

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАЗВИТИЯ ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ

Дементьев В.А.<sup>1</sup>, Захарова В.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Дементьев Василий Александрович – доктор физмат наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории сорбционных методов,

Институт геохимии и аналитической химии имени В.И. Вернадского РАН,

<sup>2</sup>Захарова Вероника Андреевна – методист-учитель,

Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение Школа № 224;

г. Москва

**Аннотация:** фундаментальным процессам развития сложных природных систем посвящены обширные труды и натуралистов, и социальных мыслителей. Эта тематика не чужда мыслителям и в гуманитарной сфере, и в религиозной. Вот только методологии добычи таких знаний гуманитариями и натуралистами отличаются разительно. Гуманитарии действуют чисто умозрительно, а натуралисты накапливают опыт наблюдений, экспериментов и интерпретаций результатов опыта. Адекватность построенных на такой основе теорий проверяется путём моделирования изучаемых процессов и сравнения модельных предсказаний с результатами опытов. Можно сказать, что натуралисты мыслят моделями. В данной работе представлен обзор всех главных процессов развития сложных природных систем, в основном, биологических и экологических, подкреплённых примерами их моделирования. Этот материал может быть использован в учебных заведениях любого уровня, от начального до высшего, поскольку здесь он подан на общедоступном языке. Этот учебный материал может быть полезен в любых учебных курсах, так или иначе ссылающихся на данные естествознания.

**Ключевые слова:** сложные природные системы, развитие, умирание, стагнация, эволюция, революция.

## MODELING OF DEVELOPMENT PROCESSES OF NATURAL SYSTEMS

Dementev V.A.<sup>1</sup>, Zakharova V.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dementyev Vasily Aleksandrovich – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Leading Researcher of the Laboratory of Sorption Methods,

VERNADSKY INSTITUTE OF GEOCHEMISTRY AND ANALYTICAL CHEMISTRY OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES,

<sup>2</sup>Zakharova Veronika Andreevna – Methodologist-teacher,

STATE BUDGETARY GENERAL EDUCATION INSTITUTION SCHOOL № 224;

MOSCOW

**Abstract:** the fundamental processes of development of complex natural systems are the subject of extensive works by both naturalists and social thinkers. This subject is not alien to thinkers in both the humanities and religion. However, the methodologies of obtaining such knowledge by humanists and naturalists differ strikingly. Humanists act purely speculatively, while naturalists accumulate experience in observations, experiments, and interpretations of experimental results. The adequacy of theories built on such a basis is tested by modeling the processes under study and comparing model predictions with experimental results. It can be said that naturalists think in models. This work presents an overview of all the main processes of development of complex natural systems, mainly biological and ecological, supported by examples of their modeling. This material can be used in educational institutions of any level, from elementary to higher, since it is presented in a generally accessible language. This educational material can be useful in any courses that somehow refer to natural science data.

**Keywords:** complex natural systems, development, dying, stagnation, evolution, revolution.

### Цель работы

Ещё древним римлянам было хорошо известно:

Времена меняются, и мы меняемся в них = Tempora mutantur et nos mutamur in illis (Овидий).

А мы, нынешние, замечаем, что и мир вокруг нас меняется. На наших глазах возникают новые подвиды некоторых видов. Раскопки являют нам останки навсегда исчезнувших ранее живших видов. Значит, когда-то откуда-то возникли дошедшие до нас виды. Вот это изменение живого мира во времени мы называем его развитием. Другое дело, как мы относимся к результатам развития. Чаще всего нейтрально. Одобрительно, когда нам становится комфортней. Отрицательно, когда становится неуютно. Те же из нас, которые ощущают себя и называются естествоиспытателями, натуралистами, те замечают и выделяют немногие фундаментальные процессы развития в сложных системах нашего сверхсложного мира.

Мы кратко опишем несколько известных нам фундаментальных процессов развития микромира и живого мира, чтобы на их фоне выделить особый, эволюционный процесс, который был подробно проанализирован к 2000му году академиком Галимовым на феноменологическом уровне. И это позволило ему выдвинуть совершенно новую концепцию эволюции [1]. Стало ясно, что новые живые виды возникают в глубинах клеточного мира биополимеров через резкие изменения генетического кода материала клетки. Развившиеся отсюда особи могут погибнуть в неблагоприятных природных условиях, а могут приспособиться к

окружающему миру и процветать до наших дней. Так гласила и гласит концепция эволюции по Дарвину. Только в труде «Происхождение видов» Дарвин ничего не прояснил современникам о причинах и механизмах происхождения видов. Концепция Галимова это прояснила с полной ясностью. Оставалось проверить работоспособность новой концепции эволюции на молекулярном уровне путём компьютерного моделирования. Это было сделано в работах, начавшихся уже в 2000м году [2 - 10].

Знание упомянутого выше фона фундаментальных процессов развития необходимо при описании конкретного процесса, поскольку в мире все сценарии развития связаны друг с другом, и вырывать один сценарий из общего контекста опасно для дела.

Описывая эти процессы, мы стараемся ссылаться на общеизвестные явления природы, на непосредственно наблюдаемые нами факты. Но нам не обойтись без пояснений этих фактов, а это уже – интерпретации. Вспомним предупреждение от Фридриха Ницше:

Фактов нет вовсе. Есть только интерпретации.

Мы, физик и школьный методист-биолог, боремся с этим ироничным предупреждением философа, приводя интерпретации не от себя, а от крупных специалистов в соответствующих областях знания. Такие интерпретации становятся тоже Проверенными Фактами.

### **Универсальный процесс в природных системах – хаотизация**

Если наш благосклонный читатель в своих учебных или исследовательских трудах сталкивался с естествознанием, в частности, со свойствами газов, называемых в статистической физике и в термодинамике идеальными, то ему станет интересно, как просто промоделировать поведение таких газов. Как увидеть происходящее в них с помощью мысленного микроскопа почти во всех подробностях. Не прилагая к этому особых усилий.

Мы называем читателя благосклонным по старинке, поскольку мы, соавторы, хоть и родились в 20том веке, всё же воспитаны великой русской литературой, царившей в веке 19том, чьи гениальные создатели благосклонно называли своего читателя благосклонным.

Итак, для благосклонного, но критично настроенного читателя, знакомого с техникой программирования, строим в уме модель сосуда, находящегося в термостате и содержащем некое количество атомов инертного газа. В такой системе внешне ничего не происходит. Но внутренние движения атомов нам пригодятся в будущем. Как их увидеть? Только мысля модельно и количественно.

В системе МатЛаб имеется готовая утилита, названная Клеточным автоматом. Она двумерна. А объём газа трёхмерен. Опытный программист, пользователь МатЛаба, легко превратит эту утилиту в трёхмерную. Задаст объём сосуда в неких прямоугольных ячейках. Каждая ячейка может быть либо пустой, либо содержать заданную микрочастицу. Задаём число таких частиц и размещаем их в ячейках случайным образом. Чтобы зафиксировать температуру газа, задаём каждой частице её энергию, согласно распределению Больцмана. Всё.

Запускаем клеточный автомат в работу. Он работает шагами. Шаг состоит в нахождении первой же случайной частицы в случайной ячейке. Автомат перемещает частицу с её приписанной энергией в другую случайную ячейку, имитируя тем самым самопроизвольное трансляционное движение частицы. Такое движение характерно для любых микрочастиц. В соответствии с Принципом неопределённости Гайзенберга. Микрочастица не умеет стоять на месте, имея нулевую скорость поступательного движения.

Если на данном шаге избранная частица попала в пустую ячейку, автомат переходит к следующему шагу. Если же частица попала в занятую ячейку, то это считается столкновением двух частиц. Автомат помещает обе частицы в две свободные ячейки и перераспределяет их энергии так, чтобы не нарушалось распределение Больцмана, то есть чтобы не изменялась температура системы.

Всё. Задаём число последовательных шагов. Смотрим, что получится со временем в системе. А ничего нового. Однако, такое наблюдение за поведением модели нам не бесполезно.

Усложним модель. Добавим в неё некое количество более сложных частиц. Пусть это будут двухатомные молекулы, в которых атомы иной природы связаны силами притяжения-отталкивания.

При случайном попадании инертного атома в ячейку с такой сложной частицей, если энергия инертного атома достаточно велика для разрыва химической связи в двухатомной молекуле, автомат получит три частицы: инертный атом и два свободных атома иной природы. Он их распределит по свободным ячейкам, приписав им энергии, которые можно списать из ХемОфиса Кембриджского университета, США. Как при этом чуть-чуть изменится полная энергия системы, нам не очень пока важно. Недостающая энергия вольётся из термостата. Лишняя энергия уйдёт во внешний мир.

Важно другое. Каждая частица инертного газа имеет три степени свободы поступательного движения. Двухатомная молекула тоже имела три степени свободы поступательного движения. Но она была богаче движениями, чем любой отдельный атом. Наряду с тремя степенями свободы поступательного движения, молекула обладала одной степенью свободы внутреннего колебательного движения и две степени свободы внутреннего вращательного движения. Итого 6 степеней свободы. Когда молекула развалилась на два атома, в системе появились 3 новых степени свободы. Внутренние 3 степени свободы превратились в 3 степени поступательной свободы. Система стала менее упорядоченной, более мохнатой.

Это и есть микромеханизм хаотизации.

Сошлёмся на мнение Галимова [1]. Разрабатывая свою концепцию эволюции, он нарисовал умоглядную картину объединения более простых частиц в более сложные молекулярные конгломераты.

И замечал нам, что количество степеней свободы в эволюционирующей системе при этом уменьшается. Это он назвал упорядочением системы. На наше замечание, что общее число степеней свободы в системе не уменьшается, а просто трансляционные степени свободы переходят во внутренние колебательные и вращательные степени свободы, Галимов резко ответил:

-- Те учёные, кто усвоит мою концепцию, станут говорить как я, что уменьшается число степеней свободы.

Мы предупреждали о научной опасности:

-- А что, Вы чувствуете себя в науке Императором?

На что он скромно ответил – Да!

Другой анекдот о нашем научном шефе, академике Галимове. Чтоб не казалось, что он был и слыл таким научным узурпатором. Однажды, уж после 2018 года, когда он уж был не директором Института, а его научного руководителем, я Дементьев, сидел с ним рядышком на одном из Советов. Пожаловался ему, что меня преследуют международные журналы – Пришлите нам что-то похожее на Вашу публикацию «Возникновение простейшего генетического кода, как этап эволюции Земли». Галимов легонько толкнул меня в бок и сказал:

- А теперь Вы главный по эволюции.

Приятно, но особое удовольствие мне доставил учёный секретарь Галимовской Программы «Эволюция РАН» Сергей Воропаев, назвавший моё сообщение на последней конференции Программы Эволюция куда проще. «Самопроизвольное возникновение простейшего генетического кода, как этап эволюции в мире полинуклеотидов и полипептидов». Если бы я так назвал свою статью, то никто бы из международных журналов ко мне бы не приставал.

Я признателен Сергею за это уточнение. А Галимов на финальном заседании Программы в заключение сказал:

-- Да, мы с Дементьевым очень многое поняли в механизмах эволюции.

Это самая большая моя награда в Науке. Потому мой иконостас на моём домашнем рабочем месте выглядит так: это два моих члена РАН, бывшие моими супервизорами и источниками научных идей, разрабатываемых уже мной. Грибов Л.А. и Галимов Э.М. Светлая им память. Моя.

Теперь обращаемся к читателю, чуждому моделированию и программированию. Для него мы включили сюда фрагмент текста из рукописи к нашей же публикации в международном журнале [11]. Так мы будем поступать и в следующих разделах. Вот этот фрагмент:

Любой материальный объект состоит из атомов и молекул. Мы этого внутреннего устройства непосредственно не видим. Следовательно, твёрдо установленный факт наличия атомов и молекул как раз и является надёжной интерпретацией многочисленных наблюдаемых фактов. Это чтобы Фридриху Ницше было неповадно подсмеиваться над нами, исследователями фактов.

В любом коллективе атомов и молекул непрерывно происходит тепловое хаотическое движение. Оно рано или поздно обязательно приводит к хаотизации, к разрушению той внешней формы, которая и являет данный объект внешнему наблюдателю. Это есть природная тенденция, которую отменить невозможно. Различными усилиями и ухищрениями можно только замедлить разрушительный процесс в конкретном природном объекте. И Природа ухищряется, противопоставляя тенденции разрушения объектов тенденцию созидания новых объектов. Но о тенденции созидания – потом. А сейчас конкретный пример проявления процесса хаотизации.

*Хаотизации, разрушение ценного объекта.*

Для каждого индивида из рода Homo Sapiens, самая ценная внешняя форма существования огромного коллектива простых и сложных молекул – это его собственный организм. В сущности – он сам. В этом любезном ему природном объекте сами по себе непрерывно разрушаются клетки и целые ткани. И сам по себе идёт непрерывный ремонт, появляются новые клетки и складываются повреждённые ткани. Делается это на основе генетического кода, содержащегося в ядрах клеток в форме очень длинных молекул ДНК. Эти гигантские молекулы очень устойчивы к разрушительному действию теплового хаотического движения. Криминалисты ловко пользуются таким свойством ДНК, когда надо идентифицировать чей-то давно разрушенный организм.

Всё бы хорошо, но мы, специалисты в области молекулярной физики, разобрались – что именно происходит в длинных и сверхдлинных биополимерных молекулах, в этой основе Жизни. Оказалось – тепловое хаотическое движение в любой длинной молекуле рано или поздно приводит к отрыву крайнего звена полимерной цепочки. Длинная молекула ДНК укорачивается. Не настолько, чтобы запутать криминалистов в случае чего. Но настолько, чтобы не все закодированные в ДНК белки продолжали бы исправно синтезироваться в организме. В результате, ремонт клеток и тканей становится не таким качественным, как в молодости. Индивид стареет. И рано или поздно совсем не справляется с авторемонтом, умирает. Такие дела (So it goes), как говорил один герой у Курта Воннегута.

Вот какие сложные процессы, вот как опосредованно хаотизация берёт своё. Ничего не поделаешь – закон Природы (Dura lex, sed lex).

Обратите внимание на наше полное невнимание к внешним физическим условиям, в которых реализуется сценарий хаотизации. Дело в том, что хаотизация происходит при любых внешних условиях. В одних условиях она проходит быстрее, в других медленнее. Единственный физический параметр для

характеристики разных условий это температура. Выше температура системы – быстрее система идет к хаотизации. Ниже температура – хаотизация замедляется. Останавливается хаотизация только при температуре  $-273^{\circ}$  по Цельсию. Но доказано в термодинамике, что абсолютный ноль температуры ( $-273^{\circ}$  по Цельсию) абсолютно недостижим.

#### **Стагнация или стационарное состояние**

Это самый спокойный сценарий развития для сложного природного или технического объекта. И самый безопасный, наименее разрушительный для окружающей среды. Потому что в своём стационарном состоянии объект с наименьшей скоростью наращивает во внешней среде мусор. Под мусором мы подразумеваем высокоэнтропийные продукты, которые объект генерирует в результате внутренних процессов разрушения, хаотизации. А эти процессы, как было сказано, никто отменить не может.

Развиваемая нами виртуальная модель простой системы, где среди атомов инертного газа есть примесь двухатомных молекул, пока не способна описать все события в системе. У нас не полностью описаны динамические свойства двухатомных молекул. Одна из молекул в случайном столкновении разделилась на два атома. Для простоты считаем эти атомы одинаковыми. Они разлетелись и заняли две пустовавшие ячейки. А что станется, если эти два атома случайно столкнутся? Это зависит от энергии столкновения. Вспомним, что двухатомная молекула держалась как единая частица силами притяжения-отталкивания меж своими двумя атомами. Если энергия столкновения сблизит два теперь свободных атома на очень близкое расстояние, то огромные силы отталкивания вновь разбросают два атома в разные стороны. Если же энергия столкновения лишь преодолет потенциальный барьер, препятствующий сближению атомов, то оба атома попадут в общую потенциальную яму и станут колебаться в этой яме. Молекула воссоединится.

Внесём в модель энергетические условия воссоединения атомов в молекулу при соударении атомов. Для конкретных атомов эти данные можно взять из ХемОфиса. Запустим модель на множество шагов. Мы увидим, остановив программу, что в системе осталось неизменным общее число атомов, входивших в начале в двухатомные молекулы. Но теперь часть этих атомов находится в свободном состоянии, а часть входит во вновь собранные двухатомные молекулы. Запустим программу ещё несколько раз. Мы будем наблюдать, что число целых двухатомных молекул колеблется вокруг некоей средней величины. Это и есть модельное описание стационарного состояния системы. В это состояние система пришла после большого числа начальных шагов, а дальше в ней по сути ничего нового не происходит.

Обратимся к читателю, чуждому моделированию и программированию. Возможно, ему ближе термодинамическое описание природной системы, находящейся в стационарном состоянии, в стагнации. Это описание сложнее приведенного модельного описания газа в запаянном сосуде.

Приведём краткую справку из технической термодинамики, что и как происходит с конкретным природным объектом. Любой такой объект называется открытой неравновесной системой. Открытый он потому, что через внешнюю оболочку в систему поступают потоки вещества и энергии. А также через ту же оболочку выводятся наружу потоки вещества и энергии. Неравновесна такая система потому, что температура в разных частях системы разная и отличается от внешней температуры. Давление тоже неодинаково в разных частях системы, что и делает объект похожим на насос, который втягивает что-то извне и выбрасывает что-то вовне.

Открытая неравновесная система ради поддержания своей жизни на постоянном уровне поглощает из внешнего мира ценные продукты с их низкой энтропией и с их высокой внутренней энергией. А наружу возвращает продукты с высокой энтропией. В результате, внешний мир портится. Во внешнем мире накапливается мусор, который трудно использовать на что-то годное.

И тут самое время вспомнить утешительную теорему Пригожина:

Открытая неравновесная система, находящаяся в стационарном состоянии, оказывает наименьшую возможную энтропийную нагрузку на внешний мир по сравнению с нагрузкой в состоянии роста или разрушения этой системы.

Теперь об условиях реализации процесса. При кажущейся простоте данного процесса, условия его реализации оказываются совсем не простыми для любого сложного объекта. Прежде всего, объект надо создать и развить до его стационарного состояния. А это требует ресурсов, особых начальных условий и значительно больших усилий со стороны природы и самого объекта, чем поддержание объекта в стационарном состоянии. И энтропийная нагрузка на природу значительно больше в период рождения и воспитания такого объекта. А уж о периоде заболевания и разрушения объекта – и говорить нечего. Сам объект превращается в мусор. Энтропия окружающего мира в этот период резко возрастает. Такие дела (So it goes).

Условия поддержания объекта в стационарном состоянии также непросты. Необходимы ресурсы для питания объекта. Необходимы механизмы для удаления отходов. Если продукты, полученные во внутренних процессах разрушения, не убирать из окрестностей объекта, то объект будет изолирован от ресурсов питания. А в изоляции любой объект развивается по сценарию хаотизации, погибает.

В качестве примера можем привести любой живой организм, начиная с живой клетки. Любой живой организм часть своей жизни проводит в стационарном состоянии, если не меняются удовлетворительные внешние условия. Можно рассмотреть историю некоей страны. Страна тоже находится иногда в стационарном состоянии, если ей не мешают и не помогают соседние страны. Для страны это состояние обозначают тогда термином Стагнация. Правители страны часто стремятся выйти из стагнации и перевести

страну в режим линейного развития. Однако, если правители при этом нарушают некие законы Природы и общества, может случиться революция.

#### **Линейное количественное развитие**

Самый простой процесс. Настолько простой, что его можно описать и проанализировать математически, средствами матанализа, изученного почти всеми нами, образованными людьми. Другие природные процессы развития поддаются такому описанию и анализу с большим трудом. А некоторые процессы пока вообще не поддаются количественному описанию. На физическом уровне этот сценарий тоже не прост. Вот, что-то в природе растёт. Например, растут снежинка и ледник, растёт или уменьшается лесной массив, растёт человеческий малыш. Растёт число малышей, рождающихся за год и выживающих в первые дни жизни. Почему растёт и с такой скоростью? Потому что созданы подходящие условия. И в них при наличии ресурсов процесс пошел. И уж тогда можно составлять и решать уравнения для прогноза и коррекции процесса.

Подробно описывать этот сценарий не имеет смысла, поскольку он является частью процесса подготовки системы к переходу к её стационарному состоянию. Ибо ни одно количественное изменение в природе не может развиваться бесконечно. Количественные изменения наталкиваются на качественные скачки, как и утверждал Гегель. Ничего тут не напишешь.

Нужно заметить для дальнейшего одну особенность этого процесса. На конкретных примерах его реализации. Пусть растёт лесной массив. Появляются новые члены этого массива. Но на качественном уровне ничего **НОВОГО** не появляется. Пусть растёт ледник, на который сыплются снежинки. От снегопада к снегопаду, от года к году наращиваются новые слои льда или уплотнённого снега, но ничего **НОВОГО** не появляется. Для того, чтобы появилось что-то **НОВОЕ**, нужен совсем другой процесс. Эволюционный. А пока заметим, как проявилась связь между тремя описанными процессами. И линейный рост, и стационарное состояние любой системы происходят на фоне процесса хаотизации.

#### **Эволюционное развитие**

О механизмах эволюционного процесса, об условиях эволюционного развития подробно рассказано в приведенных ссылках. В этом разделе мы ограничимся одним примером, в котором ярко проявляются особенности эволюции.

Предлагаемый пример покажет, что эволюция по Галимову [1] и эволюция по Дарвину не антагонисты, а возможные сотрудники в природной лаборатории.

В тёплых морях жил-был архипелаг со своей флорой и фауной. Острова архипелага расположены на расстояниях, вполне доступных для миграций птичек между островами. Птички способствовали переносу семян растений с острова на остров. Поэтому каждый остров был покрытым зеленью, абсолютно весь. Зелень состояла из деревьев и травы. Птички в начале времён были одного вида, с короткими клювами и с маленькими коготками. Это позволяло птичкам питаться жучками на ветках деревьев и червями, выглядывавшими из почвы. Жучки-короеды редко появлялись на поверхности веток. Некрупные черви и личинки редко выглядывали из почвы. Птички питались скудно и размножались не очень энергично. Но в целом вся экосистема архипелага веками жила в приятном стационарном состоянии.

И случилась в морских глубинах беда, катастрофа. В результате эпизоотии погибла масса глубоководных рыб. Вздувшиеся рыбы всплыли на поверхность, и были выброшены на пляж одного из островов. Это было пиршество для птичек. С одним побочным эффектом, приведшим к серьёзным последствиям.

В организм наевшейся птички попали не только ценные белки из тканей погибшей рыбы, но и те микроорганизмы, которые вызвали эпизоотию рыб. То ли бактерии, то ли вирусы – не так важно. Важен хорошо нам теперь известный факт, что генетический материал живых клеток передаётся из прошлого в настоящее и в будущее не только по вертикали (по стволам и ветвям генеалогического дерева данного вида), но и по горизонтали – от одного вида к другому. Приблизительно вот как.

Клетки рыбного мяса птичке приятны и полезны. Эти клетки будут разобраны ферментами на запчасти, из которых другие ферменты построят уже птичьи клетки и ткани. А вот рыбные болезнетворные микроорганизмы – чужие. Их надо просто уничтожить. Специальные птичьи клетки, фаги, поглощают чужака, разбирают его на части. Детали этого процесса не важны. Важно, что молекулы ДНК птички и молекулы ДНК или РНК чужака в процессе хаотизации могут оказаться рядом в одном и том же клеточном бульоне. И тогда между отдельными частями молекул двух разных геномов возникают силы притяжения-отталкивания. И может произойти обмен частями геномов, мутация (*mutatio* = мена, обмен). У птички возникает новый геном, который может попасть в её репродуктивный аппарат.

Обратите внимание – случайно возник **НОВЫЙ** микроскопический объект, молекула ДНК новой структуры, подходящей и даже благоприятной для птичек. Ранее, в линейном процессе размножения, передачи в будущее генетической информации, у птичек, такой объект не возникал. Скучно повторялась одна и та же структура в новых экземплярах молекул ДНК. А вот возникновение **НОВОГО** объекта из-за случайного взаимодействия старых объектов, это и есть **эволюция по Галимову**. И есть старые механизмы, которые будут передавать информацию о совсем **НОВОМ** объекте в будущее. **НОВЫЙ** объект закрепляется в мировой истории. Если ему позволят выживать природные условия.

К чему это приводит в данном конкретном примере экосистемы? Скорее всего, не в каждой наевшейся птичке произойдёт обмен генетическим материалом. В тех птичках, где он произойдёт, не обязательно он пройдёт одинаковым образом. Предположим, что возникли только два новых типа птичьего генома. Один

геном через закодированные в нём новые белки приведёт к появлению популяции птичек подвида «beak» с длинными и крепкими клювами. Другой геном приведёт к появлению популяции птичек подвида «claw» с мощными когтями. Дальше происходят макроскопические **процессы, следующие концепции эволюции по Дарвину**.

Пусть птички новых подвигов старого вида равномерно разлетелись по разным островам архипелага. Пусть на острове Beak (Клюв) большая часть территории занята лесом, а на острове Claw (Коготь) большая часть занята лугами. Это существенно разные природные условия для двух подвигов птичек. На острове Beak подвид claw сможет питаться только теми жучками, которые появились на стволах деревьев. Но жуки-короеды предпочитают находиться в глубинах коры. Оттуда их легко достаёт подвид beak. В результате, на острове Beak подвид beak питается и размножается лучше подвида claw. По аналогичным причинам, на острове Claw подвид claw, умеющий раскапывать почву мощными когтями и добывать почвенных червей из-под земли, питается и размножается лучше подвида beak.

По прошествии нескольких сотен лет, мимо островов Beak и Claw будет проходить маршрут судна, на котором по знакомству с капитаном окажется молодой Чарлз Дарвин. И он заметит, что на острове Beak условия питания и размножения благоприятны для подвида птичек beak. А на острове Claw условия благоприятны для подвида птичек claw. И сделает гениальный вывод:

Происхождение видов вызвано природными условиями, к которым хорошо приспосабливаются и выживают выживающие, а на их фоне плохо приспосабливаются и вымирают вымирающие.

Не иронизируем. Механизмы выживания и вымирания по эволюционным воззрениям Дарвина прекрасно работают. И не только в тёплых морях. Но эти механизмы не имеют никакого отношения к Происхождению новых видов и подвигов. **НОВЫЕ** природные объекты появляются сами по себе под влиянием особых условий, под действием особых механизмов и по эволюционной концепции Галимова.

Проследим на разобранный примере, как проявились некоторые особые черты эволюции по Галимову.

Эволюция по Галимову ничего не уничтожает. Наоборот, всё бережно сохраняет. В данном примере – не пропал генетический материал исходного вида птичек. Не пропал бесследно и генетический материал микроорганизмов, пагубно повлиявших на рыб. Эти материалы только обменялись малыми участками своих материальных носителей, молекул ДНК.

**НОВЫЕ**, ранее не существовавшие объекты (два подвида птичек), более эффективно взаимодействуют друг с другом и с окружающим миром. Если позволяют природные условия. Поясняем. Птички beak на острове Beak, наевшись без проблем, весело размножаются в своей популяции. Но есть и побочный эффект их появления на этом острове, где много деревьев. И, следовательно, много жуков-короедов. Птички beak эффективно выковыривают из коры жуков, подавляют их популяцию. В результате, деревья чувствуют себя лучше, охотно размножаются летучими семенами и постепенно захватывают всю площадь острова. А вот иные формы жизни растений в густой тени деревьев чувствуют себя скверно, чахнут и дают меньше пищи подземным жителям, червям. В результате, страдают и вымирают случайно попавшие на остров едоки червей, птички claw. Для них это – катастрофа. Так что, эффективность взаимодействия с внешним миром, это не обязательно благостное воздействие. Оно может быть и пагубным. Но факт остаётся фактом – исходный вид птичек был неспособен так эффективно воздействовать на окружающий мир. Заметим, что и птички claw на острове Claw благотворно действуют на верхний слой почвы и его обитателей, поскольку они когтями энергично взрыхляют грунт. Но и могут вызвать катастрофу, раз они неспособны выковыривать жуков из коры деревьев. Жучки возьмут верх, погубят деревья и погибнут сами вместе с лесом. Остров будет покрыт кустарниковой и травянистой растительностью.

**НОВЫЕ**, ранее не существовавшие объекты (два подвида птичек), вполне пригодны для дальнейшей эволюции по Галимову. Им ничто не мешает получить новый генетический материал от других живых организмов. Тогда их ждут новые мутации. С соответствующими последствиями для окружающей среды, если среда позволит этому благу или катастрофам совершиться.

Заметка для читателя, умеющего программировать и моделировать разные процессы. Мы здесь не стали описывать процесс эволюции в нашей виртуальной модели. Предлагаем ознакомиться с примерами использования клеточного автомата в работах [2 – 10], где различные аспекты концепции эволюции по Галимову проработаны профессионально.

### **Катастрофа**

Мы уже рассмотрели два примера мелких, тихих катастроф в экосистемах двух вполне благополучных островов. Если читатель заинтересуется анализом более крупных катастроф в более серьезных экосистемах, то рекомендуем ссылку на анализ возможных событий в одной из реально сложных экосистем [12].

Остаётся пояснить сам термин. Греческое слово *καταστροφή*, если его разобрать на составляющие, может означать не только «бедствие», но и «с новой строки». Что значительно оптимистичней. Действительно, в природе нередко происходит залечивание системы, претерпевшей катастрофу. На острове, где погиб весь лес, могут быть занесены ветрами семена таких деревьев, которые хорошо противостоят прожорливым короедам. И вырастет новый лес. С новой строки.

Учите греческий. Не обязательно выучите этот трудный язык. Но будете свободнее разбираться в научных терминах, которые все из латыни. А в Лациум попали от более просвещенных греков.

### **Революция**

Этот сценарий обычно начинает работать после эволюционного и линейного развития большой сложной природной системы. При определённых внешних и внутренних условиях НОВЫЕ объекты начинают производить так много своих экземпляров, что популяции этих НОВЫХ становятся тесно в борьбе за ресурсы, за доминирование. НОВЫЕ начинают доминировать, брать власть в свои руки (на старославянском, польском и украинском «властный» = «собственный»). Мешающие экземпляры СТАРЫХ уничтожаются или энергично выбрасываются в окружающую среду, во внешний мир. В эмиграцию.

Таким образом, характерный признак революции, это – уничтожение ненужного для дальнейшего развития системы материала. Этой своей неэкономностью революционное развитие существенно отличается от эволюционного развития. Утешает то, что за революцией, за сопровождающими катастрофами, после самозалечивания ран может опять начаться этап эволюционного развития.

#### *Список литературы / References*

1. Э.М. Галимов. Феномен жизни: между равновесием и нелинейностью, происхождение и принципы эволюции. 3-е изд. М., 2008.
2. В.А. Дементьев. Компьютерное моделирование процесса возникновения генетического кода. В сборнике «Проблемы зарождения и эволюции биосферы» под ред. Э.М. Галимова, М: URSS, 2008, 79-94.
3. В.А. Дементьев. Некоторые вопросы химической эволюции, решаемые средствами молекулярного моделирования. В книге «Проблемы зарождения и эволюции биосферы» под ред. Э.М. Галимова, том 2. М: URSS, 2013, 265-285.
4. V.A. Dementiev. The Driving Forces of Evolution. *Geochemistry International*, 2014, Vol. 52, No. 13, pp. 1146–1189. © Pleiades Publishing, Ltd., 2014.
5. V.A. Dementiev. Возникновение простейшего генетического кода как этап химической эволюции Земли. *Геохимия*. 2018. № 1. С. 70-76. DOI: 10.7868/S00167525180100.
6. V.A. Dementiev. Origin of the simplest genetic code as an evolutionary stage of the Earth. *Geochemistry International*. 2018. V. 56. No. 1. P. 65-70. DOI: 10.1134/S0016702918010020.
7. V.A. Dementiev. Interaction of radicals in polypeptides. *Current Research in Biopolymers: CRBP-101*. DOI: 10.29011/CRBP-101.000001.
8. V.A. Dementiev. How to: the origin of life or the rise of life and death? *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*. 26(1)-2020. BJSTR. MS.ID.004293. DOI: 10.26717/BJSTR.2020.26.004293. <https://biomedres.us/pdfs/BJSTR.MS.ID.004293.pdf>
9. V.A. Dementiev. Virus as evolutionary product of the world of biopolymers. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*. 27(4)-2020. BJSTR. MS.ID.004541. DOI: 10.26717/BJSTR.2020.27.004541. <https://biomedres.us/pdfs/BJSTR.MS.ID.004541.pdf>.
10. V.A. Dementiev. The Formation of Genetic Memory at Various Stages of the Evolution of the Earth. *Journal of Current Trends in Physics Research and Applications*. 1(1): 107. <https://katalystpub.com/jctpra-articles>.
11. V.A. Dementiev. Regularities of Evolution from Biopolymers to Social Systems. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*. 32(1)-2020. BJSTR. MS.ID.005209. DOI: 10.26717/BJSTR.2020.32.005209. <https://biomedres.us/pdfs/BJSTR.MS.ID.005209.pdf>.
12. Dementev VA and Zakharova VA. Scenarios for the Development of the Material World. *Biomed Sci & Tech Res* 60(1)-2024. BJSTR. MS.ID.009392. DOI: 10.26717/BJSTR.2024.60.009392
13. В.А. Дементьев. Эволюция по Галимову в социальных системах. М. Эдитус, 2024.