



НАСЛЕДИЕ И СОВРЕМЕННОСТЬ

УДК 113/119(091)
DOI 10.20339/AM.07-21.097

В.А. Мейдер,
д-р филос. наук, проф.
Волжский филиал Волгоградского государственного университета
e-mail: v.meider@yandex.ru

ИСТОРИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О КАРТИНЕ МИРА

Представлена попытка дать исторический обзор развития человеком представлений о картине мира. Изложены основные астрономические, математические, естественнонаучные и философские знания, образующие фундамент современной науки о Вселенной, ее эволюции и структурных элементах. Это позволяет создать конкретный образ окружающей действительности, заглянуть в будущее Вселенной и Человека.

Ключевые слова: наука, философия, математика, астрономия, космология, картина мира, мировоззрение, Вселенная.

HISTORICAL STAGES OF DEVELOPMENT OF IDEAS ABOUT THE PICTURE OF THE WORLD

V.A. Meider is Dr. Sci. (Philosophy), Prof. at Volzsky branch of Volgograd State University

Presented is an attempt to give a historical overview of development of human ideas about the picture of the world. The basic astronomical, mathematical, natural science and philosophical knowledge that forms the foundation of the modern science of the universe, its evolution and structural elements are presented. This allows to create a specific image of the surrounding reality, and look into the future of the Universe and Person.

Key words: science, philosophy, mathematics, astronomy, cosmology, world picture, worldview, universe.

Я б статью хотел большим ученым
И овладеть всем потаённым,
Что есть на небе и земле.
Естествознаньем в том числе.
И.В. Гёте

Наука о природе движется непрерывно вперед
и ее данные в соединении с философским умом
дадут со временем ещё более яркую картину
космоса, судьбы человека и всего сущего.
К.Э. Циолковский

Я верю, что мы можем и должны попытаться
понять Вселенную. Мы уже достигли замечательных успехов
в понимании космоса, особенно в последние годы. У нас еще
нет полной картины, но, возможно, она уже не за горами.
Ст.У. Хокинз

Введение

На протяжении многих тысячелетий человеческая мысль движется по *двум основным направлениям*. Одно уводит в Мир звезд и галактик (Космос, Вселенная), где движущаяся материя достигает почти световой скорости (300 тыс. км/сек), другое – в микромир с исчезающе малыми масштабами расстояний и длительностью существования. И гениальность человека состоит в том, что он может понять нечто реальное, которое трудно вообразить.

Интерес к небу позволил человеку создать одну из древнейших наук – *астрономию*, объектом изучения

которой является строение и развитие космических тел, образуемых ими систем, а также о Вселенной в целом. Как писал Н. Коперник, астрономия является, бесспорно, главной из благородных наук и наиболее достойным занятием свободного человека.

В центр нашего внимания мы поставили первое направление, следуя за И. Кантом (1724–1804): «Две вещи наполняют душу всегда новым и все более сильным удивлением и благоговением: это *звездное небо надо мной и моральный закон во мне*. Первое начинается с того места, которое я занимаю во внешнем чувственно воспринимаемом мире. Второй начинается с моего невидимого Я, с моей личности. Первый взгляд на бесчисленное множество миров как бы уничтожает мое значение как *животной твари*. Второй, напротив, бесконечно возвышает мою ценность как мыслящего существа» [5. С. 499–500].

Нас мотивирует и суждение К.Э. Циолковского (1857–1935) о том, что «судьба существа зависит от судьбы вселенной» и потому «необходимо проникнуться историей вселенной» [11. С. 348]. «Нельзя себе составить мировоззрения и руководящего в жизни начала, — читаем мы в другом месте, — без ознакомления со всеми науками, т.е. с общим познанием вселенной» [Там же. С. 347]. По мнению ученого и мыслителя, человечеству открыты пути совершенствования своего бытия, богатство Вселенной с неисчерпаемыми источниками энергии. Этим должно овладеть человечество, ибо в этом заключается его назначение и смысл.

Суждение «тот космос, который мы знаем, не может быть иным» мы можем рассматривать как выражение *антропного принципа*. В работе «Космическая философия» он предполагает наличие в бесконечной Вселенной такой планеты, на которой есть жизнь и разум не менее совершенные, чем на Земле, ибо планеты имеют разный возраст. Человечество не останется вечно на Земле. Если на нашей планете «завелась жизнь, то почему же ей не быть и на других планетных системах. Их планеты, будучи частями своих солнц, состоят из тех же веществ, что и Земля» [11. С. 215]. В архивной работе «Разум и звезды» мы находим отражение и ноосферных аспектов: «Влияние разумных существ на развитие Вселенной», «влияние разума на устройство Вселенной. Мысль как фактор в эволюции Космоса», «человечество расселится по мировому пространству», «надо идти навстречу космической философии» и др.

Важным обстоятельством для нас является и замечание К.Э. Циолковского в «Очерках о Вселенной», которые он начал писать в последние годы жизни. Речь идет о строках письма А.М. Горькому (сентябрь, 1932),

где он определял цель «Очерков»: «Я пишу ряд очерков, легких для чтения как воздух для дыхания. Их цель: познание Вселенной и философии, основанной на этом познании. Вы скажите, что все это известно. Известно, но не проникло в массы. Не только в них, но в интеллигентные и ученые массы» [11. С. 490].

Эти слова направлены и в наше время. Социологические исследования показывают, что космологические знания россиян оставляют желать лучшего. Каждый четвертый не может объяснить причину смены дня и ночи, времен года, придерживается геоцентрической системы мира и др. А однажды в печати было приведено суждение одного из чиновников страны: «Мы может вспомнить Коперника, которого сожгли за то, что он говорил, “а Земля все-таки вертится!”». Думается, что возвращение в программу школы дисциплины «Астрономия» исключит подобные суждения из нашей жизни.

Теперь обратимся к центральным понятиям нашего исследования. Дадим определения этих понятий.

Картина мира — это совокупность представлений человека об устройстве окружающей его действительности, закономерностях ее внутренней организации и развития. В ее содержание мы включили два из выбранных ранее направлений (вширь и глубь), а также самого человека.

Научная картина мира — это целостная историческая система представлений о Вселенной, ее структурных элементах, выраженных в терминах господствующей *парадигмы* признанного научного достижения, которым руководствуются ученые в решении проблем в течение некоторого времени.

Космология — физическое *учение* о развитии Вселенной как целом, основанное на ее общих свойствах и значимых характеристиках. В ней конкретные факты о структуре и эволюции Вселенной. Современная космология тесно связана с физикой элементарных частиц, общей теорией относительности, квантовой теорией.

Истоки картины мира

Мифотворчество народов мира служит для нас лучшим доказательством могущества человеческого разума. Как писал основоположник гелиобиологии и яркий представитель русского космизма А.Л. Чижевский (1897–1964), «древний человек с удивительной ясностью и остротой чувствовал влияние неба», которое играло доминирующую роль в его частной и общественной жизни. Через мифологию пробивались ростки знания о Солнце и системе мира, явления Природы

объяснялись через их рождение и смерть. В ней выражены зачатки философии, религии, естествознания.

Определенная картина мира (о небе, метеорологических явлениях и явлениях в живой природе) содержится в поэмах Гомера (VIII в. до н. э.) «Илиада» и «Одиссея». В них мы видим, что религиозно-мифологическое понимание Природы заменяется реальным, естественным ходом явлений действительности. Аналогичные мировоззренческие позиции выражал и Гесиод (VII–VIII вв. до н. э.) в «Теогонии» (родословной богов). Древнегреческий мыслитель и поэт писал, что «прежде всего во Вселенной хаос зародился», затем Земля, звездное небо, планета Уран.

Вместе с тем формирование философии и научной мысли в Древней Греции приходится на конец VII – начало VI в. до н. э. В этот период в городе Милет зарождается первая философская и естественнонаучная школа, яркими представителями которой были Фалес, Анаксимандр, Анаксимен. Их интересы были связаны не только с поиском первоначала всех вещей, но и с космологическими и метеорологическими явлениями в Природе.

Научную эстафету милетских мыслителей подхватил Пифагор (около 580–500 до н. э.). Пожалуй, пифагорейцы первыми приблизились к правильному представлению о Солнечной системе, построению научной картины мира. Им удалось сформулировать два важных тезиса, показав, что математика есть лучшее введение в изучении Природы.

1. *Основополагающие принципы, на которых строится Мироздание, можно выразить на языке математики (арифметики и геометрии).*

2. *Объединяющим началом всех вещей служат числовые отношения, которые выражают гармонию и порядок Природы.*

Многие математические и философско-мировоззренческие идеи пифагорейцев воспринял и выразил Платон (428–348 до н. э.). Так, в диалоге «Тимей» он построил свою космологию, задав четыре начала (стихии): огонь, землю, воду и воздух, привел их в соответствие с правильными многогранниками *тетраэдром, гексаэдром (кубом), октаэдром и икосаэдром*. Тетраэдр олицетворял огонь, гексаэдр землю, октаэдр воздух, икосаэдр воду. По мнению философа, «нет видимых тел более прекрасных, чем эти, причем каждое из них прекрасно в своем роде» [7. С. 538]. Был в то время известен и пятый правильный многогранник *додекаэдр*, его «бог определил для Вселенной и прибегнул к нему, когда зарисовывал и украшал» [Там же. С. 540]. Последнее было обусловлено тем, что додекаэдр ограничен

12-ю правильными пятиугольниками, а Вселенная как раз и имеет 12 знаков зодиака.

Важнейшим достижением древнегреческой духовной культуры считается разработка первой естественнонаучной картины мира на основе синтеза философии, математики, астрономии и механики. В центре этой картины мира стояло учение Аристотеля (384–322 до н. э.). Его научные и философские идеи определили развитие представлений о мире на многие годы вперед.

Аристотель попытался ответить на множество космологических вопросов того времени: существует ли пустота и бесконечна ли Вселенная, как утверждали атомисты – сторонники Левкиппа и Демокрита; прав ли пифагореец Филолай, считавший, что Земля движется; вечно ли существовал Космос или он когда-то возник, как полагали Фалес и Платон; можно ли объяснить Природу на основе противоречий вслед за Гераклитом Эфесским; вращается ли Земля вокруг своей оси, как утверждал Гераклид Понтийский? Великий философ и математик разобрался во множестве подобных вопросов и дал вполне научные объяснения.

Рассмотрению структуры Космоса Аристотель посвящает трактат «О небе». В содержание понятия «небо» он вкладывает все то, что окружено сферой неподвижных звезд, включая подлунный мир и Землю. Кроме умозрительных философских рассуждений мы находим у него и ссылки на чувственно-воспринимаемое: «Все тела, находящиеся в пространстве, чувственно-воспринимаемы. Следовательно, вне неба не существует никакого бесконечного тела. В то же время там не существует и тела протяженного до определенной границы. Следовательно, вне неба не существует вообще никакого тела. Ибо если там есть умопостигаемое тело, то оно будет находиться в определенном месте, поскольку “вне” и “внутри” означает место. Тем самым оно будет чувственно-воспринимаемым» [1. С. 284]. В другом месте он выражает сущность геоцентрической системы мира: «Земля по необходимости должна находиться в центре и быть неподвижной, потому что тяжести, силой бросаемые вверх, падают снова на то же место отвесно, даже если сила забросит их на бесконечно большое расстояние» [Там же. С. 337].

Как видим, в космологии Аристотеля важное место занимает механическое движение, которое он разделяет на две группы:

- ◆ движение тел в *подлунном* (земном) мире;
- ◆ движение небесных тел в *надлунном* мире (граница – орбита Луны).

Вторая группа движений более совершенна, ибо не имеет ни начала, ни конца. Это равномерное круговое

движение. Земля (подлунный мир) окружена телами, состоящими из четырех стихий (воды, воздуха, огня и земли), способных превращаться друг в друга. Надлунный мир состоит из пятой стихии – эфира. Выше сферы Луны располагаются сферы Солнца и планет (Меркурия, Венеры, Марса, Юпитера и др.), а также сфера неподвижных звезд. Далее находится перводвигатель (Бог), который и порождает движение космических тел.

Исследуя механизм лунного затмения, Аристотель пришел к выводу о шарообразности Земли, ибо солнечная тень Земли, которая падает на Луну, всегда имеет круглый край. И далее мы читаем: «Наблюдение звезд с очевидностью доказывает не только то, что Земля круглая, но и то, что она небольшого размера» [Там же. С. 340].

Несколькими годами позднее Аристотеля в Древней Греции жил Аристарх Самосский (около 310–230 до н. э.). В отличие от Аристотеля, он не только признал вращение Земли, но и изгнал ее из центра мира. В книге «О размерах Солнца и Луны и расстояниях до них» Аристарх выразил математические результаты, объясняющие смену дня и ночи на Земле (ее вращением вокруг своей оси). Его логические размышления привели к догадке о том, что большое Солнце не может обращаться вокруг маленькой Земли, вокруг нее вращается только Луна, Солнце же является центром Вселенной, вокруг него вращаются все планеты. Кажущуюся неподвижность звезд он объяснил тем, что они очень далеки от Земли, да и орбита последней бесконечно мала по сравнению с этим расстоянием.

Таким образом, мы видим, что в эпоху Античности появились зачатки гелиоцентрической картины мира. Правда, современники Аристарха Самосского ее не приняли. Возможно, по религиозно-мировоззренческим принципам, возможно, в силу того, что геоцентризм больше удовлетворял жизненным потребностям.

Пройдут столетия и гелиоцентризм войдет в сознание и мировоззрение людей. Но прежде многие годы была признанной геоцентрическая система мира Клавдия Птолемея (ок. 90 – ок. 160 гг.). Почти через 500 лет он последовал за Аристотелем, математически оформив его идеи. Свои исследования он изложил в труде «Мега-ле синтаксис» («Большое математическое построение»), которое до нас дошло под названием «Альмагест». Его выводы многократно уточнялись. Научно-практические потребности (в частности, проблемы мореплавания) стимулировали поиски новой теории движения планет, ибо в системе Птолемея каждая планета рассматривалась сама по себе, выражала свои законы движения, не позволяла определять их удаленность и др.

Научная картина мира в эпоху Возрождения

Эта эпоха знаменовала подъем интереса к научным исследованиям, желание людей сделать науку практически полезной, соединить ее с условиями жизни. Ее гуманистические идеалы и ценности прославляли ученых. Ярким представителем этого времени, революционером в астрономии был Н. Коперник (1473–1543). Его главное сочинение «О вращении небесных сфер» вышло в свет в 1543 г.

Он отдал дань уважения некоторым античным космологическим идеям (принял круговые равномерные движения небесных тел по своим орбитам, центральное положение Солнца во Вселенной, единственность планетной системы и др.). Однако его творческое исследование Мироздания трудно переоценить в научном, мировоззренческом и методологическом отношениях. Его гелиоцентрическая система мира подорвала основы *натурфилософской картины мира* далекого прошлого, стала базой нового миропонимания (*механистической картины мира*).

Революция в астрономии, совершенная Н. Коперником, не сводилась только к смене геоцентрической картины мира Птолемея гелиоцентрической. Чтобы пойти на такой шаг, ученый должен был найти в себе мужество *отказаться* от целого ряда представлений, казавшихся длительное время абсолютно истинными. В числе таких представлений, в частности, были:

- ◆ постулат о неподвижности Земли;
- ◆ сложный характер планетных движений является чем-то данным свыше и не подлежит сомнению;
- ◆ человек занимает центральное положение во Вселенной;

Аристотель и Птолемей являются общепризнанными авторитетами в космологических исследованиях и др.

Лишив человека привилегированного положения в мире, новая астрономия Н. Коперника существенно раздвинула познавательные рамки. А сомнительное чувство исключительности человека сменилось гордостью за могущество его разума, способного проникнуть на расстояния в миллионы световых лет от Земли. «Сегодня нелегко постигнуть, – писал А. Эйнштейн, – какая независимость мысли, редкая интуиция и мастерское владение астрономическими фактами были нужны для доказательства превосходства гелиоцентрических воззрений. Это великое достижение Коперника не только проложило дорогу к современной астрономии, оно способствовало решительному изменению отношения людей к космосу. Раз было признано, что Земля является не центром мира, а лишь одной из самых малых

планет, то иллюзорное представление о центральной роли самого человека стало несостоятельным. Таким образом, своими трудами и величием своей личности Коперник призывал людей быть скромными» [13. Т. 4. С. 43].

Для более глубокого понимания сущности исследований Н. Коперника служит такой исторический факт. В 1977 г. была обнаружена рукопись под названием «Николая Коперника Малый комментарий относительно установленных им гипотез о небесных движениях». В этой рукописи мы находим ряд важных космологических требований (аксиом), некоторые из них мы воспроизводим [См.: 6. С. 420]:

- ◆ не существует одного центра для всех небесных орбит или сфер;
- ◆ центр Земли не является центром мира, а только центром тяготения и центром лунной орбиты;
- ◆ все сферы движутся вокруг Солнца, расположенного как бы в середине всего, так что около Солнца находится центр мира;
- ◆ все движения, замечающиеся у небесной тверди, принадлежат не ей самой, а Земле;
- ◆ все замеченные нами у Солнца движения не свойственны ему, а принадлежат Земле и нашей сфере, вместе с которой мы вращаемся вокруг Солнца, как и всякая другая планета.

Далее [См.: 6. С. 421] Н. Коперник указывает нам на три движения, совершаемые Землей:

1. «По великому кругу, обходя Солнце». Это «*звездный год*», который сегодня составляет 365 дней, 6 часов, 9 минут и 9 секунд.

2. «Суточное вращение», «собственное движение» («*звездные сутки*»), которые сегодня составляют 23 часа, 56 минут и 4 секунды.

3. Вместе с Солнечной системой Земля вращается вокруг центра нашей Галактики (*галактический год*), который сегодня принят в 250 миллионов лет.

И еще одна аксиома. Кажущиеся прямыми и попятные движения планет, писал Н. Коперник, принадлежат не им, а Земле. Это ее движение и объясняет большое число видимых на небе неравномерностей.

Дело в том, что у астрономов, находящихся (как им думалось) на неподвижной Земле, наблюдалось «петлеобразное» движение планеты. Аксиома Коперника позволила понять, что в каждый новый момент времени астрономы наблюдали планету из другой точки пространства, под другим углом зрения, двигаясь с Землей по орбите. В этой связи А. Эйнштейн писал: «Коперник раскрыл глаза выдающимся умам, показав, что наилучший способ получить ясное представление о кажущихся

движениях планет на небе состоит в рассмотрении этого движения как обращения вокруг предполагаемого неподвижного Солнца. Если бы планеты двигались равномерно по окружности вокруг Солнца как центра, то было бы сравнительно легко определить, как эти движения должны выглядеть с Земли» [13. Т. 4. С. 121].

Убежденным последователем космологических идей Н. Коперника был Г. Галилей (1564–1642). Но прежде мы хотим подчеркнуть, что он четко выразил идею пифагорейцев о том, что в структуре Вселенной воплощены геометрические принципы. В книге «Пробирных дел мастер» мы читаем: «Философия написана в величественной книге (я имею в виду Вселенную), которая постоянно открыта нашему взору, но понять ее может лишь тот, кто сначала научится понимать ее язык и толковать знаки, которыми она написана. Написана же она на языке математики, и знаки ее треугольники, круги и другие геометрические фигуры, без которых человек не смог бы понять в ней ни слова, без них он был бы обречен блуждать в потемках по лабиринту» [2. С. 11].

В 1597 г. началась переписка Г. Галилея с И. Кеплером, выславшим своему адресату книгу «Тайна Вселенной». В ответ Галилей сообщал, что тоже разделяет идеи польского астронома.

В 1632 г. было опубликовано основное произведение Г. Галилея «Диалог о двух главнейших системах мира – толемеевой и Коперниковой». Само название указывает на противоположные подходы к пониманию устройства Солнечной системы и положения Земли в ней. Оценивая труд Галилея, А. Эйнштейн писал: «Выступая в защиту учения Коперника и ведя борьбу за нее, Галилей руководствовался не только стремлением упростить представления о движении небесных тел. Его цель состояла в том, чтобы с помощью беспристрастного и напряженного поиска достичь более глубокого и более последовательного понимания физических и астрономических фактов. Форма диалога, избранная им в его книге, отчасти объясняется блестящим примером Платона. Она позволила Галилею проявить свой выдающийся литературный талант, ярко и напрямую противопоставить различные мнения» [13. Т. 4. С. 339]. И далее: «Лейтмотив, явственно звучащий во всей книге Галилея – это страстная борьба против любого рода догм, основанных на авторитете» [Там же. С. 341].

Диалог между тремя собеседниками представлен читателю в течение четырех дней. В *первый день* они обсуждают сходство и различие земного и космического мира, описывают наблюдения за Луной. Во *второй день* обсуждается вращение Земли вокруг оси, что позволяет объяснить множество наблюдаемых на Земле

явлений. *Третий день* посвящен вращению Земли вокруг Солнца и строению Вселенной. Анализируется прямое и попятное движение планет, доказывается, что звезды находятся на разных расстояниях от Солнца, следовательно, нет надобности в «сфере неподвижных звезд», как считал Аристотель. В *четвертый день* в центре внимания собеседников – морские (океанские) приливы и отливы.

Трудно переоценить исследования механики небесных тел И. Кеплером (1571–1630). В каждой его работе четко просматривалась своеобразная личность. Характеризуя эпоху и вклад в науку великого астронома, Эйнштейн писал: «Он жил в эпоху, когда еще не было уверенности в существовании некоторой общей закономерности для всех явлений природы. Какой глубокой была у него вера в такую закономерность, если, работая в одиночестве, никем не поддерживаемый и непонятый, он на протяжении многих десятков лет черпал в ней силы для трудного и кропотливого эмпирического исследования движения планет и математических законов этого движения!» [13. Т. 4. С. 121].

Но прежде мы хотим отметить интерес Кеплера к «Платоновым телам» (правильным многогранникам), с помощью которых он в работе «Тайна Мира» построил модель Солнечной системы. Она выражала последовательность вложенных друг в друга правильных многогранников, каждый из которых заключен в соответствующую сферу планеты. Так, в сферу орбиты Сатурна можно вписать гексаэдр, в который вписывается сфера орбиты Юпитера. Причем центры вписанной и описанной сфер совпадали в месте нахождения Солнца.

Астроном Тихо Браге (1546–1601) оставил богатый эмпирический материал. Кеплер погрузился в его обработку и вычисления. Результатом стали три закона движения планет, два из которых были опубликованы в 1609 г. в книге «Новая астрономия».

Первый закон: «Каждая планета обращается по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце». В этой связи А. Эйнштейн писал: «К восхищению перед этим замечательным человеком добавляется еще чувство восхищения и благоговения, но относящееся не к человеку, а к загадочной гармонии природы, которая нас породила. Еще в древности люди придумали кривые, которые соответствуют простейшим законам. Наряду с прямой и окружностью среди них были эллипс и гипербола. Последние мы видим реализованными в орбитах небесных тел, во всяком случае, с хорошим приближением. Представляется, что человеческий разум должен свободно строить формы, прежде чем подтвердится их действительное существование. Замеча-

тельное произведение всей жизни Кеплера особенно ярко показывает, что познание не может расцвести из голой эмпирии. Такой расцвет возможен только из сравнения того, что придумано, с тем, что наблюдается» [13. Т. 4. С. 123–124].

Из первого закона следует, что *расстояния* планет от Солнца при движении по своей орбите различны. Ближайшая к Солнцу точка орбиты планеты называется *перигелий*, а наиболее удаленная *афелий*. В перигелии планета имеет максимальную скорость, а в афелии минимальную. Для Земли средняя скорость движения по орбите составляет 30 км/сек. В начале января она перемещается по орбите быстрее, а в начале июля медленнее.

Такая же картина и для скоростей: подходя ближе к Солнцу, планета движется быстрее, а отходя дальше от него медленнее. Эта особенность в движении планет «задает» формулировку **второго закона**: «Скорости планет на орбитах таковы, что отрезок (радиус-вектор), соединяющий Солнце с планетой, заметает равные площади за равные промежутки времени.

Первый и второй законы Кеплера можно представить в следующем графическом виде (рис.).

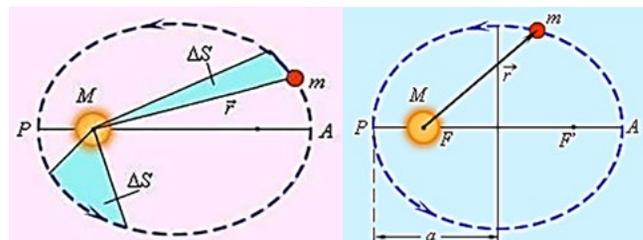


Рис. Графическое изображение первого и второго законов Кеплера

Через несколько лет в «Гармонии Мира» (1619) И. Кеплер дал формулировку еще и **третьего закона**: «Квадраты звездных периодов обращения планет относятся как кубы больших полуосей их орбит».

Законы И. Кеплера обозначили конец натурфилософских представлений о равномерных круговых движениях небесных тел, явились новым аргументом о центральном положении Солнца.

Революционную эстафету в области небесной механики подхватил гениальный И. Ньютон (1643–1727). «Думать о нем, – писал А. Эйнштейн, – значит думать о его творчестве. Такой человек может быть понят, только если представлять его как сцену, на которой разворачивалась борьба за вечную истину» [13. Т. 4. С. 8].

Одной из проблем, волновавших его, это *тяготение*, простирающееся до орбиты Луны. Он доказал, что Луна

удерживается на своей орбите той же силой, под влиянием которой падают тела на поверхность Земли. На пути к тайнам тяготения в 1666 г. стало решение задачи об ускорении при круговом движении тела. Ньютон установил, что «ускорение прямо пропорционально квадрату скорости тела и обратно пропорционально радиусу круга». По отношению к третьему закону И. Кеплера это суждение привело к выводу, что «центростремительные ускорения планет обратно пропорциональны квадратам их расстояний от Солнца».

В 1687 г. вышла его книга «Математические начала натуральной философии», где были сформулированы три закона механики (знакомые нам со школы), завершено построение дифференциального и интегрального исчислений. Теоретические и философские обобщения ученого стали основой *нового научного мировоззрения и механистической (механической) картины мира*. Здесь же был сформулирован и закон всемирного тяготения: «Сила тяготения двух тел прямо пропорциональна произведению их масс и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними». Если говорить словами А. Эйнштейна, то И. Ньютон «самой судьбой был поставлен на поворотном пункте умственного развития человечества» [13. Т. 4. С. 82]. И далее: «Его законам движения вместе с законом тяготения подчиняется движение всех небесных тел, происходящее под действием сил взаимного притяжения. Тем самым Ньютон осуществил мечты философов-материалистов, считавших, что должна существовать причинная взаимосвязь всех без исключения физических явлений» [Там же. С. 89–90].

Новая картина мира

А. Эйнштейн (1879–1955) считал, что высшим долгом физиков является поиск тех общих элементарных законов, на которых путем чистой дедукции и языка математики можно получить *картину мира*. Мы уже знаем, что фрагменты такой картины он видел в исследованиях Н. Коперника, Г. Галилея, И. Кеплера, И. Ньютона. Он оценил и работы М. Фарадея, Дж. Максвелла, Г. Герца. Но созданная им теория относительности задавала новую грань в научной картине мира, новое мировоззрение, стиль мышления, гуманистические идеалы. В 1910 г. М. Планк (1858–1947) заметил, что «если теория Эйнштейна окажется верной, а я думаю, что так и будет, его будут считать Коперником XX столетия».

Уже в 1914 г. А. Эйнштейн пришел к выводу о том, что природа устроена таким образом, что ее законы

не зависят от состояния движения наблюдателя, к которому относятся события в пространстве и времени. А в 1919 г. он писал: «Теория относительности принадлежит к классу фундаментальных теорий. Она подобна дому с двумя этажами: специальной теории относительности и общей теории относительности» [13. Т. 1. С. 678]. В 1905 г. появилась статья «К электродинамике движущихся тел», которая была посвящена *специальной теории относительности (СТО)*. Ее исходными принципами были следующие.

1. Принцип относительности: «Все инерциальные системы отсчета эквивалентны друг другу в характере постановки в них любых физических экспериментов», или, иначе говоря, все законы природы одинаковы во всех системах координат, движущихся прямолинейно и равномерно друг относительно друга.

2. Принцип постоянства скорости света: «Скорость света является постоянной во всех инерциальных системах и не зависит от источника или приемника света».

Из положений СТО следовало то, что:

- ◆ **сокращение длины** (скорость движения тела влияет на длину тела: с увеличением скорости длина его уменьшается);
- ◆ **замедление времени** (темп протекания времени в движущейся системе отсчета замедляется в сравнении с темпом тех же процессов в неподвижных системах отсчета);
- ◆ **увеличение массы** (масса движущегося тела возрастает в зависимости от скорости его движения).

Создав СТО, А. Эйнштейн изменил представления человека о связи материи с пространством и временем. Он писал: «Суть такова: раньше считали, что если как-нибудь чудом все материальные вещи исчезли бы вдруг, то пространство и время остались бы. Согласно же теории относительности вместе с вещами исчезли бы и пространство, и время» [13. Т. 1. С. 587].

СТО получила дальнейшее развитие в *общей теории относительности (ОТО)*. Она расширила принцип относительности, распространяя его как на инерциальные, так и на неинерциальные системы отсчета (где тело движется с ускорением), исходила из эквивалентности гравитационных и инерциальных масс. Формула $E = mc^2$ объединила три величины: энергию, массу и скорость света. В работе «Основы общей теории относительности» им устанавливалась связь и взаимообусловленность пространства, времени и тяготения. Согласно ОТО пространство искривлено и *кривизна* влияет на происходящие процессы. Кривизна возникает в силу того, что мир не пуст, а заполнен материей — веществом и полем.

Тело своей массой как бы «продавливает» пространство собственной тяжестью.

В мае 1919 г. две английские экспедиции, направленные в Бразилию и Западную Африку, произвели наблюдения за световыми лучами звезды вблизи Солнца и установили величину их отклонения от прямолинейного пути. Тем самым кривизна пространства была доказана.

Результаты ОТО потребовали отказа от геометрии Евклида, т.к. ее основные понятия («точка», «прямая», «плоскость» и др.) утратили первоначальный смысл. В гравитационном поле нет объектов, которые можно было бы отождествить с прямыми. «Наш мир, — писал А. Эйнштейн, — неэвклидов. Геометрическая природа его обусловлена массами и скоростями» [13. Т. 4. С. 507]. ОТО описывается геометрией, созданной немецким математиком Б. Риманом (1862–1866).

Исследования А. Эйнштейна обусловили не только новую картину мира, но и задали импульсы дальнейшего ее развития. В частности, предсказывалось наличие во Вселенной *темной материи*, существование *черных дыр*, вблизи которых гравитация настолько сильна, что время останавливается (об этом подробнее в дальнейшем).

«Тайны» Вселенной

Слово «тайны» мы взяли в кавычки потому, что теория познания показывает: непознанное сегодня будет познано завтра. А «попытки прочесть великую повесть о тайнах природы так же стары, — писал А. Эйнштейн, — как и само человеческое мышление. Однако лишь немногим более трех столетий назад ученые начали понимать язык этой повести. С того времени, т.е. со времени Галилея и Ньютона, чтение продвигалось быстро» [13. Т. 4. С. 362].

А вот что писал в «Предисловии» к книге «Черные дыры и молодые вселенные» знаменитый физик-теоретик, космолог и астрофизик современности Ст. Хокинг (1942–2018), первым изложивший космологическую теорию, в которой были объединены представления ОТО и квантовой механики: «Я не согласен с тем, что Вселенная это тайна, к которой можно прикоснуться, но которую нельзя постичь или предугадать. Отношение к Вселенной как к тайне идет вразрез с научной революцией, которую почти 400 лет назад провозгласил Галилей и продолжил Ньютон. Они показали, что некоторые области макрокосмоса не произвольны, что они подчиняются строгим математическим законам. С тех пор мы пытаемся применить подход Галилея и Ньютона

к остальным уголкам пространства. И сегодня все рутинные наблюдаемые явления выглядят для нас вполне логичными» [10. С. 6]. И далее: «Мы по-прежнему очень многого не знаем и не понимаем. Но уровень прогресса, которого мы достигли за последний век, должен внушать нам веру в то, что человеку по силам познать Вселенную во всей ее сложности. Что наш удел это вовсе не вечное блуждание в потемках. Мы способны на рывок к созданию всеобъемлющей теории Вселенной. И в этом случае мы станем ее полноправными хозяевами» [Там же. С. 7]. Но вместе с тем он замечал: «Трудно быть реалистом в науке, ведь то, что мы считаем реальностью, во многом обусловлено используемой нами теорией» [Там же. С. 45].

Пожалуй, первыми объектами интереса человека далекого прошлого стали Солнце, планеты и звезды. Через мифологию и натурфилософию пробивались первые ростки знания о них. Как мы уже знаем, идеи гелиоцентрической системы мира связаны с Аристархом Самосским. Систематическое изучение Солнца началось с XVII в. Медленно, но верно человек раскрывал тайны нашего ближайшего светила, установив, что это плазменный шар, имеющий диаметр, массу, температуру на поверхности и в центральной части, удаленность от Земли, структурные элементы, источник энергии, влияние на все живое.

Солнце — центр нашей *планетной системы*, представляющей совокупность небесных тел, объединенных силами тяготения. В нее входят 8 больших планет с их спутниками, а также кометы, астероиды, метеорные тела. Планеты «светят» отраженным солнечным светом, их форма близка к шарообразной. Они разделены на две группы.

1. *Меркурий, Венера, Земля и Марс* (это «земная» группа планет). Они сравнительно малы, но имеют большую плотность, состоят в основном из соединений кремния и железа.

2. *Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун* («юпитерианская» группа). Это планеты-гиганты, образованные в основном из водорода и гелия, пребывают в газообразном состоянии. Лишь ядро у них твердое.

Что касается звезд, то основными их характеристиками являются мощность излучения (светимость), масса, температура, цвет, удаленность, химический состав атмосферы, возраст. В начале XX в. была разработана специальная классификация звезд. Основные классы в ней обозначаются латинскими буквами: O, B, A, F, Q, K, M. Вдоль этой последовательности уменьшается температура звезд и меняется цвет — от голубого к красному. Известно, что астрофизик

Г. Рассел (1877–1957) придумал фразу: «Oh, Be A Fine Girl, Kiss Me!» («Будь славной девочкой, поцелуй меня!»). Первые буквы этой английской фразы и соответствуют названиям спектральных классов звезд.

На основе какой энергии живет и функционирует звезда? Источником звездной энергии являются *термоядерные реакции*, протекающие при температуре 10–30 млн градусов. В них происходит преобразование четырех ядер водорода (протонов) в одно ядро гелия. Внутри звезды происходит своеобразная «космическая борьба», которая обуславливает ее жизнь, эволюцию и смерть. Когда «горючее» истощается, звезда начинает остывать, равновесие термоядерных и гравитационных сил нарушается в пользу последних. Все кончается тем, что гравитация сжимает звезду до «шарика» размером в 10 километров. Такой «шарик» состоит из одних нейтронов – «кирпичиков» ядер атомов. В этом случае мы имеем так называемую *нейтронную звезду*. В 1967 г. такие звезды были реально обнаружены, и т.к. их радиоизлучения имели импульсивный характер их стали называть *пульсарами*.

Звезды не любят «умирать»: они эволюционируют. Если масса звезды во много раз больше массы Солнца, то ее ядро постепенно сжимается, но зато оболочка расширяется, и она превращается в *красного гиганта*. На последних этапах своей эволюции он теряет значительную массу оболочки и прекращает свое существование.

Однако это не единственное состояние эволюции звезды. Если ее масса меньше 1,2 массы Солнца, то звезда превращается в *белый карлик*. Это очень плотная звезда. Если масса не превышает примерно двух масс Солнца, то наступает ее нейтронное состояние: вещество звезды в основном состоит из нейтронов (что мы отмечали ранее). Когда же масса звезды больше чем в 10 раз больше массы Солнца, то ее завершающим этапом будет *черная дыра*. Гипотезу существования черных дыр (1968) связывают с именем физика-теоретика Дж. Уилера (1911–2008).

В нашей Галактике черная дыра была обнаружена в 2002 г. по спектральным наблюдениям в созвездии «Стрельца». Астрономы установили, что во Вселенной существует множество черных дыр гораздо более массивных, чем Солнце. Черная дыра обладает колоссальным тяготением, в нее все падает и устремляется, а «время, – считал Ст. Хокинг, – заканчивается как для самой звезды, так и для несчастного астронавта, которому случится туда упасть» [9. С. 35]. По мнению же Ю.Н. Ефремова, черные дыры «могут стать окнами в другие Вселенные и другие времена!» [4. С. 8].

В 1755 г. И. Кант предположил, что звезды образуют в Космосе группы, подобно тому, как планеты составляют Солнечную систему. Эти группы он назвал «звездными островками». Одним из них является наша Галактика («Млечный путь») – грандиозное видимое скопление звезд. Имена многих созвездий, заимствованные из мифологии, нам известны: Андромеда, Близнецы, Большая Медведица, Весы, Водолей, Геркулес, Лебедь, Лев и др. Можно сказать, что созвездия – это памятники древней культуры человека, его первых интересов к звездам.

Открытия XX в. качественно изменили представления человека об окружающем мире, свойствах пространства и времени, формах материи (вещество и поле), всемирном тяготении. «Общая теория относительности, – писал Ст. Хокинг в книге «Мир в ореховой скорлупке», – радикально изменила содержание дискуссий о происхождении и судьбе Вселенной» [9. С. 32].

Эволюция нашей Вселенной началась с точки *сингулярного состояния*, когда температура, плотность, давление и другие физические характеристики материи выражались бесконечно большими величинами. Исходная температура составляла порядка 10^{32} К («Горячая Вселенная»), но она быстро понижалась. В первые 2–3 минуты во Вселенной происходил процесс образования ядер первичных элементов. В первичном веществе Вселенной было 75% водорода (протонов), около 25% гелия, сотые доли процента ядер дейтерия (тяжелого водорода), лития и других легких элементов.

На ранних стадиях вещество в горячей Вселенной было в состоянии плазмы. Такая среда непрозрачна для электромагнитного излучения: фотоны (носители света) рассеиваются. Когда Вселенная остыла примерно до 3000 градусов, электроны и протоны довольно быстро объединились в атомы водорода и вещество стало прозрачным для фотонов. Испущенные на очень ранних этапах эволюции Вселенной, они существуют до нашего времени, позволяя определить ее возраст (приблизительно в 13,7 млрд лет). Это фоновое электромагнитное излучение получило название *реликтового*. Термин «реликтовое излучение» был введен астрофизиком И.С. Шкловским (1916–1985), а экспериментально это космическое явление было обнаружено в 1965 г.

Интервал от нуля до нескольких сот секунд называют «Большим взрывом». Гипотезу «Горячей Вселенной» предложил в 1946 г. физик-теоретик Г.А. Гамов (1904–1968). По мнению нашего соотечественника, наблюдаемая сегодня Вселенная представляет собой результат катастрофически быстрого разлета материи, которая до этого пребывала в состоянии сингулярности. Через

несколько часов после «Большого взрыва» образование ядер водорода и гелия прекратилось. Примерно миллион лет Вселенная расширялась без каких-либо качественных изменений.

Идею о расширении Вселенной связывают с именем астрофизика Э.П. Хабблом (1889–1953). В 1929 г. он установил закон: «Все галактики во Вселенной удаляются друг от друга со скоростью, прямо пропорциональной расстоянию между ними», т.е.

$$v = H_0 \cdot r;$$

где v – скорость удаления галактик от нас, r – расстояние до нее, H_0 – постоянная Хаббла, среднее значение которой 75 км/с на мегапарсек. Современное значение составляет, по разным оценкам, $74,03 \pm 1,42$ (км/с)/Мпк.

Вселенная расширяется. За последние 8 млрд лет она расширилась вдвое, ее объем увеличился в 8 раз. Во столько же раз увеличилась и энергия в этом объеме [См.: 8. С. 95]. «Однако, – замечал Ст. Хокинг, – если галактики сейчас разбегаются, это означает, что в прошлом они должны были располагаться ближе. Около 15 млрд лет назад они буквально сидели друг на друге и плотность была очень высокой. Это было состояние “первичного атома”, которое мы теперь именуем Большим взрывом» [9. С. 32].

Возрастает и скорость разбегания галактик. Сегодня она составляет 24 тысячи километров в секунду. Исследования показывают, что у Вселенной нет центра, ибо из любой точки пространства картина расширения будет выглядеть одной и той же. Вместе с тем модели Вселенной математика и геофизика А.А. Фридмана (1888–1925) позволяют высказать гипотезу о том, что Вселенная обладает свойством *пульсации*: ее положительное ускорение может смениться отрицательным, и она начнет сжиматься.

Существование во Вселенной космических тел астрономы обнаруживают в основном по излучению. Однако не от всех объектов можно получить излучение. Скажем: с Земли мы не можем рассмотреть маленькие «звездные пары». Наличие подобных космических тел удастся установить только по их гравитационному взаимодействию на соседние тела. Следовательно, во Вселенной содержится гораздо больше вещества, чем то, которое доступно нам прямым наблюдением. Невидимое вещество, проявляющее себя во взаимодействии с видимым веществом посредством сил тяготения, назвали *темной материей* («скрытой массой»).

Впервые о ней заговорили астрономы с 1930-х гг. Существенный вклад в решение гипотезы о наличии

темной материи внес астроном Ф. Цвикки (1898–1974). Составляет она приблизительно 95% от всего вещества в галактиках.

Интересные гипотезы строятся и относительно энергетических компонентов Вселенной. Поскольку «обычное» вещество неспособно ускорять разбегание галактик (оно лишь их тормозит), то это дало основание астрофизикам предполагать наличие особой энергии, которая создает не тяготение, а *антитяготение* (отталкивание тел). Причем сила антитяготения превосходит силу тяготения. Новая энергия получила название «темная энергия». На ее долю приходится примерно 75% всей энергии Мироздания [См.: 12. С. 184].

Как видим, человеку стали доступны многие тайны нашей Вселенной. XX в. стал началом великих астрономических открытий. Но Вселенная меняется со временем. «Каким кажется будущее для наиболее вероятных историй Вселенной, совместимых с появлением разумных существ? – ставит вопрос Ст. Хокинг. – Тут видятся разные варианты в зависимости от количества вещества во Вселенной. Если его больше некоторого критического значения, гравитационное притяжение между галактиками замедлит и, в конце концов, остановит их разлет. Затем они начнут падать друг к другу и сойдутся в Большом сжатии, которое станет концом истории Вселенной в реальном времени» [9. С. 124]. И далее: «Если плотность Вселенной ниже критического значения, гравитация слишком слаба, чтобы предотвратить вечное разлетание галактик, все звезды прогорят, и Вселенная будет становиться все более пустой и холодной. Так что и тут все придет к концу, хотя и не столь драматичному. В любом случае Вселенная просуществует еще немало миллиардов лет» [Там же. С. 125]. Нужно, правда, понимать, что это – картина теоретическая, умозрительная.

Заключение

Итак, в истории человечества, начиная с далекого прошлого, последовательно разворачивалась картина Мироздания на основе синтеза философско-математического и естественнонаучного знания. Отодвигались и отодвигаются границы непознанного, ставятся и решаются научные проблемы.

Одним из таких достижений текущего столетия является решение Г. Перельманом гипотезы, которую сформулировал знаменитый А. Пуанкаре (1854–1912) в 1904 г. Французский ученый предположил, что трехмерная сфера *односвязна*, т.е. позволяет каждую петлю в пространстве стянуть в точку. Г. Перельман своим доказательством обосновал существование в трехмерном

пространстве лишь односвязного компактного многообразия – трехмерной сферы.

Именно такую форму имеет наша Вселенная. А если это так, то она может быть свернута в одну точку, а затем снова развернуться, что так или иначе выводит нас на рождение Вселенной и возможное существование в ней двух различных структур пространства. Несомненно, Г. Перельман показал нам умение теоретически, математически управлять Вселенной («Я знаю, как управлять Вселенной»).

Безусловно, наши представления о физической реальности никогда не могут быть окончательными. Зигзаги будущих знаний о Вселенной никто точно не выразит, ибо ее жизнь содержит множество возможностей. Но создаются эти возможности сегодня. И в нашем «завтра» мы можем усмотреть всеохватывающие глобальные связи и отношения. При наличии различных культур, политических систем, наций и рас главным для людей планеты Земля должно стать *сплочение*. Думается, что объединяющей идеей может стать глобальный гуманизм и ноосферное миропонимание.

Литература

1. *Аристотель*. Сочинения: В 4 т. М., 1975–1984. Т. 3.
2. *Галилей Г.* Пробирных дел мастер. М., 1987.
3. *Галилей Г.* Диалог о двух главнейших системах мира Птолемея и Коперникова. М.-Л., 1948.
4. *Ефремов Ю.Н.* Вглубь Вселенной. Звезды, галактики и мироздание. М., 2003.
5. *Кант И.* Сочинения: В 6 т. М., 1965. Т. 4. Ч. 1.
6. *Коперник Н.* О вращениях небесных сфер. М., 1964.
7. *Платон*. Сочинения: В 4 т. СПб., 2006–2007. Т. 3. Ч. 1.
8. *Рубаков В.А.* Темная энергия во Вселенной // В защиту науки. Бюллетень. № 7. М., 2010.
9. *Хокинг С.У.* Мир в ореховой скорлупке. М., 2012.
10. *Хокинг С.У.* Черные дыры и молодые вселенные. М., 2017.
11. *Циолковский К.Э.* Космическая философия. Сборник. М., 2004.
12. *Черепашук А.М., Чернин А.Д.* Современная космология – наука об эволюции Вселенной // В защиту науки. Бюллетень. № 4. М., 2006.
13. *Эйнштейн А.* Собрание научных трудов: В 4 т. М., 1965–1967.

References

1. *Aristotle*. Works: In 4 vols. Moscow, 1975–1984. Vol. 3.
2. *Galilei, G.* Assay cases master. Moscow, 1987.
3. *Galilei, G.* Dialogue about two main systems of the world Ptolemaic and Copernican. Moscow-Leningrad, 1948.
4. *Efremov, Yu.N.* Deep into the Universe. Stars, galaxies and universe. Moscow, 2003.
5. *Kant, I.* Works: In 6 vols. Moscow, 1965. Vol. 4. Part 1.
6. *Copernicus, N.* On the rotations of the celestial spheres. Moscow, 1964.
7. *Plato*. Works: In 4 vols. St. Petersburg, 2006–2007. Vol. 3. Part 1.
8. *Rubakov, V.A.* Dark energy in the Universe. *In defense of science. Bulletin*. No. 7. Moscow, 2010.
9. *Hawking, S.U.* The world in a nutshell. Moscow, 2012.
10. *Hawking, S.U.* Black holes and young universes. Moscow, 2012.
11. *Tsiolkovsky, K.E.* Cosmic philosophy. Collection. Moscow, 2004.
12. *Cherepashchuk, A.M., Chernin, A.D.* Modern cosmology – the Science of the Evolution of the Universe. *In defense of science. Bulletin*. No. 4. Moscow, 2006.
13. *Einstein, A.* Collection of scientific works: In 4 vols. Moscow, 1965–1967.