Кубанский государственный университет

Физико-технический факультет

Кафедра оптоэлектроники

Реферативная работа

по учебному курсу

"Концепции современного естествознания"

Естественнонаучная концепция развития процессов в природе

Работу выполнил

студент Левченко М.Ю.

Ведущий преподаватель

канд. физ.-мат. наук

В.П. Прохоров

Краснодар - 2013

**1. Первичные процессы синтеза нуклонов и образования атомов**

Объединение протонов и нейтронов (нуклонов) в составные ядра атомов протекает с участием ядерных сил, радиус действия которых не превышает 10-13 см. Для сближения нуклонов на такие расстояния необходимо по крайней мере выполнение двух условий: свободные нуклоны должны обладать энергией, позволяющей им сблизиться до указанных расстояний; их энергия при этом не должна превышать энергии связи нуклонов в ядре, иначе объединение не сможет устойчиво существовать. Поэтому нуклеосинтез (синтез нуклонов) может протекать в интервале температур с верхней границей порядка 1 млрд. градусов.

Электрические заряды протонов препятствуют их прямому объединению, для преодоления электростатического отталкивания требуются высокие энергии. В условиях же Вселенной на этапе нуклеосинтеза образование составных ядер возможно только на основе соединений протонов с нейтронами. Соединение протона с нейтроном создает ядро дейтерия, с двумя нейтронами - ядро трития. Это два известных изотопа водорода. Образование же ядер других элементов требует, казалось бы, невозможного - объединения двух и большего числа протонов. Американский физик-теоретик Г.А. Гамов (1904-1968) и другие ученые указали возможный путь нуклеосинтеза, в его основе лежит процесс нерезонансного, захвата нейтрона протоном. В таком процессе захваченный нейтрон распадается на протон, электрон и антинейтрино (бета-распад) и образуется устойчивое ядро из двух протонов, к которым присоединяется еще один или два нейтрона, т. е. возникает ядро с атомным числом 3 или 4 одного из двух изотопов гелия, следующего после водорода элемента таблицы Менделеева.

В принципе такой процесс может повториться с ядром гелия, оно увеличит свой заряд на единицу и станет ядром лития, затем ядром бериллия и последующих элементов. Казалось бы, открывается прямой путь для последовательного образования одного за другим ядер всех элементов. Однако в природе переходы от простого к сложному нередко отличаются от наиболее прямых и, в нашем представлении, логичных путей.

Так произошло и в случае нуклеосинтеза в ранней Вселенной. На пути его прямого развития встали элементы с “магическими” числами 5 и 8. Дело в том, что любая комбинация протонов и нейтронов, образующая ядро с атомным весом 5 или 8, оказывается нежизнеспособной, она распадается быстрее, чем образуется. Тем самым цепочка присоединения нейтронов к ядру с последующим их превращением в протоны "и последовательным увеличением заряда ядра на единицу обрывается в самом начале, не оставляя надежды на получение ядер с числом нуклонов, превышающим 4. Этот барьер на пути нуклеосинтеза физики назвали “щелью массы”.

Таким образом, нуклеосинтез в начальной фазе развития Вселенной не мог образовать наблюдаемого в сегодняшней Вселенной разнообразия химических элементов, поэтому его назвали первичным нуклеосинтезом. В соответствии с одной из последних моделей все вещество Вселенной на ранней стадии эволюции начало быстро расширяться. Примерно через полчаса после начала расширения все нейтроны оказались связанными с частью протонов, образовав ядра гелия с очень небольшой добавкой дейтерия. А так как температура все еще была высокой, порядка 300 тыс. градусов, то соединение электронов с ядрами (рекомбинация) и образование атомов в таких условиях исключались.

На этом эпизоде заканчивается стандартный сценарий Вселенной. Последующие примерно 500 тыс. лет не происходило ничего заслуживающего внимания. Вселенная продолжала остывать по мере расширения. Оставаясь в целом однородной, она становилась все более разреженной. К моменту времени, когда ее радиус достиг около 100 млн. парсек, а плотность вещества снизилась до 10-22 г/см3, температура составляла примерно 3000 К. В этих условиях электроны получили возможность прочно соединяться с ядрами, образуя устойчивые атомы водорода и гелия. Свободные электроны быстро исчезли, в результате прекратилось их взаимодействие с фотонами и барионное вещество Вселенной стало прозрачным. Излучение отделилось от атомарного вещества и образовало то, что в нашу эпоху назвали реликтовым излучением. В своей структуре реликтовое излучение сохранило “память” о структуре барионного вещества в момент разделения. В наши дни температура реликтового излучения составляет примерно 3,0 К, что соответствует равновесному излучению абсолютно черного тела на длинах волн в области примерно от 10 до 0,05 см с максимумом на длине волны около 0,1 см.

Реликтовое излучение экспериментально обнаружено в 1964 г. английскими радиофизиками А.А. Пензиасом (р. 1933) и Р.В. Вильсоном (р. 1936), что стало выдающимся открытием нашего века и серьезным подтверждением концепции горячей Вселенной. Изучение пространственного распределения реликтового излучения дает важную информацию о заключительной, фазе начального периода развития мироздания. В частности, оно подтверждает, что к моменту протекания рекомбинации барионное вещество во Вселенной распределялось исключительно однородно и изотропно.

Первичный нуклеосинтез сформировал водородно-гелиевую Вселенную. Относительное содержание в ней водорода, гелия и их изотопов есть закономерное следствие условий, в которых протекал нуклеосинтез. Если бы удалось определить истинное соотношение концентраций легких элементов в конце нуклеосинтеза, то стал.) бы возможной реконструкция условий, имевших место на ранней стадии развития Вселенной. Однако современной пауке пока не по силам задача достаточно точного определения итогов нуклеосинтеза. В лучшем случае она способна очень приближенно оценить элементный состав современной Вселенной. Экстраполяция таких оценок к периоду первичного нуклеосинтеза ненадежна.

**. Самоорганизация Вселенной**

До начала процесса рекомбинации развитие Вселенной шло через последовательные преобразования вакуума и вещества, достижения в ходе таких преобразований все более высоких уровней упорядоченности и сложности. Процесс протекал путем глобального охвата всей Вселенной как целого. Движущей сплои самоорганизации служили глубинные свойства вакуума и вещества и особенности их проявления в экстремальных условиях начального периода развития. В дальнейшем эту роль взяли на себя четыре фундаментальные силы природы.

Ограничимся формальным подходом: присущи ли Вселенной как системе признаки, с точки зрения научных критериев характеризующие ее как самоорганизующуюся (диссипативную) систему, и выполнялись ли на рубеже этапа рекомбинации условия, необходимые для перехода системы в качественно новое состояние? Прежде всего Вселенная как система должна быть открытой, т. е. обмениваться энергией или веществом с некоей окружающей средой. Но что можно считать окружающей средой Вселенной? Во всех скачкообразных переходах ранней Вселенной источником энергии и вещества были физический вакуум и те фазовые переходы, которые в нем протекали. Взаимоотношения вещественной Вселенной и вакуума пока остаются для нас загадкой, к тому же вакуум и вещество неразделимы, как неотделимы северный и южный полюса магнита. Как предположение можно считать вакуум внешней средой вещественной Вселенной, формальных противопоказаний для этого не видно.

Далее, диссипативные системы сугубо неравновесны. Вселенная достигла рубежа рекомбинации с заметными отклонениями от равновесности: в ней нарушен равновесный состав вещества и антивещества (барионная асимметрия), она состоит из трех почти не взаимодействующих между собой частей (нейтринный газ, реликтовое излучение, барионное вещество), каждая из них имеет свою температуру, отличную от температуры других частей, нарушена равновесность составов. Все это следует рассматривать как типичные признаки неравновесности системы, порождающие в определенных условиях ее неустойчивость.

Наконец, достижение диссипативной системой крайней неустойчивости, подготавливающей ее скачкообразный переход в новое устойчивое состояние, происходит при достижении характерными параметрами системы критических значений. Состояние Вселенной на раннем периоде ее развития (на рубеже рекомбинации) характеризовалось температурой около 3000 К и плотностью вещества 3 \* 10-22 г/см3. При таких значениях этих параметров возникла гравитационная нестабильность и ни одно из других фундаментальных взаимодействий не могло выступить в качестве двигателя дальнейшего развития Вселенной.

Между тем наблюдаемые данные о галактиках заставляют астрофизиков искать совсем другие подходы к объяснению их образования. В настоящее время активно обсуждается модель формирования галактик, названная “горячей”. Предполагается, что протогалактики представляли собой гигантские газовые облака, масса каждого из которых заметно превышала массу образовавшейся из нее галактики. В каждом облаке в силу особенностей газодинамических процессов наступала стадия бурного звездообразования: во всем объеме рождались десятки и сотни миллионов звезд, среди которых с частотой, в тысячу раз большей, чем теперь, вспыхивали сверхновые. Это породило мощный поток раскаленных газов, галактический ураган с температурой газа в десятки и сотни миллионов градусов. За границы протогалакти выносились огромные массы вещества порядка сотни солнечных масс в год. А так как ураган звездообразования бушевал около ста миллионов лет, то потери вещества должны были составить не менее 108 солнечных масс. Вместе с веществом ушла огромная энергия. Нагрев газа в облаке остановил бурное звездообразование. Затем начался процесс образования звезд следующего поколения, растянувшийся на миллиард и более лет.

"Горячая" модель образования галактик объясняет основное наблюдаемые их особенности. В пользу этой модели говорят данные, полученные с помощью спутников-лабораторий.

**3. Сущность естественно-научной концепции развития**

вселенная атом эволюция космология

Время от времени приходится сталкиваться с принципиальной неточностью терминологического плана: понятие “вещество” отождествляют с понятием материя”. Такая неточность ведет к серьезным ошибочным заключениям. Материя - понятие самое общее, в то время как вещество - это лишь одна из форм ее существования. Современные научные знания позволяют сделать заключение, что в известном нам мире материя реализуется в тесно взаимосвязанных формах: вещество, поле и физический вакуум.

Вещество состоит из дискретных частиц, проявляющих волновые свойства.

Природа физического вакуума, его строение пока познаны намного хуже вещества. По современному определению, вакуум - это нулевые флуктуирующие поля, с которыми связаны виртуальные частицы. Здесь проявляется дуализм волновых и корпускулярных свойств. Вакуум обнаруживается во взаимодействиях с веществом на его глубинных уровнях. Вакуум и вещество неразделимы и ни одна вещественная частица не может быть изолирована от его присутствия и его влияния.

Когда мы говорим о Вселенной, то подразумеваем вещественную Вселенную. Для нее вакуум можно рассматривать как “внешнюю среду”, с которой осуществляется обмен энергией и, возможно, не только энергией. В таком случае вещественную Вселенную следует рассматривать как открытую систему, что мы и делаем. А открытые неравновесные системы - это самоорганизующиеся системы, Диссипативные структуры.

В развитии самоорганизующихся систем любого уровня сложности, как отмечалось выше, различают два этапа: эволюционный, качественно не меняющий систему, и скачок, выводящий ее из кризисного состояния в качественно новое устойчивое состояние с более высоким, чем прежде, уровнем упорядоченности. В сжатом виде представления новой научной концепции развития укладываются в трехчленную формулу: системность, динамизм, самоорганизация. Расшифруем входящие в эту формулу понятия.

Системность - это общий системный подход, основанный на том, что Вселенная в доступной человеческим наблюдениям области предстает как самая крупная из известных науке систем, имеющая свою историю от возникновения до наших дней и далее. На определенных этапах своего развития Вселенная создает разномасштабные подсистемы, характеризуемые открытостью и неравновесностью. Внешней средой для системы данного масштаба служит материнская система более крупного масштаба, с которой она обменивается энергией и веществом. Внешней средой Вещественной Вселенной скорее всего выступает физический вакуум. Любая подсистема Вселенной, например, галактика, Солнечная система, планета, биосфера, человек и т. д., предстает как цельное естественное тело, обладающее определенной автономией и собственным путем развития, но остающееся неотъемлемой составной частью целого.

Динамизм - это невозможность существования систем вне развития, вне движения. Динамизм - свойство системы любого масштаба.

Самоорганизация. В общем понимании- это присущая материи способность к усложнению элементов и созданию все более упорядоченных структур в ходе своего развития. Конкретное проявление этой способности зависит от уровня сложности системы и условий ее развития. В узком понимании термина самоорганизация - это скачок, фазовый переход системы из менее в более упорядоченное состояние. При более подробном рассмотрении этого явления отмечалось, что алгоритм скачка имеет общие черты у систем самой различной природы.

В процессе усложнения систем различают два взаимодополняющих механизма: объединение частей и разделение (фракционирование) систем. Механизмы, основанные на этих двух принципах, обнаруживаются на всех уровнях сложности и упорядоченности, начиная с микромира и кончая крупномасштабными структурами Вселенной. На разных уровнях сложности системы в основе развития лежат силы, казалось бы, разной природы, но в конечном счете все они сводятся к четырем фундаментальным взаимодействиям. Так, на субъядерном уровне роль объединяющей силы выполняет сильное взаимодействие, а фракционирующей - слабое взаимодействие. На более высоком ядерном, уровне организации сильное взаимодействие выступает в облике ядерных сил, объединяющих нуклоны в ядра, а слабое взаимодействие - в облике радиоактивного их распада. На атомном уровне функции объединения и фракционирования выполняет электромагнитное взаимодействие в форме притяжения разноименных и отталкивающих одноименных электрических зарядов. На молекулярном уровне электромагнитные взаимодействия выполняют соответствующие функции в облике химических и ван-дер-ваальсовских сил. Объединение и фракционирование макроструктур Вселенной в своей основе опирается на гравитационные и электромагнитные силы.

Чем выше уровень сложности системы, тем сложнее проявление сил объединения и фракционирования. Но в их основе в конечном счете обнаруживаются все те же четыре фундаментальные силы природы. Что же касается поиска истоков самоорганизации, то он уводит нас в глубь строения вещества, где наука сегодняшнего дня оперирует понятием заряда как свойства вещества, определяющего способность его элементов (частиц) взаимодействовать друг с другом. Расшифровка понятия заряда требует более глубокого, чем сегодня, проникновения в природу вещества и вакуума.

.В свете новой концепции иначе, чем раньше, решается вопрос о соотношении случайного и закономерного в развитии. Эволюционные этапы весьма жестко детерминированы, поведение системы здесь предсказуемо и даже управляемо, если имеются необходимые управленческие средства. В критических же точках (точках бифуркаций), достигаемых системой на завершающих стадиях эволюционного процесса, господствует случайность. В таких точках нельзя предугадать то новое устойчивое состояние, в которое система перейдет в ходе скачка. А следующий эволюционный этап стартует именно от случайного перехода системы на новый уровень. Точка бифуркации образно предстает в виде перекрестка с несколькими ответвлениями пути, и на нем, как в сказке, выбор пути означает и выбор судьбы.

**4. Эволюция Вселенной**

Вселенная - это весь существующий материальный мир, безграничный во времени и пространстве и бесконечно разнообразный по формам, которые принимает материя в процессе своего развития. Часть Вселенной, охваченная астрономическими наблюдениями, называется Метагалактикой, или нашей Вселенной. Размеры Метагалактики очень велики: радиус космологического горизонта составляет 15-20 млрд. световых лет.

Строение и эволюция Вселенной изучаются космологией. Космология - один из тех разделов естествознания, которые по своему существу всегда находятся на стыке наук. Космология использует достижения и методы физики, математики, философии. Предмет космологии - весь окружающий нас мегамир, вся "большая Вселенная", и задача состоит в описании наиболее общих свойств, строения и эволюции Вселенной. Ясно, что выводы космологии имеют большое мировоззренческое значение.

Современная астрономия не только открыла грандиозный мир галактик, но и обнаружила уникальные явления: расширение Метагалактики, космическую распространенность химических элементов, реликтовое излучение, свидетельствующие о том, что Вселенная непрерывно развивается.

С эволюцией структуры Вселенной связано возникновение скоплений галактик, обособление и формирование звезд и галактик, образование планет и их спутников. Сама Вселенная возникла примерно 20 млрд. лет тому назад из некоего плотного и горячего протовещества. Сегодня можно только предполагать, каким было это прародительское вещество Вселенной, как оно образовалось, каким законам подчинялось и что за процессы привели его к расширению. Существует точка зрения, что с самого начала протовещество с гигантской скоростью начало расширяться. На начальной стадии это плотное вещество разлеталось, разбегалось во всех направлениях и представляло собой однородную бурлящую смесь неустойчивых, постоянно распадающихся при столкновениях частиц. Остывая и взаимодействуя на протяжении миллионов лет, вся эта масса рассеянного в пространстве вещества концентрировалась в большие и малые газовые образования, которые в течение сотен миллионов лет, сближаясь и сливаясь, превращались в громадные комплексы. В них в свою очередь возникали более плотные участки - там впоследствии и образовались звезды и даже целые галактики.

В результате гравитационной нестабильности в разных зонах образовавшихся галактик могут сформироваться плотные "протозвездные образования" с массами, близкими к массе Солнца. Начавшийся процесс сжатия будет ускоряться под влиянием собственного поля тяготения. Процесс этот сопровождает свободное падение частиц облака к его центру - происходит гравитационное сжатие. В центре облака образуется уплотнение, состоящее из молекулярного водорода и гелия. Возрастание плотности и температуры в центре приводит к распаду молекул на атомы, ионизации атомов и образованию плотного ядра протозвезды.

Существует гипотеза о цикличности состояния Вселенной. Возникнув когда-то из сверхплотного сгустка материи, Вселенная, возможно, уже в первом цикле породила внутри себя миллиарды звездных систем и планет. Но затем неизбежно Вселенная начинает стремиться к тому состоянию, с которого началась история цикла, красное смещение сменяется фиолетовым, радиус Вселенной постепенно уменьшается и в конце концов вещество Вселенной возвращается в первоначальное сверхплотное состояние, по пути к нему безжалостно уничтожив всяческую жизнь. И так повторяется каждый раз, в каждом цикле на протяжении вечности!

К началу 30-х годов сложилось мнение, что главные составляющие Вселенной - галактики, каждая из которых в среднем состоит из 100 млрд. звезд. Солнце вместе с планетной системой входит в нашу Галактику, основную массу звезд которой мы наблюдаем в форме Млечного Пути. Кроме звезд и планет, Галактика содержит значительное количество разреженных газов и космической пыли.

Конечна или бесконечна Вселенная, какая у нее геометрия - эти и многие другие вопросы связаны с эволюцией Вселенной, в частности с наблюдаемым расширением. Если, как это считают в настоящее время, скорость "разлета " галактик увеличится на 75 км/с на каждый миллион парсек, то экстраполяция к прошлому приводит к удивительному результату: примерно 10- 20 млрд. лет назад вся Вселенная была сосредоточена в очень маленькой области. Многие ученые считают, что в то время плотность Вселенной была такая же, как у атомного ядра. Проще говоря, Вселенная тогда представляла собой одну гигантскую "ядерную каплю". По каким-то причинам эта "капля " пришла в неустойчивое состояние и взорвалась. Такой процесс называется большим взрывом.

При данной оценке времени образования Вселенной предполагалось, что наблюдаемая нами сейчас картина разлета галактик происходила с одинаковой скоростью и в сколь угодно далеком прошлом. А именно на таком предположении и основана гипотеза первичной Вселенной - гигантской "ядерной капли", пришедшей в состояние неустойчивости.

В настоящее время космологи предполагают, что Вселенная не расширялась "от точки до точки", а как бы пульсирует между конечными пределами плотности. Это означает, что в прошлом скорость разлета галактик была меньше, чем сейчас, а еще раньше система галактик сжималась, т. е. галактики приближались друг к другу с тем большей скоростью, чем большее расстояние их разделяло. Современная космология располагает рядом аргументов в пользу картины "пульсирующей Вселенной". Такие аргументы, однако, носят чисто математический характер; главнейший из них- необходимость учета реально существующей неоднородности Вселенной.

Окончательно решить вопрос, какая из двух гипотез - "ядерной капли" или "пульсирующей Вселенной" - справедлива, мы сейчас не можем. Потребуется еще очень большая работа, чтобы решить эту одну из важнейших проблем космологии.

Идея эволюции Вселенной представляется вполне естественной именно сегодня. Так было не всегда. Как и всякая великая научная идея, она прошла долгий путь своего развития, борьбы и становления. Рассмотрим, какие этапы прошло развитие науки о Вселенной уже в нашем столетии.

Современная космология возникла в начале XX в. после создания релятивистской теории тяготения. Первая релятивистская модель, основанная на новой теории тяготения и претендующая на описание всей Вселенной, была построена А. Эйнштейном в 1917 г. Однако она описывала статическую Вселенную и, как показали астрофизические наблюдения, оказалась неверной.

В 1922- 1924 гг. советским математиком А.А. Фридманом были •предложены общие уравнения для описания всей Вселенной, меняющейся с течением времени. Звездные системы не могут находиться в среднем на неизменных расстояниях друг от друга. Они должны либо удаляться, либо сближаться. Такой результат - неизбежное следствие наличия сил тяготения, которые главенствуют в космических масштабах. Вывод Фридмана означал, что Вселенная должна либо расширяться, либо сжиматься. Отсюда следовал пересмотр общих представлений о Вселенной. В 1929 г. американский астроном Э. Хаббл (1889-1953) с помощью астрофизических наблюдений открыл расширение Вселенной, подтверждающее правильность выводов Фридмана.

Начиная с конца 40-х годов нашего века все большее внимание в космологии привлекает физика процессов на разных этапах космологического расширения. В выдвинутой в это время Г.А. Гамовым теории горячей Вселенной рассматривались ядерные реакции, протекавшие в самом начале расширения Вселенной в очень плотном веществе. При этом предполагалось, что температура вещества была велика и падала с расширением Вселенной. Теория предсказывала, что вещество, из которого формировались первые звезды и галактики, должно состоять в основном из водорода (75%) и гелия (25%), примесь других химических элементов незначительна. Другой вывод теории - в сегодняшней Вселенной должно существовать слабое электромагнитное излучение, оставшееся от эпохи большой плотности и высокой температуры вещества. Такое излучение в ходе расширения Вселенной было названо реликтовым излучением.

К тому же времени появились принципиально новые наблюдательные возможности в космологии: возникла радиоастрономия, расширились возможности оптической астрономии. В 1965 г. экспериментально наблюдалось реликтовое излучение. Это открытие подтвердило справедливость теории горячей Вселенной.

Современный этап в развитии космологии характеризуется интенсивным исследованием проблемы начала космологического расширения, когда плотности материи и энергии частиц были огромными. Руководящими идеями являются новые открытия в физике взаимодействия элементарных частиц при очень больших энергиях. При этом рассматривается глобальная эволюция Вселенной. Сегодня эволюция Вселенной всесторонне обосновывается многочисленными астрофизическими наблюдениями, имеющими под собой прочный теоретический базис всей физики.