**ЧАСТЬ 5. КОНЦЕПЦИИ САМООРГАНИЗАЦИИ В**

**ЕСТЕСТВОЗНАНИИ.**

1. **САМООРГАНИЗАЦИЯ КАК ОСНОВА ЭВОЛЮЦИИ.**

В настоящее время концепция самоорганизацииполучает все большее распространение не только в естествознании, но и в социально гуманитарных разделах наук. Большинство наук изучает процессы эволюции систем и они вынуждены анализировать механизмы их самоорганизации. Мы под самоорганизацией будем подразумевать явления, процессы , при которых системы (механические, химические, биологические и т.д.) переходят на все более сложные уровни, характеризуемые своими законами, которые не сводятся только к законам предыдущего уровня. Такие примеры мы рассматривали в предыдущих разделах.

Концепция самоорганизации в настоящее время становится *парадигмой*. Обычно под парадигмой в науке подразумевают фундаментальную теорию, которая применяется для объяснения широкого круга явлений, относящихся к соответствующей области исследования. Примерами таких теорий могут служить классическая механика Ньютона, эволюционное учение Дарвина или квантовая физика. Сейчас значение понятия парадигмы еще больше расширилось, поскольку оно применяется не только к отдельным наукам, но и к междисциплинарным направлениям исследования. Типичным примером таких междисциплинарных парадигм являются возникшая полвека назад кибернетика и появившееся четверть века спустя *синергетика*. Под синергетикой в настоящее время подразумевают область научных исследований, целью которых является выявление общих закономерностей в процессах образования , устойчивости и разрушения упорядоченных временных и пространственных структур в сложных неравновесных системах различной природы (физических, химических биологических , экологических, социальных).

Определим, что лежит в основе кибернетики и синергетики. Кибернетика в основном занималась анализом динамического равновесия в самоорганизующихся системах. Она опиралась на принцип отрицательной обратной связи , согласно которому всякое отклонение системы корректируется управляющем устройством после получения сигнала информации об этом. Мы с вами сталкивались с таким примером, когда рассматривали знаки в уравнениях Максвелла, связывающих магнитные и электрические поля. Отрицательный знак в законе Фарадея и означал, что воздействие корректируется в сторону его уменьшения.

Рис.5.1

Другой пример. Сам отец кибернетики Н.Винер рассказывал, как возникла эта наука. Она возникла, когда стали изобретать самонаводящиеся зенитные системы. В этих системах встретились с такой ситуацией, когда неправильно поданный корректирующий сигнал приводил к выходу из строя всей системы наведения. В общем речь шла о том, что в системе, развивающейся по заданным законам, связь должна быть отрицательной. Пояснение вышесказанному дается рис. 5.1.

В синергетике исследуются механизмы возникновения новых состояний, структур и форм в процессе самоорганизации, а не сохранения или поддержания старых форм. Она опирается на принцип положительной обратной связи, когда изменение, возникшее в системе, не подавляется или корректируется, а наоборот, накапливаются и приводят к разрушению старой и возникновению новой системы. С точки зрения приведенного Н.Винером примера процесс саморазрушения зенитного комплекса мог быть описан с синергетических позиций. В то время этот процесс считался сугубо отрицательным и его старались подавить.

Рис.5.2

Для характеристики самоорганизующихся процессов применяют различные термины, начиная от синергетических и кончая неравновесными и даже автопоэтическими или самообновляющимися. Однако, все они выражают одну и туже идею. В дальнейшем у нас речь пойдет о самоорганизующихся системах, которые являются открытыми системами , находящимися вдали от точки термодинамического равновесия.

Идеи эволюции систем (космогонические, биологические, физические) получили широкое признание в науке. Однако,вплоть до настоящего времени, они формулировались интуитивными понятиями. Терминологический и научный подход развивается только в настоящее время.

В ранних теориях эволюций основное внимание обращалось на **воздействие** окружающей среды на систему. Мы более подробно это рассмотрим в теории эволюции Дарвина. В дарвинской теории теории происхождения новых видов растений и животных путем естественного отбора главный акцент делался на среду, которая выступала в качестве определяющего фактора. Разумеется, внешние условия среды оказывают огромное влияние на эволюцию, но это влияние не в меньшей степенизависит также и от самой системы, ее состояния и внутренней предрасположенности.

Приведем два примера. У нас есть водяной пар, при его охлаждении он переходит в новую структуру в виде кристаллов.Систем более организованных, чем хаотически двигающиеся молекулы воды. Но, этот процесс как выясняется, может происходить только тогда, когда в самой среде есть дополнительные центры кристаллообразования. Т. е. необходимым условием является сама среда и ее взаимосвязи. Другой пример. Лазеры. В лазерах хаотическое спонтанное излучение превращается в строго организованное индуцированное, следствием чего и появляется монохроматическое излучения.

В этих примерах мы не использовали точные характеристики упорядоченности или самоорганизованности структуры. В следующем разделе мы введем меру упорядоченности структуры энтропию и свяжем с ней протекание процессов.

С точки зрения парадигмы самоорганизации стало ясным, что условием развития не только живых, но и динамических систем вообще является **взаимодействие** системы и окружающей среды. Только в результате такого взаимодействия происходит обмен веществом, энергией и информацией между системой и ее окружением. Благодаря этому возникает и поддерживается неравновесность, а это в свою очередь приводит к спонтанному возникновению новых структур. Таких как кристаллы или лазерное излучение.

Таким образом , **самоорганизация** возникает как источник эволюции систем, так как она служит началом процесса возникновения качественно новых и более сложных структур в развитии системы.

Чтобы понять, почему самоорганизация выступает в основе эволюции, необходимо сказать несколько слов о флуктуациях и хаосе. Рассмотрим такую систему, как газ. Молекулы газа двигаются случайно, хаотично. Однако, в опытах с броуновским движением мы видим, что случайные, хаотичные движения молекул (микросистем) могут привести и к коллективному движению макроскопических частиц.

Флуктуации представляют собой случайные отклонения системы на микро уровне. Но результат их действия может сказаться и на макро уровне, причем непредсказуемым образом. В критической точке эволюции ,как правило, открывается несколько возможностей. Какой путь при этом выберет система, в значительной степени зависит от случайных факторов. И в целом поведение системы нельзя предсказать с полной достоверностью. Мы с вами рассматривали этот вопрос в разделе Физика возможного. Мы даже указали границы случайности в поведении системы. В микромире выбор поведения системы определен только с точностью до соотношения неопределенностей Гейзенберга.

Фактически мы показали, что в самой системе заложен хаос, неопределенность. И эта неопределенность в критических точках

поведения системы может привести к развитию новой структуры с не предсказанными свойствами.

**ЭВОЛЮЦИЯ ВСЕЛЕННОЙ.**

В нашей последней лекции мы рассмотрим вопрос о развитии нашей вселенной, которым занимается один из разделов естествознания - КОСМОЛОГИЯ. Выводы космологии основываются на законах физики, астрономии, а также на основе некоторых философских принципах. Важнейшим философским постулатом является положение, согласно которому законы природы (законы физики) установленные на основе изучения весьма ограниченной части вселенной, чаще всего на основе опытов на планете Земля, могут быть экстраполированы на значительно большие области, в конечном счете на всю Вселенную.

Космологические теории различаются в зависимости от того, какие физические принципы и законы кладутся в их основу. Построенные на их основе модели должны допускать проверку для наблюдаемой части Вселенной, выводы теории должны подтверждаться наблюдениями, Т. е. в основе космологии лежит метод научного познания, который мы с вами изучали в начале нашего курса.

Различные гипотезы о строении Вселенной мы рассматривали на предыдущих лекциях. Впервые идея множественности миров во вселенной была выдвинута Д.Бруно еще в 16 веке. В выдвинутой гипотезе Бруно предположил, что существует не одно, а множество солнечных систем, содержащих планеты подобные Земле. С развитием астрономических наблюдений неба с помощью телескопов эта гипотеза получила неоспоримое подтверждение. В некотором смысле космологическая теория Коперника строилась на основе метода научного познания.

Когда же зародилась наша Вселенная, как она эволюционизировалась, на основании каких наблюдений и теорий была принята модель современной Вселенной и как она выглядит в настоящее время. К настоящему времени наилучшим образом всем требованиям удовлетворяют разработанные на основе общей теории относительности модели однородной, изотропной, нестационарной и горячей Вселенной. Мы попытаемся рассмотреть эти вопросы на сегодняшней лекции.

В начале нашего века была создана специальная теория относительности, теория движения тел с большими скоростями, сравнимыми со скоростью света. Позднее, в 1916 году А. Эйнштейном была разработана общая теория относительности, в которой рассматривались вопросы движения небесных тел под действием сил гравитации. В основе общей теории относительности был положен принцип эквивалентности, согласно которому свойства движения в неинерциальной системе координат ( т. е. в системе, двигающейся с ускорением) такие же, как и в инерциальной системе координат, в которой действует гравитационное поле. Полученные Эйнштейном уравнения, описывающие гравитационное взаимодействие систем с любыми скоростями наиболее полно и детально описывают взаимодействие вещества в масштабах вселенной.

На первом же этапе рассмотрения моделей вселенной вторым решающим фактором стало зарождение внегалактической астрономии. На первом этапе основное внимание уделялось геометрии нашей вселенной, т. е. вопросами кривизны пространства-времени, возможности замкнутости вселенной. Под кривизной пространства времени подразумевается построение неэвклидовой модели вселенной, в которой гравитация как бы искривляет само пространство. Эти вопросы напрямую вытекали из общей теории относительности

В 1922-24 годах нашего века советским ученым Фридманом было показано, что Вселенная, заполненная тяготеющим веществом не может быть стационарной, другими словами она должна расширятся или сжиматься. Возникла модель нестационарной вселенной, которая сжимается или расширяется со временем.

Эта модель была гипотезой до тех пор, когда развитие астрономии привело к интересному открытию. Нам известен эффект Допплера. Он заключается в том, что если источник волн приближается или удаляется от приемника, то приемник воспринимает другие (большие или меньшие) длины волн, чем испускает источник. Длины волн, испускаемые линиями атомов определены с высокой степенью точности. Можно измерить эти длины волн, излучаемые атомами от различных звезд и даже галактик. Такие эксперименты были проведены и оказалось, что длины волн, испускаемые атомами звезд смещены. Причем чем дальше от нас удалены звезды, тем большее смещение линий излучения атомов. Этот эффект был назван «красным смещением», так как длины волн, излучаемые атомами, смещены в красную сторону спектра. Причем, чем дальше от нас находятся звезды, тем больше это смещение. В соответствии с эффектом Доплера получается, что чем дальше от нас находятся звезды, тем с большей скоростью они от нас удаляются. Эти скорости огромны. Наиболее удаленные от нас галактики удаляются от нас со скоростями в десятки тысяч километров в секунду. Тем самым подтвердилась модель Фридмана нестационарной вселенной. Она оказалась расширяющейся.

Третий этап развития модели Вселенной начинается моделями «горячей Вселенной». В этих моделях, наряду с вопросами расширения или сжатия Вселенной рассматриваются моменты начала этих процессов.

Рассмотрим несколько подробнее саму модель нестационарной Вселенной. Космологические уравнения Эйнштейна для Вселенной имеют простой вид при следующих предположениях. В Вселенной отсутствуют выделенные точки или направления (Вселенная изотропна и однородна), отсутствуют силы, возрастающие с расстоянием и, наконец, масса создается главным образом веществом, а не излучением. Такие предположения часто называют космологическими постулатами. Они очень естественны . При таких предположениях возможно решение уравнений двух видов. В первом случае Вселенная неограничена (открытая модель) и расстояния между соседними участками неограниченно увеличиваются со временем (см. рис. 12.1). В другой модели Вселенная конечна (но столь же безгранична, как и в первой модели).В такой замкнутой модели первоначально происходит расширение, которое со временем сменяется на сжатие (см. Рис.12.2)

Рис.12.1 Рис.12.2

Начальная стадия эволюции Вселенной по обеим моделям одинакова. Должно существовать особое начальное состояние - сингулярность с огромной плотностью до 10(93)г/см и взрывное, замедляющееся со временем расширение.

Расчеты, проведенные на основании «красного смещения» показывают, время расширения Вселенной составляет 10-20 млд лет. Это и есть время существования нашей Вселенной.

Эта модель оставляет открытым вопрос о начальной стадии существования Вселенной. С 60-70 годов нашего века стала общепринятой модель «горячей» Вселенной, которая предполагает высокую начальную температуру в точке сингулярности (> 10(Е+13) К). При такой температуре не могли существовать не только атомы, но даже и ядра. Могла существовать только смесь элементарных частиц, включая фотоны и нейтрино. На разных временах развития возникали различные частицы и излучения. Одно из них, названное реликтовым возникло через 1000000 сек после начала «Большого взрыва». Это излучение было предсказано и наблюдалось позднее в излучении Вселенной, что послужило доказательством правильности модели Большого взрыва.

Выводы релятивистской космологии имеют радикальный, революционный характер и вопрос о их достоверности представляет большой общенаучный и мировоззренческий интерес. Существуют и нерешенные вопросы космологии. К ним можно отнести проблему зарядовой ассиметрии в нашей части Вселенной. Она заключается в том, что в нашей солнечной системе, а по-видимому и во всей Галактике преобладает вещество над антивеществом. К успешно решаемым проблемам космологии можно отнести модели образования галактик и скоплений галактик.