

УДК 001.124

## О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ОБЪЕКТА И ОКРУЖЕНИЯ

Романенко В.Н., Никитина Г.В.

Северо-Западный институт печати, Санкт-Петербург, e-mail: moikariver@yandex.ru

Для каждого объекта в Универсуме вся остальная часть Вселенной может рассматриваться, как окружение. Объект отделен от окружения границей. Граница может быть физически выражена и может иметь символический характер. Взаимодействие объекта и окружения происходит посредством потоков вещества, энергии и информации. Граница должна быстро реагировать на изменения ситуации в окружении. С другой стороны передача сигналов от границы внутрь объекта или же наоборот в окружение идет с меньшей скоростью. Таким образом противоречие между адаптацией к среде и устойчивостью разрешается за счёт разделения процесса взаимодействия на несколько стадий. На этих стадиях взаимодействие идёт с разными скоростями.

**Ключевые слова:** Объект, окружение, граница, скорости взаимодействия, адаптация, устойчивость

## ABOUT INTERACTION BETWEEN OBJECT AND ITS ENVIRONMENT

Romanenko V., Nikitina G.

Northwest institute of the press, St.-Petersburg, e-mail: moikariver@yandex.ru

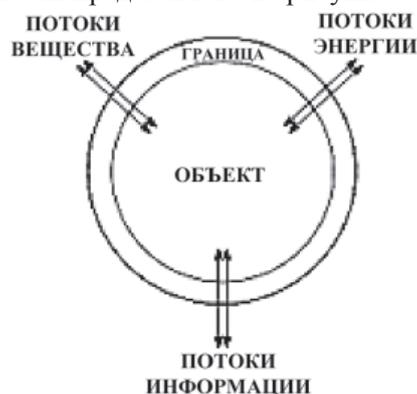
For each part of Universum its other parts may be treated as environment. Object and environment are divided by interface. Interface can be as real so symbolical. All interactions between object and its environment are realised with the help of three types of flows. They are: flow of matter, flow of energy and flow of information. Interface must have high sensitivity for one side. For the other side of problem all signals from interface into the object and in opposite direction must have much lower speed. This difference in speeds solves contradiction between adaptation and stability of object.

**Keywords:** Object, environment, interface, interaction speeds, adaptation, stability

Вопрос о попытках выявления общих закономерностей взаимодействия произвольного объекта и его окружения сложен. Это, в первую очередь, связано с необходимостью чётко оговорить все исходные представления и следующие из них положения. Для упрощения ситуации сошлёмся на те факты, которые могут считаться принятыми достаточно большим числом членов научного сообщества. Мы полагаем, что представление о многообразии Универсума, состоящего из множества различных между собой объектов, стремление Универсума к возрастанию сложности в процессе эволюции и иерархическая структура *сущностей (объектов)* [1] могут быть приняты в качестве отправной точки без дополнительного обсуждения. Обязательное наличие взаимодействия между разными объектами также может считаться общепринятой точкой зрения. Очевидно и то, что взаимодействие реализуется с помощью потоков вещества, энергии и информации. Все вместе их можно условно назвать *потоками составляющих*. Все составляющие связаны между собой. Так для энергии и вещества эта связь задаётся соотношением Эйнштейна  $E = mc^2$ . В первом приближении подобные связи можно не рассматривать и считать потоки составляющих *независимыми*. Многие полезные результаты можно получить уже в приближении независимых потоков. Реальные ситуации характеризуются соотношением трёх типов потоков, а также

возможностями пренебречь при описании процессов взаимодействия тем или иным их типом. Эти вопросы необходимо исследовать в каждом конкретном случае.

Если, что вполне допустимо, говорить о некоей сущности, рассматривая её как *объект*, то всё остальное, то есть весь набор остальных сущностей, можно рассматривать, как *окружение*. Объект, то есть конкретная сущность, отделен от окружения *границей*. Выделить границу и описать её не всегда просто. В силу разнообразия границ для их обозначения и описания используются разные термины. Простейшие из них – это *поверхность*, когда речь идёт о физических телах, *двойной слой* на границе металл-вакуум или же *эотон*, когда речь идёт о биоценозах. Всё вышесказанное схематически представлено на рисунке



Условная схема объект – граница – окружение

*Все три потока связаны с поступлением и потерей разных сущностей: вещества, энергии и информации.*

Более сложные вопросы мы затрагивать не будем. Скажем лишь, что выделение и описание границы и её свойств, не всегда простая задача. Эти соображения мы считаем исходными для дальнейшего. Часть из них может считаться доказанной, в то время, как другая часть может быть признана только общепринятыми в настоящее время мнениями. Наше обсуждение, считает указанные общие соображения исходными. В их рамках, однако, имеется ряд общих проблем. Рассмотрение части этих проблем и является нашей целью.

### Объект, граница, окружение

Модель на рисунке может соответствовать двум состояниям. Одно из них стационарное. В этом случае неизменность объекта и окружения реализуется в режиме динамического равновесия, то есть для каждого типа составляющих – это равенство входящих и выходящих потоков. Во втором, нестационарном состоянии, по крайней мере для потока одного из типов составляющих равенство входящего и выходящего количеств нарушается. Это нарушение вызывается или изменениями в окружении, или же изменениями в самом объекте. Возможно и одновременное независимое изменение объекта и окружения, также приводящее к переходу в нестационарное состояние.

Для нестационарного случая важен вопрос о характеристиках процесса изменения состояния системы: *объект ↔ граница ↔ окружение*. Это изменение, прежде всего, характеризуется скоростью. Естественно, скорости изменения состояния в разных частях системы могут быть различными. Строго говоря, речь идёт об изменении состояния системы в целом. Поэтому возможны две ситуации. Первая ситуация, когда изменение окружения влияет на объект. Вторая ситуация обратная – изменение объекта влияет на окружение. По существу обе эти ситуации можно рассматривать с единых позиций. Поэтому позволим себе ограничиться влиянием окружения на систему. Это более интересно для реальных задач и лучше изучено. При рассмотрении проще всего исходить из какого-либо конкретного примера. Будем исходить из примера фазового превращения в системе *твёрдая фаза – жидкая фаза*. Этот случай детально изучен и подробно описан, в частности и в нашей работе [2]. Все характерные черты процесса можно проследить на простейшей двухкомпонентной системе при постоянном внешнем давлении. Состо-

яние каждой из фаз при этом характеризуется относительной концентрацией одного из компонентов, например, более тугоплавкого. Эту концентрацию в фазах обозначают как  $C_t$  и  $C_{ж}$ . Нижние индексы относят концентрацию к твёрдой или жидкой фазе. В интервале температур окружающей среды  $T$  обе фазы, находящиеся в равновесии, характеризуются разными значениями  $C_t$  и  $C_{ж}$ . Для определённости будем говорить о наличии кристаллитов внутри жидкой фазы или же о кристалле, который выращивается из жидкости (расплава). Изменение состояния системы определяется изменением температуры  $T$  или состава (концентрации)  $C_{ж}$ . Как следствие, должно меняться и  $C_t$ . Если новая температура (или состав жидкой фазы) известны, то затем при достижении конечного равновесия, новый состав твёрдой фазы также полностью определён. Он легко находится из равновесной диаграммы состояний (фазовой диаграммы). Эти давно и хорошо известные сведения исключают из рассмотрения процесса его скорость. Иными словами, изучаются начальное (до изменения внешних условий) и конечное (после их изменения) состояния системы и её составляющих. Подобный подход во многих случаях оправдан. С его помощью получают ряд полезных результатов. По существу такой ход процесса возможен при бесконечно малой скорости изменения состояния внешней среды. Это т.н. *квазистатическое приближение*. Второй вариант реализации этой модели – бесконечно большие скорости процессов изменения свойств (состава) всех частей системы. Оба случая связаны с существенной идеализацией процесса. В реальной жизни такие условия не выполняются. Это приводит к возникновению целой группы эффектов. Наиболее известным является эффект изменения состава твёрдой фазы, который иногда принято называть *сегрегацией*. Сегрегация обстоятельно изучена применительно к металлургическим процессам. В ряде случаев сегрегация рассматривается как отрицательное явление. В то же время она широко используется и в практических целях. В первую очередь это процессы кристаллофизической очистки. Ещё в 1947 году в описанных в [3] работах Д.А. Петрова было отмечено, что соответствующие явления возникают в силу того, что при затвердевании двухкомпонентного расплава или раствора, идут, как минимум, две последовательные реакции (два превращения). Первая реакция – установление нового равновесия на границе раздела фаз. Вслед за этим начинаются реакции превращения. Они обеспечивают установления равновесия в жидкой и твёрдой фазах соответственно.

В рассматриваемой нами здесь ситуации жидкая фаза может толковаться, как окружение, а твёрдая, как объект. Скорости установления равновесия в этих трёх областях системы заведомо разные. Принципиальным является то, что новое состояние границы устанавливается с наибольшей скоростью. В большинстве имеющих интерес ситуаций эту скорость можно рассматривать как бесконечно большую. На самом деле сказанное означает лишь, что скорость изменения свойств границы намного больше скоростей изменения свойств окружения и объекта. Это обстоятельство проявляется во всех случаях фазовых превращений. Из него можно сделать вывод о том, что в случае фазовых превращений изменение состояния системы характеризуется наличием разных скоростей на границе, в окружении и в объекте. При этом скорости установления равновесия в окружении и в системе также могут различаться между собой. Именно эта разница в скоростях обычно изучается в первую очередь. В результате возникает целый ряд интересных эффектов, ряд из которых имеет важное техническое и технологическое применение. В частности особый интерес представляют способы управления степенью т.н. локальной равновесности материала с помощью воздействия на характер изменения свойств окружения [4]. Именно по причине влияния этого эффекта на различные физические свойства материалов соответствующие явления применительно к фазовым превращениям изучены достаточно хорошо [2].

Наличие разных скоростей взаимодействия объекта и окружения приводит к тому, что в реальных условиях можно говорить о наличии нескольких стадий процесса изменения объекта и об оценке степени завершенности соответствующих процессов [2]. Как следствие, возникает вопрос о том, насколько общими можно считать подобные явления. В 1987 году Н.В. Ошурковым было показано, что при замерзание грунтовых вод в почвах также идёт в две стадии, связанные с разными скоростями протекания процессов взаимодействия в системе окружение – объект. Впоследствии И.И. Чайкиным было показано, что аналогичная двухстадийность, влияющая на свойства объекта, проявляется и при вспенивании полимеров [4]. Таким образом для различных типов превращений, характеризующих преобразование вещества, имеется несколько независимых примеров. Во всех этих примерах для взаимодействия объекта со средой характерны разные скорости. При этом не возникает сомнений в применимости представлений об одновременном на-

личии разных скоростей взаимодействия в системе окружение – объект. Таким образом наличие разных скоростей превращения в системе окружение – граница – объект применительно к преобразованиям вещества можно полагать неким общим законом. В то же время вопрос о разных скоростях обмена энергии в таком плане в чистом виде не обсуждался. Применительно к энергии соответствующие явления хорошо описаны при описании взаимодействия тел с излучением. Процесс выравнивания температуры в среде и в окружении (теплоотдача) при изменении температуры на границе, описан многократно. Соответствующие представления хорошо согласуются с только что отмеченным утверждением о наличии разных скоростей взаимодействия при превращениях вещества. На наш взгляд, однако, более интересно ответить на вопрос о том, имеются ли аналогичные наблюдения при информационных взаимодействиях окружение – объект. Как показывает анализ, такие явления также обнаруживаются. Более того, в последнее время возрос интерес к соответствующим эффектам. Однако, их истолкование с позиции разных скоростей взаимодействия нам не известно. Рассмотрим эту проблему подробнее.

#### **Двухстадийность информационных взаимодействий в системе окружение – объект**

Наличие информационных взаимодействий объектов различной природы с их окружением хорошо известны. В отличие от взаимодействий, связанных с веществом и энергией, временной интервал чисто информационных взаимодействий объекта со средой намного более широк. Наряду с относительно кратковременными периодами взаимодействий имеются сведения о взаимодействиях, длящихся тысячи лет и, возможно, даже более длительные. Информационные взаимодействия могут быть связаны с объектами неживой природы, с биологическими и даже социальными объектами. Именно две последние группы объектов интересны для нашего анализа. В этом плане более важны объекты биологической природы. Говоря об информационных взаимодействиях мы имеем ввиду те случаи, когда под воздействием внешней среды информация, связанная с объектом меняется. Эта информация может изменяться (записываться или переписываться) под воздействием идущих от внешней среды потоков разной природы, в том числе и информационных. Так, возникновение искусственного иммунитета – это в конечном итоге некая информация, записываемая на генетиче-

ском уровне. Возникновение этой информации вызывается воздействием внешней среды. При этом действующий агент в своей основе не имеет чисто информационной основы. Наличие генетической информации, имеющейся в любых клетках организма, говорит о том, что информация, отражающая взаимодействие с внешним окружением, имеет разные иерархические уровни. Тем не менее, и это самое интересное, характер возникновения и изменения этой информации на всех уровнях иерархии, характеризуется некоторыми общими чертами. Одной из них, по нашему мнению, можно считать наличие у процесса нескольких стадий, связанных с разными скоростями в различных частях системы объект–граница–окружение (среда).

При рассмотрении информационных взаимодействий объекта и его окружения граница может и не быть так ярко выражена, как было, например, в случае границы раздела жидкой и твердой фаз. Так, если обратиться к процессу изменения информационной структуры объекта в процессе обучения, образ границы объекта и окружения носит до известной степени символический характер. Это никак не отражается на характере и методах анализа. Поэтому мы на этом не останавливаемся. В то же время эти особенности информационного обмена объект – среда порождают специальную терминологию. Взаимодействие со средой в простейшем виде описывается как последовательность:

*Сигнал* → *Рецептор* →  
→ *Фильтр* → *Память*

Память после обработки, связанной с задержкой во времени, или просто сохраняет информацию, меняя тем самым объект, или же вдобавок воздействует на специальный орган или группу органов, которые называются *эффекторами*. Мы здесь обходим вопрос о работе памяти, процессе классификации информации и о многих других важных вещах. Нам важна лишь эффективная скорость воздействия сигнала на память. В указанной схеме роль границы играют рецептор и, полностью или частично, фильтр. Сама реакция толкуется как *поведение* [5]. Взаимодействие объекта с окружением, то есть поведение, решает две противоположные по смыслу задачи. Первая из них – реакция на изменение окружения. Вторая – сохранение индивидуальных (конкретных) свойств объекта. Нахождение равновесия между процессами, обеспечивающими решение этих задач, и составляет основную суть реакции объекта. Реакция на изменение свойств среды тем эффективнее,

чем больше чувствительность рецептора. Однако эта чувствительность сдерживается процессом фильтрации. Для того, чтобы уловить все возможные изменения в окружении, скорость реакции на них рецептора, то есть внешней части границы, должна быть очень большой. Идеал – «мгновенная реакция», несуществим по достаточно очевидным причинам. С другой стороны обеспечение индивидуальности (неповторимости) объекта реализуется за счёт торможения «случайных возбуждений» в принимающей части границы (рецепторе). Таким образом роль «эффективной границы» сводится к быстрой начальной реакции с последующим неторопливым выделением главного. Это выделение реализуется, в первую очередь, путём замедления скорости преобразования.

Из сказанного следует, что наличие разных скоростей в цепочке взаимодействий среда – объект ни в коей мере не может считаться случайным. В биологии эти вопросы изучались, в частности, в работах В.П. Эфроимсона [6], посвящённых исследованиям возникновения в генетической памяти человека разного рода поведенческих программ. Эти программы записываются в генетическую память очень медленно. Для этого требуется повторение ситуации в течение нескольких поколений. В то же время сама ситуация в конкретных обстоятельствах должна быть достаточно быстрой. Это укладывается в представление о наличии разных скоростей в процессе реакции на внешнюю среду (окружение). К сказанному добавим ещё одно соображение. Его можно считать предварительным. В любом поведенческом акте, кроме процесса возникновения сигнала в рецепторе, то есть первичной реакции на внешнее окружение, важна и операция сравнения сигналов от разных рецепторов или, что то же самое от разных частей границы. Возможно и сравнение информации, возникшей в разные моменты времени. Собственно говоря, на таком сравнении и основываются многие механизмы памяти. Важность наличия в объекте некоторого устройства или механизма сравнения сигналов от разных частей границы или сигналов сформировавшихся в разное время, вполне очевидна. Такой оператор должен считаться одним из основных при информационном подходе ко многим важным проблемам. В то же время, в отличие от операций возникновения сигнала, представить себе механизм возникновения его простейших форм очень сложно. В упомянутых работах В.П. Эфроимсона и многих других, выполненных в этом же плане, роль оператора сравнения играет отбор. Это нельзя считать

случайным, так как отбор, по существу основан на сравнении различных вариантов. При этом не важно какие это варианты – поведения, конструкции, структуры и т.д. К сожалению, развить эту тему в рамках поставленной нами задачи не представляется возможным.

#### Формулировка основного вопроса

Не представляет труда привести ещё несколько примеров из области биологии, которые подтверждали бы наличие двух скоростей, обеспечивающих взаимодействие объекта и окружения. Можно привести аналогичные примеры для процессов обучения и для процессов в социальной жизни. Несколько скоростей проявляются практически всегда, если анализ процесса выполнен достаточно подробно. Ярких примеров, где такая двухстадийность взаимодействий в системе объект – среда отсутствует, нам встречать не приходилось. Общие рассуждения, приведённые в предыдущем разделе, наводят на мысль о том, что наличие, как минимум, двух стадий взаимодействия, идущих с разными скоростями, может рассматриваться в качестве широко распространённого явления. Оно характерно для разных областей знания. Это явление представляет из себя

простейшую модель реализации противоречий между требованием обеспечения адаптации объекта к меняющейся среде и требованием его устойчивости. Фильтрующая роль границы раздела выполняет при этом роль регулятора. Собранные примеры позволяют сформулировать вопрос о том, является ли наличие разных стадий процесса взаимодействия с помощью разных скоростей просто широко распространённым явлением, или же это один из важнейших законов природы. Приведённые нами факты говорят об осмысленности такой постановки вопроса. Именно постановка этого вопроса и может считаться основным результатом этой работы.

#### Список литературы

1. Турчин В.Ф. Феномен науки: Кибернетический подход к эволюции. – 2-е изд. – М.: МТС, 2000. – 368 с.
2. Романенко В.Н., Никитина Г.В., Чайкин И.И. Двухстадийность фазовых превращений и её связь со свойствами материалов // Физика кристаллизации. – Тверь: Изд. Тверского ГУ, 1999. – С. 49-53.
3. Романенко В.Н. Управление составом полупроводниковых материалов – М.: «Металлургия» 1976. – 368 с.
4. Чайкин И.И. Проводимость и структура теплоизоляционных твёрдых пен. – СПб.: Изд. СПбГАСУ, 1995. – 230 с.
5. Гаазе-Раппопорт М.Г., Поспелов Д.А. От амёбы до робота: модели поведения – М.: «Наука», 1987. – 285 с.
6. Эфроимсон В.П. Родословная альтруизма // Новый мир. – 1971. – № 10.