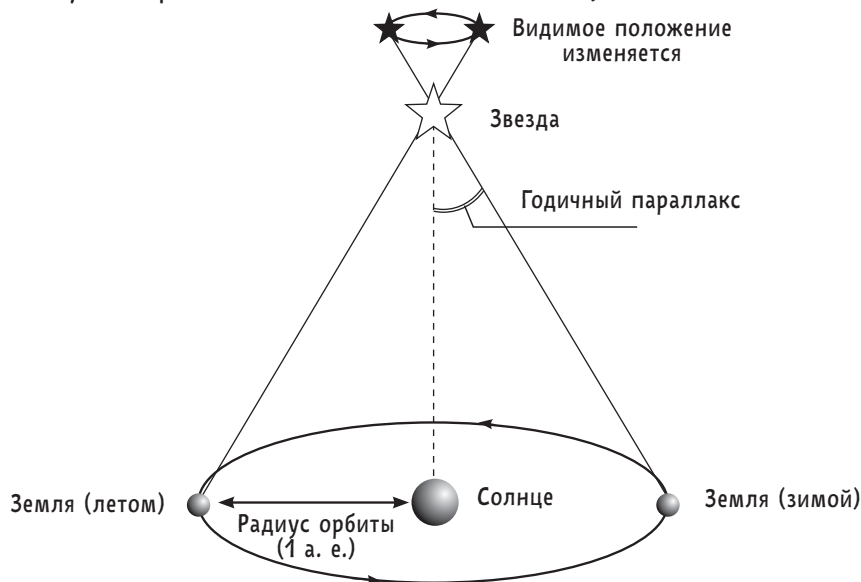
Метод Аристарха — это измерение расстояний с помощью триангуляции, когда базовый отрезок выбирается за пределами Земли, в космическом пространстве. Если так, то существует кое-что получше, чем использовать Луну в качестве базового отрезка. Это метод с использованием радиуса орбиты Земли.

Нет необходимости говорить о том, что Земля за 1 год делает один оборот вокруг Солнца. Следовательно, если измерить углы наблюдения светила (эклиптические координаты) с интервалом в полгода, то по этим значениям может быть вычислено расстояние до небесного тела.

Кстати, половина разности этих углов называется «годовым параллаксом». Говорят, что расстояние до светила равно 1 парсеку, если годичный параллакс этого светила равен 1 угловой секунде (1 угловая секунда = $1/3600$ градуса). Давайте установим связь между парсеком и другими единицами измерения.

1 пк (парсек) $\approx 3,26$ световых лет $\approx 206,265$ а. е. $\approx 3,0856 \cdot 10^{16}$ м ≈ 31 трлн км.

В связи с тем, что точность измерения параллакса составляет около 0,033 (где-то $1/100\,000$ градуса), что соответствует расстоянию в 30 парсек, или 100 световых лет, с использованием этого метода можно измерять расстояние до светил, находящихся только в этих пределах. Однако благодаря спутнику Hipparcos, запущенному Европейским космическим агентством в 1989 году, стало возможным точно измерять расстояния до 500 световых лет (если допускать определённую погрешность — до 1000 световых лет).



Триангуляция с использованием радиуса орбиты Земли.

» КАКОВЫ РАЗМЕРЫ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ?

ДАЖЕ В БЛИЖНЕМ КОСМОСЕ ЕЩЁ ПОЛНО ЗАГАДОК

Хотя в 2006 году Плутон был исключён из категории планет, он по-прежнему остаётся небесным телом, принадлежащим Солнечной системе. Итак, где же границы Солнечной системы и каковы её размеры?

Прежде всего, расстояние до Нептуна (большой радиус его орбиты), который является самой дальней планетой в Солнечной системе, составляет примерно 30 а. е., то есть примерно 30 расстояний от Земли до Солнца. За ним, в области от 30 до 50 а. е., расположен Пояс Койпера, в котором вращается множество малых планет, в основном состоящих из льда (из замёрзших воды и метана). Полагают, что только тел радиусом более 50 км там более 70 000, и существует даже теория, что Плутон тоже является одним из этих тел.

Кроме того, сразу за Поясом Койпера располагается так называемое Облако Оорта — группа, насчитывающая более 1 трлн небесных тел, состоящих из льда и скальных пород. Она занимает область радиусом от 50 до 10 000 а. е., что примерно в 3300 раз больше, чем радиус орбиты Нептуна!

В целом, область действия гравитации Солнца (то есть область, в которой оно оказывает влияние на небесные тела) простирается примерно до этих пределов, поэтому можно сказать, что именно здесь заканчивается Солнечная система. Её радиус составляет около 1,6 световых года, и на каком бы быстром космическом корабле ни лететь, для выхода за её пределы потребуется более 1,6 года.



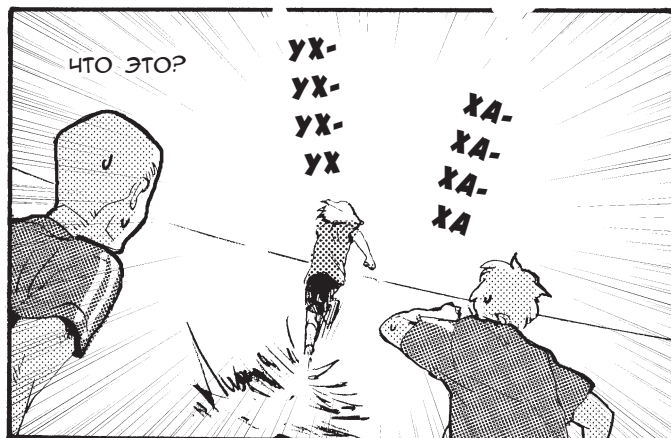
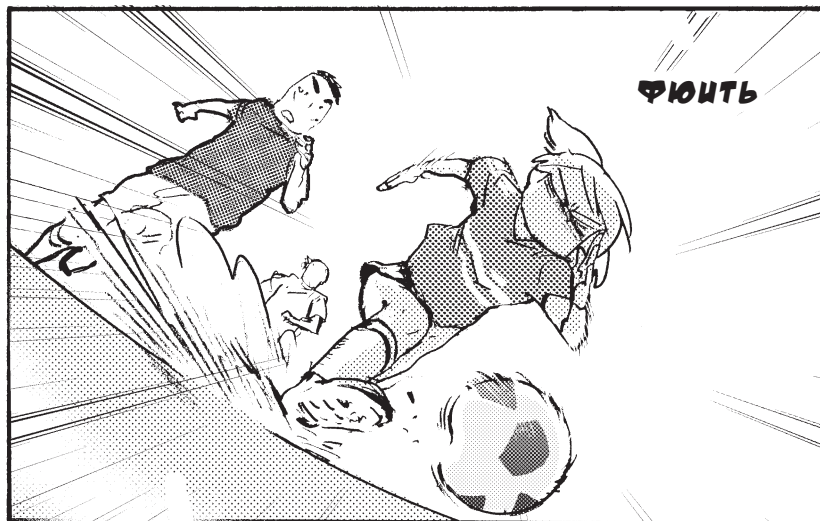
× 3300 ?

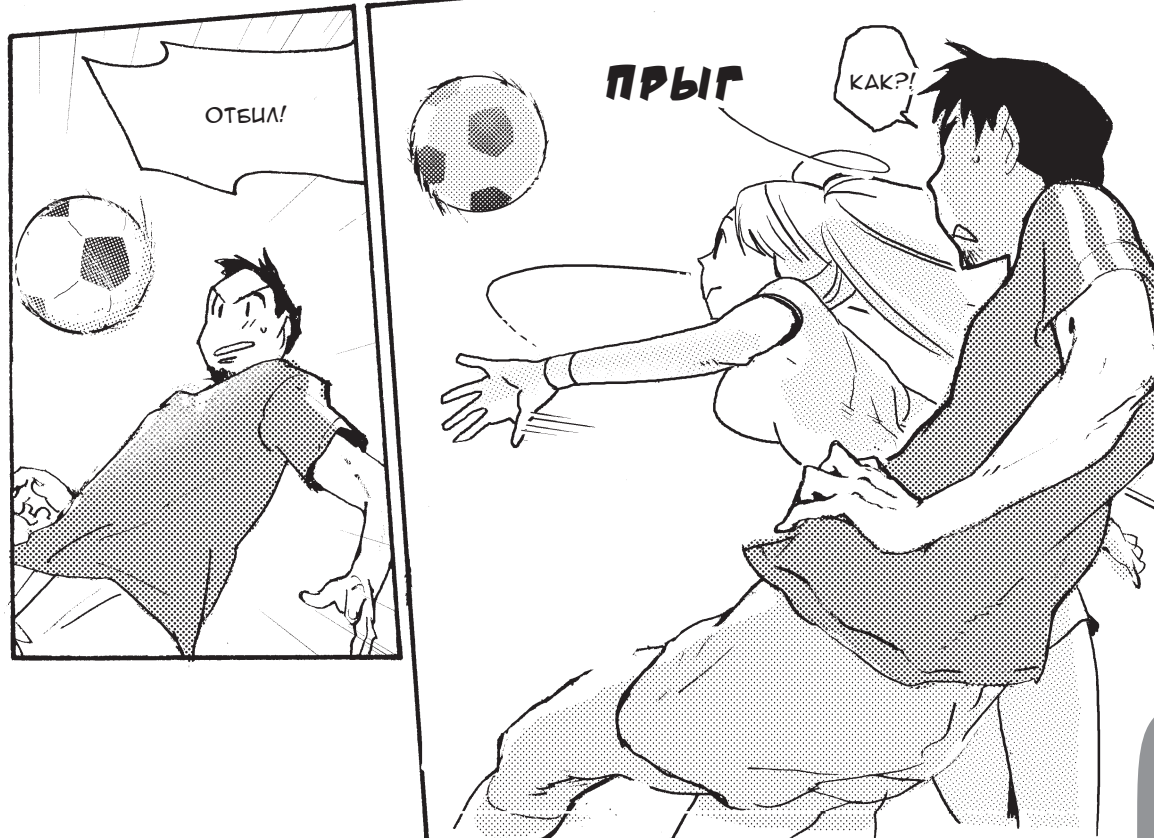
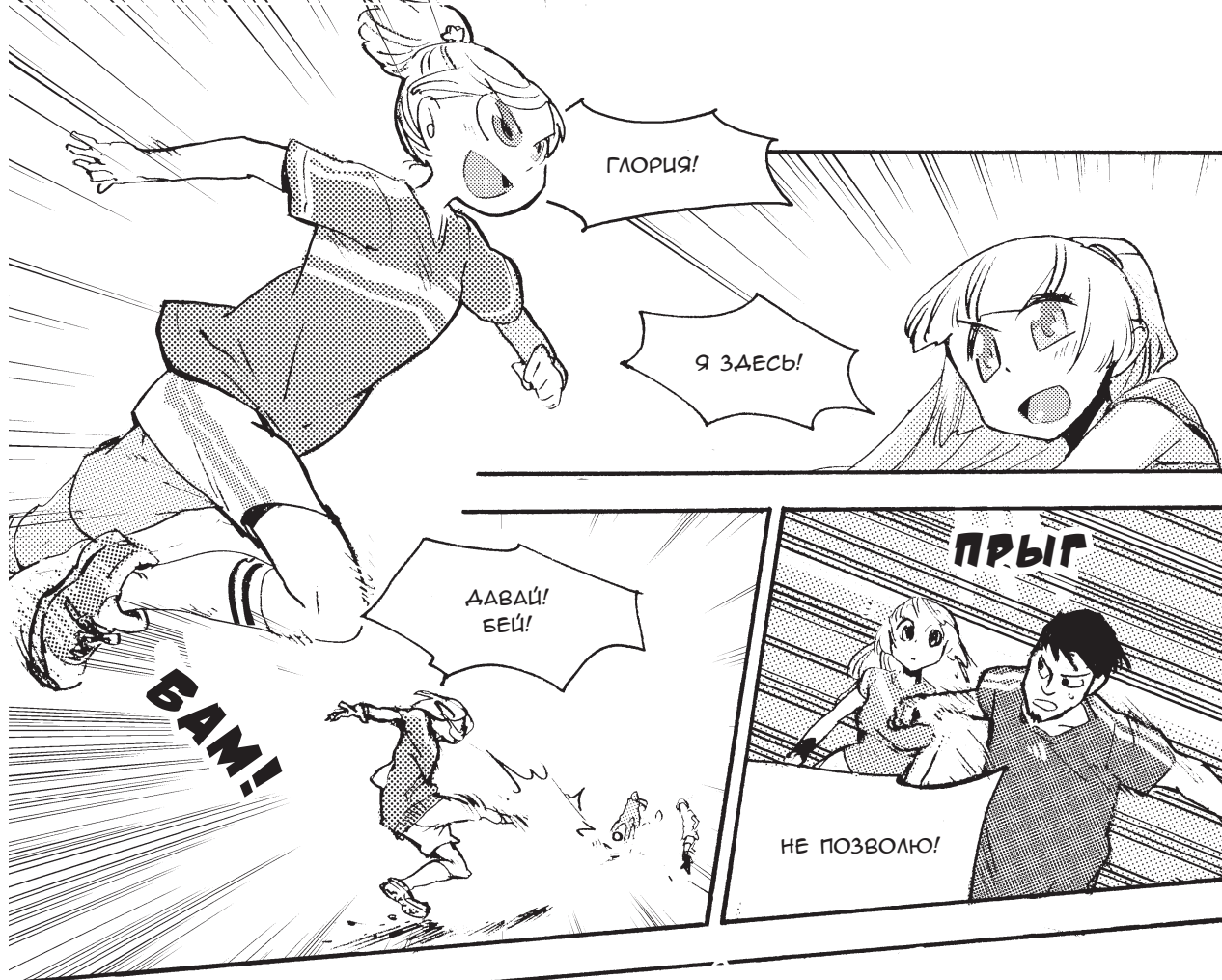


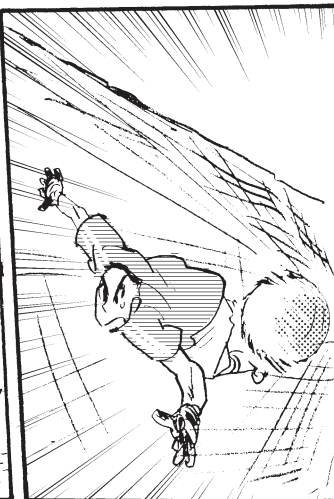
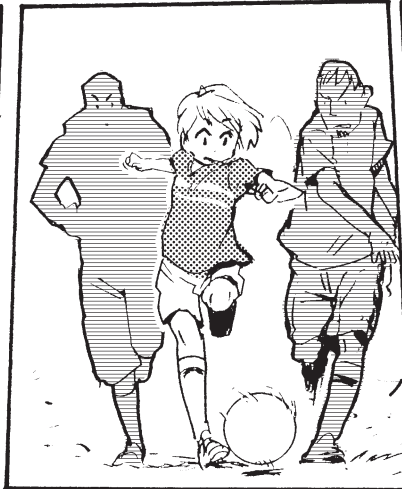
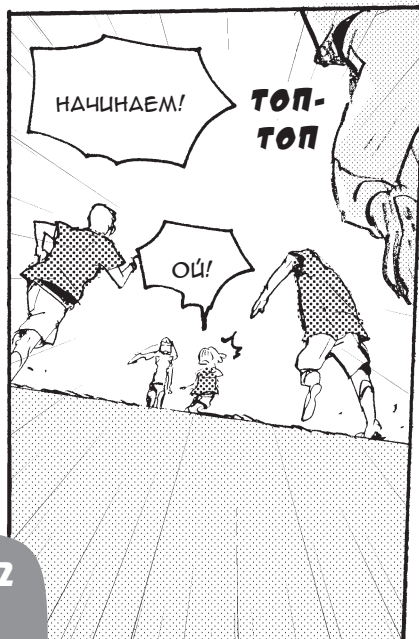
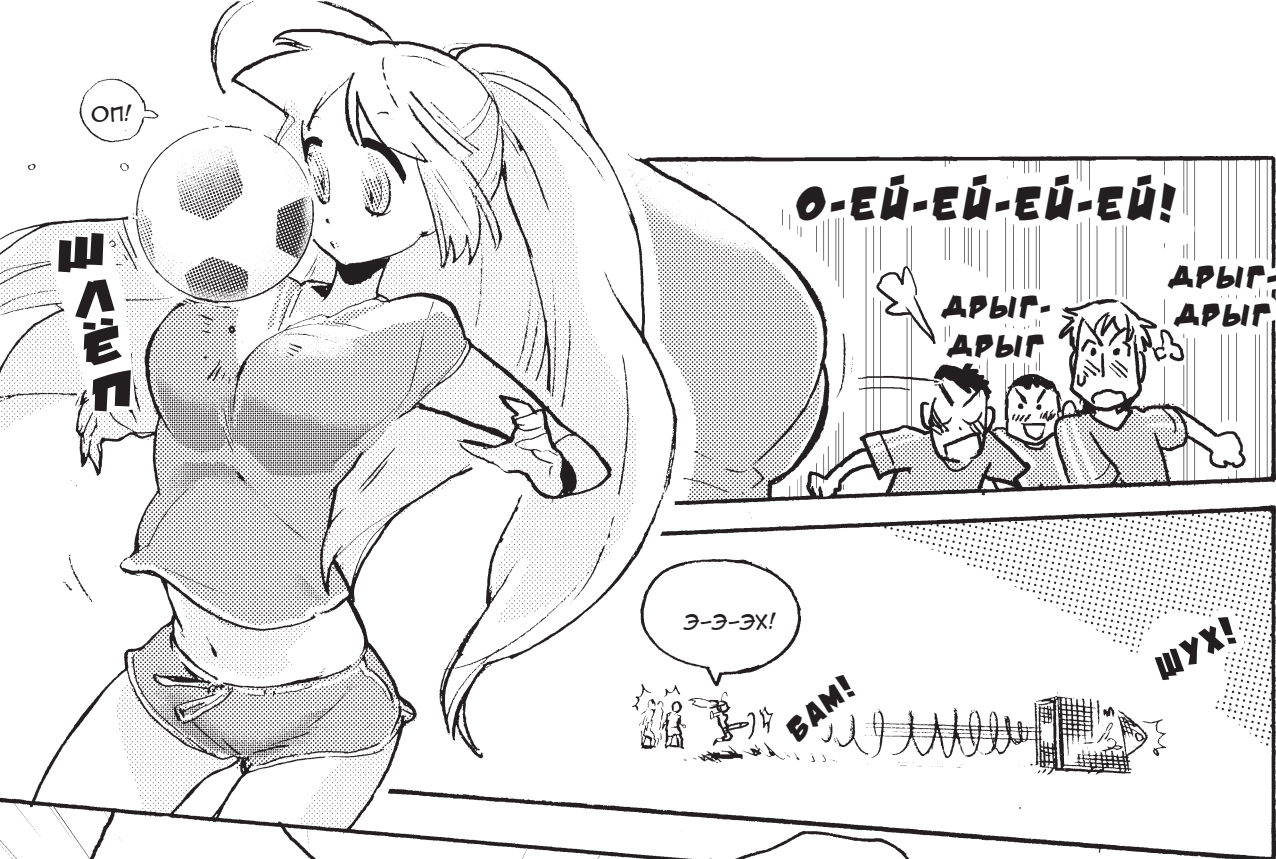
ГЛАВА 3

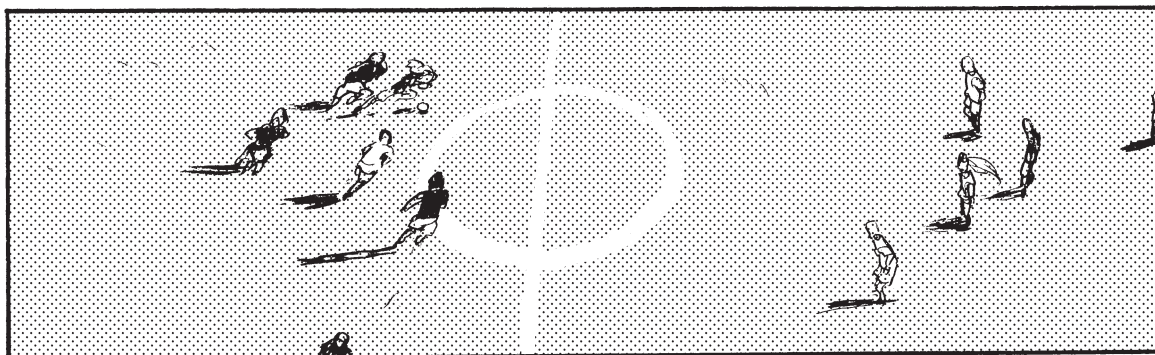
**ВСЕЛЕННАЯ
РОДИЛАСЬ
БЛАГОДАРЯ
БОЛЬШОМУ
ВЗРЫВУ**

3.1. ОСТРОВ «ГАЛАКТИКА» В ОКЕАНЕ ПОД НАЗВАНИЕМ «ВСЕЛЕННАЯ»







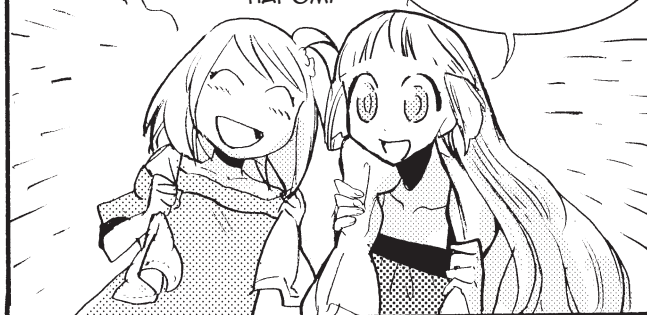


УРОК ДЛЯ ПОБЕДИВШЕЙ КОМАНДЫ

ПРОФЕССОР!

С ЛЁГКИМ
ПАРОМ!

ВЫ ВИДЕЛИ НАШУ
ИГРУ?



ДА, ВЫ ВАВОЁМ
ПОМОГЛИ МНЕ
ПОЛУЧИТЬ
ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫЕ
ДАННЫЕ.



ПОЖЕРТВОВАВ
ГОРАДОСТЬЮ
НАШЕГО
ФУТБОЛЬНОГО
КЛУБА, ДА?

Футболь- Команда
ный клуб Канны

0-3

ОНИ ЧТО,
НА САМОМ ДЕЛЕ
УЧЕНИКИ СТАРШЕЙ
ШКОЛЫ?

ШМЫГ-
ШМЫГ



ЖАЛКО ИХ...

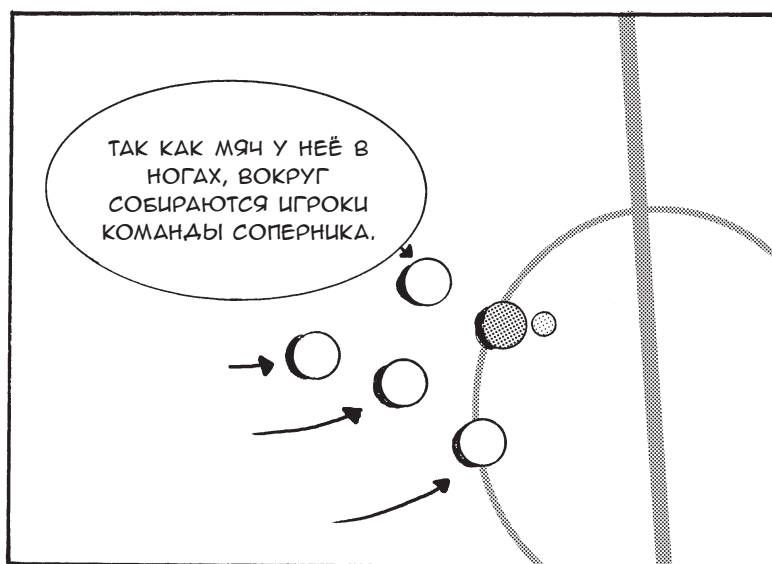
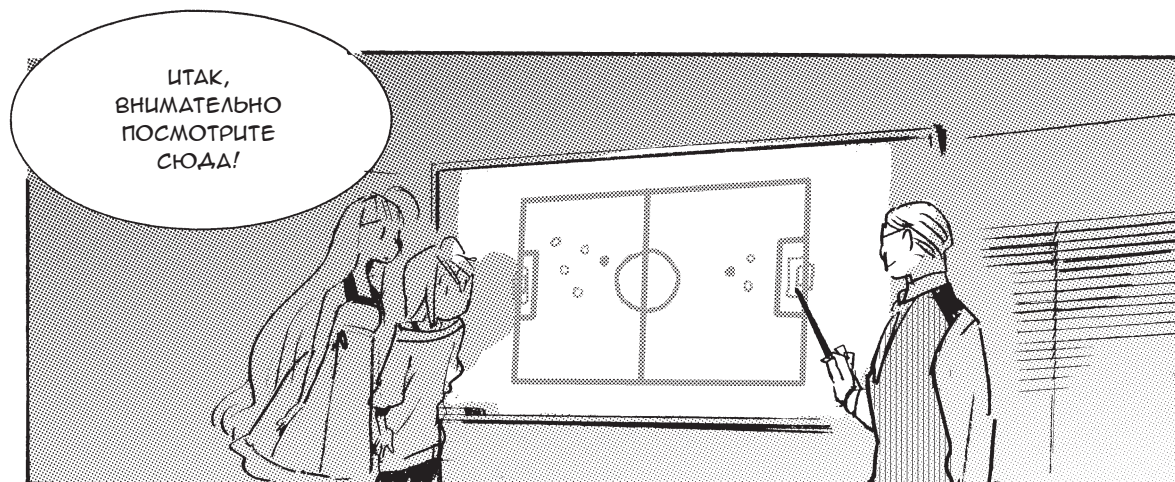
ЛУЧШЕ СКАЖИТЕ,
КАКАЯ СВЯЗЬ МЕЖДУ
ФУТБОЛОМ
И ГАЛАКТИКАМИ?

ЭТО Я СЕЙЧАС
ВАМ ОБЪЯСНЮ.



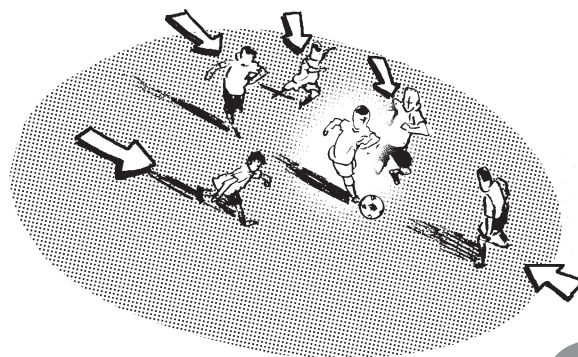
ШЁЛК

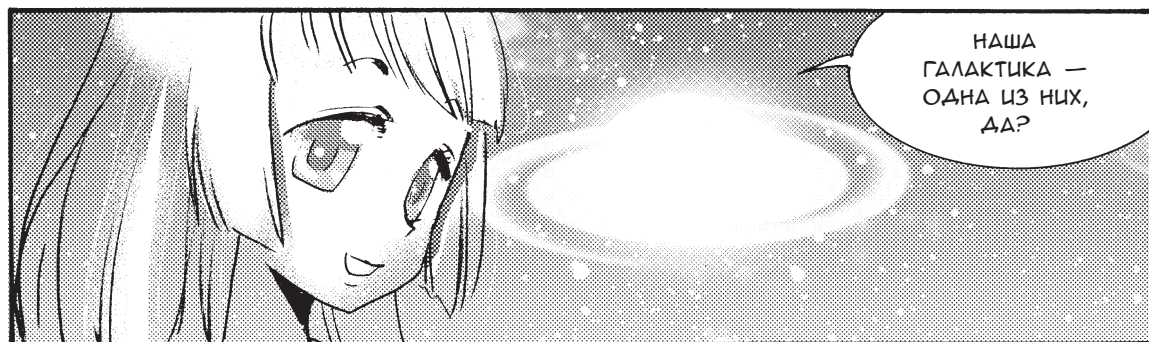
КЛАЦ-
КЛАЦ

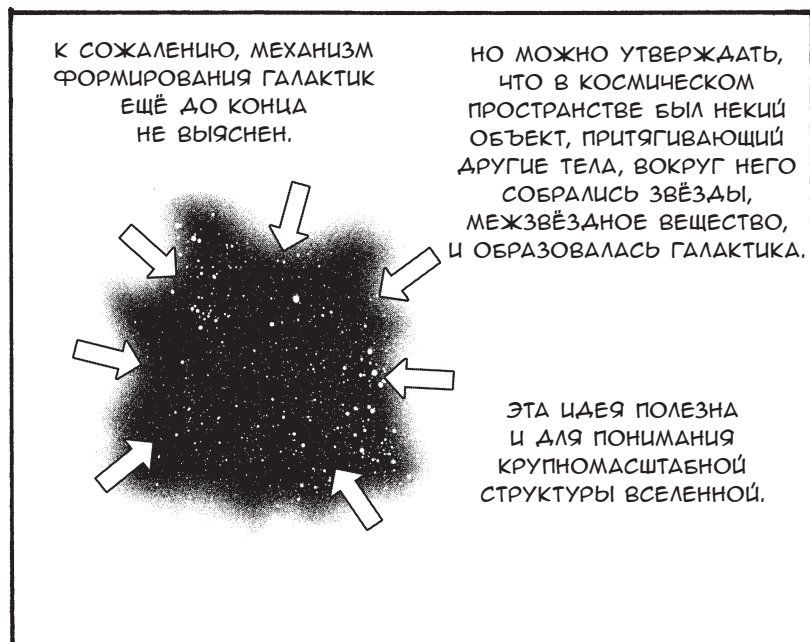
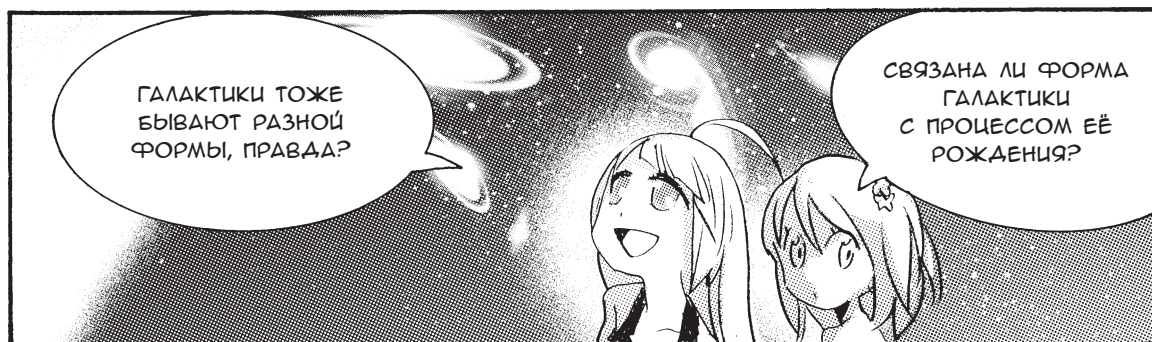




В ФУТБОЛЕ, ТАКИМ ОБРАЗОМ, ИГРОКИ СОБИРАЮТСЯ У МЯЧА ИЛИ ЖЕ ТАМ, КУДА ЕГО МОГУТ ОТПАСОВАТЬ.







ЕСЛИ ВЗГЛЯНУТЬ
НА ФУТЕЛЬНОЕ ПОЛЕ
СВЕРХУ, ТО МЫ УВИДИМ
НА НЁМ НЕСКОЛЬКО
ГРУПП ИГРОКОВ.

КАЖДАЯ
ИЗ ГРУПП —
ЭТО ГАЛАКТИКА,
ТАК?

ДА, ТАК.
А ТЕПЕРЬ ДАВАЙТЕ
ПОДНИМЕМ ВИДЕО-
КАМЕРУ ВЫШЕ
В НЕБО.

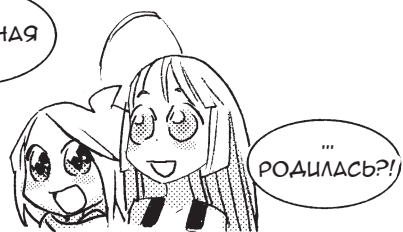
ЩЁЛК

КАК МНОГО
ФУТЕЛЬНЫХ
ПОЛЕЙ!

В ЭТОМ РАЙОНЕ
МНОГО ШКОЛ И СПОРТИВНЫХ
КЛУБОВ, ПОЭТОМУ
ФУТЕЛЬНЫХ ПОЛЕЙ ТОЖЕ
ХВАТАЕТ. НА НИХ ТАКИМ ЖЕ
ОБРАЗОМ СОБИРАЮТСЯ
ГРУППЫ ИГРОКОВ.

И ГАЛАКТИКИ ТОЖЕ
СОБИРАЮТСЯ,
ФОРМИРУЯ ГРУППЫ,
СКОПЛЕНИЯ И
СВЕРХСКОПЛЕНИЯ.

АГА!



» ЧТО ТАКОЕ КРУПНОМАСШТАБНАЯ СТРУКТУРА ВСЕЛЕННОЙ?

Подобно тому как наш мир имеет структуру иерархических групп: дома — группы домов — деревни или посёлки — города — регионы — страны, во Вселенной тоже может существовать крупномасштабная иерархическая структура. Ранее упомянутый Кант и многие другие говорили об этом, но реальные доказательства начали появляться только после открытия того факта, что наша Галактика — не единственная. Наконец, благодаря дальнейшим наблюдениям и исследованиям стало ясно, что галактики тоже собираются в группы, образуя более высокие уровни иерархии.



Крупномасштабная структура Вселенной.

● Планетные системы

Это группы, в которых планеты, астероиды, спутники, кометы и т. п. формируют единую систему, подобную Солнечной, со звездой в центре.

● Галактики

Это формируемые гравитационными полями астрономические объекты, в которых участвует от нескольких десятков миллиардов до нескольких сотен миллиардов звёзд и межзвёздное вещество (включая тёмную материю). Так как галактики подобны островам в океане космического пространства, их называют островными, или малыми вселенными. Нашу галактику, в которой находится Солнечная система, называют «Млечный Путь» или просто Галактикой.

● Группы галактик и скопления галактик

Это астрономические объекты, образованные гравитационными взаимодействиями многих галактик. Объекты, содержащие до 50 галактик, называются группами галактик, а более крупные (содержащие от нескольких сотен до нескольких тысяч галактик) — скоплениями галактик. Наша Галактика принадлежит к Местной Группе, состоящей из 30—40 галактик, включая галактики «Туманность Андромеды», «Большое Магелланово Облако» и «Малое Магелланово Облако». Наиболее близкое к Местной Группе — Скопление Девы, отдалённое от нас примерно на 60 млн световых лет.

● Сверхскопления галактик

Это десятки тысяч групп галактик и скоплений галактик, простирающиеся на несколько сот миллионов световых лет.

Раньше в астрономии считалось, что галактики, хотя и формируют такие крупномасштабные структуры, всё-таки распределены в пространстве Вселенной равномерно. Это следует также из космологического принципа, согласно которому во Вселенной не существует каких-либо особых областей.

Однако в 80-х годах XX века стало понятно, что в космическом пространстве есть области, в которых совсем не наблюдаются галактики. Размеры этих областей — 100 млн световых лет и более. При дальнейшем изучении постепенно выяснилось, что эти пустоты (войды) вместе образуют что-то подобное пене, а на их границах находятся группы и скопления галактик.

В 1989 году, по форме этого распределения галактик, которое видится растянутым на большое расстояние, как Великая китайская стена, Маргарет Геллер и Джон Хакра — астрофизики из Гарвард-Смитсоновского центра — дали ему название «Великая стена» (Great Wall). Это гигантское образование длиной 500 млн световых лет и шириной 200 млн световых лет стало считаться самой крупной структурой Вселенной.

Однако 20 октября 2003 года была обнаружена новая Великая стена другой структуры. Находящаяся на расстоянии 1 млрд световых лет от Земли и имеющая длину 1,4 млрд световых лет, она примерно в 3 раза превосходит свою предшественницу по размеру, поэтому в настоящее время пальма первенства принадлежит ей.

Что касается названий, астрономический объект, открытый в 1989 году, называют «Великой стеной CfA2», а обнаруженный в 2003 году — «Великой стеной Слоуна».



Великая стена.

3.2. ВЕЛИКОЕ ОТКРЫТИЕ ХАББЛА

СЛЫШАЛИ ЛИ
ВЫ ОБ ЭДВИНЕ
ХАББЛЕ?

ДА!

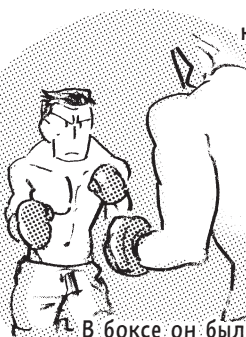
КОНЕЧНО!

МНЕ ИЗВЕСТНО,
ЧТО ЭТО АМЕРИКАНСКИЙ
АСТРОНОМ. И ЗАПУЩЕННЫЙ
НАСА КОСМИЧЕСКИЙ
ТЕЛЕСКОП "ХАББЛ" НАЗВАН
ТАК В ЕГО ЧЕСТЬ.

Эдвин Хаббл,
родившийся в 1889 году
в Америке, для учёного
имеет несколько
странную биографию.



С детских лет он проявил
большие способности
к спорту, поставил в лёгкой
атлетике ряд рекордов,
а после поступления
в университет активно
занимался баскетболом
и боксом.



В боксе он был особенно
силен: говорят, что ему
даже предлагали встретиться
на ринге с тогдашним
чемпионом мира.

А Я ВЕДЬ
ТОЖЕ ЗАНИМА-
ЮСЬ СПОРТОМ!



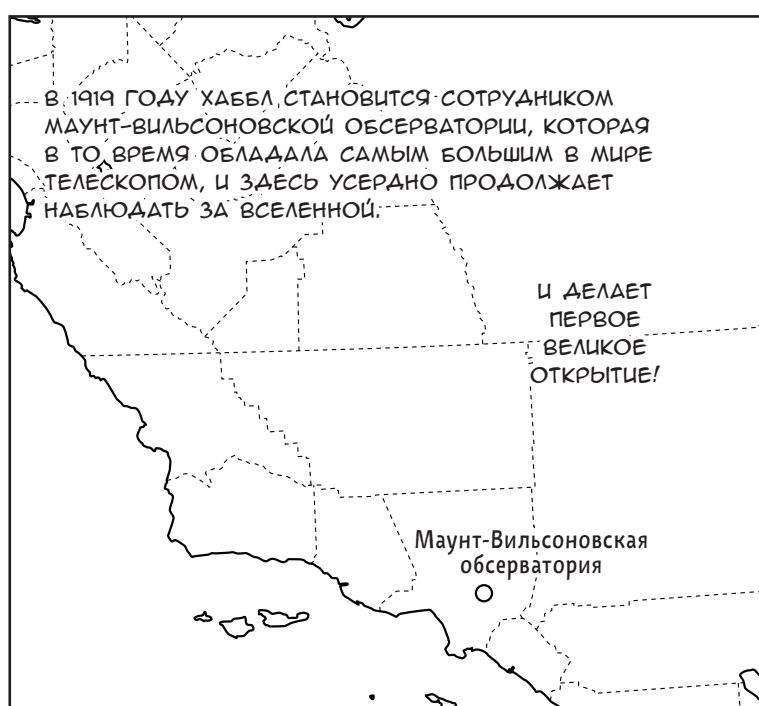
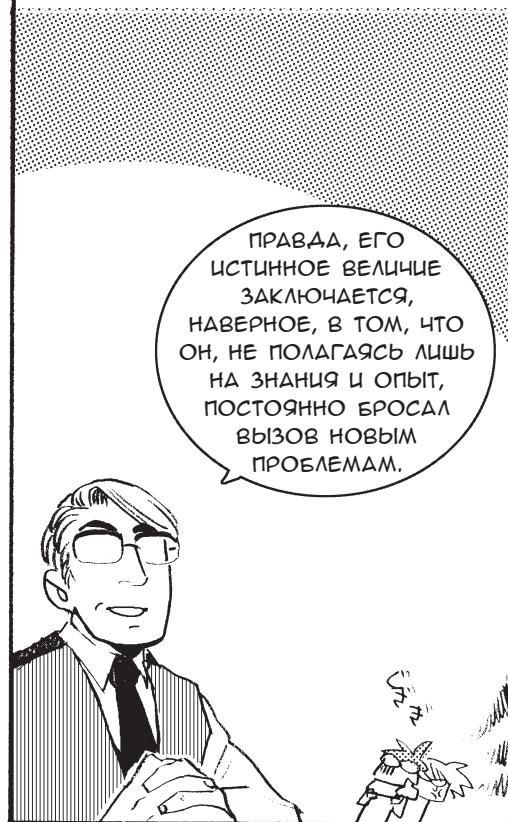
КОНЕЧНО, И УЧИЛСЯ ОН
ТОЖЕ ПРИЛЕЖНО!

СПЕЦИАЛИЗИРОВАЛСЯ
НА МАТЕМАТИКЕ И АСТРОНО-
МИИ В ЧИКАГСКОМ УНИВЕРСИ-
ТЕТЕ, ИЗУЧАЛ ЮРИСПРУДЕНЦИЮ
В ОКСФОРДСКОМ УНИВЕРСИ-
ТЕТЕ И ПОЛУЧИЛ ДАЖЕ СТЕ-
ПЕНЬ МАГИСТРА!

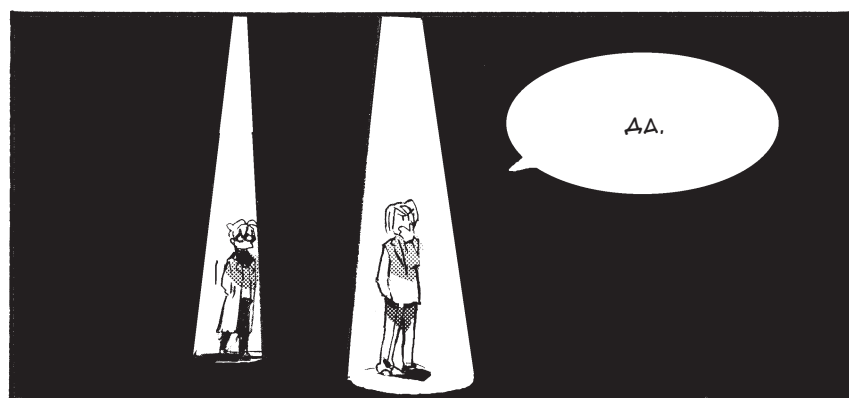
БАХ!

ОН БЫЛ ПОИСТИНЕ
РАЗНОСТОРОННЕ
РАЗВИТЫМ
ЧЕЛОВЕКОМ!





МАУНТ-ВИЛЬСОНОВСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ НАХОДИТСЯ В США, В ГОРОДЕ ЛОС-АНДЖЕЛЕС ШТАТА КАЛИФОРНИЯ, НА ВЕРШИНЕ ГОРЫ ВИЛЬСОН НА ВЫСОТЕ 1742 М. ПОСТРОЕНА В 1902 ГОДУ В МЕСТНОСТИ, АТМОСФЕРА КОТОРОЙ СЧИТАЕТСЯ САМОЙ ПРОЗРАЧНОЙ В СЕВЕРНОЙ АМЕРИКЕ.



В ТО ВРЕМЯ ОН
БЫЛ ЗАНЯТ
НАБЛЮДЕНИЕМ
ЗА ТУМАННОСТЬЮ
АНДРОМЕДЫ.

ОДНАЖДЫ,
ПОПЫТАВШИСЬ
ИЗМЕРИТЬ РАССТОЯНИЕ
ДО НЕЁ, ОН ПОЛУЧИЛ
НЕВОООБРАЗИМОЕ
ЗНАЧЕНИЕ!

СКОЛЬКО
ПРИМЕРНО
ПОЛУЧИЛОСЬ?

ПОХОЖЕ, СВЫШЕ
400 000
СВЕТОВЫХ ЛЕТ.

400 000
СВЕТОВЫХ
ЛЕТ?!

В БОЛЬШОМ СПОРЕ*,
ИМЕВШЕМ МЕСТО 3 ГОДА
НАЗАД, ДАЖЕ ДИАМЕТР
ГАЛАКТИКИ, НА КОТОРОМ
НАСТАИВАЛ ШЕПЛИ, БЫЛ
150 000 СВЕТОВЫХ ЛЕТ!

400 000 СВЕТОВЫХ ЛЕТ

ЕСЛИ ТАК, ЗНАЧИТ, ТУМАННОСТЬ
АНДРОМЕДЫ ДОЛЖНА
НАХОДИТЬСЯ ЗА ПРЕДЕЛАМИ
НАШЕЙ ГАЛАКТИКИ, ВЕРНО?

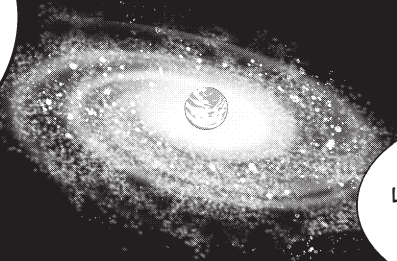
В ТО ВРЕМЯ ПОЛАГАЛИ,
ЧТО ТУМАННОСТЬ
АНДРОМЕДЫ
НАХОДИТСЯ ВНУТРИ
НАШЕЙ ГАЛАКТИКИ.

ВЕДЬ СЧИТАЛОСЬ,
ЧТО НАБЛЮДАЕМЫЕ
НЕБЕСНЫЕ ТЕЛА, ВСЕ
БЕЗ ИСКЛЮЧЕНИЯ,
НАХОДЯТСЯ ВНУТРИ
ГАЛАКТИКИ.

ТО ЕСТЬ В ТО ВРЕМЯ
ЕЩЁ ДУМАЛИ, ЧТО
ГАЛАКТИКА — ЭТО
ВСЕЛЕННАЯ, ДА?

* В 1920 году "большой спор" был между двумя американскими астрономами Гебером Дустом Кёртисом и Харлоу Шепли, по поводу того, «находится ли туманность Андромеды вне Галактики или внутри неё». В настоящее время считается, что диаметр нашей Галактики составляет примерно 100 000 световых лет.

ДАЖЕ КОГДА ВСЕЛЕННАЯ, БЛАГОДА-
ДАРЯ ПРОГРЕССУ ИССЛЕДОВАНИЙ,
"РАСШИРИЛАСЬ" СНАЧАЛА ДО СОЛ-
НЕЧНОЙ СИСТЕМЫ, А ПОТОМ И ДО
ГАЛАКТИКИ, ЛЮДЯМ, НАВЕРНОЕ,
ХОТЕЛОСЬ ДУМАТЬ, ЧТО ИХ ЗЕМ-
ЛЯ ВСЁ РАВНО НАХОДИТСЯ
В ЦЕНТРЕ ВСЕЛЕННОЙ.



НАВЕРНОЕ,
ДОЛГАЯ ВЕРА В ГЕО-
ЦЕНТРИЧЕСКУЮ СИСТЕМУ
ТОЖЕ БЫЛА СВЯЗАНА
С ЧЕЛОВЕЧЕСКИМИ
ЭМОЦИЯМИ.

ПОЧЕМУ ТУМАННОСТЬ
АНДРОМЕДЫ
НАЗЫВАЮТ
"ТУМАННОСТЬЮ",
А НЕ "ГАЛАКТИКОЙ"?



ПОДОЖДИТЕ...

ПРИМЕРНО 100 ЛЕТ
НАЗАД ДУМАЛИ, ЧТО
ТУМАННОСТЬ АНДРОМЕДЫ
НАХОДИТСЯ НА ЭТАПЕ
ФОРМИРОВАНИЯ
ЗВЁЗД.



ПОЭТОМУ
В ПРОШЛОМ ЕЁ
И НАЗВАЛИ
"ТУМАННОСТЬ
АНДРОМЕДЫ".

АА, ЭТО ПОРАЗИТЕЛЬНО —
ЗАМЕТИТЬ, ЧТО ТУМАННОСТЬ
АНДРОМЕДЫ, СЧИТАВШАЯСЯ
ЧАСТЬЮ ГАЛАКТИКИ, НА СА-
МОМ ДЕЛЕ УДАЛЕНА НА
РАССТОЯНИИ В ЦЕЛЫХ
900 000 СВЕТОВЫХ
ЛЕТ.



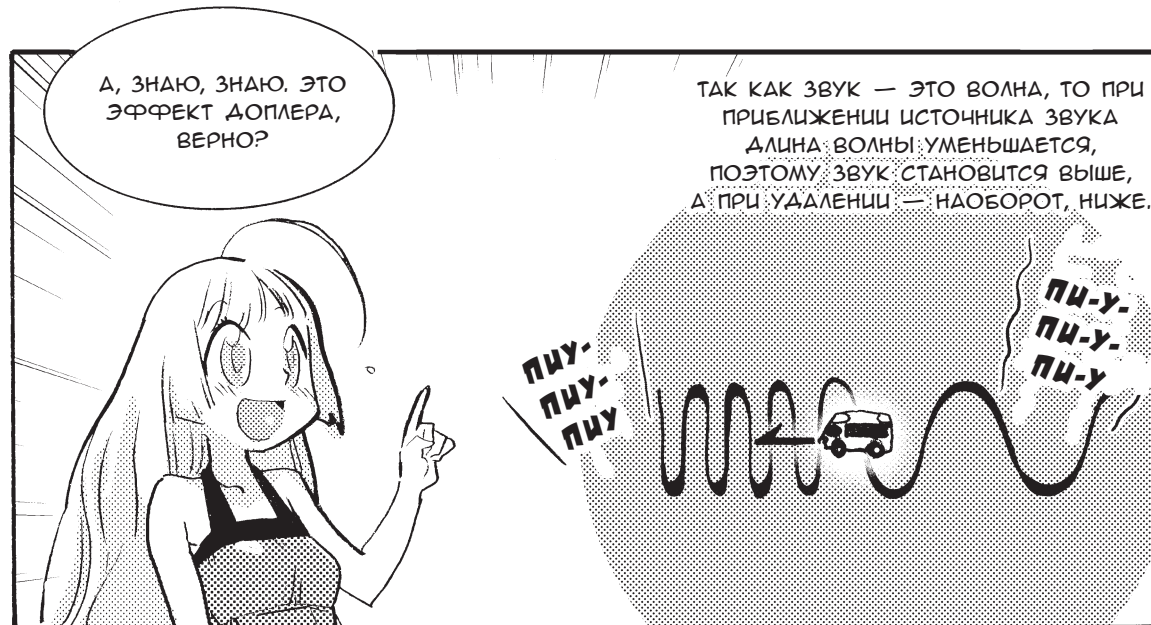
ХЕ-ХЕ...

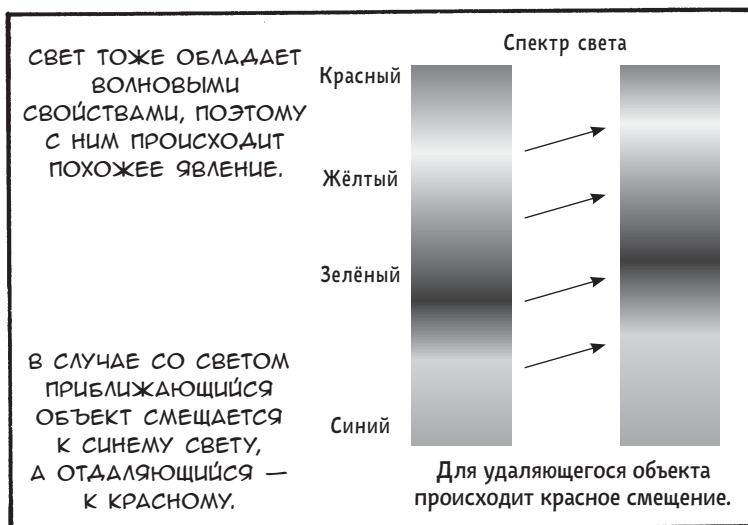
АА, НО 900 000 СВЕТОВЫХ ЛЕТ — ЭТО
НЕ ОКОНЧАТЕЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ. НЕДАВНИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ ПОКАЗАЛИ, ЧТО НА
САМОМ ДЕЛЕ РАССТОЯНИЕ РАВНО
ПРИМЕРНО 2,52 МЛН СВЕТОВЫХ ЛЕТ.



ЧТО?







ИТАК, ТОТ ФАКТ,
ЧТО ПРОИСХОДИТ
КРАСНОЕ СМЕЩЕНИЕ...



АА.



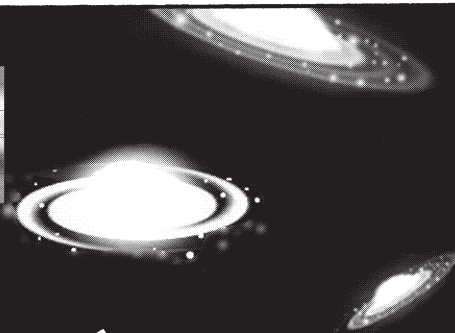
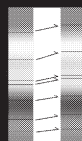
...ЕСТЕСТВЕННО,
ОЗНАЧАЕТ, ЧТО
ГАЛАКТИКИ ОТААЛЯЮТСЯ
ОТ НАС С БОЛЬШОЙ
СКОРОСТЬЮ.



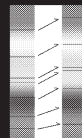
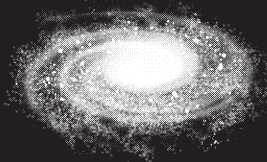
ЧТО ТЫ СКАЗАЛ?!

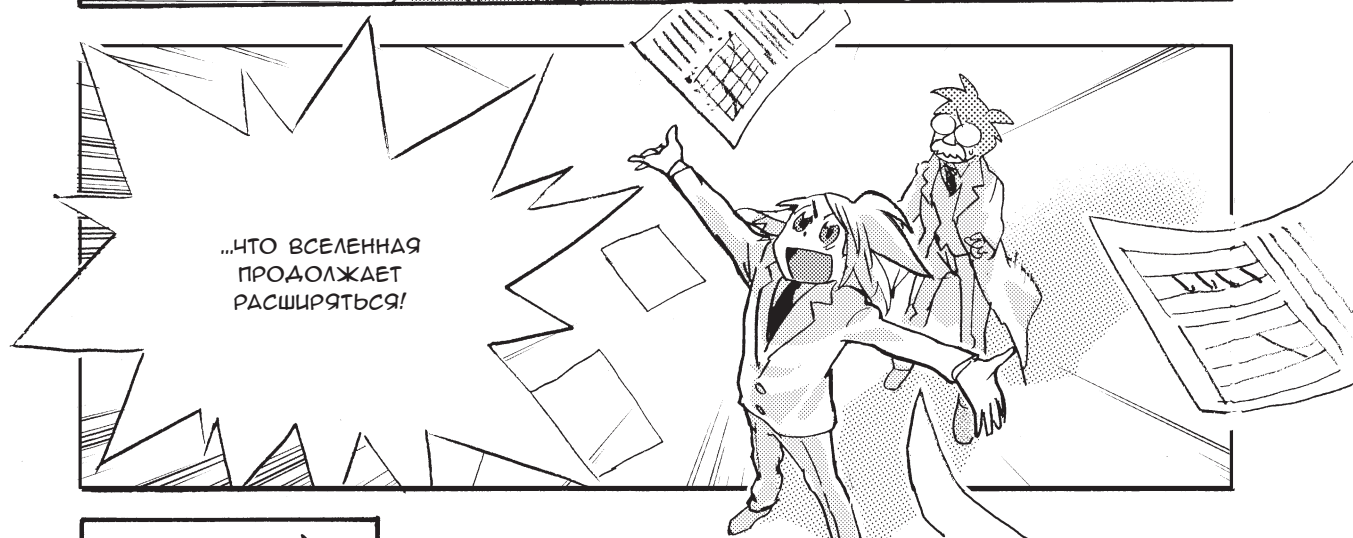
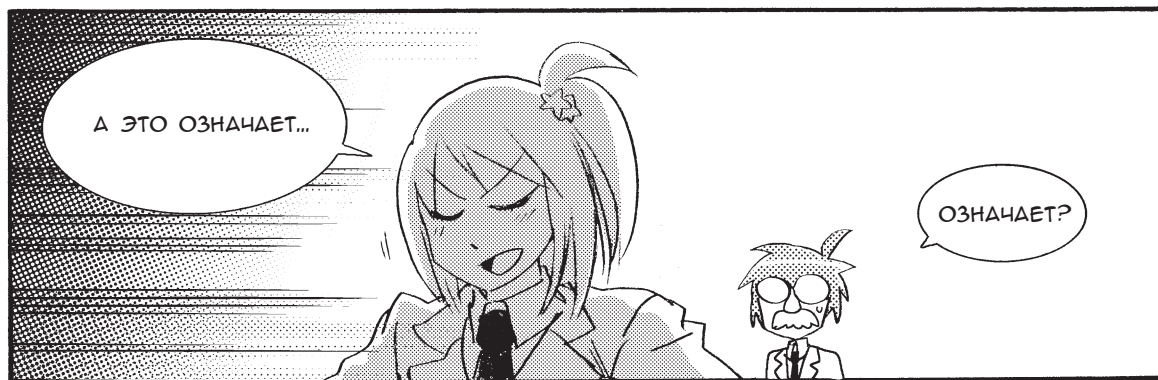


ПОЭТОМУ
Я ТОЖЕ, В СВОЮ
ОЧЕРЕДЬ, ИЗМЕРИЛ
СПЕКТРЫ ДРУГИХ
ГАЛАКТИК И ПОПРОБОВАЛ
ВЫЧИСЛИТЬ, ЕСТЬ ЛИ
СВЯЗЬ МЕЖДУ РАССТО-
ЯНИЕМ И КРАСНЫМ
СМЕЩЕНИЕМ!



В РЕЗУЛЬТАТЕ Я ПОНЯЛ, ЧТО,
ЧЕМ ДАЛЬШЕ НАХОДИТСЯ
ГАЛАКТИКА, ТЕМ БОЛЬШЕ
РАСХОЖАЕНИЕ,
ВЫЗЫВАЕМОЕ КРАСНЫМ
СМЕЩЕНИЕМ!





3.3. ЕСЛИ ВСЕЛЕННАЯ РАСШИРЯЕТСЯ...



ИТАК, ДАВАЙТЕ ПОГОВОРИМ
ОБ ЭТОМ НЕМНОГО ПОДРОБНЕЕ.



ПОЖАЛУЙСТА!



ДЕЛАЛИ ЛИ ВЫ НА УРОКЕ ХИМИИ
РЕАКЦИЮ ОКРАШИВАНИЯ ПЛАМЕНИ?



ГМ?

ЭТО ЯВЛЕНИЕ, ПРИ КОТОРОМ ЦВЕТ ПЛАМЕНИ
ИЗМЕНЯЕТСЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ХИМИЧЕСКОГО
СОСТАВА ВЕЩЕСТВА, ПОМЕЩЁННОГО В ПЛАМЯ.



ПОВАРЕННАЯ СОЛЬ, СОДЕРЖАЩАЯ
НАТРИЙ, ДАВАЛА ЗЕЛЁНЫЙ ЦВЕТ,
А МЕДЬ — СИНИЙ.



Поварен-
ная соль —
зелёный
цвет



Медь —
синий
цвет



ПРАВИЛЬНО! ВЕЩЕСТВО, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СВОЕГО СТРОЕНИЯ,
ИСПУСКАЕТ ИЛИ, НАОБОРОТ, ПОГЛОЩАЕТ СВЕТ С ОПРЕДЕЛЁННЫМИ
ДЛИНАМИ ВОЛН. СЛЕДОВАТЕЛЬНО, РАЗЛОЖИВ СВЕТ
ОТ АСТРОНОМИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА С ПОМОЩЬЮ ПРИЗМЫ ПО ДЛИНАМ
ВОЛН, МОЖНО УЗНАТЬ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЭТОГО ОБЪЕКТА.



А ЧТО, СПЕКТРЫ РАЗНЫХ ЗВЁЗД
СИЛЬНО РАЗЛИЧАЮТСЯ?



НЕТ, ЗВЁЗДЫ СОСТОЯТ ИЗ СХОДНЫХ ВЕЩЕСТВ*, ПОЭТОМУ МОЖНО ВЫДЕЛИТЬ НЕСКОЛЬКО ХАРАКТЕРНЫХ ОБРАЗЦОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА. ПОХОЖИЕ ЗВЁЗДЫ ДОЛЖНЫ ОБЛАДАТЬ ПОЧТИ ОДИНАКОВЫМ СПЕКТРОМ, НО СЛАЙФЕР (СМ. СТР. 146) ОБНАРУЖИЛ, ЧТО СПЕКТРЫ, НЕСМОТРЯ НА ЭТО, СМЕЩАЮТСЯ К КРАСНОЙ ОБЛАСТИ.

* Химический состав звёзд в массовом отношении: 3 части водорода на 1 часть гелия. Это соотношение почти одинаково у всех звёзд.



ТО ЕСТЬ СПЕКТР ПОВАРЕННОЙ СОЛИ В ЭТОМ СЛУЧАЕ ПРИДВИНУЛСЯ БЫ К ОРАНЖЕВОЙ ОБЛАСТИ, А СПЕКТР МЕДИ — К ЖЁЛТОЙ, ДА?



НО ПОЧЕМУ ТОГДА РАСШИРЕНИЕ ВСЕЛЕННОЙ ЗАМЕТИЛ ХАББЛ, А НЕ ПЕРЕДАВШИЙ ЕМУ ДАННЫЕ СЛАЙФЕР?



ОДНАКО СЛАЙФЕР НЕ ТАК ИЗВЕСТЕН ДАЖЕ У НАС В АМЕРИКЕ.



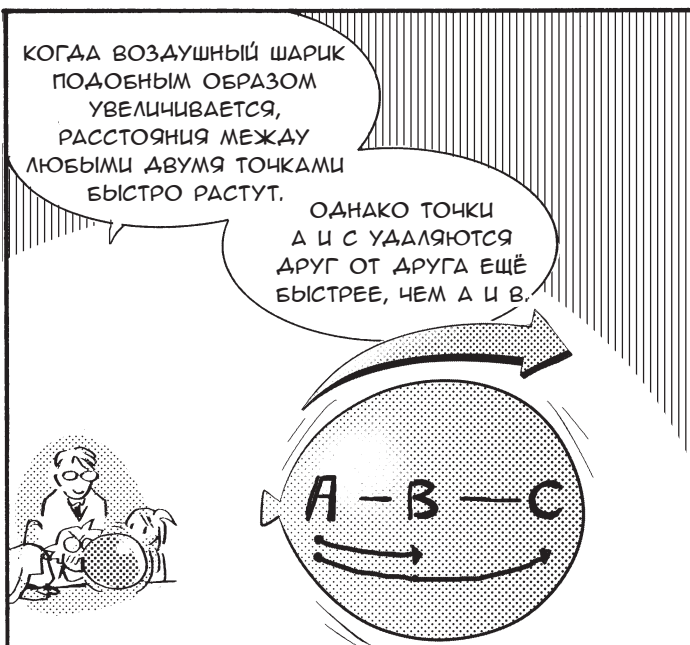
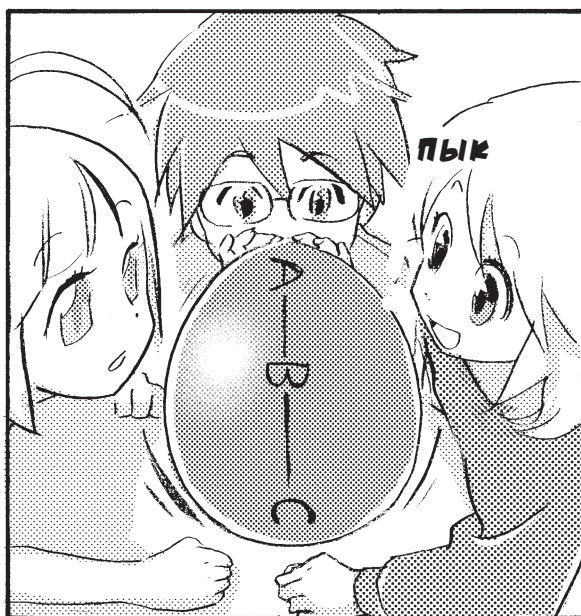
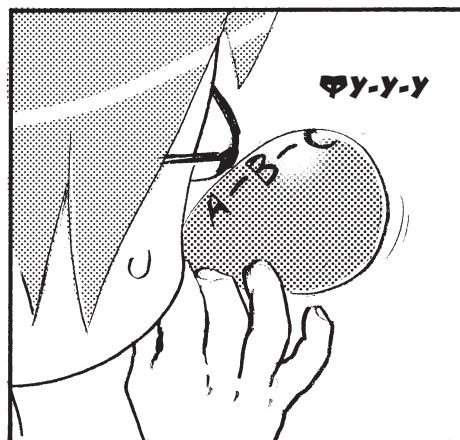
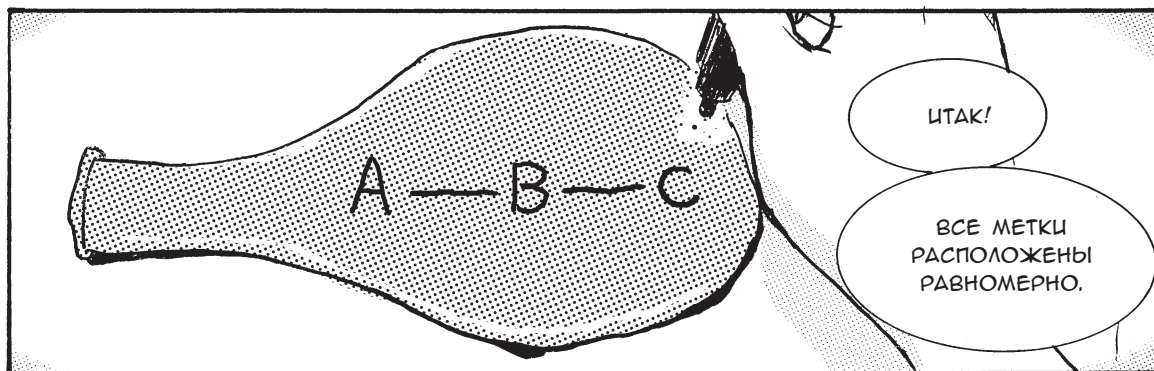
НАБЛЮДАЯ КРАСНОЕ СМЕЩЕНИЕ, СЛАЙФЕР ЗАКЛЮЧИЛ, ЧТО МНОГИЕ ГАЛАКТИКИ УДАЛЯЮТСЯ ОТ НАС, НО ПРИ ЭТОМ ОН РЕШИЛ, ЧТО ЭТО — ОБЫЧНОЕ ДВИЖЕНИЕ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ. В ОТЛИЧИЕ ОТ НЕГО ХАББЛ, ПРОАНАЛИЗИРОВАВ СВЯЗЬ МЕЖДУ РАССТОЯНИЕМ И КРАСНЫМ СМЕЩЕНИЕМ, УСТАНОВИЛ, ЧТО, ЧЕМ ДАЛЬШЕ ОТ НАС ГАЛАКТИКА, ТЕМ БЫСТРЕЕ ОНА УДАЛЯЕТСЯ, И ВЫВЕЛ ИЗ ЭТОГО ТЕОРИЮ РАСШИРЕНИЯ ВСЕЛЕННОЙ.

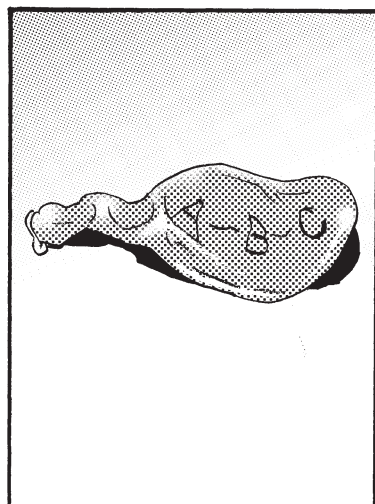
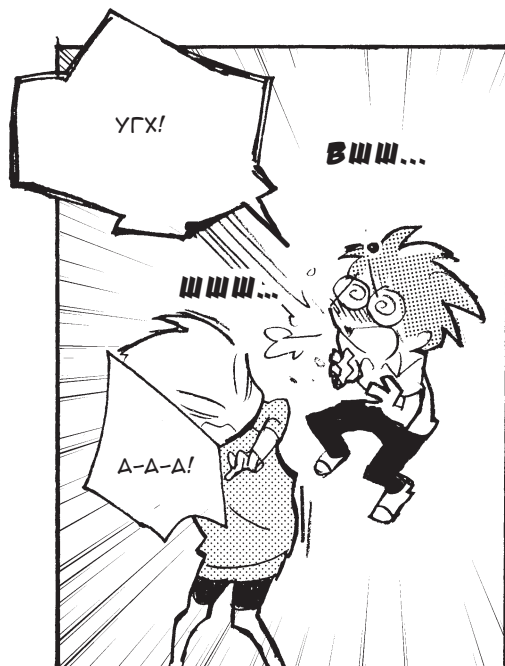


НО ПОЧЕМУ ВСЕЛЕННАЯ РАСШИРЯЕТСЯ, ЕСЛИ ДАЛЁКИЕ ГАЛАКТИКИ УДАЛЯЮТСЯ ОТ НАС БЫСТРЕЕ, ЧЕМ БЛИЗКИЕ?



ЭТО СТАНЕТ ПОНЯТНО, ЕСЛИ ВЫ НАРИСУЕТЕ НА ВОЗДУШНОМ ШАРИКЕ 3 МЕТКИ И НАДУЕТЕ ЕГО.







ЧТО
СЛУЧИЛОСЬ,
КАННА?



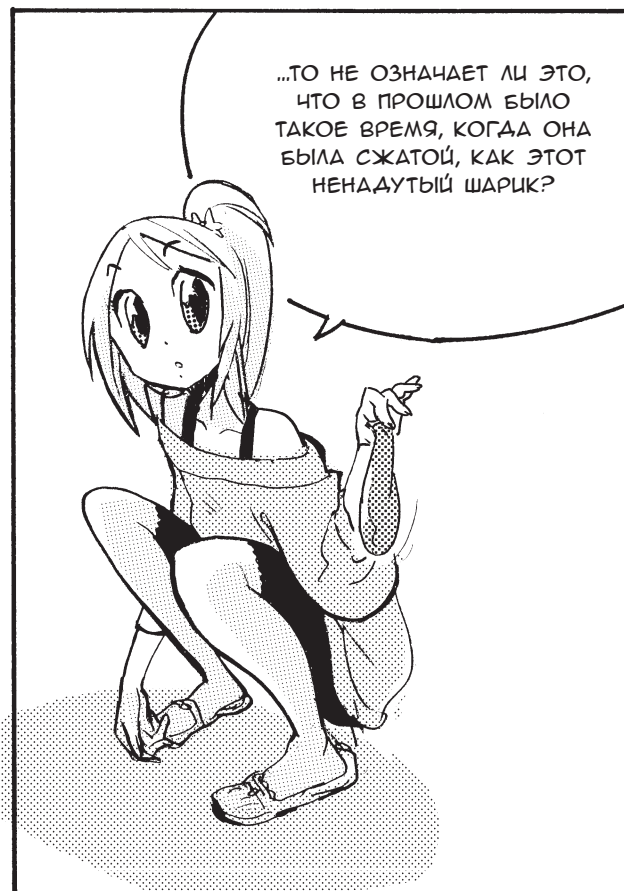
СКАЖИТЕ, ПРОФЕССОР.
В ЭТОМ НЕТ НИЧЕГО
СТРАННОГО?

ЧТО ЖЕ
ЗАДЕСЬ
СТРАННОГО?



ВЕДЬ ЕСЛИ ВСЕЛЕННАЯ
БЫСТРО РАЗДУВАЕТСЯ,
КАК ВОЗДУШНЫЙ ШАРИК...

ПШИК-ПШИК-ПШИК



...ТО НЕ ОЗНАЧАЕТ ЛИ ЭТО,
ЧТО В ПРОШЛОМ БЫЛО
ТАКОЕ ВРЕМЯ, КОГДА ОНА
БЫЛА СЖАТОЙ, КАК ЭТОТ
НЕНАДУТЫЙ ШАРИК?



(ТИШИНА)

ЧТО?



ОЙ, ЧТО ЭТО
Я ТАКОЕ
ВЫДАЛА!

ХЕ-ХЕ

ВЕДЬ ЭТОГО
ПРОСТО
НЕ МОЖЕТ БЫТЬ!

АА НЕТ! ВСЁ ВЕРНО!



ИЗ ТЕОРИИ СЛЕДУЕТ,
ЧТО ВСЕЛЕННАЯ
ВНАЧАЛЕ БЫЛА ОЧЕНЬ
МАЛЕНЬКОЙ!



Ой,
я СЛУЧАЙНО УГАДАЛА?
ИЛИ ЭТО БЫЛО, ТАК
СКАЗАТЬ, ВНЕЗАПНОЕ
ОЗАРЕНИЕ?



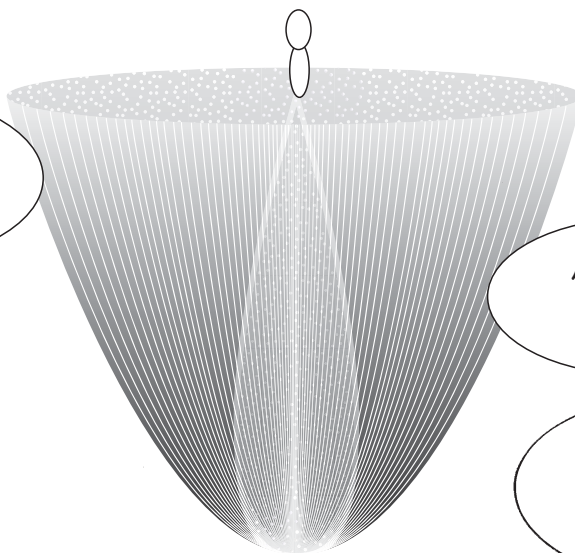
ВСЁ-ТАКИ
В ОЗАРЕНИЯХ
ГЕНИЕВ
ОТКРЫВАЕТСЯ
САМАЯ СУТЬ...

СЕЙЧАС
ПРОФЕССОР
ВСЁ ОБЪЯСНИТ!

ВОТ-КАК?

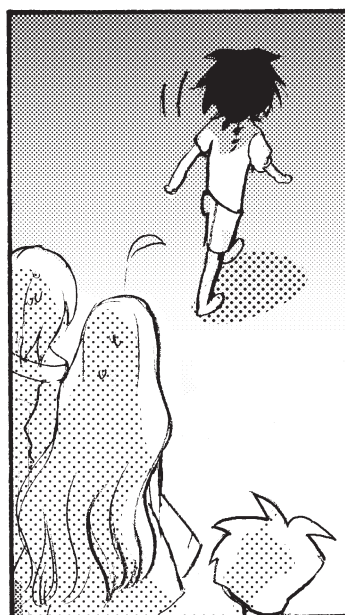


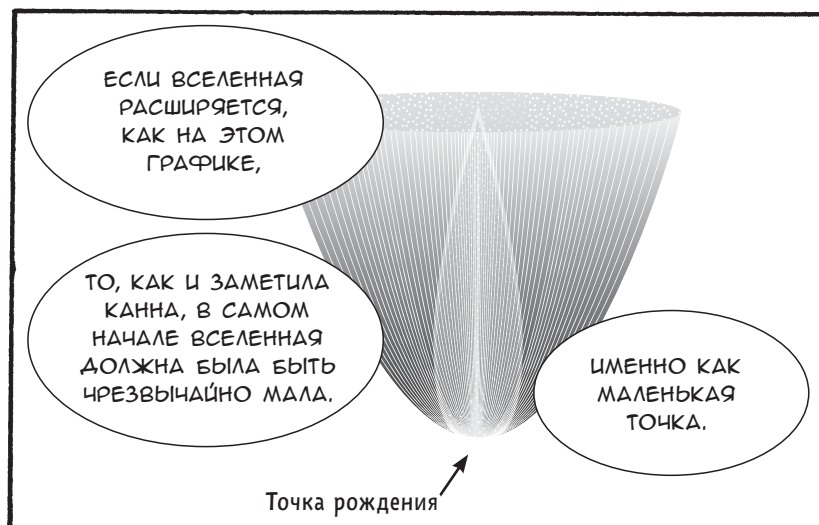
ЭТО
НАПОМИНАЕТ
КАПЛЮ ВНУТРИ
СТУПЫ...



А СВЕРХУ —
ЧЕЛОВЕК?!

ЧТО ЭТО
ПОКАЗЫВАЕТ?!







АА!
ЭТО ТАК!

ОПЯТЬ...

**БА-
БАХ!**

ВСЕЛЕННАЯ В МОМЕНТ
СВОЕГО РОЖДЕНИЯ НАЧАЛА
РАСШИРЯТЬСЯ, КАК БУДТО
ВЗРЫВАЯСЬ!



ЭТО И ЕСТЬ
ЗНАМЕНИТАЯ "ТЕОРИЯ
БОЛЬШОГО ВЗРЫВА".



А, Я И О НЕЁ
СЛЫШАЛА!

ЭТУ ТЕОРИЮ
В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ
ПОДДЕРЖИВАЕТ
БОЛЬШИНСТВО
УЧЁНЫХ.



КАННА,
МОЛОДЕЦ!

ТИСК...



СПЛОШНОЕ
САМОВОСХВАЛЕНИЕ!
КОГДА ЕЁ ХВАЛЯТ, ТО
ОНА ПРОСТО С УМА
СХОДИТ!

СЕЙЧАС
Я ТЕБЕ
ЗАДАМ!



3.4. ВСЁ НАЧАЛОСЬ С БОЛЬШОГО ВЗРЫВА



КОГДА ЖЕ ПРОИЗОШЛО ТО, ЧТО НАЗЫВАЮТ "БОЛЬШИМ ВЗРЫВОМ"?



ОБРАТНЫЙ РАСЧЁТ ПО СКОРОСТИ РАСШИРЕНИЯ ВСЕЛЕННОЙ ПОКАЗЫВАЕТ, ЧТО ЭТО, СКОРЕЕ ВСЕГО, ПРОИЗОШЛО 13,7 МЛРД ЛЕТ НАЗАД, ПЛЮС-МИНУС 1 МЛРД ЛЕТ.



ПОДОЖДАТЕ! ОСНОВА СБОРА ИНФОРМАЦИИ — УЗНАТЬ НЕ ТОЛЬКО О ВРЕМЕНИ, НО И О ТОЧНОМ МЕСТЕ СОБЫТИЯ! ИТАК, ПРОФЕССОР, СКАЖИТЕ, ГДЕ ПРОИЗОШЁЛ БОЛЬШОЙ ВЗРЫВ?



О ЧЁМ ТЫ ГОВОРИШЬ! "МЕСТО" ПОД НАЗВАНИЕМ ПРОСТРАНСТВО ВПЕРВЫЕ ПОЯВИЛОСЬ ПОСЛЕ БОЛЬШОГО ВЗРЫВА, ПОЭТОМУ САМА МЫСЛЬ О МЕСТЕ "НА ПРЕДЫДУЩЕМ ЭТАПЕ" НЕВОЗМОЖНА!



НЕТ МЕСТА?!



ЭТО ТРУДНО ПОНЯТЬ, НЕ ТАК ЛИ? БОЛЬШОЙ ВЗРЫВ — ЭТО НЕ ВЗРЫВНОЕ ЯВЛЕНИЕ, ПРОИЗОШЕДШЕЕ ТАМ, ГДЕ ИЗНАЧАЛЬНО СУЩЕСТВОВАЛО ПРОСТРАНСТВО. САМО ПРОСТРАНСТВО ОБРАЗОВАЛОСЬ В РЕЗУЛЬТАТЕ БОЛЬШОГО ВЗРЫВА. И НЕ ТОЛЬКО ЭТО — И МАТЕРИЯ, И ВРЕМЯ ТОЖЕ БЕРУТ НАЧАЛО С ЭТОГО МОМЕНТА. ПОЭТОМУ ЕСЛИ УЖ ГОВОРИТЬ "ГДЕ", ТО ОКАЖЕТСЯ, ЧТО ВСЁ ПРОСТРАНСТВО НАШЕЙ ВСЕЛЕННОЙ БЫЛО МЕСТОМ БОЛЬШОГО ВЗРЫВА.



ДРУГИМИ СЛОВАМИ, НА ЭТОТ ВОПРОС ОТВЕТИТЬ НЕВОЗМОЖНО, ТОЧНО ТАК ЖЕ, КАК НА ВОПРОС О ТОМ, В КАКОЙ ЧАСТИ НАДУТОГО ВОЗДУШНОГО ШАРИКА НАХОДИЛСЯ ВОЗДУШНЫЙ ШАРИК ДО ТОГО, КАК БЫЛ НАДУТ.

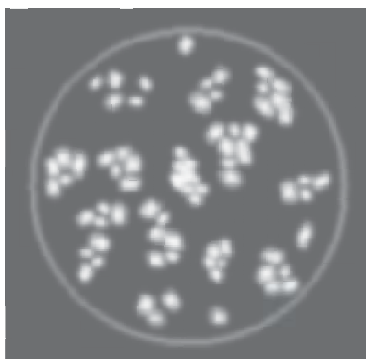
» ТЕОРИЯ РАСШИРЕНИЯ ВСЕЛЕННОЙ ХАББЛА ОКАЗАЛАСЬ НЕСОВЕРШЕННОЙ?!

В одной из книг повествуется, что Хаббл, считающийся создателем теории расширения Вселенной, на начальном этапе размышлений над своей теорией очень не хотел, чтобы о его идее узнали окружающие. Похоже, он предвидел, насколько сильные возражения, особенно со стороны коллег по обсерватории, она может встретить.

Кроме того, Хаббл вычислил постоянную, определяющую скорость расширения Вселенной (её называют постоянной Хаббла и обозначают H_0), равную 500 км/с/Мпк (о самой постоянной и её единицах измерения здесь можно особо глубоко не задумываться).

Это примерно в 7 раз больше принятого в настоящее время значения 72 км/с/Мпк. Если рассчитать момент зарождения Вселенной, впоследствии названный Большим взрывом, используя полученное Хабблом значение, то окажется, что это произошло каких-то 2 млрд лет назад! Так как возраст Земли, полученный путём изучения скальных пород, ископаемых остатков, составляет примерно 4,6 млрд лет, то возникает очевидное противоречие: Вселенная оказывается моложе Земли.

Эта неудача в расчёте постоянной Хаббла стала одной из причин того, что для признания теории расширения Вселенной потребовалось так много времени.



2 млрд лет назад.

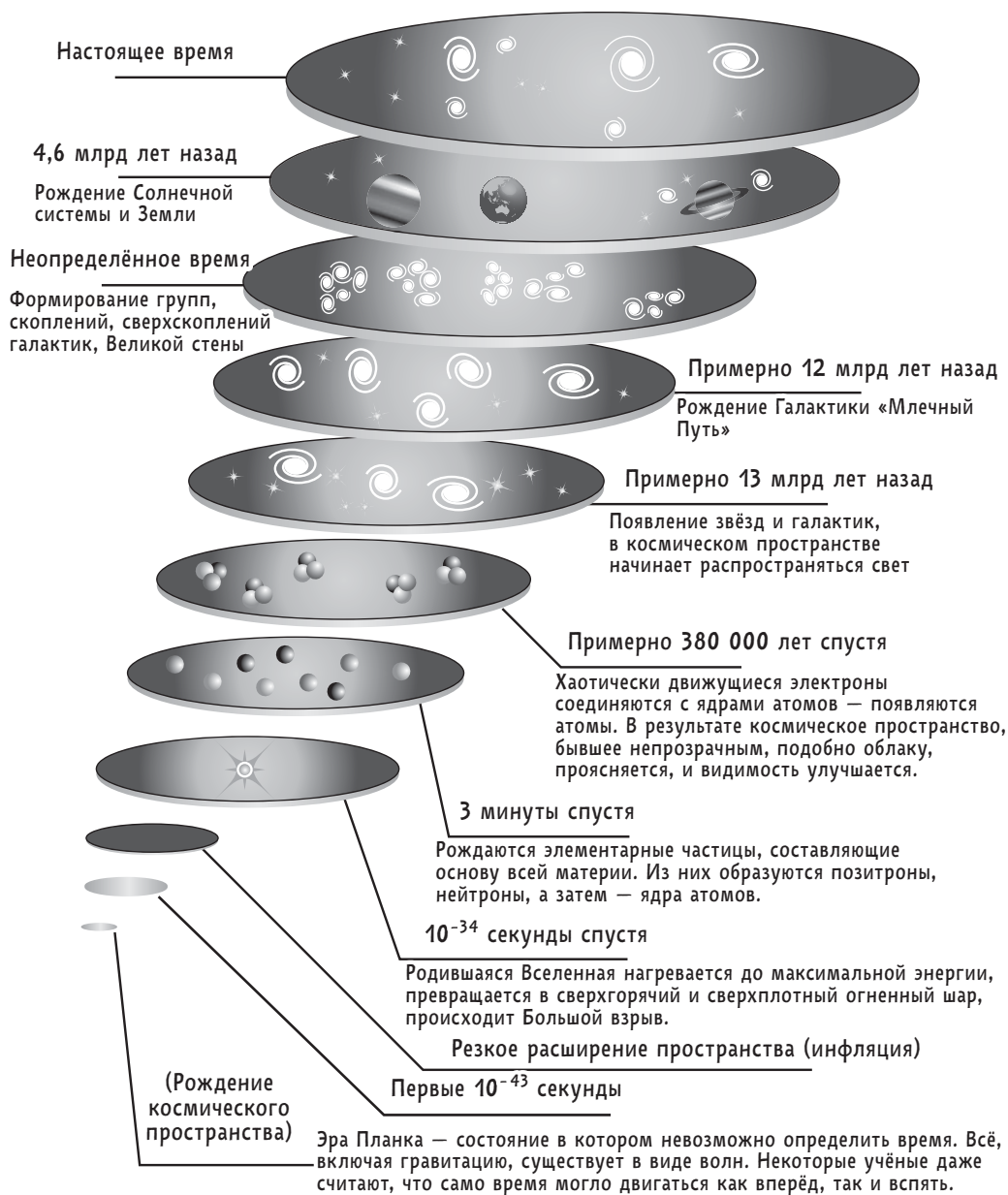
<
?



4,6 млрд лет назад.



ВЗГЛЯНИТЕ НА ХРОНОЛОГИЮ СОБЫТИЙ, НАЧИНАЯ
ОТ БОЛЬШОГО ВЗРЫВА И ДО ФОРМИРОВАНИЯ
ВСЕЛЕННОЙ В ЕЁ НЫНЕШНЕМ ВИДЕ.



Хронология Вселенной.



А ДО БОЛЬШОГО ВЗРЫВА ИСТОРИЯ СУЩЕСТВОВАЛА?



СОВЕРШЕННОГО ПОНИМАНИЯ ЭТОГО ПОКА НЕТ. В ПЕРВЫЕ 10^{-43} СЕКУНДЫ ПОСЛЕ РОЖДЕНИЯ ВСЕЛЕННОЙ, НАЗЫВАЕМЫЕ ЭРОЙ ПЛАНКА, НЕ БЫЛО НИЧЕГО, ЧТО ИГРАЛО БЫ РОЛЬ ЧАСОВ, ЕЩЁ НЕ СОЗДАНО ТАКОЙ ФИЗИКИ, КОТОРАЯ МОГЛА БЫ ОПИСАТЬ, ЧТО ПРОИЗОШЛО В ТОТ ПЕРИОД, КАК ШЛО РАЗВИТИЕ ВСЕЛЕННОЙ. ПОЭТОМУ МЫ МОЖЕМ ЛИШЬ СКАЗАТЬ, ЧТО ЭТО БЫЛО СОСТОЯНИЕ, СРАЗУ ПОСЛЕ РОЖДЕНИЯ ВСЕЛЕННОЙ, В КОТОРОМ НЕЗАМЕТНО ПРОШЛО 10^{-43} СЕКУНДЫ.



ЕСТЬ ВЕЩИ, КОТОРЫЕ НЕ ОЧЕНЬ ХОРОШО ПОНЯТНЫ ДАЖЕ СЭНСЭЮ, АА?!



НАШЛА, ЧЕМУ РАДОВАТЬСЯ!



НЕПОНЯТНОГО ОЧЕНЬ МНОГО! РОЖДЕНИЕ ЭТОЙ ВСЕЛЕННОЙ, ЕСЛИ ГОВОРИТЬ В ТЕРМИНАХ НЕДАВНЕГО РАЗГОВОРА О ВОЗДУШНОМ ШАРИКЕ, СООТВЕТСТВУЕТ МОМЕНТУ РОЖДЕНИЯ РЕЗИНЫ. ОДНАКО ПОЧЕМУ ЭТА РЕЗИНА НАЧАЛА РЕЗКО РАСШИРЯТЬСЯ? МНОГО ТЕОРИЙ ПЫТАЮТСЯ ОБЪЯСНИТЬ ЭТО, НО К ОКОНЧАТЕЛЬНОМУ ВЫВОДУ МЫ НЕ ПРИШЛИ.



ИМЕЕТСЯ В ВИДУ ПЕРИОД, НАЗЫВАЕМЫЙ "ИНФЛЯЦИОННЫМ РАСШИРЕНИЕМ"?



МНОГИЕ АСТРОФИЗИКИ В ПОСЛЕДНЕЕ ВРЕМЯ, ПОХОЖЕ, СЧИТАЮТ, ЧТО ПЕРЕПОЛНЯВШАЯ ВСЕЛЕННУЮ ЭНЕРГИЯ ВЫЗВАЛА ИНФЛЯЦИОННОЕ РАСШИРЕНИЕ, А ПОСЛЕ ЭТОГО ПРОИЗОШЁЛ БОЛЬШОЙ ВЗРЫВ.



И ВЫ, СЭНСЭЎ, ТОЖЕ ТАК ДУМАЕТЕ?



С ИНФЛЯЦИОННОЙ МОДЕЛЬЮ ВСЕЛЕННОЙ Я ЧАСТИЧНО СОГЛАСЕН. ПРАВДА, У МЕНЯ ЕСТЬ И ВОЗРАЖЕНИЯ ПРОТИВ ТЕОРИИ, СОГЛАСНО КОТОРОЙ ВСЕЛЕННАЯ РОДИЛАСЬ ИЗ СОСТОЯНИЯ "НИЧТО", В КОТОРОМ НЕ БЫЛО АБСОЛЮТНО НИЧЕГО, И ПРИ ЭТОМ РОДИЛОСЬ НЕ ТОЛЬКО ПРОСТРАНСТВО, НО И ВРЕМЯ.



А ЧТО, С ВРЕМЕНЕМ ДЕЛО ОБСТОИТ ПО-ДРУГОМУ?



СРАЗУ ЖЕ ПОСЛЕ РОЖДЕНИЯ ВСЕЛЕННОЙ НАСТУПИЛА ЭРА ПЛАНКА. ВИДИМО, ПОЭТОМУ ГОВОРЯТ: "ВРЕМЯ ТОЖЕ РОДИЛОСЬ ТАМ". НО, ПО МОЕМУ МНЕНИЮ, ЭТО НЕ ОЗНАЧАЕТ, ЧТО ДО ЭТОГО МОМЕНТА ДЕЙСТВИТЕЛЬНО НЕ СУЩЕСТВОВАЛО ВРЕМЕНИ. БЫЛО ВЕДЬ ИЗМЕНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ — ОТ НЕСУЩЕСТВОВАНИЯ НАШЕЙ ВСЕЛЕННОЙ К ЕЁ РОЖДЕНИЮ. ЕСЛИ ПОДОБНОЕ "ИЗМЕНЕНИЕ" НАЗВАТЬ ВРЕМЕНЕМ, ТО МОЖНО ПРЕДПОЛОЖИТЬ, ЧТО В СВЕРХПРОСТРАНСТВЕ СУЩЕСТВУЕТ НЕЗАВИСИМО ТЕКУЩЕЕ ВРЕМЯ. ВРЕМЯ, РОДИВШЕЕСЯ ВМЕСТЕ СО ВСЕЛЕННОЙ, — ЭТО ВСЕГО ЛИШЬ ВРЕМЯ, ПРИНАДЛЕЖАЩЕЕ НАШЕЙ ВСЕЛЕННОЙ, А ЕГО ИСТОЧНИК — ЭТО СВЕРХВРЕМЯ, СУЩЕСТВУЮЩЕЕ ВНЕ ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТОГО, ЕСТЬ НАША ВСЕЛЕННАЯ ИЛИ ЕЁ НЕТ. НЕ ИМЕЕТ ЛИ ПРАВА НА СУЩЕСТВОВАНИЕ И ТАКАЯ ТОЧКА ЗРЕНИЯ?



ЕСЛИ ПРЕДПОЛОЖИТЬ, ЧТО В СВЕРХПРОСТРАНСТВЕ РОЖДАЕТСЯ БЕСЧИСЛЕННОЕ КОЛИЧЕСТВО ВСЕЛЕННЫХ, ТО МНЕ ТОЖЕ КАЖЕТСЯ, ЧТО СВЕРХВРЕМЯ ДЕЙСТВИТЕЛЬНО СУЩЕСТВУЕТ.

» ТРИ ПРИЧИНЫ ПРИЗНАНИЯ КОСМОЛОГИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ БОЛЬШОГО ВЗРЫВА

Космологическая теория Большого взрыва тоже вначале считалась безумной теорией, но, по мере того как в дальнейших наблюдениях обнаруживались подтверждающие её доказательства, число её сторонников возрастало. Приведём здесь основные из этих доказательств.

1-е доказательство Большого взрыва. «Космическое микроволновое фоновое излучение (реликтовое излучение)».

В 1964 году в лаборатории Белла (Нью-Джерси, США), где проводились наблюдения за приходящим из космоса электромагнитным излучением, обнаружили, что из космического пространства со всех направлений приходят микроволны определённой длины, зависящей от температуры космического пространства (около 3000 К) в эпоху начала соединения электронов и протонов, которые до этого хаотически двигались.

Электромагнитные волны, излучённые при температуре 3000 К, в то время, когда образовались атомы и пространство стало прозрачным («просветление» Вселенной), из-за дальнейшего расширения Вселенной в настоящее время должны присутствовать во всех её уголках, имея частотное распределение, соответствующее абсолютной температуре около 3 К. Так утверждали сторонники теории Большого взрыва, и результаты наблюдений реликтового излучения, показавшие температуру 2,725 К, прекрасно подтверждают это.

В 1989 году НАСА запустило спутник COBE (Cosmic Background Explorer — зонд для исследования космического микроволнового фонового излучения), тщательно исследовавший реликтовое излучение и подтвердивший его изотропность.

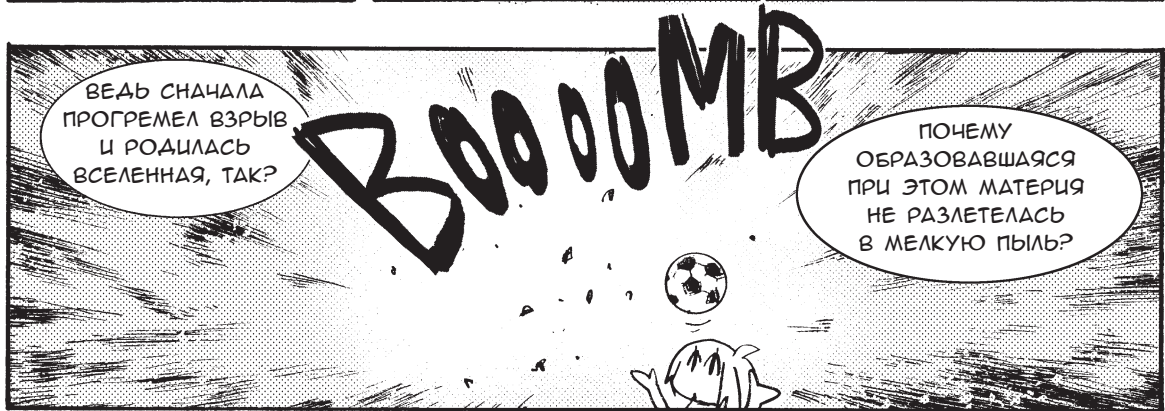
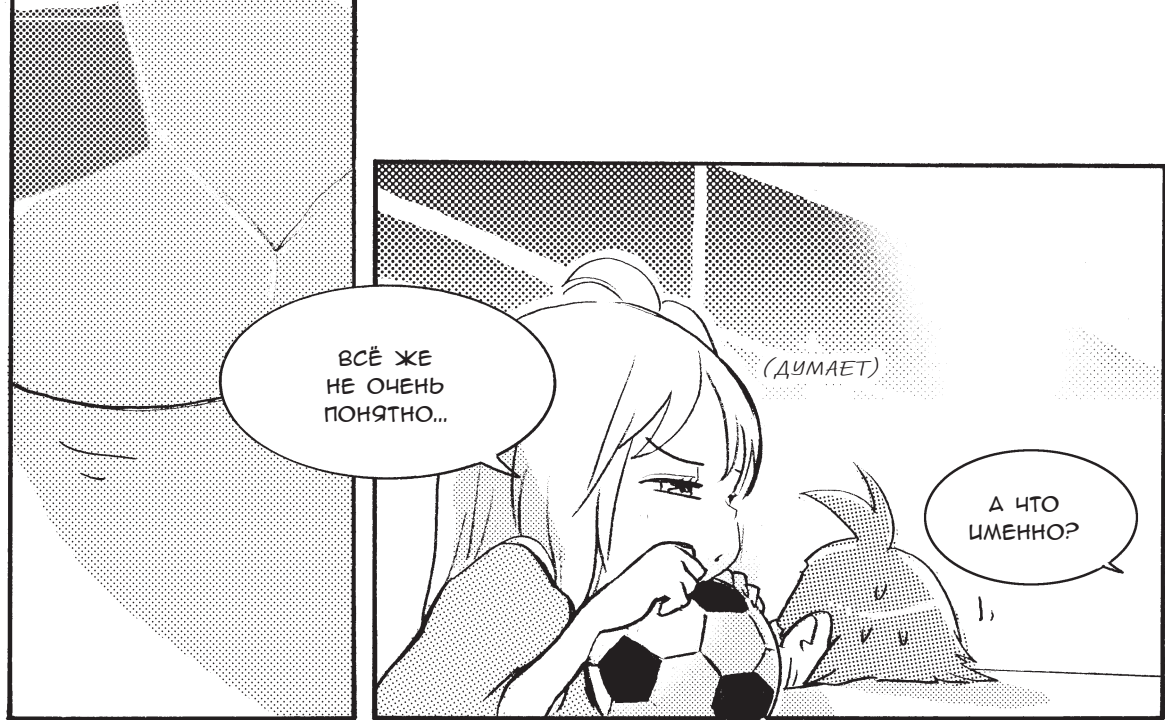
2-е доказательство Большого взрыва. «Измерения, проведённые спутником WMAP».

Спутник WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe — зонд для исследования анизотропии микроволн), запущенный НАСА в 2001 году, провёл обзорное наблюдение температуры космического микроволнового фонового излучения из всех участков неба. Анализ этих данных показал, что существующие во Вселенной источники гравитации или формации на более чем 70% состоят из тёмной энергии (энергии, которой обладает вакуум сам по себе), а на материю приходится лишь около 30%.

Кстати, также выяснилось, что большая часть вещества является тёмной материей, а доля привычной для нас барионной материи (обычной материи, состоящей из протонов, нейтронов и электронов) — всего около 4%. Эти результаты хорошо согласуются с инфляционной моделью, в соответствии с которой Вселенная ускоренно расширялась сразу после своего рождения.

3-е доказательство Большого взрыва. «Химический состав звёзд».

Благодаря всевозможным наблюдениям стало известно, что химический состав звёзд описывается соотношением «водород : гелий = 3 : 1». Однако каким образом водород и гелий, типичные представители лёгких элементов, оказались там в больших количествах и в таком соотношении? Это наиболее рационально объясняется космологической теорией Большого взрыва, согласно которой в процессе становления Вселенной электроны, протоны и нейтроны комбинировали друг с другом.





СЕЙЧАС БУДЕТ НЕМНОЖКО "НЕОБЪЯСНИМОЕ" ОБЪЯСНЕНИЕ, НО ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ЧАСТИЦА — ЭТО НАИМЕНЬШАЯ ЕДИНИЦА, ОБРАЗУЮЩАЯ МАТЕРИЮ. РАНЬШЕ СЧИТАЛОСЬ, ЧТО ЭТО — АТОМЫ, НО В НАШЕ ВРЕМЯ СЧИТАЕТСЯ, ЧТО ЭТО — КВАРКИ И ЛЕПТОНЫ.

А ФОТОН ОТНОСЯТ К ТИПУ КАЛИБРОВОЧНЫХ ЧАСТИЦ, ПЕРЕДАЮЩИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ЭЛЕМЕНТАРНЫМИ ЧАСТИЦАМИ, И ПРЕДПОЛАГАЮТ, ЧТО В НАЧАЛЬНЫЙ ПЕРИОД СУЩЕСТВОВАНИЯ ВСЕЛЕННОЙ ИЗ ФОТОНОВ ОБРАЗОВАЛИСЬ КВАРКИ.

Молекула

Атом

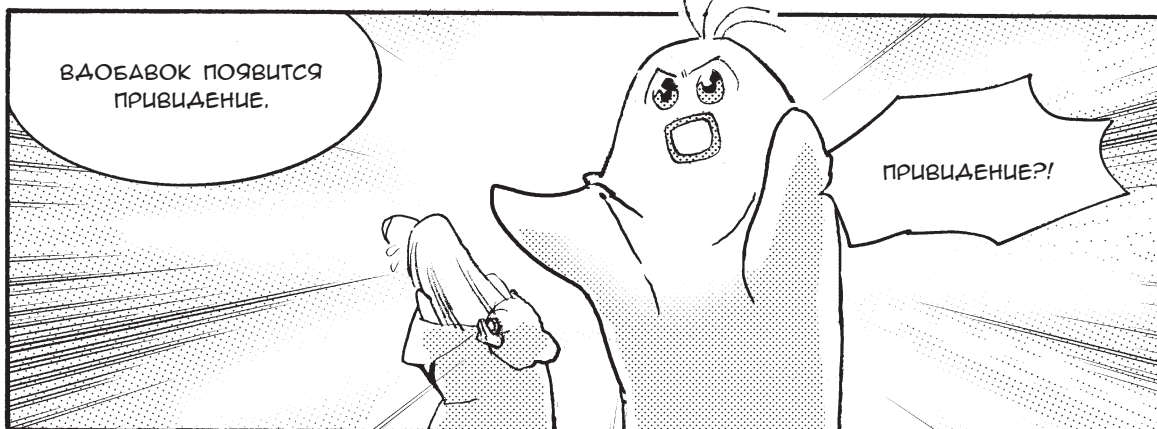
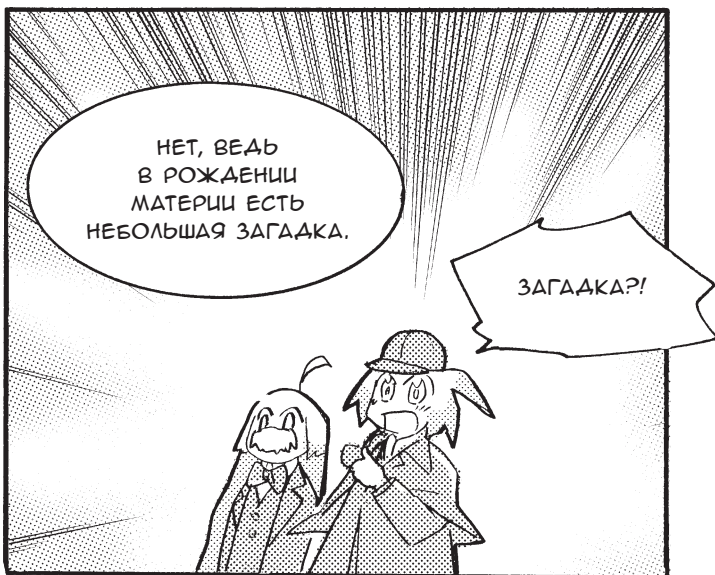
Элементарные частицы

Кварк

Фотон

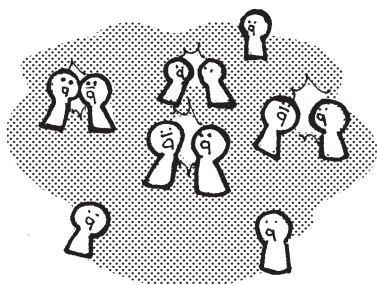
Лептон

Кварк и лептон — элементарные частицы, относящиеся к классу фермионов, фотон — элементарная частица класса бозонов.





ПРИ РОЖДЕНИИ ПАР ИЗ ФОТОНОВ
В ЗАКОНЫ ФИЗИКИ ПО КАКОЙ-ТО ПРИЧИНЕ
ВКРАЛАСЬ "НЕСПРАВЕДЛИВОСТЬ": КВАРКОВ
ОБРАЗОВАЛОСЬ НЕМНОГО БОЛЬШЕ, ЧЕМ
АНТИКВАРКОВ.



(одинокие кварки)



ПОЭТОМУ, ДАЖЕ ЕСЛИ СРАЗУ
НАЧАЛАСЬ АННИГИЛЯЦИЯ ПАР,
НЕ НАШЕДШИЕ ПАРТНЁРА КВАРКИ
ОСТАЛИСЬ, И ИЗ НИХ СТАЛА
ЗАРОЖДАТЬСЯ МАТЕРИЯ ВСЕЛЕННОЙ.

ДА, НАМ НЕ ПОВЕЗЛО, КУДА ЖЕ
ПОДЕВАЛИСЬ НАШИ ПАРЫ?
ТОГДА ДАВАЙТЕ ЧТО-НИБУДЬ
СОТВОРИМ!



ДАВАЙТЕ!

ПОЧЕМУ ЖЕ
ОТЛИЧАЕТСЯ ЧИСЛО
КВАРКОВ, КОТОРЫЕ
ПО ЦАЕЕ ДОЛЖНЫ
РОЖДАТЬСЯ
ПАРАМИ?



ЭТОГО НИКТО
НЕ ЗНАЕТ.

ЕСТЬ ТАКИЕ ВЕЩИ,
КОТОРЫЕ НЕ ЗНАЕТ
ДАЖЕ СЭНСЭЙ!
ВОТ ЭТО ДА!!!

ИЗВИНИТЕ.

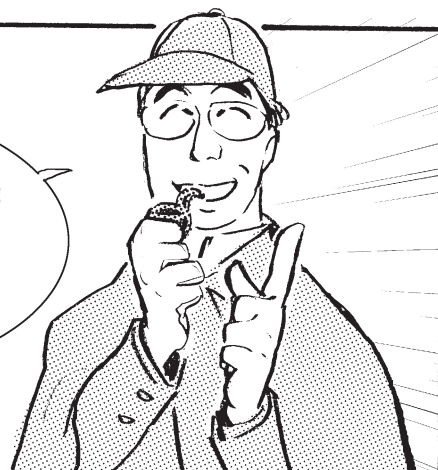


НЕПОЯТНОГО
ОЧЕНЬ МНОГО!*

А ЕМУ ПОДХОДИТ
ЭТОТ НАРЯД.



А ВОТ ИСТОРИЯ ВСЕЛЕННОЙ
ПОСЛЕ РОЖДЕНИЯ
ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ
В ОБЩИХ ЧЕРТАХ СТАЛА
ПОЯТНА.



* Исследование, проведённое тремя учёными, получившими Нобелевскую премию по физике в 2008 году, докторами наук Намбу Ёитиро, Кобаяси Макото, Масукава Тосихидэ, даёт ясный намёк на решение этой загадки. Тем, у кого появился интерес, мы рекомендуем ознакомиться с этим исследованием.



ПРИМЕРНО ЧЕРЕЗ 3 МИНУТЫ ПОСЛЕ БОЛЬШОГО ВЗРЫВА
ВСЕЛЕННАЯ РАСШИРИЛАСЬ И ТЕМПЕРАТУРА ОПУСТИЛАСЬ
ПРИМЕРНО ДО 900 МЛН ГРАДУСОВ.



АА, ЖАРКОВАТО!
НЕВОООБРАЗИМО ВЫСОКАЯ
ТЕМПЕРАТУРА.



ОДНАКО ДО ЭТОГО БЫЛ ДАЖЕ ПЕРИОД, КОГДА
ТЕМПЕРАТУРА ДОСТИГАЛА 150 МЛРД ГРАДУСОВ, ПОЭТОМУ
МОЖНО СКАЗАТЬ, ЧТО ОНА ПРИЛИЧНО СНИЗИЛАСЬ.



ПРИ ТАКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ НАЧИНАЮТ РОЖДАТЬСЯ САМЫЕ
ПРОСТЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ: ВОДОРОД И ГЕЛИЙ. ЭТО, ДРУГИМИ
СЛОВАМИ, РОЖДЕНИЕ МАТЕРИИ. ОДНАКО РАСПРЕДЕЛЕНИЕ
ЭТОЙ МАТЕРИИ НИ В КОЕМ СЛУЧАЕ НЕ БЫЛО ОДНОРОДНЫМ.



ТО ЕСТЬ ЭТО ЗНАЧИТ, ЧТО БЫЛ
РАЗБОРОС ПЛОТНОСТИ.



ПОЧЕМУ ЖЕ ЭТО ПРОИЗОШЛО?



ЭТО ТОЖЕ НЕПОНЯТНО. ПРАВДА, ЕСЛИ ПОСМОТРЕТЬ НА РАЗНООБРАЗНЫЕ
ПРИРОДНЫЕ ЯВЛЕНИЯ, ТО ВЫЯСНИТСЯ, ЧТО СОВЕРШЕННО
ОДНОРОДНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧТИ НЕ БЫВАЕТ. ДАВАЙТЕ ПОПРОБУЕМ
ПОСТАВИТЬ СЛЕДУЮЩИЙ МЫСЛЕННЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ.



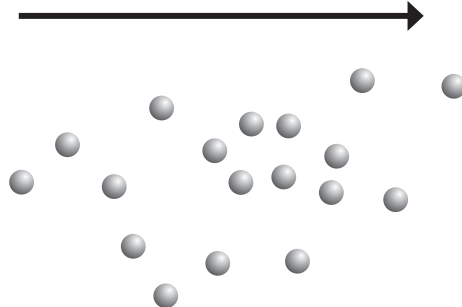
ЭКСПЕРИМЕНТ, ОСУЩЕСТВЛЯЕМЫЙ
С ПОМОЩЬЮ ВОООБРАЖЕНИЯ, АА?



ДА. НАПРИМЕР, СЕЙЧАС Я РАЗБРОСАЮ ПО ПОЛУ МНОЖЕСТВО МЯЧИКОВ. КАК ВЫ ДУМАЕТЕ, ЧТО ПРИ ЭТОМ ПРОИЗОЙДЁТ?



ДЕЙСТВИТЕЛЬНО, РАВНОМЕРНО ОНИ НЕ РАСКАТЯТСЯ, ДА? НАВЕРНОЕ, ОБРАЗУЕТСЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ: В ОДНИХ МЕСТАХ МЯЧИКИ СОБЕРУТСЯ ПЛОТНЕЕ, А В ДРУГИХ ИХ БУДЕТ МАЛО.



А ЕСЛИ ПОЛ БУДЕТ НЕРОВНЫЙ, ТО ОНИ САМИ ПО СЕБЕ УКАТЯТСЯ, И ИХ ПОТОМ БУДЕТ ТРУДНО СОБИРАТЬ, ТАК?



ЭТО НЕ ПО ТЕМЕ!



НЕТ, ЭТО ТОЖЕ МОЖНО ДОБАВИТЬ К НАШИМ РАЗМЫШЛЕНИЯМ. ВЕРОЯТНО, КОГДА ПО МЕРЕ ЗАРОЖДЕНИЯ ВСЕЛЕННОЙ НАЧАЛА ОБРАЗОВЫВАТЬСЯ МАТЕРИЯ, СИЛА ГРАВИТАЦИИ В ПРОСТРАНСТВЕ БЫЛА НЕ ПОВСЕМЕСТНО ОДИНАКОВОЙ, А ИМЕЛА РАЗБРОС. ЕСЛИ ТАК, ТО В МЕСТАХ С БОЛЬШЕЙ ГРАВИТАЦИЕЙ СОБРАЛОСЬ БОЛЬШЕ МАТЕРИИ. ЕСЛИ ТАКОЕ ЯВЛЕНИЕ ПРОИЗОШЛО ХОТЯ БЫ ОДИН РАЗ, ТО НА ОДНОРОДНОСТЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАССЧИТЫВАТЬ УЖЕ НЕ ПРИХОДИТСЯ. КАК ВЫ ДУМАЕТЕ, ПОЧЕМУ?



ХА! ТУДА, ГДЕ СОБРАЛИСЬ ДРУЗЬЯ, ПРИХОДИТ ЕЩЁ БОЛЬШЕ ДРУЗЕЙ!



ИМЕННО ТАК! КОГДА МАТЕРИЯ ГРУППИРУЕТСЯ ГДЕ-ТО В СООТВЕТСТВИИ С ЗАКОНОМ ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ, ТАМ СОБЕРЁТСЯ ЕЩЁ БОЛЬШЕ МАТЕРИИ. ПОЛАГАЮТ, ЧТО ТАКИМ ПУТЁМ ОБРАЗОВАЛИСЬ ГАЛАКТИКИ И СКОПЛЕНИЯ ГАЛАКТИК.



АА, ИНТУИЦИЯ КАННЫ —
НА ВЫСОТЕ!



ОДНАКО ЭТО НЕМНОЖКО
СТРАННО.



ЕСЛИ ПРЕДПОЛОЖИТЬ, ЧТО ЭТО ТАК, ТО НЕ МОЖЕТ
ЛИ ВСЯ МАТЕРИЯ СОБРАТЬСЯ В ОДНОМ МЕСТЕ?



ВОТ ЭТО ВОПРОСИК!



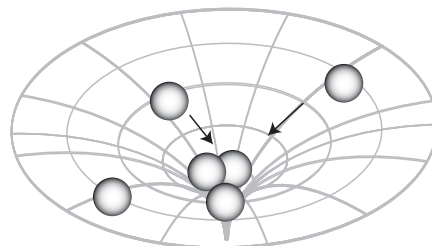
БРАТЕЦ, ЧТО СКАЖЕШЬ
НАСЧЁТ ЭТОГО?



КОГДА ЗАХОДИТ РАЗГОВОР ТАКОГО УРОВНЯ, Я УЖЕ
НЕ ПОНИМАЮ. СЭНСЭЙ...



АА, ДЕЙСТВИТЕЛЬНО, ЕСЛИ МЫ
РАЗБРОСАЕМ МЯЧКИ ПО ПОЛУ,
В ЦЕНТРЕ КОТОРОГО ЕСТЬ
БОЛЬШОЕ УГЛУБЛЕНИЕ, ТО ВСЕ
МЯЧКИ, МОЖЕТ БЫТЬ,
СОБЕРУТСЯ ТАМ.



ХЕ-ХЕ...



ПОЧЕМУ?

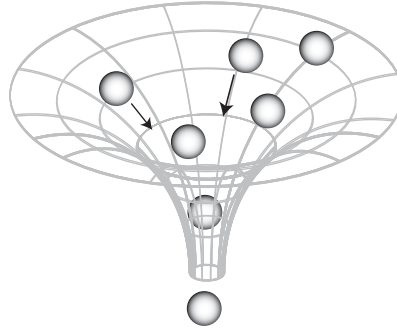




ЕСЛИ ТАК СЛУЧИТСЯ, ТО ВО ВСЕЛЕННОЙ БУДЕТ ТОЛЬКО ОДНА СВЕРХБОЛЬШАЯ ЗВЕЗДА, А КРОМЕ НЕЁ — ТОЛЬКО ПРОСТРАНСТВО, В КОТОРОМ НЕТ НИЧЕГО, ДА?



ЕСЛИ МАТЕРИЯ ВСЕЙ ВСЕЛЕННОЙ СОБРАЛАСЬ БЫ В ОДНОМ МЕСТЕ, ТО ГРАВИТАЦИЯ В ЭТОМ МЕСТЕ СТАЛА БЫ НЕВОООБРАЗИМО Сильной и, СКОРЕЕ ВСЕГО, ОБРАЗОВАЛАСЬ БЫ ОГРОМНАЯ ЧЁРНАЯ ДЫРА, ИЗ КОТОРОЙ НЕ МОГ БЫ ВЫРВАТЬСЯ ДАЖЕ СВЕТ. ГОВОРЯ НА ЯЗЫКЕ НАШЕГО НЕДАВНЕГО ПРИМЕРА, ЭТО БУДЕТ ВЫГЛЯДЕТЬ ТАК, КАК БУДО В ОДНОМ МЕСТЕ СОБРАЛОСЬ СЛИШКОМ МНОГО МЯЧИКОВ и ПОД ИХ ТЯЖЕСТЬЮ В ПОЛУ ОБРАЗОВАЛАСЬ ДЫРА.



НУ НЕТ, ТАКАЯ ВСЕЛЕННАЯ МНЕ НЕ НРАВИТСЯ.

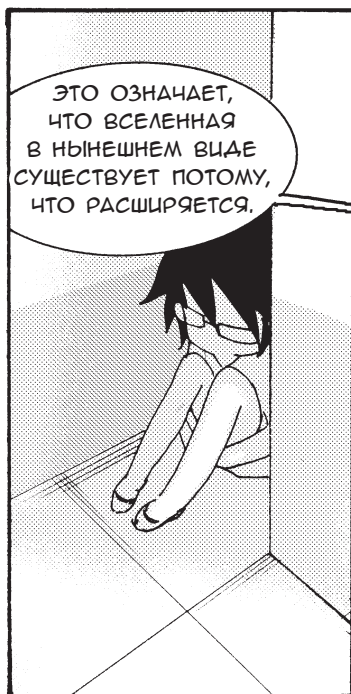
СОВСЕМ НЕ НРАВИТСЯ!

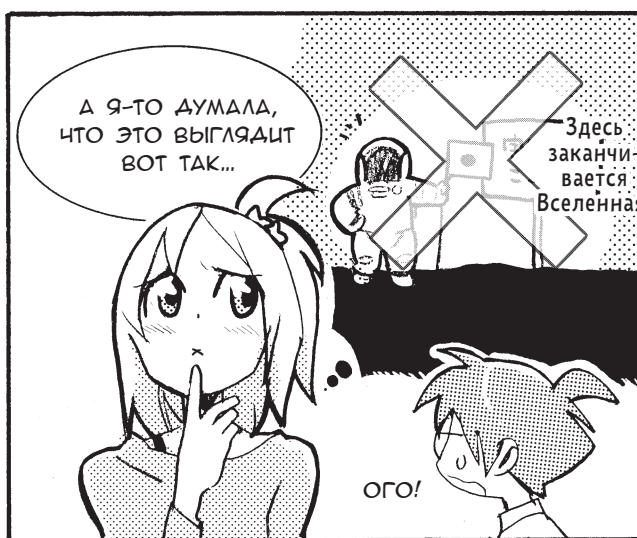
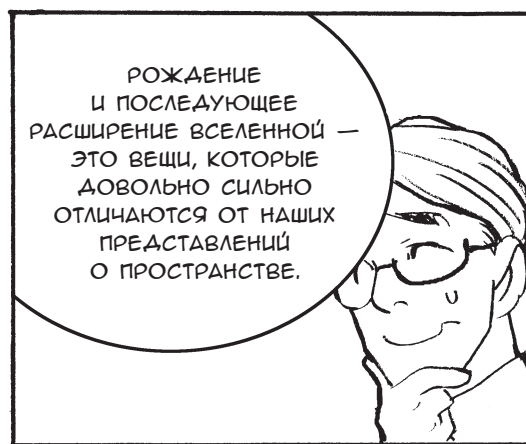


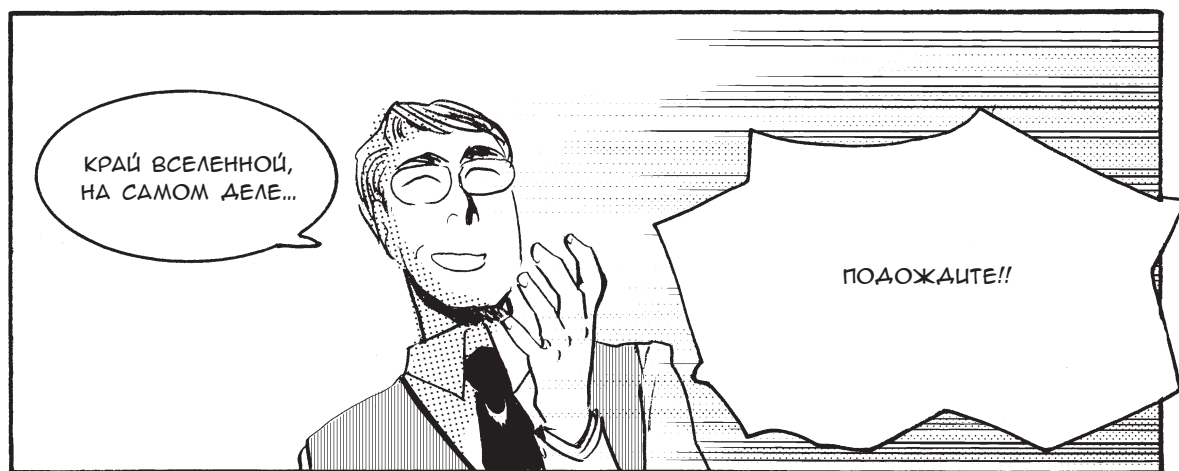
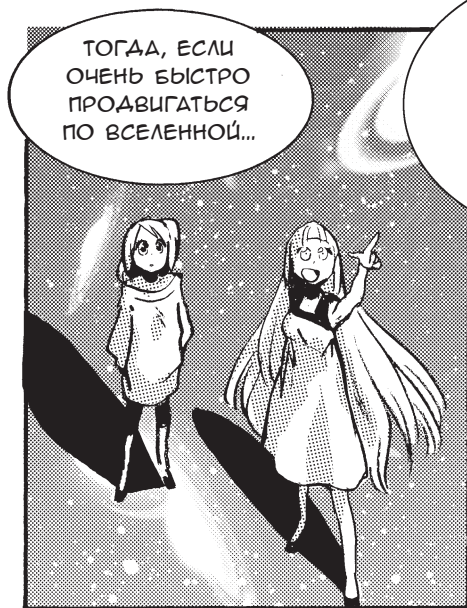
ДА, НЕ ПРАВДА ЛИ? КАК БЫ ТАМ НИ БЫЛО, ПОДОБНЫЕ ИСТОРИИ — ЭТО ВСЕГО ЛИШЬ НАШИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ. НИЧЕГО НЕ ОСТАЁТСЯ, КАК ПРЕДПОЛОЖИТЬ, ЧТО В НАШЕЙ ВСЕЛЕННОЙ БЕСЧИСЛЕННОЕ МНОЖЕСТВО ПОДОБНЫХ НЕГЛУБОКИХ "ВПАДИН" БЫЛО РАЗБРОСАНО ПОВСЮДУ, ПОЭТОМУ СЛУЧИЛОСЬ НЕ ТАК, КАК С МЯЧИКАМИ, СОБРАВШИМИСЯ В ОДНОМ МЕСТЕ. ВСЕЛЕННАЯ ПРОДОЛЖАЛА РАСШИРЯТЬСЯ ТАК, ЧТО МОГЛИ СОСУЩЕСТВОВАТЬ ЗВЁЗДЫ, ЧЁРНЫЕ ДЫРЫ, и в ИТОГЕ СФОРМИРОВАЛИСЬ ГАЛАКТИКИ, СКОПЛЕНИЯ, и, НАКОНЕЦ, КРУПНОМАСШТАБНАЯ СТРУКТУРА, НАЗВАННАЯ "ВЕЛИКОЙ СТЕНОЙ".

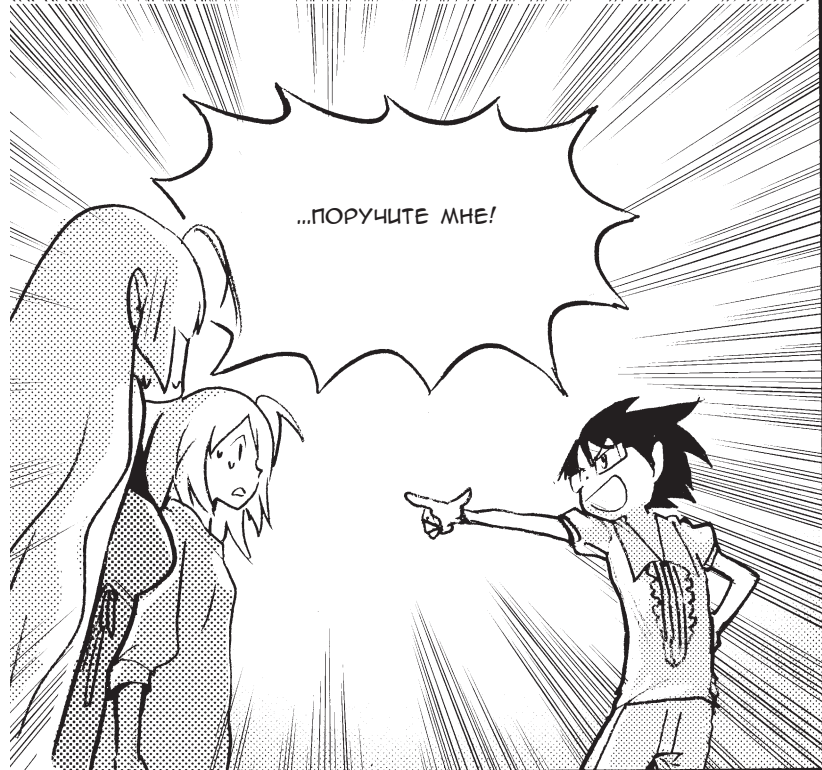


ДА, МНОГО ЕЩЁ ОСТАЁТСЯ ЗАГАДОК.









...ПОРУЧИТЕ МНЕ!



А К ПРОФЕССОРУ
У МЕНЯ ПОТОМ
БУДЕТ ОДНО
ПОЖЕЛАНИЕ.

КРУТЬ

А-А-АА!



ХИ-ХИ-ХИ-ХИ-ХИ



ДАЁШЬ ТЕАТРАЛЬНЫЙ
ФЕСТИВАЛЬ!



В ЧЁМ
ДЕЛО?

★ ИНОПЛАНЕТЯНЕ — СУЩЕСТВУЮТ ОНИ ИЛИ НЕТ?

★ Существование инопланетян, на которое указывает «космологический принцип»

Надеюсь, что вы достаточно много узнали про Вселенную благодаря нашей манге. В четвёртой главе мы наконец-то будем выяснять, как выглядит край Вселенной, но перед этим давайте поразмышляем также и над ещё одной проблемой, касающейся Вселенной и волнующей умы многих людей: «Существуют ли инопланетяне?»

Если сразу начать с вывода, то придётся признать, что почти все учёные, исследующие Вселенную, верят в то, что где-то существуют разумные существа, подобные людям. Космологический принцип — это то, на чём основана их вера.

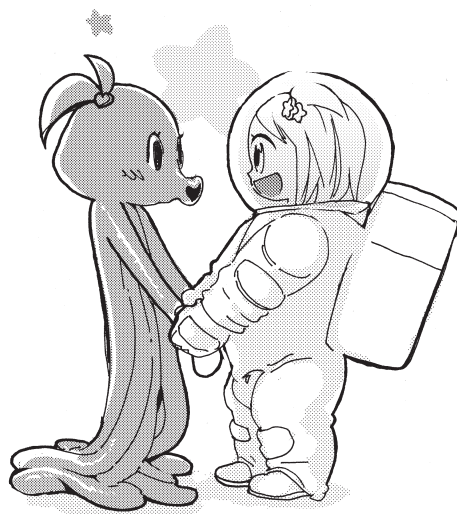
Идея космологического принципа: если рассматривать Вселенную в большом масштабе, то она везде единообразна и особых мест в ней не существует. Мы, человечество, вначале верили, что Земля — это «особое место» в космосе — в результате возникла геоцентрическая система. Однако в попытке более рационального объяснения результатов космических наблюдений стали возникать более «продвинутые» теории: гелиоцентрическая система, теория о вращении Земли вокруг Солнца. Это было поистине похоже на бег по направлению к окончательному выводу: «Вселенная везде единообразна».

Подобное развитие событий делает неубедительной теорию, утверждающую, что жизнь зародилась только на планете Солнечной системы под названием Земля. Если наша Земля никоим образом не исключительна, то естественно думать, что где-то в других частях Вселенной тоже должны быть места с похожими на земные условиями, где зародилась и эволюционирует жизнь. Значит, инопланетяне непременно существуют.

★ Формула Дрейка позволяет количественно оценить внеземную жизнь.

В целом, наверное, космологический принцип верен, и то, что где-то существуют инопланетяне, несомненно. Однако проблема заключается в том, как оценить населённость Вселенной.

По этому поводу в 1961 году американский астроном Франк Дрейк (род. в 1930 г.) предложил интересную формулу, названную его именем. Эта формула позволяет приближённо оценить распространённость внеземной жизни в нашей Галактике и возможность нашего контакта с ней.



$$N = R_* \times f_p \times n_e \times f_l \times f_i \times f_c \times L,$$

где

- N — количество внеземных цивилизаций, существующих в нашей Галактике, с которыми можно установить связь;
- R_* — скорость формирования звёзд в нашей Галактике;
- f_p — доля звёзд, обладающих планетными системами;
- n_e — среднее количество планет одной планетной системы, на которых может существовать жизнь;
- f_l — вероятность зарождения жизни на вышеуказанных планетах;
- f_i — вероятность того, что зародившаяся жизнь эволюционирует до уровня разумной жизни;
- f_c — вероятность того, что эта разумная жизнь реализует межзвёздную связь;
- L — предположительное время существования цивилизации, осуществляющей межзвёздную связь.

Для расчёта необходимо определить все параметры (переменные), которые здесь обозначены буквами, но это, на самом деле, очень трудная работа. Одним словом, здесь слишком много неопределённых величин. Поэтому мы просто подставили значения, использованные Дрейком в 1961 году, и получили N намного больше единицы. То есть он считал, что и помимо Земли в нашей Галактике присутствует много форм жизни, находящихся на высоком уровне эволюции (по меньшей мере обладающих средствами связи.)

Эта формула выглядит так, как будто в ней есть какой-то подвох, но многие учёные, начиная с Карла Сагана (1934—1996), в целом признают идею Дрейка и по поводу количества форм внеземной жизни в пределах Галактики тоже предполагают, что «вероятность их выхода на связь с землянами достаточно высока» (правда, значение N вычисляется в широких пределах — от 10 до 1 млн). В общем, инопланетяне могут быть ближе к нам, чем мы думаем.

★ Сомнение в инопланетянах, высказанное физиком с мировым именем

В Галактике существует от 200 до 400 млрд планетных систем, поэтому было бы неудивительно, что в какой-то из них есть планета с условиями, подобными земным, на которой возникла жизнь. Однако был и человек, который прямо высказал сомнения в подобных оптимистических прогнозах. Им был физик Энрико Ферми (1901—1954). Ферми — Нобелевский лауреат, впервые в мире предложивший создать атомный реактор.

И этот человек в один из дней 1950 года, обедая вместе с другими учёными, высказался по поводу существования инопланетян. Это было за 11 лет до публикации формулы Дрейка, но всё равно тогдашние астрономы твёрдо верили в высокую степень вероятности существования внеземных цивилизаций, и даже для учёных из других сфер научной деятельности, таких, как Ферми, эта тема, наверное, была интересна.

Скорее всего, Ферми, подобно Дрейку, размышлял о вероятности внеземной жизни на основе различных параметров. Тогда Ферми вдруг сказал следующее: «Размышлять об инопланетянах, конечно, можно, но где они?» Это простое, но абсолютно верное замечание.

Если предположить, что в нашей Галактике существует много внеземных цивилизаций, то, даже допустив, что встретить их космический корабль непросто, можно было бы обнаружить хотя бы их радиопередачи или электромагнитные волны, используемые для связи. Однако подобные искусственные следы до настоящего времени не обнаружены.

Ферми не только совершил ряд исторических открытий в теоретической физике, он был человеком «мышления и действия», добившимся значительных успехов и в экспериментальной физике. Можно продолжать размышлять о разумной жизни вне Земли, но раз нет осязаемых доказательств, значит, нет и «близких инопланетян». Такой подход называют «парадоксом Ферми».

И до сих пор многие, используя формулу Дрейка, пытаются показать вероятность существования внеземной жизни, однако на возражение: «Тогда почему нет доказательств (существования)» никто из них ответить так и не смог.

Да, в парадоксе Ферми действительно спрятан достаточно глубокий смысл.

★ Зарождение жизни — явление частое. Или всё же...

На Земле живые организмы могут обитать в самых невероятных местах. Это стало известно относительно недавно.

В 1977 году учёные, исследовавшие геотермальные жерла, расположенные на дне Тихого океана, с помощью американского батискафа «Элвин», обнаружили странные организмы. Это были сидячие полихеты, живущие в постоянных или временных домиках-трубках. Гидротермальные жерла — это подводные кратеры, извергающие горячую воду, нагретую подземным теплом, и в большинстве случаев пространство вокруг них заполнено такими химическими веществами, как чрезвычайно ядовитый сероводород. Поэтому ещё не так давно думали, что живых организмов там быть не может. Однако сидячие полихеты выживают и размножаются даже на больших глубинах благодаря симбиозу с хемосинтезирующими бактериями, живущими внутри них. Эти бактерии питаются сероводородом, а полихеты используют образующиеся при этом органические соединения в качестве источника питательных веществ. Мало этого, в гидротермальных жерлах были обнаружены рыбы, крабы и многие другие животные, которые формируют своеобразное сообщество. Это было знаменательное открытие.

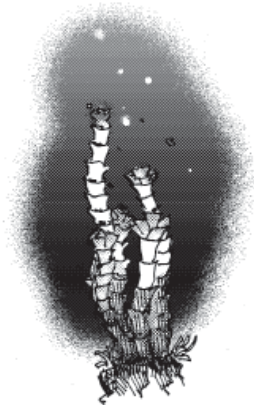
Подобные исследования «неизвестных живых организмов» продолжаются и сейчас, и многие учёные поддерживают мнение, что на поверхности Земли — от высокогорных районов до подводных и подземных глубин, то есть почти везде, — существуют живые организмы. Что там говорить, ведь считается, что даже 3,5 млрд лет назад существовали бактерии, питавшиеся лавой.

Тот факт, что в невообразимо суровых условиях могут существовать живые организмы, для верящих в существование внеземной жизни людей является поистине обнадеживающей новостью. Эти надежды связаны также и с тем, что на одном из спутников Юпитера — Европе, поверхность которой покрыта слоем льда, подтверждено наличие активной вулканической деятельности, и, исходя из этого, вероятность того, что подо льдом находится море с геотермальными жерлами, высока. Если так, то там, может быть, живут организмы, подобные сидячим полихетам.

Правда, эти версии, естественно, встречают возражения, наподобие парадокса Ферми. Если живые организмы могут размножаться даже в экстремально суровых условиях, почему же тогда, например, в скальных породах, доставленных с Луны, нет следов живых организмов?..

Почему на Марсе, где наличие воды подтверждено, живые организмы не обнаруживаются? Тот факт, что там не найдены даже микробы, говорит о том, что на этих небесных телах изначально не существовало простейших организмов, которые могли бы быть основой для дальнейшей эволюции. Поэтому вероятность зарождения жизни на определённой планете, возможно, не так уж высока. В таком случае, даже если предположить существование планеты с пригодными для жизни условиями, то совсем не факт, что там обязательно зародится жизнь.

Если уж речь зашла об этом, то стоит сказать, что некоторые учёные даже полагают, что и на Землю жизнь была занесена из глубин Вселенной с помощью, например, метеорита. Поэтому для поиска инопланетян уже недостаточно всё усложняющихся методов астрономии, необходимы также исследования проблемы зарождения жизни.



Сидячая полихета.

★ На какой планете может существовать самая близкая к нам «внеземная жизнь»?

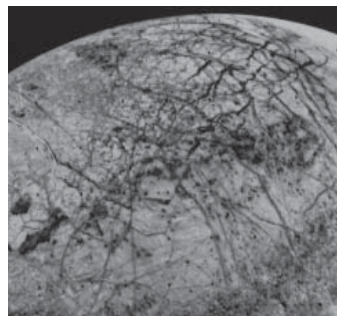
Выше мы привели некоторые пессимистические доводы, но теперь давайте, опираясь только на условия среды, поищем небесное тело, на котором могла бы существовать внеземная жизнь.

В Солнечной системе основными кандидатами являются, кроме вышеупомянутой Европы, такие небесные тела, как спутник Юпитера — Ганимед и спутник Сатурна — Титан, так как на обоих этих спутниках высока вероятность существования льда и воды. В этом смысле Марс, на котором, согласно сообщениям, обнаружены ледяные озёра, ещё не может полностью исключаться из рассмотрения.

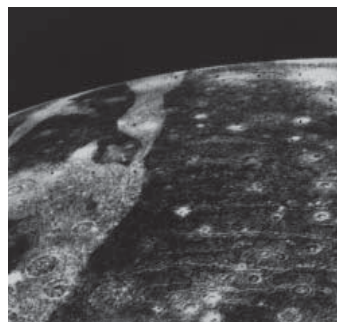
За пределами Солнечной системы обращают на себя внимание такие звезды, как Тау Кита и Эпсилон Эрида, удалённые от нас на 12 и 10,5 световых лет соответственно. Обе звезды имеют планеты, условия на которых близки к земным. В настоящее время в Японии, США и Европе реализуется проект поиска внеземной жизни, и день открытия инопланетян, может быть, уже не за горами.

В наблюдениях с помощью инфракрасного космического телескопа «Спитцер», запущенного НАСА в 2003 году, уже обнаружено примерно 300 звёзд, масса которых сравнима с солнечной. Одна треть из них, как считается, находится в процессе формирования планетных систем, но это означает также, что оставшиеся 200 звёзд уже имеют планеты. Другими словами, планетные системы не такая уж редкая вещь.

Естественно, стоит ожидать, что среди них могут быть планеты земного типа, имеющие цивилизации, уровень развития которых находится даже на более высоком уровне, чем у нас на Земле.



Европа.



Ганимед.

★ Возможен ли контакт с внеземной жизнью?

Давайте поговорим о том, сможем ли мы установить контакт с разумной внеземной жизнью в том случае, если она будет обнаружена. Если и возможно подтвердить существование «инопланетян», находящихся на определённом уровне цивилизации, то это будет сделано, скорее всего, с помощью электромагнитных волн. Электромагнитные волны, используемые для радиопередач и связи, легко отличить от естественного электромагнитного излучения, поэтому, обнаружив волны искусственного происхождения, мы сможем отправить встречное сообщение и установить контакт.

Однако проблема заключается в том, что, как мы недавно узнали, даже до звёзд в созвездиях Кита и Эридана расстояние составляет более 10 световых лет, а это означает, что даже простой обмен любезностями вроде «Просим любить и жаловать!» и «Мы тоже!» займёт целых 20 лет!

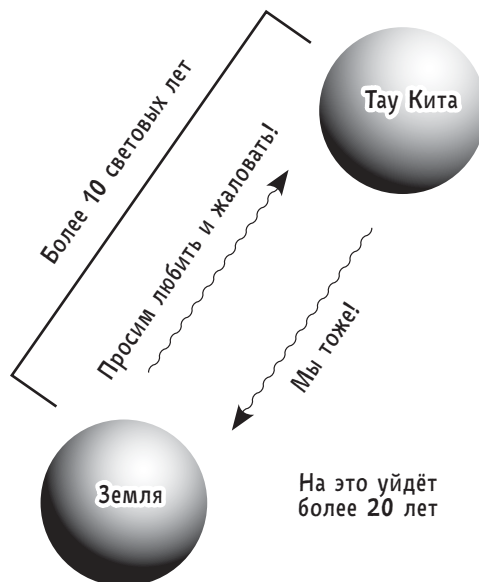
Так как даже до самой близкой к Солнечной системе звезды, Альфа Центавра, 4,22 световых года, это будут, похоже, очень неторопливые отношения. Правда, это чем-то напоминает общение путём обмена новогодними открытками, но выходить на связь с инопланетянами даже один раз в 10 лет было бы совсем неплохо.

Но только дистанционное общение — это немного скучновато, поэтому надо подумать, нет ли способа реально совершить визит на космическом корабле.

Считается, что разработка космического корабля, который может развить околосветовую скорость, — дело возможное, были бы время и средства, а найти желающих совершить полёт до звёзд, отдалённых примерно на 10 световых лет (туда и обратно примерно за 20 лет), наверное, можно. Правда, существует такая проблема, как борьба с гравитацией.

Земляне могут жить только при ускорении свободного падения в $1g$ ($9,8 \text{ м/с}^2$). Даже во время длящегося всего несколько дней полёта в космос на космическом челноке «Шаттл»astronautы каждый день тренируются, чтобы избежать атрофии мышц (однако, они говорят, что после возвращения на Землю им всё равно кажется, что гравитация здесь слишком велика).

В фильме «Космическая одиссея 2001 года» фигурирует космический корабль, в котором, используя центробежную силу, возникающую в результате вращения корабля, создаётся «искусственная гравитация». Такой способ, наверное, наиболее приемлем, однако здесь возникает проблема, как запустить с Земли такую огромную конструкцию. Если действовать последовательно, похоже, сначала следует построить базу на поверхности Луны или в космическом пространстве, затем на этой базе собрать большой космический корабль, который, наконец, отправится за границы Солнечной системы.



★ Тихоходка, которая считается самым сильным космонавтом

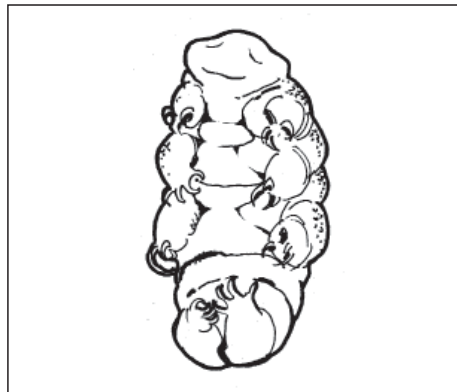
Для того чтобы человек в своём стремлении установить прямой контакт с внеземной жизнью отправился в Большой Космос, ещё потребуется время, однако живой организм под названием «тихоходка» является вероятным претендентом на роль «космонавта», способного нас заменить.

Тихоходка — это маленькое животное, максимальная длина туловища которого составляет примерно 1,5 мм, и, хотя её можно спутать с насекомым, на самом деле она является одним из видов членистоногих. Она передвигается, ползая на четырёх парах своих коренастых ног.

Как бы там ни было, её самым замечательным качеством является жизнеспособность: считают, что в засушенном состоянии, когда количество воды в её организме уменьшается до предела, она может прожить около 100 лет (анабиоз при высушивании — ангидриобиоз). Кроме того, считается, что она спокойно переносит как экстремальную температуру (начиная от минус 273 °C), так и давление (от вакуума до 75 тыс. атмосфер), а также радиоактивное излучение, например рентгеновское, превышающее смертельную дозу для человека более чем в 1000 раз (!).

Обладая таким крепким организмом, тихоходки обитают на Северном полюсе, в высокогорных районах и глубоко под землёй, а также в кипятке горячих источников. Тихоходка — это удивительное существо, обитающее повсюду вокруг нас. В сентябре 2008 года шведско-немецкая исследовательская группа провела эксперимент, поместив тихоходок на 10 дней в открытый космос. В результате часть из них благополучно вернулась на Землю, выдержав и вакуум, и низкую температуру, и ультрафиолетовое излучение Солнца.

Путешествие по Вселенной — это вызов суровым условиям среды. Построить безопасный космический корабль для человека — задача исключительно трудная, но для тихоходки всё намного проще: она, вероятно, сможет восстановиться из засушенного состояния даже после полёта к звезде, отдалённой от нас на много световых лет. Если это удастся осуществить, то, может быть, придёт время, когда, подобно тому как на поверхности Земли во всевозможных местах, в самых разнообразных формах существует жизнь, в разных уголках Вселенной будет активно работать живое существо, возникшее в результате эволюции тихоходки.



Тихоходка.

» ЕСЛИ ХОРОШО ЗНАТЬ СВОЙСТВА ЗВЁЗД, ТО СТАНУТ ПОНЯТНЫ И РАССТОЯНИЯ?

ИЗМЕРЕНИЕ РАЗМЕРОВ ВСЕЛЕННОЙ

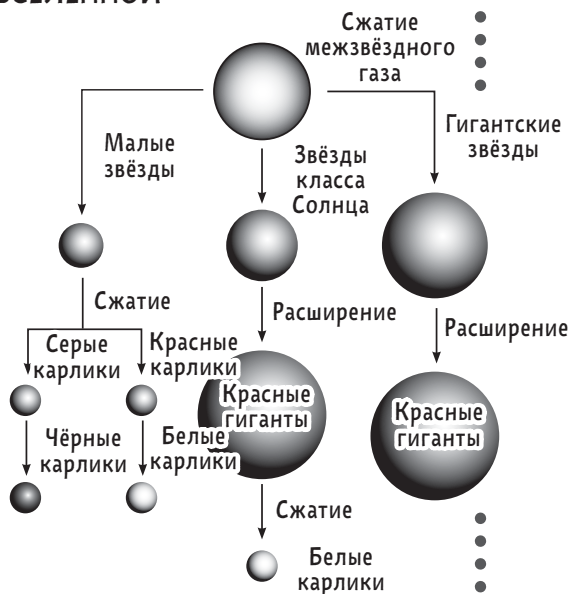
● Ищите звезду, цвет которой похож на Солнце!

Как мы уже выяснили, предел метода триангуляции для измерения расстояний до небесных тел, основанного на использовании годового параллакса в результате вращения Земли вокруг Солнца, составляет 500—1000 световых лет. Но это — всего лишь тысячная доля диаметра Галактики, равного примерно 100 000 световых лет. Как же нам тогда изучать более отдалённые области Вселенной?

Один из простых методов — это сравнение с Солнцем. Звёзды, подобные Солнцу, светят благодаря энергии, образующейся в результате реакции ядерного синтеза, но тип реакции определяется массой (другими словами, гравитацией). Следовательно, если звёзды светятся одинаковым цветом, то можно сказать, что собственная яркость этих звёзд (абсолютная величина) тоже примерно одна и та же.

Связь между цветом звезды и её абсолютной звёздной величиной сведена в диаграмму Герцшпрунга — Рассела (или Г-Р-диаграмму). На этой диаграмме, предложенной датским астрономом Эйнаром Герцшпрунгом и, независимо от него, американским астрономом Генри Расселом, по вертикальной оси откладывается абсолютная звёздная величина (светимость звезды), а по горизонтальной — спектральный класс (цвет = температура поверхности).

Например, даже если годичный параллакс звезды ниже измеряемого предела, если её спектр аналогичен солнечному, то мы можем точно узнать её абсолютную звёздную величину, а значит, можно путём сравнения с видимой яркостью (видимой звёздной величиной) оценить расстояние до этой звезды.



Типы звёзд.



Диаграмма Герцшпрунга — Рассела.

Правда, зависимость абсолютной звёздной величины от спектра вовсе не так строга, а яркость звезды тоже не определяется лишь абсолютной звёздной величиной и расстоянием в том случае, если путь свету преграждает, например, межзвёздное вещество. В связи с этим неизбежно возникают довольно большие погрешности.

● «Маяки Вселенной» — звёзды переменной яркости

Не существует ли более точного способа измерения расстояний? Американский астроном Харлоу Шепли (1885—1972), найдя ответ на этот вопрос, внёс весомый вклад в дальнейшее развитие астрономии. Он обратил внимание на переменные звёзды.

Блеск небесного тела может изменяться по нескольким причинам. В некоторых случаях это — взрыв сверхновой звезды, происходящий в конце существования огромных звёзд, а в некоторых случаях две звезды, яркая и тусклая, образуют вращающуюся пару, в результате чего возникает видимость изменения блеска. Однако в наиболее распространённых случаях — это звёзды, яркость которых периодически меняется из-за циклического расширения и сжатия поверхностного слоя, — пульсирующие переменные звёзды.

Причина возникновения пульсаций — всё те же реакции ядерного синтеза: в звёздах, называемых цефеидами, ядра гелия, соединяясь между собой, превращаются в более тяжёлые элементы, такие, как углерод, азот. Хотя при этом происходит сжатие всей звезды, считается, что из-за нестабильности внешнего слоя она пульсирует. Кроме того, цефеиды обладают следующим свойством: «Чем дольше период изменения блеска, тем больше абсолютная звёздная величина».

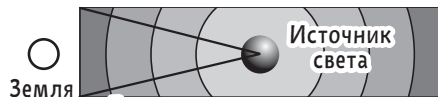
Шепли, обратив на это внимание, подумал, что видимая звёздная величина и период изменения блеска могут быть использованы для оценки расстояния. Затем он, наблюдая за цефеидами из шаровых звёздных скоплений внутри Галактики, выяснил, что Солнечная система не находится в её центре.

Когда для измерения расстояний до небесных тел стали использоваться цефеиды, стало возможно с известной точностью определять даже расстояние до светил, отдалённых на 10 млн световых лет, и карта Вселенной была в значительной мере пересмотрена. Потом были открыты галактики за пределами нашей Галактики, и красное смещение, доказывающее расширение Вселенной, но можно сказать, что всем этим мы тоже обязаны Шепли.

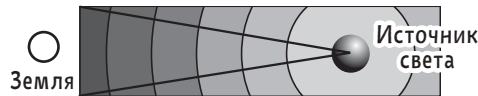
Примем количество световой энергии, достигающей Земли, за 1



Если расстояние увеличилось в 2 раза, количество достигающей световой энергии стало равно $1/4$



Если расстояние увеличилось в 3 раза, количество достигающей световой энергии стало равно $1/9$



Световая энергия обратно пропорциональна квадрату расстояния

Оценка расстояния с использованием абсолютной звёздной величины.

● Другие способы измерения расстояний

Спустя некоторое время техника измерения расстояний с помощью цефеид достигла такого уровня, что стало возможно с определённой погрешностью измерять расстояния до 100 млн световых лет. Однако это позволяет понять всего лишь около 1% от общей картины Вселенной. Область Вселенной, которую мы способны наблюдать физически, простирается примерно на 15 млрд световых лет, и одно из заветных желаний астрономов — расширить область наших наблюдений до этих границ.

Давайте посмотрим, какие методы измерений были предложены к настоящему времени.

● Измерение с помощью сверхновых звёзд

Сверхновые звёзды типа Ia (считаются двойными звёздными системами, состоящими из эволюционировавших гигантов или сверхгигантов и белых карликов) обладают таким свойством, что их абсолютная звёздная величина при достижении пикового значения почти одинакова во всех случаях. К тому же их яркость примерно в 100 000 раз больше, чем у цефеид! Так как они испускают столько же света, сколько одна галактика, расстояние, которое можно измерить с их помощью, намного больше.

Однако наблюдения могут вестись только с того момента, когда какая-либо звезда, взрываясь, превращается в сверхновую. Внутри нашей Галактики они обнаруживаются примерно один раз в 100 лет. Правда, во всей Вселенной в год обнаруживается от 20 до 30 штук.

● Измерение с помощью красного смещения

Исходя из того что, «чем дальше небесное тело, тем с большей скоростью оно удаляется от Земли», красное смещение в результате расширения Вселенной должно увеличиваться пропорционально расстоянию. Следовательно, наблюдая смещение длин волн в спектрах галактик, можно узнать их скорость и тем самым расстояние до них от Земли.



ГЛАВА 4

КАК ВЫГЛЯДЯТ КРАЙ ВСЕЛЕННОЙ?

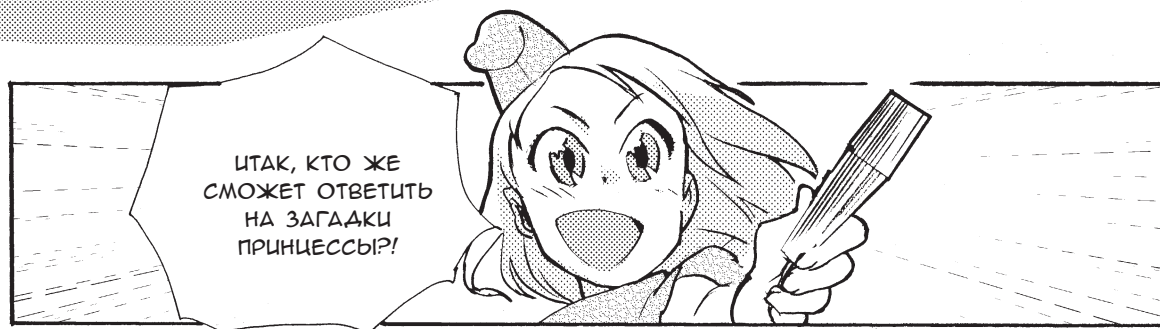
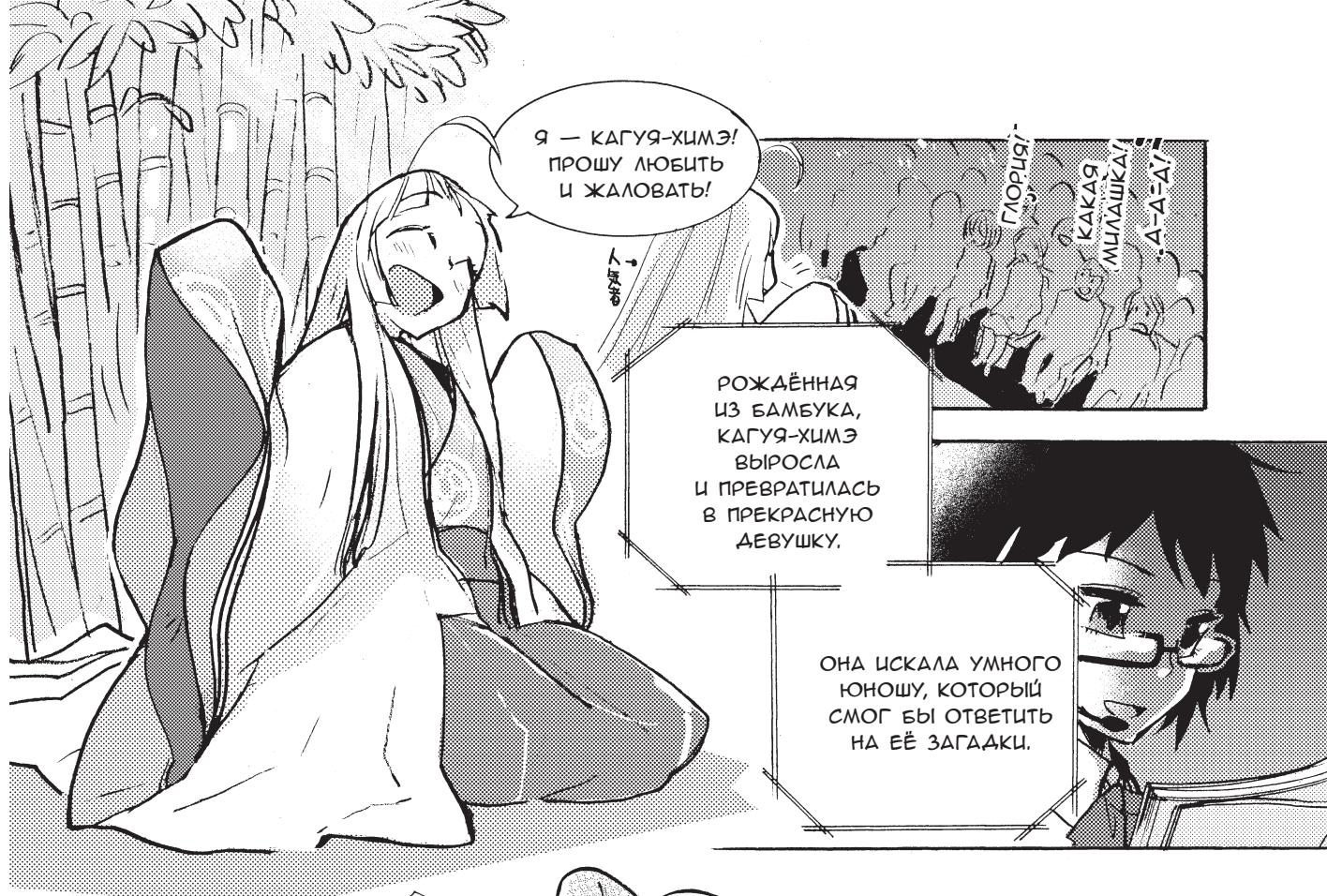
4.1. КУДА МОЖНО ПРИЙТИ, ДВИГАЯСЬ ПО ВСЕЛЕННОЙ В ОДНОМ НАПРАВЛЕНИИ

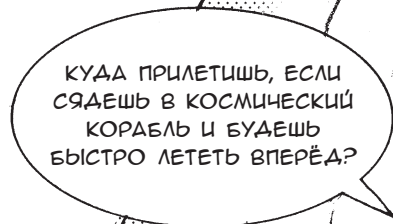
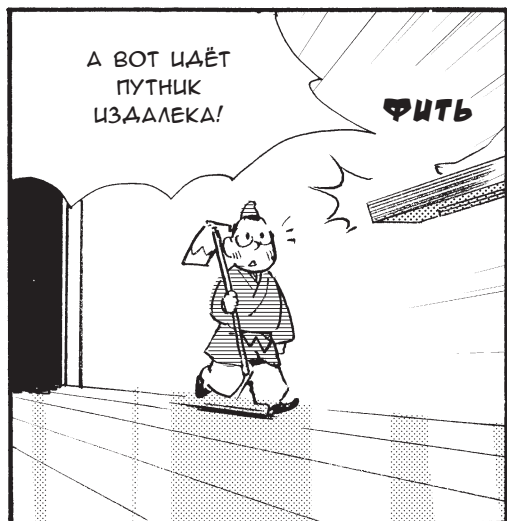
Театральный
фестиваль старшей
школы «Кооки»

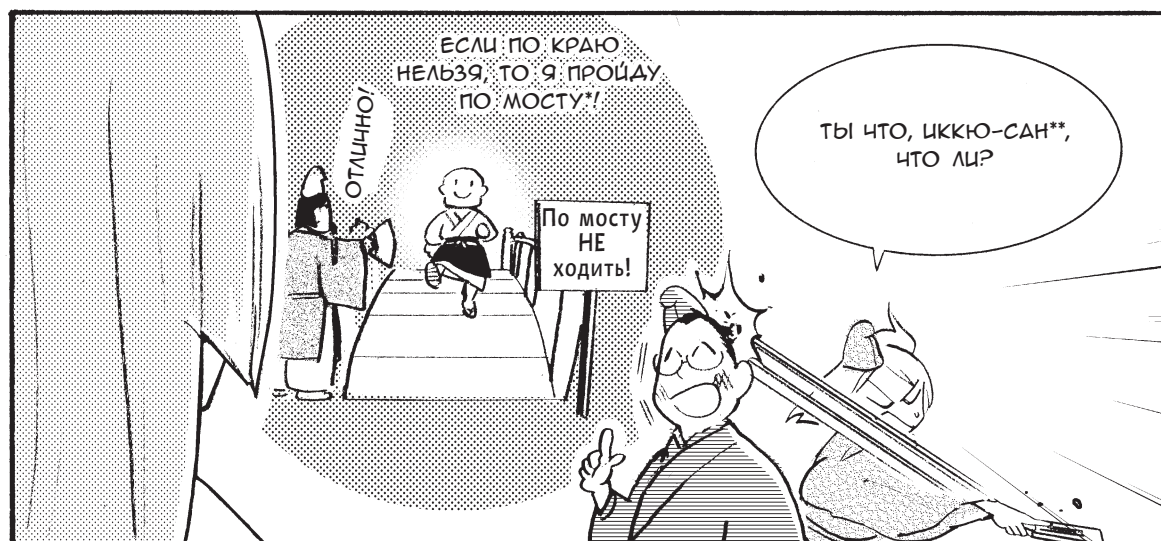
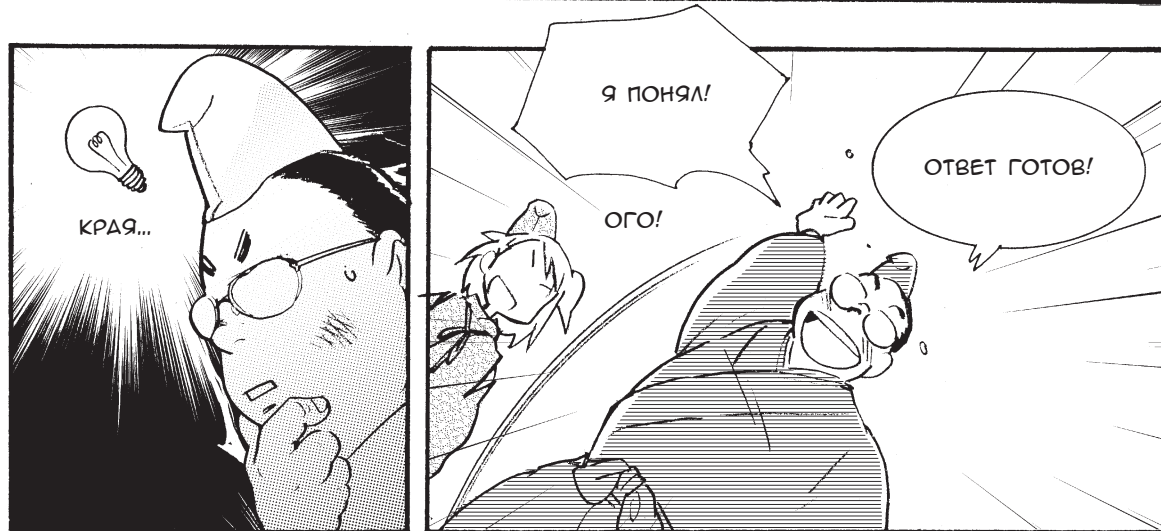
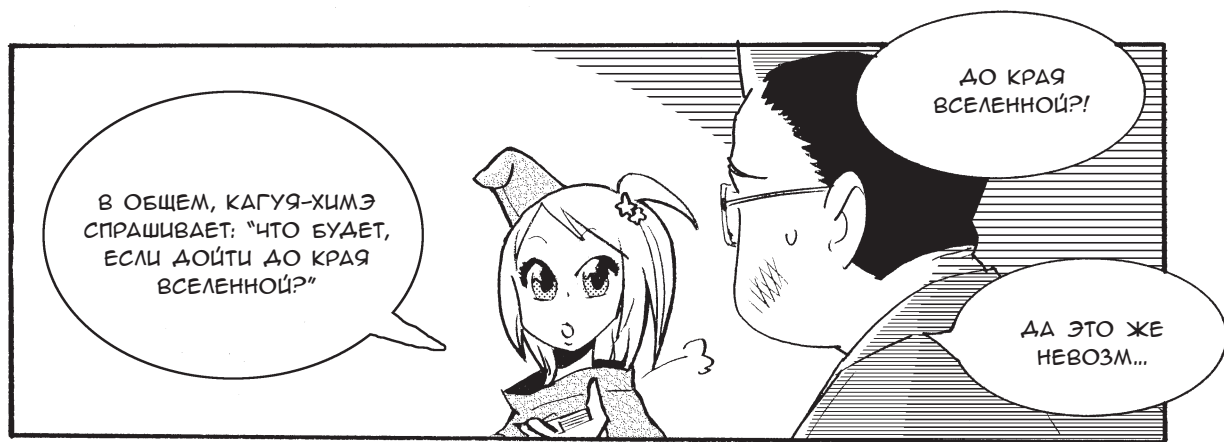


ИТАК, НЕУЖЕЛИ
НЕ НАЙДЕТСЯ НИКОГО,
КТО БЫ МОГ НА ЭТО
ОТВЕТИТЬ?

ТОЛЬКО ТОТ, КТО
СМОЖЕТ ОТГАДАТЬ
ЗАГАДКИ, КОТОРЫЕ
ЗАГАДЫВАЕТ
КАГУЯ-ХИМЕ,
СМОЖЕТ НА НЕЙ
ЖЕНИТЬСЯ!



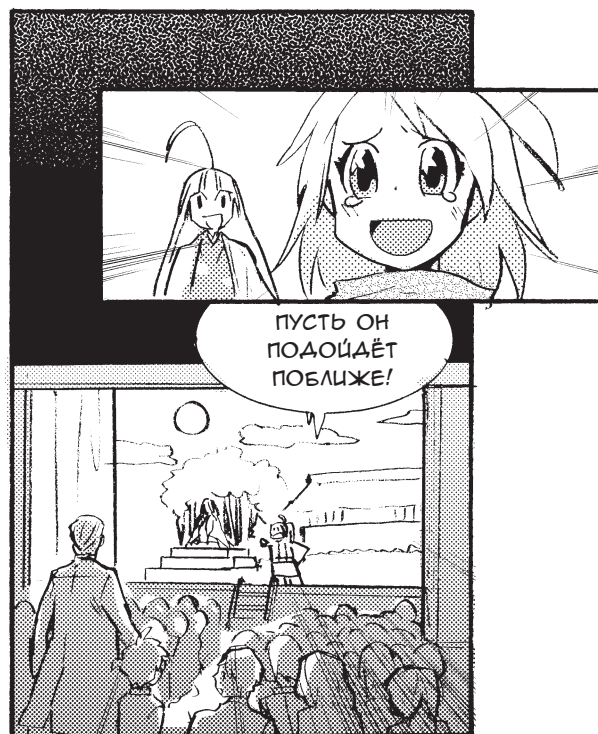


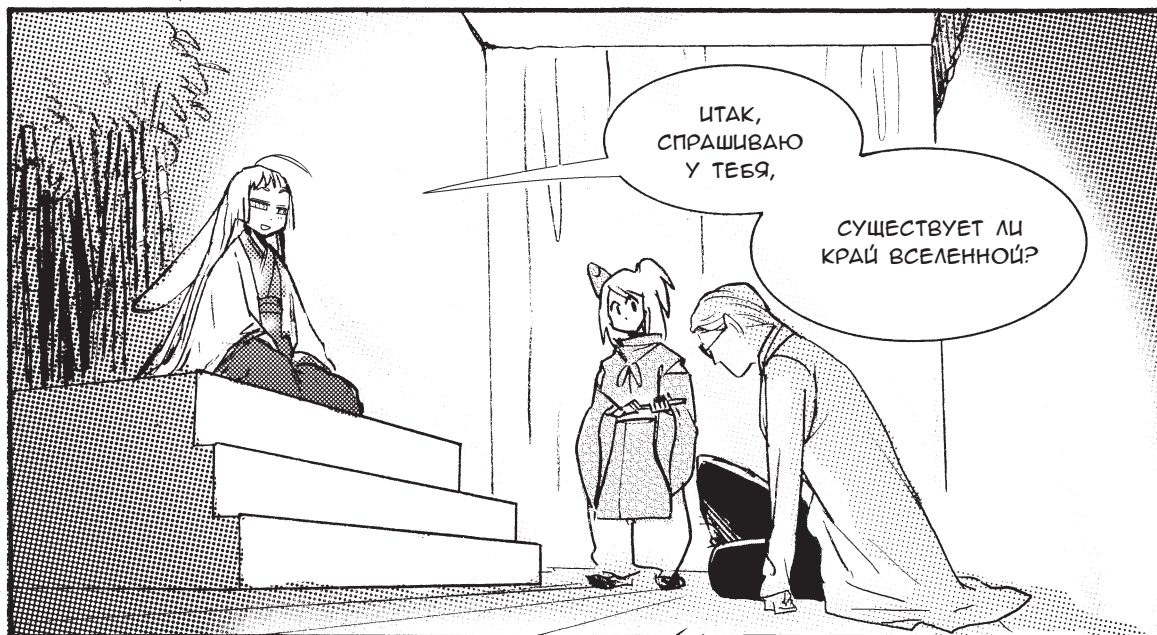
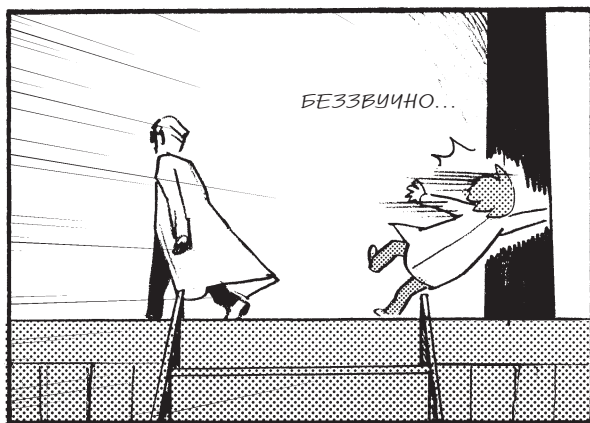
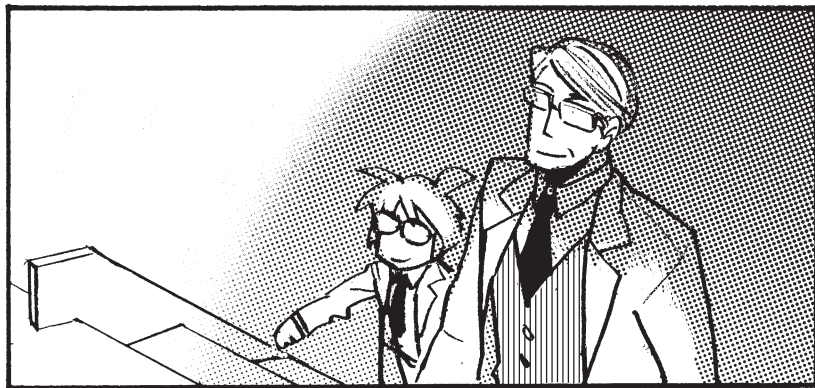


* Японское слово «хаси» имеет два значения: «мост» и «край».

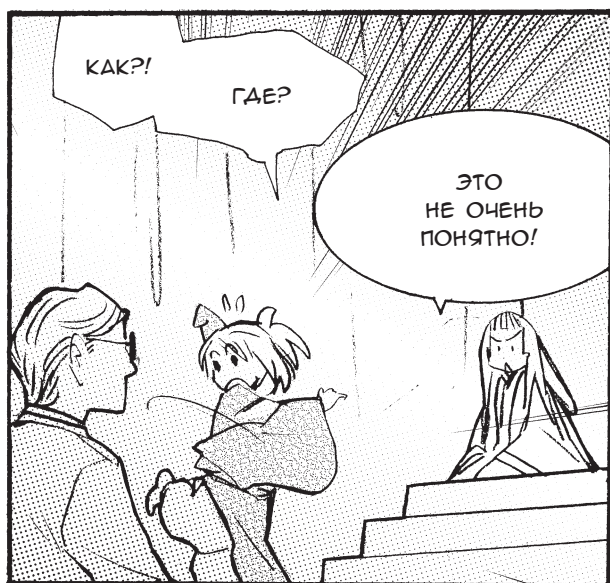
** Иккю-сан — герой народных сказок. Его прообразом был бродячий монах Иккю-Содзю, живший в Японии в XV веке.

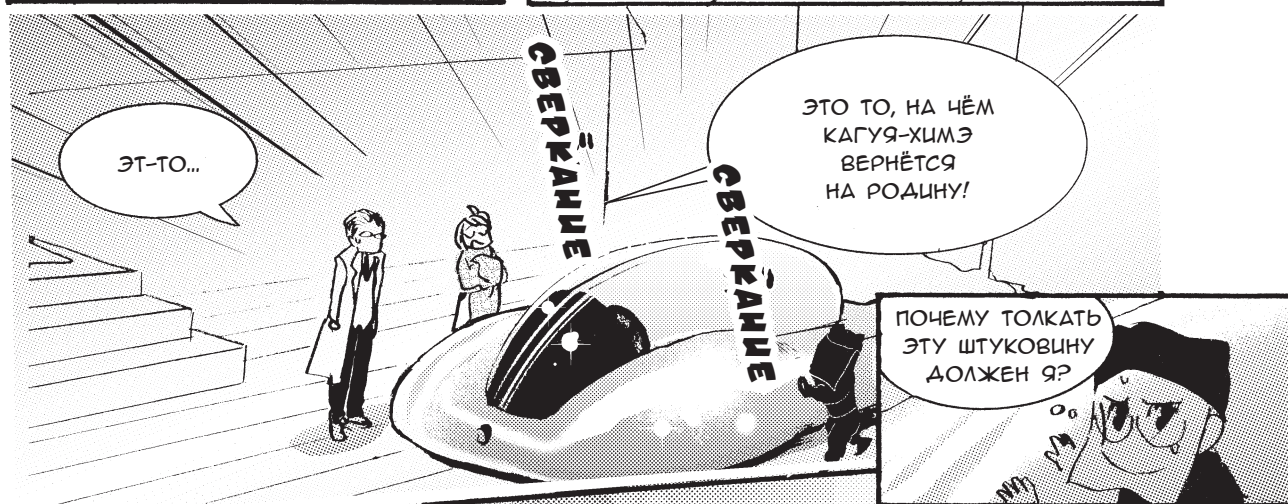












МЫ СЯДЕМ В ЭТОТ
КОСМИЧЕСКИЙ КОРАБЛЬ
И ПРОВЕРИМ!

ПОЕХАЛИ!

МОЖНО ЗАОДНО
ПОИСКАТЬ ТАКЖЕ
МОЮ РОДИНУ.

ДЕЛО В ТОМ, ЧТО
КОГДА Я УПАЛА
НА ЗЕМЛЮ, ТО
ПОТЕРЯЛА ПАМЯТЬ!



4.2. САМЫЕ БЛИЗКИЕ ПЛАНЕТЫ ЗЕМНОГО ТИПА



Ремни безопасности



КОСМИЧЕСКИЙ КОРАБЛЬ
"КАГУЯ", СТАРТОВАВШИЙ
С ЗЕМЛИ, СОВЕРШЕННО
НЕ ОБРАЩАЯ ВНИМАНИЯ
НА ЛУНУ, ЛЕТИТ К КРАЮ
ВСЕЛЕННОЙ.

НАКОНЕЦ, ПРОЛЕТЕВ
МИМО МАРСА, ЮПИТЕРА,
САТУРНА, ОН УДАЛИЛСЯ
ДАЖЕ ОТ СОЛНЕЧНОЙ
СИСТЕМЫ.

ОКОЛО
ЧЕТЫРЁХ СВЕТО-
ВЫХ ЛЕТ МЫ УЖЕ
ПРОЛЕТЕЛИ!

НЕЗНАКОМЕЦ,
ПОЧЕМУ-ТО
ПОСТАРЕЛ
ТОЛЬКО ТЫ...

ПОТОМУ ЧТО
ПРОШЛО УЖЕ
ЧЕТЫРЕ ГОДА...
А Я ВЕДЬ СТАРШЕ
ВАС...

ИЗВИНИТЕ,
НО НЕ МОГЛИ БЫ
МЫ ПРОАВЛИГАТЬСЯ
БЫСТРЕЕ?

ЧТО ТЫ
ГОВОРИШЬ?!

ВЕДЬ СОГЛАСНО ТЕОРИИ
ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ
ЭЙНШТЕЙНА, ЭТО
СЧИТАЕТСЯ НЕВОЗМОЖНЫМ.

ЧТО ЭТО
ЗА ТРИ ЗВЕЗДЫ?

ЭТО АЛЬФА
ЦЕНТАВРА, САМАЯ
БЛИЗКАЯ ОТ СОЛНЕЧНОЙ
СИСТЕМЫ ЗВЕЗДА,
ТОЧНЕЕ, ЗВЁЗДНАЯ
СИСТЕМА
ИЗ ТРЁХ ЗВЁЗД.
ЕСТЬ ДАЖЕ УЧЁНЫЕ,
КОТОРЫЕ ГОВОРЯТ, ЧТО
ТАМ МОЖЕТ БЫТЬ
ЖИЗНЬ.

ТОГДА ТАМ,
МОЖЕТ БЫТЬ,
НАХОДИТСЯ РОДИНА
КАГУИ-ХИМЭ!

ХММ...

МЕСТО, ГДЕ СВЕЯТ
СРАЗУ ТРИ СОЛНЦА, МНЕ НЕ
ПО ДУШЕ! ДА И С ЗАЩИТОЙ
ОТ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО
ИЗЛУЧЕНИЯ БУДЕТ МНОГО
ХЛОПОТ...

ДА ЛАДНО ВАМ!

ТЫ ДЕЙСТВИТЕЛЬНО
ХОЧЕШЬ ИСКАТЬ?!

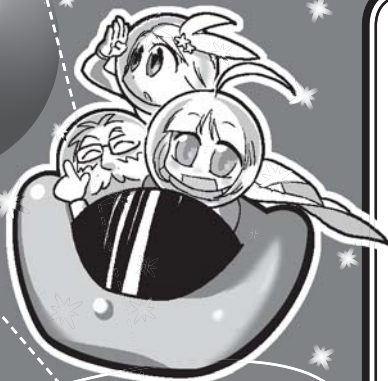
(ДУЕТСЯ)

ИГРА-ХОДИЛКА

ПУТЕШЕСТВИЕ КОСМИЧЕСКОГО КОРАБЛЯ «КАГУЯ»

★ СТАРТ

Земля



Солнечная
система

Млечный Путь

Млечный Путь хорошо виден летом, потому что его центр находится в направлении созвездия Стрельца, которое является летним созвездием.

Так как Земля (Солнечная система) отдалена от центра «диска» нашей Галактики (диаметр диска около 100 000 световых лет) примерно на 28 000 световых лет, мы можем наблюдать на Млечном Пути разреженные и густые области.



ПОЭТОМУ ЛЕТОМ
ОТМЕЧАЮТ ПРАЗДНИК
"ТАНАБАТА", НЕ ТАК ЛИ?



В ОБЩЕМ, ЭТО БЫЛ ТАКЖЕ
ПРАЗДНИК ЛЮБОВАНИЯ ЦЕНТРОМ
ГАЛАКТИКИ.

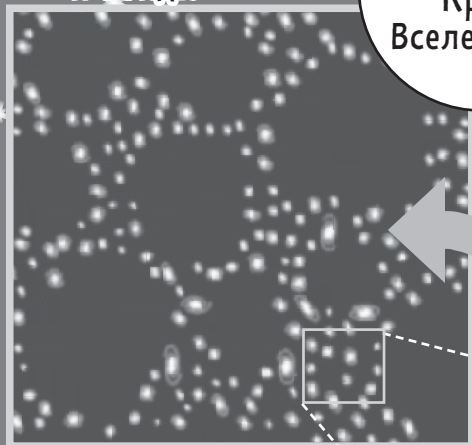


ДО XX ВЕКА ДУМАЛИ, ЧТО НАША
ГАЛАКТИКА — ЭТО И ЕСТЬ ВСЯ
ВСЕЛЕННАЯ, ПОЭТОМУ МОЖНО
СКАЗАТЬ, ЧТО ФЕСТИВАЛЬ "ТАНА-
БАТА" БЫЛ ГРАНАЦИОЗНЫМ СОБЫ-
ТИЕМ, ВО ВРЕМЯ КОТОРОГО ЛЮ-
ДИ ДУМАЛИ, ЧТО ЗАГЛЯДЫВАЮТ
В САМОЕ СЕРДЦЕ ВСЕЛЕННОЙ.



Млечный Путь (Галактика)

Великая стена и войды



★ ФИНИШ

Край
Вселенной?

Великая стена и войды (пустоты)

Галактики могут образовывать, например, скопления или сверхскопления галактик, но в масштабе всего пространства Вселенной они формируют структуру, подобную ячейкам сети. Другими словами, если представить скопление пены, то галактики будут оболочкой, а войды (пустоты) — внутренней частью пузырьков. При наблюдении с Земли создаётся впечатление, что галактики формируют большую стену, поэтому эту крупномасштабную структуру Вселенной называют Великой стеной.



В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ СЧИТАЕТСЯ, ЧТО ЯЧЕЙКИ СЕТИ, ОБРАЗОВАННЫЕ ВЕЛИКОЙ СТЕНОЙ И ВОЙДАМИ, — ЭТО САМАЯ БОЛЬШАЯ СТРУКТУРА ВО ВСЕЛЕННОЙ.



ЗНАЧИТ, ДАЖЕ ПОЙДЯ ЕЩЁ ДАЛЬШЕ, МЫ УВИДИМ ЛИШЬ ПРОДОЛЖЕНИЕ ТАКОЙ ЖЕ СТРУКТУРЫ, ДА?

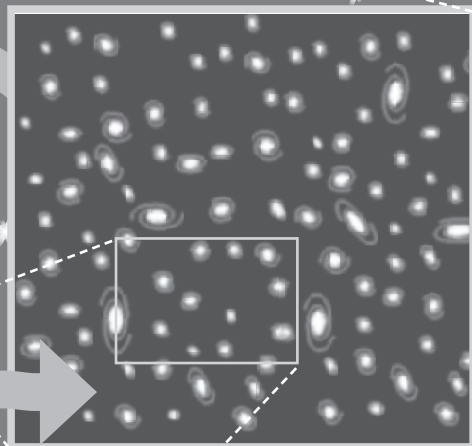
Местное сверхскопление галактик

Сверхскопления галактик, собранные из скоплений и групп галактик, являются поистине сверхкрупными скоплениями небесных тел, простирающимися на более чем 100 млн световых лет. Наша Галактика, входящая в Местную группу, принадлежит Местному сверхскоплению галактик. Оно также называется Сверхскоплением Девы.

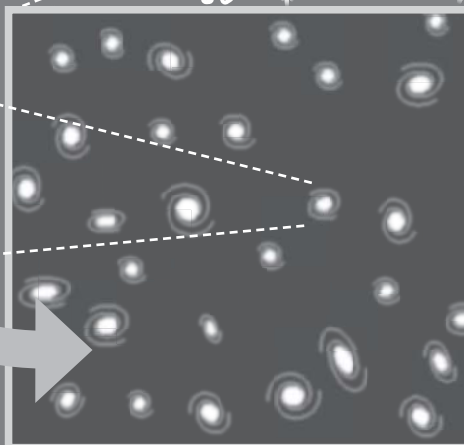


ТАК КАК МЕСТНАЯ ГРУППА ГАЛАКТИК, В КОТОРОЙ НАХОДИТСЯ ЗЕМЛЯ, ВНУТРИ СВЕРХСКОПЛЕНИЯ ГАЛАКТИК В СОЗВЕЗДИИ ДЕВЫ РАСПОЛОЖЕНА ДОСТАТОЧНО БЛИЗКО К КРАЮ, ДО ГАЛАКТИКИ M87, РАСПОЛОЖЕННОЙ ВЕЛИЗИ ОТ ЦЕНТРА, НАС ОТДЕЛЯЕТ НЕ МЕНЕЕ 60 МЛН СВЕТОВЫХ ЛЕТ. ДИАМЕТР МЕСТНОГО СВЕРХСКОПЛЕНИЯ СОСТАВЛЯЕТ ОКОЛО 200 МЛН СВЕТОВЫХ ЛЕТ.

Местное сверхскопление галактик



Местная группа галактик



Местная группа галактик

Галактики формируют в космическом пространстве группы, или скопления. Наша Галактика (Млечный Путь) принадлежит Местной группе, состоящей примерно из 40 галактик. Самой большой из них является туманность Андромеды — диаметр её дисковой части составляет около 130 000 световых лет. Она намного крупнее, чем Млечный Путь.

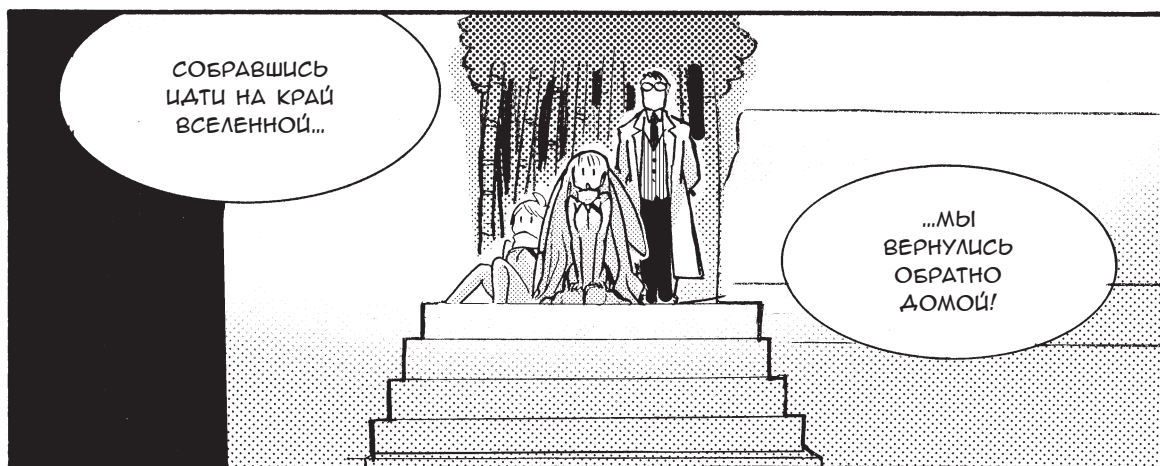
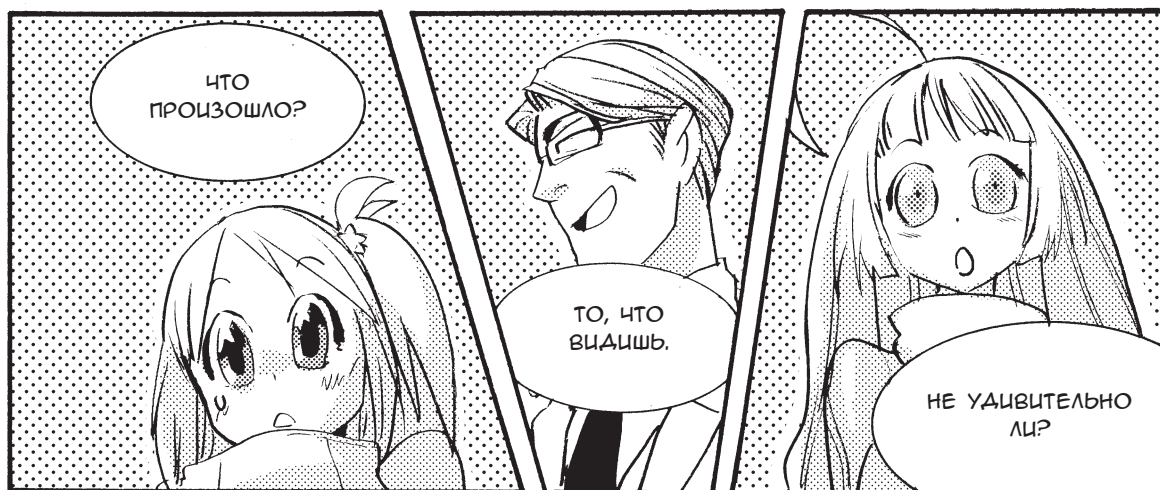


ЧТО КАСАЕТСЯ РАЗМЕРОВ, ТО В СООТВЕТСТВИИ С РАСЧЁТАМИ УЧЁНЫХ СЧИТАЕТСЯ, ЧТО ДИАМЕТР МЕСТНОГО СКОПЛЕНИЯ ГАЛАКТИК СОСТАВЛЯЕТ 2,4—3,6 МПК (МЕГАПАРСЕКА).



ПАРСЕК — ЭТО РАССТОЯНИЕ ДО СВЕТИЛА, ГОДИЧНЫЙ ПАРАЛЛАКС КОТОРОГО РАВЕН 1 УГЛОВОЙ СЕКУНДЕ, ОТКУДА $1 \text{ ПК} = 3,26$ СВЕТОВЫХ ГОДА. ЗНАЧИТ, ЭТОТ ДИАМЕТР СОСТАВЛЯЕТ 7,8—11,7 МЛН СВЕТОВЫХ ЛЕТ.

4.3. КРАЙ ВСЕЛЕННОЙ, КОТОРОГО МЫ ДОСТИГЛИ





★ Лекция профессора Сануки

Разговоры о том, что в результате Большого взрыва родилась Вселенная, вы все, наверное, слышали.

Однако что же это означает — «рождение Вселенной»?

Осознаваемая нами Вселенная является трёхмерным пространством, и её можно представить с помощью трёх координатных осей: длины, ширины и высоты. Разумеется, выбраться отсюда мы не можем. Для нас это место является «всем».

Однако когда речь заходит о многомерном пространстве, имеющем не менее четырёх измерений, при взгляде оттуда 3-мерное пространство будет для нас всего лишь одной из закрытых систем. Кстати, когда я здесь говорю о четырёх измерениях, я имею в виду не три пространственных измерения плюс время, а такое пространство, которое может быть представлено с помощью четырёх координатных осей. Далее, давайте предположим, что на заднем плане течёт общее «абсолютное время» (сверхвремя).

Так как представить облик этого четырёхмерного пространства мы не можем, давайте здесь представим наблюдателя, который смотрит на двумерное пространство из трёхмерного.

Сейчас я держу в руках воздушный шар. Его поверхность является двумерной, не так ли? Кроме того, это пространственно-искривлённая, сферическая поверхность.

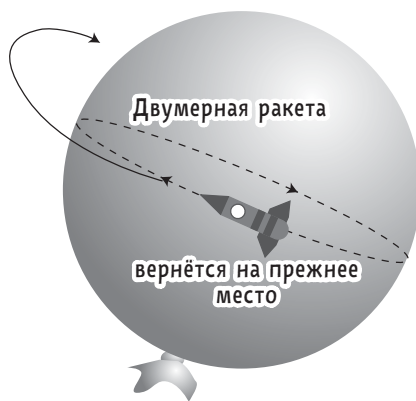
Таким же образом можно предположить, что трёхмерное космическое пространство, в котором мы с вами находимся, в четырёхмерном пространстве является искривлённым.

Кстати, если бы в нашем распоряжении имелась какая-то «сила», отличная от обычного космического корабля, с помощью которой мы смогли бы прорваться в четырёхмерное пространство и вернуться обратно, то мы смогли бы осуществить так называемую нуль-транспортировку, то есть неожиданно исчезнуть в одном месте и появиться в другом.

Эта «четырёхмерная ракета» без труда преизойдёт край трёхмерной Вселенной, но, с точки зрения находящегося в этой ракете наблюдателя (другими словами, при взгляде на нашу трёхмерную Вселенную из четырёх измерений), окажется, что край Вселенной повсюду. Именно это я имел в виду, когда сказал: «Край Вселенной в некотором смысле находится прямо рядом с вами».



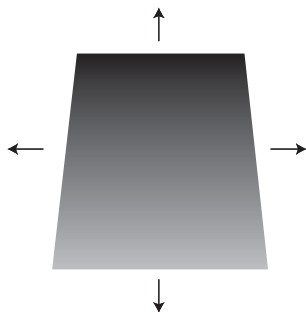
Нуль-транспортировка



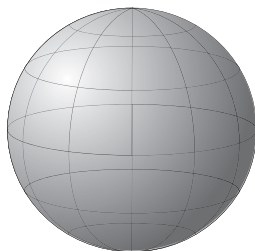
Двумерная ракета, стремящаяся достичь края воздушного шарика.

Итак, какую же форму имеет трёхмерное пространство?

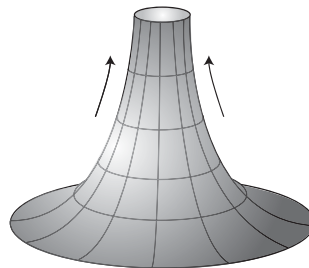
Не вдаваясь в сложные объяснения, можно сказать, что математические вычисления указывают на три возможные формы.



*Двумерная Вселенная:
модель 1.*



*Двумерная Вселенная:
модель 2.*



*Двумерная Вселенная:
модель 3.*

В первом случае, когда кривизна, или степень искривления пространства, точно равна нулю, это будет пространство, продолжающееся бесконечно, как далеко бы мы не пошли. В двумерном случае этому соответствует бесконечно продолжающаяся плоскость. Изобразить бескрайнюю плоскость на схеме невозможно, однако в действительности она простирается в бесконечность, поэтому если не выйти за пределы трёх измерений, то достигнуть «края Вселенной» никогда не получится.

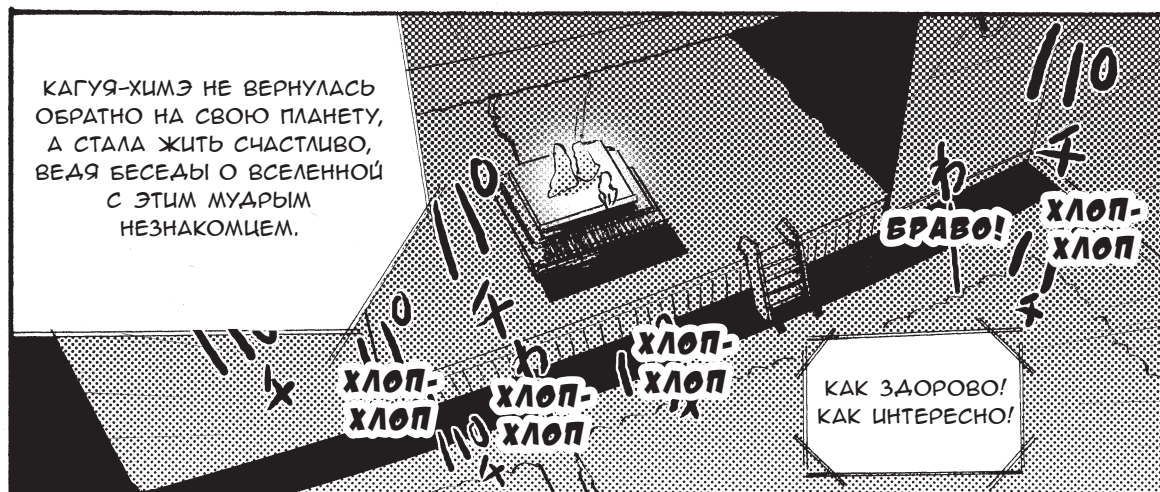
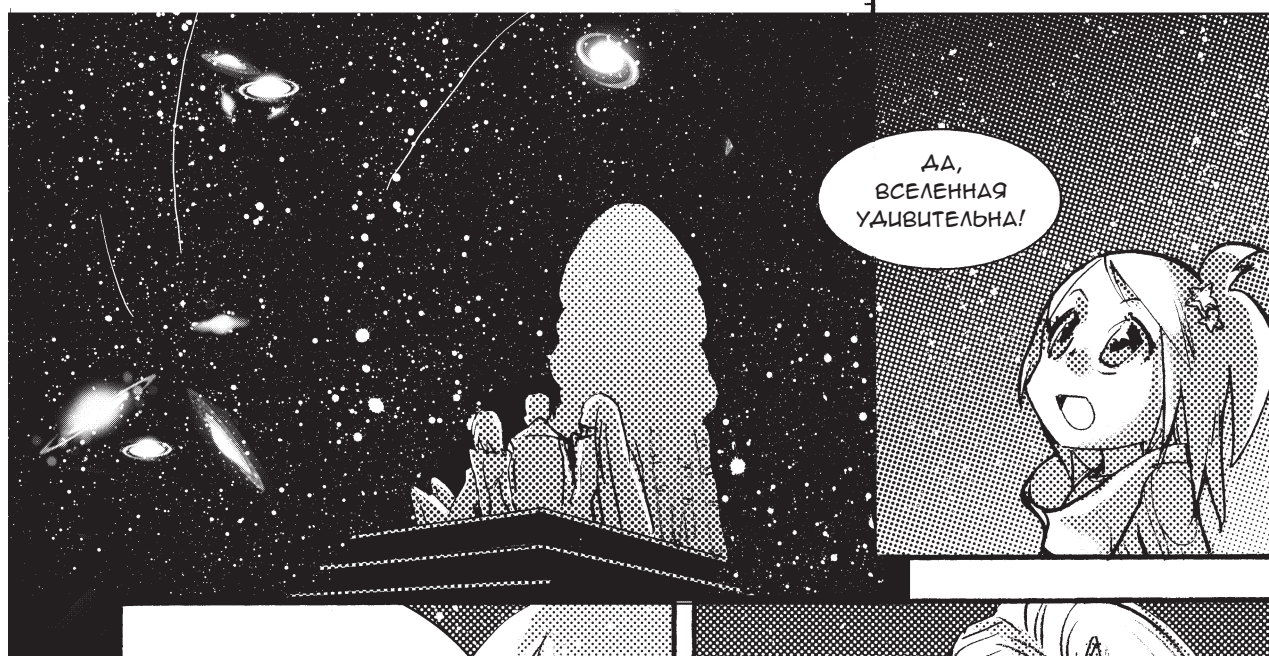
Второй случай — это поверхность положительной кривизны. Если представить её в виде двумерной модели, то получится сферическая поверхность, напоминающая земной шар.

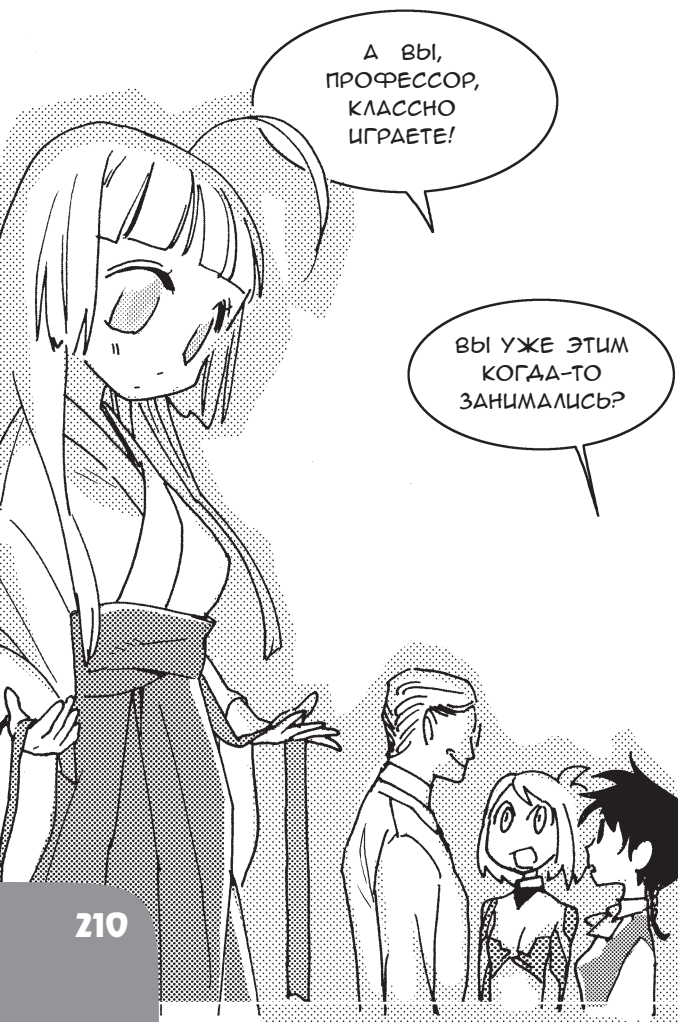
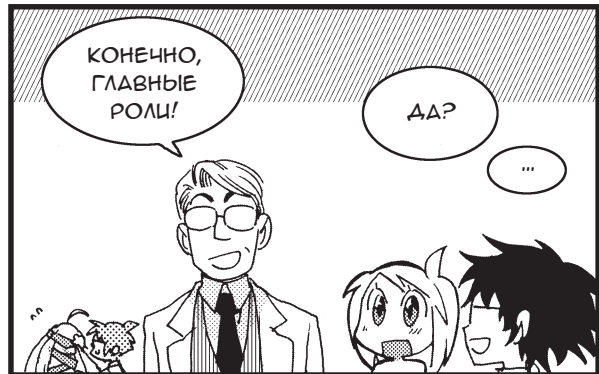
В третьем случае кривизна отрицательна — это так называемая поверхность вращения трактрисы.

Приняв в качестве модели Вселенной сферу положительной кривизны, мы получим, что космический корабль, который летит по прямой к «краю Вселенной», в конце концов вернётся туда же, откуда он вылетел.

Может быть, если построить сверхсветовой космический корабль, то он смог бы произвести нуль-транспортировку и достичь сверхпространства, представляющего собой «край Вселенной». Но, живя в трёхмерной Вселенной, мы не можем развить сверхсветовую скорость из-за ограничений, накладываемых теорией относительности. Другими словами, сколько бы мы ни летели, края мы никогда не достигнем. В лучшем случае, можно вернуться обратно в пункт отправления.

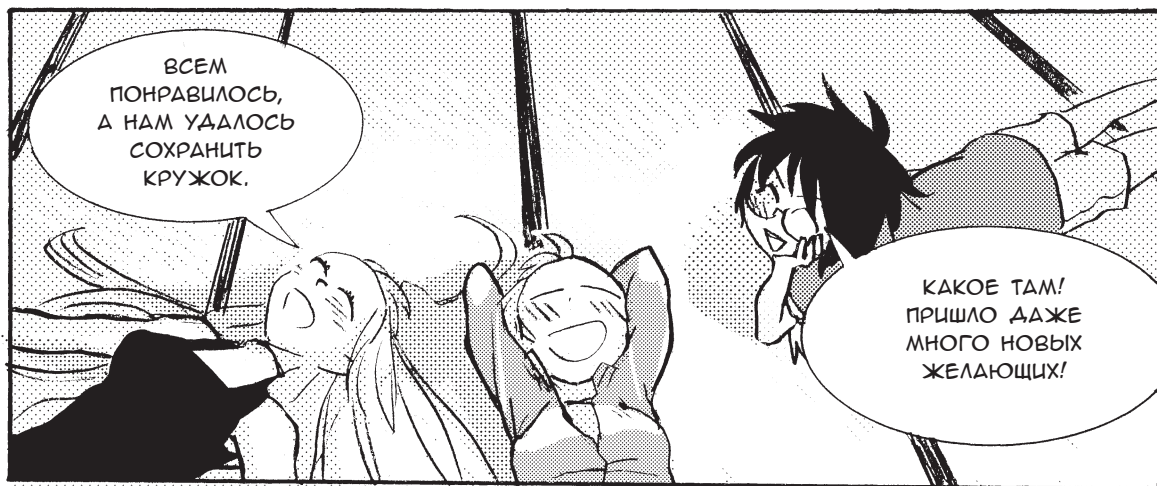
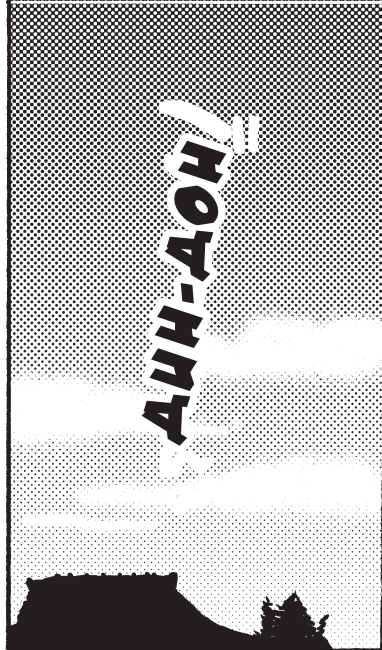


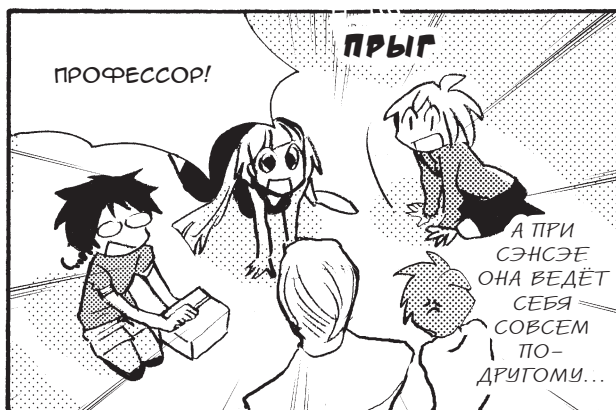
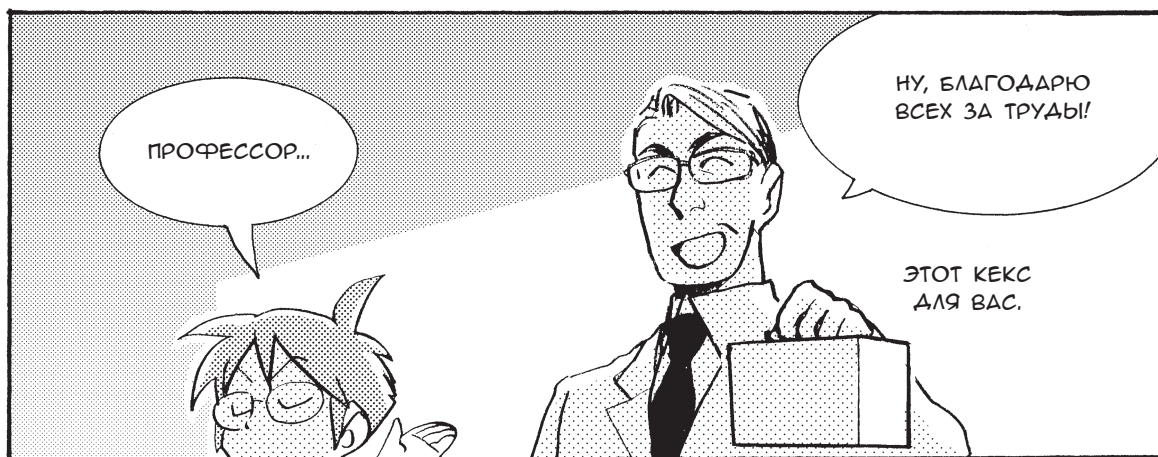






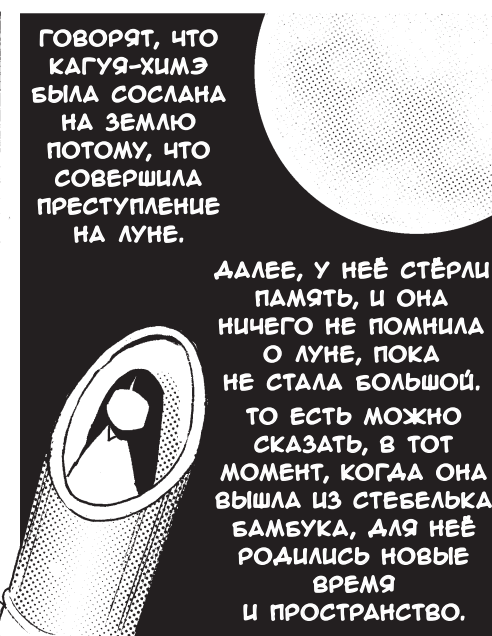
ЭПИЛОГ
**НАША ВСЕЛЕННАЯ —
ЕДИНСТВЕННАЯ?**





ПРЕДСТАВЛЕНИЕ





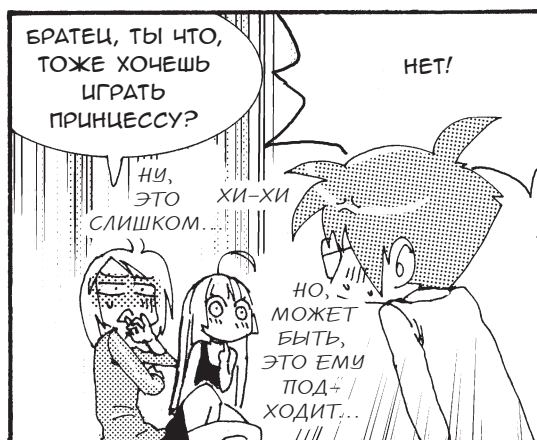




ВЕДЬ В ВЫМЫШЛЕННОМ МИРЕ
МОЖНО СВОБОДНО ПОСЕЩАТЬ
ДРУГИЕ ВСЕЛЕННЫЕ!



ДА, В СЛЕДУЮЩИЙ
РАЗ МНЕ НЕ ХО-
ТЕЛОСЬ БЫ БЫТЬ
АССИСТЕНТОМ...



БРАТЕЦ, ТЫ ЧТО,
ТОЖЕ ХОЧЕШЬ
ИГРАТЬ
ПРИНЦЕССУ?

НЕТ!

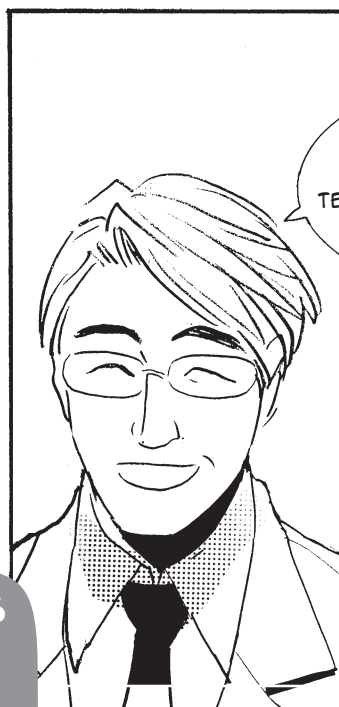
НУ,
ЭТО ХИ-ХИ
СЛИШКОМ...

НО,
МОЖЕТ
БЫТЬ,
ЭТО ЕМУ
ПОД-
ХОДИТ...



МНЕ КАЖЕТСЯ,
Я СМОГУ
НАПИСАТЬ ЧТО-ТО
ИНТЕРЕСНОЕ!

СЭНСЭЙ,
РАССКАЖИТЕ НАМ
ПОБОЛЬШЕ ПРО
ВСЕЛЕННУЮ!



С УДОВОЛЬСТВИЕМ!
НА ЭТОТ РАЗ
Я ЗАТРОНУ ТАКЖЕ
ТЕОРИЮ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ
И КВАНТОВУЮ ТЕОРИЮ...

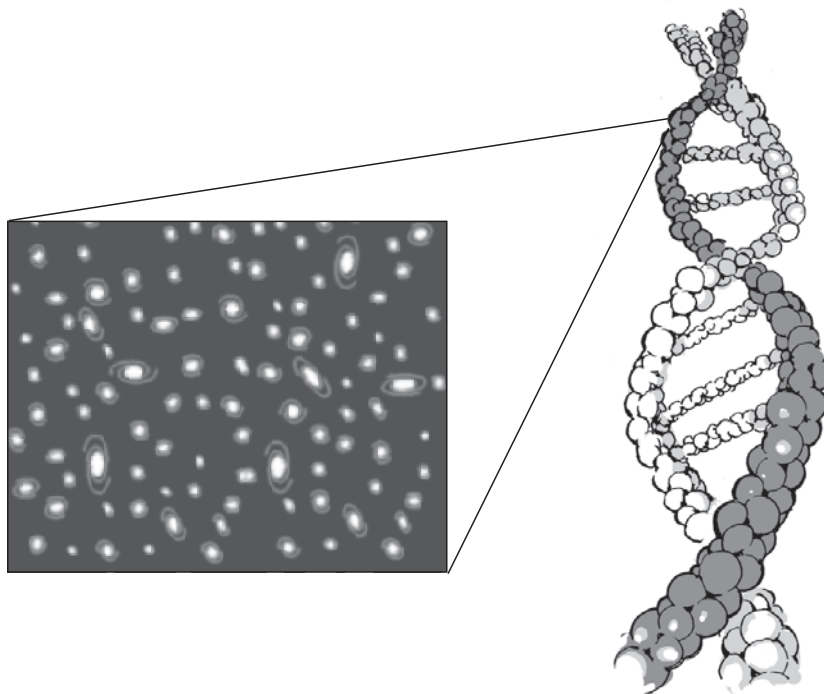


» ВСЕЛЕННЫХ МНОЖЕСТВО?!

Теория мультивселенной (multiverse) — это точка зрения, согласно которой кроме нашей существует ещё множество вселенных. Здесь в качестве резервуара для вселенных (пространств) вводится понятие «сверхпространство», в котором плавают, подобно буйкам на поверхности воды, множество вселенных. Неизвестно, как связаны между собой различные вселенные, но Кавабата Киёси, главный редактор этой книги, разделяет такое романтическое представление: «Все вселенные взаимосвязаны и, возможно, все вместе формируют единый сверхорганизм».

Космический принцип, согласно которому Вселенная везде однородна и особых мест в ней не существует, можно толковать в ещё более широком смысле, и тогда идея об исключительности нашей Вселенной станет неубедительной, ведь можно будет предположить существование бесчисленного множества других вселенных.

Другими словами, если предположить наличие «сверхкосмологического принципа», то мультивселенная, по крайней мере в рамках философских рассуждений, перестаёт казаться такой уж странной теорией.



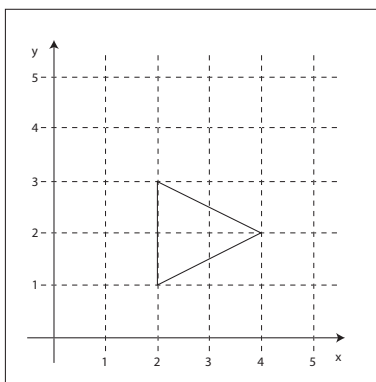
Представление о мультивселенной.

★ КРАЙ ВСЕЛЕННОЙ, РОЖДЕНИЕ ВСЕЛЕННОЙ И, НАКОНЕЦ, СМЕРТЬ ВСЕЛЕННОЙ

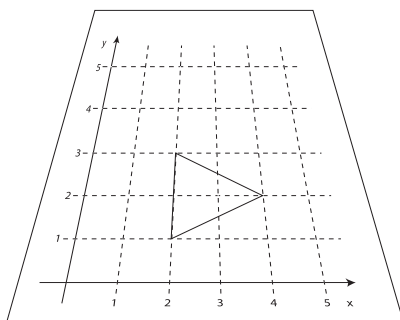
Космический корабль, который, стремясь достигнуть края Вселенной, когда-нибудь вернётся обратно, хотя всё время летит по прямой. Принять такое, должно быть, не просто, даже если вам скажут: «Причина — в искривлении пространства». Даже я, пишущий сейчас эти строки, не обладаю на самом деле совершенным пониманием. Поэтому давайте здесь, как «непонимающие», попытаемся хотя бы немного приблизиться к истине, по возможности не приводя сложных объяснений с теоретическими выкладками и математическими формулами.

★ Почему пространство искривляется?

Если мы сразу будем рассматривать здесь трёхмерное пространство, то ничего не сможем понять, поэтому, пользуясь стандартным приёмом, уменьшим число измерений на 1 и рассмотрим двумерное пространство, то есть мир, расположенный на поверхности листа бумаги. Положение всех объектов подобного мира можно выразить с помощью двух координатных осей.



Этот рисунок сам по себе не создаёт впечатления «пространства», поэтому давайте попробуем поместить его в три измерения.



Теперь давайте подумаем. Изображённое выше двумерное пространство для нас является «плоскостью». Это мир, ровный, как доска. Однако возможно ли подобное в общем случае?

Например, когда вы держите на весу лист бумаги, если он не очень толстый и твёрдый, то обязательно прогнётся. Он не будет натянут, как струна.

Разумеется, что для жителей двух измерений совершенно не имеет значения, искривлён их мир в трёхмерном смысле или нет. Так как мир, который может быть выражен координатами x и y , не изменится, даже если этот лист бумаги свернуть в трубку или смять, им это будет совершенно всё равно. И естественно, что подобного искривления пространства они даже не заметят.

★ Вернёмся ли мы на прежнее место, если будем продвигаться вперёд по плоскости, по цилиндру или по сфере?

Степень искривления носит название «кривизна». Если кривизна равна 0, то объект прямой, а чем она больше, тем сильнее он искривляется.

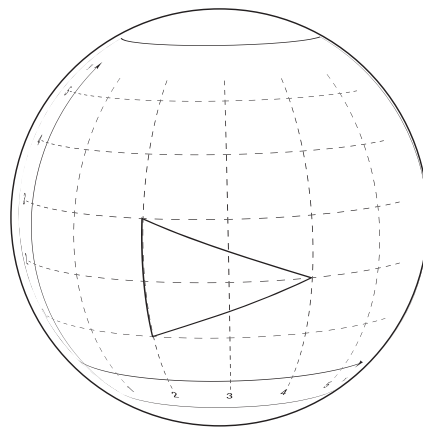
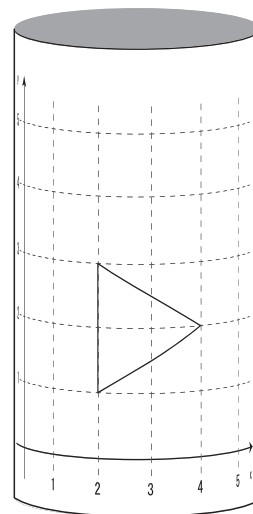
Если мы посмотрим на только что упомянутый мир листка «в клеточку», то для нас, находящихся в трёх измерениях, он будет двумерным пространством с нулевой кривизной. Однако лист бумаги почти всегда изгибается, и поддержание нулевой кривизны выглядит непростой задачей.

Тогда представим, что в направлении оси x кривизна перестала быть равной нулю. На схеме это будет выглядеть как изогнутость в горизонтальном направлении. Что же при этом произойдёт?

В том случае, если пространство (в этом случае — двумерная плоскость) простирается бесконечно, при условии постоянной кривизны в трёх измерениях произойдёт закругление и в итоге будет так, как показано на рисунке справа вверху. Концы положительного и отрицательного направлений оси x соединятся и образуют фигуру, напоминающую цилиндр.

Как мы неоднократно говорили, жители двумерного мира, разумеется, не будут знать, является ли их мир цилиндром или нет. Правда, если они захотят пойти по адресу « x = бесконечность», то очень удивятся, заметив, что, начиная с какого-то момента, координата x станет отрицательной.

Также можно сказать, что «двумерное пространство, которое искривлено только в направлении оси x », — это тоже довольно специфический случай.



Если держать на весу предмет, имеющий свойства ткани, то он будет искривляться как по длине, так и по ширине. Следовательно, распространив кривизну и в направлении оси y , мы получим не что иное, как сферу.

Даже если кривизна в направлениях осей x и y не будет постоянной, если изгиб поверхности в определённом направлении будет продолжаться, то обширное двумерное пространство в конце концов сомкнётся в направлении обеих осей — x и y , образовав замкнутую шароподобную фигуру.

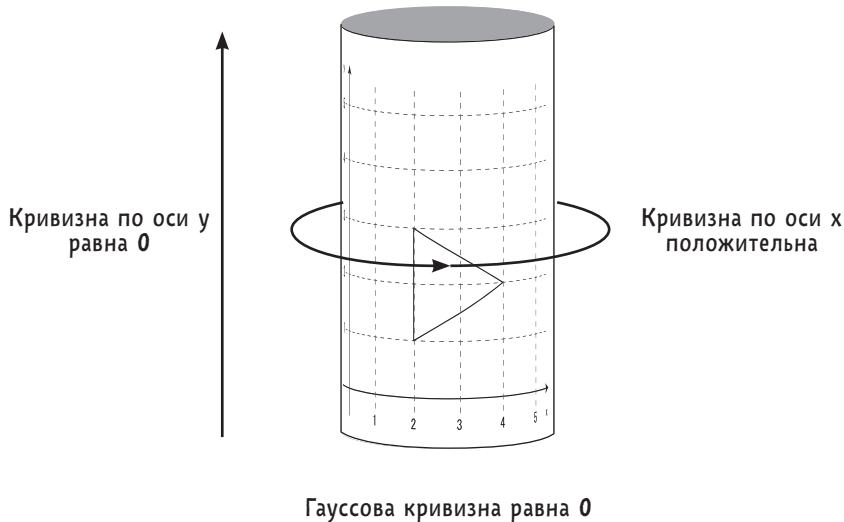
Но это также должно быть справедливо и для трёхмерного пространства.

Если три координатные оси, которые мы можем определить, являются прямыми и в четырёхмерном смысле, то мы можем лететь вперёд по Вселенной до бесконечности. Но если они хоть немного искривлены, то когда-нибудь мы вернёмся туда, откуда вылетели.

» В КОСМИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ГАУССОВА КРИВИЗНА*

Когда размышляют о такой вещи, как «искривлённое сечение», часто используют понятие «гауссова кривизна». Это произведение максимальной и минимальной кривизн в одной точке кривой поверхности.

В случае цилиндра, подобного изображённому на рисунке, кривизна по оси x положительна, но кривизна по оси y равна 0. Следовательно, произведение максимальной и минимальной кривизн K_{xy} будет равным нулю, и тогда окажется, что, хотя цилиндр — кривая поверхность, его гауссова кривизна равна 0, как у плоскости. В этом смысле он представляет собой пространство с довольно отличными от сферы свойствами.



* В случае не менее чем трёхмерного пространства её часто называют «секционной кривизной».

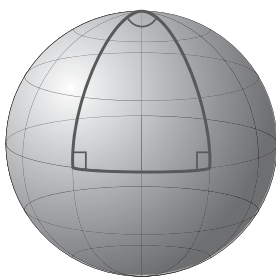
★ Три предполагаемых «формы Вселенной»

Кстати, эта кривизна совсем необязательно равна либо нулю, либо положительно-му значению. Мы переходим к немного сложной теме, но с точки зрения математики допускается также отрицательная кривизна.

Объяснить это только с помощью текста, без математических формул, очень сложно. Я сам не очень хорошо понимаю это. Здесь я на основе объяснений, любезно предоставленных мне Кавабатой Киёси, попробую привести как можно более понятное описание.

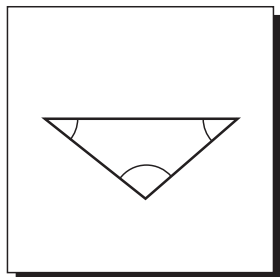
Первым делом мне бы хотелось, чтобы вы здесь ещё раз вспомнили три рисунка «двумерной модели Вселенной», которые профессор Сануки использовал в своей лекции. Там были показаны сферическая поверхность, плоскость, а также не слишком привычная вам форма под названием «поверхность вращения трактрисы». Кстати, на рисунке она выглядит как заострённая гора Фудзи, но для большей доходчивости изображена всего лишь часть поверхности — на самом деле она простирается дальше вверх и вниз. Это подобно тому, что изображённая на рисунке плоскость ни в коем случае не является прямоугольником, а бесконечно продолжается во всех четырёх направлениях.

Кривизна положительна



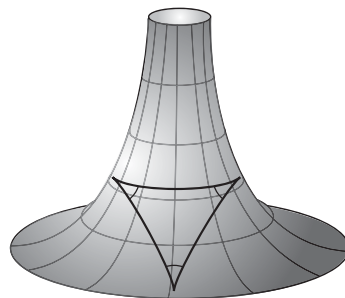
Сумма внутренних углов больше 180°

Кривизна равна 0



Сумма внутренних углов равна 180°

Кривизна отрицательна



Сумма внутренних углов меньше 180°

Три модели Вселенной.

Итак, давайте попробуем нарисовать треугольник на каждой из этих трёх моделей. Вспомним уроки математики: сумма внутренних углов на модели 2, «плоскости», будет равна 180° .

А что насчёт 1-й модели, «сферической поверхности»? Здесь сумма будет больше 180° . Наконец, на 3-й модели, «трактрисе вращения», сумма внутренних углов будет меньше 180° .

Утверждение «сумма внутренних углов больше 180° » легко понять, если представить треугольник, основание которого является экватором Земли, а одной из вершин — Северный полюс. В этом случае стороны, связывающие эту вершину и основание (то есть меридианы), образуют с основанием (экватором) прямые углы (90°).

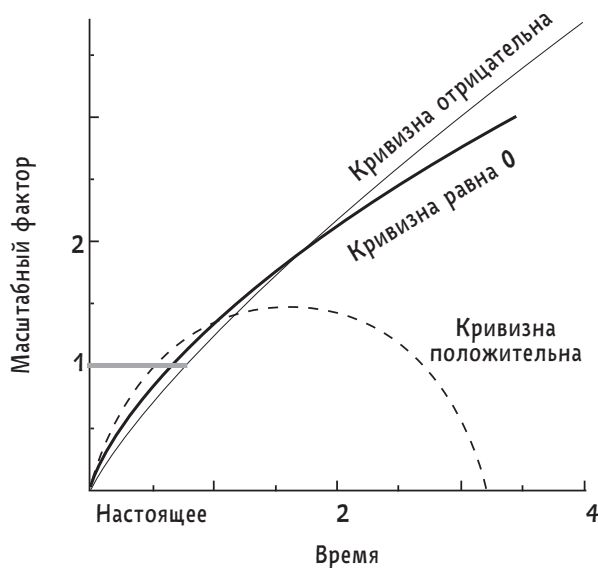
Следовательно, сумма только двух внутренних углов, образованных основанием, уже равна 180° , а если к этому прибавить ещё внутренний угол при вершине, то сумма окажется больше 180° . В этом заключается смысл того, что кривизна положительна.

Случай с отрицательной кривизной на примере представить сложнее, поэтому здесь мы не будем его объяснять.

Полагают, что трёхмерная Вселенная, которую мы с вами осознаём, при взгляде из четвёртого измерения должна иметь одну из трёх форм: с положительной, с нулевой или с отрицательной кривизной.



Модели Вселенной Фридмана.



Временные изменения в модели Вселенной Фридмана.

Александр Фридман (1888—1925), российский и советский математик и астрофизик, на основе предпосылки о динамической Вселенной, продолжающей расширение или сжатие, размышлял о том, что будет с пространством в случаях положительной, нулевой и отрицательной кривизны. Возможные варианты изображены в виде двумерных моделей на стр. 222, на верхнем рисунке. Галактики, «наклеенные» на поверхность, изображены в виде букв «S».

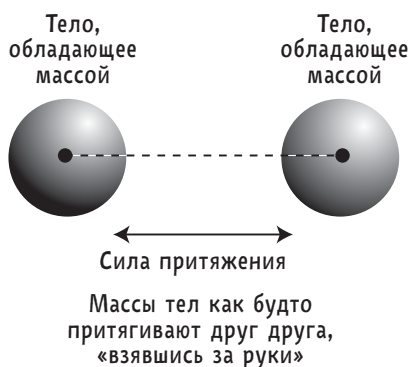
Кстати, случай отрицательной кривизны за его форму называют ещё «конским седлом», но это всё та же поверхность вращения трактрисы, только при взгляде под другим углом.

Вообще-то из-за того, что трёхмерная Вселенная изображена в двумерном виде, представить это достаточно сложно. Правда, если рассуждать математически, то все случаи искривления пространства (с положительной, нулевой или отрицательной кривизной) отличаются друг от друга, поэтому количество допустимых форм Вселенной будет равно трём. Для начала я хотел бы, чтобы вы запомнили только это.

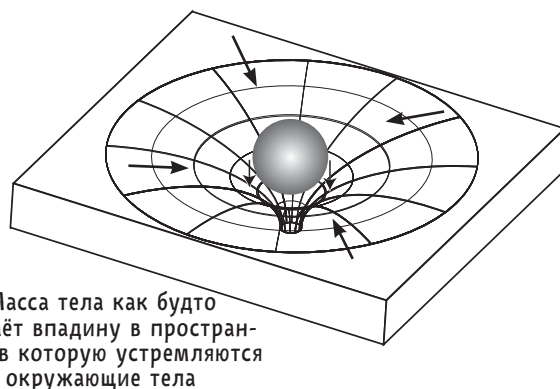
★ Вселенная динамична или статична?

Ранее мы узнали о том, что Хаббл, открыв красное смещение в спектрах светил, пришёл к выводу о расширении Вселенной. Однако Хаббл обнаружил это в 1929 году, и это было уже после смерти Фридмана. Другими словами, идея о том, что «Вселенная — это динамический объект, размеры которого изменяются», существовала до Хаббла. Повод для неё дал Альберт Эйнштейн (1879—1955), однако сам он рассматривал скорее статичную «неизменную Вселенную», что привело его к серьёзной ошибке.

В общей теории относительности, которую Эйнштейн опубликовал в 1916 году, он полагал, что гравитация (сила притяжения) «представляет собой физическое явление, возникающее из-за искривления пространства, вызываемого телами, обладающими массой». Другими словами, он считал, что это — не взаимное притяжение масс, как в физике Ньютона, а влияние, которое они оказывают на пространство. То есть по представлению Ньютона, массы, «взявшись за руки», притягиваются друг к другу. Эйнштейн же полагал, что они создают в пространстве (на рисунке показано в виде плоскости) впадины, в которые устремляются окружающие тела.



Представление гравитации на основе физики Ньютона.



Гравитация в представлении Эйнштейна.

Однако даже эта идея не смогла ответить на вопрос, «почему Вселенная имеет свою нынешнюю форму». Действительно, если гравитация (сила притяжения) действует на все массы, то кажется странным, что Вселенная с течением времени окончательно не сожмётся (даже если положить, что первоначально она была статичной).

Кстати, по Ньютону «Вселенная бесконечно широка и существует огромное множество небесных тел, оказывающих гравитационное воздействие, поэтому сжатия не происходит даже при наличии всемирного притяжения», но многие сомневались в том, что Вселенная может поддерживаться в таком ненадёжном равновесии. Путём простейших вычислений можно показать, что это «равновесие» слишком уж неустойчиво, и если возникнет место, в котором масса хотя бы чуть-чуть больше, чем в окружении, то она начнёт собираться там, ускоренно сжимаясь.

Эйнштейн, в свою очередь, считал, что, хотя массы взаимно притягиваются, существует такое явление, как взаимное отталкивание, действующее между различными областями пространства, «и Вселенная статична, так как силы притяжения и отталкивания уравнивают друг друга». Это был вывод, к которому он пришёл в 1916 году.

Правда, всё равно становится понятно, что статичная Вселенная Эйнштейна, так же, как и Вселенная, предложенная Ньютоном, находится в состоянии чрезвычайно неустойчивого равновесия, и при появлении минимальной разности в плотности масс она сразу же становится динамичной, начинает очень быстро сжиматься или расширяться. Это дало начало последующим космологическим теориям.



Модель статичной Вселенной, предложенная Эйнштейном.

★ Ошибка Эйнштейна

В формуле, которую Эйнштейн указал в общей теории относительности (формула гравитационного поля), первоначально не было такого фактора, как сила отталкивания. Однако, по мере того, как он развивал собственную идею, он понял, что Вселенная не могла бы существовать в её нынешнем виде. Здесь он вынужденно ввёл так называемую космологическую постоянную и опубликовал свою теорию. Математически это было вполне допустимо.

Однако несколько физиков усомнились в этом. Сила отталкивания — это всего лишь абстракция, придуманная Эйнштейном, поэтому нельзя ли обойтись без неё? Если Вселенная — динамичный объект, расширяющийся или сжимающийся, то необходимость в космологической постоянной отпадает.

Наконец, Фридман открыл три решения в виде предложенных им моделей Вселенной.

Если общая масса вещества, существующего во Вселенной, мала, то гравитация не сможет перевесить силу расширения, и Вселенная будет быстро расширяться. Если масса велика, то Вселенная, наоборот, будет сжиматься. Наконец, если масса вещества случайно окажется равной критическому (граничному) значению, промежуточному по отношению к двум вышеприведённым случаям, то, хотя расширение будет продолжаться, его скорость в конце концов уменьшится. Это демонстрирует график, приведённый на стр. 222.

Говорят, что, когда впоследствии выяснилось, что «Вселенная, похоже, действительно расширяется», Эйнштейн, введший космологическую постоянную и отринувший возможность расширения Вселенной, с горечью заметил: «Это была самая большая ошибка в моей жизни».

» А ВЕДЬ ЭЙНШТЕЙН БЫЛ ПРАВ

Не способный ничего возразить против теории расширения Вселенной, Эйнштейн, схватившись руками за голову, убрал космологическую постоянную из своей формулы гравитационного поля. Но спустя более чем 30 лет после его смерти (1955 г.) происходит нечто ранее невообразимое.

Согласно предложенной в 80-х годах XX века инфляционной модели, Вселенная сразу же после своего рождения резко расширилась, а затем произошёл Большой взрыв. Однако, если предположить это резкое расширение, возникает необходимость существования какого-либо источника энергии для этого, в связи с чем интерес к космологической постоянной вновь растёт. Анализ данных наблюдений за космическим фоновым излучением, наблюдения за сверхновыми типа Ia указывают на ускоренное расширение Вселенной, в связи с чем в настоящее время космологическая постоянная стала необходима.

Если размышлять подобным образом, то самая большая в жизни ошибка Эйнштейна заключалась скорее в том, что он однажды отрёкся от своей собственной космологической постоянной. Если бы он тогда сказал, что «космологическая постоянная обязательно понадобится», то его гений заслужил бы, наверное, ещё большей славой.

★ Что случится со Вселенной в самом конце?

Как бы там ни было, Вселенная, похоже, динамически изменяется. Тогда что же случится с нашей Вселенной по прошествии достаточно длительного времени?

Здесь давайте рассмотрим Вселенную Фридмана — Леметра, полученную добавлением к модели Фридмана, представленной на предыдущих рисунках, теории Жоржа Леметра (1894—1966), астрофизика из Бельгии, который являлся также одним из поборников теории расширения Вселенной. Однако для этого необходимо обладать некоторыми предварительными знаниями, поэтому прочитайте приведённое ниже объяснение главного редактора Кавабаты Киёси.

В случае с Вселенной Фридмана дело обстоит чрезвычайно просто: знак кривизны пространства однозначно соответствует средней плотности вещества, существующего во Вселенной в настоящее время (ρ_m). Если ρ_m больше некоторого критического значения ρ_0 , которое называется критической плотностью, то кривизна пространства положительна, если равно ему, то нулевая, если меньше, то отрицательна. В связи с этим исследователи часто используют не саму ρ_m , а её отношение к критической плотности Ω_m , равное ρ_m/ρ_0 . Тогда знак кривизны пространства k будет положителен, если $\Omega_m > 1$, равным нулю, если $\Omega_m = 1$ и отрицательным, если $\Omega_m < 1$.

Если применить знаменитую формулу Эйнштейна $E = mc^2$, то плотность энергии, которой обладает космологическая постоянная, тоже может быть приведена к соответствующей плотности вещества, поэтому можно найти её отношение к критической плотности и обозначить его как Ω_Λ . В случае с Вселенной Фридмана — Леметра отношение с кривизной пространства k сведётся к виду $k = \Omega_m + \Omega_\Lambda - 1$, поэтому здесь, в отличие от Вселенной Фридмана, нельзя сказать, что знаки k и Ω_m будут однозначно соответствовать друг другу.

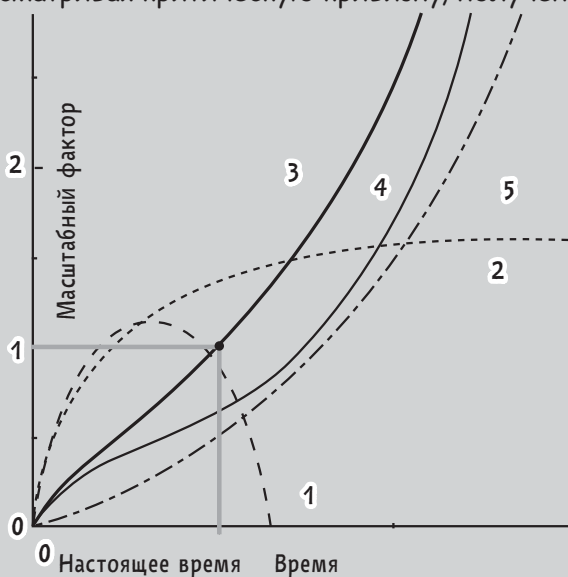
Всё же, если ограничиться рассмотрением Вселенной, рождённой Большим взрывом, то есть в состоянии, когда её размеры были почти нулевыми, можно сравнительно просто классифицировать модели. Рассматривая критическую кривизну, полученную с помощью Ω_m и Ω_Λ , которые я только что затронул:

$$k_c = \left(\frac{27}{4} \Omega_\Lambda \Omega_m^2\right)^{1/3},$$

мы получим:

а) в случае $k > k_0$ — замкнутую Вселенную, временное развитие в которой напоминает 1-ю модель Вселенной Фридмана (модель 1 на рис.);

б) в случае $k = k_0$ — ограниченно расширяющуюся Вселенную, близкую к так называемой статической Вселенной, предложенной Эйнштейном: начавшись с Большого взрыва, она вечно расширяется, приближаясь к определённым размерам (модель 2 на рис.);



Временные изменения в модели Вселенной Фридмана — Леметра.

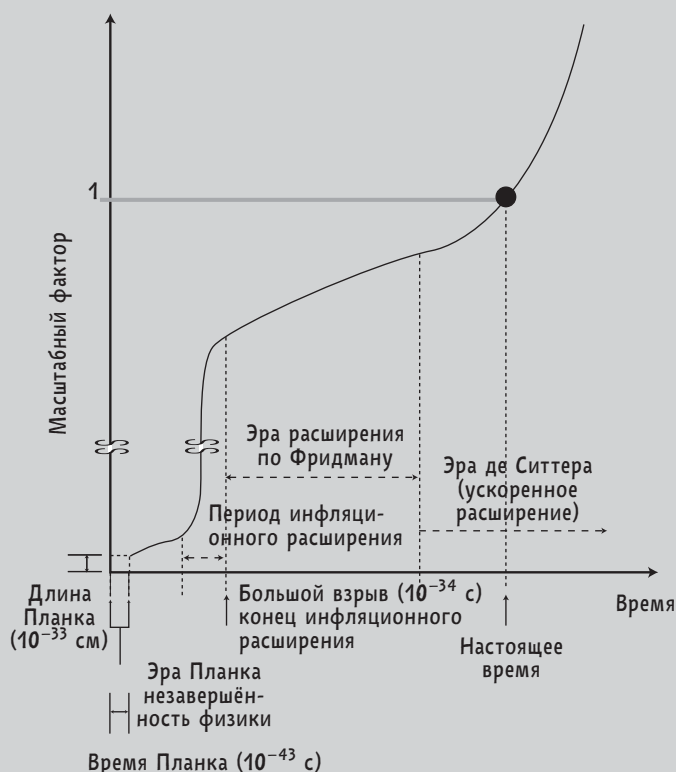
в) в случае $k < k_0$ — неограниченно расширяющаяся Вселенная: возникшая вследствие Большого взрыва, она некоторое время расширяется с замедлением, как Вселенная Фридмана, но потом под влиянием космологической постоянной переходит к вечному и неограниченному ускоренному расширению (модели 3 и 4 на рис.).

Особо стоит сказать, что в 3-й модели $k = 0$, то есть кривизна нулевая, а значит, это можно назвать плоским пространством евклидовой геометрии, преподаваемой в средней и старшей школе. В настоящее время эта модель наиболее популярна среди исследователей, и на основании, например, наблюдений за сверхновыми типа Ia полагают, что мы уже вошли в период ускоренного расширения, называемый периодом де Ситтера.

Если принять постоянную Хаббла равной $73,2 \text{ км/с/Мпк}$, а $\Omega_m = 0,24$, то возраст современной Вселенной окажется равным хорошо известному значению — 13,7 млрд лет. Модель 4 соответствует Вселенной, космологическая постоянная в которой ещё больше, чем в модели 3, но поначалу расширение в модели 4 идёт медленнее, чем в модели 3. Однако при переходе к ускоренному расширению коэффициент расширения резко возрастает.

Для сведения я также привёл в качестве модели 5 один из примеров Вселенной де Ситтера, которая обладает только космологической постоянной. Эта Вселенная расширяется экспоненциально, но хорошо передаёт состояние нашей Вселенной как в период инфляционного расширения, так и в нашу эпоху ускоренного расширения. Эту модель часто путают с «Вселенной де Ситтера — Эйнштейна», которая на самом деле не имеет космологической постоянной, содержит только материю и имеет нулевую кривизну, что соответствует второй модели рисунка на стр. 222 — так называемой плоской Вселенной Фридмана.

Окончательного вывода по вопросу о том, что представляет собой наша Вселенная и какое будущее её ожидает, ещё не сделано. И если в дальнейших исследованиях не выяснится более точно история, плотность вещества и энергии, кривизна пространства нашей Вселенной, то ответы на эти вопросы мы получить, наверное, не сможем.



Наша Вселенная в начальный период и её будущее.

Согласно данным наблюдений, полученным вплоть до последнего времени, считается, что Вселенная, скорее всего, будет долго расширяться. Вдобавок скорость расширения быстро растёт. Это говорит о многом.

Что будет, если Вселенная, не переходя к сжатию, продолжит долгое время расширяться? Естественно, в итоге пространство станет крайне разреженным и превратится в мир раздельно существующих элементарных частиц, абсолютно лишённый всяких колебаний как материи, так и энергии. Вот так может выглядеть конец Вселенной, если исходить из естественного развития событий.

Правда, есть учёные, поддерживающие теорию Мультивселенной, согласно которой наша Вселенная не является единственной и абсолютной и кроме неё существует множество других вселенных. Хотя истинное положение вещей узнать мы не в состоянии, такой вариант психологически более приемлем.

★ Увлекательный процесс превращения воображения в научную теорию

Во многих трудах по космологии содержатся фразы вроде «здесь заканчивается область современных знаний» или «дальнейшее изложение представляет собой плод воображения». Из этих слов следует вывод, что наука, получившая рождение и развитие благодаря человеку, раскрыла ещё далеко не все загадки природы.

Да что там говорить, когда многие учёные в один голос утверждают, что «мы ещё не понимаем практически ничего». Правда, они при этом сразу же добавляют: «Именно поэтому процесс исследования так увлекателен и ценен».

Кстати, во Вселенной существует такая вещь, как проблема горизонта.

Согласно теории относительности, информация не может передаваться из одной точки в другую быстрее скорости света. И это естественно, так как ничего из того, что существует в нашем мире, не может развить сверхсветовую скорость. Следовательно, такое действие, как наблюдение за далёким небесным телом в телескоп, хотя и позволяет всего лишь видеть свет, испущенный много десятков тысяч или сотен миллионов лет назад, но для нас именно это — наибо́льшей скорости путь получения самой свежей информации о Вселенной.

С другой стороны, теория Большого взрыва говорит о том, что «был период рождения Вселенной и у неё есть возраст». То есть время Вселенной ограничено.

По вопросу о возрасте Вселенной существуют разные теории, но считается, что она родилась от 13,7 до 14,6 млрд лет назад. А так как таких явлений, как свет или радиоволны, с помощью которых «передаётся информация», до рождения Вселенной ещё не существовало, для нас познаваемая Вселенная ограничена сферой, радиус которой равен «расстоянию, проходимому достигающим Земли светом».

В настоящее время Вселенная продолжает расширяться, поэтому в действительности расстояние до горизонта Вселенной (горизонта событий) составляет около 47 млрд световых лет. Что находится дальше, мы проверить не можем, какие бы методы ни использовали. Мысль об этом, наверное, повергнет некоторых в уныние.

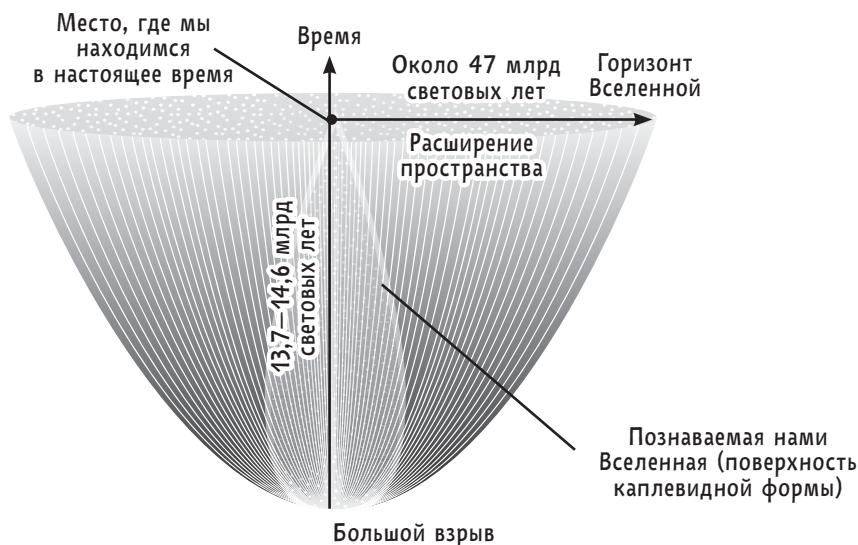
Однако это всего лишь «предел физических наблюдений», и современная космология уже превосходит его. Для исследования таких явлений, как крупномасштабная структура Вселенной, образованная Великой стеной и войдами (пустотами), тёмная материя и тёмная энергия, Мультивселенная, многомерное пространство, горизонт Вселенной препятствием не является.

Я думаю, что именно в этом заключается наивысшая радость размышлений о Вселенной.

Путём мысленных построений на основе наблюдаемых фактов, новых наблюдений, экспериментов, размышлений постепенно превращать абсолютно непознаваемое в достоверную научную теорию — именно это и есть наука.

В мире много непонятого, и это не ограничивается только научными проблемами: даже душу другого человека мы, наверное, ни за что не сможем познать. Но мы же, несмотря на это, не разочаровываемся в отношениях с другими людьми. Мы счастливо живём, радуясь дружбе и любви.

Интерес к Вселенной — это то же самое.



Большой взрыв

Горизонт Вселенной.

ОТ РЕДАКТОРА

В этот раз мне выпала честь оказывать помощь уважаемому мной Кэндзи Исикаве в создании данной книги. В прошлом я получил от господина Исикава содействие в написании своего скромного произведения «Долгое путешествие длиной в 14,6 млрд световых лет», поэтому, помогая ему, я чувствовал, что возвращаю ему свой долг. Я старался обеспечить точность изложения: по возможности тщательно просмотрел рукопись и если находил там ошибки или несоответствия, то требовал исправить их, невзирая на причиняемое автору и издательству беспокойство.

Изучение Вселенной неуклонно продвигается, и даже исследователям становится трудно в достаточной степени усваивать содержание передовых идей в своей области. Тем более понять полную картину Вселенной — это почти непосильная задача для кого бы то ни было.

Рассматривая содержание книги с этой точки зрения, остаётся только удивляться тому, как автору удалось, начиная с обзора Солнечной системы и заканчивая объявлением космологических теорий в конце книги, так хорошо ознакомиться с основными результатами последних наблюдений, успехами теоретических исследований и умело соединить всё это в одной книге. Вдобавок автор не забыл тщательно изложить основы астрономии и астрофизики. Кроме того, он вложил в эту книгу свой глубокий интерес и горячую страсть к поиску ответов на загадки Вселенной, поэтому у него получилась исключительно живая, уникальная и интересная книга.

Кроме того, сила манги в качестве средства коммуникации — огромна, она, что ни говори, эффективнее простого изложения. Я, как главный редактор, долгие годы имеющий отношение к космологии, буду очень рад, если эта книга поможет многим читателям углубить понимание новой картины Вселенной, освежить интерес к ней и пробудит желание заняться поиском ответов на её загадки.

Ноябрь 2008 года

Киёси Кавабата

ФОТОГРАФИИ

☆ Основной текст

- Стр. 67 Отражатель для измерения расстояния, установленный на поверхности Луны. Коллекция Космического центра Джонсона, НАСА.
- Стр. 85 Снимок, сделанный американской автоматической межпланетной станцией Маринер-10. Геологическая служба США.
- Стр. 124 Галактика, удалённая на расстояние 12,88 млрд световых лет. Японская Национальная астрономическая обсерватория.
- Стр. 124 Телескоп СУБАНУ. Японская Национальная астрономическая обсерватория.
- Стр. 125 45-метровый радиотелескоп японской Национальной астрономической обсерватории в городе Нобеяма. Японская Национальная астрономическая обсерватория.
- Стр. 128 Планеты Солнечной системы. НАСА.

☆ Цветные вкладки

- Поверхность Марса, сфотографированная аппаратом Марс Пасфайндер. Лаборатория реактивного движения, НАСА.
- Спутник Сатурна Титан. Лаборатория реактивного движения, НАСА.
- Спутник Юпитера Ио, сфотографированный космическим аппаратом «Галилео». Предоставлено Лабораторией реактивного движения, НАСА.
- Туманность Орла. Проект «Наследие Хаббла» (Научный институт космического телескопа/спутник AURA), Европейское космическое агентство (ESA), НАСА.
- Крабовидная туманность. НАСА/Европейское космическое агентство ESA/Лаборатория реактивного движения/Аризонский государственный университет.
- Туманность Андромеды. Джейсон Вэа (Jason Ware).
- Сверхглубокий космос. НАСА, Европейское космическое агентство (ESA), С. Беквит (S. Beckwith) (Научный институт космического телескопа) и рабочая группа HUDF (сверхглубокое поле телескопа Хаббла).

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

COBE (Cosmic Background Explorer), также известный как **Explorer 66** — спутник, космическая обсерватория, предназначенная для изучения реликтового фона Вселенной.

WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe) — космический аппарат НАСА, предназначенный для изучения реликтового излучения, образовавшегося в результате **Большого взрыва** в момент зарождения Вселенной.

Альфа Центавра — ближайшая к Солнцу звёздная система в созвездии Центавра, состоящая из трёх звёзд (Ригель Кентаврус, Бунгула и Толиман).

Абсолютная звёздная величина — видимая звёздная величина, которую имела бы звезда, если бы находилась на расстоянии 10 пк, или 32,6 световых лет от Земли.

Ангидриобиоз — частный случай анабиоза, когда организмы могут выживать без воды.

Апертура — диаметр объектива или главного зеркала телескопа, основная его характеристика. Величина апертуры определяет яркость и чёткость всего, что можно увидеть в телескоп. Чем больше апертура, тем лучшие возможности для наблюдений он обеспечивает.

Апогей (от греч. «*apo*» — вдали и «*geo*» — Земля) — точка орбиты Луны или искусственного спутника Земли, наиболее удалённая от центра Земли.

Астероиды — небольшие, состоящие из твёрдых пород, планетоподобные тела

солнечной системы диаметром от 1 до 1000 км.

Астрономическая единица (а. е.) — среднее расстояние от Земли до Солнца (или большая полуось земной орбиты), равное 149 500 000 км. Применяется для измерения расстояний в пределах Солнечной системы.

Астрофизика — крупнейший раздел астрономии, изучающий всё многообразие физических явлений во Вселенной.

Афелий (от греч. «*apo*» — вдали и «*helio*» — Солнце) — точка орбиты планеты, кометы или какого-либо другого тела, обращающегося вокруг Солнца, наиболее удалённая от Солнца. Земля в своём годичном движении вокруг Солнца проходит афелий в начале июля.

Балдж (от англ. *bulge* — «вздутие») — яркий центральный компонент спиральных галактик. Имеет сферическую форму и размер от сотен парсеков до нескольких килопарсеков. Состоит в основном из старых звёзд, движущихся по вытянутым орбитам.

Белый карлик — очень плотная горячая звезда малых размеров, состоящая из вырожденного газа. Обычно радиус белого карлика составляет 0,2 радиуса Солнца, светимость — 0,01 светимости Солнца, масса равна массе Солнца. Белые карлики считаются конечной стадией эволюции обычных звёзд после исчерпания термоядерных источников энергии.

Большой взрыв (от англ. *Big Bang*) — гипотетическое начало расширения Вселенной, первоначально находившейся в некотором начальном (сингулярном) состоянии. По современным представлениям, наблюдаемая нами Вселенная возникла $13,73 \pm 0,12$ млрд лет назад и с тех пор непрерывно расширяется и охлаждается.

Браге, Тихо (1546—1601) — датский астроном, реформатор практической астрономии. Определил положение светил с наивысшей для своего времени точностью, составил каталог звёзд. На основе его наблюдений Кеплер вывел законы движения планет.

Бритва Оккама — принцип, согласно которому более простым теориям следует отдавать предпочтение перед сложными, если и те, и другие в равной степени согласуются с эмпирическими, опытными данными.

Великая стена — колоссальная, гравитационно не связанная система галактик. Она не была создана силами взаимного притяжения светящейся материи. Полагают, что причину её возникновения следует искать в ранней Вселенной, непосредственно сразу после **Большого взрыва**. Стена состоит из множества скоплений и сверхскоплений галактик и тянется на миллиард световых лет, являясь самой большой из известных структур. К настоящему времени обнаружены две Великих стены: Великая стена Слоуна и Великая стена CfA2.

Видимая звёздная величина — наблюдаемая яркость небесного объекта. Зависит как от реальной мощности излучения объекта, так и от расстояния до него. Шкала видимых величин ведёт начало от звёздного каталога Гиппар-

ха, в котором все видимые глазом звёзды впервые были разбиты на 6 классов по яркости.

Возраст Вселенной — согласно теории «**Большого взрыва**», это время между **Большим взрывом** и настоящим днём, что составляет приблизительно 13,7 млрд лет.

Войды (от англ. *voids* — пустоты) — огромные пустые районы Вселенной, по краям которых расположены сверхскопления галактик. Размеры войдов составляют порядка сотни мегапарсеков.

Галактики — большие системы, содержащие звёзды, межзвёздный газ, пыль, тёмную материю и, возможно, тёмную энергию, связанные между собой силами гравитационного взаимодействия. Как правило, галактики содержат от нескольких миллионов (10^6) до нескольких триллионов (10^{12}) звёзд. Галактики называют также островными вселенными. Наша галактика именуется «Галактика» (с заглавной буквы), или «Млечный Путь».

Галилей, Галилео (1564—1642) — итальянский учёный, один из основателей точного естествознания. Построил первый телескоп с 32-кратным увеличением. Открыл горы на Луне, четыре спутника Юпитера, фазы Венеры, пятна на Солнце.

Ганимед — самый большой спутник Юпитера и всей солнечной системы, имеющий размер планеты. Его диаметр составляет 5268 км. Получил свое название по имени сына троянского царя и нимфы Каллирои.

Гелиоцентрическая система мира (от греч. «гелио» — солнце и *центр*) — учение, согласно которому Земля, как

и другие планеты, обращается вокруг Солнца и, кроме того, вращается вокруг своей оси.

Геоцентрическая система мира (от греч. «гео» — Земля и *центр*) — существовавшее в древности представление, согласно которому Земля неподвижно покоится в центре мира, а все небесные светила движутся вокруг неё.

Герцшпрунг, Эйнар (1873—1967) — астроном, член Нидерландской и Датской, член-корреспондент Парижской академии наук. Открыл (1905, 1907) разделение звезд на «гигантов» и «карликов» и существование зависимости между абсолютной звёздной величиной и спектральным классом звезд (в дальнейшем эта зависимость была детально исследована американским астрономом Г. Расселом и получила название **диаграммы Герцшпрунга — Рассела**).

Гершель, Уильям (1738—1822) — английский астроном и оптик, член Лондонского королевского общества (1781). Основоположник звёздной астрономии. Используя выборочное исследование отдельных участков и статистическое осреднение, установил ряд общих закономерностей строения звёздного мира. Положил начало звёздной статистике. Измерил относительную яркость более чем 3000 звезд и обнаружил переменность некоторых из них.

Гиппарх (ок. 190 — ок. 120 до н. э.) — древнегреческий астроном, один из основателей астрономии. Определил расстояние до Луны. Составил каталог положений 850 звезд, в котором разделил их по блеску на 6 классов (величин).

Двойные звёзды — пары звезд, связанных в одну систему силами тяготения. Орбиты обеих звезд располагаются вокруг общего центра масс. Существуют тройные, четверные звёзды. Их называют кратными. Около 70% всех звезд входит в состав двойных или кратных звезд различного вида.

Диаграмма Герцшпрунга — Рассела (диаграмма Г-Р или диаграмма цвет — звёздная величина) — показывает зависимость между **абсолютной звёздной величиной**, светимостью, спектральным классом и температурой поверхности звезды. Диаграмма используется для классификации звезд и соответствует современным представлениям о звёздной эволюции. Предложена Эйнаром Герцшпрунгом (Дания) и независимо от него Генри Расселом (США) в 1910 г.

Доплер, Кристиан (1803—1853) — австрийский физик и астроном. Открыл эффект, названный позже его именем, и предложил использовать его для измерения скоростей двойных звезд.

Закон Хаббла (закон всеобщего разбегания галактик) — эмпирический закон, связывающий **красное смещение** галактик и расстояние до них.

Зенит — точка небесной сферы, расположенная непосредственно над головой наблюдателя.

Инфракрасное излучение (ИК излучение) — не видимое глазом электромагнитное излучение в пределах длин волн от 1—2 мм до 0,74 мкм. Составляет около 50% излучения Солнца.

Инфракрасный телескоп — разновидность телескопа, применяемая в астрономии для исследования теплового

излучения космических объектов. Принцип действия инфракрасного телескопа состоит в принятии и обработке теплового излучения. С помощью инфракрасных телескопов удалось уточнить структуру атмосфер некоторых планет, обнаружить водяной лед на поверхности спутников планет-гигантов, открыть собственное тепловое излучение Сатурна и Юпитера. Была составлена новая «тепловая» карта Вселенной, во многом отличающаяся от привычной карты звездного неба. На ней можно увидеть как остывшие планеты, так и места возможного образования новых звезд.

Кагуя — второй японский искусственный спутник Луны (первым был спутник «Хагоромо», запущенный в 1990 г.). Запущен 14 сентября 2007 г., прекратил существование 10 июня 2009 г. (Название по традиции было выбрано общественностью. Кагуя — имя лунной принцессы из старинного японского народного сказания.)

Кеплер, Иоганн (1571—1630) — немецкий астроном, один из творцов астрономии нового времени. Открыл законы движения планет. Изобрёл телескоп, в котором объектив и окуляр — двояковыпуклые линзы.

Комета — небольшое тело, состоящее из льда и камней, обращающееся вокруг Солнца по сильно вытянутой эллиптической орбите.

Конвективная зона — подповерхностный слой Солнца толщиной примерно 200 000 км, где происходит вихревое перемешивание плазмы и передача энергии к поверхности.

Коперник, Николай (1473—1543) — польский астроном, создатель гелио-

центрической системы мира. Совершил переворот в естествознании, отказавшись от принятого в течение многих веков учения о центральном положении Земли.

Коричневый карлик — космический объект, имеющий массу приблизительно от 0,01 до 0,08 массы Солнца. Температура в недрах коричневых карликов никогда не достигает значений, необходимых для протекания важнейшей термоядерной реакции — превращения водорода в гелий, которая обеспечивает длительное свечение обычных звёзд. Но на начальном этапе своей жизни коричневые карлики всё же разогреваются настолько, что «сжигают» в термоядерных реакциях некоторые редкие элементы (дейтерий, литий), что делает их на короткое время похожими на звёзды. Температура поверхности коричневых карликов обычно не превышает 2000 К, поэтому они имеют тёмно-красный или даже инфракрасный цвет; отсюда и название этих объектов (англ. *brown dwarf*).

Корона — самая внешняя и протяжённая часть солнечной атмосферы. Хорошо видна с Земли во время полных затмений как лучистый ореол, окружающий закрытый солнечный диск. Корона (как и другие слои атмосферы Солнца) неоднородна и содержит множество особенностей, таких, как стримеры, корональные дыры, петли и протуберанцы.

Космический телескоп «Спитцер» — запущен на околосолнечную орбиту 25 августа 2003 г. для изучения Вселенной в инфракрасном диапазоне шкалы электромагнитных волн. В настоящее время находится на расстоянии более 70 млн км от Земли и продолжает от неё удаляться. Датчики телескопа

улавливают тепловое излучение далёких объектов, поэтому он должен находиться как можно дальше от Солнца, тепловое излучение которого может повлиять на качество наблюдений. Название получил в честь американского астрофизика Лаймана Спитцера.

Космический телескоп «Хаббл» (англ. Hubble Space Telescope) — автоматическая обсерватория на орбите вокруг Земли. Из-за отсутствия влияния атмосферы разрешающая способность телескопа в 7–10 раз больше, чем у аналогичного телескопа, расположенного на Земле. Название получил в честь американского астронома Эдвина Хаббла.

Красное смещение — наблюдаемое для всех галактик понижение частот излучения, свидетельствующее об их удалении друг от друга и, в частности, от нашей Галактики, то есть о расширении Вселенной. Обнаружено американским астрономом В. Слайфером в 1912–1914 гг. В 1929 г. другой американский астроном, Э. Хаббл, открыл, что красное смещение для далёких галактик больше, чем для близких, и возрастает приблизительно пропорционально расстоянию (см. **закон Хаббла**).

Красные гиганты — звёзды, в ядре которых уже закончилось горение водорода. Более холодная звезда становится краснее, однако из-за своего огромного радиуса её светимость возрастает. Сочетание невысокой температуры и большой светимости и характеризует звезду как красный гигант.

Красные карлики — маленькие и относительно холодные звёзды. Диаметр и масса красных карликов не превышают трети солнечной. Температура поверхности красного карлика достигает

3500 К, что сравнимо с температурой спирали лампы накаливания.

Крупномасштабная структура Вселенной — в космологии структура распределения материи на самых больших наблюдаемых масштабах.

Лучистая зона — зона Солнца, простирающаяся от внешней границы солнечного ядра до нижней границы **конвективной зоны** и занимающая пространство примерно от 0,25 до 0,70 солнечного радиуса. Здесь практически отсутствуют макроскопические движения — энергия переносится переизлучением фотонов. Своё название зона получила от способа, которым энергия передаётся от ядра к поверхности, — через излучение.

Магеллановы Облака (Большое и Малое) — две ближайшие к нам **спиральные галактики с перемычкой**. В Южном полушарии видны невооружённым глазом в виде туманных пятен. Их открытие приписывается одному из участников кругосветного путешествия Фернана Магеллана, откуда и их название.

Марий, Симон (1573–1624) — немецкий астроном. В 1614 г. опубликовал свою знаменитую работу «*Mundus Iovialis*», в которой описал планету Юпитер и её спутники. Дал названия четырём главным спутникам Юпитера (Ио, Европа, Ганимед, Каллисто).

Межзвёздное вещество — разрежённое вещество, заполняющее пространство между звёздами, называется также межзвёздными облаками. По температуре и плотности различают четыре разных типа облаков: диффузный, тёмный, молекулярный и глобула.

Местная группа галактик — совокупность нескольких десятков ближайших галактик, окружающих нашу Галактику (**Млечный Путь**). В Местную группу входит около 35 галактик. Доминируют в ней две спиральные системы — туманность Андромеды и Млечный Путь, расстояние между которыми около 2,5 млн световых лет. Название дал американский астроном Эдвин Хаббл.

Местное сверхскопление галактик — объединение скоплений галактик диаметром около 100 млн и толщиной около 35 млн световых лет, куда входят **Местная группа** и другие соседние с ней группы. Центром служит крупное скопление галактик в созвездии Девы, удалённой от нас на 50 млн световых лет. Иногда Местное сверхскопление называют Сверхскоплением Девы (*Virgo Supercluster*), потому что его центр находится рядом со Скоплением галактик Девы.

Млечный Путь — одна из многочисленных галактик, называемая также просто **Галактика** (с заглавной буквы), — гигантская звёздная система, в которую входят Солнечная система, все видимые невооружённым глазом отдельные звёзды, а также множество звёзд, сливающихся вместе и наблюдаемых на небосводе в виде широкой расплывчатой полосы. Млечный Путь является **спиральной галактикой с перемычкой** и входит в **Местную группу**, которая, в свою очередь, входит в Сверхскопление Девы.

Мультивселенная (англ. *multiverse*, англ. *meta-universe*) — гипотетическое множество всех возможных реально существующих параллельных вселенных (включая и нашу). Представления о структуре такой мультивселенной,

природе каждой вселенной, входящей в её состав, и отношениях между этими вселенными зависят от выбранной гипотезы. Термин «мультивселенная» был предложен в 1895 г. психологом Уильямом Джеймсом и популяризирован писателем-фантастом Майклом Муркоком.

Ньютон, Исаак (1643—1727) — английский математик, астроном и физик. Открыл закон всемирного тяготения, создал теорию движения небесных тел, заложив основы небесной механики. Построил зеркальный телескоп (**телескоп-рефлектор**).

Облако Оорта — гипотетическая сферическая область Солнечной системы, служащая источником долгопериодических комет. Эта область — остаток туманности, из которой путём «слипания» частичек (под действием взаимного тяготения) образовались Солнце и планеты. Предполагаемое расстояние от Солнца до внешних границ облака Оорта — от 50 000 до 100 000 а. е. Гипотезу о существовании такой области выдвинул голландский астроном Ян Оорт в 1950 г.

Обсерватория Лоуэлла (англ. *Lowell Observatory*) — частная астрономическая обсерватория, расположенная в городе Флагстафф (Аризона, США); одна из старейших обсерваторий в США, основана в 1894 г.

Орбита — траектория движения небесного тела в пространстве. Обычно имеется в виду относительное движение взаимодействующих между собой небесных тел: например, орбиты планет вокруг Солнца, спутников вокруг планет или звёзд в сложной звёздной системе относительно общего центра

масс. Траектория может быть кругом, эллипсом, параболой или гиперболой.

Островные вселенные — см. галактики.

Парадокс Ферми — высказанный известным физиком Энрико Ферми вопрос, подвергший сомнению возможность обнаружения внеземных цивилизаций. Парадокс возник в связи с попыткой ответить на вопрос: «Является ли человечество единственной технологически развитой цивилизацией во Вселенной?» Если во Вселенной должно существовать множество развитых цивилизаций, возникает вопрос: «Где они? Почему мы не наблюдаем никаких следов разумной внеземной жизни, таких, например, как зонды, космические корабли или радиопередачи?».

Параллакс — кажущееся смещение предмета (тела) вследствие перемещения глаза наблюдателя, в частности, смещение видимого положения светила на небосводе вследствие вращения Земли (суточный параллакс) или положения Земли в противоположных точках орбиты (годовой параллакс). Используется для определения расстояния до звёзд.

Парсек — внесистемная единица измерения расстояния в астрономии, равная 206 265 астрономическим единицам, что составляет $30,857 \cdot 10^{12}$ км. Название составлено из сокращения слов «параллакс» и «секунда».

Переменная звезда — звезда, изменения блеска которой хотя бы однажды были надёжно зафиксированы на достигнутом уровне наблюдательной техники.

Перигей (от греч. «*пери*» — около и «*гео*» — Земля) — ближайшая к Земле

точка орбиты Луны или искусственного спутника Земли.

Перигелий (от греч. «*пери*» — около и «*гелио*» — Солнце) — ближайшая к Солнцу точка орбиты небесного тела, движущегося вокруг Солнца по одному из конических сечений — эллипсу, параболе или гиперболе.

Планетная система — космическая система, включающая в себя звезду и вращающиеся вокруг неё астрономические объекты: планеты со своими спутниками, астероиды, кометы и космическую пыль. Наша собственная планетная система, в которую входит Земля, образует Солнечную систему.

Планеты группы Юпитера — две планеты-гиганта Солнечной системы: Юпитер, Сатурн. Имеют небольшую плотность и краткий период суточного вращения. Атмосфера планет-гигантов состоит из метана, аммиака, водорода и гелия.

Планеты земной группы — четыре планеты Солнечной системы: Меркурий, Венера, Земля и Марс. Составляют главным образом из кислорода, кремния, железа, магния, алюминия и других тяжёлых элементов.

Пояс Койпера — область Солнечной системы, расположенная на расстоянии от 30 до около 55 а. е. от Солнца. Составляет в основном из малых тел, то есть материала, оставшегося после формирования Солнечной системы, главным образом из летучих веществ, таких, как метан, аммиак и вода. Предположение о существовании «пояса» высказали английский астроном Эдворт в 1949 г. и американский астроном Койпер в 1951 г. Первый объект в этой области был открыт в 1992 г., и к настоящему

времени число известных объектов превысило тысячу.

Протуберанцы (от лат. *protubero* — вздуваюсь) — светящиеся образования из раскалённых газов, наблюдаемые на краю диска Солнца.

Разрешение — способность оптической системы давать отдельные изображения двух близко расположенных точек.

Рассел, Генри Норрис (1877—1957) — американский астроном. Детально исследовал зависимость между светимостью и спектральными классами звёзд. Создал одну из первых теорий эволюции звёзд.

Сверхгиганты — очень редкие звёзды невообразимо большого размера. Диаметр гиганта Бетельгейзе в созвездии Ориона достигает 1000 млн км — почти в 300 раз больше Солнца.

Сверхскопление Девы — см. **Местное сверхскопление галактик**.

Сверхскопления галактик — скопления галактик, группирующиеся в ещё более крупные структуры. Могут содержать десятки или сотни скоплений галактик и иметь размер 100—200 млн световых лет в длину. Предполагают, что они имеют нитевидную и в то же время плоскую форму.

Световой год (единица длины, применяемая в астрономии) — расстояние, которое свет проходит за 1 год, равен $9,466 \cdot 10^{12}$ км.

Световой диаметр — см. **апертура**.

Сидячие полихеты — морские животные, относящиеся к сидячим многощетинковым червям (*Sedentaria*), составляющим весьма своеобразную группу в

классе многощетинковых червей, или полихет (*Polychaeta*). Эти удивительные образования, напоминающие диковинные цветы, живут в постоянных или временных домиках-трубках. Некоторые довольно ярко окрашены и достигают в длину 30 см и более.

Скопление галактик — гравитационно-связанные системы галактик, одни из самых больших структур во Вселенной. Скопления условно разделяются на два вида: *регулярные* — скопления правильной сферической формы и *нерегулярные* — скопления без определённой формы. Размеры Скоплений галактик могут достигать 10^8 световых лет.

Скопление Девы — скопление галактик, расположенное на расстоянии от 15 до 22 мегапарсеков. Ближайшее к **Местной группе** крупное скопление. Скопление Девы, как и **Местная группа**, входит в состав Местного сверхскопления галактик.

Созвездие — участок звёздного неба, выделенный для удобства ориентировки на небесной сфере и обозначения звёзд.

Солнечное ядро — центральная область Солнца радиусом примерно 150 000 км, где происходит ядерная реакция превращения водорода в гелий.

Спектральная классификация звёзд — разработанная в начале XX века в Гарвардской обсерватории (США) система разделения звёзд на классы в зависимости от их цвета (линий спектра). Класс О — цвет звезды голубой, класс В — голубовато-белый, класс А — белый, класс F — желтовато-белый, класс G — жёлтый, класс K — оранжевый, класс M — красный.

Спиральные галактики — галактики, имеющие центральное сгущение и несколько ярких рукавов звёздного происхождения в форме спиралей, простирающихся из **балджа**. Рукава имеют голубоватый цвет, так как в них присутствует много молодых гигантских звёзд.

Спиральные галактики с перемычкой — спиральные галактики, имеющие исходящую из **балджа** перемычку — бар, от концов которой отходят спиральные рукава. Наша Галактика относится к спиральным галактикам с перемычкой.

Спитцер — см. **космический телескоп «Спитцер»**.

Спутники планет — небольшие тела Солнечной системы, обращающиеся вокруг планет под действием их притяжения. У Земли единственный спутник — Луна. Спутники Марса — Фобос и Деймос. Юпитер имеет 63 спутника, самые крупные из них — Ио, Европа, Ганимед и Каллисто открыты Галилеем. У Сатурна 62 спутника, один из них — Титан является самым большим спутником в Солнечной системе. Из 27 спутников Урана только 5 открыты при оптических наблюдениях с Земли, остальные — с помощью космических зондов. У Нептуна, имеющего 13 спутников, 6 из них открыты зондом «Вояджер-2».

Телескоп-рефлектор — телескоп, изображение в котором формируется с помощью системы зеркал.

Телескоп-рефрактор — телескоп, изображение в котором формируется с помощью системы линз.

Тёмная материя (или скрытая масса) — вещество неизвестного состава, не ис-

пускающее и не поглощающее электромагнитное излучение, но участвующее в гравитационных взаимодействиях. Непосредственно наблюдать «тёмную материю» невозможно, однако её существование подтверждают результаты наблюдений за искривлением проходящих мимо скоплений «тёмной материи» световых лучей из-за влияния гравитации.

Тёмная энергия — научный термин, указывающий, что существует форма материи, которая не испускает и не поглощает никакого электромагнитного излучения, в частности света, взаимодействуя с обычным веществом только через гравитацию. В то же время она не участвует в процессе гравитационного сближения, ведущего к образованию галактик и их скоплений, равномерно заполняя всю Вселенную.

Триангуляция — технические приёмы в астрономии, позволяющие измерять расстояние до недалёких звёзд. Впервые применялись Эратосфеном в III в. до н. э. для измерения расстояния до Солнца.

Тропик (Северный и Южный) — параллели соответственно северной и южной широты $23,5^\circ$. На всех широтах между Северным и Южным тропиком Солнце бывает в зените 2 раза в год, на самих тропиках — по одному разу, соответственно в день летнего (22 июня) и зимнего (22 декабря) солнцестояния.

Туманность Андромеды — самая яркая галактика в небе Северного полушария, одна из ближайших к нашей Галактике. Имеет спиральную структуру и приблизительно одинаковый с нашей Галактикой возраст. Видна невооружённым глазом как слабо светящееся туманное «пятно».

Формула Дрейка — формула, с помощью которой якобы можно определить число цивилизаций в галактике, с которыми у нас есть шанс вступить в контакт. Уравнение Дрейка послужило основанием для выделения миллионов долларов на программу поиска внеземных цивилизаций (см. стр. 180).

Фотосфера — чрезвычайно тонкий, видимый слой поверхности Солнца (толщиной всего около 100 км). Средняя температура поверхности около 6000°C. Фотосфера полностью поглощает излучение, идущее из солнечного ядра, и по этой причине не позволяет заглянуть в нижние слои Солнца.

Хаббл, Эдвин Пауэлл (1889—1953) — американский астроном. Доказал звёздную природу внегалактических туманностей, оценил расстояние до некоторых из них. Открыл феномен «красного смещения».

Хемосинтезирующие бактерии — бактерии, образующие органические вещества из диоксида углерода за счёт энергии, полученной в результате различных химических реакций — окисления водорода, серы, железа, аммиака и других веществ.

Хромосфера — внешняя оболочка Солнца толщиной около 10 000 км,

окружающая фотосферу. Верхняя граница хромосферы не имеет выраженной гладкой поверхности, из неё постоянно происходят горячие выбросы.

Цфеиды — класс пульсирующих переменных звёзд с довольно точной зависимостью периода от светимости, названный по имени звезды «бета Цфея». Одной из наиболее известных цфеид является Полярная звезда.

Чёрная дыра — область пространства, в которой гравитационное притяжение настолько сильно, что ни вещество, ни излучение не могут эту область покинуть. Поэтому из чёрной дыры ничто не может вылететь. Границу области, за которую не выходит свет, называют «горизонтом событий» или просто «горизонтом» чёрной дыры.

Чёрные карлики — звёзды на последней стадии развития, заканчивающие свой жизненный цикл. Стадии чёрного карлика достигают звёзды, имеющие массу, меньшую 1,2 массы Солнца.

Эклиптика — воображаемая плоскость, в которой лежит орбита вращения Земли вокруг Солнца.

ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ В АСТРОНОМИИ

Абсолютная звёздная величина (M) — видимая звёздная величина, которую имела бы звезда, если бы находилась на стандартном расстоянии в 10 пк или 32,6 светового года. Связана с видимой звёздной величиной (m) и расстоянием до звезды (R) в парсеках соотношением $M = m + 5 - 5 \lg R$.

Астрономическая единица (а. е.) — единица длины в астрономии, определена как среднее расстояние от Земли до Солнца. 1 а. е. = 149,598 млн км.

Видимая (визуальная) звёздная величина (m) — наблюдаемая яркость небесного объекта. Зависит как от реальной мощности излучения объекта, так и от расстояния до него¹⁾.

Градус (°) — единица измерения величины угла. Содержит 60 минут или 3600 секунд. Используется для оценки видимых размеров небесных тел.

Квадратный градус (□°) — площадь области на небесной сфере с угловыми размерами $1^\circ \times 1^\circ$. $1 \square^\circ = 3,0462 \cdot 10^{-4}$ ср.

Полная площадь небесной сферы составляет около 41 253 квадратных градусов.

Минута дуги (') — единица измерения величины угла. Содержит 60 секунд. Видимый диаметр Луны составляет около 30 минут дуги или 0,5 градуса.

Парсек (пк) — единица длины, в астрономии. Исторически связан с измерением расстояний до звёзд по их параллаксу. $1 \text{ пк} \approx 3,260$ световых лет $\approx 3,085678 \cdot 10^{16}$ м.

Светимость звезды (L) — отношение истинной силы света звезды к силе света Солнца.

Световой год — единица длины в астрономии. Определён как расстояние, которое проходит луч света в вакууме за один земной год. Равен примерно $9,5 \cdot 10^{15}$ м.

Секунда дуги (") — единица измерения величины угла, равная 1/60 минуты дуги. Видимый диаметр Юпитера — примерно 44".

¹⁾ Современное понятие видимой звёздной величины приблизительно соответствует величинам, приписанным звёздам древнегреческим астрономом Гиппархом во II веке до н. э. Гиппарх разделил все звёзды по яркости на шесть величин. Самые яркие он назвал звёздами первой величины, самые тусклые — звёздами шестой величины. Промежуточные величины он распределил равномерно между оставшимися звёздами. В наше время m определяют по формуле Погсона:

$$m = -2,5 \lg I + C,$$

где I — световой поток от объекта, C — постоянная.

На практике оценивать видимые звёздные величины помогают два следующих правила:

1. Увеличению светового потока в 100 раз соответствует уменьшение видимой звёздной величины ровно на 5 единиц.
2. Уменьшение звёздной величины на одну единицу означает увеличение светового потока в $10^{1/2,5} = 2,512$ раза.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

С

COBE — 232

W

WMAP — 232

А

абсолютная звёздная величина — 186,
232, 242

абсолютное время (сверхвремя) — 207

Альфа Центавра — 184, 203, 232

ангидробриоз — 232

антикварк — 169

антиматерия — 169

апертура — 232

апогей — 232

«Аполлон-11» — 13

Аристарх — 40, 45, 126

Аристотель — 39

астероиды — 232

астрономическая единица (а. е.) — 79,
107, 232, 242

астрофизика — 232

афелий — 232

Б

балдж — 232

белый карлик — 232

Большое Магелланово Облако — 141,
235

Большой взрыв — 130, 233

Браге, Тихо — 71, 233

бритва Оккама — 233

В

Великая стена — 141, 205, 233

Великая стена CfA2 — 141

Великая стена Слоуна — 141

Венера — 86

видимая звёздная величина — 233, 242

Вилсоновская обсерватория — 124, 143

возраст Вселенной — 233

войды (пустоты) — 205, 233

Вселенная Фридмана — Леметра — 226

Вселенная Эйнштейна — де Ситтера —
227

Г

Галактика — 233

Галилей, Галилео — 54, 71, 118, 233

Ганимед — 95, 183, 233

гауссова кривизна — 220

гелиоцентрическая система — 39, 233

геоцентрическая система — 38, 234

Герцшпрунг, Эйнар — 234

Герцшпрунга — Рассела диаграмма —
186, 234

Гершель, Уильям — 120, 234

Гиппарх — 69, 234

годовой параллакс — 127, 186, 205

группа галактик — 138

Д

двойные звёзды — 234

Демокрит — 118

Доплер, Кристиан — 234

Доплера эффект — 149

Дрейк, Франк — 180

Е

Европа — 88, 183

З

закон Хаббла — 234

зенит — 234

зонд WMAP — 166, 232

И

инфракрасное излучение — 234

инфракрасный телескоп — 234

К

Кагуя — 235
Кант, Иммануил — 122
Кеплер, Иоганн — 58, 72, 235
Кеплера законы — 58, 72, 75
кварк — 168
комета — 235
конвективная зона — 235
Коперник, Николай — 39, 53, 70, 72, 235
коричневый карлик — 235
корона — 98, 235
космический телескоп «Спитцер» — 235
космический телескоп «Хаббл» — 124, 236
космическое микроволновое фоновое излучение — 166
космологическая постоянная — 225
космологический принцип — 180
красное смещение — 148, 236
красные гиганты — 236
красные карлики — 236
кривизна — 219
крупномасштабная структура Вселенной — 140, 236
кубический уголкового отражатель — 67

Л

Леметр, Жорж — 226
лептоны — 168
лучистая зона — 236

М

Магеллановы Облака — 236
Малое Магелланово Облако — 141, 236
Марий, Симон — 123, 236
Марс — 87
межзвёздное вещество — 236
Меркурий — 85
местная группа галактик — 205, 236
местное сверхскопление галактик — 205, 237
Млечный Путь — 100, 103, 237
модель Вселенной Фридмана — 222

мультивселенная — 237

Н

нейтрино — 111
Нептун — 91
НЛО — 27
нуль-транспортировка — 207
Ньютон, Исаак — 57, 123, 223, 237

О

о вращении небесных сфер — 53
облако Оорта — 107, 128, 237
обсерватория Лоуэлла — 237
общая теория относительности — 223
орбита — 237
островная вселенная — 122, 137

П

Паломарская обсерватория — 124
парадокс Ферми — 182, 238
параллакс — 127, 238
парсек — 127, 238, 242
переменная звезда — 238
перигелий — 238
планетная система — 140, 238
планеты группы Юпитера — 88
планеты группы Урана — 90, 238
планеты земной группы — 88, 238
Плутон — 92, 128
поверхность вращения трактрисы — 208, 221
постоянная Хаббла — 162
пояс Койпера — 128, 238
проблема горизонта — 228
протуберанцы — 239
Птолемей — 51, 70
пульсирующие переменные звёзды — 187

Р

радиотелескоп — 125
разрешение — 239
Рассел, Генри — 239
реакция окрашивания пламени — 151

С

Саган, Карл — 181
Сатурн — 89
сверхвремя — 165
сверхгиганты — 239
сверхкосмологический принцип — 217
сверхновая типа Ia — 188
сверхскопление галактик — 113, 239
сверхскопление Девы — 205
световой год — 106, 239, 242
седлообразная Вселенная — 223
сидячая полихета — 182, 239
силы отталкивания — 224
скопление галактик — 113, 239
скопление Девы — 239
Слайфер, Весто — 148
созвездие — 204, 239
солнечное ядро — 239
спектральная классификация звёзд — 239
спиральные галактики — 110, 237, 239
спутники планет — 240
сфера звёзд — 119

Т

Тау Кита — 183
телескоп «Субару» — 124
телескоп-рефлектор — 123, 240
телескоп-рефрактор — 73, 240
тёмная материя — 109, 111, 240
тёмная энергия — 111, 240
теория Большого взрыва — 159
теория всеохватывающего неба — 19
теория гигантского столкновения — 95
теория Мультивселенной — 215, 217
теория неба-колпака — 19
теория относительности — 202
Титан — 95, 183
тихоходка — 185
триангуляция — 240
тропик — 20, 240
туманность Андромеды — 111, 144, 240

У

Уран — 90

Ф

Ферми, Энрико — 181
формула Дрейка — 180, 240
фотон — 167
фотосфера — 241
Фридман, Александр — 223

Х

Хаббл, Эдвин — 142, 241
Хаббла закон — 234
хемосинтезирующие бактерии — 241
хромосфера — 241

Ц

цефеиды — 187, 241

Ч

чёрная дыра — 110, 241
чёрные карлики — 241

Ш

Шепли, Харлоу — 187

Э

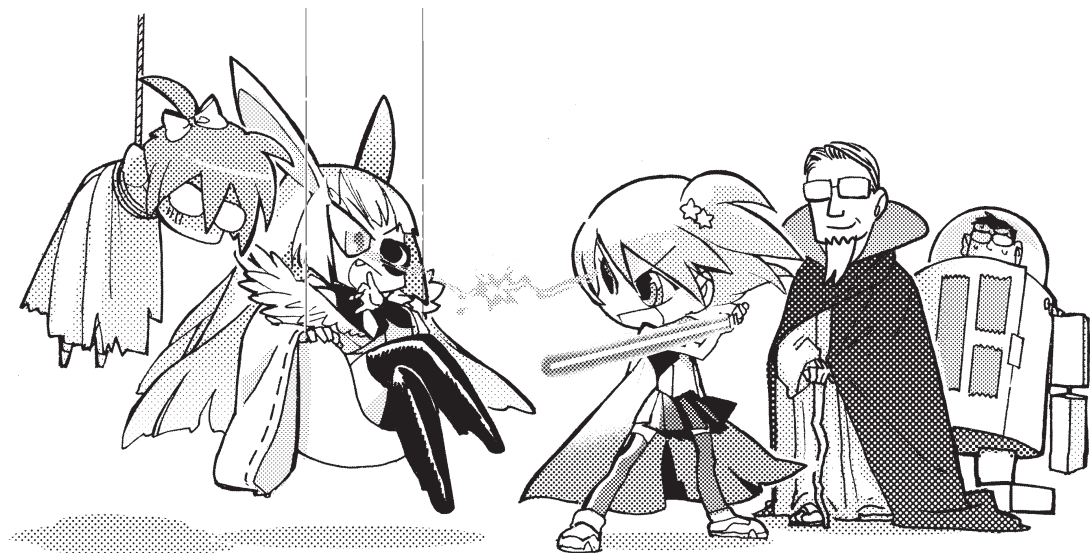
эклиптика — 241
эксцентриситет — 76
элементарные частицы — 111, 167
Эйнштейн, Альберт — 223
Эпсилон Эридана — 183
эра де Ситтера — 227
эра Планка — 163
Эратосфен — 20, 68

Ю

Юпитер — 88

Я

японская Национальная астрономическая обсерватория в городе Нобеяма — 125, 231



Книги издательства «ДМК Пресс» можно заказать в торгово-издательском холдинге
«Планета Альянс» наложенным платежом, выслать открытку или письмо по почтовому адресу:
115487, г. Москва, 2-й Нагатинский пр-д, д. 6А

При оформлении заказа следует указать: фамилию, имя и отчество получателя; адрес (полностью),
по которому должны быть высланы книги. Желательно также указать свой телефон и электронный адрес.

Эти книги вы можете заказать и в интернет-магазине: www.aliants-kniga.ru.

Оптовые закупки: тел. (499) 782-38-89

Электронный адрес: books@aliants-kniga.ru.

Кэндзи Исикава (автор), Ютака Хиираги (художник)

Занимательная астрономия. Вселенная. Манга

Издательство выражает благодарность *В. О. Панфилову*

Главный редактор *Д. А. Мовчан*

dmpress@gmail.com

Научный редактор *И. А. Сенников*

Верстальщик *А. Ю. Анненков*

Формат 70×90/16. Бумага офсетная.

Печать офсетная. Усл. п. л. 18,7.

Тираж 200 экз.

Веб-сайт издательства ДМК Пресс: www.dmpress.com



Венера, покрытая толстым слоем
облаков, стр. 86



Венера, радиолокационное
изображение, стр. 86



Луна, стр. 94



Земля, стр. 93



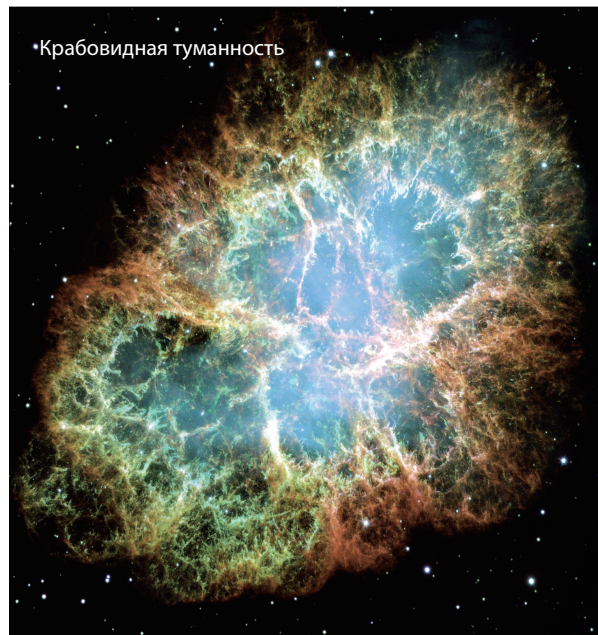
Одна из пылевых колонн туманности Орла



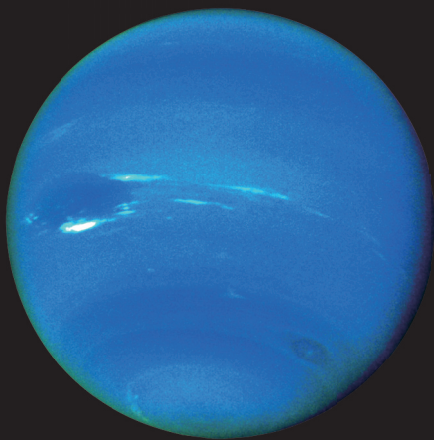
Сверхглубокий космос, телескоп Хаббла



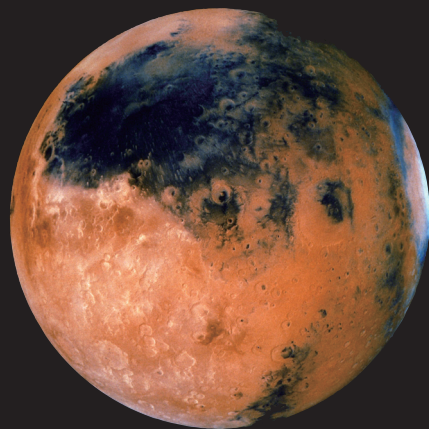
Туманность Андромеды, стр. 144



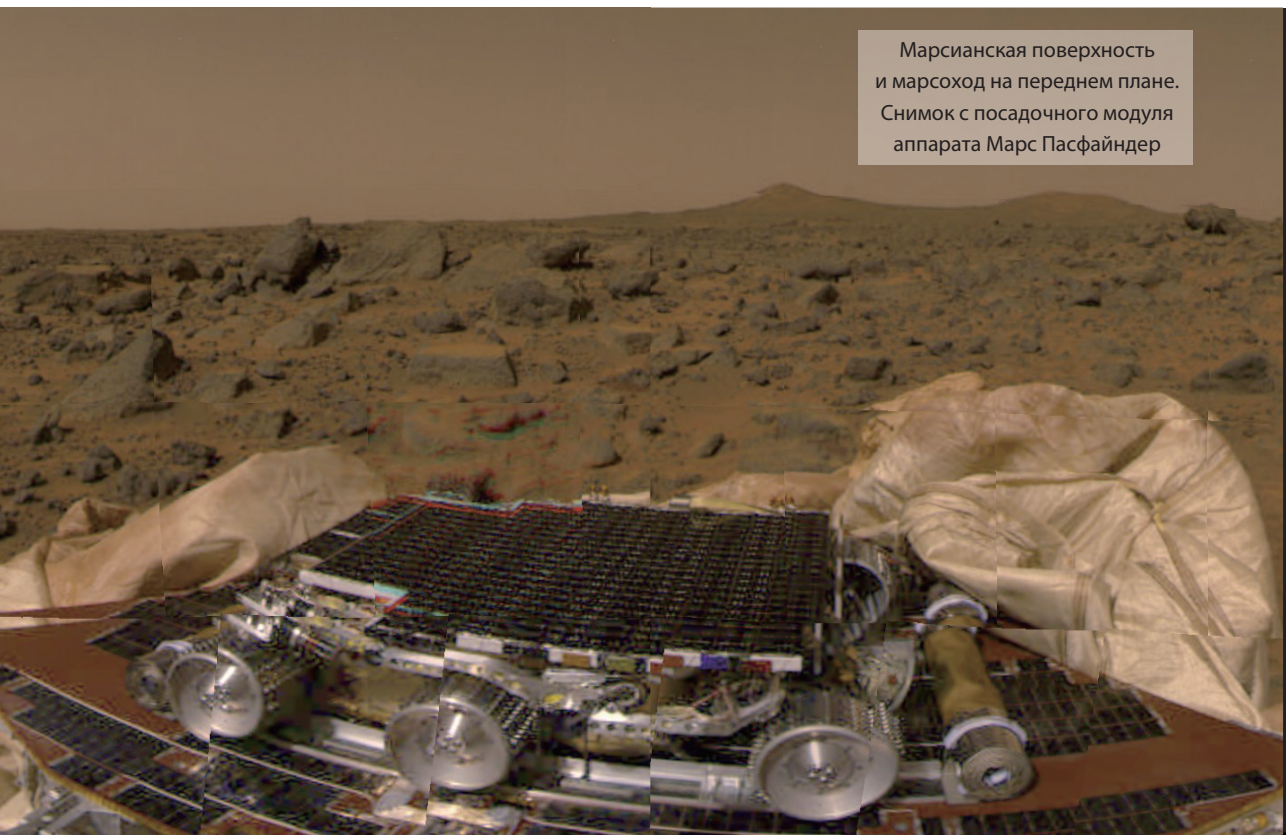
Крабовидная туманность



Нептун, стр. 91



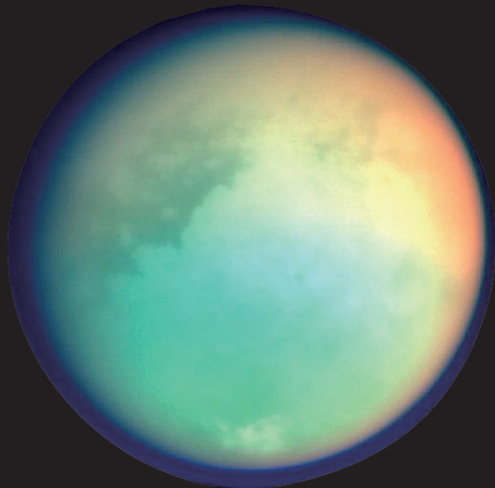
Марс, стр. 87



Марсианская поверхность
и марсоход на переднем плане.
Снимок с посадочного модуля
аппарата Марс Пасфайндер



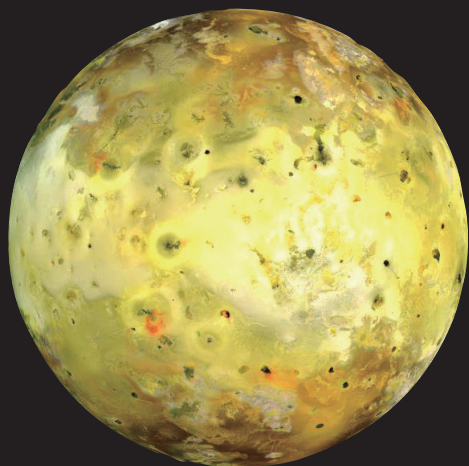
Сатурн, стр. 89



Спутник Сатурна Титан, стр. 183



Юпитер, стр. 88



Спутник Юпитера Ио