

ФИЛОСОФСКИЕ АСПЕКТЫ ГРАВИТАЦИОННОЙ АСТРОНОМИИ. ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МИРОПОНИМАНИЕ

*Н. В. Кондратьева*¹

1. Теория гравитации

Основоположником теории гравитации можно считать И. Ньютона. Согласно сформулированному им закону всемирного тяготения, все тела во Вселенной притягиваются друг к другу с силой, пропорциональной их массам и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними. Ньютон попробовал применить этот закон ко всей Вселенной. И тогда для объяснения статичности Вселенной, того обстоятельства, что все тела не сжались в одно тело и не движутся друг к другу, ему понадобилось ввести гипотезу пространственной бесконечности Вселенной. В бесконечной Вселенной может происходить, как думал Ньютон, некоторое уравнивание сил тяготения с разных сторон, и Вселенная может быть статичной. Однако к концу XIX века ньютоновская теория пространственно бесконечной Вселенной была поставлена под сомнение (парадоксы Зеелигера и Ольберса) [1].

Разрешить эти парадоксы взялся А. Эйнштейн. В 1915 году он сформулировал Общую теорию относительности (ОТО), которая является теорией гравитации как кривизны четырехмерного пространства-времени. Основным уравнением теории гравитации является уравнение Эйнштейна, из которого в частном случае следует закон всемирного тяготения Ньютона. Уравнение Эйнштейна устроено так, что в его правой части стоит выражение, описывающее «материю» (вещество или излучение), а в левой части — «геометрию» (кривизну пространства-времени). Популярное объяснение, как большая масса «искривляет» пространство, предложил Я. Перельманн [2] : возьмем лист бумаги и горизонтально подвесим его. Затем положим на середину листа небольшой груз: лист прогнется под тяжестью груза и его поверхность станет «кривой». Чем больше груз, тем более искривленной станет поверхность листа. Рассматривая движение небольшого шарика по поверхности такого листа, мы обнаружим, что если при отсутствии груза он двигался по прямой, то при движении по искривленной поверхности он будет стремиться скатываться к местоположению груза, что можно интерпретировать как притяжение большим грузом малого. (Здесь, конечно, может возникнуть вопрос: все будет так выглядеть,

¹nkondr24@gmail.com

если мы будем наблюдать за листом и грузом со стороны, а если мы будем находиться «внутри» листа? На этот вопрос есть ответ, однако он уже требует определенной математики).

Левая часть уравнения Эйнштейна описывает геометрию и кривизну этой геометрии, отождествляемую с гравитационным полем. Материя, представленная правой частью уравнения, указывает, как пространству времени искривляться, а пространство-время указывает, как материи двигаться.

На вопрос почему свою теорию Эйнштейн назвал теорией относительности, а не теорией гравитации, Эйнштейн ответил: «Под движением тела мы всегда разумеем изменение его положения относительно другого тела. Говорить о движении единственного тела значит противоречить здравому смыслу».

2. Первотолчок и черные дыры

Формулируя закон всемирного тяготения, Ньютон задумался о том, почему во Вселенной есть движение? Согласно второму закону Ньютона всякое ускорение обусловлено силой, представляющей собой действие одного тела на другое. Никакого «самодвижения» в природе не бывает. Но тогда получается, что если одно тело толкает другое, то его в свою очередь толкает третье. Следовательно, необходим некий «первотолчок», запускающий Вселенную, в которой есть движение. Этот первотолчок Ньютон, следуя Аристотелю, отождествлял с Богом [1].

В космологии XX века та же проблема первотолчка возникла как проблема сингулярности в начале Вселенной. В 2005 году вышла книга Р. Пенроуза «Круги Времени» [3] в которой была предложена гипотеза циклической Вселенной. На эту тему Пенроуз прочел лекции во многих университетах мира. В соответствии с этой гипотезой, зоны циклической Вселенной отделены друг от друга событием Большого Взрыва. Эон включает в себя образования элементарных частиц из вакуума, рождение проявленного космоса, развитие косной материи, старение или уменьшение числа материальных частиц, переход в непроявлено состояние.

В соответствии с гипотезой Р. Пенроуза, коллапс сверхмассивных черных дыр перед Большим Взрывом производит возмущения в виде гравитационных волн, которые переживают Большой Взрыв и передают информацию от зона к зоне. Эта гипотеза разделила ученых на два лагеря, — тех, кто с воодушевлением воспринял идею циклов времени, и немалый лагерь скептиков.

В циклической Вселенной проблема «первотолчка» уступила место проблеме толчка к рождению нового эона как действия закона периодичности. Так же возникла проблема осознания беспредельности с ее вечным законом циклов дифференциации, взаимоиспытания и синтеза. К тому же, черные дыры и гравитационные волны относились к области гипотетических понятий.

Однако, что касается гравитационных волн и черных дыр, то здесь у физиков были уже некоторые наработки. Гравитационные волны были

предсказаны исходя из Общей теории относительности. А черная дыра как ситуация, когда гравитационное поле звезды или какого-либо космического тела столь сильное, что скорость, необходимая чтобы улететь с него равна скорости света, обсуждалась еще французским математиком Лапласом и английским физиком Митчелом в XVIII веке. Такое тело будет казаться совсем темным, откуда и возникло название черная дыра.

ОТО, в которой скорость света есть предельная скорость любого движения, говорит, что никакая информация не может к нам проникнуть «изнутри» черной дыры, начиная с некоторого расстояния, называемого горизонтом.

Первым объектом, отождествленным с черной дырой, был рентгеновский источник в созвездии Лебедя. Он был обнаружен с помощью американского рентгеновского спутника UNURU. Сама черная дыра не наблюдалась, но рядом с ней находилась обычная звезда и черная дыра втягивала вещество звезды внутрь себя. При этом движущееся с большой скоростью вещество испускало электромагнитное излучение, которое и наблюдалось. Если же допустить, что существуют скорости превышающие скорость света, то черные дыры могут излучать превосходящие все наши представления невообразимо прекрасные, тончайшие излучения, и наше понимание черных дыр может быть совсем иным. Стивен Хокинг заметил: «К черным дырам вряд ли подходит название черные; на самом деле они раскалены до бела». [13] Анализируя работы С. Хокина, В. Шварцмана, Р. Пенроуза, Ф. Цицин в своей работе «Черные дыры — реальность или мираж?» пишет: «Так называемая «черная дыра» (ЧД) — объект пострелятивистский и постквантовый. Это объект пока не известного нам гравитационно-квантового Мира, подчиняющийся его, а не нашим фундаментальным физическим законам. ... Сам термин «ЧД» в применении к соответствующему классу реальных космических объектов, лишен смысла. Ведь еще не известные фундаментальные законы материи в центральной планковской сингулярности не обязаны исключать выброс материи и энергии из этой сингулярности в пределы горизонта ЧД и ДАЛЕЕ. Возможно, это может иметь отношение, в частности, к до сих пор не находящим объяснения выбросам из центральных «точек» активных галактик, вообще к работе загадочной «центральной машины» квазаров и т.п. Возможно, это поможет и понять природу одного из самых загадочных явлений в современной астрономии: так называемого гамма-всплеска. Не исключено, что явление гамма-всплеска связано не «просто» со столкновением звездных масс черных дыр, а инициируется принципиально новым для нашей физики явлением — прямым столкновением планковских сингулярностей сливающихся ЧД.» [12]

Сегодня мы знаем о черных дырах меньше, чем не знаем.

Здесь уместно привести слова нобелевского лауреата физика С. Чандрасекхара: «Исследуя явления, связанные с горизонтами событий и невозможностью передать через них информацию, я часто повторял про себя сказку о природе, которую слышал в Индии. Сказка повествовала о личинках стрекоз, живущих на дне пруда. Их постоянно мучила одна загадка: что происходит с ними, когда, став взрослыми, они поднимаются к поверхности пруда, проходят через нее и исчезают, чтобы больше никогда

не вернуться? Каждая личинка, ставшая взрослой и готовящаяся подняться наверх, обязательно обещает вернуться и рассказать оставшимся внизу подругам о том, что происходит наверху. Ведь только так удастся подтвердить или опровергнуть слухи, распространяемые лягушкой: будто бы личинка, пересекающая поверхность пруда и оказавшаяся по другую сторону привычного мира, превращается в удивительное существо с длинным стройным телом и сверкающими крыльями. Но, выйдя из воды, личинка превращается в стрекозу, которая, увы, не может проникнуть под воду пруда, сколько бы она ни пыталась и как бы долго не парила над его зеркальной поверхностью...» [14].

3. Гравитационные волны

Гравитационные волны — это колебания кривизны пространства-времени, распространяющиеся с очень высокой скоростью. Они были предсказаны ОТО, но далеко не все верили в их существование. Усомнился в них даже сам А. Эйнштейн. Дискуссию о реальности гравитационных волн (ГВ) активно вели ученые многих стран. Вторая мировая война прервала эту дискуссию. После войны она возобновилась с новой силой. В 1957 г. английский физик Ф. Пиранни обосновал возможность детектирования ГВ. В 1962 г. советские ученые В. Пустановойт и М. Герценштейн описали принципы использования интерферометров для обнаружения ГВ. Интерферометр Майкельсона был известен еще XIX веке, с его помощью пытались зафиксировать «эфирный ветер». Идея использования интерферометров для обнаружения ГВ Пустановойта и Герценштейна не обратила на себя должного внимания.

В 1969 г. Дж. Вебер сообщил об обнаружении им ГВ. В качестве детектора ГВ он применил механические гравитационные антенны.

В начале 70-х гг. В.Б. Брагинский повторил в Москве эксперименты Дж. Вебера, но зафиксировать ГВ не удалось.

В течении 45 лет никому не удалось подтвердить опыт Дж. Вебера, физики пришли к мнению, что Дж. Вебер не мог зарегистрировать ГВ. Однако, его работа способствовала бурному росту публикаций, посвященных ГВ, а сам Джозеф Вебер был признан основателем гравитационной астрономии.

Чтобы породить мощную гравитационную волну нужно очень сильно исказить пространство-время. Идеальный вариант — две черные дыры, вращающиеся друг вокруг друга в тесном танце, на расстоянии порядка их гравитационного радиуса. Искажения метрики будут столь сильными, что заметная часть энергии этой пары будет излучаться в гравитационные волны. Теряя энергию, пара будет сближаться, кружась все быстрее, искажая метрику все сильнее и порождая все более сильные гравитационные волны, пока, наконец, не произойдет кардинальная перестройка всего гравитационного поля этой пары и две черные дыры не сольются в одну. Такое слияние черных дыр — взрыв грандиозной мощности, и значительная часть излучаемой энергии уходит в колебания пространства. Аналогичные колебания будут сопровождать и слияния нейтронных звезд [4].

Два объекта излучают гравитационные волны только в паре (притягивающиеся друг к другу и сливающиеся галактики, коллапс двойной системы компактных объектов, слияние черных дыр, нейтронных звезд, ...).

До XX века космология была объектом философии и поэзии и в одном из философских трактатов можно прочесть: «Тяготение — основной закон мироздания. В высших сферах и мирах, тяготение преобразуется в закон Любви и справедливого Сочетания. Чувство является ведущим началом во всем Сущем. Миры начинаются чувством — Любовью, т. к. Любовь уявлена как притяжении и сцеплении энергий».

Этот тезис развил в своей религиозно-философской работе «Послание Молитвы Господней» гениальный ученый и авиаконструктор, вклад которого в развитие воздухоплавания не был превзойден, пожалуй, никем — Игорь Сикорский. Он писал: «Функционирование небесных механизмов дает нам представление о том, что может происходить в явлениях высшего порядка, находящихся вне видимости, где силы гравитации и притяжения заменены доброй волей и любовью в их высшем значении».

4. Гравитационные волны — реальность

В течении ста лет ученые многих стран искали подтверждение существованию ГВ и когда 11 февраля 2016 года было сообщено об обнаружении ГВ, это событие синхронно (буквально минута в минуту) стало известно на всех континентах.

14 сентября 2015 года обновленная обсерватория LIGO (США) зарегистрировала гравитационно-волновой всплеск, порожденный слиянием двух черных дыр. Четыре месяца ушло на проверку полученных данных, на обработку и вычисления. 21 января 2016 г. группа из 1011 (невиданное число!) авторов из 126 научных подразделений из 18 стран направила статью «Наблюдение гравитационных волн от слияния бинарной черной дыры» в журнал «Physical Review Letters». Статья была опубликована 11 февраля 2016 г. Для всего мира это было сенсационным сообщением [5].

Используя теоретические соотношения и параметры полученного сигнала, ученые вычислили массы взаимодействующих черных дыр. Они оказались около 29 и 36 масс Солнца. После слияния общая масса составила примерно 62 массы Солнца. Это означало уменьшение суммарной массы примерно на три массы Солнца. Что, в свою очередь, может означать, что 4,8% энергии черных дыр преобразовалось в гравитационные волны.

В пользу гипотезы Р. Пенроуза о циклической Вселенной это был значительный вклад, но главное, был открыт новый инструмент для изучения Вселенной и происходящих в ней процессов.

Гравитационно-волновая астрономия позволяет заглянуть на расстояния в миллиард световых лет и более. Насколько более? Можем приблизиться к моменту рождения нашей Вселенной? Или как утверждает Роджер Пенроуз, заглянуть за Большой взрыв в предыдущую Вселенную?

5. Метафизика

«Трудно абстрагироваться от концепций и взглядов, представляющихся уже установленными или даже самоочевидными».

А. Эйнштейн

«Прогресс науки постоянно тормозится тираническим влиянием некоторых концепций, которые, в конце концов, стали считаться догмами».

Луи де Бройль

С древних времен метафизика рассматривалась как система исходных представлений об основах бытия, о первичных понятиях и закономерностях мироздания. Метафизика была частью философии, хотя существенный вклад в нее вносили именно естествоиспытатели: Р.Декарт, Г.Галилей, Г.Лейбниц...

Сегодня метафизика рассматривает целый спектр парадигм, среди которых выделяется физическое миропонимание и геометрическое миропонимание [6]. Эйнштейновская Общая теория относительности представляет геометрическое миропонимание.

Уильям Клиффорд в своей работе «О пространственной теории материи» (1870 г.) писал: «Я считаю что:

- 1) Малые участки пространства аналогичны небольшим холмам на поверхности...
- 2) Это свойство искривленности или деформации непрерывно переходит с одного участка пространства на другой наподобие волны.
- 3) Это изменение кривизны есть то, что мы называем движением материи...
- 4) В физическом мире ничего не происходит, кроме таких изменений...»

Американский физик Дж. Уилер в XX веке вторил Клиффорду «В мире нет ничего, кроме искривления пространства. Материя, заряд, электромагнитные и другие поля являются лишь проявлениями искривленного пространства. Физика есть геометрия».

Геометрическое миропонимание уходит в глубь веков, Дж. Уилер в своих работах цитирует ренессансного неоплатоника Ф.Патрици: «Итак, пространство есть то, что было прежде мира (космоса) и будет после него, что стоит во главе мира, ... Разве оно тогда не субстанция? Если субстанция есть то, что лежит в основе, то пространство скорее всего сущность мира». Ф. Патрици в свою очередь поддерживал неоплатоников и геометризацию оптики Роберта Гроссетесте, жившего в первой половине XIII века [7]. Роберт Гроссетесте, пытался объединить геометрическое миропонимание с физическим миропониманием, утверждая квантовую природу света и геометрические законы его распространения.

Так, опираясь на предшественников, порой на многие века опережавших свое время, ученые шаг за шагом шли вперед.

Во второй половине XX века в Советском Союзе, где метафизика трактовалась как реакционное идеалистическое учение, противоречащее «единственно верному» диалектическому материализму, физики активно вели дискуссии по вопросам метафизики.

Примером этому может служить дискуссия, развернувшаяся в 1964 году в Киеве на Первом Всесоюзном симпозиуме «Философские проблемы теории тяготения Эйнштейна и релятивистской космологии». На этом симпозиуме профессор А.З. Петров утверждал: «Поле гравитации — это особый вид материи и потому она, как таковая, проявляет себя в движении и не может двигаться иначе, как в пространстве-времени». Профессор М.Ф. Широков ему возражал: «С физической точки зрения поля тяготения и инерции, как проявления геометрических свойств пространства и времени, следует считать формами существования материи, а не материей». А профессор Д.Д. Иваненко заявлял, что гравитация — частично материя, а частично форма существования материи... [6], [8].

Д.Д. Иваненко был одним из немногих, кто рассматривал ОТО как очень важную, но не окончательную попытку построения единой теории устройства мира, он говорил: «Так или иначе нынешний период истории физики характерен все более настойчивыми и перспективными попытками построения новой, четвертой в исторической последовательности единой картины мира». Он неоднократно выражал сомнения в правильности распространения закономерностей ОТО на описание Вселенной в целом. [9] Ибо признание беспредельности как в познании, так и в бесконечности развития Мира, делают невозможным познание абсолюта, но последовательное, шаг за шагом осознание все новых планов бытия дают человечеству новые возможности творчества.

Сегодня одним из дискуссионных вопросов по поводу которого ведутся споры является вопрос о переходе от римановой геометрии, положенной в основу ОТО к геометрии с кручением.

Ученик Л.В. Келдыша и Д.Д. Иваненко, Г.И. Шипов в 2005 году выступил на конференции в Бельгии с докладом «Механика Декарта — четвертое обобщение механики Ньютона» (Shipov G. // *Descartes' Mechanics — Fourth Generalization of Newtons Mechanics*. In «7th Intern. Conference Computing Anticipatory Systems», НЕС-ULg, Liege, Belgium, 2005).

В своей статье «Механика Декарта — четвертое обобщение механики Ньютона» Геннадий Шипов пишет: «Хотя механика Ньютона обобщалась уже трижды: при создании специальной теории относительности, ОТО и квантовой механики, существует возможность для ее дальнейшего обобщения.

Перед созданием Ньютоном основ механики (1687 г.) Рене Декарт отстаивал точку зрения, что всякое движение есть вращение. Это утверждение удается доказать последовательно только сейчас, используя богатый арсенал математических и физических идей современной науки, выдвинутых в разное время выдающимися учеными. Четвертое обобщение механики Ньютона оказалось возможным при условии, что в уравнениях механики Декарта реализуются:

Проблема Клиффорда-Эйнштейна по геометризации.

Эрлангенская программа Клейна.

Идея Картана о связи кручения пространства с физическим вращением.

Идея Кармели об объединении поступательной и вращательной относительности.

Идея Пенроуза об одинаковом законе преобразований для трансляций и вращений.

Идея Уиллера о геометрической природе спинорных полей.

Идея Декарта о вращательной природе любого движения.»

Отличительной чертой механики Декарта или вакуумной механики является принцип объединения поступательной и вращательной относительности. Этот принцип утверждает относительность всех физических полей и взаимодействий.

В философских трактатах давно уже можно было встретить идею об объединении закона ритма с законом циклов. Одним из различий между циклическим законом и законом ритма является разность направлений. Циклический закон направляет определенные формы энергии и материи по окружной траектории; ритмический закон побуждает материю, внутри которой он действует к возвратно-поступательному движению и задает его границы. Циклический закон направляет энергию в необходимые круговые каналы; закон ритма направляет течение силы — и субстанции — внутри этих каналов. Например, ритмический закон управляет актом дыхания путем своего возвратно-поступательного воздействия на клетки дыхательных центров; циклический закон определяет путь составных частиц воздуха, втянутых в легкие с помощью дыхания, и направление кровотока, когда тот входит в сердце и покидает его (малый легочный круг кровообращения) — и делает он это точно так же, как направляет ход планет по их орбитам вокруг Солнца.

«Всякая вибрация во всей материи движется в совершенном ритме. Как бы малы ни были атом, клетка или орган силы или субстанции, энергия, которая принудила их к внешнему выражению, установила в их начальном центре колебания вперед и назад, внутрь и наружу, в точном соотношении. Если эта мера нарушается, то происходит перемена в строении силы или субстанции. Если бы возможно было увеличить частоту вибрации атома за пределы установленные ему законом ритма, то атом перестал бы существовать на своем плане бытия».

Гипотеза циклической Вселенной Пенроуза так же объединяет циклы эонов с ритмом отдельных фаз эона. Циклический закон определяет продолжительность эона; ритмический закон управляет качествами (диапазонами частот или уровнем вибраций) действующими в промежутка между определенными фазами жизни эона, — молодости, зрелости, старости, ...

Объединение поступательной и вращательной относительностей лежит в основе теории физического вакуума [10]. Уравнения физического вакуума (они же уравнения вакуумной механики или механики Декарта — четвертого обобщения механики Ньютона), описывающие 10-ти мерное пространство событий с четырьмя трансляционными и шестью вращательными координатами, полностью геометризованные уравнения Эйнштейна и Янга–Миллса, описывают физический вакуум из которого рождаются элементарные частицы. «А если мы знаем как устроен физический вакуум, из которого рождаются элементарные частицы, то мы можем знать как устроены сами частицы и можем описать их взаимодействие».

В теории, построенной с учетом вращательной относительности, нет двух категорий (пространства-времени и материальных источников),

а есть только закрученное и искривленное пространство Вайценбека. Следуя Клиффорду, можно теперь сказать, что в мире ничего не происходит кроме изменения кривизны и кручения пространства, поскольку материальные источники сведены к кручению Риччи. [15]

Здесь, конечно, возникает вопрос как торсионные поля (поля кручения) физического вакуума связаны с гравитационными волнами. Если торсионное поле связано с волновой функцией квантовой механики (как у Г.И. Шипова), то оно должно быть источником гравитационных волн. Но в целом, сегодня мы можем сказать, что знаем о гравитационных волнах меньше, чем не знаем... Теоретические исследования, эксперименты и метафизические дискуссии продолжаются.

6. Лирика

Когда в начале 1970-тых г.г. В Киеве, в подвале гостиницы «Феофания» группа физиков под руководством академика АН УССР А.З. Петрова собрала детектор по улавливанию гравитационных волн (копию установки В.Б. Брагинского), физики в шутку нарисовали на вакуумной камере философа Диогена. Вакуумная камера представляла собой металлическую бочку, и Диоген, сидя в «бочке», прислушивался к «гравитационной музыке небесных сфер» [11].

Частота (вибрация) зафиксированного LIGO сигнала от гравитационных волн в 2015 г. совпала с диапазоном частот человеческого голоса (хотя физически эти явления различные) и ученые смоделировали сигнал от гравитационных волн в звуковой форме. В результате был услышан так называемый chirping или «щелбание», — мы услышали «музыку гравитационных волн»...

Гравитационные волны — рябь пространства,
Я плыву по ним из-за своего упрямства,
Из упрямства доплыть до Вечности-Пристани,
Чтоб узнать секрет Бесконечности — Истины,
И вернуться назад, где пирог в печи, —
Это близко совсем, как звезда в ночи...

P.S. Сегодня ровно год, как сигнал от гравитационных волн от слияния двух черных дыр в далеком космосе был зарегистрирован учеными на Земле.

14 сентября 2016

Использованная литература

1. А.А. Гриб. «Основные представления современной космологии», Физматлит, Москва, 2008
2. Я.И. Перельман. «Занимательная физика», Наука, Москва, 1972
3. Р. Пенроуз. «Циклы времени. Новый взгляд на эволюцию Вселенной». — Москва, Бином. Лаборатория знаний. 2014

4. И. Иванов. Журнал «Открытия и гипотезы», №3, 2016
5. Л.Ф. Черногор. Журнал «Наука и Техника», №4 (119), 2016
6. Ю.С. Владимиров. «Метафизические парадигмы в трудах отечественных физиков-теоретиков второй половины XX века», «Исследования по истории физики и механики», «Наука», Москва, 2004
7. М. Симаков. «Восточная философия и современная наука», Серия «Математика и культура», Москва, 2004
8. «Философские проблемы теории тяготения Эйнштейна и релятивистской космология» (Труды Всесоюзного Симпозиума, Киев 1964 г.) Из-во «Наукова думка», Киев, 1964
9. Ю.С. Владимиров. «Метафизические проблемы теории гравитации и космологии», МГУ, 2012
10. Г.И. Шипов. «Теория физического вакуума», Москва, «Наука», 1997
11. «У пошуках гравітаційних хвиль: шлях до відкриття, тріумф, перспективи», Інтерв'ю Олени Мележик з В.І. Ждановим і Ю.В. Штановим, Київ, 2016
12. Ф. А. Цицин. «Исследования по истории физики и механики», Москва, «Наука», 2002
13. С. Хокинг. «От Большого Взрыва до Черных Дыр», Москва, Из-во «Мир», 1990
14. Ю.В. Мизун, Ю.Г. Мизун. «Тайны Вселенной», Москва, Из-во «Вече»,
15. Г.И. Шипов. «Теория физического вакуума. (В популярном изложении)». Москва, «Кириллица», 2002