Привести основные положения фундаментальной теории или рассмотреть причины в современной науке на примере Теории Синергетики.

Появление **синергетики** в современном естествознании инициировано, скорее всего, подготовкой глобального эволюционного синтеза всех естественно-научных дисциплин. Эту тенденцию в немалой степени сдерживало такое обстоятельство, как разительная асимметрия процессов деградации и развития в живой и неживой природе. Дело в том, что в классической науке (XIX в.) господствовало убеждение, что материи изначально присуща тенденция к разрушению всякой упорядоченности, стремление к исходному равновесию, что в энергетическом смысле и означало неупорядоченность, т.е. хаос. Такой взгляд на вещи сформировался под воздействием образцовой физической дисциплины — **равновесной термодинамики.**

Эта наука занимается процессами взаимопревращения различных видов энергии. Ею установлено, что взаимные превращения тепла и работы неравнозначны. Работа может полностью превратиться в тепло трением или другими способами, а вот тепло полностью превратить в работу принципиально невозможно. Это означает, что во взаимопереходах одних видов энергии в другие существует **выделенная самой природой направленность!** Знаменитое второе начало (закон) термодинамики в формулировке немецкого физика *Р. Клаузиуса* звучит так: *«Теплота не переходит самопроизвольно от холодного тела к более горячему».*

Закон сохранения и превращения энергии (первое начало термодинамики) в принципе не запрещает такого перехода, лишь бы количество энергии сохранялось в прежнем объеме. Но в реальности такого никогда не происходит. Вот эту-то односторонность, однонаправленность перераспределения энергии в замкнутых системах и подчеркивает второе начало.

Для отражения этого процесса в термодинамику было введено новое понятие — **энтропия.** Под энтропией стали понимать **меру беспорядка системы.** Более точная формулировка второго начала термодинамики приняла такой вид: *«При самопроизвольных процессах в системах, имеющих постоянную энергию, энтропия всегда возрастает».*

Физический смысл возрастания энтропии сводится к тому, что состоящая из некоторого множества частиц изолированная (с постоянной энергией) система стремится перейти в состояние с наименьшей упорядоченностью движения частиц. Это наиболее простое состояние системы, или состояние термодинамического равновесия, при котором движение частиц хаотично. Максимальная энтропия означает полное термодинамическое равновесие, что эквивалентно полному хаосу.

Общий итог достаточно печален: необратимая направленность процессов преобразования энергии в изолированных системах рано или поздно приведет к превращению всех видов энергии в тепловую, которая рассеется, т.е. в среднем равномерно распределится между всеми элементами системы, что и будет означать **термодинамическое равновесие,** или **полный хаос.** Если наша Вселенная замкнута, то ее ждет именно такая незавидная участь. Из хаоса, как утверждали древние греки, она родилась, в хаос же, как предполагает классическая термодинамика, и возвратится.

Возникает, правда, любопытный вопрос: если Вселенная эволюционирует только к хаосу, то как же она могла возникнуть и сорганизоваться до нынешнего упорядоченного состояния? Однако этим вопросом классическая термодинамика не задавалась, ибо формировалась в эпоху, когда нестационарный характер Вселенной не обсуждался. В это время единственным немым укором термодинамике служила дарвиновская теория эволюции. Ведь предполагаемый этой теорией процесс развития растительного и животного мира характеризовался его непрерывным усложнением, нарастанием высоты организации и порядка. Живая природа почему-то стремилась прочь от термодинамического равновесия и хаоса. Эта явная «нестыковка» законов развития неживой и живой природы по меньшей мере удивляла.

Удивление это многократно возросло после замены модели стационарной Вселенной на модель развивающейся Вселенной, в которой ясно просматривалось нарастающее усложнение организации материальных объектов — от элементарных и субэлементарных частиц в первые мгновения после Большого взрыва до наблюдаемых ныне звездных и галактических систем. Ведь если принцип возрастания энтропии столь универсален, как же могли возникнуть такие сложные структуры? Случайным «возмущением» в целом равновесной Вселенной их уже не объяснить. Стало ясно, что для сохранения непротиворечивости общей картины мира необходимо постулировать наличие у материи в целом не только разрушительной, но и созидательной тенденции. Материя способна осуществлять работу и против термодинамического равновесия, *самоорганизовываться* и *самоусложняться.*

Стоит отметить, что постулат о способности материи к саморазвитию в философию был введен достаточно давно. А вот его необходимость в фундаментальных естественных науках (физике, химии) начинает осознаваться только сейчас. На волне этих проблем и возникла ***синергетика*** *—* теория самоорганизации. Ее разработка началась несколько десятилетий назад, и в настоящее время она развивается по нескольким направлениям: это синергетика (Г. Хакен), неравновесная термодинамика (И. Пригожин) и др. Не вдаваясь в детали и оттенки развития этих направлений, охарактеризуем общий смысл предлагаемого ими комплекса идей, называя их синергетическими (термин Г. Хакена).

Главный мировоззренческий сдвиг, произведенный синергетикой, можно выразить следующим образом:

* процессы разрушения и созидания, деградации и эволюции во Вселенной по меньшей мере равноправны;
* процессы созидания (нарастания сложности и упорядоченности) имеют единый алгоритм независимо от природы систем, в которых они осуществляются.

Таким образом, синергетика претендует на открытие некоего универсального механизма, с помощью которого осуществляется самоорганизация как в живой, так и неживой природе. Под ***самоорганизацией*** при этом понимается ***спонтанный переход открытой неравновесной системы от менее*** *к* ***более сложным и упорядоченным формам организации.*** Отсюда следует, что объектом синергетики могут быть отнюдь не любые системы, а только те, которые удовлетворяют по меньшей мере двум условиям:

* они должны быть открытыми, т.е. обмениваться веществом или энергией с внешней средой;
* они должны также быть существенно неравновесными, т.е. находиться в состоянии, далеком от термодинамического равновесия.

Но именно такими являются большинство известных нам систем. Изолированные системы классической термодинамики — это определенная идеализация, в реальности такие системы исключение, а не правило. Сложнее со всей Вселенной в целом: если считать ее открытой системой, то что может служить ее внешней средой? Современная физика полагает, что такой средой для нашей вещественной Вселенной является вакуум.

Итак, синергетика утверждает, что развитие открытых и сильно неравновесных систем протекает путем нарастающей сложности и упорядоченности. В цикле развития такой системы наблюдаются две фазы:

1. Период плавного эволюционного развития с хорошо предсказуемыми линейными изменениями, подводящими в итоге систему к некоторому неустойчивому критическому состоянию.
2. Выход из критического состояния одномоментно, скачком и переход в новое устойчивое состояние с большей степенью сложности и упорядоченности.

Важная особенность: переход системы в новое устойчивое состояние неоднозначен. Достигшая критических параметров система из состояния сильной неустойчивости как бы «сваливается» в одно из многих возможных новых для нее устойчивых состояний. В этой точке (ее называют точкой бифуркации) эволюционный путь системы как бы разветвляется, и какая именно ветвь развития будет выбрана — решает случай! Но после того как «выбор сделан» и система перешла в качественно новое устойчивое состояние, назад возврата нет. Процесс этот необратим. А отсюда, между прочим, следует, что развитие таких систем имеет принципиально непредсказуемый характер. Можно просчитать варианты ветвления путей эволюции системы, но какой именно из них будет выбран случаем, однозначно спрогнозировать нельзя.

Самый популярный и наглядный пример образования структур нарастающей сложности — хорошо изученное в гидродинамике явление, названное ячейками Бенара. При подогреве жидкости, находящейся в сосуде круглой или прямоугольной формы, между нижним и верхним ее слоями возникает некоторая разность (градиент) температур. Если градиент мал, то перенос тепла происходит на микроскопическом уровне и никакого макроскопического движения не происходит. Однако при достижении им некоторого критического значения в жидкости внезапно (скачком) возникает макроскопическое движение, образующее четко выраженные структуры в виде цилиндрических ячеек. Свер-

ху такая макроупорядоченность выглядит как устойчивая ячеистая структура, похожая на пчелиные соты.

Это хорошо знакомое всем явление с позиций статистической механики совершенно невероятно. Ведь оно свидетельствует о том, что в момент образования ячеек Бенара миллиарды молекул жидкости, как *по* команде, начинают вести себя скоординированно, согласованно, хотя до этого пребывали в совершенно хаотическом движении. Создается впечатление, что каждая молекула «знает», что делают все остальные, и желает двигаться в общем строю. (Само слово «синергетика», кстати, как раз и означает «совместное действие».) Классические статистические законы здесь явно не работают, это явление иного порядка. Ведь даже если такая «правильная» и устойчиво «кооперативная» структура и образовалась бы случайно, что почти невероятно, она тут же распалась бы. Но она не распадается при поддержании соответствующих условий (приток энергии извне), а устойчиво сохраняется. Значит, возникновение таких структур нарастающей сложности — не случайность, а закономерность.

Поиск аналогичных процессов самоорганизации в других классах открытых неравновесных систем вроде бы обещает быть успешным: механизм действия лазера, рост кристаллов, химические часы (реакция Белоусова — Жаботинского), формирование живого организма, динамика популяций, рыночная экономика, наконец, в которой хаотичные действия миллионов свободных индивидов приводят к образованию устойчивых и сложных макроструктур. Все это примеры самоорганизации систем самой различной природы.

Синергетическая интерпретация такого рода явлений открывает новые возможности и направления их изучения. В обобщенном виде новизну синергетического подхода можно выразить следующими позициями.

* Хаос не только разрушителен, но и созидателен, конструктивен; развитие осуществляется через неустойчивость (хаотичность). Порядок и хаос не исключают, а дополняют друг друга: порядок возникает из хаоса.
* Линейный характер эволюции сложных систем, к которому привыкла классическая наука, не правило, а скорее исключение; развитие большинства таких систем носит нелинейный характер. А это значит, что для сложных систем всегда существует несколько возможных путей эволюции.

• Развитие осуществляется через случайный выбор одной из нескольких разрешенных возможностей дальнейшей эволюции в точках бифуркации. Следовательно, случайность — не досадное недоразумение, она встроена в механизм эволюции. А еще это означает, что нынешний путь эволюции системы может быть и не лучше отвергнутых случайным выбором.

Синергетика родом из физических дисциплин — термодинамики, радиофизики, но ее идеи носят междисциплинарный характер. Они подводят базу под совершающийся в естествознании глобальный эволюционный синтез. Поэтому в синергетике видят одну из важнейших составляющих современной научной картины мира.