

ПРЕДИСЛОВИЕ

В детстве у меня была мечта – стать физиком. Она возникла в начальной школе и длилась до поступления в старшую школу. Конкретно говоря, я хотел заниматься квантовой механикой, чтобы прояснить строение молекул и атомов, истоки материи и энергии.

Однако в старшей школе я как-то легко отказался от этой мечты и выбрал путь, приведший меня к моей нынешней работе. Этому было две причины.

Первая причина – активная, заключалась в том, что у меня возник глубокий интерес к литературной деятельности. Вторая – пассивная причина, была в том, что мне было очень лень заниматься физикой, особенно математическими вычислениями с использованием уравнений.

Впрочем, жизнь человека – это постоянная борьба между «хочется» и «не хочется», и я не раскаиваюсь в своём выборе. Кроме того, теперешняя работа, похоже, подходит мне – у меня ни разу не возникло мысли оставить её, чтобы стать учёным. Однако где-то в глубине души у меня остаётся близкое к восхищению чувство: «Ах, если бы тогда я больше времени уделил квантовой механике...»

Поэтому на последнем совещании, где мы выбирали темы для следующей манги серии, меня словно кто-то за язык дёрнул: «Давайте сделаем мангу о квантовой физике!» К счастью, моим партнёрам эта идея понравилась, и я помню то облегчение, которое почувствовал, когда решение об издании наконец было принято.

Однако...

Начав писать сценарий, я сразу же раскаялся.

«Как же это сложно!»

Квантовая механика, за которую я взялся спустя долгое время, – на самом деле оказалась очень трудным предметом. Только я пробую продвинуться дальше, как на моём пути тут и там встают формулы, преграждающие путь. Похоже, мой мозг не претерпел значительной эволюции со времён старшей школы. Мысль о том, что я, может быть, взвалил на себя непосильную ношу, заставила меня побледнеть.

Но я пообещал, что напишу мангу, которой могли бы наслаждаться даже те, кто до этого физикой серьёзно не занимался, и уже не мог отступать. Работа шла со скрипом, я стонал, даже не читая материалы, а просто разглядывая их, часто «плакался в жилетку» профессору Кавабата. И без поддержки многих людей, в особенности художника г-на Ютака Хиираги, а также г-на Араи и г-на Кавасаки – сотрудников компании Verte, ответственных за оформление и редактирование, эта книга никогда бы не вышла в свет. Выражаю им всем здесь свою благодарность.

Разумеется, я далёк от мысли полностью разъяснить квантовую механику с помощью этой манги. Однако она написана так, что, следя за развитием событий манги, читатель может хотя бы понять, почему появилась квантовая механика и к чему она стремится. Поэтому мне бы хотелось, чтобы те, у кого чтение данной книги пробудило интерес, самостоятельно бросили бы вызов более специализированной литературе. Там разворачивается мир знаний, поражающий воображение.

Как бы там ни было, герои эпохи прогресса квантовой механики в 1910–1940 годах все как один отличались неповторимой индивидуальностью. Особенно выделялся Нильс Бор, которого называют «отцом квантовой механики», вышедший победителем из многолетнего научного спора, который он вёл с самим Альбертом Эйнштейном.

Не останавливаясь на этом, он энергично вступает в спор с Эрвином Шрёдингером – создателем самого важного в квантовой механике уравнения. Из уважения к Бору, бывшему на 2 года старше, Шрёдингер вначале терпеливо общался с ним, пока не слёг из-за переутомления в долгих, ведшихся ночи напролёт дискуссиях с Бором. Когда Шрёдингера привезли в больницу, он даже вздохнул с облегчением: «Вот он, долгожданный отдых!» – но его блаженство длилось недолго – Бор настиг его и здесь, развернув дебаты у кровати и не думая уходить. Говорят, что эти дебаты продолжались до тех пор, пока Шрёдингер не потерял сознание.

И Вернер Гейзенберг, оформивший в виде принципа неопределённости самое большое открытие квантовой механики (миром правит не предопределённость, а случайность, поэтому описать



его можно только с помощью вероятностей), ежедневно тратил на дискуссии по несколько часов. Кроме того, будучи большим любителем прогулок, он каждый день проходил около 30 км, продолжая при этом разговаривать и не обращая никакого внимания на пейзажи. Со стороны такое поведение выглядело достаточно необычно.

В ту эпоху множество учёных имело возможность проводить дни и ночи в дебатах только потому, что жили они по соседству друг с другом, в небольшой области Европы. Почему же произошла такая историческая случайность?

Мне кажется, что они вовсе не были от рождения гениальны, ведь с точки зрения вероятности невозможно, чтобы в один и тот же период в одном и том же месте родилось так много гениев. Просто в ту пору в Европе было модно проявлять интерес к поискам первоисточника материи и энергии. Другими словами, присутствовала атмосфера интереса к поискам научной истины. И Эйнштейн, и Бор, и Шрёдингер, и Гейзенберг – все они, образно говоря, «наслаждались сёрфингом на волне эпохи».

И эта волна на самом деле продолжается и сейчас. Кроме того, в настоящее время квантовая механика становится всё более интересной дисциплиной – не ограничиваясь изучением материи и энергии, она пытается дойти до самого первоисточника Вселенной.

Конечно, не всем суждено стать физиками, но мне хотелось бы, чтобы побольше людей хотя бы знали о том, что есть такая область знаний – квантовая механика, в которой проводятся грандиозные исследования с целью разгадать загадку нашего мира.

Не знаю, насколько поможет этому данная манга, но я буду счастлив, если она поможет расширить круг любителей и сподвижников квантовой механики.

Декабрь 2009 г.

Исикава Кэндзи



НЕСКОЛЬКО СЛОВ ОТ НАУЧНОГО РЕДАКТОРА

Данная манга, как и предыдущая «Манга о Вселенной», – плод совместного творчества г-на Исикава Кэндзи и г-на Ютака Хиираги. И на этот раз я снова, не боясь обвинений в некомпетентности, взял на себя обязанности научного редактора. У меня самого, к сожалению, нет таланта к рисованию, но как поклонник и ценитель манги я не уступаю никому. Кроме того, хорошо зная по предыдущей манге мастерство автора и художника, я питал огромный интерес к тому, как же будет развиваться повествование на этот раз, и больше всего мне хотелось прочитать эту мангу раньше всех. В процессе чтения я обращал внимание на правильность содержания, и при необходимости исправлений прямо говорил об этом автору.

Квантовая механика, созданная и развивавшаяся для того, чтобы описать различные явления микромира, содержащего такие объекты, как молекулы, атомы, элементарные частицы, фотоны, вместе с теорией относительности Эйнштейна играет роль одного из двух столпов современной физики. Без квантовой механики, и как базовых знаний, и как необходимого инструмента, сегодня не могут обойтись изучающие физику, химию, биологию, технические науки. Однако по таким причинам, как оторванность понятий и способа мышления от того, к чему мы привыкли в повседневной жизни, необходимость математических вычислений на основе комплексных чисел, на пути начинающих встаёт психологический барьер, препятствующий её углублённому изучению. Даже если отвлечься от математики, всё равно, такая, например, штука, как корпускулярно-волновой дуализм – эдакое «раздвоение личности», характерное для жителей микромира, может привести в замешательство кого угодно.

Преодолению психологической преграды очень сильно помогает знание истории вопроса. Одной из особенностей данной книги является подробное и точное описание исторического контекста, различных многозначительных эпизодов. Кроме того, благодаря использованию такого мощного средства иллюстрации, как манга, исследуемые объекты и физические процессы становятся более осязаемыми. Согласно японской пословице «плотину прорывает от одного муравьиного хода», всего одно, даже очень маленькое отверстие в преграде может стать причиной большого прогресса. Конечно, данная книга – не учебник, но я уверен, что она вполне сможет сыграть роль «муравьиного хода», будучи использованной в качестве вводного курса или книги для дополнительного чтения при изучении квантовой механики. Недавно я был неприятно изумлён, столкнувшись с тем, что почти никто из японских студентов, которым я преподаю на кафедре физики, не смог назвать имя первого японского учёного – лауреата Нобелевской премии по физике. Однако я искренне надеюсь на то, что эта книга поможет исправить подобную ситуацию.

Декабрь 2009 г.

Кавабата Киёси

СОДЕРЖАНИЕ

Пролог

ИССУМБОСИ И ДЮЙМОВОЧКА	1
Сказка про Иссумбоси	10
Сказка про Дюймовочку.....	11
Так что же такое квантовая механика?	16

Глава 1

ЧЕМУ РАВНА «ПОЛОВИНА ОТ ПОЛОВИНЫ ОТ ПОЛОВИНЫ...»?

1.1. Эти бесконечные парадоксы	22
* Объяснение рассказа «Ахилл и черепаха»	24
1.2. Существуют ли на самом деле молекулы и атомы?	28
1.3. Давайте поищем невидимый глазу атом!	36
* Вызов технологиям наблюдения маленького мира. Часть 1. История развития микроскопа.....	47
А если бы не было «химического элемента» и «атома»?	50
* Теории о первоэлементах и атомах в других древних культурах	55

Глава 2

КОГДА АТОМ ПЕРЕСТАЛ БЫТЬ «АТОМОМ»

2.1. Вещи образованы комбинацией атомов	58
Периодическая система химических элементов.....	62
2.2. Заслуги гениального химика Лавуазье	66
Периодическая система химических элементов. Руководство по применению	74
Путешествие к атому — откуда вышли, туда и вернулись	80
* Вызов технологиям наблюдения маленького мира. Часть 2. Существует микроскоп, позволяющий увидеть атомы!	85

Глава 3

КАК ИЗУЧАТЬ «НУТРО» АТОМА?

3.1. Как открыли электрон — дитя электричества?	88
3.2. Модели атома Томсона и Нагаока Хантаро	96

☉ Отец японской физики. Огромные заслуги доктора физических наук Нагаока Хантаро.....	97
3.3. Атомное ядро, открытое Резерфордом.....	102
От атома — в мир протонов, нейтронов, и наконец — кварков	112

Глава 4

БЕЗ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ АТОМЫ

СПЛОМАЛИСЬ БЫ

117

4.1. Строение атомов и вращение небесных тел — разные вещи

118

4.2. Электрон не падает как мячик

125

4.3. Модель атома Нильса Бора

131

Как Нильс Бор стал «отцом квантовой механики»

136

Глава 5

СТАНЕТ ЛИ ПРИВИДЕНИЕМ ТОТ, КТО ПОСМЕЕТ ИССЛЕДОВАТЬ СУЩНОСТЬ МАТЕРИИ?.....

141

5.1. Странная идея Луи де Бройля.....

142

5.2. Шрёдингер против Гейзенберга

162

Знания из школьного курса математики, позволяющие понять уравнение Шрёдингера

169

Знания из школьного курса физики, позволяющие понять уравнение Шрёдингера

172

Специальная лекция. Уравнение Шрёдингера, которое сможет (наверное) немножко понять любой

176

5.3. Смысл волны, или «где находится электрон?»

184

5.4. Невозможно одновременно определить «где находится?» и «как движется?»

200

Эпилог

КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА РАСТПРОСТРАНЯЕТСЯ

И НА «ИНЬЕ МИРЫ»

205

☉ Суперпростое объяснение теории суперструн.....

211

От копенгагенской интерпретации к многомировой.....

214

☉ Как квантовая механика связана с нашей повседневностью. Часть 1. Без туннельного эффекта невозможно изготовить бытовую электронику.....

223

☉ Как квантовая механика связана с нашей повседневностью. Часть 2. Квантовая связь, квантовые компьютеры, квантовая криптография.... Кругом кванты!.....

225

❁ Скрытые герои квантовой механики. Паули, провозгласивший спин электрона.....	227
--	-----

Приложение ПОПРОБУЕМ САМИ РЕШИТЬ УРАВНЕНИЕ ШРЁДИНГЕРА!	229
---	-----

Генеалогия Квантовой теории и Квантовой механики.....	236
---	-----

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	240
---	-----

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	242
-----------------------------------	-----

ДЕЙСТВУЮЩИЕ ЛИЦА



Ученица 2-го класса старшей школы «Кооки». Сильна в спорте, но из-за любви к романтике выбрала театральный кружок. Спортивная девочка, её девиз: «Сделай перед тем, как подумать!»



Ученица 2-го класса старшей школы «Кооки». Приехала из Америки в рамках образовательного обмена. Девочка отаку, обожающая японские анимэ и мангу. В основном — смешной персонаж.



Ученица 2-го класса старшей школы «Кооки». Лидер театрального кружка, своей рассудительностью тянет Канну и Глорию в нужном направлении. Правда, иногда говорит глупости.



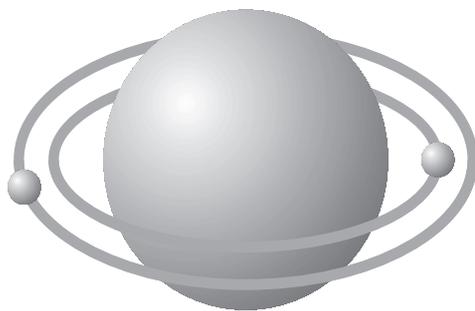
Старший брат Канны. Студент 3-го курса кафедры физики факультета естественных наук Японского университета. Ростом ниже своей младшей сестры и внешне неказист, но с детства увлекался астрономией и хорошо разбирается в звёздах и планетах.



Преподаёт в Японском университете, где учится Канта. Известный учёный в области астрономии и физики. В студенческие годы занимался в театральном кружке, поэтому любит «сценические эффекты».

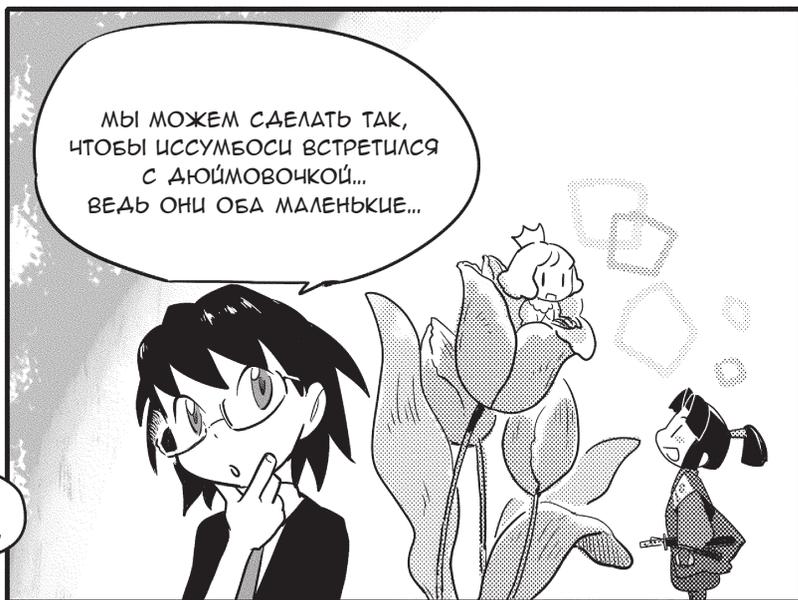
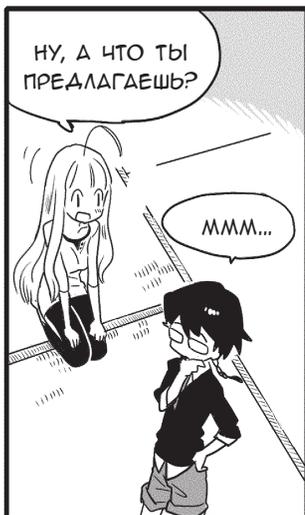
ПРОЛОГ

**ЦССУМБОСИ
И ДЮЇМОВОЧКА**



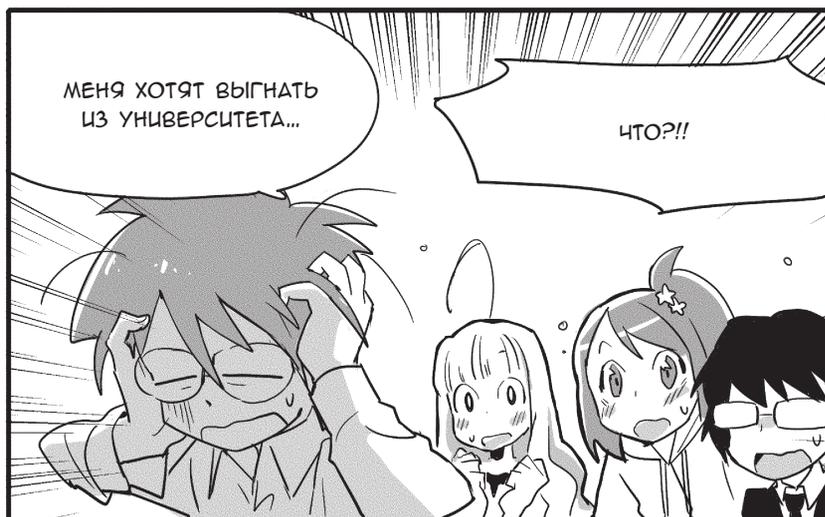
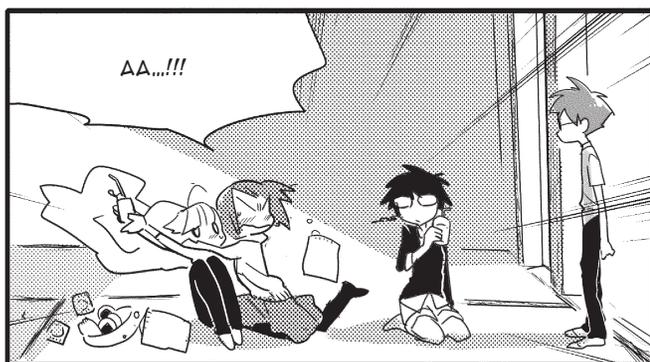
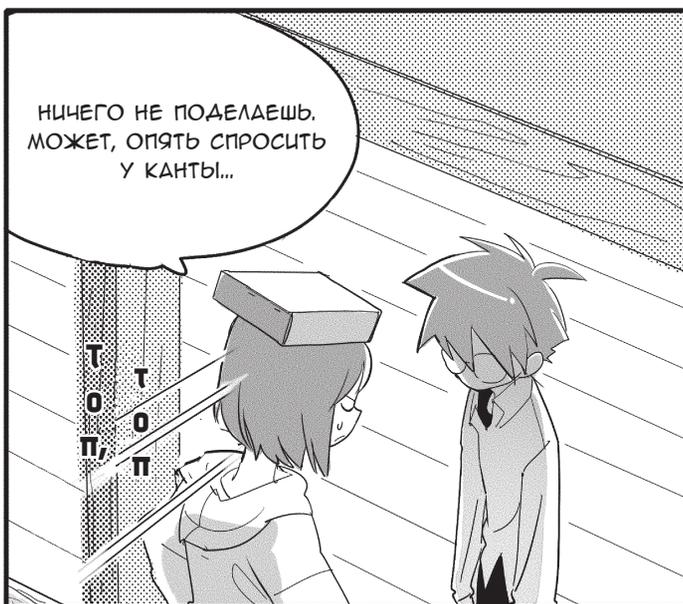






* См. мангу «Занимательная астрономия. Вселенная».







Ранее в тот же день...
Университет,
в котором
учится Канта



КАНТА,
ТЫ ВЕДЬ ПОСЕЩАЛ
ЗАНЯТИЯ ПО КВАНТОВОЙ
МЕХАНИКЕ?

Профессор Сануки -
преподаватель
университета



АХ, ДА!
Я ДУМАЛ,
ЧТО ЭТО
ПОМОЖЕТ
В ИССЛЕДОВАНИЯХ
ЭПОХИ
ФОРМИРОВАНИЯ
ВСЕЛЕННОЙ...

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ
ЖАЛОВАЛАСЬ МНЕ
НА ТВОЮ
УСПЕВАЕМОСТЬ.



ДА...
ПОНИМАНИЕ
МИКРОМИРА, В ОТЛИЧИЕ
ОТ ВСЕЛЕННОЙ, ДАЁТСЯ
МНЕ С ТРУДОМ...



ВОТ-ВОТ.
И ОНА ПРО ТО ЖЕ
ГОВОРИЛА.



С ТАКИМИ НИЗКИМИ БАЛЛАМИ
Я НЕ МОГУ ПОСТАВИТЬ ВАМ
ЗАЧЁТ ПО КВАНТОВОЙ
МЕХАНИКЕ.



ТАК МНЕ И ДИПЛОМ НЕ ДАДУТ.
КАКАЯ УЖ ТАМ АСПИРАНТУРА!

ВОТ ТАКИЕ ДЕЛА...



ДАЖЕ ЕСЛИ
МНЕ РАЗРЕШАТ
ОСТАТЬСЯ
НА ВТОРОЙ ГОД...

**КАК НИ В ЧЁМ
НЕ БЫВАЛО...**

И ОТКА С МАТЕРЬЮ
Я НЕ ТОМУ
БЕСПОКОИТЬ...

AAA!



КАННА,
ПОЧЕМУ ТЫ МЕНЯ
НЕ СЛУШАЕШЬ!

**Я ВЕЛЮ
РАСКАЗЫВАЮ,
ПРЕВОЗМОГАЯ
СТЫД!**

А МНЕ СОВСЕМ
НЕ ИНТЕРЕСНО
СЛУШАТЬ
ПРО КАКОГО-ТО
РЫБАКА*

К ТОМУ ЖЕ
ТЫ САМ
ВО ВСЕМ
ВИНОВАТ...



ТЫ НЕ ПОНЯЛА!
НЕ "РЫБАК", А "КВАНТ"!

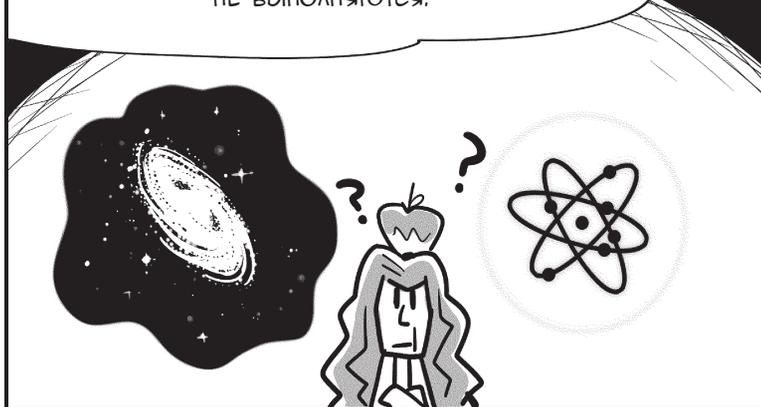
КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА

КВАНТ -
ЭТО ФИЗИЧЕСКАЯ
ВЕЛИЧИНА, ПРИНИМАЮЩАЯ
УЧАСТИЕ В "ОБМЕНЕ".
НАПРИМЕР, МИНИМАЛЬНО
ВОЗМОЖНАЯ ПОРЦИЯ
ЭНЕРГИИ!



* Прим. перев. – игра слов: в японском языке «рыбак» и «квант» звучат одинаково.

В МИКРОМИРЕ - ОЧЕНЬ МАЛЕНЬКОМ МИРЕ,
ГДЕ СУЩЕСТВУЮТ ТАКИЕ ОБЪЕКТЫ,
КАК АТОМЫ И ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЧАСТИЦЫ, -
ЗАКОНЫ КЛАССИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ
НЕ ВЫПОЛНЯЮТСЯ.



МИКРОМИР...
ОЧЕНЬ МАЛЕНЬКИЙ...



ЭТО НАПОМНИЛО МНЕ
ПРО РАЗГОВОР
О ИССУМЕОСИ
И ДЮЙМОВОЧКЕ.



ЧТО?

ХВАТЬ!

КАК БЫ ТАМ
НИ БЫЛО!

ТВОИ ЗАЧЁТЫ -
ЭТО НАС НЕ КАСАЕТСЯ!

НЕ ГОВОРИ ЧУШЬ!

ТЫ ДОЛЖЕН ПОМОЧЬ НАМ
В ПОДГОТОВКЕ СПЕКТАКЛЯ!!

**ПРОФЕССОР,
ПОМОГИТЕ!**



И ПРОФЕССОР САМУКИ
ТОЖЕ!



СКАЗКА ПРО ИССУМБОСИ



Здесь мы вспомним истории Иссумбоси и Дюймовочки. Сказка про Иссумбоси записана в сборнике древних японских сказок «Отогидзоси»*. Начинается она так: престарелые супруги, помолившись бо- жеству, получили от него сына ростом в один сун. Шли годы, одна- ко их сын оставался таким же маленьким...



Один сун?

Это старая японская мера длины, равная примерно 3 см. Типичный пример малой единицы измерения.



Однажды Иссумбоси сказал: «Хочу пойти в сто- лицу и стать самураем». Заткнув за пояс иголку вмес- то меча, используя чашку вместо лодки, а палочки для еды вместо вёсел, он смело отправился в путь.

В столице его приняли на службу в богатый дом, где его полюбила Принцесса – дочь хозяина, и они стали неразлучны. Однажды Иссумбоси с Принцес- сой пошли в храм поклониться богам, но в дороге на них напал демон, который хотел похитить принцес- су. Иссумбоси смело набросился на демона, но тот его мигом проглотил. Но Иссумбоси не сдался – он продолжал колоть иголкой желудок демона. Тот, не выдержав боли, сдался, отрыгнул Иссумбоси и убе- жал в горы.

Убегая, демон выронил волшебный молоточек, исполняющий желания. Принцесса взмахнула моло- точком, и Иссумбоси сразу же превратился в статно- го юношу ростом в 6 сяку (около 182 см). Потом Ис- сумбоси и Принцесса поженились и зажили счастливо, добывая всё – от пищи до серебра, золота и драгоценностей – с помощью волшебного молоточка.



Да, живот – вообще уязвимое место: удар в область желудка вызывает дикую боль.

Не надо здесь про боевые искусства!



* Начал составляться в эпоху Муромати и был закончен в эпоху Эдо.

СКАЗКА ПРО ДЮЙМОВОЧКУ



«Дюймовочка» – это одно из самых известных произведений датского сказочника Ганса Христиана Андерсена.

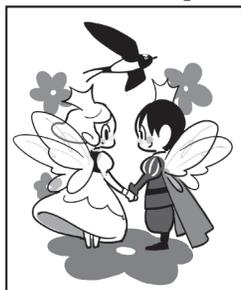
Давным-давно одна женщина попросила колдунью: «Я хочу ребёнка. Дай мне девочку, пусть даже очень маленькую!» Получив от колдуньи семечко, женщина посадила его в горшок. Из семечка вырос тюльпан, а когда он расцвёл, из цветка вышла маленькая девочка ростом в один дюйм, и назвали её Дюймовочкой. Хотя она так и не выросла, но жила счастливо: каждый день пела песенки, катаясь на лодке из лепестка тюльпана по глади воды, налитой в тарелку.



И здесь тоже лодка! Так же, как в сказке про Иссумбоси!

Однажды вечером старая жаба крадёт Дюймовочку, задумав женить на ней своего сына. Рыбки помогают девочке бежать, но потом майский жук уносит её в лес, где она остаётся одна.

В лесу дрожащую от холода Дюймовочку приютила и накормила старая мышь, и девочка стала жить вместе с ней в норке. Здесь к ней начинает свататься живущий под землёй богатый крот, но это ей совсем не нравится. Однако в галерее крота она натывается на лежащую ласточку, изо всех сил ухаживает за ней, и ласточка поправляется. Окрепнув, ласточка хочет отблагодарить Дюймовочку, унеся её из тёмной норы в залитый солнцем зелёный лес, но девочка отказывается, потому что не хочет огорчать старуху-мышь. Однако крот продолжает свататься к Дюймовочке, и та плачет дни напролёт. В конце концов, ласточка прилетает опять и выручает Дюймовочку. Она переносит девочку в южную Страну цветов. Там Дюймовочка встречает принца, такого же маленького, как она, выходит за него замуж и живёт счастливо.



А почему она не захотела выйти замуж за богатого крота?

Тогда бы ей пришлось всё время жить под землёй, в темноте. К тому же там совсем нет цветов!



Японский университет,
в котором учится Канта

ЯМАНЭ, А ЗАЧЕМ
ПРОФЕССОР НАС
ПОЗВАЛ? ЧТО-ТО
НАСЧЁТ
СПЕКТАКЛЯ?

ДА, НАВЕРНОЕ...

ИНТЕРЕСНО,
ГДЕ НАС ПОПРОСЯТ
СЫГРАТЬ НА ЭТОТ РАЗ!

А
Х!

А
Х!

ПУСКАЙ ЭТО БУДЕТ
ЗАЛ НА 1000 ЗРИТЕЛЕЙ,
С БАЛКОНАМИ...
И ПРЕВОСХОДНОЙ
АКУСТИКОЙ

**БРАВО!
БРАВО!**

НУ, РАЗМЕЩАЙТЕСЬ

ВОТ ОНА!
ЛАБОРАТОРИЯ
ПРОФЕССОРА!

Лаборатория
Сануки

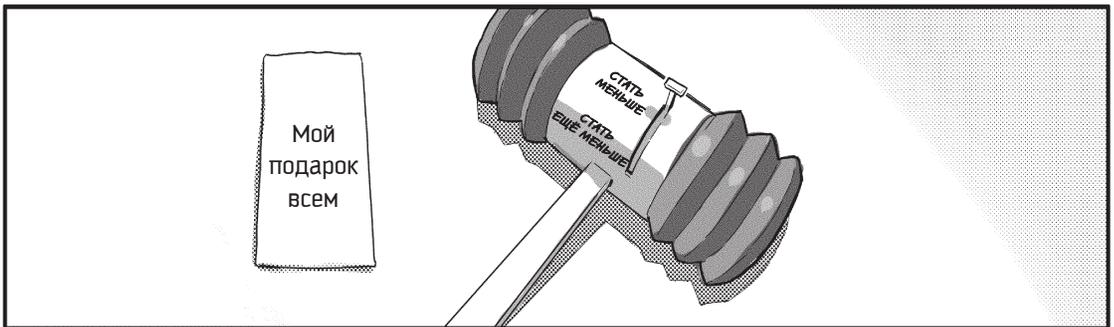
ТУК! ТУК!

ДА,
ВОЙДИТЕ!

ЗАРАСЬТЕ!

Ш
Ё
Л
К

ПРОСТИТЕ
ЗА БЕСПОКОЙСТВО!



Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru