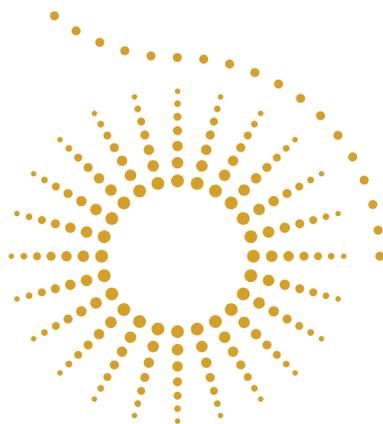


Univerzita Karlova v Praze

Filozofická fakulta

Ústav translatologie



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Svetlana Karbysheva

Mezikulturní komunikace: čeština jako cizí jazyk – ruština

Komentovaný překlad: Proč je v noci tma? Příběh paradoxu temného nebe.
ZAMAROVSKÝ, Peter. 2. vyd. Praha: AGA, 2011, s. 9–29, 43–65.

Annotated translation: Proč je v noci tma? Příběh paradoxu temného nebe.
ZAMAROVSKY, Peter. 2nd Edition. Prague: AGA, pp. 9–29, 43–65.

Комментированный перевод: «Почему ночью темно? История парадокса тёмного неба». ЗАМАРОВСКИЙ, Петер. 2 изд.
Прага: AGA, стр. 9–29, 43–65.

Zadání práce

Zadaný text přeložte do ruštiny a svůj překlad doplňte překladatelským komentářem v rozsahu min. 20 normostran.

V komentáři nejprve celkově charakterizujte výchozí text: uveďte, s jakým cílem byl text napsán a jaké stylistické postupy autor volí k dosažení svého záměru. Dále popište, na jaké problémy jste v překladu narazila, a zdůvodněte použité překladatelské postupy a nezbytné posuny, které jste v překladu provedla na úrovni lexika, syntaxe a především v rovině stylistické. Postupujte přitom od celkové koncepce svého překladu k dílčím řešením.

Komentář opatřete bibliografickým soupisem použitých primárních i sekundárních zdrojů, včetně internetových.

Poděkování

Především bych chtěla vřele poděkovat své rodině a rodině Slámů za všestrannou podporu, pomoc a povzbuzení po dobu mého studia a během napsání této práce.

Chtěla bych poděkovat Ing. Janu Slámovi a mým přátelům Jevgeniji Krivičovi, Ksenii Azarové a Ljudmile Zmitrovič za průběžné čtení mé práce, konstruktivní kritiku, četné rady, nápady a připomínky.

Děkuji vedoucí mé bakalářské práce Ing. Mgr. Marii Molchan za rady a připomínky a za odborné vedení mé práce a v neposlední řadě RNDr. Petru Zamarovskému, CSc. a prof. RNDr. Petru Kulhánkovi, CSc. za laskavé poskytnutí digitální podoby textu publikace a ilustrací.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně, že jsem řádně citovala všechny použité prameny a literaturu a že práce nebyla využita v rámci jiného vysokoškolského studia či k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze dne 17. srpna 2014.

Anotace

Tato bakalářská práce se skládá ze dvou částí. První část představuje překlad vybraných kapitol z knihy Petera Zamarovského *Proč je v noci tma? Příběh paradoxu temného nebe* (s. 9–29, 43–65) do ruštiny. Druhá část obsahuje komentář k překladu rozdělený na následující kapitoly: Analýza originálu, Koncepte překladu, Typologie překladatelských problémů, Typologie překladatelských posunů.

Klíčová slova

Překlad, překladatelská analýza, koncepte překladu, překladatelský problém, překladatelský posun, astronomie, astrofyzika, filosofie.

Abstract

This bachelor thesis consists of two parts. The first part is a russian translation of the selected chapters from the book *Proč je v noci tma? Příběh paradoxu temného nebe* (pp. 9–29, 43–65) written by Peter Zamarovsky. The second part contains a commentary on the translation. The commentary includes the following sections: Analysis of the source text, Concept of translation, Typology of translation problems, Typology of translation shifts.

Keywords

Translation, translation analysis, concept of translation, translation problem, translation shift, astronomy, astrophysics, philosophy.

Аннотация

Данная бакалаврская работа состоит из двух частей. Первая часть представляет собой перевод нескольких глав из книги Петера Замаровского «Почему ночью темно? История парадокса тёмного неба» (стр. 9–29, 43–65) на русский язык. Вторая часть содержит комментарий к переводу, состоящий из следующих глав: «Анализ оригинала», «Концепция перевода», «Типология переводческих проблем», «Типология переводческих трансформаций».

Ключевые слова

Перевод, анализ перевода, концепция перевода, переводческая проблема, переводческая трансформация, астрономия, астрофизика, философия.

Obsah

Úvod	8
I Překlad	9
1 Загадочная естественность	9
2 Миллиарды далёких солнц, или почему ночью не должно быть темно	10
3 Почему ночью темно?	16
4 Парадоксы вокруг парадокса тёмного неба	24
II Komentář	42
5 Analýza originálu	42
6 Koncepce překladu	47
7 Typologie překladatelských problémů	48
8 Typologie překladatelských posunů	62
Závěr	68
Resumé	69
Bibliografie	70
Příloha: text originálu	75

Úvod

Cílem této bakalářské práce je překlad vybraných kapitol z knihy Petera Zamarovského *Proč je v noci tma? Příběh paradoxu temného nebe* (s. 9–29, 43–65) do ruštiny. Překlad výše uvedených úryvků tvoří první část práce. Tato kniha je věnována problému fotometrického paradoxu (jinak nazývaného paradox Olbersův nebo paradox noční tmy) a všem, „které majestátní zjev hvězdné oblohy nejen okouznil, ale i přiměl k hlubšímu zamyšlení nad stavbou a fyzickou podstatou vesmíru“. Na pozadí zkoumání této plodné kosmologické otázky je čtenář provázen různými obdobími vývoje lidských představ o stavbě a fungování vesmíru, dostává se mu podrobného výkladu o vzniku a rozvoji filosofie a přírodních věd, zejména fyziky a astronomie.

V předmluvě k dílu napsané Jiřím Grygarem čteme, že neví „o žádné podobné publikaci doma nebo v cizině, která by tak názorně a stručně pojednávala o problému, jenž se (...) podařilo objasnit teprve za našeho života.“ Věříme, že překlad této knihy by se mohl osvědčit i v prostředí rusky mluvících čtenářů.

Druhá část práce obsahuje odborný komentář k překladu. V něm jsme nejprve provedli analýzu původního díla a zvolili koncepci překladu, dále popsali některé překladatelské postupy, představili typologii překladatelských problémů, naznačili způsoby jejich vyřešení a následně představili typologii posunů, k nimž jsme se museli uchýlit při překladu.

Část I

Překlad

1. Загадочная естественность

Когда Солнце скрывается за горизонтом, вокруг нас становится темно. Почему? Почему ночью небо тёмное? Если вы не знаете, ничего страшного — этого не знает большинство людей. Не только не знает, но и не знает, что не знает, потому что ни разу не задавало себе этот вопрос. Вопрос «Почему ночью темно?» на протяжении столетий не приходил в голову ни философам, ни натуралистам, ни даже астрономам, хотя как раз им следовало бы заниматься подобными проблемами (ведь они были сторонниками просвещения).

Подлинная тайна жизни заключена в зримом, а не в сокровенном...

Оскар Уайльд

Усыпанное звёздами небо очаровывает человечество с незапамятных времён. Нас привлекает всё, что мы видим на небе, всё, что мерцает и движется над нашими головами. «Что это там сияет? А из чего оно состоит? Как и почему движется?» Но большую часть ночного неба покрывает беспросветная тьма. Она не мерцает, не движется и ни из чего не состоит. Она — ничто, простая невозможность видеть. Темнота — всего лишь кулисы, перед которыми разворачивается представление космического театра. Только с приходом Возрождения астрономы осознали, что темнота очевидна лишь с точки зрения нашего ежедневного (или скорее «еженочного») опыта. С точки зрения строения Вселенной она очевидной не является. Так привычный для всех факт перестал быть таковым и превратился в загадку. Возник парадокс. Иоганн Кеплер, Томас Диггес, Галилео Галилей, Эдмунд Галлей, Генрих Ольберс и другие астрономы начали искать ответ на вопрос «Почему ночью темно?». Исследованиями в данной области занимался и философ Фридрих Энгельс, и даже знаменитый Эдгар Аллан По предложил собственное решение парадокса. Проблема ночной темноты не давала спокойно спать космологам и в двадцатом веке. Актуальна ли она сегодня, в веке двадцать первом?

И всё же, вернёмся к началу нашей истории и зададим себе несколько вопросов: Почему факт ночной темноты неочевиден? Почему темноты быть не должно? И почему она всё же существует?

Загадочность очевидных вещей ускользает от нас. Они не кажутся нам необычными, и поэтому мы их не исследуем. Для того, чтобы явления начали нас удивлять, нужно снять с них «ярлык» очевидности. Например, долгое время человечество не интересовало, почему предметы падают, да ещё и всегда в одном направлении. Это явление перестало быть привычным только тогда, когда на одну прославленную голову упало одно небезызвестное яблоко.

Вместе с наступившим озарением пришло и осознание незаурядности падения предметов, и люди начали рассуждать о гравитации.¹ И наоборот, явление магнетизма поражало людей уже в древности. Магниты удивили древнегреческого философа Фалеса Милетского настолько, что он отказался от своего «наивного материализма» и начал объяснять магнетизм воздействием богов и души. Магнетизм очаровывает нас и по сей день. Из-за своей необычности это явление стало считаться таинственным и волшебным. Но темнота, равно как и земное притяжение, считалась делом обычным, ведь с ней мы встретились задолго до того, как увидели свет жизни.

2. Миллиарды далёких солнц, или почему ночью не должно быть темно

...ЕСЛИ ТЕ СОЛНЦА ТОГО ЖЕ РОДА, ЧТО И НАШЕ СОЛНЦЕ, ТО ПОЧЕМУ БЫ ИМ ВСЕМ, ВЗЯТЫМ ВМЕСТЕ, НЕ ПРЕВОСХОДИТЬ ПО БЛЕСКУ НАШЕ СОЛНЦЕ?

ИОГАНН КЕПЛЕР

Представьте себе, что мы вдруг оказались в лесу. Что мы увидим, оглядевшись вокруг себя? Одни деревья. Куда бы мы ни посмотрели, в любом направлении мы заметим какое-нибудь дерево. Деревья заполняют всё видимое пространство вокруг нас (по крайней мере, в горизонтальной плоскости). Похожим образом должен выглядеть и «лес» звёзд в космическом пространстве — в любом направлении мы должны увидеть сияющую звезду.² Звёзды должны без промежутков заполнять всё небо. Поскольку гипотеза Кеплера о том, что звёзды — это далёкие солнца, подобные нашему Солнцу с большой буквы «С», оказалась верна, поверхность этих звёзд должна иметь такую же яркость, как и поверхность Солнца. Поэтому нас должен окружать невыносимо яркий свет. Не должно быть ни ночи, ни дня, только бесконечное адское пекло. И сейчас мы приблизились к самой сути дела: ночью нет ни света, ни пекла, и уж тем более адского. Всюду господствует темнота и холод, никакого ада нет.³ Мы столкнулись с противоречием, называемым фотометрическим парадоксом. Иногда его также называют парадоксом Ольберса, парадоксом ночной темноты, парадоксом Кеплера, парадоксом Галлея и, как ни странно, парадоксом сияющего неба.

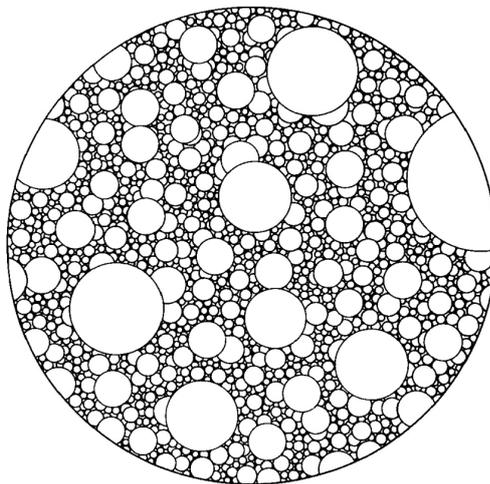
Изменится ли что-нибудь, если мы перейдём от двухмерного земного леса к трёхмерному «лесу» звёзд? Представим себе наш земной шар, а вокруг него — бесконечное количество концентрических сферических оболочек огромного размера. Нечто, схожее со слоями луковицы с той лишь разницей, что эта структура продолжается до бесконечности. У всех оболочек одинаковая толщина, и в каждой из них содержится очень

¹Читателю, вероятно, известно, что эта голова принадлежала сэру Исааку Ньютону. Его биограф Уильям Стьюкли сообщает: «он [Ньютон] сказал мне, что точно в такой же обстановке его впервые посетила мысль о гравитации. Она была вызвана падением яблока, которое он увидел, пока сидел, погрузившись в раздумья. „Почему яблоко всегда падает перпендикулярно земле? — подумал он. — Почему оно не летит в сторону или вверх, а именно к центру Земли? Несомненно, причина в том, что Земля притягивает его. В материи должна существовать сила притяжения.»

²Схожесть Вселенной с лесом заметил ещё Отто фон Герике (1602–1686).

³Имеется в виду привычный для нашей культуры раскалённый и пылающий ад, поскольку, например, в представлениях северных народов ад ледяной.

большое количество звёзд (настолько большое, что неравномерность их распределения внутри оболочки усреднена). Количество звёзд в отдельных оболочках пропорционально их объёму, а объём, в свою очередь, пропорционален площади оболочки. Таким образом, количество звёзд в оболочке возрастает пропорционально квадрату её радиуса (или квадрату расстояния от Земли). Напротив, с увеличением квадрата расстояния от Земли интенсивность света, излучаемого отдельными звёздами, снижается.⁴ Обе зависимости перестают действовать, и получается, что все оболочки должны в равной мере обеспечивать освещённость неба. При этом оболочек бесконечно много, и поэтому с небес должен струиться бесконечно яркий свет...



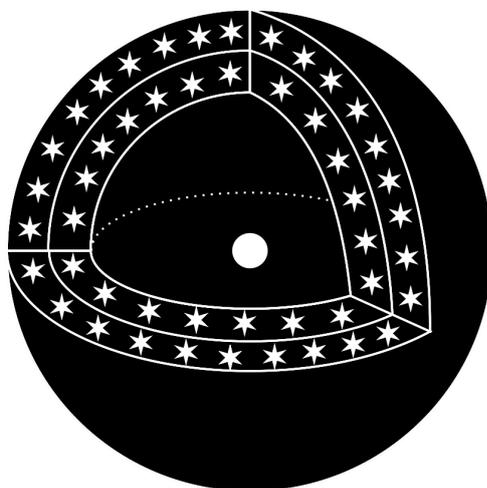
*Небо должно быть целиком заполнено дисками звёзд
и равномерно и интенсивно излучать свет*

Но бесконечно яркий свет ниоткуда не струится. Где произошла ошибка, что мы смоделировали не так? Вероятно, после опыта с земным лесом мы предположим, что допустили ошибку, заменив звёзды геометрическими точками. Действительно, на первый (и даже на второй) взгляд мало кому может показаться, что звёзды — это огромные шары, и в отличие от геометрических точек они могут заслонять друг друга так же, как одно дерево закрывает собой другое. Поэтому мы не видим бесконечно удалённые от нас объекты, не видим ни все небесные сферы, ни бесконечное количество звёзд. Следовательно, итоговая яркость неба не может быть бесконечной. Но радоваться рано, потому что взаимное перекрытие звёзд не спасёт нас от адского пекла. Несмотря на то, что яркость неба в таком случае не была бы бесконечной, целое небо было бы освещено ярче, чем 90 000 Солнц!

Рассуждения, основанные на мысли «что бы случилось, если...» бывают, как правило, значительно упрощёнными, искажёнными и вводящими в заблуждение. То же самое можно сказать и о нашем анализе. Температура поверхности звёзд достигает нескольких тысяч градусов. Такое число может показаться внушительным, но для звёзд это

⁴Снижение интенсивности света с увеличением квадрата расстояния от его источника относится к основным законам оптики. В 1604 г. этот закон сформулировал Иоганн Кеплер в своей работе «Дополнения к Вителлию, в которых излагается оптическая часть астрономии» (*Ad Vitellionem paralipomena quibus astronomie pars optica traditur*), Франкфурт, 1604 г. (Вителлий был известным оптиком-теоретиком XIII в., однако в вышеуказанной работе Кеплер повествует только о своих собственных взглядах и открытиях.) Закон применим для точечных источников света, непоглощающей среды и трёхмерного евклидова пространства. (Модель оболочек предложил британский астроном Эдмонд Галлей.)

не очень большая температура, поскольку, в зависимости от типа звезды, температура в её центре может составлять 15 миллионов градусов и выше. Если бы повсюду и в самом деле воцарилось вышеописанное «адское пекло», звёздам было бы некуда излучать свою энергию. Они бы перегрелись, и термоядерная реакция, в нормальных условиях проходящая только в звёздных ядрах, распространилась бы на целый объём каждой звезды. Произошёл бы мощный взрыв.⁵

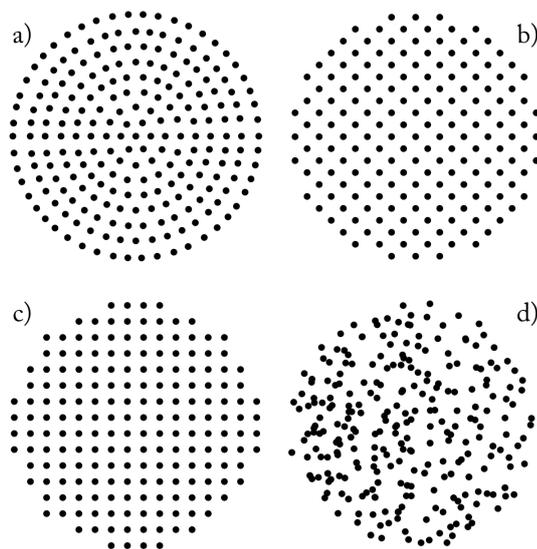


Концентрические оболочки вокруг Земли

Мы привели пример того, как выглядела бы Вселенная, если бы она была бесконечна и равномерно (или хотя бы в случайном порядке) заполнена звёздами. Если бы она действительно выглядела так, мы бы её не увидели, поскольку повсюду была бы такая высокая температура, что мы не могли бы существовать.

Даже при беглом взгляде на небо заметно, что звёзды не распределены на нём равномерно. С равномерным распределением объектов можно встретиться только там, где действует какой-нибудь организующий фактор. Это могут быть, например, межмолекулярные связи в кристаллах или намерение садовника высадить деревья в ряд. Под воздействием только случайных факторов возникает случайное распределение (или распределение Пуассона), при котором нерегулярно встречаются более или менее плотно заполненные области. (Это происходит, если случайных факторов оказывается больше, чем организующих. Например, если кристалл нагреть, то столкновения быстро перемещающихся молекул приведут к разрушению кристаллической структуры, и кристалл растечётся. Примером случайного распределения может послужить количество деревьев в лесу, количество смертей в Праге за один день, количество распадов атомов какого-либо радионуклида за промежуток времени и т. д.) Но если усреднить случайное распределение по очень большому пространству, оно приблизится к равномерному. Допустим, что за один час распадается 3 600 атомов какого-либо материала, но это не означает, что распад происходит в точности со скоростью один атом в секунду. Поэтому для наших целей мы можем считать распределение звёзд равномерным. При пространственном распределении звёзд (равно как и других природных объектов) случайность, как правило, комбинируется с определённой мерой регулярности.

⁵Астрофизики предполагают, что подобные взрывы происходят при столкновении звёзд (в отличие от автомобилей, звёзды сталкиваются редко).



*Три простых случая равномерного распределения (a, b, c)
и неравномерного распределения (d)*

Что же мы видим ночью? Бархатную темноту небосвода, покрытого мириадами⁶ звёзд? Звучит возвышенно, но это не так.⁷ Невооружённым глазом мы можем насчитать только 2 или 3 тысячи звёзд (на обоих небесных полушариях — примерно 6 тысяч). Никаких миллиардов, мириад или астрономических чисел. Гораздо больше звёзд можно увидеть, воспользовавшись телескопом. Он увеличивает изображение неба. При этом сам факт увеличения не играет большой роли — мы не видим слабо светящиеся звёзды не потому, что они кажутся нам маленькими, а потому, что от них до нас доходит слишком мало света. Лучшая видимость звёзд достигается благодаря способности объектива⁸ телескопа сосредоточивать больше света, чем хрусталик невооружённого глаза. Если, к примеру, диаметр объектива составляет 5 см, его площадь почти в сто раз больше площади нашего зрачка, и он может задержать в сто раз больше света.⁹ Поэтому через такой телескоп мы увидим и звёзды, светящиеся в сто раз слабее. При должной терпеливости мы насчитали бы уже сотни тысяч звёзд, то есть примерно в сто раз больше, чем невооружённым глазом. Попробуем использовать ещё больший телескоп с диаметром объектива, скажем, 50 см (мощный любительский телескоп или обычный профессиональный прибор). Такой телескоп сосредоточивает почти в 10 000 раз больше света, чем человеческий глаз. Через него мы увидим почти в 10 000 раз больше звёзд — примерно 20 миллионов. Столько звёзд мы не сосчитали бы до конца нашей жизни.

Количество видимых звёзд возрастает почти пропорционально площади объектива. Чем слабее светят звёзды, тем больше их видно на небе, что могло бы свидетельствовать в пользу предположения о равномерном распределении звёзд: объектив с десятикратным увеличением сосредоточивает в сто раз больше света, поэтому через него

⁶«Мириада» означает десять тысяч. У древних народов, например, греков или китайцев, десять тысяч обычно считалось неисчислимым, бесконечным количеством.

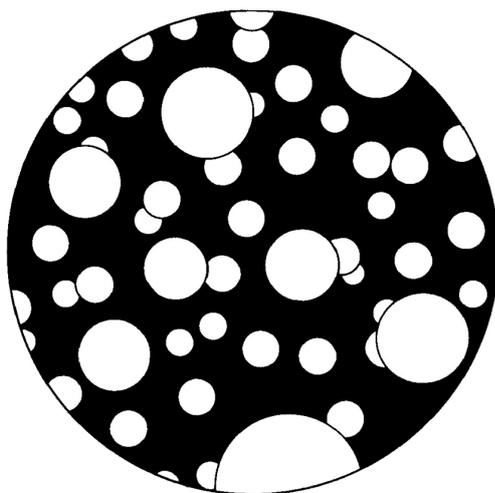
⁷К сожалению, из-за постоянно возрастающего светового загрязнения бархатная темнота стала лишь красивой метафорой.

⁸Объективом называется передняя линза (система линз) телескопа, направленная на наблюдаемый объект. У больших астрономических телескопов объективом служит зеркало. Система линз, через которую мы смотрим на объект, называется не «субъектив» (как следовало бы из логики языка), а окуляр.

⁹Диаметр зрачка, «объектива» человеческого глаза, варьируется от 2 до 8 мм, для простоты скажем, что в среднем он составляет 5 мм. Поэтому площадь объектива с диаметров 5 см в сто раз больше площади зрачка.

можно увидеть звёзды из оболочки, находящейся в десять раз дальше от нас. Эти звёзды светят в сто раз тусклее, зато самих звёзд мы увидим в сто раз больше, поскольку десятикратно удалённая оболочка имеет стократный объём и содержит в сто раз больше звёзд. Но, как мы скоро увидим, эта зависимость перестаёт действовать у объективов с очень большим диаметром, используемых для исследования отдалённых областей Вселенной.¹⁰

Через телескоп мы видим суммарно большее количество звёзд, но не одновременно, так как пропорционально увеличению изображения сужается поле зрения. В итоге мы всегда получаем примерно одинаковую картину: светящиеся точки звёзд, а между ними — темноту. Наличие темноты между звёздами не зависит ни от размера телескопа, ни от его увеличительных способностей.



Тёмное небо видно между звёздами даже через телескоп

Пожалуй, каждый, кто впервые взглянул на небо через астрономический телескоп, разочаровался в увиденном: даже через телескоп звёзды выглядят просто как светящиеся точки.¹¹ Несомненно, разочаровался бы и Тихо Браге, если бы он прожил на пару лет дольше и смог воспользоваться телескопом. Браге предполагал, что угловой диаметр звёзд равен примерно двум угловым минутам.¹² В таком случае для того, чтобы увидеть звёзды величины с лунный диск, нам хватило бы всего лишь пятнадцатикратного увеличения.

¹⁰Самую большую плотность звёзд в поле зрения можно получить при помощи телескопа с диаметром объектива 10–20 см с использованием малого увеличения (так называемого «нормального» увеличения, равного диаметру объектива, поделённому на диаметр зрачка). По-английски такой телескоп называется *rich field telescope*, то есть «телескоп с богатым полем зрения». Он может использоваться не только для рассматривания неба, но и для поиска комет.

¹¹Если слишком сильно приблизить изображение в телескопе, звёзды превратятся в нечто, похожее на бесформенных амёб или на светящиеся кружки с цветной окантовкой. Конечно, у этих обманчивых объектов нет ничего общего с настоящей формой звёзд. Они вызваны оптическими особенностями (дефектами) прибора и турбуленцией в атмосфере.

¹²Угловая минута или минута дуги равна $1/60$ градуса, а угловая секунда равна $1/60$ угловой минуты. Под углом двух угловых минут мы увидим горошину с расстояния 11 м. Для того, чтобы увидеть её под углом одной угловой секунды, нам пришлось бы удалиться от неё на 1,4 км.

Однако угловой диаметр звёзд находится, как правило, вне различительных возможностей земных телескопов.¹³ Возьмём, к примеру, Сириус, самую яркую звезду на небе. Эту близкую и к тому же огромную звезду мы видим под угловым диаметром в $6/1000$ угловой секунды.¹⁴ Практическая различительная способность астрономических телескопов составляет примерно одну угловую секунду, в лучшем случае — несколько десятых угловой секунды. Для того, чтобы увидеть хотя бы некоторые звёзды в виде шариков, нам потребовались бы телескопы в тысячу раз мощнее. Но и они бы не особо помогли. Мы живём на дне воздушного океана, в котором смешиваются массы воздуха с разной температурой и плотностью. Поэтому различительная способность относительно больших телескопов (как правило, с диаметром объектива больше 10–20 см) ограничивается не мощностью самой оптики, а именно нечёткостью, вызванной завихрениями воздуха. Из-за этого астрономам не удаётся увидеть звёзды в виде шариков даже с помощью больших телескопов, и им остаётся полагаться только на измерение спектрального состава и интенсивности излучения звёзд.

С этой проблемой могут справиться телескопы, находящиеся над земной атмосферой. Подтверждением тому служат прекрасные фотографии с космического телескопа «Хаббл». Этот уникальный прибор «видит» некоторые самые близкие к нам звёзды уже не просто как светящиеся точки. В 1995 г. с его помощью удалось сфотографировать диск звезды Бетельгейзе, одной из двух самых ярких звёзд в созвездии Ориона. Этот звёздный сверхгигант (это не метафора, а официальное название) примерно в 800 раз больше Солнца и находится на расстоянии 130 световых лет от Земли. Его угловой диаметр составляет $90/1000$ угловой секунды, то есть примерно $1/500$ углового диаметра Юпитера или $1/20000$ диаметра Луны.

¹³С планетами дела обстоят гораздо лучше: через телескоп они выглядят как маленькие шарики или серпы, а если повезёт, то можно различить детали на их поверхности. Самый большой угловой диаметр у Венеры — он может превышать одну угловую минуту.

¹⁴Для того, чтобы горошина выглядела, как Сириус, она должна находиться на расстоянии 200 км от нас и иметь ту же температуру, что и Сириус, то есть 10 000°C.

3. Почему ночью темно?

В темноте ночного неба скрывается важный факт об устройстве Вселенной: какой бы она ни была, она должна быть организована так, чтобы ночью было темно. По этой причине Вселенная не может быть бесконечна и при этом равномерно (и даже случайно) заполнена вечно сияющими зёздами. Она должна быть другой. Но какой?

Если бы Солнце не существовало, — несмотря на остальные светила, была бы ночь.

ГЕРАКЛИТ, В99

3.1. Космос, миф и логос

Как устроена Вселенная? Как и когда она возникла? Какое отношение она имеет к нам, людям? Любопытный Homo sapiens задавался этими вопросами, начиная, пожалуй, с каменного века. И чем ограниченнее были знания человека, тем шире могло разгуляться его воображение. Необузданная фантазия породила мифы, на многие тысячелетия овладевшие не только мнениями, но и практической жизнью многих поколений наших предков. На мир земной и небесный люди смотрели через призму мифологии.

Над головами людей неторопливо вращался небосвод, усыпанный сияющими звёздами. Меж неподвижных звёзд, созвездий, странствовали звёзды блуждающие — планеты. К ним причисляли и Солнце с Луной.¹⁵ Поскольку планеты двигались, их считали живыми, божественными существами, обладающими душой. Благодаря мифологическому воображению людей Древнего мира пантеон стародавних богов дожил до нашего сверхтехнологичного времени: вечером мы можем насладиться мерцанием ясной Венеры, богини любви (греческая Афродита), вблизи солнечного диска порой заметен и Меркурий (Гермес), бог торговли и ловкости. Кроваво-красный Марс (Арес), бог войны, гордится своими сыновьями Фобосом и Деймосом (Страх и Ужас), что, словно спутники, вращаются вокруг него.¹⁶ Юпитеру, верховному римскому богу (греческий Зевс), конечно, досталась самая могучая и, пожалуй, самая красивая планета. Не менее примечательно выглядит и Сатурн (Кронос), окружённый своими кольцами. Античная традиция была взята за основу и для названий планет, открытых позднее — Урана, Нептуна и Плутона — а также их спутников. Умерев, на небо взошли бессмертные герои: Геракл, Кассиопея, Андромеда и Орион. Они взирают на нас с небосвода необъятными созвездиями. Кастор и Поллукс стали сверкающими звёздами. И даже само небо обрело своего властителя — им стал суровый бог Уран. А Урания позднее стала музой астрономии: в те времена, когда астрономию ещё не причисляли к точным наукам, она считалась искусством, и ей было не обойтись без своей собственной музыки. Древние египтяне передали небеса во владение богине Нут, а Ра, бог Солнца и само Солнце, был её сыном.¹⁷ В свою очередь, в Древней Индии владыкой небес считали Варуну... Мифологическая картина мира стала источником вдохновения для тысяч умельцев и мастеров и не утратила своего очарования по сей день. Мифы — это не только занимательные, но и поучительные аллегорические сказания о жизни человека и общества. В них присутствуют универсальные герои и ситуации (архетипы), формирующие человеческое подсознание и бессознательное. Но не следует искать в мифах критический естественнонаучный подход. Уже в античный период люди начали осознавать ограниченность

¹⁵Астрологи причисляют Солнце и Луну к планетам и по сей день.

¹⁶Но к пантеону богов они присоединились позднее: спутники Марса были открыты в 1877 г.

¹⁷Но не всё так просто: функцию бога Солнца иногда брали на себя и другие боги, например, Атон.

и наивность мифологических преданий, уже тогда человечество начало преодолевать миф. Открыв критическое мышление, люди были поражены невероятными перспективами его использования. Довольно быстро возникает философия, из которой постепенно выделяются научные дисциплины. Сама мудрость, *софия* (др.-греч. σοφία), больше не заключается в знании мифов, и на смену ей приходит критический разум, *логос* (др.-греч. λόγος). Человечество взрослеет.

В древнегреческом языке *логос* означает «слово», «осмысленная речь», а также «разум» и даже «математическая дробь», то есть рациональное число. Гераклит, знаменитый философ из города Эфес, характеризовал логосом гармонию и порядок Вселенной. Идею логоса развили стоики, понимавшие его как универсальный творящий принцип, живительную силу и даже как Бога. Это понятие вошло и в христианскую традицию. Евангелие от Иоанна начинается так: «В начале было Слово» (Ин. 1:1). В греческом оригинале употреблено «логос». Позднее в христианстве логос отождествляется с Сыном Божьим. Через логос Бог сотворяет всё сущее и предстаёт миру, воплотившись в логосе. Так логос возвращается во власть мифологии...

3.2. Вселенные древнейших астрономов

Перейдём к моделям Вселенной, в основе которых лежит рациональный подход — наблюдения и *логос*. Мы рассмотрим их с точки зрения нашего фотометрического парадокса, а именно, как эти модели объясняют ночную темноту и объясняют ли вообще.

О Вселенной размышляли уже самые древние философы. Поскольку основным предметом их интереса был *фюсис* (др.-греч. φύσις), их стали называть «физиками». Слово *фюсис* (по-латински *natura*) означало природу (прежде всего живую, растительную), а также естественность, суть, корень. Учение «физиков» сохранилось до наших дней только в виде фрагментов — цитат более поздних авторов. На основе этих фрагментов мы можем получить лишь размытое представление об их взглядах.

ПРИРОДА ЛЮБИТ СКРЫВАТЬСЯ.

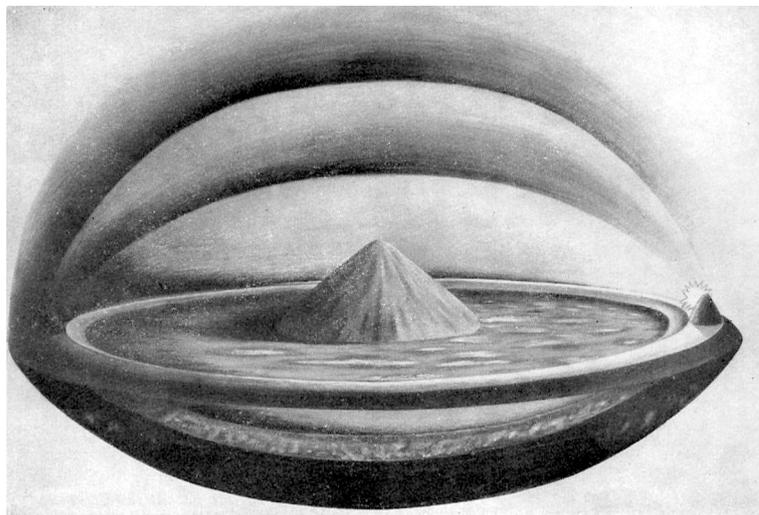
ГЕРАКЛИТ, В123

Первый философ-физик, Фалес Милетский, прославился именно на ниве астрономии. Предсказанное им полное затмение Солнца действительно произошло, и Фалес вошёл в историю как почитаемый оракул. На пути к триумфу ему помогли не только халдейские астрономические таблицы, но и львиная доля удачи.¹⁸ Фалес считал, что Земля — это остров, плавающий в океане. Вокруг Земли вращалась небесная сфера. Как небесной сфере удавалось это делать при том, что океан был бесконечен, неизвестно. Неизвестно и то, как она выглядела, поэтому невозможно сказать, почему ночью должно быть темно.

Младший коллега Фалеса Анаксимандр считал, что Земля¹⁹ свободно парит в пространстве. С разных сторон на неё воздействуют так называемые «импульсы», но благодаря силе симметрии, сводящей их влияние к нулю, Земля не падает и удерживается в одном и том же положении.

¹⁸При помощи этих таблиц можно было вычислить только вероятность возможного затмения.

¹⁹Возможно, она имела форму цилиндра, а люди жили на одном из его оснований.



Модель Вселенной Фалеса Милетского была основана на представлениях халдейцев (жителей Вавилонии прим. VII в. до н. э.).

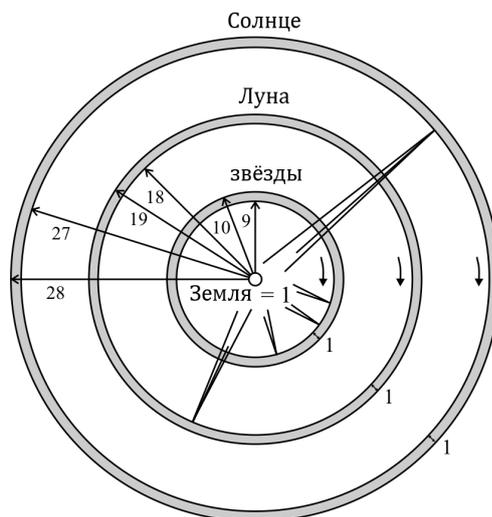
Если такая интерпретация фрагментов учения Анаксимандра верна, то можно сказать, что этот философ предугадал существование всемирного тяготения на две тысячи лет раньше Ньютона (по крайней мере, с практической точки зрения). Не стоит забывать, что и через тысячу лет после смерти Анаксимандра Блаженный Августин объявлял глупцами людей, считавших обратную сторону Земли населённой. Согласно Августину, они не понимали, что антиподам пришлось бы ходить головами вниз! Подобного мнения придерживался даже великий астроном Клавдий Птолемей. И если бы человеческая мысль порой не блуждала в тупиковых закоулках так долго, мы продвинулись бы гораздо дальше... Вопрос лишь в том, куда.

Анаксимандр разместил отдельные небесные тела на разном расстоянии от Земли. Вселенная перестала быть плоской поверхностью небесного купола, начала распространяться вглубь и обрела объём. Модель трёхмерного космического пространства привлекала и других астрономов, но окончательно она была принята лишь две тысячи лет спустя. Только в эпоху Возрождения окончательно исчезла последняя небесная сфера — сфера неподвижных звёзд. Человечеству открылись бездонные глубины космоса, а контроль над небом всецело перешёл в руки теологов.

...КРУГ СОЛНЦА В ДВАДЦАТЬ СЕМЬ РАЗ БОЛЬШЕ ДИАМЕТРА ЗЕМЛИ, А КРУГ ЛУНЫ — В ВОСЕМНАДЦАТЬ; ВЫШЕ ВСЕГО НАХОДИТСЯ СОЛНЦЕ, НИЖЕ ВСЕГО — КРУГИ НЕПОДВИЖНЫХ ЗВЕЗД.

Анаксимандр, А11 (по свидетельству Ипполита Римского)

Следует простить Анаксимандру его ошибку при оценке удалённости космических тел: ближе всего он разместил сверкающие звёзды, потом холодную Луну, а дальше всего — сияющее Солнце. Скорее всего, звёзды у Анаксимандра находятся так близко потому, что он считал их некими искрами, вырвавшимися из огненного диска при формировании Земли. Это не удивительно, ведь звёзды действительно напоминают искры.



Строение Вселенной по Анаксимандру

Развивать учение Анаксимандра стал легендарный Пифагор (прим. 572–494 гг. до н. э.), а также его ученики и последователи. Астрономам-пифагорейцам уже было известно, что наша Земля — не плоский диск и не плавающий в океане остров, а огромная сфера, свободно парящая в космическом пространстве. Позже пифагорейцы презрели и эгоцентрический геоцентризм и поняли, что наша родная планета не так уж уникальна, что это просто один из многих аналогичных космических объектов.

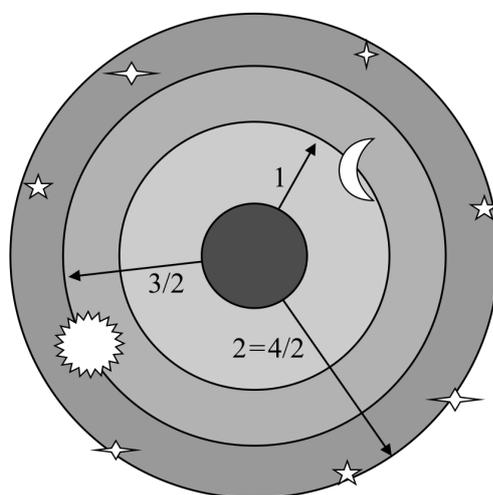
В конце V в. до н. э. Филолай с острова Кротон описал модель Вселенной, в центре которой находится вовсе не Земля. Планеты, включая нашу, вращаются вокруг некоего центрального огня, называемого «Очагом Вселенной». Это место невидимо, поскольку его заслоняет собой земной шар. Чтобы показать, что он не забыл и о богах, рядом с Очагом Вселенной Филолай разместил дом верховного бога Диаса (Зевса). (Две тысячи лет спустя с проблемой размещения божественной резиденции столкнулся и сам Томас Диггес, первооткрыватель фотометрического парадокса, но не будем забегать вперед.) Сегодня ни у кого не вызывает сомнений, что победа Филолая над геоцентризмом была шагом в правильном направлении, но для того времени эта идея была слишком прогрессивной.



Монета с изображением Пифагора

Вслед за Анаксимандром пифагорейцы тоже разместили космические объекты на разном расстоянии от Земли. Эти расстояния образовывали определённую последовательность, подобную череде звуков в музыкальной гамме, поэтому во всей Вселенной пифагорейцев царили гармония и порядок.²⁰

Пифагор (по иным данным, Филолай) назвал совокупность всего существующего *космосом*. Это очень старое слово, его можно обнаружить ещё в «Илиаде» Гомера. Оно означало последовательность, организованный строй, драгоценность, дисциплину, уклад, или, как говорили в старину, «лад». Первоначальное значение этого слова отражено и в слове «косметика», обозначающем средства, которые приводили внешний вид человека в порядок, и следовательно, делали его красивым. Последователи Пифагора назвали Вселенную космосом, так как считали, что в ней царит гармония. От слова «космос» образованы понятия «космология» (учение о Вселенной как целом) и «космогония» (учение о возникновении и развитии Вселенной). В древних текстах также можно найти определение «космография», или учение о геометрическом строении космоса. Поскольку возникновение и развитие Вселенной неразрывно связано с её строением и структурой, впоследствии эти учения вошли в состав космологии.



Древнейшая модель Вселенной пифагорейцев со времён, когда между планетами и звёздами ещё не делали различий

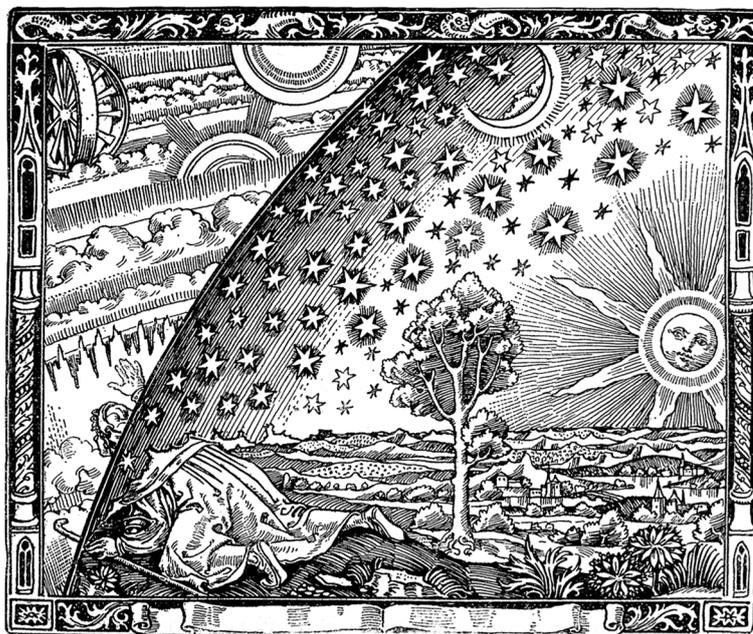
Именно в ориентации на существование космоса, то есть гармонии, поддающейся описанию с помощью математики, заключается важнейший вклад пифагорейцев в зарождающуюся философию и науку. В философии речь идёт именно о гармонии, а не о частностях или конкретике. Без гипотезы о существовании гармонии не было бы ни астрономии, ни науки как таковой. Не было бы даже астрологии. Можно думать о ней что угодно, но следует признать, что и астрология предполагает наличие некой мировой гармонии. Жаль, что до наших дней не сохранилось сведений о том, как пифагорейцы представляли себе Вселенную в целом. Нам известно только, что они боялись бесконечности и пытались описать всё существующее при помощи конечного количества определённых фундаментальных элементов. Но кажется, что несмотря на «апейрофобию»²¹, именно пифагореец Архит Тарентский (прим. 400–365 гг. до н. э.) впервые

²⁰Пифагорейское учение о вселенской гармонии берёт своё начало в Древнем Египте и Месопотамии. Позднее оно также оказало значительное влияние на Иоганна Кеплера.

²¹Апейрофобия означает страх перед бесконечностью (др.-греч. ἄπειρον — «бесконечное», φόβος — «страх»).

высказал аргумент в пользу неограниченной Вселенной. Он проиллюстрировал спорность понятия «границ Вселенной» с помощью мысленного эксперимента, своеобразного рассуждения. Архит спрашивает:

*Если бросить копьё за границу Вселенной, что произойдёт? Оно отскочит? Или исчезнет с лица земли?*²²



Необычное представление о границе мира (гравюра на дереве, датирована ранее 1888 г.)

О структуре Вселенной рассуждали и древние атомисты, Левкипп (прим. 500–440 гг. до н. э.) и Демокрит (прим. 460–370 гг. до н. э.). В их представлениях Вселенная тоже была бесконечной или, по крайней мере, неограниченной.²³ Согласно Левкиппу, Вселенная «есть пустота и полнота». Пространство состояло из пустоты (вакуума), а полноту представляли собой отдельные миры (по-гречески космосы), состоявшие из полнот меньшего размера. Эта последовательность оканчивалась элементарными полнотами — неделимыми далее атомами. Поэтому при интерпретации идей атомистов следует быть осторожными: для них миром (космосом) была не вся Вселенная, а только её малая «организованная часть».

Миры, по его [Демокрита — прим. пер.] мнению бесчисленны и различны по величине. В некоторых мирах нет ни солнца ни луны, в некоторых солнце и луна больше по размерам наших и в некоторых их большее число.²⁴ Расстояния между мирами неравны, между некоторыми большие, между другими меньшие, и одни миры ещё

²²Цитата взята из комментария Симпликия Киликийского (VI в. н. э.) к «Физике» Аристотеля. Здесь Архит приводит пример доказательства от противного: если какое-либо утверждение нельзя доказать прямо («Вселенная безгранична»), то нужно доказать, что обратное утверждение невозможно («Вселенная имеет границы»).

²³В те времена эти понятия не отличались друг от друга (дискуссии по поводу обеих концепций см. далее.)

²⁴Так же как и деревья, звёзды часто образуют скопления. Почти 70 % звёзд входит в состав более сложных образований (двойные и тройные звёзды и т. д.) Но в таких образованиях отсутствуют планеты со стабильной орбитой, и, следовательно, планеты с условиями, пригодными для жизни.

РАСТУТ, ДРУГИЕ НАХОДЯТСЯ УЖЕ В РАСЦВЕТЕ, ТРЕТЬИ РАЗРУШАЮТСЯ. ПОГИБАЮТ ЖЕ ОНИ ДРУГ ОТ ДРУГА, СТАЛКИВАЯСЬ МЕЖДУ СОБОЙ. НЕКОТОРЫЕ МИРЫ НЕ ИМЕЮТ ЖИВОТНЫХ И РАСТЕНИЙ И ВО ВСЕ ЛИШЕНЫ ВЛАГИ. ЗЕМЛЯ НАШЕГО МИРА ВОЗНИКЛА РАНЬШЕ СВЕТИЛ; ЛУНА РАСПОЛОЖЕНА ВНИЗУ, ЗАТЕМ СОЛНЦЕ И ДАЛЕЕ НЕПОДВИЖНЫЕ ЗВЕЗДЫ. И САМЫЕ ПЛАНЕТЫ ИМЕЮТ НЕОДИНАКОВУЮ ВЫСОТУ.

А40, из сочинения Ипполита Римского «ОПРОВЕРЖЕНИЕ ВСЕХ ЕРЕСЕЙ»

И всё же, что нам следует понимать под этими мирами — космосами? Напрашивается ответ, что это могут быть планетные системы или планеты, скорее всего, находящиеся вне Солнечной системы и вращающиеся вокруг отдалённых солнц. Конечно, имеет смысл и объяснение «миры = целые Вселенные». С его помощью мы приблизились бы к теории Мультивселенной, Вселенной Вселенных. В современной науке развиваются и такие концепции.

Вероятнее всего, у историков философии возникли бы претензии к подобным современным интерпретациям. Навязывание современных контекстов и концепций философам древности является анахронизмом и серьёзным проступком по отношению к историографии. Тем не менее, именно такие анахронические интерпретации кажутся мне наиболее удачными.

Немецкий философ Георг Фридрих Гегель (1770–1831) сформулировал мысль о том, что история философии и есть сама философия — мысль, которая и по сей день трагически сказывается на изучении этой науки. По-моему, при толковании высказываний философов не следует ограничиваться контекстом одной конкретной эпохи и пытаться понять, «что же они всё-таки имели в виду». Прелесть философских текстов заключается именно в том, что они позволяют (или даже предлагают) трактовать их по-разному.

Поэтому не нужно опасаться новых интерпретаций, вместо этого следует задать вопрос: что философские тексты могут дать нам сегодня? Многие философы преднамеренно изъясняются неоднозначно. Их иносказательность и загадочность возмущает их более точных коллег, во всём стремящихся к ясности. Но для читателя они открывают возможность самостоятельно интерпретировать содержание текста, вкладывать в него собственные контексты, проецировать на него свои рассуждения и толкования, своё прочтение. Поэтому многозначность — далеко не бесплодный элемент текста. Напротив, она может привести к весьма плодотворным результатам. То же самое можно сказать и о мифологических и религиозных текстах, и даже о некоторых разделах физики.²⁵ Например, Стивен Хокинг и Яков Бекенштейн показали, что формализм, разработанный в XIX в. для описания паровых машин и температурных явлений (иными словами, термодинамика), может быть использован для описания чёрных дыр. При этом изначальные термодинамические величины (температура, энтропия и т. д.) приобретают новое, «анахроническое» значение.

²⁵Наука о толкованиях называется герменевтика. Изначально предметом её изучения были именно религиозные тексты.

Ключевой идеей, предложенной атомистами, было представление о развитии Вселенной или по крайней мере о развитии отдельных миров, космосов. Миры возникают, развиваются и исчезают. Эти слова будто взяты из современного учебника по астрофизике.

Атомисты дали начало многим представлениям, актуальным и по сей день, им только немного не повезло: вскоре после своего возникновения их физическое учение оказалось в стороне от основных философских направлений. Удача не улыбалась ему и в дальнейшем. Атомистов затмили такие гиганты мысли как Сократ, Платон и Аристотель (к их представлениям о Вселенной мы ещё вернёмся). Подавлять атомизм начал ещё сам Платон. В своих философских трудах он упорно игнорировал атомистов. По свидетельству Диогена Лаэртского он даже собирался скупить все их рукописи и сжечь их. К счастью, эта идея пришла ему в голову слишком поздно.²⁶ И хотя Аристотель повествует об атомистах вполне объективно, сам он придерживался совершенно иных взглядов.

Если бы теперь кто-нибудь, тщательно обдумывая все сказанное, задался вопросом, следует ли допустить бесчисленные космосы или ограниченное их число, ему пришлось бы заключить, что вывод относительно неограниченности этого числа позволительно делать разве что тому, кто сам очень ограничен, и притом в вопросах, которые следовало бы знать.

*ПЛАТОН, ДИАЛОГ «ТИМЕЙ»
(намёк на взгляды атомистов)*

²⁶В нетолерантности Платона можно увидеть начинающуюся полемику между материализмом и идеализмом.

4. Парадоксы вокруг парадокса тёмного неба

Таким образом, мыслители эпохи Возрождения отказались от устаревшей модели Вселенной по Аристотелю и Птолемию и вернулись к модели эпикурейцев, казавшейся им наиболее осмысленной. В ней не было сложностей ни с описанием возникновения и исчезновения мира, ни с определением его границ. Тем не менее, как известно, в этой модели присутствовала одна проблема из другой области. Очевидно, первым, кто её заметил, был английский астроном и математик Томас Диггес. На дворе стоял 1576 год. Именно тогда на трон Священной Римской империи взошёл король Рудольф II из династии Габсбургов.

АНАКСИМАНДР, АНАКСИМЕН, АРХЕЛАЙ, КСЕНОФАН, ДИОГЕН, ЛЕВКИПП, ДЕМОКРИТ, ЭПИКУР ПРИНИМАЮТ БЕСКОНЕЧНЫЕ ПО ЧИСЛУ КОСМОСЫ В БЕСКОНЕЧНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ВО ВСЕХ НАПРАВЛЕНИЯХ.

АНАКСИМАНДР, А17

4.1. Открытие парадокса

Томас Диггес, известный приверженец и рьяный популяризатор гелиоцентризма, применил планетную систему Коперника к модели Вселенной древних эпикурейцев. Так он устранил последний пережиток аристотелизма, сферу неподвижных звёзд. Единственной причиной для существования этой сферы было совместное круговое движение звёзд, и после его прекращения сфера неподвижных звёзд стала ненужной. Рассеяв звёзды в бесконечном пространстве, Диггес сделал шаг, на который в своё время не решился сам Коперник.

Итак, Диггес предполагал существование бесконечной Вселенной с бесконечным количеством звёзд и заметил, что в этой модели что-то не так. Этим «что-то не так» было тёмное небо. Так Диггес открыл загадочное явление, получившее название фотометрический парадокс. Правда, заслугу первооткрывателя немного уменьшает предложенное им опрометчивое (и, как вскоре выяснилось, ошибочное) решение: Диггес считал, что человеческий глаз не способен воспринимать свет, излучаемый слишком далеко расположенными звёздами. Он пишет:

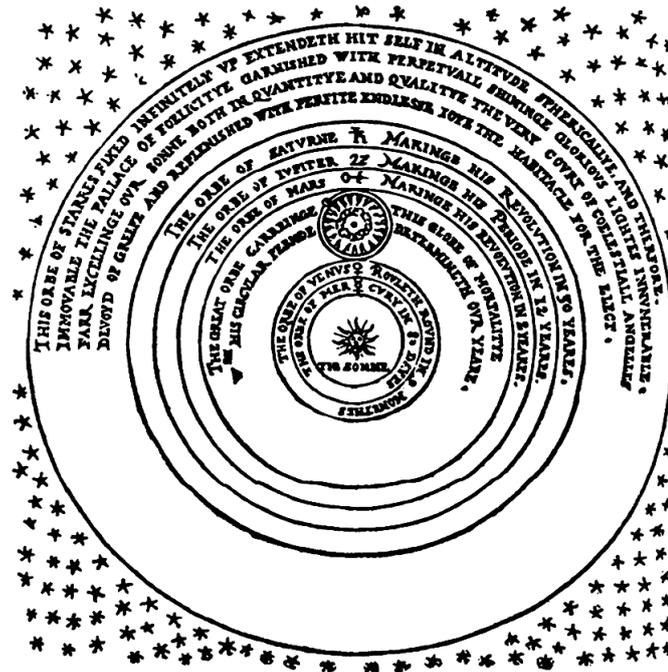
...БОЛЬШАЯ ИХ [НЕБЕСНЫХ ОГНЕЙ,— ПРИМ. ПЕР.] ЧАСТЬ ОСТАЁТСЯ ДЛЯ НАС НЕВИДИМОЙ, БЛАГОДАря НЕОБЫЧАЙНОЙ ИХ ОТ НАС УДАЛЁННОСТИ.

В последующем тексте Диггес будто бы сам испугался своего начинания: он понял, что вместе с последней сферой он, собственно, упразднил и само небо! Поэтому он тут же поспешил заверить читателя, что не позабыл и о жилище Вседержителя:

МЫ, ОДНАКО, В СОСТОЯНИИ ПРЕДСТАВИТЬ СЕБЕ, СУДЯ ПО ВИДИМОЙ ЧАСТИ О НЕВИДИМОМ НАМИ СОВЕРШЕНСТВЕ, СКОЛЬ СЛАВНА ОБИТЕЛЬ ВЕЛИЧАЙШЕГО БОГА...

Этим Диггес напоминает пифагорейца Филолая, который тоже не смог пренебречь божественной резиденцией. Он разместил её неподалёку от «Очага Вселенной», который невозможно увидеть вовсе не из-за «необычайной его удалённости», а из-за того, что он скрыт под обратной стороной Земли.

☞ **A perfit description of the Cælestiall Orbes,**
*according to the most auncient doctrine of the
 Pythagoreans. &c.*



Модель Вселенной по Диггесу. Если понимать это изображение буквально, то в отличие от эпикурейцев и атомистов Диггес не ставил Солнце наравне с остальными звёздами.

Решение парадокса, предложенное Томасом Диггесом, казалось очевидным и естественным, но оно противоречило закону снижения интенсивности светового излучения пропорционально квадрату расстояния от источника. В защиту Диггеса можно сказать, что Иоганн Кеплер сформулировал этот фундаментальный закон физики 28 годами позже, к тому времени со дня смерти Диггеса прошло уже 9 лет.

4.2. Реинкарнация стоической Вселенной

Спустя 35 лет на сомнительность решения Диггеса указал Галилео Галилей. Он отметил, что хотя некоторые звёзды светят так слабо, что по отдельности их увидеть невозможно, количество их света суммируется, поэтому в итоге оно должно быть заметно. Таким образом, всю парадоксальность модели эпикурейцев обнаружил только сообразительный Галилей. В итоге он вернулся к идее конечного звёздного острова, окружённого бесконечным пустым пространством. Так модель древних стоиков воскресла вновь.

Младший современник Галилея Иоганн Кеплер тоже понял, что темнота неба скрывает в себе фундаментальную космологическую проблему.²⁷ Он рассматривал фотометрический парадокс в своём труде «Разговор с звездным вестником»²⁸ (Прага, 1610 г.). В нём он отреагировал на недавно изданную работу Галилея «Звездный вестник»

²⁷По этой причине чешский астроном и астрофизик Иржи Григар популяризировал понятие «Парадокс Кеплера».

²⁸Полное название звучало: *Dissertatio cum Nuncio sidereo nuper ad mortales misso a Galilaeo Galilaeo mathematico Patavino*, или «Разговор с звездным вестником, недавно ниспосланным смертным Галилео Галилеем, падуанским математиком».

(*Sidereus nuncius*, Венеция, 1610 г.), в которой тот свёл воедино результаты своих первых наблюдений при помощи телескопа. Кеплер пишет:

...ЕСЛИ ТЕ СОЛНЦА ТОГО ЖЕ РОДА, ЧТО И НАШЕ СОЛНЦЕ, ТО ПОЧЕМУ БЫ ИМ ВСЕМ, ВЗЯТЫМ ВМЕСТЕ, НЕ ПРЕВОСХОДИТЬ ПО БЛЕСКУ НАШЕ СОЛНЦЕ?

Далее Кеплер размышляет:

ДАЖЕ ЕСЛИ БЫ ЛИШЬ 1 000 ЗВЕЗД ИМЕЛИ БЫ ДИАМЕТРЫ НЕ МЕНЬШЕ ОДНОЙ МИНУТЫ²⁹ (А БОЛЬШИНСТВО ИЗ СОСЧИТАННЫХ ЗВЕЗД ИМЕЮТ ДИАМЕТРЫ БОЛЬШЕ ОДНОЙ МИНУТЫ), ТО И ТОГДА, ЕСЛИ СВЕСТИ ИХ В ОДНУ СФЕРИЧЕСКУЮ ПОВЕРХНОСТЬ, ТО ДИАМЕТР ЕЁ БУДЕТ РАВЕН ДИАМЕТРУ СОЛНЦА (ИЛИ ДАЖЕ БОЛЬШЕ ЕГО).

В своём последнем труде «Сокращение коперниканской астрономии» (*Epitome Astronomiae Copernicanae*, 1618 г.) Кеплер пришёл к решению фотометрического парадокса, предположив, что мы видим не всю Вселенную, а только её часть. Эта часть отгорожена от нас некой непроницаемой стеной. В определённом смысле Кеплер возвратился к древней модели по Аристотелю и Птолею — к каким-либо образом ограниченной Вселенной. С другой стороны, подход Кеплера похож и на более поздние решения, принимавшие в расчёт поглощение света межзвёздной материей.

Эпикурейская Вселенная не устраивала глубоко верящего Кеплера и по чисто теологическим соображениям. Неужели Бог мог допустить, чтобы во Вселенной существовали планеты и солнца помимо наших? Разве тогда в мире всё было бы устроено для человека, разве тогда человек мог быть совершенным божественным творением? Поэтому Кеплер, сам подвергавшийся гонениям протестант, отверг учение преследуемого Джордано Бруно, одним из самых важных прегрешений которого была именно идея бесконечной Вселенной. Кеплер обозначил взгляды Бруно эпитетом *horrida* — «ужасающие».

Даже Кеплер не смог полностью абстрагироваться от антропоцентрического подхода. У него оставалась идея центра Вселенной, относящегося к нам, людям. Он считал, что между Солнцем с вращающимися вокруг него планетами и Млечным путём находится огромная брешь. Млечный путь и неподвижные звёзды находятся на границе космического пространства и удерживают Солнце в центре. Все звёзды находятся на примерно одинаковом расстоянии друг от друга.³⁰

В ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТИ В ЕЁ [СФЕРЫ НЕПОДВИЖНЫХ ЗВЁЗД] ЦЕНТРЕ НЕСОМНЕННО НАХОДИТСЯ НЕКАЯ БЕЗГРАНИЧНАЯ ПУСТОТА, ПУСТАЯ ВЫПУКЛОСТЬ, ОКРУЖЁННАЯ СПЛОЧЁННЫМ КРУГОМ НЕПОДВИЖНЫХ ЗВЁЗД, ОНИ ЖЕ СОМКНУТЫ И ОГРАНИЧЕНЫ КАК БУДТО СТЕНОЙ ИЛИ СВОДОМ. НАША ЗЕМЛЯ ВМЕСТЕ С СОЛНЦЕМ И ПОДВИЖНЫМИ ЗВЁЗДАМИ [ПЛАНЕТАМИ] НАХОДИТСЯ В ЛОНЕ ЭТОЙ БЕЗГРАНИЧНОЙ ПУСТОЙ ПОЛОСТИ.

EPITOME ASTRONOMIAE COPERNICANAE, I/II

²⁹Это почти максимальная различительная возможность человеческого глаза. Вспомним, что согласно Тихо Браге, угловой диаметр звёзд был равен двум угловым минутам.

³⁰Это мнение возникло прежде всего из-за того, что в то время ещё не был измерен параллакс звёзд (см. статьи о Аристархе и Тихо Браге во второй части книги).

Итак, что же из себя представляла космология в начале XVII в.? Аристотельско-птолемеевский геоцентризм полностью себя пережил, а модель эпикурейцев столкнулась с фотометрическим парадоксом. Поэтому большинство астрономов вновь обратилось к стоической модели Вселенной — звёздному острову в бесконечном пустом пространстве. Именно модель стоиков как возможный путь решения фотометрического парадокса отметил и Отто фон Герике (1602–1686). Этот учёный эпохи Возрождения прославился в первую очередь публичными демонстрациями своих экспериментов с вакуумом, которые и привели его к идее поместить в пустоту всю Вселенную. Согласно фон Герике, Бог сотворил конечный мир в бесконечном безвоздушном пространстве.

Но и второй инкарнации стоической Вселенной был отпущен недолгий срок. Её похоронил сам Ньютон, но, как мы скоро увидим, это были досрочные похороны. Согласно закону всемирного тяготения, открытому Ньютоном, все тела притягиваются друг к другу. В своём письме к философу Ричарду Бентли (1662–1742) Ньютон отмечает, что по этой причине конечное количество звёзд не было бы неподвижным, а обрушилось бы в центр Вселенной. Поэтому пространство должно быть заполнено звёздами полностью. (Планеты не падают на Солнце только благодаря своему вращательному движению, которое им придал Бог при создании света. Однако у остальных небесных тел, по мнению Ньютона, вращательное движение отсутствует.)

Предвестие закона о гравитации можно найти уже у античного философа Анаксимандра:

ЗЕМЛЯ — ПАЛЯЩЕЕ ТЕЛО, НИЧТО ЕЁ НЕ ДЕРЖИТ, НА МЕСТЕ ЖЕ ОНА ОСТАЁТСЯ ВСЛЕДСТВИЕ РАВНОГО РАССТОЯНИЯ ОТ ВСЕХ ТОЧЕК ПЕРИФЕРИИ КОСМОСА.

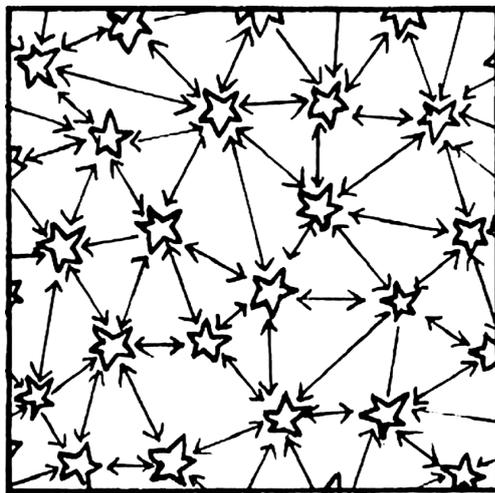
ФРАГМЕНТ А11 (по свидетельству Ипполита Римского)

А мысль о том, что конечная Вселенная должна рухнуть, была сформулирована и эпикурейцами. Лукреций Кар пишет:

*КРОМЕ ТОГО, ЕСЛИ ВСЁ НЕОБЪЯТНОЙ ВСЕЛЕННОЙ ПРОСТРАНСТВО
ЗАМКНУТО БЫЛО В КРУГОМ И, ИМЕЯ ПРЕДЕЛЬНЫЕ ГРАНИ,
БЫЛО В КОНЕЧНЫМ, ДАВНО УЖ МАТЕРИЯ ВСЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ
ПЛОТНЫХ НАЧАЛ ОСНОВНЫХ ОТОВСЮДУ ОСЕЛА БЫ В КУЧУ,
И НЕ МОГЛО БЫ НИЧТО ПОД ПОКРОВОМ НЕБЕС СОЗИДАТЬСЯ:
НЕ БЫЛО В САМЫХ НЕБЕС, ДА И СОЛНЦА ЛУЧИ НЕ СВЕТИЛИ Б,
ТАК КАК МАТЕРИЯ ВСЯ, ОСЕДАЯ ВСЁ НИЖЕ И НИЖЕ
ОТ БЕСКОНЕЧНЫХ ВРЕМЁН, ЛЕЖАЛА БЫ СБИВШЕЙСЯ В КУЧУ.
В САМОМ ЖЕ ДЕЛЕ, ТЕЛАМ НАЧАЛ ОСНОВНЫХ СОВЕРШЕННО
НЕТУ ПОКОЯ НИГДЕ, ИБО НИЗА-ТО НЕТ НИКАКОГО,
ГДЕ БЫ, СТЕЧЕНИЕ СВОЁ ПРЕКРАТИВ, ОНИ ОСЕДАЛИ.*

Тит Лукреций Кар, «О ПРИРОДЕ ВЕЩЕЙ»

После открытий Ньютона перестало действовать всё, что когда-то было в силе: не только модель эпикурейцев и модели по Аристотелю и Птолемею, но и модель стоиков. Вопрос строения Вселенной возвратился к самому началу.



Согласно Ньютону, все небесные и земные тела притягиваются друг к другу. Для того чтобы Вселенная не рухнула, у неё не должно быть границ и центра, она должна простираться до бесконечности — только так все силы притяжения перестанут взаимодействовать.

Но с чего начать? Ведь никаких радикально новых и при этом разумных подходов уже, пожалуй, и не осталось. Поэтому астрономы решили повторно использовать древнее учение эпикурейцев об однородной Вселенной. Оно по-прежнему выглядело самым приемлемым, поскольку не присуждало человеку необоснованно высокого положения в мире и не предполагало никаких необъяснимых наукой процессов — ни сотворения, ни исчезновения Вселенной. Затруднения возникали только со злополучным фотометрическим парадоксом, поэтому астрономы начали размышлять, чем дополнить и усовершенствовать модель эпикурейцев.

В 1720 г. Эдмонд Галлей (1656–1742) высказал гипотезу о том, что вопрос фотометрического парадокса был бы решён, если бы интенсивность излучения снижалась не обратно пропорционально квадрату расстояния от источника, а быстрее. По расчётам Галлея, интенсивность излучения должна снижаться обратно пропорционально четвёртой степени расстояния от источника света (опубликовано в 1722 г.), но он совершил ошибку при вычислении.³¹

Своё решение парадокса Галлей представил на лекции, на которой присутствовал сам Ньютон. Как ни странно, у Ньютона не возникло претензий. Неужели он спал? Возможно. Но возможно и то, что он просто не хотел публично возражать Галлею. Галлей был его другом, и Ньютон был ему многим обязан. Прежде всего тем, что Галлей финансировал первый выпуск его знаменитых «Начал».

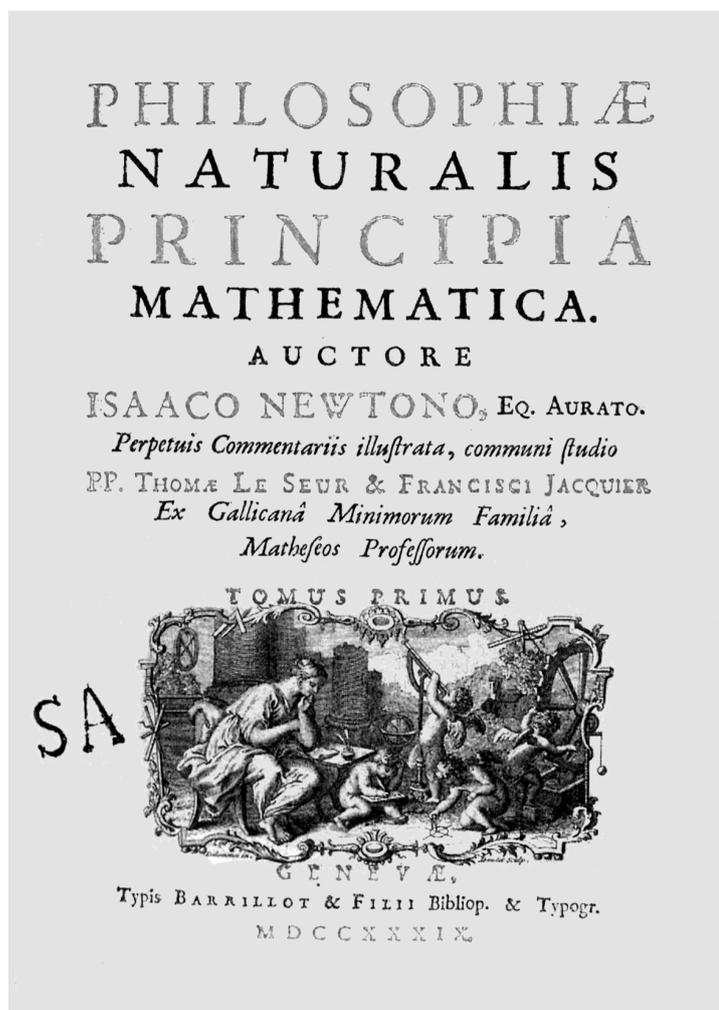
В 1744 г. швейцарский математик Жан Филипп де Шезо (1718–1751) взялся за подробный анализ эпикурейской модели Вселенной. Он высчитал, что с учётом концентрации звёзд и их среднего размера видимость в космосе должна составлять целых 3 тысячи триллионов (то есть 3×10^{15}) световых лет! В таком случае над нашими головами светило бы 10^{46} звёзд, которые заполняли бы целое небо. На Земле господствовала бы жара в 91 850 раз выше, чем в солнечный день³², потому что небо занимает

³¹Галлей перепутал видимую и абсолютную звёздную величину. На эту ошибку обратил внимание астроном Вильгельм Ольберс (см. Типлер, 1988 г.).

³²Такая же жара была бы везде во Вселенной — эпикурейская модель предусматривает однородность.

телесный угол в 91 850 раз больше, чем солнечный диск. При этом де Шезо предполагал, что звёзды светят так же ярко, как и наше Солнце.

Средняя плотность распределения звёзд у де Шезо соответствовала плотности распределения звёзд в окрестностях нашей Галактики. Сегодня известно, что звёзды группируются в галактики, а галактики образуют скопления и сверхскопления, то есть их средняя концентрация ниже, поэтому видимость должна быть ещё лучше — примерно 10^{23} световых лет.



Титульный лист «Начал» Ньютона (издание 1739 г.)

Де Шезо предложил собственное решение парадокса: от раскалённого пекла нас охраняет межзвёздное вещество, некая космическая жидкость, поглощающая свет.³³ Причём с обывательской точки зрения межзвёздное вещество может совершенно прозрачным, даже прозрачнее хрусталя или чистейшего горного воздуха. Абсорбция проходила бы без помех, даже если межзвёздное вещество было бы в 3×10^{17} раз прозрачнее чистой воды!

³³В астрономии используется термин «межзвёздная экстинкция».

Из-за размеров Вселенной то, что по земным меркам кажется совершенно прозрачным, в космических масштабах может таковым вовсе не являться. Если бы Вселенная была заполнена воздухом (а раньше так и предполагалось), мы не увидели бы даже ближайший космический объект — Луну.

Вернёмся к нашей притче о лесе. Мы снова стоим посреди леса и повсюду видим одни деревья. Допустим, что средняя видимость составляет 50 м, и мы видим примерно 2 000 деревьев. Но внезапно на землю опускается туман, то есть поглощающая среда, и мы видим всего 100 ближайших деревьев в радиусе 10 м, а между ними — туман. Аналогом этого тумана и является вселенская темнота. После результатов измерений, полученных де Шезо, учёные успокоились — фотометрический парадокс наконец-то решён. Несмотря на то, что космос бесконечен, вечен и однороден, между звёздами простирается поглощающая материя, газ или некая пыль. Она закрывает от нашего взгляда очень далёкие звёзды и охраняет нас от их излучения и жара точно так же, как вода не пропускает лучи Солнца на дно океана.

Решение парадокса, основанное на существовании поглощающей среды, мгновенно обрело популярность. Его сторонником был и известный немецкий астроном Вильгельм Ольберс. Именно его именем сегодня часто называют фотометрический парадокс. Название «парадокс Ольберса» предложил космолог Герман Бонди, приписавший его открытие этому астроному в своей монографии 1952 г. Но Бонди поступил немного необдуманно: Ольберс не открывал парадокс и не предложил ни одного его верного решения. Единственная его заслуга состоит в том, что он добился популяризации парадокса в ряде своих статей 1823–1826 гг.

Интересный вариант абсорбционного решения предложил ирландский астроном Эдвард Фурнье Д'Альба (1868–1933). Согласно ему, темнота между видимыми звёздами сформирована массой погасших звёзд, которых во Вселенной преобладающее большинство. Между ними время от времени проблескивает какая-нибудь светящая звезда. Если бы это решение было действительно верным, из-за своего перемещения по небу звёзды постоянно зажигались бы и гасли. (Эдмонд Галлей зарегистрировал собственное движение звёзд ещё в 1718 г., см. далее.) Вселенная Фурнье сильно отличалась бы от Вселенной, в которой живём мы. Впрочем, скорее всего, и сам Фурнье не относился к своим домыслам всерьёз.

В 1848 г. стараниями Джона Гершеля (1792–1871) абсорбционное решение было низвергнуто с пьедестала почёта. Гершель привёл аргументы в пользу того, что в вечной Вселенной температура должна быть распределена равномерно. Раскалённые звёзды и холодная поглощающая материя не могут сосуществовать в течение долгого времени. Либо материя раскалилась бы сама и начала бы излучать свет, либо звёзды остыли бы и перестали бы светить.³⁴ Если Вселенная вечна, то в большинстве своём излучение звёзд не может поглощаться какой-либо материей.

³⁴Мысль о том, что свет является носителем энергии, была повсеместно принята только в 50-х годах XIX в. Сначала эту зависимость не осознавал и сам Джон Гершель. (См. Типлер, 1988 г.)

Хотя поглощение света не может решить фотометрический парадокс, оно играет во Вселенной важную локальную роль. Во многих областях неба можно обнаружить непрозрачные межзвёздные облака — тёмные пылевые туманности.³⁵ Они расстилаются и в созвездии Стрельца, мешая нам увидеть центр нашей Галактики с находящейся в нём гигантской чёрной дырой и множеством очень плотных скоплений интересных звёзд. Если бы этих тёмных облаков не было, центр Галактики сиял бы ярче полной Луны.³⁶ Напрашивается вопрос: как то, что существует локально, не срабатывает в глобальном масштабе?

Причина в том, что абсорбция может защищать нас от высоких температур, только если абсорбирующая материя не раскалится сама. Если бы абсорбирующей материи было много (а для решения фотометрического парадокса её должно быть действительно много, ведь небо почти полностью тёмное), то через определённое время во всей Вселенной выровнялась бы температура. Но если абсорбирующей материи мало (локальный случай), температура не выровняется, потому что поглощаемое тепло излучается в тёмное пустое пространство (в виде невидимого длинноволнового излучения). Проще говоря, для того чтобы могла происходить абсорбция, во Вселенной должно оставаться много пустого тёмного пространства и не должно быть много звёзд и поглощающей материи.

Гипотеза о том, что температура в разных областях Вселенной выравнивается, а механическая энергия постепенно превращается в тепло³⁷, послужила для немецкого физика Германа фон Гельмгольца (1821–1894) и британца лорда Кельвина (1824–1907) основанием для нового интересного парадокса: Вселенная должна стремиться к состоянию не только термического, но и более общего термодинамического равновесия (состояния с максимальной энтропией). Следствием этого должна стать остановка всей эволюции Вселенной.³⁸ Вся энергия космоса должна перейти в тепло (то есть микроскопическое движение). Везде во Вселенной должна установиться одинаковая температура³⁹, и любое (макроскопическое) движение должно прекратиться. При этом любые проявления жизни тоже стали бы невозможны, и Вселенную постигла бы температурная смерть. На фоне фотометрического парадокса и парадокса (отсутствия) температурной смерти возникает тот же вопрос: почему Вселенная не находится в состоянии (термодинамического) равновесия?

³⁵Было бы правильнее говорить о дыме, поскольку пыль возникает в результате измельчения какого-либо твёрдого материала (например, горной породы), а дым представляет из себя конденсат материи в газообразном состоянии (например, газа или пара).

³⁶Загадочный источник радиоактивного излучения в созвездии Стрельца был зарегистрирован на карте радиоизлучения Карла Янского и Гроута Ребера ещё в 30-х годах XX в. Он находится на расстоянии 25 000 световых лет от центра Галактики. (В инфракрасном излучении и радиоизлучении пылевые облака выглядят прозрачными.)

³⁷Эти процессы во Вселенной протекают очень медленно, но это не имеет принципиального значения.

³⁸Точнее, это заключение вытекает из второго закона термодинамики (закона неубывания энтропии) и из предположения, что Вселенную можно считать изолированной системой.

³⁹Эта температура была бы всего на несколько градусов выше абсолютного нуля, поэтому мы вправе говорить о глобальном замерзании. При такой температуре во Вселенной господствовала бы абсолютная темнота.

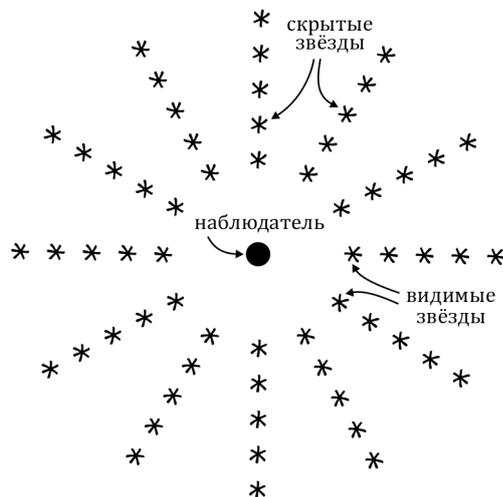
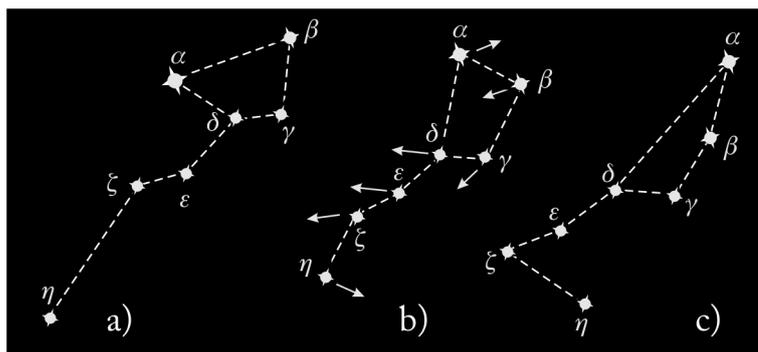


Схема структуры Вселенной по Фурнье

Загадка тёмного неба возвращается. Среди «разумных» попыток решить этот парадокс встречались и шуточные. К их числу относится ещё одно решение, предложенное Фурнье в 1907 г.: большинство звёзд не видно, потому что они загораживают друг друга, как солдаты в парадном строю. Конечно, абсурдность решения очевидна: из-за собственного движения звёзд точки их перекрытия не смог бы скоординировать даже всемогущий Господь.



Созвездия тоже двигаются. Так выглядел астеризм Большой ковш в созвездии Большая Медведица 100 000 лет назад (a), так он выглядит в наши дни (b), а таким его увидят наши потомки через 100 000 лет (c).

На фоне человеческой жизни собственное движение звёзд кажется крайне незначительным. Небо всегда выглядит одинаково, и астрономам не приходится постоянно обновлять свои звёздные карты. Как тогда измерить настолько незаметное перемещение звёзд? Эдмунд Галлей сделал это, расширив «временной промежуток»: он сравнил зафиксированные на тот момент позиции звёзд с их позициями из звёздного каталога Птолемея, датированного II в. н. э., в котором также содержались более старые данные Гиппарха (прим. 190–125 гг. до н. э.). Кроме того, Галлей использовал данные Тихо Браге (1546–1601) и Джона Флемстера (1646–1719). В результате он заметил изменения в позиции звёзд Арктур, Сириус, Процион и Палиций (древнее название звезды Альдебаран), и благодаря ему неподвижные звёзды перестали быть таковыми. Как мы увидим далее, астрономы ещё долго недооценивали последствия этого существенного открытия.

Безусловно, звёзды не прячутся друг за друга, разве только в исключительных случаях и в статистически малых количествах (это касается прежде всего тесных систем двойных звёзд). Но можно рассмотреть и более осмысленное геометрическое решение: звёзды могли бы образовывать иерархические системы из всё больших и больших скоплений. Это могли бы быть галактики, галактики галактик и так далее до бесконечности. С возрастающим масштабом концентрация этих скоплений в пространстве снижалась бы, что могло бы стать решением фотометрического парадокса.

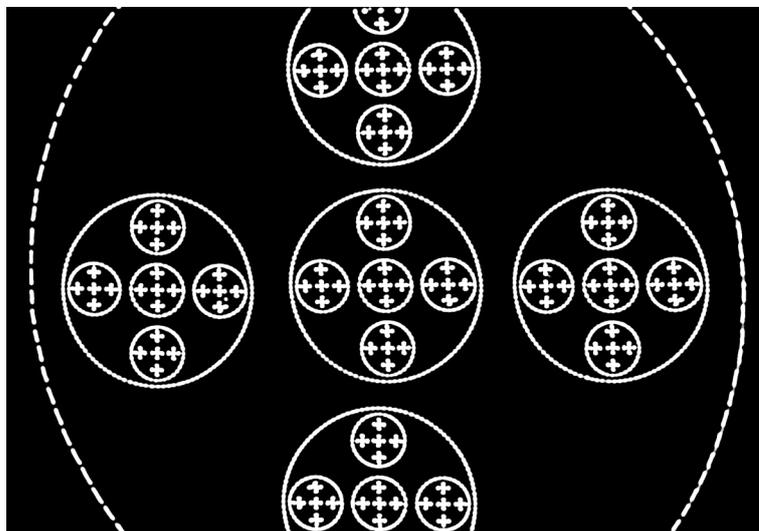


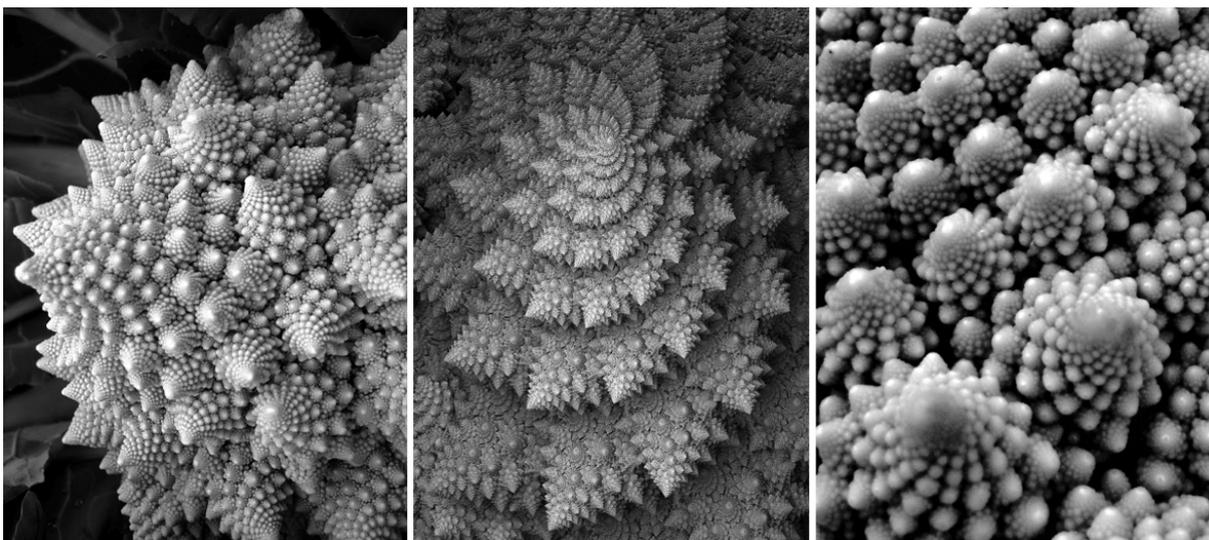
Схема иерархической (фрактальной) Вселенной. С увеличением масштаба (на рисунке в виде увеличивающихся окружностей) средняя плотность снижается.

В таком случае объём оболочек нашей «луковой модели» возрастал бы быстрее, чем количество звёзд в отдельных оболочках, и, с увеличением масштаба, средняя плотность Вселенной снижалась бы, приближаясь к нулю. Более отдалённые оболочки светили бы всё слабее и слабее, а итоговое количество света, излучаемого всеми оболочками, имело бы конечную величину. Например, если бы каждая последующая оболочка излучала вдвое меньше света, чем предыдущая, то итоговая яркость неба была бы в два раза выше яркости первой оболочки, поскольку, как гласит математическое правило, бесконечная последовательность

$$1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \dots = 2.$$

Концепцию иерархической космологии предложил Джон Гершель в 1848 г, и она сразу стала очень популярной. В 1908 г. её проработал шведский астроном Карл Шарлье, вдохновлённый трудами Фурнье (1907 г.). В 70-х годах XX в. к этой идее вернулся математик Бенуа Мандельброт (1924–2010). Он расквитался с фотометрическим парадоксом, упорядочив звёзды согласно так называемой фрактальной структуре. Под фрактальным упорядочиванием понимается именно тот случай иерархической структуры, который описал Шарлье: структура скопления звёзд должна постоянно повторяться во всё большем и большем масштабе, а с увеличением диапазона концентрация звёзд должна стремиться к нулю.

Фракталом называется геометрический объект, отличающийся масштабной инвариантностью. Это значит, что при рассмотрении с любого расстояния (при любом масштабе) фрактал выглядит одинаково (обладает свойством самоподобия) или по крайней мере очень похоже на одну из своих частей. На первый взгляд такая структура может показаться очень сложной, однако в математике она создаётся с помощью многократного повторения простой последовательности. Фракталы можно найти среди многих естественных образований (лунные кратеры, горы, облака, побережья, реки, кровеносная система...), они также часто встречаются в растительном мире. Не только красивым, но и вкусным примером может послужить капуста романеско. Но не будем переходить от астрономии к гастрономии.



Капуста романеско

Во Вселенной можно найти множество самоподобных фрактальных структур. Звёзды часто группируются попарно, а также образуют более многочисленные скопления. Наше Солнце тоже является частью свободного скопления звёзд, совместно перемещающихся в пространстве с примерно одинаковой скоростью и в одном направлении. Кроме того, звёзды группируются в огромные галактики, из которых потом образуются скопления и сверхскопления галактик. Продолжается ли эта иерархическая структура до бесконечности? Ещё в 70-х годах XX в. казалось, что, пожалуй, так оно и есть, но новые астрономические наблюдения всё яснее давали понять, что на высших уровнях организации космические структуры уже не имеют иерархического упорядочения. Они образуют своего рода стены, и в масштабах миллионов мегапарсек⁴⁰ Вселенная становится гомогенной.

Если говорить о распределении материи во Вселенной, то чаще всего мы подсознательно предполагаем, что она состоит из светящихся звёзд. Но светящейся материи во Вселенной всего несколько процентов. Значительную долю составляет пыль, газ и несветящиеся тела. Иногда в этом случае ошибочно говорится о невидимой материи, потому что мы не можем заметить её на фоне тёмного неба, хотя макроскопические частицы в принципе видимы. Ещё больше вопросов связано с понятием «тёмная материя». На

⁴⁰Единица расстояния парсек равна примерно трём световым годам. Это расстояние, с которого мы увидели бы большую полуось земной орбиты под углом одной угловой секунды.

самом деле она не тёмная, а абсолютно прозрачная, то есть невидимая в настоящем смысле этого слова. Оказывается, что невидимой материи во много раз больше, чем видимой, светящейся. Её физическая природа до сих пор совершенно не исследована.

4.3. Что дальше?

Нам повстречалось много способов решения фотометрического парадокса, и все они потерпели неудачу. Решения, которые выдержали проверку геометрией, оказались неприемлемы с точки зрения физики. Решения, соответствовавшие и геометрии, и физике, в свою очередь, шли вразрез с астрономическими наблюдениями. Приключения фотометрического парадокса продолжаются.

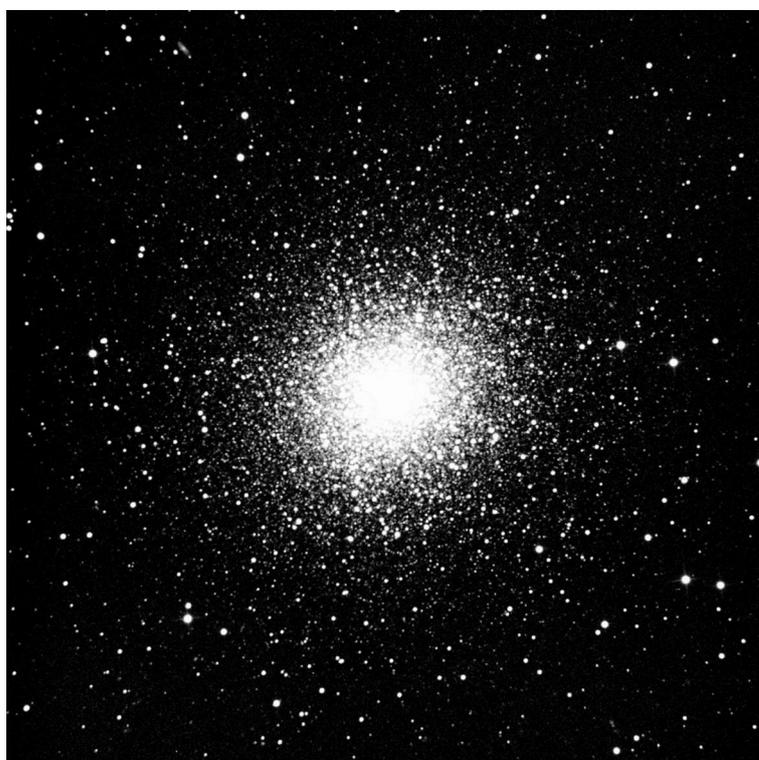
Но парадоксы существуют не в природе, а в наших головах. Мы просто плохо понимаем устройство Вселенной, и наше непонимание приводит нас к спорам. Где же мы совершаем ошибку? Астрономы вновь и вновь возвращаются к старым «пережитым» моделям и пытаются выяснить, не пропустили ли они что-нибудь. Поэтому на рубеже XIX–XX вв. происходит третья реинкарнация стоической модели Вселенной, согласно которой материя (светящиеся звёзды) находится только в ограниченной области пространства. На этот раз звёздный остров отождествляется с нашей Галактикой, Млечным путём. Астрономы поняли, что когда-то они слишком легкомысленно отвергли стоическую модель Вселенной (идею звёздного острова в пустоте). Собственно говоря, закон всемирного тяготения Ньютона не исключает существования такой Вселенной. Но для того чтобы стоическая модель могла отражать реальную Вселенную, то есть Вселенную, в которой звёзды притягиваются друг к другу, она должна быть динамической. Звёзды должны двигаться (что раньше в принципе исключалось). Несмотря на то что ещё во времена Ньютона Галлей заметил собственное движение нескольких звёзд, его открытие никто не оценил по достоинству и не обобщил. В начале XX в. ситуация меняется, и никто уже не сомневается в собственном движении звёзд. Звёзды двигаются по инерции, а инерция не даёт их движению (можно без опаски назвать его свободным падением) остановиться. Звёздная система непрерывно падает, но никогда не упадёт, потому что в своём полёте звёзды минуют друг друга. Из-за больших расстояний между звёздами их взаимные столкновения являются большой редкостью.⁴¹

В масштабах Вселенной наши знания о процессах, происходящих на Земле, часто могут оказаться сомнительными. Это касается и вышеупомянутого «падения». Падение в земных масштабах разительно отличается от падения в космосе. Об особенностях «вселенского падения» не задумывался ни эпикурец Лукреций Кар, ни даже астрономы эпохи Возрождения. Эти фундаментальные различия можно описать языком термодинамики. Например, если обрушится дом, то потенциальная энергия кирпичей освободится в виде выделившегося тепла. Пути назад нет, падение — необратимый процесс, и при нагреве кирпичей дом не построится заново. Но в звёздных системах чаще всего протекают именно обратимые процессы (если только не подразумеваются крайне редкие сокрушительные столкновения звёзд). Потенциальная энергия падающей звезды переходит в кинетическую энергию (энергию движения), которая в свою очередь снова становится потенциальной, и всё повторяется снова. Если столкновение звёзд не происходит, энергия не превращается в тепло, поэтому эти процессы могут

⁴¹Точнее, из-за большого соотношения между средней удалённостью звёзд и их средним размером.

повторяться бесконечно (или во всяком случае очень долго). Причиной такого отличия является именно повышенная разреженность космической материи и отсутствие (или по меньшей мере крайне низкая интенсивность протекания) так называемых диссипативных процессов, то есть процессов, переводящих энергию движения в тепло.

Если положить в полый шар размером с нашу планету пять пинг-понговых мячиков, двигающихся со скоростью несколько миллиметров в час, то эта картина напоминала бы процессы, происходящие во Вселенной. Вряд ли мы дождались бы столкновения этих мячиков. Поэтому звёздные системы существуют в состоянии динамического равновесия, то есть в процессе «падения», в течение миллионов и миллиардов лет. Многие системы при этом вращаются, например, спиральные галактики (включая и нашу с большой буквы «Г»). В менее глобальном масштабе это касается и нашей Солнечной системы, где центробежные силы не дают планетам (а также некоторым кометам и астероидам) упасть на Солнце.

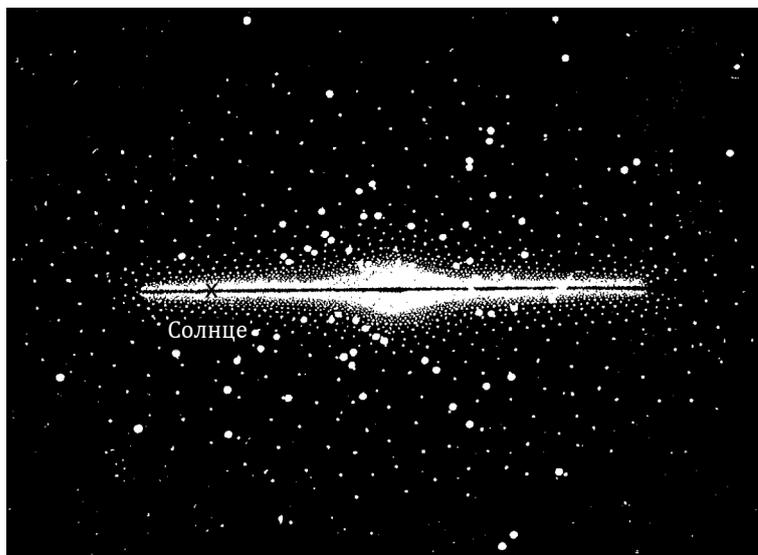


*Шаровое скопление M13 в созвездии Геркулеса. Оно удалено от нас на целых 25 000 световых лет. Его диаметр составляет примерно 150 световых лет, это почти двадцатикратное расстояние между Сириусом и Землёй. Скопление содержит сотни тысяч звёзд, их концентрация почти в 500 раз выше, чем в окрестностях Солнца. Нашу Галактику окружает примерно 160 таких шаровых скоплений.
Фотография: Yuuji Kitahara/Nagano/Япония.*

В Галактике находятся сотни миллиардов звёзд, но их столкновения случаются крайне редко. Если бы звёзды всё же столкнулись, вспыхнул бы фейерверк, который определённо стоило бы увидеть (конечно, с безопасного расстояния, чтобы с нами не случилось то же, что и с Плинием Старшим, который отправился исследовать извержение Везувия в 79 г.). В течение нескольких минут в недрах звёзд произошло бы резкое повышение температуры и давления. Термоядерная реакция распространилась бы по всему

объёму звезды, что привело бы к мощному взрыву. Пока что астрономам не посчастливилось увидеть это уникальное явление, поэтому столкновения звёзд они изучают только теоретически. Столкновения галактик происходят совсем по-другому. В отличие от звёзд, расстояния между галактиками сравнительны с их размерами, поэтому галактики сталкиваются довольно часто: в течение миллионов лет одна галактика проникает в другую. (Иногда всё заканчивается поглощением одной галактики другой, этот процесс носит название галактический каннибализм.) При этом сами звёзды практически никогда не сталкиваются, они лишь влияют друг на друга под действием силы гравитации. При взаимном проникновении галактик происходит столкновение массивных облаков межзвёздного газа, что приводит к бурному развитию новых звёзд. Если вы подождёте три миллиарда лет, то станете свидетелями столкновения нашей Галактики с галактикой М31 в созвездии Андромеды. Благодаря этой коллизии возникнет не только множество звёзд, но, конечно, и планет, похожих на нашу. Жизнь вокруг нас определённо станет намного богаче и пестрее.

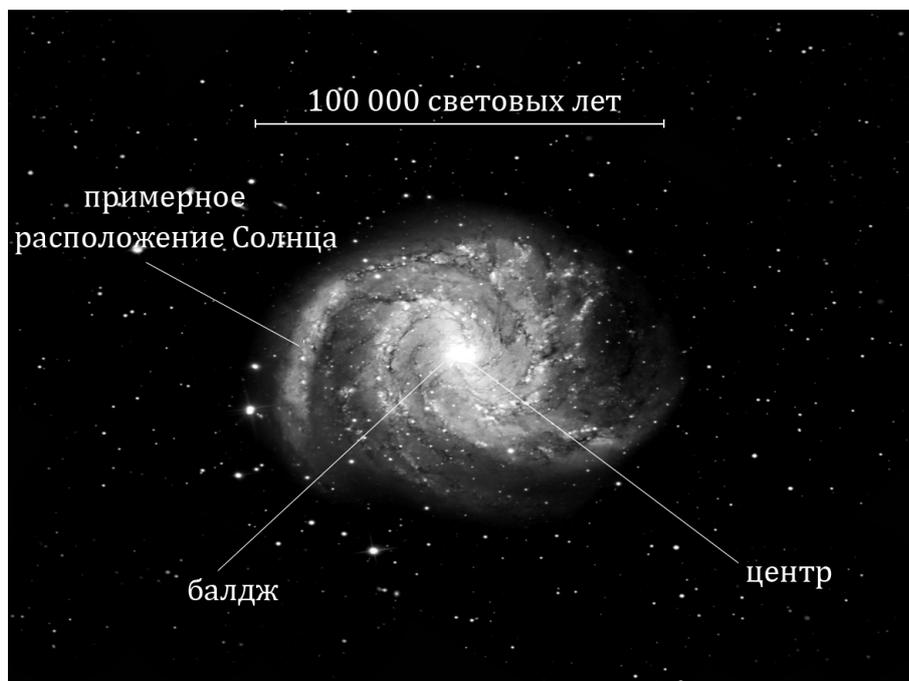
Воскрешённую стоическую модель, то есть представление о том, что все звёзды входят в состав Галактики, которая медленно вращается в пустом пространстве, отстаивал американский астроном Харлоу Шепли (1885–1972) ещё в 1920 г.



По представлениям Шепли Вселенная состояла только из нашей Галактики со скоплениями звёзд и туманностями (белые точки вокруг диска).

Но в этот раз стоическая модель продержалась на плаву ещё меньше времени. Рокую для неё роль сыграло стремительное развитие научного оборудования. Телескопы становились всё больше и мощнее, и астрономы получали всё более качественные фотографии отдалённых областей Вселенной. Позднее спектроскопия позволила отличать излучение звёздных систем (галактик) от излучения туманностей.⁴² Уже в 1923 г. Эдвин Хаббл обнаружил, что многое из того, что считалось туманностями, на самом деле не просто пустяковые облачка, украшающие окрестности нашей Галактики. Это даже не относительно небольшие скопления звёзд. Наоборот, это гигантские галактики, похожие на нашу. И чем мощнее были телескопы, тем больше незнакомых галактик открывалось взору астрономов. Миллиарды галактик. Оказалось, что наша родная Галактика — всего лишь ничтожная пылинка в гигантской Вселенной.

⁴²Звёзды имеют непрерывный спектр излучения, в то время как разреженный газ излучает свет с линейчатым спектром.



Форма галактики Млечный Путь с обозначением местонахождения Солнечной системы. Масса Галактики составляет примерно от 3 до 6 триллионов масс Солнца, то есть примерно от 6 до $12 \cdot 10^{42}$ кг.

Ошибка Шепли возникла из-за грубого подсчёта при определении удалённости галактики М31. Он разместил эту галактику слишком близко к нам, поэтому долгое время считалось, что она находится на периферии нашей Галактики. И хотя никто уже не считает, что все «облачка», которые мы видим на небе, являются туманностями, это убеждение до сих пор иногда сохраняется в астрономической терминологии. И сейчас можно встретить такое название галактики М31 как «Туманность Андромеды». Определение расстояний между космическими объектами играет фундаментальную роль в понимании устройства Вселенной и представляет собой проблему, преследующую нас со времён отделения астрономии от астрологии (в астрологии удалённость космических тел не играет роли, важно лишь их расположение на небе). Несмотря на невероятный прогресс во всех областях астрономии, определение расстояний в космосе является серьёзной задачей и сегодня. Среди методов, разработанных для измерения космических расстояний, выделяется метод измерения параллаксов, но его можно применять только для ближайших к нам звёзд.⁴³ Для более удалённых объектов используются методы, основанные на применении «стандартных свечей». В исследуемом космическом объекте (скоплении звёзд, галактике) мы ищем такие типы звёзд, светимость которых нам известна (их называют «стандартными свечами»). По их видимой звёздной величине и измеряется расстояние до выбранного объекта.⁴⁴ Косвенно расстояния можно измерять и при помощи так называемого красного смещения.⁴⁵ Этот метод применим только для действительно «космических» расстояний, то есть для удалённых галактик. (Например, для вышеупомянутой галактики М31 он не подходит, так как два миллиона световых лет — недостаточно большое расстояние.)

⁴³См. статью об Аристархе.

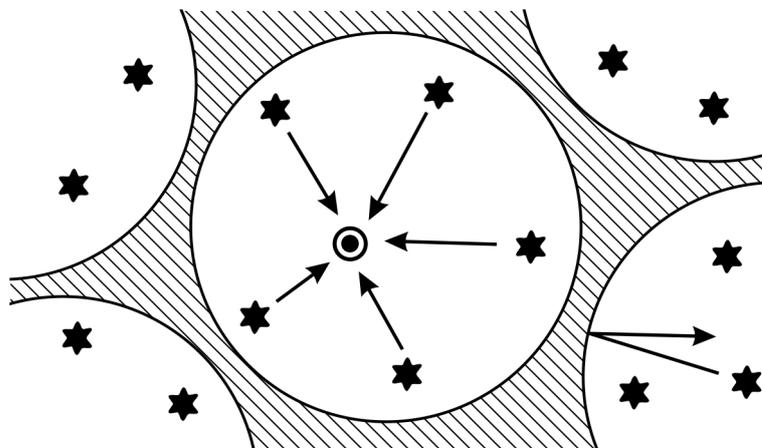
⁴⁴Для этих целей используются переменные звёзды (так называемые цефеиды), а в случае больших расстояний — сверхновые типа Ia.

⁴⁵См. статьи о Кристиане Доплере, Эдвине Хаббле и Милтоне Хьюмасоне.

Согласно сегодняшним предположениям, на расстоянии до 10 миллиардов световых лет от нас существует почти триллион галактик.⁴⁶ Но продолжается ли «лес» галактик действительно до бесконечности? А если и так, то почему же ночью темно?

4.4. Области эфира

Следующая попытка объяснить фотометрический парадокс стоит несколько в стороне от наиболее известных гипотез. Она основана на предположении, что существуют некие огромные капли или пузыри эфира, в которые погружена видимая часть Вселенной. Концепция эфира возникла в связи с волновой теорией света. Результаты многочисленных опытов доказали, что свет имеет волновой характер. В случае со звуком колеблется воздух, но что колеблется, когда свет распространяется в пространстве? Ответом стала теория о специальной светопроводящей среде — эфире. Если пространство не состоит целиком из эфира, а лишь заполнено им, возникает вопрос: что бы было, если бы эфир был не везде? Астрономы Саймон Ньюком⁴⁷ и Джон Гор⁴⁸ вдохновились взглядами шотландского инженера-физика Уильяма Ранкина (1820–1872) и разработали гипотезу, согласно которой Вселенная состоит из галактик, и каждая из них погружена в некую огромную каплю эфира. Свет отражается от внутренней оболочки каждой эфирной капли, а пространство между каплями непрозрачно. Поэтому мы не видим другие галактики. Однако более подробные исследования показали, что если бы оболочки эфирных капель были зеркальными, мы бы видели на небе многократные отражения звёзд. Загадка ночной темноты осталась неразгаданной. (Если бы свет не отражался, то «капельная» гипотеза была бы похожа на гипотезу об абсорбции, но было бы непонятно, куда исчезала бы энергия поглощённого света.)



Огромные «капли» светопроводящего эфира в непрозрачном пространстве (заштрихованная область)

В 1902 г. лорд Кельвин отметил сомнительность гипотезы эфирных капель. К тому же уже в 20-х годах XIX в. было очевидно, что другие галактики видимы.

⁴⁶Французские и итальянские математики эпохи Возрождения оставили нам досадное наследство. Речь идёт о двух системах наименования больших чисел, в которых для разных чисел используются одни и те же названия. Так называемая «короткая шкала» основана на степенях тысячи, в то время как «длинная шкала» исходит из степеней миллиона. Короткая шкала используется главным образом в англосаксонских странах (а также в России), длинная — в странах Старого Света. Например, триллион у нас означает 1 000 000 000 000, или 10^{12} , но в Германии или Франции триллионом считается число 1 000 000 000 000 000 000, или 10^{18} , которое мы в свою очередь называем квинтиллионом, и т. д.

⁴⁷Саймон Ньюком (1835–1909) — канадский астроном.

⁴⁸Джон Гор (1845–1910) — ирландский астроном-любитель.

Понятие об эфире существует с древних времён. В эпоху античности так назывался гипотетический строительный материал небесных тел.⁴⁹ Сторонниками теории об эфире были некоторые пифагорейцы, Платон, Аристотель и множество их последователей. Падение аристотелизма означало и забвение эфира, но в XVII в. он возвратился в физику. В новом понимании эфир был уже не материалом небесных тел, а предполагаемым содержимым самого пространства, средой, в которой мог распространяться свет. Но воскрешённый эфир не задержался в науке надолго — уже в 1801 г. Томас Юнг подверг его сомнению рядом своих опытов. Исследования поляризации света показали, что в отличие от звука свет представляет собой поперечные, а не продольные волны.⁵⁰ А как известно из физики, поперечные волны не могут распространяться в жидкостях. Получается, что эфир не мог быть жидким, он должен был иметь структуру упругого твёрдого материала. Попытки смоделировать такую структуру наталкивались на множество трудностей. Смертельный удар эфиру нанесли опыты физиков Альберта Майкельсона и Эдварда Морли, поставленные в 1881 и 1887 гг. Эти опыты показали, что свет распространяется во всех направлениях с одинаковой скоростью независимо от перемещения гипотетического эфира.

⁴⁹В латинской терминологии эфир назывался *quinta essentia* — «квинтэссенция» или «пятая сущность», но это название не употреблялось для современного светопроводящего эфира. Не так давно в космологии снова появился термин «квинтэссенция», но уже в другом значении.

⁵⁰Поляризацией света (линейной поляризацией) называется явление, когда из множества волн, колеблющихся в разных плоскостях, выбираются лишь те волны, которые колеблются в одной плоскости. Поэтому поляризовать можно только поперечные волны. Свет поляризуется при использовании специальных фильтров, при отражении от неметаллических поверхностей и в ряде других случаев.

Část II

Komentář

5 Analýza originálu

5.1 Autor

RNDr. Peter Zamarovský, CSc. (*1952) je český vysokoškolský pedagog, syn historika, spisovatele a překladatele JUDr. Vojtecha Zamarovského. Mezi jeho profesní zájmy patří fyzika, filosofie, astronomie a historie astronomie. Vystudoval Matematicko-fyzikální fakultu Univerzity Karlovy v Praze, obor fyzika. Působil na Ústavu fyzikální chemie a elektrochemie Jaroslava Heyrovského ČSAV, kde se zabýval vakuovou fyzikou a adsorpčními procesy. Poté krátce pracoval v podniku TESLA ELSTROJ na vývoji vakuové techniky a v roce 1986 nastoupil na Katedru fyziky Fakulty strojní ČVUT v Praze. Kandidátskou disertaci vypracoval v oboru fyziky plazmatu. V současné době působí na Katedře ekonomiky, manažerství a humanitních věd Fakulty elektrotechnické ČVUT v Praze jako akademický pracovník. Je předsedou Evropského kulturního klubu a členem České astronomické společnosti.¹



Křest knihy Proč je v noci tma? Zleva: prof. RNDr. Petr Kulhánek, CSc., RNDr. Peter Zamarovský, CSc. a RNDr. Jiří Grygar, CSc. ²

Kromě pedagogické a vědecké činnosti se P. Zamarovský věnuje i popularizaci přírodních věd, zejména astronomie, fyziky a filosofie. Je autorem řady článků a odborných příspěvků. Napsal dvě knihy, *Příběh antické filosofie: antická filosofie pro nefilosofovy* (2005) a *Proč je v noci tma? Příběh paradoxu temného nebe* (2011).

¹Životopisné údaje jsou vypracovány na základě vlastního životopisu autora zveřejněného na jeho webových stránkách (viz [36]).

²foto J. Sláma, 11. 2. 2011, http://aldebaran.cz/~jas/foto/2011_0211_Zamar-tma/

5.2 Dílo

Kniha Petra Zamarovského *Proč je v noci tma? Příběh paradoxu temného nebe* byla vydána v roce 2011 v pražském nakladatelství AGA (Aldebaran Group for Astrophysics). Ve stejném roce se dočkala druhého vydání. V roce 2013 v americkém nakladatelství AuthorHouse vyšel překlad této knihy do angličtiny (*Why is it dark at night? Story of dark night sky paradox*).

Ve svém díle se autor zabývá otázkou noční temnoty, jež je ve vědeckém prostředí známá spíše pod názvem fotometrický paradox nebo také paradox Olbersův.

„Otázka ‚Proč je v noci tma?‘ vypadá na první pohled banálně až hloupě. Ve skutečnosti jde o mimořádně plodnou otázku, kterou si kladli nejzvědavější duchové již od počátku novověku, a to nejenom hvězdáři, kterým to nejvíc přísluší, ale také fyzikové, filosofové a dokonce i básníci. Knížka, kterou právě otvíráte, využívá této otázky jako záminky k nesmírně zajímavému vyprávění o dějinách lidského myšlení od pradávna až po nejžhavější současnost,“ napsal v předmluvě k dílu Jiří Grygar [Originál, str. 5], který je po desítky let v českém a slovenském prostředí známý svými veřejnými vystoupeními na astronomická či kosmologická témata (viz kupř. nezapomenutelný televizní seriál z osmdesátých let minulého století *Okna vesmíru dokořán*).

V úvodu si můžeme přečíst i autorovu vlastní definici cílové skupiny čtenářů knihy: „Tuto knihu jsem napsal pro všechny, které majestátní zjev hvězdné oblohy nejen okouznil, ale i přiměl k hlubšímu zamyšlení nad stavbou a fyzickou podstatou vesmíru. Text jsem formuloval tak, aby jeho myšlenkovou nit mohli snadno sledovat i laici. Doufám však, že si přijdou na své i čtenáři hloubavější, jejichž zájem o astronomii a o vývoj vědeckého a filosofického myšlení je hlubší.“ [Originál, str. 7] Publikace je určena pro široký okruh čtenářů z řad odborné i laické veřejnosti, pro všechny lidi, které zajímají přírodní a humanitní vědy, historie vývoje těchto věd a procesy probíhající na naší planetě a jinde ve vesmíru.

Kniha je rozdělená do osmi kapitol vytvářejících dva logické celky. V prvních sedmi kapitolách provází autor čtenáře vývojem představ o stavbě vesmíru od starověku až po současnou dobu. Podrobně popisuje nejrůznější modely vesmíru (např. model atomistů, epikúrejců a stoiků, modely z doby renesance nebo i současný standardní kosmologický model) a vypráví o cestách rozvoje filosofie a z ní vycházejících přírodních věd, zejména fyziky, astronomie a poměrně mladé astrofyziky. Ve své knize se zmiňuje o celé řadě vědeckých objevů, vysvětluje fyzikální zákony a přináší informace o přírodních a kosmických procesech a jevech. Popisuje např. proces rozpínání vesmíru, vznik, vývoj a zánik hvězd, princip rovnoměrného a náhodného rozložení objektů, vypráví o fraktálech nebo reliktním záření ve vesmíru. Do tohoto širšího přírodovědeckého kontextu pak autor vsazuje problematiku fotometrického paradoxu. Věnuje se postupům zkoumání této otázky a četným pokusům filosofů a vědců o její vyřešení. V závěrečné kapitole první části se čtenář dozvídá řešení fotometrického paradoxu.

Během svého vyprávění zmiňuje autor celou řadu osobností působících v nejrůznějších směrech lidského bádání. Vedle celosvětově proslulých jmen jako např. Aristotelés, Hérakleitos, Isaac Newton, Johannes Kepler, Tycho Brahe, Christian Doppler, Albert Einstein a William Herschel uvádí i jména známá spíše v užších kruzích, např. Edmund Edward Fournier D'Albe, Thomas Gold, Edward Harrison nebo Milton L. Humason.

Rozsáhlá závěrečná kapitola knihy s výmluvným názvem *Aktéři našeho příběhu* představuje medailonky 47 nejvýznamnějších osobností, se kterými se čtenář setkal v první části knihy. Dozví se z nich jak o životopisných údajích příslušného vědce a o jeho vztahu k ústřednímu

tématu knihy, tak i podrobnější informace o sféře jeho působností a o přínosu pro současnou vědu. Kniha je dále opatřena seznamem použité literatury, věcným rejstříkem a rejstříkem osob.

V rámci této bakalářské práce byly přeloženy čtyři kapitoly knihy *Proč je v noci tma?* První, druhá a čtvrtá kapitoly byly přeloženy vcelku, z třetí kapitoly byl vybrán logicky uzavřený celek (přibližně polovina kapitoly).

První dvě kapitoly představují úvod do problematiky fotometrického paradoxu. Ve třetí kapitole je čtenář prováděn představami o uspořádání vesmíru od mýtického starověku do období renesance. Vybraná část kapitoly začíná mýtickým obrazem světa starověkých lidí a následně vypráví o modelech vesmíru nejstarších řeckých hvězdářů a filosofů. Patří mezi ně model Thalésa z Milétu, jednoho ze Sedmi mudrců považovaného za zakladatele řecké filosofie, dále model Anaximandra, na nějž navázal legendární Pýthagorás a jeho následovníci (např. Filoláos z Krotónu a Archýtás z Tarentu), nebo také model zakladatele atomistického učení Leukippa a jeho žáka Démokrita. Všechny modely jsou analyzovány z hlediska jejich postoje vůči fotometrickému paradoxu a způsobu jeho případného vysvětlení. Čtvrtá kapitola vypráví o objevu fotometrického paradoxu Thomasem Diggesem a četných pokusech o jeho vyřešení napříč stoletími. Kromě toho se v ní popisují další kosmologické modely, fyzikální zákony a procesy probíhající ve vesmíru, např. absorpce světla, vlastní pohyb hvězd, průnik galaxií nebo rozdělení hmoty ve vesmíru.

5.3 Stylistické zařazení

Knihu P. Zamarovského *Proč je v noci tma?* lze zařadit k odbornému stylu. Jako základní vlastnosti tohoto stylu bychom mohli vyjmenovat písemnost, monologičnost, veřejnost, pojmovost, odbornost [2, str. 427] a dále přesnost, věcnost, soustavnost, jednoznačnost, jasnost a zřetelnost předávané informace [3, str. 212]. Hlavní funkcí odborného stylu je funkce odborněsdělná [3, str. 208], odborný projev by tedy měl „učit, vysvětlovat, odborně informovat“ [2, str. 426]. Cílem odborných projevů je „formulování přesného, jasného a relativně úplného sdělení“ a „vytvoření jednoznačné a úplné představy o předmětu sdělení“ [3, str. 208].

V rámci odborného stylu se v současné době vyděluje styl vědecký, styl prakticky odborný a styl populárně naučný, kromě toho se případně vyčleňuje i styl učební a styl esejistický [3, str. 210]. Každý z těchto stylů má určité specifické vlastnosti. Populárně naučný styl je zaměřen „na předání informace širšímu okruhu příjemců a zájemců“ [3, str. 209], které se zajímají o příslušnou tematiku, ale mají omezené znalosti v dané oblasti. Tomuto záměru je pak podřízeno i zpracování textu: objevují se v něm prvky publicistických a beletristických projevů, bohatší využití synonym, než v ryze odborných projevech [2, str. 430–431]. Vedle odborné terminologie (která je omezena na nezbytnou míru a často vysvětlována) a promyšlené strukturované kompozice může text obsahovat i obrazná pojmenování, názorná přirovnání, hovorové a expresivní prvky. Projev je často subjektivizován, osobnost autora není zastřena. Na základě těchto vlastností můžeme styl analyzované publikace blíže určit jako populárně naučný. V následujících oddílech se to pokusíme doložit na konkrétních příkladech.

5.3.1 Kompozice

Z hlediska textové výstavby je pro odborné texty typická promyšlená kompozice a zřetelné horizontální a vertikální členění textu, v populárně naučných textech je možné volnější uspořádání informací. Překládaná publikace se vyznačuje dobře propracovanou kompozicí.

V horizontální rovině je patrné rozdělení na předmluvu a slovo autora a samostatné kapitoly. Kapitoly jsou dále členěny na menší tématické oddíly pomocí podtitulků a dále na odstavce. Vertikální členění je představeno velmi aktivním využitím poznámkového aparátu (jedná se především o poznámky pod čarou) a odkazy na odbornou literaturu jak přímo v textu, tak v seznamu použité literatury na konci knihy. Kromě toho je součástí publikace věcný rejstřík a rejstřík osob.

Grafická úprava textu také napomáhá přehlednějšímu členění textu. Názvy kapitol, podtitulků a texty citátů jsou zvýrazněny a odlišeny různými řezy a druhy písma, kromě toho jsou rozsáhlejší úseky doplňujících informací zvýrazněny použitím barevně odlišného pozadí. Navíc se v textu vyskytují ilustrace, fotografie a schémata.

5.3.2 Lexikum

Na lexikální rovině je dílo v souladu s jazykovou stránkou populárně naučných projevů, pro něž je příznačný spisovný neutrální jazyk a použití odborné terminologie (jak domácí, tak mezinárodní). „Důležitým rysem odborného vyjadřování je i tendence k nominalizaci“. [3, str. 221] Vzhledem k pojmovosti odborných projevů je v nich běžně zaznamenáván menší počet sloves oproti substantivům a podstatným jménům slovesným. Kvůli častému výskytu tvaru genitivu obou čísel lze v odborných projevech najít i úseky „pojmově husté“. V analyzované publikaci se používá terminologie z oblasti astronomie, fyziky a filosofie (podrobněji viz 7.1.1). Uvedme příklady použití odborného pojmosloví v analyzovaném textu:

- „*Pokles intenzity záření s druhou mocninou vzdálenosti patří mezi základní zákony optiky.*“ [Originál, str. 12, pozn. pod čarou]
- „*Největší hustotu hvězd v zorném poli poskytují dalekohledy o průměru 10–20 cm při použití malého zvětšení (tzv. normálního, které se rovná průměru objektivu děleného průměrem oční pupily).*“ [Originál, str. 16, pozn. pod čarou]
- „*Sama moudrost – SOFIA – přestává být znalostí mýtu a zmocňuje se jí kritický rozum – LOGOS.*“ [Originál, str. 20]

Jak již bylo zmíněno výše, jsou v popularizujících pracích přípustné i prostředky hovorové a expresivní, je možný výskyt prvků jazykové hry nebo dokonce humoru. Obecně jsou populárně naučné projevy často psány přístupnějším, srozumitelnějším jazykem, než projevy odborné. Uvedme příklady:

- „*S planetami jsme na tom mnohem lépe.*“ [Originál, str. 18]
- „*Měli ale trochu smůlu, jejich fyzikální učení se krátce po svém vzniku ocitlo v ústraní a ani pozdější doby mu moc nepřály.*“ [Originál, str. 29]
- „*Tento renesanční vědátor se proslavil především veřejným předváděním svých pokusů s vakuem.*“ [Originál, str. 47]
- „*Nejen pěkným, ale i chutným příkladem je brokolice romanesco, čili římský květák. Ale to už jsme se dostali od astronomie ke gastronomii.*“ [Originál, str. 56]

Text dále obsahuje poměrně velké množství citátů ilustrujících autorovu myšlenku nebo sloužících epigrafem ke kapitolám nebo podkapitolám. Kromě toho se v textu vyskytují vlastní jména, např. jména vědců, filosofů a mýtických bytostí, názvy kosmických těles nebo vědeckých děl atd. (Podrobněji viz 7.1.3, 7.5.)

- „Pátrali po ní Kepler, Digges, Galileo, Halley, Olbers a další hvězdáři. Paradoxem se zabýval i filosof Fridrich Engels a řešení nabídl i slavný Edgar Allan Poe.“ [Originál, str. 9]
- „...kruh Slunce je 27krát a kruh měsíce 18krát větší než Země. Nejvýše je Slunce a nejnižší jsou kruhy stálic (a oběžnic).“ (Anaximandros) [Originál, str. 23]
- „U hvězd Arkturus, Sirius, Prokyon a Palilicius (starý název pro hvězdu Aldebaran) si povšiml změn polohy.“ [Originál, str. 54]

5.3.3 Syntax

Na syntaktické úrovni se odborný text vyznačuje složitou větnou stavbou, dlouhými větami nebo souvětími s hypotaktickým spojením a neosobními konstrukcemi. V populárně naučných textech je text často členěn na kratší, jednodušší věty, je přípustné použití inkuzivního plurálu nebo subjektivního vyjádření autora. Analyzovaný text je vytvořen s použitím inkuzivního plurálu, na některých místech se setkáváme i s vyjádřením v tzv. „ich-formě“, tj. v 1. osobě jednotného čísla, a to když autor vyjadřuje vlastní názor nebo subjektivně hodnotí nějakou myšlenku textu.

- „Podle mne bychom se však při interpretaci slov filosofů neměli omezovat jen na dobové kontexty...“ [Originál, str. 28]
- „Nabídek na řešení fotometrického paradoxu jsme vystřídali mnoho.“ [Originál, str. 57]

Dalším důležitým prvkem syntaktické struktury textu je aktuální členění větné. Tímto pojmem se označuje rozdělení výpovědi na dvě části: na část kontextově zapojenou a obsahující známou informaci (východisko) a na část kontextově nezapojenou, která obsahuje informaci novou (jádro). Z komunikativního hlediska lze výpověď rozdělit na téma (část výpovědi, o níž se něco říká) a réma (to, co se o ní říká). Východisko a jádro výpovědi se často kryjí s tématem a rématem. [4, str. 633] Pro odborné texty je typické objektivní pořadí tématu a rématu, tj. sled „téma – réma“. [4, str. 637] V překládaném textu se setkáváme jak s pořadím objektivním, tak i se sledem „réma – téma“:

- „Nejednoznačně se mnozí filosofové vyjadřují záměrně.“ [Originál, str. 28]
- „Hvězd v Galaxii jsou stovky miliard...“ [Originál, str. 59]

6 Koncepce překladu

Při vytvoření koncepce překladu jsme se opírali především o monografii J. Levého *Umění překladu* ([5]).

Při překladu je třeba brát v potaz jak dobový a kulturně-historický kontext vzniku originálního textu, tak specifické podmínky přijímající kultury a presupozice cílového čtenáře. V případě zvolené publikace nehrál čas napsání díla podstatnou roli. Dílo bylo vydáno v roce 2011, překlad vybraných kapitol vznikl v roce 2014, proto byl časový posun mezi originálem a překladem minimální, prakticky nulový.

Vzhledem k zaměření publikace a jejímu stylistickému zařazení se domníváme, že by při překladu nemělo dojít ani k výrazné adaptaci díla. Překládaný text představuje situačně nezakotvené populární pojednání, které obsahuje jen nepodstatné množství specifických prvků a reálií cizí (české) kultury a nezahrnuje kulturně ani dobově podmíněná témata. Vzhledem k univerzálnímu tématickému zaměření textu lze říct, že se adresát překladu nebude výrazně lišit od adresátu původního díla. Kromě zájmu o bezprostřední téma knihy se u případného čtenáře předpokládají základní znalosti v oblasti přírodních věd, zájem o dějiny a vývoj astronomie, fyziky a filosofie a všeobecný rozhled.

Je nicméně pravděpodobné, že na pragmatické úrovni by přesto mohlo dojít k jistým posunům. Může se jednat o doplnění potřebných informací do textů nebo adaptací některých reálií neznámých ruskému čtenáři. Je třeba mít na zřeteli i rozdíly mezi jazykovými a stylistickými konvencemi výchozí a cílové kultury a počítat tak s nezbytnými změnami a ztrátami při převodu z jednoho jazykového systému do druhého.

Cílem překladu bylo vytvoření funkční reprezentace originálu, která by zohledňovala kulturně-historické prostředí a dovednosti cílového čtenáře a u adresáta by směřovala k dosažení komunikačního efektu obdobnému jako u původního díla. Snažili jsme se proto při překladu dbát jak na retrospektivní, tak na prospektivní hledisko a používat dvojí postup, tzn. jak adaptaci, tak částečnou exotizaci textu s cílem zachování specifických vlastností textu na všech jazykových rovinách. Lze také říct, že jsme se přitom pohybovali na pomezí překladatelské metody „těsné“ a „volné“ [5, str. 89].

Při překladu jsme dbali i na mimojazykovou složku publikace: pokud to bylo možné, zachovali jsme veškeré grafické prvky textu jako řez písma, barevné zvýraznění některých úseků textu, ilustrace, fotografie nebo schémata.

7 Typologie překladatelských problémů

7.1 Rovina lexikální

7.1.1 Překlad odborné terminologie

Jednou ze základních vlastností odborného textu je používání odborné terminologie a speciálních výrazů. Originální text obsahuje terminologii především z oblastí astronomie a fyziky. Jedná se o názvy fyzikálních a astronomických jevů, popisy fyzikálních zákonů nebo odborné pojmy a výrazy z fyziky, astronomie a astrofyziky. Mezi pojmy se vyskytují jak původně české výrazy, např. *zorný úhel*, *druhá mocnina poloměru*, *bodový zdroj světla*, *podvědomí*, *sebetožný*, tak mezinárodní vědecká terminologie, např. *intenzita*, *radionuklid*, *polarizace*, *kondenzace*, *termojaderná reakce*, *paralaxa*, *homogenní*. Vzhledem k všeobecné rozšířenosti použité terminologie ve vědeckém prostředí a absenci v daném textu úzce zaměřené slovní zásoby, nebyl překlad odborných pojmů problematický. Uvedme několik příkladů:

- „Množství hvězd tedy roste s *druhou mocninou poloměru slupky* – tj. *se čtvercem vzdálenosti* od Země. *Intenzita světla* jednotlivých hvězd naopak s *druhou mocninou vzdálenosti* klesá.“ [Originál, str. 12]

«Таким образом, количество звёзд в оболочке возрастает пропорционально квадрату её радиуса (или квадрату расстояния от Земли). Напротив, с увеличением квадрата расстояния от Земли интенсивность света, излучаемого отдельными звёздами, снижается.» [Překlad, str. 11]

- „*Pokles intenzity záření s druhou mocninou vzdálenosti* patří mezi základní zákony optiky. (...) Zákon platí pro *bodový zdroj světla*, *nepohlcující prostředí* a pro *třírozměrný eukleidovský prostor*.“ [Originál, str. 12, pozn. pod čarou]

«Снижение интенсивности света с увеличением квадрата расстояния от его источника относится к основным законам оптики. (...) Закон применим для точечных источников света, непоглощающей среды и трёхмерного евклидова пространства.» [Překlad, str. 11, pozn. pod čarou]

- „*Vesmír by měl směřovat nejen do stavu termické, ale obecněji termodynamické rovnováhy* (stavu s *maximální entropií*).“ [Originál, str. 53]

«Вселенная должна стремиться к состоянию не только термического, но и более общего термодинамического равновесия (состояния с максимальной энтропией).» [Překlad, str. 31]

- „*Z metod, které byly na určování kosmických vzdáleností vynalezeny, hraje významnou roli metoda měření paralax...* (...) Pro vzdálenější objekty se užívá metod založených na *standardních svíčkách*‘ (...) Nepřímo se pak určují vzdálenosti z tzv. *červeného (dříve rudého) posuvu*.“ [Originál, str. 62]

«Среди методов, разработанных для измерения космических расстояний, выделяется метод измерения параллакс... (...) Для более удалённых объектов используются методы, основанные на применении „стандартных свечей“. (...) Косвенно расстояния можно измерять и при помощи так называемого красного смещения.» [Překlad, str. 38]

- „*K tomu účelu se používají proměnné hvězdy*, tzv. *cefeidy*, pro větší vzdálenosti pak *supernovy typu Ia*.“ [Originál, str. 62, pozn. pod čarou]

«Для этих целей используются переменные звёзды (так называемые цефеиды), а в случае больших расстояний — сверхновые типа Ia.» [Překlad, str. 38, pozn. pod čarou]

- „Na základě studia *polarizace světla* se ukázalo, že světlo je *vlněním příčným* a nikoli *podélným* (na rozdíl od zvuku).“ [Originál, str. 64]
«Исследования *поляризации света* показали, что в отличие от звука свет представляет собой *поперечные*, а не *продольные волны*.» [Překlad, str. 40]

Při překladu a ověření jednotlivých pojmů jsme se opírali o odborné a populárně naučné publikace a příručky z oblasti astronomie, kosmologie, astrofyziky, fyziky a optiky, vyjmenujme například *Введение в теоретическую астрономию* [6], *Общая теория относительности и космология* [7], *Введение в космологию* [8], *Общая астрофизика* [9], *Справочное руководство по физике* [10], *Прикладная оптика* [11] (podrobněji viz Další použitá literatura).

V originále se vyskytuje specifická terminologie z oblasti filosofie a psychologie. Jsou to filosofické pojmy *fysis* (v textu je i latinská varianta *natura*), *sofia* a *logos* pocházející z předsofistické filosofie, latinský pojem *quinta essentia* („kvintesence“, „pátá esence“) a psychologické pojmy *podvědomí* a *nevědomí*.

Pro pojmy *podvědomí* a *nevědomí* existují ruské ekvivalenty „*подсознание*“, resp. „*подсознательное*“, а „*бессознательное*“, ovšem jak v ruské, tak v české psychologické praxi se tyto pojmy někdy považují za totožné nebo alespoň synonymické a vzájemně se zaměňují. Často se *podvědomí* zavedený Z. Freudem považuje za nyní zastaralé a nepoužívané synonymum pro *nevědomí* (pojem C. G. Jungův). Proto jsme se museli rozhodnout, zda v textu překladu zachováme oba pojmy nebo se omezíme jen na „novější“ pojem *nevědomí* („*бессознательное*“). V učebnici *Психология* [12] jsou „*подсознательное*“ a „*бессознательное*“ představeny jako dvě ze čtyř odlišných úrovní stavby psychiky [12, str. 94]. V českém vydání světoznámé učebnice *Hilgard's Intrudocion to Psychology* se rozlišuje *nevědomí* a *podvědomá úroveň vědomí* [13, str. 194]. Ve dvou dalších učebnicích se stejným názvem *Общая психология* pojem „*подсознательное*“ není, dozvídáme se jen o „*бессознательном*“ [14, str. 158], [15, str. 135]. V publikaci *Учебнице обecné психologie* se *nevědomí* ztotožňuje s *podvědomím* a *ředvědomím* [16, str. 71], jsou ale zmiňovány i jiná pojetí těchto pojmů, kde se *nevědomí* a *podvědomí* rozlišují [16, str. 74, 75]. Vzhledem k tomu, že řada publikací odůvodněně rozlišuje tyto dva pojmy, rozhodli jsme pro zachování obou pojmů v překladu.

Překlad filosofických pojmů je blíže popsán v následujícím oddíle (7.1.2).

7.1.2 Překlad slov cizího původu

Kromě odborné mezinárodní terminologie jsou v textu i jiná slova převážně latinského a řeckého původu, např. *koncepce*, *fascinovat*, *magnetismus*, *horizontální*, *paradox*, *myriáda*, *turbulence*, *imaginace*, *zaregistrovat*, *absorbující*, *koexistovat* aj.

Většina cizojazyčných slov měla v ruštině obdobu se stejným řeckým nebo latinským základem, při častějším výskytu slova v textu byly v řadě případů použity synonymické varianty: „*турбуленция*“ – „*завихрения*“, „*очаровывать*“, „*магнетизм*“, „*горизонтальный*“, „*парадокс*“, „*мириада*“, „*фантазия*“, „*заметить*“, „*абсорбирующий*“ – „*поглощающий*“, „*сосуществовать*“, „*концепция*“ – „*идея*“, „*учение*“.

V předchozím oddíle jsme uvedli, že text originálu obsahuje filosofické pojmy *fysis* (φύσις), *natura*, *quinta essentia* („kvintesence“, „pátá esence“), *sofia* (σοφία) a *logos* (λόγος):

- „Sama moudrost – *SOFIA* – přestává být znalostí mýtu a zmocňuje se jí kritický rozum – *LOGOS*“. [Originál, str. 20]
«Сама мудрость, *софия* (др.-греч. σοφία), больше не заключается в знании мифов, и на смену ей приходит критический разум, *логос* (др.-греч. λόγος).» [Překlad, str. 17]
- „Protože hlavním předmětem jejich zájmu byla *FÝSIS*, dostalo se jim označení ‚fyzikové‘. Slovo *FÝSIS* (latinsky *NATURA*) znamenalo přírodu (především živou, rostlinnou), přirozenost, podstatu, kořen.“ [Originál, str. 21]
«Поскольку основным предметом их интереса был *фюсис* (др.-греч. φύσις), их стали называть „физиками“. Слово „фюсис“ (по-латински *natura*) означало природу (прежде всего живую, растительную), а также естественность, суть, корень.» [Překlad, str. 17]
- „Éter se latinsky označoval jako ‚*quinta essentia*‘, ‚kvintesence‘, neboli ‚pátá esence‘.“ [Originál, str. 64, pozn. pod čarou] «В латинской терминологии эфир назывался *quinta essentia* — „квинтэссенция“ или „пятая сущность“...» [Překlad, str. 40]

Překlad slov *sofia* („мудрость“) a *logos* („логос“) nebyl problematický. Výslovnost a psané varianty těchto slov nekolísají, slova mají ustálené ekvivalenty v ruském jazyce, které byly ověřeny podle odborných publikací a učebnic: *Фрагменты ранних греческих философов* [17, str. 19, 437], *Материалисты Древней Греции* [18, str. 13], *История мировой философии* [19, str. 69], *Всемирная энциклопедия. Философия* [20, str. 571, 978], *История философии* [21, str. 46, 59], *История философии* [22, str. 48].

Jisté komplikace představoval překlad pojmu *fysis*. V řadě publikací je tento pojem přeložen jako *фюсис* [17, str. 563], [20, str. 826], [21, str. 46], [22, str. 49]. Takový překlad respektuje jednu z variant korektního vyslovování tohoto starořeckého slova. Ypsilon (Υ,υ) se ve staré řečtině vyslovoval buď jako [y] nebo jako [i] [23, str. 22], [24, str. 7], [25, str. 3], [26], proto další teoreticky možnou variantou je *фисис*, v žádné z uvedených publikací se ovšem nevyskytuje. Příručka *История мировой философии* uvádí variantu *физис* [19, str. 64]. Starořecká sigma (Σ, σ) se ovšem vyslovovala jen jako [s] (viz [23], [24], [25], [26]). V souladu s výslovnostními normami a ruskou filosofickou tradicí jsme v překladu použili variantu *фюсис* (i přes zjevné „harmoničtější“ sousedství slov «физис» a «физика»).

Vzhledem k tomu, že latinský pojem *natura* je použit vedle řeckého *fysis* a ruského *фюсис* jako dodatečná informace, byl tento pojem ponechán v původním znění. Pojem „*quinta essentia*“ byl přeložen do ruštiny jako „квинтэссенция“ a „пятая сущность“ [21, str. 110].

7.1.3 Překlad citátů

Jedním z příznačných rysů překládané publikace je poměrně velké množství citátů. Řada z nich je použita jako epigrafy ke kapitolám nebo ilustruje hlavní myšlenku některé z částí textu. V překládaných kapitolách originálu se vyskytlo celkem 19 citátů. Jedná se o výroky filosofů zachovalé jen ve zlomcích nebo citacích pozdějších autorů, úryvky z vědeckých a filosofických spisů nebo literárních děl. Při překladu citátů jsme postupovali následujícím způsobem: nejdříve byl dohledáno originální dílo a jeho překlady do ruštiny (pokud bylo dílo již někdy přeloženo). U zlomků starořeckých filosofů byly dohledány ruské publikace, v nichž byl obsažen soubor zlomků díla příslušného filosofa. Někdy jsme měli k dispozici více překladů stejného díla nebo zlomku. V tomto případě jsme se pokoušeli zvolit překlad, který nejlépe vystihuje myšlenku originálního textu nebo který se v ruském prostředí považuje za „klasický“. Uvedme několik příkladů:

- „Tajemství života není v tom, co nevidíme, nýbrž v tom, co vidíme.“
(Oscar Wilde) [Originál, str. 9]
«Подлинная тайна жизни заключена в зримом, а не в сокровенном...»
(Оскар Уайльд) [Překlad, str. 9]

Tento citát pochází ze slavného Wildova románu *Obraz Doriana Graye*. Existuje několik ruských překladů tohoto díla. Rozhodovali jsme se mezi překladem M. Abkinové [27] z r. 1960 a novějším překladem V. Čuchna z r. 2007 [28]. Za více než 50 let své existence se překlad M. Abkinové stal klasickým, dočkal se mnoha nových vydání a je žádán dodnes, z tohoto důvodu jsme použili právě tento překlad.

- „...existují-li slunce, která mají tutéž povahu jako to naše, tážeme se, proč ve svém úhrnu daleko nepřekonají naše slunce, pokud jde o jasnost?“ (Johannes Kepler) [Originál, str. 11]
...если те солнца того же рода, что и наше Солнце, то почему бы им всем, взятым вместе, не превосходить по блеску наше Солнце? (Иоганн Кеплер) [Překlad, str. 10]

Citát pochází z Keplerova spisu *Rozprava s hvězdným poslem*. Citát v ruštině je z publikace *О шестиугольных снежинках* v překladu Ju. Danilova, jejíž součástí je i *Разговор с звездным вестником*. [29, str. 57]

- Kdyby nebylo Slunce a záleželo by jen na ostatních hvězdách, měli bychom tmu.
(Hérakleitos, B99) [Originál, str. 19]
«Если бы Солнце не существовало, — несмотря на остальные светила, была бы ночь.» (Гераклит, B99) [Překlad, str. 16]

V tomto případě se jedná o zlomek Hérakleitova učení s číslováním podle edice Diels-Kranz („B“ označuje „přímý“ zlomek neboli přesná slova autora), které v překladu také uvádíme. Měli jsme k dispozici překlady A. Makovelského z r. 1914 [37], M. Dynnika z r. 1955 ([18, str. 50]) a A. Lebeděva z r. 1989 ([17, str. 226]). Byla zvolena varianta A. Dynnika, protože vyznívá přirozeně a je v souladu s obsahem českého překladu tohoto zlomku.

- „A LOGOS se dostává i do křesťanské tradice: Janovo evangelium začíná: „Na počátku bylo slovo.““ [Originál, str. 21]
«Это понятие вошло и в христианскую традицию. Евангелие от Иоанна начинается так: „В начале было Слово“ (Ин. 1:1).» [Překlad, str. 17]

Zdrojem ruského překladu jednoho z nejznámějších biblických citátů je «Синодальный перевод» Bible (tzv. synodální překlad) [30]. V souladu s tradicemi citování biblických veršů je na konci citátů uveden odkaz se zkratkou příslušné knihy, kapitoly a verše.

- ...neomezené množství světů se může zdát jen někomu, čí vědomosti o těchto věcech jsou velmi omezené. (Platón, Dialog Timaios) [Originál, str. 29]
«Если бы теперь кто-нибудь, тщательно обдумывая все сказанное, задался вопросом, следует ли допустить бесчисленные космосы или ограниченное их число, ему пришлось бы заключить, что вывод относительно неограниченности этого числа позволительно делать разве что тому, кто сам очень ограничен, и притом в вопросах, которые следовало бы знать.» (Платон, диалог «Тимей») [Překlad, str. 23]

Citát je převzat z Platónova dialogu *Timaios*. Dohledali jsme dva překlady do ruštiny: překlad V. Karpova z r. 1879 [38] a S. Averinceva z r. 1994 [31, str. 459]. V tomto případě bylo pro volbu rozhodující stáří překladu. Karpovův překlad, byť i zdařilý po obsahové stránce, se vyznačuje pro současnou ruštinu neobvyklým slovosledem a archaičtější slovní zásobou, proto jsme citovali z překladu S. Averinceva. Všimněme si, že oba ruské překlady mají složitější výstavbu s velkým množstvím vedlejších vět a jsou mnohem delší, než překlad český.

- Většina oněch světél nám tak zůstává neviditelná právě pro jejich udivující vzdálenost. (Thomas Digges) [Originál, str. 44]
...большая их [небесных огней,— прим. пер.] часть остаётся для нас невидимой, благодаря необычайной их от нас удалённости. (Томас Диггес) [Překlad, str. 24]

Tento citát pochází z díla Thomase Diggese *A Perfit Description of the Caelestiall Orbes*. Kromě originálního textu v angličtině [39] se nám podařilo dohledat úryvky obsažené v knize *От замкнутого мира к бесконечной вселенной* A. Kourého (překlad příslušné kapitoly – V. Strelkov) [32, str. 30].

7.2 Obtížné případy

V tomto oddíle se zaměříme na některá slova a slovní spojení, při jejichž překladu jsme se setkali s problémy. Většinou se jednalo o slovní hříčky a frazeologismy nebo citáty, u kterých nebylo možné dohledat žádný překlad do ruštiny.

Největší komplikace nastaly při překladu frazeologismu „Pojďme na to od lesa.“ Na jednu z jeho složek („les“) logický navazuje celý následující odstavec, ve kterém se vesmír („les“ hvězd) připodobňuje pozemskému lesu. Jelikož se jedná o tzv. frazeologickou srostlici, jejíž význam není motivován významem její součástí, nebyl možný doslovný překlad ani záměna ekvivalentní frazeologickou jednotkou. Pokusili jsme se proto vyhledat vhodné situační frazeologické ekvivalenty nebo přinejmenším pořekadla a přísloví se stejným tématickým zaměřením (les, dříví, strom atd.), na které by mohlo podobenství s lesem navázat, např. „Одно дерево — не тёмный лес“, „Деревья скоро садыт, да не скоро с них плоды едят“, „Из одного дерева, да разные поделки“. Avšak navázání textu na jakoukoliv z nalezených variant vypadalo uměle nebo dokonce absurdně, lidová pořekadla přidávala textu folklórní a „tradiční ruský“ nádech, proto jsme museli od použití frazeologismu upustit a začít odstavec zcela obyčejnou větou.

- „Pojďme na to od lesa.“ [Originál, str. 11]
«Представьте себе, что мы вдруг оказались в лесу.» [Překlad, str. 10]

Dalším obtížným případem byl překlad autorských neologismů „*odsamozřejmit se*“ a „*odsamozřejmění*“. V rámci české slovo tvorby není vytvoření podobných slov nikterak komplikované. Textu pak přidávají na zajímavosti a „svěžesti“, ale nejsou v něm nezvyklými prvky. V ruském textu by novotvary vytvořené podle stejného schématu (přídavné jméno *samozřejmý* + předpona + přípona = nové sloveso *odsamozřejmit se*; nové sloveso + přípona = nové verbální substantivum *odsamozřejmění*) působily cizorodě, mohly by se stát nepochopitelnými až nežádanými útvary. Proto jsme v těchto případech použili opisný překlad:

- „*Samozřejmost se tak odsamozřejmila* a obrátila se v záhadu.“ [Originál, str. 9]
«Так привычный для всех факт перестал быть таковым и превратился в загадку.» [Překlad, str. 9]

- „Abychom se jim mohli divit, musíme je ‚odsamozřejmit‘.“ [Originál, str. 10]
«Для того, чтобы они начали нас удивлять, нам нужно *снять с них „ярлык“ очевидности.*» [Překlad, str. 10]
- „Došlo k osvětlení a *odsamozřejmění*, o gravitaci se začalo uvažovat.“ [Originál, str. 10]
«Вместе с наступившим озарением пришло и *осознание незаурядности* падения предметов, и люди начали рассуждать о гравитации.» [Překlad, str. 10]

V následujícím případě je pro vytvoření ironického efektu v textu a v poznámce pod čarou použita stejná fráze ve spojení se „vznešeným“ stylem. Při překladu nebylo možné zachovat stylisticky ekvivalentní varianty. Doslovný překlad výrazu „но это не правда“ by se mohl použít v textu, v poznámce pod čarou by však „бархатная темнота“ sousedící s „неправдой“ působila poněkud groteskně, proto bylo třeba zvolit jiný výraz:

- „Co tedy na noční obloze vidíme? Klenbu pokrytou sametovou tmou a na ní myriády hvězd? Zní to vzletně, *pravda to ale není*⁷. (⁷A vinou stále rostoucího světelného znečištění to *není* bohužel *pravda* ani s tou sametovostí tmy.)“ [Originál, str. 15]
«Что же мы видим ночью? Бархатную темноту небосвода, покрытого мириадами звёзд? Звучит возвышенно, но *это не так*⁷. (⁷К сожалению, из-за постоянно возрастающего светового загрязнения бархатная темнота *стала лишь красивой метафорой.*)» [Překlad, str. 13]

V dalším případě se setkáváme s jazykovou hříčkou založenou na použití slov se stejným kmenem *plodný* a *plodivý*. V ruštině existuje skupina slov odvozená od ekvivalentního kmene („плод“, „плодный“, „плодовитый“, „плодородный“, „плодотворный“ atd.), ovšem ne všechna tato slova mohou být použita ve spojení s abstraktními slovy „víceznačnosti“ (přeloženo jako mnohoznačnost) a „prvek“ (část, элемент). Proto byly použity postupy antonymického překladu (бесплодный) a opisného překladu spolu s jistou mírou intelektualizace obsahu:

- „Víceznačnosti jsou tedy *plodným*, či přímo *plodivým* prvkem textu.“ [Originál, str. 28]
«Поэтому многозначность — далеко не бесплодный элемент текста. Напротив, она может привести к весьма плодотворным результатам.» [Překlad, str. 22]

První odstavec knihy obsahuje hru asociací vystavenou na použití slov odvozených ze stejného kmene (v rámci odstavce nacházíme slova *tma*, *temná*, *tmáři* a otázku „Proč je v noci tma?“, která je zároveň názvem a tématem celé knihy). Překlad slova *tmáři* vyvolal problém: toto slovo se sice může překládat slovy obsahujícími obdobnou asociativní složku: „*мракобесы*“, „*светоборцы*“, „*обскуранты*“ atd., ovšem vzhledem k celkem ustáleným případům použití se žádné z těchto slov se do uvedeného kontextu nehodí. Proto jsme znovu museli použít antonymický překlad s použitím slova odvozeného od kmene s opačným významem (тьма – свет, светлый, просвещение atd.).

- Otázku „Proč je v noci tma?“ si po staletí nepoložili ani filosofové, ani přírodovědci, dokonce ani hvězdáři, do jejichž kompetence by tato otázka nejspíše patřila. (Nebyli přeci *tmáři*.) [Originál, str. 9]
«Вопрос „Почему ночью темно?“ на протяжении столетий не приходил в голову ни философам, ни натуралистам, ни даже астрономам, хотя как раз им следовало бы заниматься подобными проблемами (ведь они были *сторонниками просвещения*.)» [Překlad, str. 9]

V úryvku popisujícím vlastnosti fraktálů se vyskytují výrazy *sebetotožný* a *soběpodobný*. V ruštině se jako vlastnost fraktálu uvádí pojmy „самоподобие“ a „приближённое самоподобие“, které ne zcela odpovídají českým pojmům v textu originálu. Proto jsme se rozhodli přiřadit první pojem k výrazu *sebetotožný*, v případě druhého pojmu však byl použit opisný překlad:

- „To znamená, že pokud fraktál pozorujeme z jakékoli vzdálenosti (v jakémkoliv měřítku), vypadá stále stejně (je *sebetotožný*), nebo alespoň podobně (je *soběpodobný*). (...) *Soběpodobných* fraktálních struktur nalezneme ve vesmíru mnoho.“ [Originál, str. 56]

«Это значит, что при рассмотрении с любого расстояния (при любом масштабе) фрактал выглядит одинаково (обладает *свойством самоподобия*) или по крайней мере *очень похоже на одну из своих частей*. (...) Во Вселенной можно найти множество *самоподобных* фрактальных структур.» [Překlad, str. 34]

U následujících citátů jsme nedohledali žádný existující překlad do ruštiny, proto bylo především potřeba dohledat originální znění citátů. V případě citátů z Newtonova životopisu se jednalo o angličtinu (byť i starší), proto jsme se mohli opřít jak o anglický originál [40], tak o český překlad z knihy (ostatně, jak nám sdělil autor, české znění citátu je jeho vlastním překladem):

- „Říkal (Newton), že byl nedávno v podobné situaci, to když mu na mysl přišla představa gravitace. Zapříčinil to pád jablka, zatímco zamyšleně seděl... Proč by mělo jablko padat vždy kolmo k zemi, říkal si. Proč ne šikmo nebo vzhůru, ale bez výjimky ke středu Země? Důvodem jistě je, že jej Země táhne. Ve hmotě musí být přitažlivá síla.“ [Originál, str. 10, pozn. pod čarou]

«Он [Ньютон] сказал мне, что точно в такой же обстановке его впервые посетила мысль о гравитации. Она была вызвана падением яблока, которое он увидел, пока сидел, погружившись в раздумья. „Почему яблоко всегда падает перпендикулярно земле? — подумал он. — Почему оно не летит в сторону или вверх, а именно к центру Земли? Несомненно, причина в том, что Земля притягивает его. В материи должна существовать сила притяжения.“ [Překlad, str. 10, pozn. pod čarou]

U dvou následujících citátů jsme neměli k dispozici ani ruský překlad, ani originál textu, proto jsme citáty překládali zprostředkovaně z češtiny a pokusili jsme se zachovat dobovou stylistiku textů:

- „Hodíme-li oštěp přes hranici vesmíru, co se s ním stane? Odrazí se? Nebo zmizí ze světa?“ [Originál, str. 27]

«Если бросить копьё за границу Вселенной, что произойдёт? Оно отскочит? Или исчезнет с лица земли?» [Překlad, str. 21]

- „Fakticky se v jejím středu (středu oblasti stálic) jistě nachází určité nesmírné prázdno, prázdná výduť, obklopená v semknuté řadě stálicemi, uzavřenými a ohraničenými jakoby stěnou nebo klenbou. Naše země se sluncem a pohyblivými hvězdami (planetami) se nachází v lůně této nesmírné prázdné dutiny.“ [Originál, str. 47]

«В действительности в её [сферы неподвижных звёзд] центре несомненно находится некая безграничная пустота, пустая выпуклость, окружённая сплочённым кругом неподвижных звёзд, они же сомкнуты и ограничены как будто стеной или сводом. Наша Земля вместе с Солнцем и подвижными звёздами [планетами] находится в лоне этой безграничной пустой полости.» [Překlad, str. 26]

7.3 Rovina syntaktická

Při překladu docházelo k posunům i na syntaktické rovině. Jedná se o změny obvyklé při převodu mezi českým a ruským jazykovým systémem, kde se přirozeně vyskytují určité rozdíly. Jak jsme se již zmiňovali v oddíle 5.3.2, je pro odborný styl příznačný velký podíl substantiv a substantivních vazeb oproti relativně řidšímu výskytu sloves. V ruských odborných textech je tato tendence ještě větší. Proto vzhledem ke stylistické povaze překládaného textu a struktuře cílového jazyka jsme museli počítat se snížením počtu spojení s využitím sloves a zvýšením nominalizace v textu překladu. Jedním z příkladů substantivizace může posloužit překlad záměny souřadných souvětí s příslovečným určením na přechodníkové vazby:

- „Po zkušenosti s pozemským lesem nás patrně napadne, že jsme pochybili, *když jsme hvězdy nahradili geometrickými body.*“ [Originál, str. 13]
«Вероятно, после опыта с земным лесом мы предположим, что допустили ошибку, *заменяв звёзды геометрическими точками.*» [Překlad, str. 11]
- „Větší počty přijdou, *když si vezmeme dalekohled.* Ten obraz oblohy zvětší.“ [Originál, str. 15]
Гораздо больше звёзд можно увидеть, *воспользовавшись телескопом.* Он увеличивает изображение неба. [Překlad, str. 13]

Dalším případem je použití vazeb s přičestím místo souvětí s vedlejší větou vztaznou:

- „Hvězdy položil nejbližše snad proto, že je považoval za jakési jiskry, *které se uvolnily z ohnivého kotouče při formování Země.*“ [Originál, str. 23]
«Скорее всего, звёзды у Анаксимандра находятся так близко потому, что он считал их некими искрами, *вырвавшимися из огненного диска при формировании Земли.*» [Překlad, str. 18]
- „Označení ‚Olbersův paradox‘ pochází od kosmologa Hermanna Bondiho, *který ho ve své monografii z roku 1952 tomuto astronomovi připsal.*“ [Originál, str. 51]
«Название „парадокс Ольберса“ предложил космолог Герман Бонди, *прписавший его открытие этому астроному в своей монографии 1952 г.*» [Překlad, str. 30]
- „Fraktálem nazýváme geometrický objekt, *který je škálově invariantní.*“ [Originál, str. 56]
«Фракталом называется геометрический объект, *отличающийся масштабной инвариантностью.*» [Překlad, str. 34]

Někdy jsme použili opačný princip, tzn. jednoduchá věta s přídavným jménem slovesným byla v překladu změněna na souvětí s vedlejší větou, například:

- „Z tohoto původního významu vzešlo i slovo ‚kosmetika‘ – vykrašlovadla *poskytující lidskému zevnějšku řád a tudíž i krásu.*“ [Originál, str. 25]
«Первоначальное значение этого слова отражено и в слове „косметика“, обозначающем средства, *которые приводили внешний вид человека в порядок, и следовательно, делали его красивым.*» [Překlad, str. 20]

Na mnoha místech docházelo ke spojování několika kratších vět do jednoho souřadného nebo podřadného souvětí, případně byly pro zřetelnější členění logických úseků posunuty hranice mezi větami:

- „Renesance tedy opustila přežilý aristotelsko-ptolemaiovský vesmír a vrátila se k modelu epikúrejskému. Zdál se nejrozumnější, neměl problémy se vznikem světa, s jeho zánikem, ani s jeho hranicemi.“ [Originál, str. 43]
«Таким образом, мыслители эпохи Возрождения отказались от устаревшей модели Вселенной по Аристотелю и Птолемею и вернулись к модели эпикурейцев, казавшейся им наиболее осмысленной. В ней не было сложностей ни с описанием возникновения и исчезновения мира, ни с определением его границ.» [Překlad, str. 24]
- „Tento renesanční vědátor se proslavil především veřejným předváděním svých pokusů s vakuem. A právě myšlenka vakua ho inspirovala k tomu, že do prázdnoty umístil i celý vesmír.“ [Originál, str. 47]
«Этот учёный эпохи Возрождения прославился в первую очередь публичными демонстрациями своих экспериментов с вакуумом, которые и привели его к идее поместить в пустоту всю Вселенную.» [Překlad, str. 27]
- „Potíže dělal pouze nešťastný fotometrický paradox. A tak se začalo hledat, čím by se mohl epikúrejský model doplnit a vylepšit.“ [Originál, str. 49]
«Затруднения возникали только со злополучным фотометрическим парадоксом, поэтому астрономы начали размышлять, чем дополнить и усовершенствовать модель эпикурейцев.» [Překlad, str. 28]

Typickým důvodem pro formální sloučení dvou vět byl případ, kdy jedna z vět přinášela doplňující informace a byla uvedena v závorkách:

- „Slupky mají stejnou tloušťku a jsou tak obrovské, že každá z nich obsahuje veliké množství hvězd. (Tak veliké, že se nerovnoměrnosti jejich rozložení zprůměrují.)“ [Originál, str. 12]
«У всех оболочек одинаковая толщина, и в каждой из них содержится очень большое количество звёзд (настолько большое, что неравномерность их распределения внутри оболочки усреднена).» [Překlad, str. 10–11]
- „Pouhým okem jsme schopni napočítat jen asi 2 až 3 tisíce hvězd. (Na obou nebeských polokoulích asi 6 tisíc.)“ [Originál, str. 15]
«Невооружённым глазом мы можем насчитать только 2 или 3 тысячи звёзд (на обоих небесных полушариях — примерно 6 тысяч).» [Překlad, str. 13]

Vyskytl se i opačný postup rozdělení jednoho delšího souvětí originálu na dvě věty v překladu:

- „A nebyla by ani astrologie – můžeme si o ní myslet co chceme, jisté však je, že i astrologie jakýsi řád světa předpokládá.“ [Originál, str. 26]
«Не было бы даже астрологии. Можно думать о ней что угодно, но следует признать, что и астрология предполагает наличие некой мировой гармонии.» [Překlad, str. 20]
- „S rovnoměrným rozložením objektů se setkáváme pouze tam, kde působí nějaký uspořádací činitel, třeba mezimolekulární vazby v krystalu, nebo záměr sádkáře vysadit stromy do řad.“ [Originál, str. 14]
«С равномерным распределением объектов можно встретиться только там, где действует какой-нибудь организующий фактор. Это могут быть, например, межмолекулярные связи в кристаллах или намерение садовника высадить деревья в ряд.» [Překlad, str. 12]

Ke změnám došlo i v oblasti aktuálního členění větného. Základním pořadím tématu a rématu v české a ruské větě pořadí objektivní, tj. sled „téma – réma“. [4, str. 637] V překládaném textu jsme se ovšem setkali s pořadím opačným, tj. subjektivním. Ruština sice připouští pořadí obojí, dalo by se ale říci, že sled „réma – téma“ se v ní vyskytuje mnohem častěji než v češtině, na mnoha místech jsme toto pořadí zachovali. Ovšem někdy z důvodů lepšího logického členění textu a navazování informací mezi větami jsme pořadí změnili. V některých případech nehrálo pořadí tématu a rématu značnou roli, i proto jsme občas připustili jeho změnu.

- „To, že temnota nebe otevírá hlubokou kosmologickou otázku, pochopil i Galileův mladší současník Johannes Kepler.“ [Originál, str. 45]
«Младший современник Галилея Иоганн Кеплер тоже понял, что темнота неба скрывает в себе фундаментальную космологическую проблему.» [Překlad, str. 25]
- „Soběpodobných fraktálních struktur nalezneme ve vesmíru mnoho.“ [Originál, str. 56]
«Во Вселенной можно найти множество самоподобных фрактальных структур.» [Překlad, str. 34]
- „Na nevěrohodnost hypotézy éterových kapek poukázal v roce 1902 lord Kelvin.“ [Originál, str. 64]
«В 1902 г. лорд Кельвин отметил сомнительность гипотезы эфирных капель.» [Překlad, str. 39]
- „Nejednoznačně se mnozí filosofové vyjadřují záměrně.“ [Originál, str. 28]
«Многие философы преднамеренно изъясняются неоднозначно.» [Překlad, str. 22]

7.4 Rovina stylistická

V předchozí kapitole jsme výchozí text přiřadili k populárně-vědeckému stylu. Text je napsán „živým“ spisovným jazykem s využitím odborné terminologie, na některých místech se vyskytují i stylisticky příznakové prostředky, např. slova z hovorové vrstvy jazyka. Autor ve svém textu usiluje o kontakt se čtenářem a do jisté míry i o jeho spoluúčast na prozkoumání nastoleného problému. Promlouvá ke čtenáři v řečnických otázkách a zahrnuje ho do svých úvah použitím inkluzivního plurálu. Osoba autora je v tomto textu dost zřetelná, na některých místech vyjadřuje autor i své subjektivní názory a používá k tomu tvar první osoby jednotného čísla. Text dále obsahuje značný počet prvků jazykové hry, slovní hříčky a frazeologické jednotky, někdy se objevuje originální členění vět a humorné prvky. To vše napomáhá ke zpřístupnění obsahu textu čtenáři, přispívá k popularizaci a beletrizaci textu. Text se pak stylisticky posouvá směrem ke stylu publicistické nebo i krásné literatury.

Při překladu jsme se snažili zachovat osobitý jazyk výchozího textu a všechny stylisticky příznakové prvky. Setkali jsme se například s několika případy humorných či vtipných výroků zasahujících do pragmatické a kulturní roviny. V prvním případě se jedná o aluzi odkazující k notoricky známému příběhu o objevení gravitačního zákona:

- „Samozřejmost to být přestala, teprve když na *jednu věhlasnou hlavu* dopadlo pověstné jablko. (...) ¹Čtenář patrně ví, že *tato hlava* patřila Isaacovi Newtonovi. (...)“ [Originál, str. 10]
«Это явление перестало быть привычным только тогда, когда на *одну прославленную голову* упало одно небезызвестное яблоко. (...) ¹Читателю, вероятно, известно, что *эта голова* принадлежала сэру Исааку Ньютону. (...)» [Překlad, str. 10]

Další případ obsahuje příklad komunikace autora se čtenářem v podobě ironické nabídky:

- „Pokud si počkáte tři miliardy roků, dočkáte se srážky naší Galaxie s galaxií M31 v souhvězdí Andromedy.“ [Originál, str. 59]
«Если вы подождёте три миллиарда лет, то станете свидетелями столкновения нашей Галактики с галактикой М31 в созвездии Андромеды.» [Překlad, str. 37]

V textu nacházíme i příklady „hry“ se složkami ustálených spojení („na první pohled“ – „na druhý pohled“) nebo morfologickou podobou slova (opozice „objektiv“ – „subjektiv“ patrně odvozená od antonymické dvojice „objektivní“ – „subjektivní“). V obou případech se podařilo najít jazykové jednotky s ekvivalentním významem nebo morfologickým tvarem a zachovat tak prvky vtipu v překladu:

- „Byť se to na první (a ani na druhý) pohled nezdá, hvězdy jsou ohromné koule...“ [Originál, str. 13]
«Действительно, на первый (и даже на второй) взгляд мало кому может показаться, что звёзды — это огромные шары...» [Překlad, str. 11]
- „⁸*Objektivem* nazýváme přední čočku (soustavu čoček) dalekohledu, která míří k pozorovanému objektu. (...) Soustavu čoček, kterou obraz pozorujeme pak nenazýváme *subjektiv*, jak by z logiky jazyka plynulo, nýbrž okulár.“ [Originál, str. 16]
«⁸*Объективом* называется передняя линза (система линз) телескопа, направленная на наблюдаемый объект. (...) Система линз, через которые мы смотрим на объект, называется не «*субъектив*» (как следовало бы из логики языка), а *окуляр*.» [Překlad, str. 13]

Na několika místech v textu používá autor slova, která jsou vymezená podle stejného slovtvorného základu nebo patří do stejné tématické skupiny, a vytváří tak věty nebo dokonce celé odstavce vyvolávající u adresáta určité asociace. Například následující úryvek je vystaven na souhře slov spojených společným tématem smrti:

- „Ani druhá inkarnace stoického vesmíru *neměla dlouhý život*. Byl to sám Newton, kdo tuto představu *pohřbil* – jak uvidíme, byl to *pohřeb předčasný*.“ [Originál, str. 47]
«Но и второй инкарнации стоической Вселенной был *отпущен недолгий срок*. Её *похоронил* сам Ньютон, но, как мы скоро увидим, это были *досрочные похороны*.» [Překlad, str. 27]

V dalších dvou úryvcích se setkáváme s jazykovou hříčkou využívající zvukové podobnosti dvou slov. Vzhledem k řeckému původu těchto slov a jen nepatrným rozdílům v jejich českém a ruském znění nebyl překlad slovních hříček problematický:

- „Nejen pěkným, ale i chutným příkladem je brokolice *romanesco*, čili římský květák. Ale to už jsme se dostali *od astronomie ke gastronomii*.“ [Originál, str. 56]
«Не только красивым, но и вкусным примером может послужить капуста *романеско*. Но не будем переходить *от астрономии к гастрономии*.» [Překlad, str. 34]
- „Pozdější *пýthagorejci* se povznesli i nad *egocentrický geocentrismus* a pochopili, že naše rodná planeta není až tak výjimečná...“ [Originál, str. 56]
«Позже *пифагорейцы* презрели и *эгоцентрический геоцентризм* и поняли, что наша родная планета не так уж уникальна...» [Překlad, str. 19]

7.5 Rovina pragmatická

Z pragmatického hlediska by měl být při překladu zohledněn kulturně-historický kontext příjemce cílového textu, jeho znalosti o tématu a reáliích obsažených v textu díla. Cílem případných změn na rovině pragmatiky by mělo být dosažení vhodného komunikačního efektu u příjemce (adresátu) textu. V kapitole věnované analýze původního díla jsme se zmiňovali, že adresátem překládané publikace je odborná a laická veřejnost. Široký tematický záběr textu a jeho stylové zařazení umožňují oslovit velmi širokou skupinu potenciálních čtenářů se základními znalostmi v oblasti přírodních věd a zájmem o astronomii, fyziku a filosofii a dějiny těchto věd.

V souvislosti s pragmatickým aspektem bychom se chtěli zaměřit na překlad vlastních jmen. V překládaném textu se setkáváme s velkým počtem vlastních jmen. Podle typu označovaného předmětu nebo jevu lze tuto lexikálně-gramatickou kategorii rozdělit do několika dalších skupin, zaměříme se však jen na skupiny, které se vyskytují ve zkoumaném textu:

1. *antroponyma* (vlastní osobní jména jednotlivých lidí; jsou „základním prostředkem individualizace nějaké konkrétní osoby“ [41];
2. *theonyma* (vlastní jména božstev, legendárních a mýtických postav);
3. *kosmonyma* (názvy oblastí kosmického prostoru, např. galaxií, souhvězdí, vícenásobných hvězd) a *astronyma* (názvy jednotlivých kosmických těles a útvarů na jejich povrchu, např. planet, hvězd, asteroidů);
4. *toponyma* (vlastní jména zeměpisných objektů, mohou to být přírodní útvary nebo objekty vytvořené člověkem, např. sídla, osady, přehrady, vodní toky, hory, parky, louky atd.);
5. názvy literárních děl a jejich částí.

7.5.1 Antroponyma

Antroponyma jsou v textu zastoupena jmény filosofů, fyziků, astronomů a dalších vědců. Poměrně široká je skupina jmen starověkých řeckých filosofů, např. *Thalés z Miletu*, *Anaximandros*, *Herakleitos*, *Pýthagorás*, *Archýtás z Tarentu*, a jiných poměrně známých vědců, např. *Tycho Brahe*, *Thomas Digges*, *Johannes Kepler*, *Giordano Bruno*, *Edmond Halley*, *Benoît Mandelbrot*.

Při přepise vlastních jmen do jiných jazyků se může uplatňovat dvojí způsob (užívá-li cílový jazyk odlišné písmo), *vědecká transliterace* a *transkripce*. Vědecká transliterace klade důraz na grafickou podobu původního slova, je důsledným převodem písmen jedné abecedy do abecedy druhé. Používá se např. v bibliografických záznamech nebo katalozích. V případě běžných textů se v překladatelské praxi častěji používá transkripce. Je to obecnější forma přepisu zohledňující výslovnost převáděného slova.

Při přepise antroponym jsme vycházeli ze skutečnosti, že většina antroponym použitých v textu již má v ruštině svou ustálenou podobu, např. *Фалес Милетский*, *Анаксимандр*, *Гераклит*, *Пифагор*, *Архит Тарентский*, *Тихо Браге*, *Томас Диггес*, *Иоганн Кеплер*, *Джордано Бруно*, *Эдмунд Галлей*, *Бенуа Манделъброт*. Dodatečně bylo jejich znění ověřeno v řadě vědeckých publikací z oblasti filosofie a astronomie nebo v ruských překladech děl příslušných autorů (viz také 7.1.3 a oddíl Sekundární zdroje a Další použitá literatura v Bibliografii).

V případě jmen s neustálenou nebo dvojí možnou výslovností, jako např. *William Rankin* – *Уильям Ренкин/Ранкин* jsme se řídili tabulkami pro přepis z jednotlivých jazyků do ruštiny nebo variantami uvedenými v existujících ruských publikacích (v tomto konkrétním případě jsme se přiklonili k variantě *Ранкин* podle «Физики. Биографический справочник» [33]).

Zmíníme se, že při překladu jsme vždy použili plné znění jména (např. „Иоганн Кеплер“ místo „И. Кеплер“ nebo jen „Кеплер“). Domníváme se, že taková podoba jména nevypadá v textu tak „suše“ a navíc umožňuje čtenáři se hned dozvědět celé jméno příslušné osoby, aniž by ho musel dohledávat ve jmenném rejstříku nebo slovníku.

7.5.2 Theonyma

Kromě antroponym se v textu vyskytují theonyma, vlastní jména starověkých božstev (především řeckých a římských, ale i jiných) a mýtických hrdinů, např. *Venuše (Afrodíta), Mars, Saturn, Jupiter (Zeus), Hérakles, Andromeda, Dias, Nút, Varuna*. Několikrát se v textu objevují odkazy na křesťanského Boha. Jsou to některá z jeho pojmenování a související s ním objekty nebo jevy, např. *Bůh, božské sídlo, syn Boží, nejvyšemocnější pánbůh, sídlo Pánaboha i sídlo boha* atd.

Překlad theonym nepředstavoval zásadní problém, protože uvedená jména již mají své ustálené varianty v ruském prostředí. V případě křesťanského Boha se v textu vyskytují drobné nejednotnosti v pojmenováních: paradigma slova *B/bůh* a přívlastky jako *B/božský, B/boží* se někde píšou s malým písmenem, někde naopak s velkým, jak si to můžeme všimnout i v předchozím odstavci. Vzhledem k tomu, že v křesťanské monoteistické tradici se slovo *Bůh* a s ním související objekty a jevy píšou zásadně s velkým písmenem (včetně zájmen jako *On, Jeho*), zvolili jsme pro tento případ vždy napsání s písmenem velkým. Výraz *synem Božím* jsme přeložili jako „*Сыном Божьим*“: obě slova jsou napsána s velkým písmenem, přivlastňovací adjektivum je použito ve své běžnější, méně archaické formě (*Божьим* místo *Божьим*).

Dále musíme poznamenat, že v monoteistických náboženstvích (omezíme se na judaismus a křesťanství) existuje mimořádně rozmanitá skupina jmen a epitetonů, která mohou přímo jmenovat Boha, vyjadřovat jisté rysy jeho charakteru a osobnosti nebo na něj jen metaforicky odkazovat. Domníváme se, že v ruštině je tato skupina z lexikálního hlediska poněkud bohatší: zatímco v češtině se často používá jméno ve tvaru „*Bůh + přídavné/podstatné jméno*“, např. *Bůh všemohoucí, Bůh věrný, Hospodin zástupů*, v ruštině se oproti tomu můžeme setkat jak s podobnými jmény (*Бог Всемогущий, Господь Воинств, Бог Израилев*), tak se jmény nebo epitetony jednoslovnými, např. *Вседержитель, Всесильный, Благословенный, Создатель*. Překládaný text ovšem není vysloveně náboženského rázu, proto jsme ve svém překladu upustili od jmen vyjádřených substantivizovanými adjektivy (taková pojmenování by mohla být lehce matoucí) a použili pojmenování dvouslovná nebo substantivní: *sídlo Pánaboha* – „*жилище Вседержителя*“, *nejvyšemocnější pánbůh* – „*всемогущий Господь*“.

7.5.3 Kosmonyma a astronyma

Vzhledem k povaze textu se v něm vyskytuje hodně kosmonym a astronym, např. *Galaxie, Mléčná dráha, souhvězdí Andromedy, galaxie M31, Arkturus, Sírius, Měsíc, Venuše, Mars, Foibos, Slunce*. Většina těchto názvů je odvozená ze jmen řeckých a římských bohů a dalších mýtických postav. Překlad těchto názvů nepředstavoval potíže.

Je zajímavé, že výraz *sluneční soustava* se v knize vyskytuje s velkým „S“, což není pro češtinu obvyklé. V poznámce pod čarou na str. 59 originálu autor vysvětluje: „Z důvodů konzistence píší (v rozporu s Pravidly) ‚Sluneční soustava‘ s velkým ‚S‘, pokud mám na mysli soustavu kolem našeho Slunce s velkým ‚S‘.“ Tuto poznámku pod čarou jsme z překladu vyloučili, protože se v ruštině tento pojem běžně píše s velkým „S“ („Солнечная система“).

Zajímavý případ astronoma představoval starý název hvězdy Aldebaran, *Palilicius*. Je to přídatné jméno odvozené z latinského Palilia („Палилии“), pastýřského svátku na počest založení Říma (Palilia je také dalším možným názvem Aldebaranu). Tento název pak dostala hvězdokupa Hyády (Palilicium sidus) a nejjasnější hvězda Aldebaran (Palilicius), i když do této hvězdokupy nepatří. Vzhledem k tomu, že v ruštině jsou přípustné oba názvy, „Палилиций“ a „Палилия“, zvolili jsme název „Палилиций“ pro lepší odlišení pojmenování hvězdy od skoro stejně znějícího názvu svátku.

7.5.4 Názvy literárních a vědeckých děl

Text dále obsahuje názvy různých literárních a vědeckých děl. Většina názvů se vyskytuje v překladu do češtiny, u některých z nich se uvádí i původní znění (latinské): *Dodatky k Vitellovi týkající se optické astronomie* (*Ad Vitellionem paralipomena quibus astronomie pars optica traditur*) Johannese Keplera, *Vyvrácení všech bludů* Hippolyta, *Hvězdný posel* (*Sidereus Nuncius*) Galileo Galilea, *Principia* Isaaca Newtona. Všechny názvy jsou v textu zvýrazněny kurzívním řezem písma. Při překladu do ruštiny byl použit základní řez písma. Ruské varianty názvů byly vyznačeny uvozovkami, latinské varianty byly ponechány v původním znění bez uvozovek a zvýrazněny kurzívou: «Дополнения к Вителлию, в которых излагается оптическая часть астрономии» (*Ad Vitellionem paralipomena quibus astronomie pars optica traditur*), «Опровержение всех ересей», «Звездный вестник» (*Sidereus nuncius*), «Начала».

Pro překlad názvů literárních a vědeckých děl jsme použili již existující překlady těchto děl do ruštiny, např. «Опровержение всех ересей» v překladu Je. V. Afonasina [[42]] nebo «Разговор с звездным вестником» z publikace *Иоганн Кеплер. О шестиугольных снежинках* [29] v překladu Ju. A. Danilova. V řadě případů jsme použili názvy děl zmiňované v jiných publikacích odborného rázu, např. název «Начала» byl ověřen podle *Философии природы* G. W. F. Hegela v překladu B. G. Stolpnera a P. B. Rumera [34], «Дополнения к Виттелию...» byly ověřeny podle publikace *Иоганн Кеплер (1571–1630)* [43].

7.5.5 Топонима

Ojediněle se v textu vyskytují i toponyma představující názvy měst (*Praha, Frankfurt*) a přírodních objektů (*Vesuv*), také jako součást jmen řeckých filosofů (*Thalés z Mílétu, Archytás z Tarentu, Filoláos z Krotónu*). Vzhledem k existenci ustálených variant těchto názvů a jmen v ruštině nepředstavoval jejich překlad zásadní problém. Poznamenejme jen, že v případě přítomnosti názvů měst ve vlastních jménech filosofů se v ruštině vyskytují tři případy překladu: název města se může používat jako přívlástek, např. „Меллус с острова Самос“, „Эмпедокл из Акраганта“, „Горгий из Леонтин“, může se stát svérázným „příjmením“ filosofa, např. „Фалес Милетский, Архит Тарентский, Пифагор Самосский“ anebo se podle nepoužívá vůbec („Филолай Кротонский“, „Фалес Милетский“, „Зенон Александрийский“, ale také jen „Филолай“, „Фалес“, „Зенон“).

8 Typologie překladatelských posunů

Typologie překladatelských posunů byla zpracována podle monografie J. Levého *Umění překladu* [5]. Ve své publikaci mluví o tendencích, ke kterým se nejčastěji uchylují překladatelé a vyjmenovává *generalizaci, nivelizaci, intenzifikaci, intelektualizaci (zlogičťování, vykládání nedořečeného, formální vyjadřování syntaktických vztahů)* [5, str. 126, 132].

8.1 Rovina lexikální

Na lexikální rovině docházelo především k intelektualizaci textu. Doplnovali jsme do textu takové informace, které jsou v textu obsaženy implicitně nebo které autor pojmenovává jen nepřímou (např. zájmeny), proto můžeme tyto posuny specifikovat jako vykládání nedořečeného a zlogičťování textu:

- „¹⁵Astrologové *tak činí* dodnes.“ [Originál, str. 19, pozn. pod čarou]
«¹⁵Астрологи причисляют Солнце и Луну к планетам и по сей день.» [Překlad, str. 16, pozn. pod čarou]
- „Najdeme *tu* nejen zábavné, ale i poučné metaforické příběhy týkající se života jedince a společnosti...“ [Originál, str. 20]
«Мифы — это не только занимательные, но и поучительные аллегорические сказания о жизни человека и общества.» [Překlad, str. 16]
- „Prostřednictvím *něho* Bůh tvoří svět a skrze *něho* se světu dává poznat.“ [Originál, str. 21]
«Через *логос* Бог сотворяет всё сущее и предстаёт миру, воплотившись в *логосе*.» [Překlad, str. 17]
- „Podle mne bychom se však při interpretaci slov filosofů neměli omezovat jen na *dobové kontexty*, jen na to, „jak to vlastně tenkrát mysleli!“ [Originál, str. 28]
«По-моему, при толковании высказываний философов не следует ограничиваться *контекстом одной конкретной эпохи* и пытаться понять, „что же они всё-таки имели в виду.“ [Překlad, str. 22]
- „*Renesance* tedy opustila přežilý aristotelsko-ptolemaiovský vesmír a vrátila se k modelu epikúrejskému.“ [Originál, str. 43]
«Таким образом, *мыслители эпохи Возрождения* отказались от устаревшей модели Вселенной по Аристотелю и Птолемею и вернулись к модели эпикурейцев...» [Překlad, str. 24]
- „Kepler jím reagoval na nedávno vyšlého Hvězdného posla (Sidereus Nuncius, Benátky 1610), ve kterém Galileo shrnul výsledky svých prvních pozorování dalekohledem.“ [Originál, str. 45]
«В нём он отреагировал на недавно изданную *работу Галилея* «Звездный вестник» (Sidereus nuncius, Венеция, 1610 г.), в которой тот свёл воедино результаты своих первых наблюдений при помощи телескопа.» [Překlad, str. 25–26]

Vyskytl se i opačný případ generalizace, kdy byl původně konkrétnější výraz přeložen výrazem obecnějším, čímž mohlo dojít ke ztratě jemnějších významových odstínů:

- „Thomas Digges, veliký stoupenec a horlivý propagátor heliocentrismu, *vzal* Koperníkův planetární systém a *vsadil* ho do vesmíru starých epikúrejců.“ [Originál, str. 43]
«Томас Диггес, известный приверженец и рьяный популяризатор гелиоцентризма, *применил* планетную систему Коперника к модели Вселенной древних эпикурейцев.» [Překlad, str. 24]

- „*Vyvodil z toho důsledek: navrácí se k představě konečného hvězdného ostrova obklopeného nekonečným prázdným prostorem.*“ [Originál, str. 45]
«*В итоге он вернулся к идее конечного звёздного острова, окружённого бесконечным пустым пространством.*» [Překlad, str. 25]

8.2 Rovina syntaktická

Nejčastějšími posuny na syntaktické rovině byly případy intelektualizace textu. Ve většině případů šlo o formální vyjadřování syntaktických vztahů:

- „Je však předčasné jásat, vzájemné zakrývání hvězd nás před pekelným žářem neochrání.“ [Originál, str. 13]
«*Но радоваться рано, потому что взаимное перекрытие звёзд не спасёт нас от адского пекла.*» [Překlad, str. 11]
- „Nepadá na žádnou stranu, protože „popudy“ působící z různých stran se díky symetrii ruší.“ [Originál, str. 22]
«*С разных сторон на неё воздействуют так называемые „импульсы“, но благодаря силе симметрии, сводящей их влияние к нулю, Земля не падает и удерживается в одном и том же положении.*» [Překlad, str. 17]
- „Ve starých textech najdeme i výraz ‚kosmografie‘, nauka o geometrické struktuře kosmu.“ [Originál, str. 25]
«*В древних текстах также можно найти определение „космография“, или учение о геометрическом строении космоса.*» [Překlad, str. 20]
- „Spatřit tento vzácný úkaz se astronomům zatím nepoštěstilo, srážky hvězd studují jen teoreticky.“ [Originál, str. 59]
«*Пока что астрономам не повезло увидеть это уникальное явление, поэтому столкновения звёзд они изучают только теоретически.*» [Překlad, str. 37]

Ojedinele se intelektualizace vyskytla při spojování dvou vět v souvětí nebo překladu věty s přídatným jménem slovesným souvětím s vedlejší větou:

- „Dalekohledem tedy vidíme celkově větší počet hvězd. Ne však najednou, úměrně se zvětšováním obrazu se totiž zužuje zorné pole.“ [Originál, str. 16]
«*Через телескоп мы видим суммарно большее количество звёзд, но не одновременно, так как пропорционально увеличению изображения сужается поле зрения.*» [Překlad, str. 14]
- „Z tohoto původního významu vzešlo i slovo ‚kosmetika‘ – vykrašlovadla poskytující lidskému zevnějšku řád a tudíž i krásu.“ [Originál, str. 25]
«*Первоначальное значение этого слова отражено и в слове „косметика“, обозначающем средства, которые приводили внешний вид человека в порядок, и следовательно, делали его красивым.*» [Překlad, str. 20]

Při opačném postupu, tzn. při překladu souvětí s vedlejší větou vztahnou pomocí vazeb s příčestím nebo přechodníkem, docházelo ke kondensaci obsahu textu, čímž byla snížena rovina explicitnosti textu:

- „Z metod, které byly na určování kosmických vzdáleností vynalezeny, hraje významnou roli metoda měření paralax...“ [Originál, str. 59]
«Среди методов, разработанных для измерения космических расстояний, выделяется метод измерения параллакс...» [Překlad, str. 38]
- „Připomeňme si, že ještě tisíc let po Anaximandrovi měl svatý Augustin za hlupáky ty, kteří považují odvrácenou stranu naší planety za obydlenou.“ [Originál, str. 22]
«Не стоит забывать, что и через тысячу лет после смерти Анаксимандра Блаженный Августин объявлял глупцами людей, считавших обратную сторону Земли населённой.» [Překlad, str. 18]

Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, docházelo na některých místech ke změnám v aktuálním členění větném:

- „Mýtickým pohledem byl nazírán svět pozemský i nadzemský.“ [Originál, str. 19]
«На мир земной и небесный люди смотрели через призму мифологии.» [Překlad, str. 16]
- „Kritický přírodovědecký přístup bychom tu však hledali marně.“ [Originál, str. 20]
«Но не следует искать в мифах критический естественнонаучный подход.» [Překlad, str. 16]

8.3 Rovina stylistická

Na stylistické rovině se setkáváme především s neutralizací původního výrazu. V některých případech došlo při překladu ke ztrátě frazeologismů použitých ve výchozím textu, místo nich byly použity zcela neutrální výrazy:

- „Dnes je jasné, že Filoláovo překonání geocentrismu představovalo vykročení správným směrem. Ve své době však *bylo předčasně narozeným dítětem*.“ [Originál, str. 24]
«Сегодня ни у кого не вызывает сомнений, что победа Филолая над геоцентризмом была шагом в правильном направлении, но для того времени эта идея *была слишком прогрессивной*.» [Překlad, str. 19]
- „A jsme *u jádra pudla*: v noci není ani světlo, ani výheň, natož pekelná.“ [Originál, str. 11]
«И сейчас мы приблизились к самой сути дела: ночью нет ни света, ни пекла, и уж тем более адского.» [Překlad, str. 10]

Někdy jsme neutralizovali původně expresivní nebo hovorový výraz:

- „Tento renesanční *vědátor* se proslavil především veřejným předváděním svých pokusů s vakuem.“ [Originál, str. 47]
«Этот учёный эпохи Возрождения прославился в первую очередь публичными демонстрациями своих экспериментов с вакуумом...» [Překlad, str. 27]
- „Potíže dělal pouze *nešťastný* fotometrický paradox.“ [Originál, str. 49]
«Затруднения возникали только со *злополучным* фотометрическим парадоксом...» [Překlad, str. 28]
- „Potenciální energie padající hvězdy se přeměňuje v její energii kinetickou (pohybovou), ta zase v potenciální energii, *a tak stále dokola*“ [Originál, str. 58]
«Потенциальная энергия падающей звезды переходит в кинетическую энергию (энергию движения), которая в свою очередь снова становится потенциальной, *и всё повторяется снова*.» [Překlad, str. 35]

Z tohoto důvodu došlo na některých místech k jisté intenzifikaci původního výrazu (např. použití hovorového „расквитаться“ místo „vypořádat se“ nebo hovorového „пустячковые“ místo „bezvýznamné“):

- „Zdá se však, že ani sám Fournier nemyslel *toto řešení vážně*.“ [Originál, str. 51]
«Впрочем, скорее всего, и сам Фурнье не относился к своим домыслам всерьёз.» [Překlad, str. 30]
- „*O pád absorpčního řešení se zasloužil v roce 1848 John Herschel (1792–1871)*.“ [Originál, str. 52]
«В 1848 г. стараниями Джона Гершеля (1792–1871) абсорбционное решение было низвергнуто с пьедестала почёта.» [Překlad, str. 30]
- „*S fotometrickým paradoxem se vypořádal tak, že hvězdy rozmístil podle tzv. fraktální struktury*.“ [Originál, str. 56]
«Он расквитался с фотометрическим парадоксом, упорядочив звёзды согласно так называемой фрактальной структуре.» [Překlad, str. 33]
- „*Avšak třetí inkarnace stoického modelu měla ještě kratší život*.“ [Originál, str. 60]
«Но в этот раз стоическая модель продержалась на плаву ещё меньше времени.» [Překlad, str. 37]
- „*Už v roce 1923 Edwin Hubble zjistil, že mnohé z toho, co se považovalo za mlhoviny, nejsou jen bezvýznamné obláčky kráslicí okolí naší rodné Galaxie*.“ [Originál, str. 61]
«Уже в 1923 г. Эдвин Хаббл обнаружил, что многое из того, что считалось туманностями, на самом деле не просто *пустячковые* облачка, украшающие окрестности нашей Галактики.» [Překlad, str. 37]

Někdy kvůli komplikacím při překladu jsme se dopustili intelektualizace textu:

- „*V roce 1720 přišel Edmond Halley (1656–1742) s nápadem, že fotometrický paradox by se vyřešil, kdyby světla ubývalo rychleji než se čtvercem vzdálenosti*.“ [Originál, str. 50]
«В 1720 г. Эдмонд Галлей (1656–1742) высказал гипотезу о том, что вопрос фотометрического парадокса был бы решён, если бы интенсивность излучения снижалась не обратно пропорционально квадрату расстояния от источника, а быстрее.» [Překlad, str. 28]
- „*Atomisté přivedli na svět řadu myšlenek, které jsou živé dodnes. Měli ale trochu smůlu, jejich fyzikální učení se krátce po svém vzniku ocitlo v ústraní a ani pozdější doby mu moc nepřály*.“ [Originál, str. 52]
«Атомисты дали начало многим представлениям, актуальным и по сей день, им только немного не повезло: вскоре после своего возникновения их физическое учение оказалось в стороне от основных философских направлений.» [Překlad, str. 23]

8.4 Rovina pragmatická

Na pragmatické rovině docházelo k zásahům do textu jen okrajově. V řadě případů se jednalo o doplnění do textu potřebných informací (viz [35, str. 137]). Vzhledem k tomu, že poznámkový aparát v knize hojně využívá sám autor (jsou to poznámky pod čarou nebo dodatečné informace v kulatých závorkách), použili jsme v případě potřeby vnitřní vysvětlivky a poznámky v hranatých závorkách u citátů jiných autorů.

Většina doplnění s využitím vnitřních vysvětlivek se týkala vlastních jmen, která by pro ruského čtenáře mohla být méně známá a u kterých autor neuvádí doplňující údaje:

- „⁴²Jiří Grygar proto prosazoval termín ‚Keplerův paradox‘“ [Originál, str. 45]
²⁷«По этой причине чешский астроном и астрофизик Иржи Григар популяризировал понятие «Парадокс Кеплера.»» [Překlad, str. 25]
- „Smrtelnou ránu éteru pak zasadily pokusy Alberta Michelsona a Edwarda Morleye z let 1881 a 1887...“ [Originál, str. 65]
«Смертельный удар эфиру нанесли опыты физиков Альберта Майкельсона и Эдварда Морли, поставленные в 1881 и 1887 гг.» [Překlad, str. 40]

Někdy jsme při citování museli doplnit informace, které byly v příslušném textu explicitně pojmenovány dřív, a v citovaném úseku se tak objevila pouze zájmena:

- „Většina oněch světél nám tak zůstává neviditelná právě pro jejich udivující vzdálenost.“ [Originál, str. 44]
«...большая их [небесных огней,— прим. пер.] часть остаётся для нас невидимой, благодаря необычайной их от нас удалённости.» [Překlad, str. 24]
- „Démokritos říkal, že světů (kosmů) je nespočetně a že se liší velikostí.“ [Originál, str. 26]
«Миры, по его [Демокрита — прим. пер.] мнению бесчисленны и различны по величине.» [Překlad, str. 21]

Vyskytl se i jeden zajímavý případ. Na začátku 3. kapitoly pojednává autor o starých římských bozích a odpovídajících názvech planet (viz originál, str. 19–20). U některých bohů a bohyň stručně popisuje funkci a v závorkách uvádí jméno podle řecké tradice, např. „...třpyt jasné Venuše, bohyně lásky (řecká Afrodíta)...“, „Jupiteru, nejvyššímu římskému bohu (řecký Zeus)...“. Ovšem u jiných božstev není uvedena funkce ani řecké jméno (v případě Marsa je to jen funkce: „Narudlý Mars, bůh války...“). Z důvodu větší jednotnosti textu jsme se rozhodli chybějící informace doplnit.

- „...někdy můžeme poblíž slunečního kotouče spatřit i Merkura. Narudlý Mars, bůh války...“ [Originál, str. 20]
«...вблизи солнечного диска порой заметен и Меркурий (Гермес), бог торговли и ловкости. Кроваво-красный Марс (Арес), бог войны...» [Překlad, str. 16]

U Saturnu uvádíme jen řecké jméno, protože by nebylo jasné, o jaký prsten se v případě boha jedná:

- „...neméně pozoruhodně vypadá však i Saturn se svým prstenem.“ [Originál, str. 20]
«Не менее примечательно выглядит и Сатурн (Кронос), окружённый своими кольцами.» [Překlad, str. 16]

Dalším případem změny pragmatické rovině byla rozsáhlá poznámka pod čarou na str. 63 originálu. Na rozdíl od České republiky se v Rusku používá krátká škála, proto bylo třeba přizpůsobit pojmenování čísel a jejich číselné vyjádření ruskému prostředí.

- „...Krátká škála se užívá převážně v anglosaských zemích, dlouhá na starém kontinentu. Bilion znamená u nás 1 000 000 000 000, tj. 10^{12} , v Anglii se však jako billion označuje číslo 1 000 000 000, tj. 10^9 , kterému my říkáme miliarda atd.“ [Originál, str. 63]
«...Короткая шкала используется главным образом в англосаксонских странах

(а также в России), длинная — в странах Старого Света. Например, триллион у нас означает 1 000 000 000 000, или 10^{12} , но в Германии или Франции триллионом считается число 1 000 000 000 000 000 000, или 10^{18} , которое мы в свою очередь называем квинтиллионом, и т. д.» [Překlad, str. 39]

Dalším posunem byla výměna „českého trůnu“ za „tron Священной Римской империи“. Domníváme se, že informace o nástupu Rudolfa II. na český trůn jsou pro ruského čtenáře irelevantní, proto jsme použili o něco globálnější údaje:

- „Psal se tehdy rok 1576, tedy rok kdy na český trůn nastoupil císař Rudolf II. Habsburský.“ [Originál, str. 43]
«На дворе стоял 1576 год. Именно тогда на трон Священной Римской империи взошёл король Рудольф II из династии Габсбургов.» [Překlad, str. 24]

Uvedme i případ úryvku zasahujícího do kulturního kontextu:

- „³Мышлено je naše středoevropské řádně vytopené peklo. Severské národy mají totiž peklo mrazivé.“ [Originál, str. 11]
«³Имеется в виду привычный для нашей культуры раскалённый и пылающий ад, поскольку, например, в представлениях северных народов ад ледяной.» [Překlad, str. 10]

Toto je snad jediný případ v textu, kde je předpokládaný adresát díla konkrétněji specifikován. Předpokládá se, že pochází z evropského kulturního prostředí a má poznatky z oblasti mytologie a náboženství. Při překladu došlo k vypuštění konkrétního označení „středoevropský“. Mohli jsme se sice uchýlit k generalizaci a použít obecnější slovo „evropský“, ovšem vzhledem k stále přetrvávajícímu dialektickému problému „Rusko a Evropa“ (viz např. stejnojmenné dílo T. G. Masaryka) jsme se rozhodli nepoužívat žádné podobné zeměpisné označení a zachovat funkční stránku výpovědi.

Závěr

Cílem této bakalářské práce byl překlad vybraných kapitol z knihy Petera Zamarovského *Proč je v noci tma? Příběh paradoxu temného nebe* (s. 9–29, 43–65) do ruštiny a vytvoření komentáře k překladu. V komentáři byla nejdříve provedena překladatelská analýza výchozího textu. Po krátkém pojednání o autorovi byl text analyzován z hlediska stylistického zařazení a lexikálních a syntaktických vlastností textu. Poté byla zvolena koncepce překladu.

V komentáři byla zpracována typologie překladatelských problémů na rovině lexikální, syntaktické, stylistické a pragmatické. Byly popsány postupy při překladu vlastních jmen, odborné terminologie, cizojazyčných slov a citátů. Součástí komentáře je také oddíl věnovaný obtížným případům překladu některých slov a slovních spojení a kapitola popisující typologii překladatelských posunů, které se vyskytly při překladu na výše uvedených rovinách.

Resumé

Cílem této bakalářské práce byl překlad vybraných kapitol z knihy Petera Zamarovského *Proč je v noci tma? Příběh paradoxu temného nebe* do ruštiny a vypracování odborného komentáře k překladu. V komentáři byla provedena analýza originálu, zvolena překladatelská koncepce a představena typologie překladatelských problémů a posunů na lexikální, syntaktické, stylistické a pragmatické rovině.

Summary

The purpose of this bachelor thesis was a russian translation of the selected chapters from the book *Proč je v noci tma? Příběh paradoxu temného nebe* by Peter Zamarovsky. The subject of this thesis was to write a commentary on the translation. The commentary contains analysis of the original text, concept of translation, typology of translation problems and shifts at the lexical, syntactic, stylistic and pragmatic levels.

Резюме

Целью данной бакалаврской работы был перевод нескольких глав из книги Петра Замаровского «*Почему ночью темно? История парадокса тёмного неба*» на русский язык и написание научного комментария к переводу. В комментарии был проведён анализ оригинала, была выбрана переводческая концепция и представлена типология переводческих проблем и трансформаций на лексическом, синтаксическом, стилистическом и прагматическом уровне.

Bibliografie

Primární zdroje

- [1] ZAMAROVSKÝ, P. *Proč je v noci tma? Příběh paradoxu temného nebe*. 2. vyd. Praha: AGA, 2011. 192 s. ISBN 978-80-904582-1-5.

Sekundární zdroje

- [2] MISTRÍK, J. *Štylistika*. 3 vyd. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladatelstvo, 1997. 598 s. ISBN 80-08-02529-8.
- [3] ČECHOVÁ, M., KRČMOVÁ, M., MINÁŘOVÁ, E. *Současná stylistika*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství Lidové noviny, 2008. 381 s. ISBN 978-80-7106-961-4.
- [4] GREPL, M., HLADKÁ, Z., JELÍNEK, M., KARLÍK, P., KRČMOVÁ, M., NEKULA, M., RUSÍNOVÁ, Z., ŠLOSAR, D. *Příruční mluvnice češtiny*. 2. vyd. Praha: NLN – Nakladatelství Lidové noviny, 2012. 799 s. ISBN 978-80-7106-624-8.
- [5] LEVÝ, J. *Umění překladu*. 4. vyd. Praha: Apostrof, 2012. 368 s. ISBN 978-80-87561-15-7.
- [6] SUBBOTIN, M. F. *Vvedenije v teoretičeskiju astronomiju*. 1. vyd. Moskva: Nauka, 1968. 800 s.
- [7] McVITTIE, G. S. *Obščaja teorija odnositel'nosti i kosmologija*. 1. vyd. Moskva: Izdatel'stvo inostrannoju literatury, 1961. 284 s.
- [8] GUREVIČ, L. JE., ČERNIN, A. D. *Vvedenije v kosmogoniju*. 1. vyd. Moskva: Nauka, 1978. 384 s.
- [9] ZASOV, A. V., POSTNOV, K. A. *Obščaja astrofizika*. 1. vyd. Frjazino: VEK 2, 2006. 496 s. ISBN 5-85099-169-7.
- [10] POOLE, CH. P. *Spravočnoje rukovodstvo po fizike*. 1. vyd. Moskva: Mir, 2011. 461 s. ISBN 5-03-003330-0.
- [11] BEBČUK, L. G., BOGAČEV, JU. V., ZAKAZNOV, N. P. *Prikladnaja optika*. 1. vyd. Moskva: Mašinostrojenije, 1988. 312 s. ISBN 5-217-00073-2.
- [12] DRUŽININ, V. N. *Psichologija*. 2. vyd. Sankt-Peterburg: Pitěr, 2009. 656 s. ISBN 978-5-388-00491-8.
- [13] ATKINSON, R. L. *Psychologie*. 2. vyd. Praha: Portal, 2003. 750 s. ISBN: 80-7178-640-3.
- [14] MAKLAKOV, A. G. *Obščaja psichologija*. 1. vyd. Sankt-Peterburg: Pitěr, 2001. 592 s. ISBN 5-272-00062-5.
- [15] TUGUŠEV, R. CH., GARBER, I. JE. *Obščaja psichologija*. 1. vyd. Moskva: Eksmo, 2006. 560 s. ISBN 5-699-12281-8.
- [16] PLHÁKOVÁ, A. *Učebnice obecné psychologie*. 1. vyd. Praha: Academia, 2007. 472 s. ISBN 978-80-200-1499-3.

- [17] LEBEDEV, A. V. *Fragmenty rannich grečeskich filosofov*. 1. vyd. Moskva: Nauka, 1989. 575 s. ISBN 5-02-008030-6.
- [18] DYNNIK, M. A. *Materialisty Drevnej Grecii*. 1. vyd. Moskva: Gosudarstvennoje izdatel'stvo političeskoj literatury, 1955. 236 s.
- [19] ABLEEV, S. R. *Istorija mirovoj filosofii*. 1. vyd. Moskva: AST, 2005. 414 s. ISBN 5-17-016151-4.
- [20] GRICANOV, A. A. *Vsemirnaja enciklopedija. Filosofija*. 1. vyd. Moskva: AST, 2001. 1312 s. ISBN 5-17-007278-3.
- [21] VASILJEV, V. V., KROTOV, A. A., BUGAJ, D. V. *Istorija filosofii*. 1. vyd. Moskva: Akademičeskij projekt, 2005. 680 s. ISBN 5-8291-0531-4.
- [22] MAREEV, S. N., MAREEVA, JE. V. *Istorija filosofii*. 1. vyd. Moskva: Akademičeskij projekt, 2004. 880 s. ISBN 5-8291-0402-4.
- [23] SLAVJATINSKAJA, M. N. *Učebnik grevnegrečeskogo jazyka*. 2. vyd. Moskva: Filomatis, 2003. 620 s. ISBN 5-98111-005-8.
- [24] MALINAUSKENE, N. K. *Drevnegrečeskij jazyk. Načal'nyj kurs*. 1. vyd. Moskva: Greko-latinskij kabinet Ju. A. Šičalina, 2002. 208 s. ISBN 5-87245-088-5.
- [25] STEHLE, M. *Grammatika grevnegrečeskogo jazyka*. 1. vyd. Sankt-Peterburg: Aleteja, 1994. 144 s. ISBN 5-88560-097-X.
- [26] SOBOLEVSKIJ, S. I. *Drevnegrečeskij jazyk*. 616 s. Sankt-Peterburg: Izdatel'stvo Olega Abyško, 2013. 616 s. ISBN 978-5-903525-35-5.
- [27] WILDE, O. *Portret Dorian Greja* (přel. M. Abkina). Moskva: Eksmo, 2009. 672 s. ISBN 978-5-699-26444-5.
- [28] WILDE, O. *Portret Dorian Greja* (přel. V. Čučno). Moskva: AST, 2010. 640 s. ISBN 978-5-17-068658-2.
- [29] KEPLER, I. *O šestiugol'nych snežinkach* (přel. Ju. Danilov). 1. vyd. Moskva: Nauka, 1982. 192 s.
- [30] BALAŠOV, B. *Svjatoje Jevangelije s prilozhenijami*. Klin: Christianskaja žizn, 2010. 541 s. ISBN 978-5-93313-118-2.
- [31] LOSEV, A. F., JEGUNOV, A. N., SAMSONOV, N. V. *Platon. Sobranije sočinenij*. 1. vyd. Moskva: Mysl', 1994. 654 s. ISBN 5-224-00385-2.
- [32] KOYRE, A. *Ot zamknutogo mira k beskonečnoj vselennoj*. 1. vyd. Moskva: Logos, 2001. 288 s. ISBN 5-8163-0028-8.
- [33] CHRAMOV, JU. A. *Fiziki. Biografičeskij spravočnik*. 2. vyd. Moskva: Nauka, 1983. 399 s.
- [34] HEGEL, G. W. F. *Filosofija prirody* (přel. B. Stolpner, P. Rumer). Moskva: Kniga po trebovaniju, 2013. 768 s. ISBN 978-5-458-45783-5.
- [35] KOMISSAROV, V. N. *Sovremennoje perevodovedenije*. 1. vyd. Moskva: ETS, 2002. 424 s. ISBN 5-93386-030-1.

Elektronické zdroje

- [36] RNDr. Peter Zamarovský, CSc. *Akademický pracovník ČVUT v Praze* [online zdroj]. [cit. 30. 7. 2014]. Dostupné z WWW: <<http://www.zamarovsky.cz>>.
- [37] MAKOVELSKIJ, A. O. *Dosokratiki*. Kazan': Izdanije knižnago magazina M. A. Golubeva, 1914. 244 s. [online zdroj]. [cit. 30. 7. 2014]. Dostupné z WWW: <<http://books.e-heritage.ru/book/10072839>>.
- [38] KARPOV, V. N. *Sočinenija Platona*. Moskva: Sinodal'naja tipografija, 1879. 578 str. [online zdroj]. [cit. 30. 7. 2014]. Dostupné z WWW: <[https://ru.wikisource.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D0%B9_\(%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%BD/%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%BF%D0%BE%D0%B2\)/%D0%94%D0%9E](https://ru.wikisource.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D0%B9_(%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%BD/%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%BF%D0%BE%D0%B2)/%D0%94%D0%9E)>.
- [39] DIGGES, T. *A Perfit Description of the Caelestiall Orbes*. 1576 [online zdroj]. [cit. 30. 7. 2014]. Dostupné z WWW: <<https://www.math.dartmouth.edu/~matc/Readers/renaissance.astro/5.1.Orbs.html>>.
- [40] STUKELEY, W. *Memoirs of Sir Isaac Newton's life*. 1752. [online zdroj]. [cit. 30. 7. 2014]. Dostupné z WWW: <<http://www.newtonproject.sussex.ac.uk/view/texts/normalized/OTHE00001>>.
- [41] KNAPPOVÁ, M. *Osobní jména v českém jazykovém systému*. In *Naše řeč* [online]. Ročník 63 (1980), č. 5. [cit. 6. 8. 2014]. Dostupné z WWW: <<http://nase-rec.ujc.cas.cz/archiv.php?art=6216>>.
- [42] AFONASIN, E. V. *Doksografičeskoje soobščenije Ippolita v pervoj knige „Oproverženija vsech jeresej“: Tekst i kommentarij* [online zdroj]. [cit. 30. 7. 2014]. Dostupné z WWW: <http://www.nsu.ru/classics/plato/Hippolyt_I.pdf>.
- [43] BĚLYJ, JU. A. *Iogann Kepler (1571–1630)*. Moskva: Nauka, 1971. 294 str. [online zdroj]. [cit. 30. 7. 2014]. Dostupné z WWW: <http://www.astro-cabinet.ru/library/Kepler/Kepler_Ogl.htm>.

Další použitá literatura

- [44] WEINBERG, S. *Kosmologija*. 1. vyd. Moskva: URSS, 2013. 608 s. ISBN 678-5-453-00040-1.
- [45] KONONoviČ, JE. V., MOROZ, V. I. *Obščij kurs astronomii*. 2. vyd. Moskva: URSS, 2004. 544 s. ISBN 5-354-00866-2.
- [46] SJUNJAJEV, R. A. *Fizika kosmosa: Malen'kaja encyklopedija*. 2. vyd. Moskva: Sovetskaja encyklopedija, 1986. 783 s.
- [47] KABARDIN, O. F. *Fizika. Spravočnyje materialy*. 3. vyd. Moskva: Prosveščeniye, 1991. 267 str. ISBN 5-09-003008-1.
- [48] ACHMANOV, S. A., NIKITIN, S. JU. *Fizičeskaja optika*. 2. vyd. Moskva: Nauka, 2004. 656 s. ISBN 5-211-04858-X.

- [49] LAERTIUS, D. *O žizni, učenijach i izrečenijach znamenitych filozofov. Filosofskoje nasledije*. Moskva: Mysl', 1986. 576 str. [online zdroj]. Dostupné z WWW: <<http://filosof.historic.ru/books/item/f00/s01/z0001107/index.shtml>>.
- [50] KRATOCHVÍL, Z. *Filosofie mezi mýtem a vědou*. 1. vyd. Praha: Academia, 2009, 471 str. ISBN: 978-80-200-1789-5.
- [51] SVOBODA, K. *Zlomky předsokratických myslitelů* 2. vyd. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1962, 204 s.
- [52] LUCRETIUS CARUS, T. *O přírodě vešče: De Rerum Natura* (přel. F. Petrovskij). 4. vyd. Moskva: URSS: Librokom, 2012. 447 s. ISBN 978-5-382-01371-8.
- [53] LUCRETIUS CARUS, T. *On the Nature of Things: De Rerum Natura* (přel. C. Bailey). New York: Barnes & Noble Books, 2005. 223 s. ISBN 0-7607-6834-X.

Záhadná samozřejmost

Když Slunce zapadne pod obzor, nad našimi hlavami se rozhostí tma. Proč? Proč je v noci obloha temná? Jestli nevíte, nic si z toho nedělejte. Neví to většina lidí. Nejenže neví, ale ani neví, že neví, protože tuto otázku si nikdy nepoložila. Otázku „Proč je v noci tma?“ si po staletí nepoložili ani filosofové, ani přírodovědci, dokonce ani hvězdáři, do jejichž kompetence by tato otázka nejspíše patřila. (Nebyli přeci tmáři.)

*TAJEMSTVÍ ŽIVOTA NENÍ V TOM, CO NEVIDÍME,
NYBRŽ V TOM, CO VIDÍME.*

OSCAR WILDE

Hvězná obloha fascinuje lidstvo od nepaměti. Naši pozornost přitahuje vše to, co na obloze vidíme, co se tam třpytí a hýbe. Co to tam září? Z čeho se to skládá? Jak a proč se to hýbe? Většinu noční oblohy však pokrývá pustá tma. Netřpytí se a nehybe se. Z ničeho se neskládá, je ničím, pouhým neviděním. Vyrváří jen pozadí, před kterým se kosmické divadlo odehrává. Teprve v době renesance si hvězdáři uvědomili, že tma je samozřejmá pouze z hlediska naší každodenní nebo spíš každonoční zkušenosti. Z hlediska stavby vesmíru samozřejmá není. Samozřejmost se tak odsamozřejměmíla a obrátila se v záhadu. Vznikl paradox. Na otázku: „Proč je v noci tma?“ se začala hledat odpověď. Pátrali po ní Kepler, Digges, Galileo, Halley, Olbers a další hvězdáři. Paradoxem se zabýval i filozof Friedrich Engels a řešení nabídl i slavný Edgar Allan Poe. Problém noční tmy nedával spár kosmologům ani ve století dvacátém. Je aktuální ještě dnes, ve století jednadvacátém?

Vrátíme se však na začátek a položíme si otázku: Proč to, že je v noci tma, není samozřejmé? Proč by tma být neměla? A proč přesto je?

9

Miliardy cizích sluncí, aneb proč by v noci tma být neměla

... EXISTUJÍ-LI SLUNCE, KTERÁ MAJÍ TUTEŽ POVAHU JAKO TO NÁŠE,
TÁŽEME SE, PROČ VE SVĚM ÚHRNU DALEKO NEPŘEKONAJÍ NÁŠE SLUNCE,
POKUD JDE O JASNOST?

JOHANNES KEPLER

Pojďme na to od lesa. Když se v lese rozhlédneme, co uvidíme? Samé stromy, v každém směru náš pohled narazí na nějaký strom. Zaplní celý zorný úhel kolem nás (alespoň v horizontální rovině). A podobně jako s lesem na Zemi by to mělo být i s lesem hvězd v kosmickém prostoru: v každém směru by měla nějaká hvězda.² Hvězdy by měly bez mezer pokrýt celou nebeskou klenbu. A jelikož měl Kepler pravdu, když předpokládal, že hvězdy jsou cizí slunce podobné tomu našemu Slunci s velkým „S“, jejich povrchy září jako povrch Slunce. Měla by nás proto obklopoovat nesčetná záře. Nebyla by noc, nebyl by den, stále jen pekelná výheň. A jsme u jádra pudla: v noci není ani světlo, ani výheň, natož pekelná. Panuje tma a chlad, peklo se nekoná.³ Narazili jsme na rozpor, kterému se říká fotometrický paradox. Bývá také nazýván paradoxem Olbersovým, někdy i paradoxem noční tmy. Keplerovým paradoxem, Halleyovým paradoxem a kupodivu i paradoxem svítícího nebe.

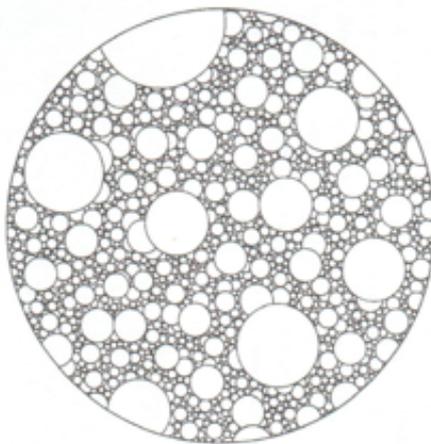
2 Podobenství vesmíru s lesem uvádí už Otto von Guericke (1602–1686).

3 Mysleno je naše středoevropské řádně vytopené peklo. Severské národy mají totiž peklo mrazivé.

Záhadnost očividných jevů nám uniká. Nedíváme se jím a nezkoumáme je. Abychom se jím mohli dívat, musíme je „odsamozřejmit“. Lidstvo například dlouho nezajímalo, proč věci padají a ještě k tomu všechny stejným směrem. Samozřejmě most to být přestala, teprve když na jednu věhlasnou hlavu dopadlo pověstné jablko. Došlo k osvícení a odsamozřejmění, o gravitaci se začalo uvažovat.¹ Naproti tomu magnetismu se lidé podívali už ve starověku. Mlétského filozofa Thaletá udělily magnety tak, že se vzdal svého „naivního materialismu“ a k vysvětlení magnetismu nabídl bohy a duši. A magnetismus fascinuje dodnes. Stal se záhadným a magickým, protože je jevem neobvyklým. Avšak tma podobně jako zemská přitažlivost obvyklá byla – vždyť jsme se s ní setkali dříve než jsme uviděli světlo světa.

1 Čtenář patrně ví, že tato hlava patřila Isaacovi Newtonovi. Newtonův životopisec William Stukeley uvádí: „Říkal (Newton), že byl nečerno v podobné situaci, to když mu na mysl přišla představa gravitace. Zapíchnil to pád jablka, zatímco zamýšlel sedět... Proč by mělo jablko padat vždy kolmo k zemi, říkal si. Proč ne šikmo nebo vzhůru, ale bez výjimky ke středu Země? Důvodem jistě je, že je Země těžké. Ve hmotě musí být přitažlivá síla.“

Změní se něco, když přejdeme od dvojnásobného pozemského lesa do trojnásobného lesa hvězd? Představme si náš zeměkouli, a kolem ní nekonečný soubor soustředěných sférických slupek. Něco na způsob cibule, s tím rozdílem, že se struktura táhne do nekonečna. Slupky mají stejnou tloušťku a jsou tak obrovské, že každá z nich obsahuje veliké množství hvězd. (Tak veliké, že se nerovnoměrnosti jejich rozložení zprůměrují.) Počet hvězd v jednotlivých slupkách je pak úměrný jejich objemu a objem je zase



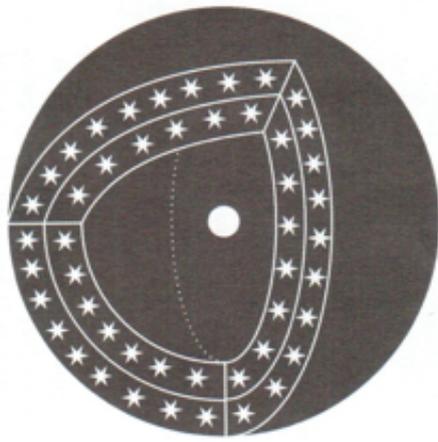
Obloha by měla být úplně pokrytá kolovými hvězdami a měla by být rovnoměrně intenzivně zářivá.

úměrný ploše slupky. Množství hvězd tedy roste s druhou mocninou poloměru slupky – tj. se čtvercem vzdálenosti od Země. Intenzita světla jednotlivých hvězd naopak s druhou mocninou vzdálenosti klesá.⁴ Obě závislosti se vyruší a všechny slupky by tak

4 Pokles intenzity záření s druhou mocninou vzdálenosti patří mezi základní zákony optiky. Formuloval ho roku 1604 Johannes Kepler ve svém spise *Dodatky k Vítězství týkající se optické astronomie (Ad Vitellionem paralipomena quibus astronomiæ pars optica traditur)*, Frankfurt 1604. (Vitellius byl významný optik – teoretik z 13. století, Kepler tu však vykládá pouze své názory a objevy.) Zákon platí pro bodový zdroj světla, nepohlcující prostředí a pro třírozměrný eukleidovský prostor. (Slupkový model zavedl britský astronom Edmond Halley.)

měly přispívat k jasné oblohy stejným dílem. Slupka je ale nekonečný počet, a proto by se z oblohy měla linout nekonečná záře...

Nekonečná záře se ale nelíne. Kde se stala chyba, co jsme vymodelovali špatně? Po zkušenosti s pozemským lesem nás patrně napadne, že jsme pochybili, když jsme hvězdy nahradili geometrickými body. Byť se to na první (a ani na druhý) pohled nezdá, hvězdy jsou ohromné koule, které se mohou – na rozdíl od geometrických



Soustředěné slupky kolem Země

bodů – vzájemně zakrývají stejně jako se zakrývají kmene stromů. V důsledku toho nevidíme do nekonečna, nevidíme všechny sféry, ani nekonečný počet hvězd. Celkový svit oblohy tedy nebude nekonečný. Je však předčasně jásat, vzájemně zakrývání hvězd nás před peklým zářem neochrání. Jas oblohy by sice nebyl nekonečný, přesto by celá obloha zářila jasněji jak 90 000 Slunci!

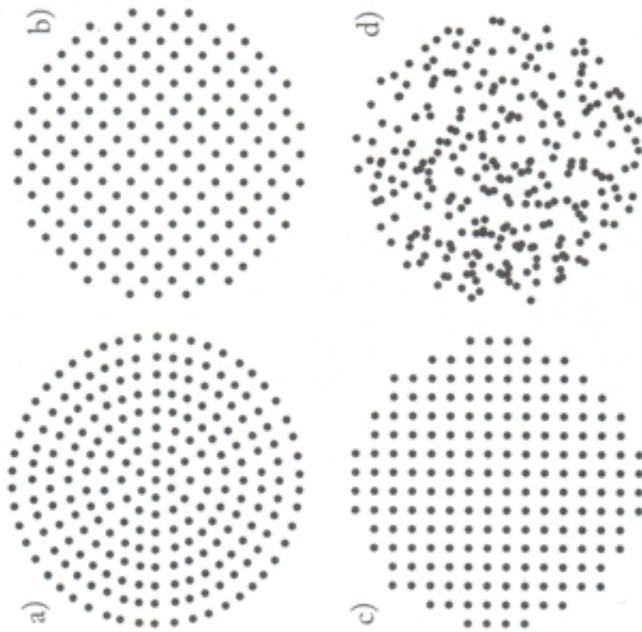
Úvahy typu „co by bylo, kdyby bylo“ bývají hrubě zjednodušené, zkrslující a zavádějící. To platí i o této naší analýze. Teploty povrchu hvězd dosahují tisíce stupňů. To se může

zrát mnoho, avšak na hvězdy to vysoká teplota není. Ve hvězdných nitrech totiž panují teploty 15 milionů stupňů a více (podle typu hvězdy). Kdyby došlo k výše popisovanému „žhavému pektu“, pak by hvězdy neměly kam svou energii vyzařovat, přehřály by se, a termojaderná reakce, která normálně topí jen v jejich jádrech, by se rozšířila do celého objemu hvězdy. Došlo by k mohutné explozi.⁵

Předvedli jsme si případ, jak by vesmír vypadal, kdyby byl nekonečný a rovnoměrně (či alespoň náhodně) zaplněný hvězdami. Kdyby tak skutečně vypadal, tak bychom ho neviděli, protože by tu panoval takový žár, že bychom nemohli existovat.

Už při letmém pohledu na oblohu vidíme, že hvězdy rovnoměrně rozloženy nejsou. S rovnoměrným rozložením objektů se setkáváme pouze tam, kde působí nějaký uspořádatelčící činitele, třeba mezimolekulární vazby v krystalu, nebo záměr sadaře vysadit stromy do řad. Pokud působí jen náhodné faktory, vzniká náhodné neboli Poissonovo rozdělení, kde se nepravidelně vyskytují místa hustší a řídkší. (K tomu dojde pokud náhodné faktory převáží spořádatelčící faktory, když se například krystal zahřeje, nárazy rychle se polybujících molekul zruší krystalografické uspořádání a krystal se rozteče. Příkladem náhodného rozložení může být počet stromů v lese, počet úmrtí v Praze za den, počet rozpadů atomů nějakého radionuklidu za časovou jednotku apod.) Avšak, průměrujeme-li náhodné rozdělení přes větší oblast, blíží se rovnoměrnému rozdělení. Je třeba možné říci, že za hodinu mená, že k nějakému rozpadu dojde přesně každou sekundu. Proto můžeme pro naše účely brát náhodné rozložení hvězd za rovnoměrné. U prostorového rozdělení hvězd, stejně jako u mnoha dalších přírodních prvků, se z pravidla kombinuje náhodnost s jistým druhem pravidelnosti.

5 Astrofyzikové předpokládají, že k podobné explozi dochází při srážce hvězd. (Na rozdíl od automobilů se hvězdy srážejí zřídka.)



Tři jednoduché případy rozdělení pravidelného (a,b,c) a rozdělení náhodného (d)

Co tedy na noční obloze vidíme? Klenbu pokrytou sametovou tmou a na ní myriády hvězd?⁶ Zní to vzletně, pravda to ale není.⁷ Pouhým okem jsme schopni napočítat jen asi 2 až 3 tisíce hvězd. (Na obou nebeských polokoulích asi 6 tisíc.) Žádné miliardy ani myriády, žádné astronomické číslo. Větší počty přijdou, když si vezmeme dalekohled. Ten obraz oblohy zvětší. Samo zvětšení však není důležitě – slabé hvězdy nevidíme ne proto, že by se jevíly

6 Myriáda znamená deset tisíc. Starí národově, ať už Řekové nebo třeba Číňané, považovali běžně deset tisíc už za mesilátné, nekonečné množství.

7 A vinou stále rostoucího světelného znečištění to není bohužel pravda ani s tou sametovostí tmy.

malé, ale proto, že nám od nich přichází málo světla. Pro viditelnost hvězd je proto podstatné, že objektiv dalekohledu⁸ dokáže soustředit více světla než neozbrojená čočka oka. Má-li objektiv průměr dejme tomu 5 cm, je jeho plocha asi stokrát větší než je plocha naší zorničky, a tak zachytí stokrát více světla.⁹ Takovým dalekohledem proto vidíme i hvězdy, které svítí stokrát slaběji. Pokud bychom měli trpělivost, napočítali bychom jich už statisíce, tedy zhruba stokrát víc než nevyzbrojeným okem. Zkusme to s ještě větším dalekohledem, řekněme o průměru objektivu 50 cm (mohutný amatérský dalekohled, nebo běžný profesionální přístroj). Tento dalekohled soustředí asi 10 000krát více světla než oko. Uvidíme jím přibližně 10 000krát víc hvězd, asi 20 milionů. Nespočítli bychom je do konce života.

Počet viditelných hvězd roste zhruba úměrně s plochou objektivu. Čím jsou hvězdy slabší, tím je na ně obloha bohatší. To by mohlo podporovat předpoklad rovnoměrného rozložení hvězd: Desetkrát větší objektiv soustředí stokrát víc světla, jsou tedy viditelné i stokrát slabší hvězdy, tj. hvězdy z desítkrát vzdálenější slupky. A těchto hvězd je zhruba stokrát víc, desítkrát vzdálenější slupka má totiž stonásobný objem a obsahuje stokrát více hvězd. Ale, jak záhy uvidíme, tato závislost přestává platit u velikých průměrů objektivů – to znamená pro vzdálenější oblasti vesmíru.¹⁰

Dalekohledem tedy vidíme celkově větší počet hvězd. Ne však na jednu, úměrně se zvětšováním obrazu se totiž zužuje zorné pole. A tak vidíme stále zhruba podobný obraz – svítící bodové hvězdy

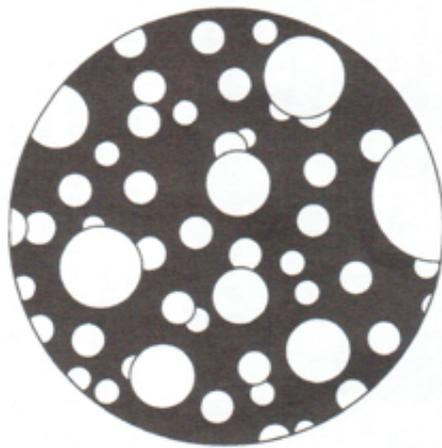
8 Objektivem nazýváme přední čočku (soustavu čoček) dalekohledu, která míří k pozorovanému objektu. U větších astronomických dalekohledů slouží jako objektiv zrcadlo. Soustavu čoček, kterou obraz pozorujeme pak nazýváme subjektiv, jak by z logiky jazyka plynulo, nýbrž okulár.

9 Lidské oko má průměr zorničky, tedy „objektiva“, od 2 do 8 mm. Pro jednoduchost počítáme 5 mm. Desetkrát větší průměr objektivu tedy znamená jeho stonásobnou plochu.

10 Největší hustotu hvězd v zorném poli poskytují dalekohledy o průměru 10–20 cm při použití malého zvětšení (tzn. normalního), které se rovná průměru objektivu děleného průměrem oční pupily). Anglicky se takovému dalekohledu říká „Rich field telescope“, tj. „dalekohled bohatého pole“. Je vhodný nejen pro pokoukání na oblohu, ale např. i pro hledání komet.

a mezi nimi tmu. Existence tmy mezi hvězdami nezáleží na velikosti dalekohledu ani na jeho zvětšení.

Asi každého, kdo se poprvé podíval astronomickým dalekohledem, zklamalo, že hvězdy se i přes teleskop jeví jen jako svítící body.¹¹ A zklamalo by to jistě i Tycho Brahe, kdyby žil o pár let dříve a měl dalekohled k dispozici. Brahe totiž odhadoval, že zdánlivé průměry hvězd dosahují kolem dvou úhlových minut.¹² V tom případě by stačilo už patnáctinásobné zvětšení, abychom je viděli veliké jako kotouček Měsíce.



I při pohledu dalekohledem zůstává mezi hvězdami temná obloha

11 Pokud zvětšení dalekohledu přezememe, z hvězd se stanou svítící kružičky obklopené prstenci, barevným lemováním, případně jakési tančící měňavky. Tyto patvary nemají samozřejmě se skutečným tvarem hvězd nic společného. Jsou projevem optických vlastností (vad) přístroje a turbulenci v atmosféře.

12 Oblouková čili úhlová minuta je šedesátina stupně, úhlová vteřina šedesátinou minuty. Pod úhlem dvou minut se nám jeví hrachová kulička ve vzdálenosti asi 11 m. Abychom ji viděli pod úhlem jedné úhlové vteřiny, museli bychom se od ní vzdálit na 1,4 km.

Proč v noci tma je

Temnota noční oblohy nám přináší o vesmíru důležité svědectví: Ať už je vesmír jakýkoli, musí být uspořádán tak, aby v noci byla tma. Z toho především plyne, že nemůže být zároveň nekonečný a stejnoměrně (ba ani náhodně) zaplněný věčně svítícími hvězdami. Musí být jiný. Ale jaký?

KDYBY NEBYLO SLUNCE A ZÁLEŽELO BY JEN NA OSTATNÍCH HVĚZDÁCH, MĚLI BYCHOM TMA.

HĚRAKLEITOS, B99

Kosmos, mýtus a logos

Jak je vesmír vystavěn? Jak a kdy vznikl? Jak se vztahuje k nám lidem? Nad těmito otázkami hloubal zvědavý homo sapiens snad už od doby kamenné. A čím byly jeho znalosti omezenější, tím volněji se mohla rozmáchnout křídla jeho obrazotvornosti. Nespoutaná imaginace dala vzniknout mýtům, které na dlouhá tisíciletí ovládly nejen názory ale i praktické životy mnoha generací našich předků. Mýtickým pohledem byl nazírán svět pozemský i nadzemský.

Nad lidskými hlavami se zvolna otáčela nebeská klenba posetá jiskřivými hvězdami. A mezi těmi nepohyblivými, stálíci, se potulovaly hvězdy bludné – planety. Počítalo se k nim i Slunce a Měsíc.¹³ Protože se planety pohybovaly, byly považovány za bytosti živé, oduševnělé a božské. Díky bájně fantazii starověkého člověka přezili starí bohové do dnešní přetechinované doby: k večeru můžeme obdivovat třípyt jasně Venuše, bohyně lásky

¹³ Astrologové tak čini dodnes.

Zdálnivé průměry hvězd však leží vesměs pod rozlišovací schopností pozemských dalekohledů.¹³ Vezměme si například Síria, nejjasnější hvězdu oblohy. Tato blízká a ještě k tomu obří hvězda se nám jeví pod zdánlivým průměrem 6 tisícín obloukové vteřiny.¹⁴ Praktická rozlišovací schopnost astronomických dalekohledů bývá kolem jedné vteřiny, v nejlepších případech několik desetin úhlové vteřiny. Abychom viděli alespoň některé hvězdy jako kotoučky, potřebovali bychom dalekohledy tisíckrát výkonnější. Avšak ani ty by moc nepomohly. Žijeme na dně vzdušného oceánu, kde se promíchávají masy vzduchu o různé teplotě a hustotě. A tak rozlišovací schopnost většího dalekohledu (obvykle už nad 10–20 cm průměru objektivu) nebývá omezena výkonem samotné optiky, ale právě neostrostí způsobenou turbulencí vzduchu. Proto si ani ve velkých dalekohledech astronomové neprohližejí kotoučky hvězd, jsou odkázáni jen na měření intenzity a spektrálního složení jejich světla.

Situaci mohou řešit dalekohledy umístěné nad zemskou atmosférou. Dokládají to krásné snímky z Hubbleova kosmického dalekohledu. Pro tento unikátní přístroj už nejsou žádné nejbližší hvězdy jen svítícími body; v roce 1995 se jim podařilo vyfotografovat kotouček hvězdy Betelgeuse, jedné z dvou nejjasnějších hvězd v souhvězdí Orionu. Tento hvězdný veleobr (to není metafora, ale oficiální označení) je asi 800krát větší než Slunce, a je od nás vzdálen 130 světelných roků. Jeho zdánlivý průměr činí 90 tisícín úhlové vteřiny, tj. asi 1/500 zdánlivého průměru Jupiteru, nebo 1/20 000 průměru Měsíce.

¹³ S planetami jsme na tom mnohem lépe. V dalekohledu je můžeme pozorovat jako malé kotoučky nebo srpký a máme-li štěstí, můžeme sledovat i detaily na povrchu. Největšího zdánlivého průměru dosahuje Venuše, její zdánlivý průměr můžeme přesahovat jednu úhlovou minutu.

¹⁴ Aby se nám hrachová kulička jevila jako Síria, musela by být 200 km daleko a mít stejnou teplotu jako Síria, tj. 10 000 °C.

(řecká Afrodita), někdy můžeme poblíž slunečního kotouče spatřit i Merkura. Narudlý Mars, bůh války, se pyšní syny Foibosem a Deimosem (Strach a Hrůza), které kolem něj obíhají jako měsíce.¹⁶ Jupiteru, nejvyššímu římskému bohu (řecký Zeus) byla samozřejmě přiřknuta planeta nejmohutnější a snad i nejkrásnější, neměně pozoruhodně vypadá však i Saturn se svým prstenem. Na antickou tradici navázala i jména později objevených planet a jejich měsíců: Uran, Neptun i Pluto. Po své smrti na oblohu vstoupili i nesmrtešní hrdinové: Héraklés, Kasiopeja, Andromeda, Orion. Shlížejí na nás shůry jako rozlehlá souhvězdí, Kastor a Polux jako tříprstivé hvězdy. Svého vládce, krutého boha Úrana, dostala i samotná obloha. A Úrania se pak stala múzou hvězdářství – než se astronomie dostala do područí exaktní vědy bývala uměním a neobešla se bez své múzy. Staří Egypťané světili panství nad nebesy bohyni Nút. A Re, bůh Slunce a Slunce samo, byl jejím synem.¹⁷ Ve staré Indii považovali za boha nebes zase Váruna... Mýtický obraz světa se stal zdrojem inspirace tisíců umělců a neztratil dodnes na svém kouzlu. Najdeme tu nejen zábavné, ale i poučné metaforické příběhy týkající se života jedince a společnosti, najdeme tu vzorové postavy a situace (archetypy), které formují lidské povědomí i nevědomí. Kritický přírodovědecký přístup bychom tu však hledali marně. Omezenost a naivitu mýtických příběhů si začali lidé uvědomovat už v antice, už tehdy začalo lidstvo mýtus překonávat. Vynalézá kritické myšlení a je překvapeno obrovskými možnostmi jeho použití. Rychle se rodí filosofie a postupně se z ní vyvíjejí vědecké obory. Sama moudrost – SOFIA – přestává být znalostí mýtu a zmocňuje se jí kritický rozum – LOGOS. Lidstvo dospívá.

Řecký LOGOS znamená „slovo“, „smysluplnou řeč“, ale také „rozum“, dokonce i „matematický zlomek“, tj. racionální číslo. LOGEM charakterizoval řád vesmíru slavný filosof, Efesan Hérakleitos. Jeho pojetí rozvinul stoikové, kteří LOGOS chápali jako univerzální tvůrčí princip, oživující sílu, dokonce

16 Ti se orlím ke starověkému pantheonu připojili později, Marsovy měsíce byly objeveny v roce 1877.

17 Aby to nebylo tak jednoduché, funkce slunečního boha zastávali občas i jiní bohové, třeba Aton.

I jako boha. A LOGOS se dostává i do křesťanské tradice: Janovo evangelium začíná: „Na počátku bylo slovo“. V řeckém originále stojí LOGOS. V křesťanském chápání se pak LOGOS stává synem Božím. Prostřednictvím něho Bůh tvoří svět a skrze něho se světu dává poznat. LOGOS se tak vrací do područí mýtu...

Vesmíry nejstarších hvězdářů

Přijďeme tedy k modelům vesmíru, které jsou vystavěny na racionálním přístupu – na pozorování a na LOGU. Podíváme se, jak jsou na tom z hlediska našeho fotometrického paradoxu, tj. zda a jak vysvětlují noční tmu.

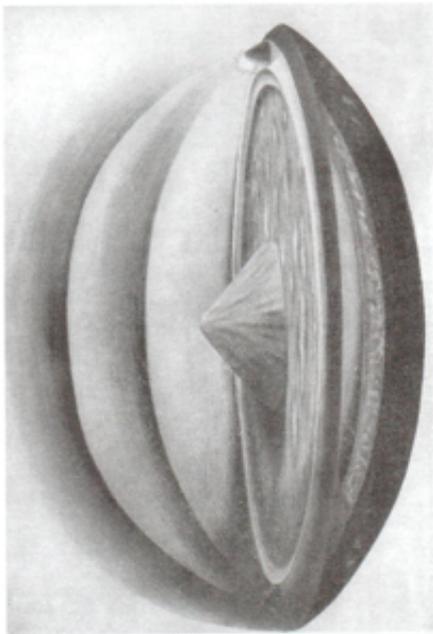
O vesmíru spekulovali už nejstarší filosofové. Protože hlavním předmětem jejich zájmu byla FÝSIS, dostalo se jim označení „fyzikové“. Slovo FÝSIS (latinsky NATURA) znamenalo přírodu (převším živou, rostlinnou), přirozenost, podstatu, kořen. Z učení těchto „fyziků“ se nám dochovaly jen zlomky – citace pozdějších autorů. Na základě těchto zlomků můžeme rekonstruovat toliko nejistý a neúplný obraz jejich představ.

PODSTATY SE ŘÁDA SKRÝVÁ

HÉRAKLEITOS, B123

Na poli astronomie se proslavil hned první filosof-fyzik, Thalés z Miletu. Díky zdatilé předpovědi úplného zatmění Slunce se mu dostalo slávy a vážnosti proroků. K tomuto úspěchu mu dopomohly nejen chaldejské astronomické tabulky, ale i normá dávka šestí.¹⁸ O Zemi se Thalés domníval, že je ostrovem plujícím v oceánu. Kolem ní se otáčí nebeská sféra. Jak to ta sféra dělala, když byl oceán nekonečný, není jasné. Není ani jasné, jak nebeská sféra měla vypadat a tedy ani proč by měla být v noci tma.

18 Z těchto tabulek se totiž dala vyčíst pouze možnost, že k zatmění dojde.



Thalétův model vesmíru vycházel z představ Chaldejců (obyvatelů Babylónie, cca 7. století př. n. l.).

Thalétův mladší kolega Anaximandros soudil, že Země¹⁹ se volně vznáší v prostoru. Nepadá na žádnou stranu, protože „popudy“ působící z různých stran se díky symetrii ruší.

Pokud je tato interpretace Anaximandrových zlomků správná, tak tento filosof už dva tisíce let před Newtonem využil zákon všeobecné gravitace – alespoň po kvalitativní stránce. Připomeňme si, že ještě tisíc let po Anaximandrově měl svatý Augustin za hlupáky ty, kteří považují odvrácenou stranu naší planety za obydlí. Nepochopili prý, že by protinožci museli chodit hlavou dolů! A podobně uvažoval dokonce i slavný hvězdář Klaudios Ptolemaios. Káby se lidské poznání nezdržovalo v zákrutách slepých cest, mohli jsme být už mnohem dále... Otázkou je kde.

Anaximandros rozmístil jednotlivá nebeská tělesa do různých vzdáleností od Země. Vesmír přestal být povrchem nebeské bány, začal sahát do hloubky, byl „3d“. S představou do hlubin se táhnoucího vesmírného prostoru koketovali i další hvězdáři, plně se

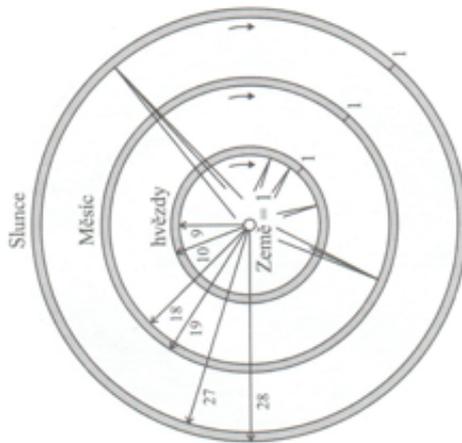
¹⁹ Možná měla tvar válce, na jehož jedné zákládě ležeme.

však prosadila až po dvou tisíciletích. Teprve renesance nadobro zrušila poslední nebeskou sféru – sféru stálic. Otevřela bezednou hlubinu kosmu a nebesa definitivně podstoupila theologům.

... KRUH SLUNCE JE 27KRÁT A KRUH MĚSÍCE 18KRÁT VĚTŠÍ NEŽ ZEMĚ. NEJVÝŠE JE SLUNCE A NEJNÍŽE JSOU KRUHY STÁLIC (A OBĚZNIC)

ANAXIMANDROS,
A11 z HIPPOLYTA

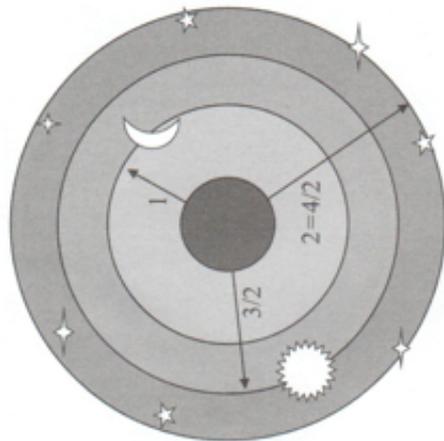
Anaximandroví musíme odpustit, že se při odhadu vzdáleností kosmických těles nestrefili: nejlépe umístil jiskřící hvězdy, pak chladný Měsíc a nejdále zařídil Slunce. Hvězdy položil nejlépe snad proto, že je považoval za jakési jiskry, které se uvolnily z ohnivého kotouče při formování Země. Není se čemu divit, hvězdy skutečně jiskry připomínají.



Stavba vesmíru podle Anaximandros

Na tyto představy navázal legendární Pýthagorás (asi 572–494 př. n. l.) se svými žáky a následovníky. Pýthagorejským hvězdářům bylo už zřejmé, že naše Země není placka či ostrov plující v oceánu, ale že je obrovskou koulí a volně se vznáší ve vesmírném prostoru. Pozdější pýthagorejci se povznegli i nad egocentrický geocentristus a pochopili, že naše rodná planeta není až tak výjimečná, že je jen jedním z mnoha podobných kosmických těles.

Na konci 5. stol. př. n. l. Filoláos z Krotónu popsal model, kde ve středu vesmíru nespočívá Země. Planety, včetně té naší, obíhají kolem jakéhosi centrálního ohně, „kosmického krbu“. Toto místo není vidět, protože je zakryto zeměkoulí. A aby ukázal, že na bohy nezapomněl, umístil Filoláos ke kosmickému krbu přibýtek nejvyššího boha Dia. (O dvě tisíciletí později měl problém s umístěním božského sídla i sám objevitel fotometrického paradoxu Thomas Digges – to ale trochu předbíháme.) Dnes je jasné, že Filoláovo překonání geocentristu představovalo vykročení správným směrem. Ve své době však bylo předčasně narozeným dítětem.



Nejistější pýthagorejská představa kosmu z dob, kdy ještě nebyly planety odlišeny od hvězd

Podobně jako Anaximandros, i pýthagorejci rozmístili kosmická tělesa různě daleko od Země. Jejich vzdálenosti tvořily řadu podobnou řadě tónů stupnice, a tak v celém pýthagorejském vesmíru panovala harmonie a řád.²⁰

Pýthagorás (podle jiných zpráv až Filoláos) pojmenoval celek všeho „kosmem“. Toto slovo bylo prastaré, najdeme ho už v Homérově Illiadě. Znamenalo pořádek, organizovaný šik, disciplínu, řád, šperk, či jak se dříve říkalo „lad“. Z tohoto původního významu vzešlo i slovo „kosmetika“ – vykrašlovadla poskytující lidskému zevnější řád a tudíž i krásu. Pýthagorejci nazvali vesmír kosmem protože předpokládali, že ve vesmíru panuje řád. Od slova „kosmos“ je odvozen též termín „kosmologie“ – nauka o vesmíru jako celku a „kosmogonie“ – nauka o vzniku a vývoji vesmíru. Věstých textech najdeme i výraz „kosmografie“, nauka o geometrické struktuře kosmu. Vzhledem k tomu, že vznik a vývoj vesmíru jsou nerozlučně spjaty s jeho stavbou a strukturou, byly později tyto jednotlivé nauky včleněny do kosmologie.



Mince s Pýthagorem

²⁰ Pýthagorejské chápání vesmírného řádu má své kořeny už ve starém Egyptě a v Mezopotámii. Později významně ovlivnilo i Jobanna Keplera.



Kuriozní představa hranice světa (dřevoryt před 1888)

Právě v důrazu na existenci (matematicky popsateľného) řádu – kosmu – spočívá nejvýznamnější pythagorejský přínos rodící se filosofii a vědě. Filozofie nepojednává o jednotlivostech, o konkrétnu, ale právě o řádu. Bez předpokladu řádu by nebyla možná věda, nebyla by ani astronomie. A nebyla by ani astrologie – můžeme si o ní myslit co chceme, jisté však je, že i astrologie jakýsi řád světa předpokládá. Je škoda, že se nám nedochovaly zprávy o tom, jak si pythagorejci představovali celek vesmíru. Víme jen, že se báli nekonečna a vše se snažili pochopit na základě konečného počtu nějakých fundamentálních prvků. Přes tuto „apeirofobii“²¹ se však zdá, že to byl právě pythagorejský učenec Archytás z Tarentu (asi 400–365 př. n. l.), kdo první argumentoval ve prospěch neohraňčeného vesmíru. Problematičnost pojmu „hranice vesmíru“ ilustroval úvahou, jakýmsi myšlenkovým pokusem. Táže se:

21 „Apeirofóbie“ značí strach z nekonečna (apeiron – nekonečno, fóbá – strach).

HODÍME-LI OŠTĚP PŘES HRANICI VESMÍRU, CO SE S NÍM STANE? ODRAZÍ SE? NEBO ZMIZÍ ZE SVĚTA?²²

O struktuře vesmíru spekulovali i starověcí atomisté: Leukippos (asi 500–440 př. n. l.) a Démokritos (asi 460–370 př. n. l.). Také vesmír atomistů byl nekonečný nebo alespoň neohraňčený.²³ Podle Leukippových slov „sestával z plnoty a prázdnoty“. Prázdnota (vakuum) tvořila prostor, plnotu představovaly jednotlivé světy – řecky kosmy – sestávající z menších plnot. Tato řada končila u elementárních plnot, dále nedělitelných atomů. Při interpretaci slov atomistů proto musíme být obezřetní. Pro atomisty totiž nebyl světlem – kosmem – vesmír jako celek, ale jen nějaká jeho „uspořádaná část“.

DÉMOKRITOS ŘÍKAL, ŽE SVĚTŮ (KOSMŮ) JE NESPOČETNĚ A ŽE SE LISÍ VELIKOSTÍ. V NĚKTERÝCH NENÍ SLUNCE ANI MĚSÍC, V NĚKTERÝCH JSOU VĚTŠÍ NEŽ U NÁS A V NĚKTERÝCH JE JICH I VĚTŠÍ POČET.²⁴ ... VZDALENOSTI MEZI SVĚTY JSOU RŮZNÉ, NĚKDE JE SVĚTŮ VÍCE, JINDE MĚNĚ, JEDNY SVĚTY ROSTOU, JINÉ JSOU V ROZKVĚTU A JINÉ HYNOU. NA JEDNOM MÍSTĚ SVĚTY VZNIKAJÍ, NA JINĚM ZANIKAJÍ. SRAŽEJÍ SE A NA VZÁJEM SE NIČÍ. V NĚKTERÝCH SVĚTECH NEJSOU ŽIVOČIŠÍ A ROSTLINY, ANI VLHKOST... V NAŠEM SVĚTĚ VZNIKLA ZEMĚ PŘED HVĚZDAMI, MĚSÍC JE NIŽE, PAK JE SLUNCE A POTOM STÁLICE. OBEŽNICE NEJSOU STEJNĚ VYSOKO.

A40, z HIPPOLYTTOVA SPISU VYVRÁCENÍ VŠECH BLUDŮ

22 Citace pochází ze Simpliciova (6. st. n. l.) komentáře Aristotelovy Fyziky. Archytás tu naznačuje důkaz sporene: Nemohu-li dokázat nějaké tvrzení přímo („Vesmír je neohraňčený“), tak ukážu, že není možný opak („Vesmír je ohraničený“).

23 Tyto pojmy se ještě nerozlišovaly. (Diskuse k těmto koncepcím viz dále.)

24 Podobně jako stromy, i hvězdy žijí často ve skupinách. Asi 70 % hvězd je součástí vícenásobných soustav (dvojhvězdy, trojhvězdy apod.) U těchto soustav však nejsou planety se stabilními drahami a tedy ani planety, kde by mohly být podmínky k životu.

Co si však máme představit pod těmito světy – kosmy? Nabízí se, že by to mohly být planetární soustavy nebo planety, nejspíše extrasolární, které krouží kolem cizích sluncí. Byla by samozřejmě smysluplná i interpretace „světy = celé vesmíry“. Dostali bychom se tak ke koncepci multiversa, vesmíru vesmírů. I takovéto koncepce jsou v dnešní vědě rozvíjeny.

Historik filosofie by měl k těmto moderním interpretacím asi výhrady. Podstává starým filosofům dnešní kontexty a koncepce představuje anachronismus a tedy hrubý prohřešek proti historiografii. Nicméně právě tyto anachronické interpretace mi připadají nepřiléhavější.

Německý filosof Georg Fridrich Hegel (1770–1831) formuloval myšlenku, že dějiny filosofie a filosofie jsou totéž, myšlenku, která se dodnes neblaze odráží při výuce filosofie. Podle mne bychom se však při interpretaci slov filosofů neměli omezovat jen na dobové kontexty, jen na to, „jak to vlastně tenkrát mysleli“. Půvabem filosofických textů je právě to, že umožňují či přímo nabízejí interpretace různé.

Nesmíme se proto obávat „nadiinterpretaci“ a měli bychom se ptát, co nám to říká dnes. Nejednoznačně se mnozí filosofové vyjadřují záměrně. Svou jinotajností a temností dráždí své exaktnější orientované kolegy, kteří chtějí mít ve všem jasno. Čtenáři však nabízejí příležitost luštit smysl textu, do kterého může vkládat své kontexty, promítat své úvahy, své významy, své interpretace, své „čtení“. Víceznačnosti jsou tedy plodným, či přímo plodivým prvkem textu. Týkají se i některých partií fyziky.²⁵ Například Stephen Hawking a Jakob Bekenstein ukázali, že formalismus, který byl v devátém století vyvinut pro popis parních strojů a tepelných jevů, tedy termodynamiku, můžeme použít i na popis černých děr. Přitom původní termodynamické veličiny (teplota, entropie...) nabývají nový, „anachronický“ význam.

²⁵ Nauka o interpretaci se nazývá hermeneutika. Původně se zaměřovala právě na náboženské texty.

Převratné bylo, že atomisté zavedli představu vývoje vesmíru, či alespoň vývoje jednotlivých světů, kosmů. Světy vznikají, vyvíjejí se a zanikají. Tato slova tak znějí jako z dnešní učebnice astrofyziky.

Atomisté přivedli na svět řadu myšlenek, které jsou živé dodnes. Měli ale trochu smůlu, jejich fyzikální učení se krátce po svém vzniku ocitlo v ústraní a ani pozdější doba mu moc nepřálý. Zastínili ho takoví velikáni jako byl Sókratés, Platón a Aristotelés. (K jejich představám o vesmíru se ještě vrátíme.) S potlačováním atomismu začal už sám Platón. Ve svém filosofickém díle atomisty důsledně ignoroval. Podle Diogena Laertského dokonce zamýšlel jejich spisy skoupit a spálit. S tímto nápadem však přišel pozdě – našel. Aristotelés síce referuje o atomistech zdá se celkem objektivně, sám však prosazoval přístupy zcela odlišné.

... NEOMEZENÉ MNOŽSTVÍ SVĚTŮ SE MŮŽE ZDÁT JEN NĚKOMU,
ČI VĚDOMOSTI O TĚCHTO VĚCÍCH JSOU VELMI OMEZENÉ

PLATÓN, *DIALOG TIMAIOS*
(*narážka na názory atomistů*)

Vesmír epikúrejců

Avšak atomistické učení ve stínu velikánů přežilo. Přecházel od učitelů k žákům a dále jistěmu Nausifanovi se po dvou generacích dostalo až ke hloubavému mladíkovi jménem Epikúros (341–270 př. n. l.). Vzbudilo jeho nadšení. Na rozdíl od jiných filosofů si totiž Epikúros uvědomoval, že filosofování by mělo stát na pevném základě – a tímto základem je fyzika.²⁷ Správně odhadl, že nejpromyšlenější a nejhlubší fyzikální přístup nabízí právě atomismus. A tak Epikúros probudil

²⁶ V této Platónově netoleranci můžeme už vidět počátek sporu materialisma s idealismem.

²⁷ Na tomto místě chci zdůraznit, že filosofie (alespoň ta západní) se z fyziky přímo zrodila. První filosofové z Maloasijského Miletu byli nazýváni „fysikové“ (fýsís – podstata, povaha, příroda, kořen...).

Paradoxy kolem paradoxu temné oblohy

Renesance tedy opustila přezlý aristotelsko-ptolemaiovský vesmír a vrátila se k modelu epikúrejskému. Zdál se nejrozumnější, neměl problémy se vznikem světa, s jeho zánikem, ani s jeho hranicemi. Měl však, jak známo, problém jinde. Patrně prvním, kdo si toho všiml, byl anglický astronom a matematik Thomas Digges. Psal se tehdy rok 1576, tedy rok kdy na český trůn nastoupil císař Rudolf II. Habsburský.

ANAXIMANDROS, ANAXIMENÉS, ARCHELÁOS, XENOFANÉS, DIOGENES, LEUKIPPÓS, DEMOKRITOS A EPIKÚROS TVRDÍ, ŽE SVĚTY JSOU CO DO POČTU NEOMEZENÉ A ŽE SE ROZPROSTÍRAJÍ DO NEKONEČNĚ VŠECH SMĚRŮ.

ANAXIMANDROS, A17

Objev paradoxu

Thomas Digges, velkový stoupenec a horlivý propagátor heliocentrismu, vzal Koperníkův planetární systém a vsadil ho do vesmíru starých epikúrejců. Zrušil tím sféru stálic, onen poslední relikt aristotelismu. Jediným důvodem pro existenci sféry stálic byl totiž jejich společný krouživý pohyb – a zastavení tohoto pohybu učinilo tuto sféru zbytečnou. Rozpřílením hvězd do nekonečného prostoru udělal krok, ke kterému se sám Koperník neodhodlal.

Digges tedy předpokládal nekonečný vesmír s nekonečným počtem hvězd a povšiml si, že v tomto modelu něco nehráje.

43



Schéma Kopernikova vesmíru

Posun středu byl však více průlomovým činem, než si sám jeho autor uvědomil. Evokoval návrat ke starým epikúrejským otázkám: Když není středem všehomíra Země, proč by jí mělo být jiné místo? A existuje vůbec nějaký střed?

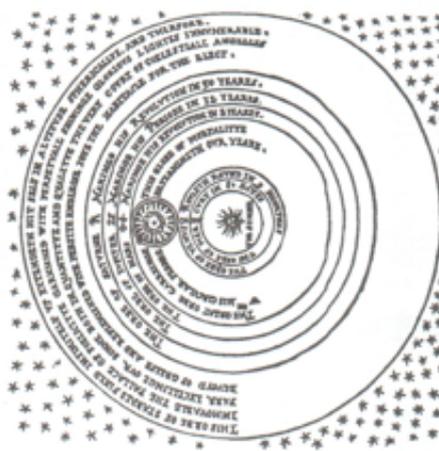
Označení „Koperníkův princip“ pro předpoklad prostorové homogenity vesmíru (slabý kosmologický princip) není tedy výstižné – Koperník střed nezrušil, jen ho posunul do Slunce. A navíc ponechal poslední sféru, sféru stálic!

42

Nehrála temná obloha. Digges tak objevil záhadu, které dnes říkáme fotometrický paradox. Jeho objevitelskou zásluhu trochu umenšuje, že ukvapeně přišel s řešením, které se ukázalo jako pochybné: Oko prý není schopné přijímat paprsky od příliš vzdálených hvězd. A dále píše:

VĚTŠINA ONĚCH SVĚTEL MÁM TAK ZÚSTÁVÁ NEVIDITELNÁ PRAVĚ PRO JEJICH UDIVUJÍCÍ VZDÁLENOST.

36 A perfit description of the Celestiall Orbes according to the most excellent discovery of Mr. Digges, 1626.



Diggesova představa vesmíru. Pokud bychom chápali toto zobrazení „dostavně“, tak Digges (na rozdíl od epikúrejců a atomistů) nepřisuzoval Slunci rovinné postavení mezi hvězdami.

V dalším textu se Digges svého počínu jakoby zalekl – uvedomil si, že zrušením poslední sféry zrušil vlastně samo nebe! Pospíšil si proto s ujištěním, že na sídlo Pánaboha nezapomněl:

A PRAVĚ TAM (V TĚ UDIVUJÍCÍ VZDÁLENOSTI) SE NACHÁZÍ SLAVNÝ DVŮR VELIKÉHO BOHA...

Digges tak připomíná pythagorejce Filolóa, který sídlo boha také nemohl opomenout. Umístil ho poblíž „krbu vesmíru“, který není vidět nikoli pro „udivující vzdálenost“, ale proto, že se ukrývá pod odvrácenou stranou Země.

Diggesovo „rozluštění“ paradoxu se zdálo být zřejmé a přirozené. Nicméně odporuje zákonu, podle kterého ubývá intenzity světla se čtvrcem vzdálenosti. Na Diggesovu obhajobu třeba poznamenat, že tento základní zákon optiky formuloval Johannes Kepler až o 28 let později. To byl Digges už devátý rok po smrti.

Reinkarnace stoického vesmíru

Po pětácti letech upozornil na pochybnost Diggesova řešení Galileo Galilei. Poukázal na to, že přestože některé hvězdy svítí tak slabě, že nejsou jednotlivě vidět, množství jejich světla se sčítá a mělo by proto být v souhrnu patrné. Paradoxnost epikúrejského modelu se tedy plně vyjevila až bystrému Galileimu. Vývodil z toho důsledek: navrací se k představě konečného hvězdného ostrova obklopeného nekonečným prázdným prostorem. A tak znovu ožil model starých stoiků.

To, že temnota nebo otevřívá hlubokou kosmologickou otázku, pochopil i Galileův mladší současník Johannes Kepler.⁴² Fotometrickým paradoxem se zabýval ve spise *Rozprava s hvězdným poslem*⁴³ (Praha, 1610). Kepler jím reagoval na nedávno vyšlého *Hvězdného posla* (Siderius Nuncius, Benátky 1610), ve kterém Galileo shrnul výsledky svých prvních pozorování dalekohledem. Kepler píše:

JESTLI EXISTUJÍ SLUNCE, KTERÁ MÁJÍ TUTEŽ POKVAHU JAKO TO NAŠE, TĚŽEME SE, PROČ TATO SLUNCE VE SVĚM ÚHRNU DALEKO NEPŘEKONAJÍ NAŠE SLUNCE, POKUD JDE O JASNOST?

42 Jiří Grygar proto prosazoval termín „Keplerův paradox“.

43 Celý název zněl: *Disertatio cum nuncio sidero nuper ad mortales missio a Galileo, Mathematico Patavino, cili Rozprava s hvězdným poslem, kterého tať mezi smrtelníky vystal Galileo, matematick pulávský.*

Kepler dále rozvažuje:

POKUD BY VE VESMÍRU BYLO 1000 HVĚZD PODOBNÝCH SLUNCI A KAŽDÁ BY MĚLA ÚHLOVÝ PRŮMĚR JEDNÉ MINUTY,⁴⁴ PAK BY MĚL BÝT JEJICH SOUHRNNÝ PROSTOROVÝ ÚHEL ASI TAKOVÝ, JAKÝ JE PROSTOROVÝ ÚHEL SLUNEČNÍHO KOTOUČE. A TOMU BY MĚLA ODPOVÍDAT I CELKOVÁ ZÁŘE. JE PROTO PŘEKVAPIVÉ, ŽE JE V NOCI TMA.

Ve svém posledním díle *Přehled koperníkovské astronomie* (*Epitome astronomiae Copernicanae*, 1618) řeší Kepler fotometrický paradox předpokladem, že nevidíme vesmír celý, ale pouze jeho část. Tato část je uzavřena jakousi neprůsvitnou stěnou. Kepler se tak v jistém smyslu vrací ke starému modelu aristotelsko-prolemaiovskému, tedy k vesmíru, který je nějak ohraničen. Na druhé straně se Keplerův přístup podobá i pozdějším řešením, která počítala s absorpcí světla v mezihvězdné látce.

K epikúrejskému vesmíru měl hluboce věřící Kepler výhrady i ryze theologické. Jak by mohl Bůh zařítit vše pro lidi a jak by mohl být člověk mistrovským dílem božím, kdyby byl vesmír plný takových zeměkouli a takových sluncí, jako jsou ta naše? A tak se Kepler, sám pronásledovaný coby protestant, postavil i proti názorům proslulého následovatele Giordana Bruna, mezi jehož nejzávažnější prohibesky patřilo právě to, že kosmos považoval za nekonečný. Brunovy názory označil přívlastkem „horrida“ – „strašlivé“.

Ani Kepler se od antropocentrického přístupu neosvobodil důsledně. Přetrvávala u něho představa středu vesmíru, vztáženého k nám lidem. Dominoval se, že mezi Sluncem obíhaným planetami a Mléčnou dráhou je obrovská mezera. Mléčná dráha a stále uzavírají tento vesmírný prostor a drží Slunce ve svém středu. A všechny hvězdy leží zhruba stejně daleko.⁴⁵

⁴⁴ To je zhruba maximální rozlišovací schopnost lidského oka, vzpomínáme si, že Brahe uvazoval o dvou úhlových minutách.

⁴⁵ Tento názor vyplýval především z toho, že nebyla zjištěna paralaxa hvězd. Viz státě o Aristarchovi a Brahoovi v druhé části.

FAKTIKY SE V JEJÍM STŘEDU (STŘEDU OBLASTI STÁLIC) JISTĚ NACHÁZÍ URČITÉ NESMÍRNĚ PŘÁZDNÉ, PŘÁZDNÁ VÝDUTĚ, OBKLOPENÁ V SE-MKNUTÉ ŘADĚ STÁLICEMI, UZAVŘENÝMI A OHRANIČENÝMI JAKOBY STĚNOU NEBO KLENBOU. NAŠE ZEMĚ SE SLUNCEM A POHYBLIVÝMI HVĚZDAMI (PLANETAMI) SE NACHÁZÍ V LŮNĚ TĚTO NESMÍRNĚ PŘÁZDNÉ DUTINY.

EPINOME ASTRONOMIAE COPERNICIANAE, IIII

Jak tedy vypadala kosmologie na počátku sedmnáctého století? Aristotelsko-prolemaiovský geocentrismus byl už zcela neudržitelný, epikúrejský model zase narážel na fotometrický paradox. Většina astronomů se tedy přiklonila k vesmíru stoiků – k hvězdnému ostrovu v nekonečném prázdném prostoru. Na to, že právě stoický model může vyřešit problém s fotometrickým paradoxem, poukázal i Otto von Guericke (1602–1686). Tento renesanční vědátor se proslavil především veřejným předváděním svých pokusů s vakuem. A právě myšlenka vakua ho inspirovala k tomu, že do prázdnoty umístí i celý vesmír. Bůh stvořil podle Guericke konečný svět uprostřed nekonečného evakuovaného prostoru.

Ani druhá inkarnace stoického vesmíru neměla dlouhý život. Byl to sám Newton, kdo tuto představu pohřbil – jak uvidíme, byl to pohřeb předčasný. Podle Newtonem objeveného zákona všeobecné gravitace se všechna tělesa přitahují. Ve svém dopise filosofu Richardu Bentleymu (1662–1742) uvádí, že z tohoto důvodu by konečný soubor hvězd nemohl zůstat v klidu, ale zhroutil by se do svého středu. Prostor proto musí být zaplněn hvězdami celý. (Planety nespádnou na Slunce jedině díky jejich oběžnému pohybu, který jim vrskl na počátku světa Bůh. Mezi ostatními nebeskými tělesy však podle Newtona žádný rotační pohyb neexistuje.)

Předzvěst gravitačního zákona můžeme najít už u starověkého učence Anaximandra:

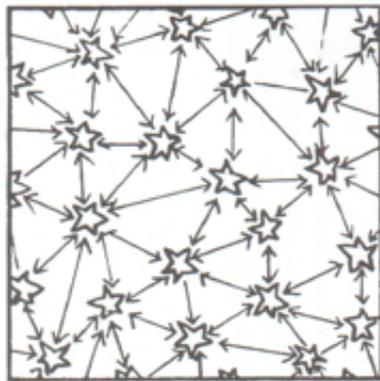
ZEMĚ SE VOLNĚ VZNÁŠÍ VE VZDUCHU NIČÍM NEPOUTÁNA, PONĚVADŽ JE ODEVŠAD STEJNĚ VZDÁLENA.

ZLOMEK A II z HIPPOLYTA

A myšlenka, že konečný vesmír by se měl zhroutit, byla zformulována i epikúrejcí. Lucretius Carus píše:

KDYBY BYLA ROZLOHA CELÉHO SVĚTA KONEČNÁ A ZE VŠECH STRAN SEVRĚNA V URČITÉ HRÁZE, ZÁSObA HMOTY BY SE SVOU TÍHOU UŽ ODEVŠAD SESEDLA DOLŮ A ŽÁDNÁ VĚC BY SE NEMOHLA POD SLUNCEM DÍT. BA VŮBEC BY NEBYLO NA NEBI SKYVOUCÍHO SLUNCE; VEŠKERÁ HMOTA BY BYLA USAZENINOU, KDYŽ BY TAK OD VĚČNOSTI KLESALA KE DNU. AVŠAK ATOMY NEZMAJÍ ŽÁDNÉHO KLIDU, PROTOŽE NENÍ ŽÁDNÉHO DŇA NEBO DŮLL, KAM BY STEKLY A NALEZLY DOMOV.

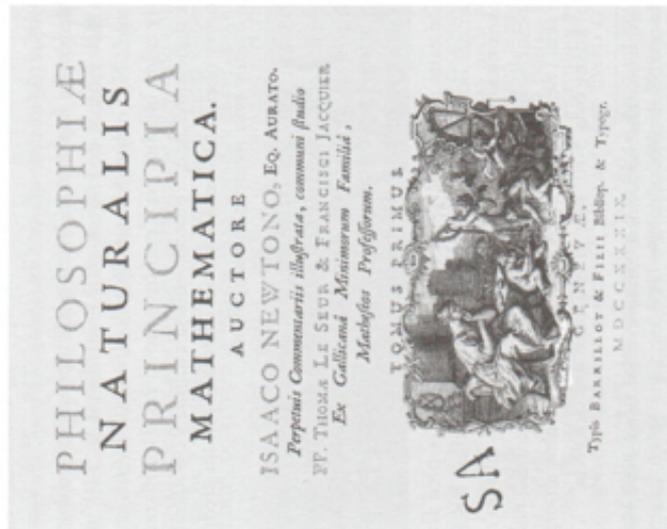
LUCRETIUS, O PŘÍRODĚ, STR. 55



Podle Newtóna se všechna nebeská i pozemská tělesa vzájemně přitahují. Aby se vesmír nezhroutil, nesmí mít okraje a střed, musí být nekonečně rozprostraněn. Jen tak se mohou všechny přitahivé síly navzájem vyrovnat.

Po Newtonových objevech už neplatí nic co platvalo: nejen model aristotelско-птолемаiovský, epikúrejský, ale ani stoický. Otázka struktury vesmíru se vrací na samý začátek.

Ale odkud začít? Vždyť nějaké zcela originální a přitom rozumné přístupy snad ani neexistují. A tak se astronomové rozhodli recyklovat starou epikúrejskou představu homogenního vesmíru. Zdála se být stále nepřijatelnější – nepředpokládala nijaké vědou nevyvířitelné akty: žádný stvoření, žádný konec vesmíru, nepřisuzovala nám ani neoprávněné výsostní postavení. Potíže dělal pouze nešťastný fotometrický paradox. A tak se začalo hledat, čím by se mohl epikúrejský model doplnit a vylepšit.



Titulní list Newtonových Principiál (vydání z roku 1739)

V roce 1720 přišel Edmond Halley (1656–1742) s nápadem, že fotometrický paradox by se vyřešil, kdyby světla ubývalo rychleji než se čtvrcem vzdálenosti. Podle Halleyovy úvahy by mělo světla ubývat se čtvrtou mocninou vzdálenosti (publikováno 1722). Při svém výpočtu se však dopustil chyby.⁴⁶

Své řešení představil Halley na přednášce, které předsedal sám Newton. Kupodivu nic nenamítal. *Že by spal? Možná. Možná ale, že jen nechtěl Halleyovi veřejně oponovat. Byl to jeho přítel a byl mu za mnohé zavázán. V prvé řadě za to, že financoval první vydání jeho slavných *Principií*.*

V roce 1744 se do podrobnější analýzy epikúrejského modelu pustil švýcarský matematik de Chéseaux (1718–1751). Vypočítal, že vzhledem ke koncentraci hvězd a jejich průměrné velikosti bychom měli vidět až do vzdálenosti 3 tisíc trilionů, tj. $3 \cdot 10^{15}$ světelných roků! Nad našimi hlavami by pak zářilo 10^{46} hvězd, které by pokryly celou oblohu. Na Zemi by panoval žár 91 850krát větší než za slunečního dne,⁴⁷ protože obloha zaujímá 91 850krát větší prostorový úhel než sluneční korouč. Chéseaux přitom předpokládal, že hvězdy svítí stejně jako naše Slunce.

Chéseaux bral průměrnou hustotu počtu hvězd takovou, jaká je v našem okolí v Galaxii. Dnes víme, že se hvězdy kupí do galaxií a galaxie do kup a nadkup. Jejich průměrná koncentrace je proto nižší a dohlednost by měla být ještě větší, odhaduje se 10^{23} světelných roků.

De Chéseaux přišel s vlastním řešením paradoxu – před zřavým peklem nás ochraňuje pohlcování světla mezihvězdnou látkou, jakousi kosmickou tekutinou.⁴⁸ Mezihvězdná látka by přitom mohla být z běžného hlediska dokonale průhledná, průhlednější než křišťálové sklo i než nejčistší horský vzduch. K dostatečné absorpci by stačilo, kdyby byla $3 \cdot 10^{17}$ krát průzračnější než čirá voda!

⁴⁶ Halley zaměnil zdánlivou a absolutní hvězdnou velikost. Na tuto chybu poukázal astronom Wilhelm Olbers. (Viz Tipler 1988.)

⁴⁷ Žár by byl také všude ve vesmíru, epikúrejský model předpokládá homogenitu.

⁴⁸ Astronomové mluví o mezihvězdné esťiněci.

Vesmírné rozměry způsobují, že to, co se v pozemském měřítku jeví jako dokonale průhledné, může být v kosmickém měřítku zcela neprůhledné. Kdyby byl vesmír zaplněn vzduchem – což se dříve mlčky předpokládalo – neviděli bychom ani nejbližší kosmické těleso, náš Měsíc.

Vraťme se k podobnosti s lesem. Stojíme uprostřed lesa a ve všech směrech vidíme stromy. Průměrná dohlednost je kupříkladu 50 metrů a vidíme zhruba 2 000 stromů. Padne však mlha, tedy absorbuji prostředí a my vidíme jen 100 blízkých stromů, které leží do 10 metrů a mezi nimi mlhu. A této mlze odpovídá vesmírná tma. Po Chéseauxových výpočtech se vědci zklidnili – fotometrický paradox je konečně vyřešen: Vesmír je sice nekonečný, věčný a homogenní, mezi hvězdami se však rozprostírá absorbující látka, plyn nebo nějaký prach. Zahaluje velmi vzdálené hvězdy a chrání nás tak před jejich světlem a žářem. Stejně jako mořská voda zabírá paprskům Slunce dosáhnout dno oceánu.

Absorpční řešení fotometrického paradoxu se záhy stalo oblíbené. Zastával ho i významný německý astronom Wilhelm Olbers. Byl to ten muž, po kterém se fotometrický paradox dnes často nazývá. Označení „Olbersův paradox“ pochází od kosmologa Hermanna Bondiho, který ho ve své monografii z roku 1952 tomuto astronomovi připsal. Avšak Bondi se trochu unáhlil, Olbers paradox neobjevil ani ho správně nevyšvětil. Jeho zásluha spočívala pouze v tom, že v řadě článků z let 1823–1826 fotometrický paradox zpopularizoval.

Zajímavou variantu absorpčního řešení navrhl irský astronom Edward Fournier d'Albe (1868–1933). Podle ní je tma mezi viditelnými hvězdami tvořena nesvítilícími hvězdami, kterých je naprostá většina. Mezi nimi probleskne tu a tam nějaká ta svítilič. Kdyby tomu tak skutečně bylo, musely by se vlivem vlastního pohybu hvězdy neustále rozsvěcet a zhašēt. (Vlastní pohyb hvězd zaregistroval už roku 1718 Edmond Halley. Viz dále.) Fournierův vesmír by vypadal úplně jinak než ten, ve kterém žijeme. Zdá se však, že ani sám Fournier nemyslel toto řešení vážně.

O pád absorpčního řešení se zasloužil v roce 1848 John Herschel (1792–1871). Argumentoval, že ve většině vesmíru by se musela teplota vyrovnat. Žhavé hvězdy a chladná absorbující látka nemohou trvale koexistovat. Látka by se musela sama rozežhavit a zářit, nebo by musely hvězdy vychladnout a přestat svítit.⁴⁹ Pokud je vesmír věčný, světlo hvězd nemůže být z převážující části pohlcováno nějakou látkou.

I když absorpce světla fotometrický paradox nevyřeší, hraje ve vesmíru významnou lokální roli. Na mnoha místech oblohy můžeme pozorovat neprůhledná mezihvězdná mračna – temné prachové mlhoviny.⁵⁰ Rozprostírají se i v souhvězdí Strělce a zabírají nám spatřit jádro naší Galaxie s obrovskou černou dírou a množstvím velmi hustě nakupených zajímavých hvězd. Kdyby těchto temných mračen nebylo, svítilo by jádro Galaxie více než Měsíc v úplňku.⁵¹ Nabízí se otázka: „Jak je možné, že to, co funguje lokálně, nefunguje globálně?“

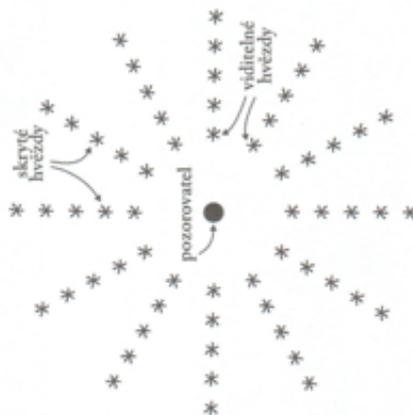
Důvod je ten, že absorpce nás může chránit před zářem hvězd jen pokud se absorbující látka sama nerozežhává. Kdyby bylo absorbující látky mnoho, a to by ji k vyřešení fotometrického paradoxu být muselo (vždyť obloha je z převládající části temná), tak by se teplota ve vesmíru za určitý čas vyrovnala. Pokud je však absorbující látka málo (lokální případ), teplota se nevyrovná, protože absorbované teplo je vyzářeno do prázdného temného prostoru (v podobě neviditelného dlouhovlnného záření). Jednoduše řečeno, aby absorpce fungovala, nesmí být hvězd ani absorberů příliš mnoho a naopak musí zůstat mnoho temného prázdného prostoru.

49 Mýšlenka, že světlo je nosičem energie, se všeobecně ujala až v padesátých letech 19. století. Zprvu si tuto souvislost neuvědomoval ani sám John Herschel. (Viz Tipler 1988.)

50 Vystříznější by bylo mluvit o kouři. Prach totiž vzniká rozmělněním nějakého tuhého materiálu (hořniny), kdežto kouř kondenzací z plynné fáze (plynu nebo páry).

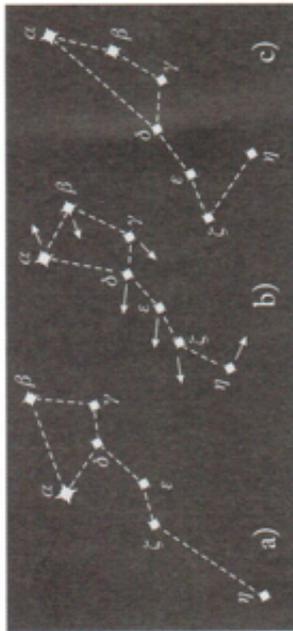
51 Podivný zdroj rádiového záření v souhvězdí Strělce byl zaznamenán už na rádiové mapě Karla Janského a Groteho Rebera v 30. letech dvacátého století. Leží ve směru, kde má být ve vzdálenosti 25 000 světelných roků střed Galaxie. (Prachová oblačka se jeví pro infračervené a rádiové záření průhledná.)

Z předpokladu, že se teplota v různých částech vesmíru vyrovnává a mechanická energie se postupně mění v teplo⁵² vyvodil německý fyzik Hermann von Helmholtz (1821–1894) a Brit lord Kelvin (1824–1907) další zajímavý paradox: Vesmír by měl směřovat nejen do stavu termické, ale obecněji termodynamické rovnováhy (stavu s maximální entropií). To by mělo mít za následek, že se celá evoluce vesmíru zastaví.⁵³ Jeho energie se kompletně přemění v teplo (tj. mikroskopický pohyb). Vesmír bude mít všude stejnou teplotu⁵⁴ a ustane veškerý (makroskopický) pohyb. Nebude možný ani žádný život, vesmír postihne tepelná smrt. V pozadí fotometrického paradoxu i paradoxu (nepřítomnosti) tepelné smrti vesmíru tedy stojí stejná otázka: Proč je vesmír v (termodynamicky) nerovnovázném stavu?



Fourierův návrh struktury vesmíru

52 To sice prohlašuje vesmír velmi pomalu, což však nemá principiální význam.
53 Přesněji řečeno, tento závěr plyne z druhého termodynamického principu (zákonu růstu entropie) a z předpokladu, že vesmír je možné brát jako uzavřený systém.
54 Tato teplota by měla činit několik stupňů nad absolutní nulou, takže by šlo spíš totální zamrznutí. Při této teplotě by vládla ve vesmíru absolutní tma.



i sdělice se pohybují. Takto vypadalo souhvězdí Velikého vozu před 100 000 roky (a), jeho dnešní tvar (b) a podoba, jak souhvězdí uvidí naši potomci za 100 000 roků (c).

Problém temné oblohy se tedy vrací. A mezi „rozumnými“ řešeními paradoxu se vyskytla i některá žertovná. Patří mezi ně i další Fournierovo řešení předložené v roce 1907: Většinu hvězd prý není vidět, protože leží v zákrutu jedna za druhou, jako vojáci na přehlídce. Absurdita řešení je však zřejmá, vzhledem k vlastnímu pohybu hvězd by jejich zákruty nezchoreografoval ani nejvýšmocnější pánbůh (viz obrázek na předchozí straně).

Z hlediska lidského věku jsou vlastní pohyby hvězd zanedbatelné. Oblouha vypadá neměnná, astronomové nemusejí své pohyby hvězd změřit? Halley to učinil tak, že si „rozšířil časovou základnu“. Porovnával současné změřené pozice hvězd s pozicemi z Ptolemaiova katalogu z 2. stol. n. l., který obsahoval i starší údaje Hipparchovy (asi 190–125 př. n. l.). Dále vyšel z údajů Tycho Brahe (1546–1601) a Johna Flamsteeda (1646–1719). U hvězd Arkturus, Sirius, Prokyon a Pollucius (starý název pro hvězdu Aldebaran) si povšiml změny polohy. A tak díky Halleyovi sdělice přestaly být stálými. Jak dále uvidíme, důsledky tohoto zásadního objevu astronomové ještě dlouho nedoceňovali.

Je tedy zřejmé, že se hvězdy jedna za druhou neschovávají. A když, tak výjimečně, statisticky v nevýznamném počtu (týká se to zejména tésných dvojhvězd). V úvahu by však mohlo připadat rozum-

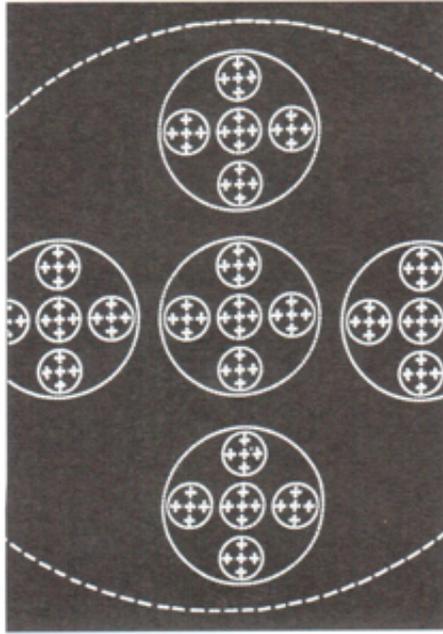


Schéma hierarchického (fraktálního) vesmíru. S rostoucím měřítkem (na obrázku stále větší kruhy) klesá průměrná hustota.

nější geometrické řešení. Hvězdy by se mohly kupit hierarchicky do stále větších a větších skupin. Mohly by vyvrážet galaxie, galaxie z galaxií atd., až do nekonečna. Se vrůstajícím prostorovým měřítkem by tak jejich koncentrace klesala a fotometrický paradox by to mohlo vyřešit.

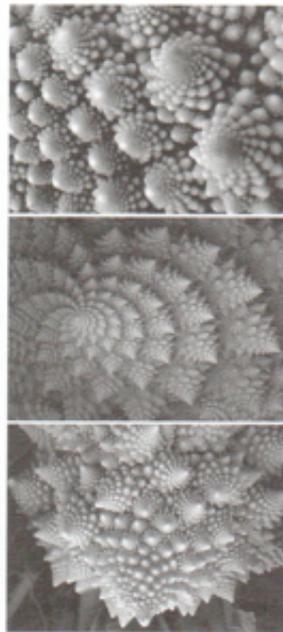
V tomto případě by v našem „ctbulovému modelu“ rostl počet hvězd v jednotlivých slupkách pomaleji než objem jednotlivých slupek a průměrná hustota vesmíru by klesala se zvětšujícím se měřítkem k nule. Vzdálenější slupky by svítily čím dál méně a celkový součet světla ze všech slupek by mohl mít konečnou hodnotu. Kdyžby např. každá další slupka svítila polovičním jasem než předcházející, pak by celkový jas oblohy byl dvojnásobkem jasu první slupky, protože, jak je z matematiky známo, nekonečná řada:

$$1 + 1/2 + 1/4 + 1/8 + 1/16 + \dots = 2.$$

Hierarchickou kosmologií navrhl v roce 1848 John Herschel a záhy se stala velmi populární. V roce 1908 ji rozpracoval Carl Charlier.

který se nechal inspirovat pracemi Fournierových (1907). V sedmdesátých letech dvacátého století se k této myšlence vrátil Benoit Mandelbrot (1924–2010). S fotometrickým paradoxem se vypořádal tak, že hvězdy rozmístil podle tzv. fraktální struktury. Oním fraktálním rozdělením se miní právě takový případ hierarchického uspořádání, jaký popsal Charlier: struktura nakupení hvězd by se opakovala stále ve větším a větším měřítku a se vzrůstajícím měřítkem by koncentrace hvězd klesala k nule.

Fraktálem nazýváme geometrický objekt, který je škálově invariantní. To znamená, že pokud fraktál pozorujeme z jakékoli vzdálenosti (v jakémkoliv měřítku), vypadá stále stejně (je sebetotožný), nebo alespoň podobně (je soběpodobný). Tento tvar může být na první pohled velmi složitý. Z matematického hlediska je však generován opakovaným použitím jednoduchého předpisu. Fraktály nalezneme mezi mnoha přírodními útvary (krátery na Měsíci, hazy, mraky, pobřeží, řeky, cévní systém...). Vyskytují se často i v rostlinné říši. Nejen pekným, ale i chutným příkladem je brokolice romanesco, čili římský květák. Ale to už jsme se dostali od astronomie ke gastronomii.



Brokolice (květák) romanesco

Soběpodobných fraktálních struktur nalezneme ve vesmíru mnoho. Hvězdy se rády sdružují ve dvojice i v početnější skupiny. I naše Slunce je součástí takového volného sdružení hvězd, které spolu putují prostorem zhruba stejnou rychlostí a směrem. Hvězdy

se dále seskupují v obrovské galaxie. A tyto galaxie zase v kupy galaxií a ty zase v nadkupy. Pokračuje tato hierarchická struktura do nekonečna? Ještě v sedmdesátých letech dvacátého století se zdálo, že by to tak mohlo být. Avšak astronomická pozorování stále více naznačovala, že vyšší struktury už hierarchický charakter postrádají. Tvoří spíše jakési buněčné stěny a v měřících milionů megaparseků⁵⁵ se už vesmír jeví jako homogenní.

Mluvíme-li o rozdělení hmoty ve vesmíru, většinou mlčky předpokládáme, že je tvořena svítilnými hvězdami. Avšak svítilní hmoty je jen několik málo procent. Významný podíl má prach, plyn a nesvítilící tělesa. Někdy se mluví zmatečně o neviditelné hmotě, protože ji na pozadí temné oblohy nemůžeme spatřit, i když makroskopické částice jsou principiálně viditelné. Ještě větší zmatek souvisí s pojmem „temná hmota“. Ta není ve skutečnosti temná, ale dokonale průhledná, tedy neviditelná v pravém slova smyslu. Ukazuje se, že neviditelné hmoty je mnohem víc, než té viditelné, svítilící. Její fyzikální podstata je dosud naprosto neznámá.

Jak dál?

Nabídek na řešení fotometrického paradoxu jsme vystřídali mnoho. Jedna po druhé selhaly. Ty, co by obstály z hlediska geometrie, byly nepřijatelné z hlediska fyziky. Ty, co vyhovovaly geometrii i fyzice, nesouhlasily zase s pozorováními. Příběh fotometrického paradoxu pokračuje.

Paradoxy však neleží v přírodě, ale v naší hlavě. Vesmíru prostě špatně rozumíme a naše neporozumění nás přivádí ke sporům. Kde však děláme chybu? Astronomové se znovu navrací ke starým „překonaným“ modelům a hledají, jestli něco nepřehlédli. A tak se na přelomu devatenáctého a dvacátého století dočkává své třetí reinkarnace stoická představa nekonečného vesmíru, ve kterém je

⁵⁵ Jednoska vzdálenosti parsek odpovídá asi třem světelným rokům. Jde o vzdálenost, ze které bychom viděli velkou polosu obětné dráhy Země kolem Slunce pod úhlem jedné obloukové vteřiny.

hmota (svítící hvězdy) rozmístěna jen v omezené oblasti prostoru. Hvězdný ostrov se tentokrát ztotožňuje s naší Galaxií, Mléčnou dráhou. Astronomové si uvědomili, že stoický model vesmíru (hvězdný ostrov v prázdnu) zahrhlí ukvapeně. Newtonův zákon všeobecné gravitace takovýto vesmír ve skutečnosti nevyklučuje. Aby však stoický model mohl vystihnout skutečný vesmír, tedy vesmír, kde se hvězdy přitahují, nemůže být statický. Hvězdy se musí pohybovat. To se dříve mlčky vylučovalo. Vlastní pohyb několika hvězd zaregistroval sice už v Newtonově době Halley, jeho objev však nebyl doceněn a zobrazen. Na začátku dvacátého století je situace jiná, o vlastním pohybu hvězd už nikdo nepochybuje. Hvězdy se pohybují setrvačností a setrvačnost zabraňuje tomu, aby se jejich pohyb – můžeme ho klidně nazvat volným pádem – někde zastavil. Hvězdná soustava se stále hroutí, ale nezhroutí se, protože hvězdy se při svém letu mijejí. Vzájemné srážky jsou vzhlédem k jejich velikým vzájemným vzdálenostem velmi vzácné.⁵⁶

Naše pozemské zkušenosti bývají ve vesmírných měřítcích často zavádějící. To se týká i onoho „hroucení“. Mezi hroucením v pozemském měřítku a hroucením v kosmologickém měřítku je nebetýčný rozdíl. Odlišnosti onoho „vesmírného hroucení“ si neuvědomil nejen epikúrejec Lucretius, ale ani renesanční astronomové. Zásadní rozdíl lze popsat v jazyce termodynamiky. Když se například zhroutí dům, potenciální (polohová) energie jeho cihel unikne v podobě uvolněného tepla. Naopak to už nepůjde, pád je nevratný děj, dům se ohřátím cihel nepostaví. V soustavě hvězd jde však většinou o vratné děje (pokud neuvažujeme onu velmi vzácnou srážku „natvrdo“). Potenciální energie padající hvězdy se přeměňuje v její energii kinetickou (pohybovou), ta zase v potenciální energii, a tak stále dokola. Nedojde-li k nárazu, energie se na teplo nepřemění. Vše se proto může neustále (nebo alespoň velmi dlouho) opakovat. Tato rozdílnost je způsobena právě vysokým naředěním vesmírné hmoty, a tedy i nepřítomností (nebo alespoň velmi nízkou intenzitou) tzv. disipačních procesů, tj. procesů, které pohybovou energii přeměňují v teplo.

56 Přesněji, vzhlédem k velikému poměru (průměrná vzdálenost hvězd)/(průměrná velikost hvězd).

Ve vesmíru panují podobné poměry, jako kdybychom do duté koule velikosti zeměkoule vložili pět pingpongových míčků, které by se pohybovaly rychlostí několika milimetrů za hodinu. Sotva bychom se dočkali jejich vzájemné srážky. Hvězdné systémy proto přžívají ve stavu dynamické rovnováhy – v procesu „hroucení“ – po miliony a miliardy let. Mnohé systémy také jako celek rotují, například spirální galaxie, včetně té naší s velkým „G“. V menším měřítku se to týká i naší Sluneční soustavy,⁵⁷ kde odstředivé síly brání planetám (a některým kometám a asteroidům) pádu na Slunce.

Hvězd v Galaxii jsou stovky miliard, přesto jsou jejich přímé srážky výjimečné. Pokud by se však hvězdy opravdu srážily, vypukl by ohňostroj, který by jistě stál za podivnou – samozřejmě z bezpečného odstupů. (Abychom nedopadli jako Plinius Starší, který se roku 79 vypravil prozkoumat erupci Vesuvu.) Ve hvězdách by došlo během pár minut k prudkému zvýšení teploty a tlaku. Termojaderná reakce by se rozšířila do celého objemu hvězdy, což by vedlo k mohutné explozi. Spatřit tento vzácný úkaz se astronomům zatím nepoštěstilo, srážky hvězd studují jen teoreticky. Se srážkami galaxií je tomu zcela jinak. Na rozdíl od hvězd jsou vzájemné vzdálenosti galaxií srovnatelné s jejich velikostmi a srážky galaxií jsou proto časté. Jedna galaxie přitom po miliony roků proniká do druhé. (Někdy to komčí tak, že jedna galaxie druhou pohltí, mluví se o galaktickém kanibalismu.) Samy hvězdy se přitom téměř nesrážejí, dochází jen k jejich vzájemnému gravitačnímu ovlivnění. Při průniku galaxií se však srážejí mohutná oblaka mezihvězdného plynu a tento proces vyvolává zvýšenou tvorbu nových hvězd. Pokud si počkáte tři miliardy roků, dočkáte se srážky naší Galaxie s galaxií M31 v souhvězdí Andromedy. Tato kolize dá vzniknout nejen mnoha hvězdám, ale určité i planetám podobným naší. Život v našem okolí pak bude mnohem hojnější a pestřejší.

57 Z důvodů konzistence píší (v rozporu s Průviňou) „Sluneční soustava“ s velkým „S“, pokud máme na mysli soustavu kolem našeho Slunce s velkým „s“.



Kulová hvězdokupa M13 v souhvězdí Herkula. Je od nás vzdálena cca 25 tisíc světelných roků. Její průměr je necelých 150 světelných roků, tj. asi dvacetinásobek vzdálenosti Sirius – Země. Obsahuje státisíce hvězd, jejich koncentrace je asi 500x vyšší než v okolí Slunce. Podobných hvězdokup obklopuje naši Galaxii na 160. Fotografie: Yuuji Kitahara/Nagano/Japonsko.

Znovuzrozený stoický model, tedy představu, že všechny hvězdy jsou součástí Galaxie, která se pomalu otáčí v prázdném prostoru, obhajoval ještě roku 1920 americký astronom Harlow Shapley (1885–1972).

Avšak třetí inkarnace stoického modelu měla ještě kratší život. Osudnou se jí stal překotný rozvoj přístrojové techniky. Stavěly se stále větší a výkonnější dalekohledy a astronomové získávali stále dokonalější fotografie vzdáleného vesmíru. Spektroskopie pak umožnila odlišit záření hvězdných soustav (galaxií) od záření



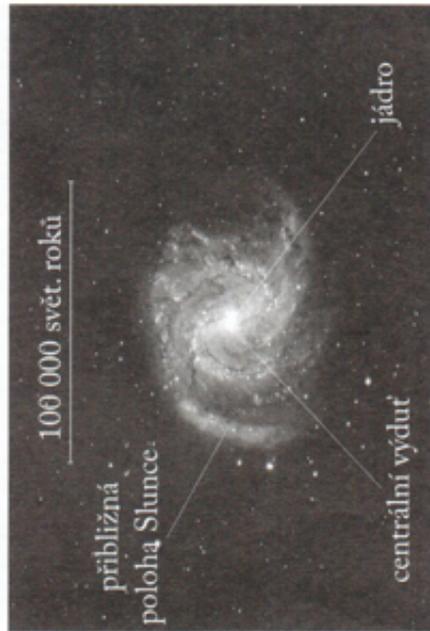
Vesmír byl podle Shapleye tvořen pouze naší Galaxií s okrajovými hvězdokupami a mlhovinami (bílé body kolem disku).

mlhovin.⁵⁸ Už v roce 1923 Edwin Hubble zjistil, že mnohé z toho, co se považovalo za mlhoviny, nejsou jen bezvýznamné obláčky krášílící okolí naší rodné Galaxie. Nejsou to ani relativně malé hvězdokupy. Naopak – jde o obrovské galaxie podobné té naší. A čím mohutnější byly dalekohledy, tím více cizích galaxií bylo možné uvidět. Miliardy galaxií. A naše rodná Galaxie je jen bezvýznamným zrnkem prachu v ohromném vesmíru.

Shapleyovu myšku způsobila hrubá chyba při určení vzdáleností galaxie M31. Právě nízký odhad této vzdálenosti vedl k domněnce, že jde o objekt na periferii naší Galaxie. Překonaný názor, že veskeré „obláčky“, které na nebi pozorujeme, jsou mlhoviny, se dosud občas udržuje v astronomickém názvosloví. Ještě dnes nalezneme pro galaxii M31 označení „velká mlhovina v Andromedě“. Určování vzdáleností kosmických objektů je pro pochopení stavby vesmíru zcela zásadní. Představuje problém, který se táhne od dob, co se astronomie oddělila od astrologie. (Pro astrologit není

58. Hvězdy mají v podstatě spojité spektrum, zářivý plyn svítí čárovým spektrem.

vzdálenost kosmických těles důležitá, záleží jen na jejich pozici na obloze.) A přes nesmírný pokrok ve všech oblastech astronomie zůstává určování kosmických vzdáleností závažným úkolem i dnes. Z metod, které byly na určování kosmických vzdáleností vynalezeny, hraje významnou roli metoda měření parallax – ta je použitelná ale jen pro nejbližší hvězdy.⁵⁹ Pro vzdálenější objekty se užívá metod založených na „standardních svíčkách“. Spočívají v tom, že ve zkoumaném kosmickém objektu (hvězdokupě, galaxii) hledáme typy hvězd, jejichž svítivost známe („standardní svíčky“) a podle jejich zdánlivé jasnosti pak určíme jejich vzdálenost.⁶⁰ Ne přímo se pak určují vzdálenosti z tzv. červeného (dřívě rudého) posuvu.⁶¹ Tato metoda je použitelná jen na opravdu „kosmologické“ vzdálenosti, tj. na vzdálené galaxie. (Např. na zmíněnou galaxii M31 ji použít nelze. Dva miliony světelných roků není dostatečná vzdálenost.)



Tvar naší Galaxie s vyznačením polohy Sluneční soustavy. Hmotnost Galaxie je asi 3–6 biliony hmotnosti Slunce, tj. asi $6-12 \cdot 10^{11}$ kg.

⁵⁹ Viz stať o Aristaarchovi.

⁶⁰ K tomu účelu se používají proměnné hvězdy, tzv. cefeidy, pro větší vzdálenosti pak supernovy typu Ia.

⁶¹ Viz stať o Dopplerovi, Hubbleovi a Humasonovi.

Podle dnešního odhadu se do vzdálenosti 10 miliard světelných roků vyskytuje až bilion galaxií.⁶² Táhne se však „les galaxií“ opravdu do nekonečna? A kdyby se táhl, jak to, že je v noci tma?

Éterové oblasti

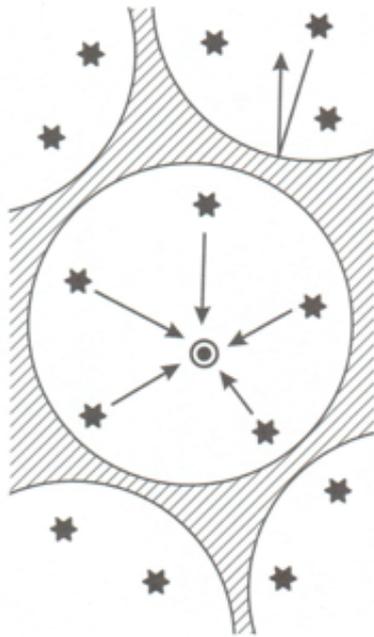
Další pokus o řešení fotometrického paradoxu stojí poněkud mimo hlavní proudy uvažování. Vychází z představy jakýchsi motných kapek či bublin éteru, ve kterých je ponořena viditelná část vesmíru. Koncepce éteru vznikla v souvislosti s vlnovou teorií světla. Četné pokusy totiž prokazovaly, že světlo má charakter vlnění. V případě zvuku se vlní vzduch, co se však vlní, když světlo prochází prázdňem? Odpověď byla hledána v zvláštní světlovodné látce – éteru. Pokud je prostor tímto éterem pouze vyplněn a ne přímo tvořen, otvírá se otázka, jak by to vypadalo, kdyby éter nebyl všude. Astronomové Simon Newcomb⁶³ a John Gore⁶⁴ se inspirovali myšlenkami skotského inženýra a fyzika Williama Rankina (1820–1872) a navrhli hypotézu, podle které se nekonečný vesmír skládá z galaxií, z nichž každá je ponořena do jakési mohutné kapky éteru. Světlo se od vnitřních stěn éterové kapky odráží a mezilehlý prostor je neprůhledný. Proto cizí galaxie nevidíme. Podrobnější rozbor ale ukázal, že zrcadlení stěn éterových kapek by mělo za následek, že hvězdy by byly vidět mnohonásobně. Paradox noční tmy proto zůstal nevyřešen. (Kdyby se světlo neodráželo, „kapkové řešení“ by se podobalo řešení absorpčnímu. Vznikl by ale problém, kam se ztratí energie pohlceného světla.)

⁶² Francouzi a italsí renesanční matematikové nám zanechali nemilé dědictví. Jde o dvě schémata pojmenování velkých čísel, které užívají stejných názvů pro různá čísla. Tzv. „krátká škála“ vychází z mocnin tisíc, kdežto „dlouhá škála“ je založena na mocninách milionu. Krátká škála se užívá převážně v anglosaských zemích, dlouhá na starém kontinentu. Bilion znamená u nás 1 000 000 000 000, tj. 10^{12} , v Anglii se však jako bilion označuje číslo 1 000 000 000, tj. 10^9 , kterému my říkáme miliarda atd.

⁶³ Simon Newcomb (1835–1909) byl kanadský astronom.

⁶⁴ John Gore (1845–1910) byl irský amatérský astronom.

Na nevěrohodnost hypotézy éterových kapek poukázal v roce 1902 lord Kelvin. A navíc, už od dvacátých let bylo zřejmé, že cizí galaxie vidět jsou.



Mohutné „kapky“ světlovdného éteru v neprůhledném prostoru (šrafovaná oblast)

Pojem éteru pochází už ze starověku. V antice se tak nazýval hypotetický stavební materiál nebeských těles.⁶⁵ Koncepti éteru hájili někteří pythagorejci, Platón, Aristotelés i mnoho jejich následovníků. Pád aristotelismu znamenal i úpadek éteru. V sedmáctém století se však éter do fyziky vrátil. Tento novodobý éter už nebyl materiálem nebeských těles ale hypotetickou náplní samotného prostoru, prostředím, které umožňuje šíření světla. Dlouhého života se však znovu rozrozný éter nedožil. Už v roce 1801 ho zpochybnily pokusy Thomase Younga. Na základě studia polarizace světla se ukázalo, že světlo je vlněním příčným a nikoli podélným (na rozdíl od zvuku).⁶⁶ A jak z fyziky známo, příčné vlnění se v tektutinách nešíří. Éter by tedy nemohl být nijakou tekutinou,

65 Éter se latinsky označoval jako „quinta essentia“, „kvintesence“, neboli „pátá esence“. (Tento název se však pro novodobý světlovdný éter neužíval.) Nedávno se termín „kvintesence“ v kosmologii objevil znovu, ovšem v jiném významu.

66 Polarizací (lineární polarizací) světla se nazývá jev, kdy se z vln o různých rovinách kmitu vyberou jen ty, které kmitají v jedné rovině. Polarizovat lze proto jenom příčné vlny. K polarizaci dochází na speciálních filtrech, při odrazech na nekotových materiálech i jinými způsoby.

ale musel by mít strukturu pružné pevné látky. Modelování této struktury přinášela četné potíže. Smrteinou ránu éteru pak zasadily pokusy Alberta Michelsona a Edwarda Morleye z let 1881 a 1887, které ukázaly, že světlo se pohybuje ve všech směrech stejně rychle nezávisle na pohybu hypotetického éteru.