



12+

Станислав Ржевский

Предваря жизнь

Опыты с образованием
биоморфных структур

Станислав Ржевский

Предваряя жизнь.

Опыты с образованием биоморфных структур

<https://litres.ru/74249129>

ISBN 9785007048477

Аннотация

В данном пособии рассмотрены эксперименты, демонстрирующие процессы самоорганизации материи, создающие подобию структур живых организмов. В их числе: образование биоморфных кристаллов и мембранных комплексов, создание дендритов из вязких жидкостей, получение гидрофобных везикул, коацерватных капель и конвективных ячеек. Данные опыты позволят на практике ознакомиться с процессами, обуславливающими переход от химического движения материи к возникновению жизни.

Содержание

История экспериментов с образованием биоморфных структур	5
Конец ознакомительного фрагмента.	21

Предваряя жизнь Опыты с образованием биоморфных структур

**Станислав
Геннадьевич Ржевский**

© Станислав Геннадьевич Ржевский, 2026

ISBN 978-5-0070-4847-7

Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

История экспериментов с образованием биоморфных структур

Проблема понимания сущности жизни имеет глубокие исторические корни. Долгое время живая и неживая материя воспринимались как категории, отличающиеся присутствием «жизненной силы» — так складывались донаучные виталистические представления.

С другой стороны, еще ранними исследователями было отмечено, что кристаллические вещества зачастую принимают формы, напоминающие растения. Это давало повод считать минералы разновидностью живых существ. Подобные наблюдения подкрепляли представления о всеобщей одушевленности материи, получившие название «гилозоизм» (от греч. ὕλη — «материя» + ζωή — «жизнь»).

В экспериментах донаучного периода с наивным упорством алхимики пытались искусственно создавать живые организмы или возрождать их после смерти. Так возник миф о палингенезии (др.-греч. πάλιν — «снова» + γένεσις — «рождение») — возрождении живых существ из их останков.

Один из первых опытов, долгое время интерпретировавшийся как палингенезия, был описан в XVI в. алхимиком Жозефом Дюшеном. Это открытие произошло в ходе извле-

чения солей из крапивы для приготовления лекарственного средства. Было обнаружено, что замороженный профильтрованный щелок (настой золы растения) образует ледяную кристаллизацию, в которой якобы виделись «тысячи форм крапивы с корнями, стеблями и листьями»¹.

¹ Du Chesne J. (Jos. Quercetani). Ad veritatem hermeticae medicinae ex Hippocratis veterumque decretis ac therapeusi, nec non viuae rerum anatomiae exegesi, ipsiusque naturae luce stabilendam, adversus cuiusdam anonymi phantasmata responsio. Typographica Wolffgangi Richteri, 1605, P. 232—235.

D. GEORGII FRANCI DE FRANKENAV
S. R. I. EQVITIS AVRATI, CONSILIARII ATQVE
ARCHIATRI REGII
DE

PALINGENESIA

SIVE
RESVSCITATIONE ARTIFICIALI
PLANTARVM, HOMINVM ET
ANIMALIVM E SVIS CINERIBVS

LIBER SINGVLARIS,
POSSIBILITATEM FVTVRÆ CORPORVM NOSTRORVM
RESVRRECTIONIS SOLIDE AC CVRIOSE DEMONSTRANS, MVLT-
QVE ALIA RECONDITAE NATVRÆ ARCANA PANDENS,
PROPTER INSIGNEM, QVEM THEOLOGIS, PHYSICIS, BO-
TANICIS, ALIISQVE ERVDITIS PRAESTAT, VTILITATEM
IAM REVISVS, EMENDATVS, NEC NON COMMENTARIO,
ET VARIORVM, SVISQVE EXPERIMENTIS QVAMPLVRIMIS ILLVSTRATVS

A
IO. CHRISTIANO NEHRINGIO.

PRAEMISSVM EST
ELOGIVM AVTORIS
A VINDICIANO
CONSCRIPTVM



HALAE APVD FELICEM DV SERRE Anno 1717.

«De palingenesia, sive resuscitatione artificiali plantarum,

hominum et animalium e suis cineribus...» Георга Франка фон Франкенау с комментариями Христиана Нерингера.

В дальнейшем алхимиками было разработано еще множество рецептов палингенезии, подразумевавших получение подобий живых организмов. Эти описания имеют разную достоверность — от вполне воспроизводимых опытов до фантастических обещаний зарождения полноценной жизни. Существенная часть таких экспериментов описана и проанализирована в издании «*De palingenesia, sive resuscitatione artificiali plantarum, hominum et animalium e suis cineribus...*» («О палингенезии, или искусственном воскрешении растений, людей и животных из их праха»)² 1717 года. Данная книга представляет собой трактат врача и ботаника Георга Франка фон Франкенау, снабженный подробными комментариями Христиана Нерингера. Труд имеет частично скептический характер: не отрицая самой возможности искусственного зарождения жизни, авторы критикуют рецепты палингенезии, представляющиеся наиболее неправдоподобными.

Рассматривая изложенные в книге эксперименты, можно разделить их на следующие группы: 1) создание кристаллических подобий живых организмов при замораживании и выпаривании растворов, а также — возгонке сухих субстан-

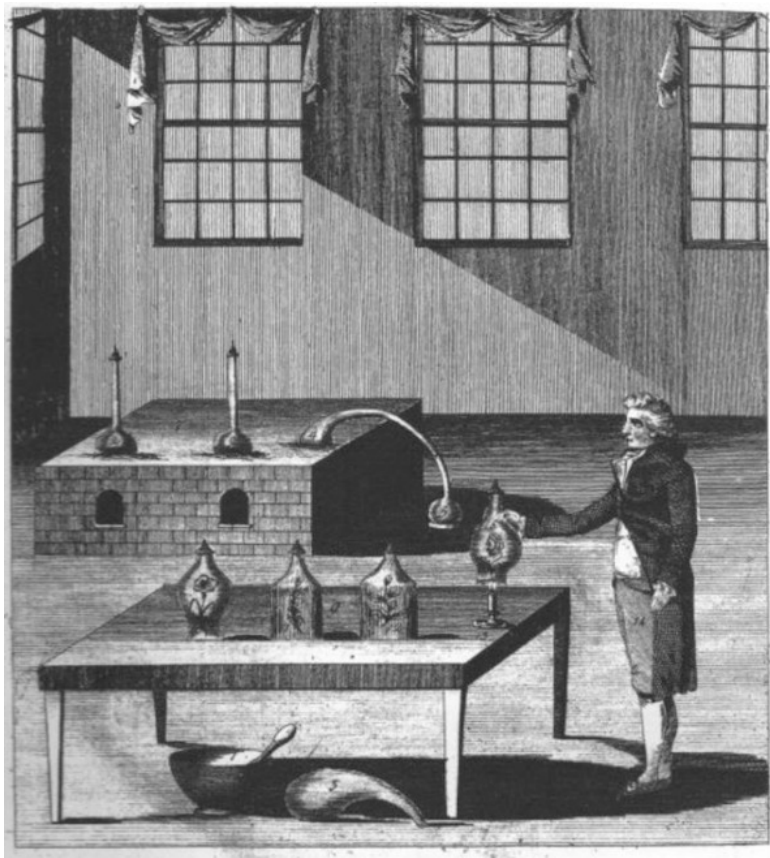
² von Franckenau F.G. *De palingenesia, sive resuscitatione artificiali plantarum, hominum et animalium e suis cineribus*. Halae: Apud Felicem du Serre. 1717.

ций; 2) образование структур из осадков при протекании химических реакций — в том числе выращивание металлических дендритов; 3) получение ветвящихся узоров при распределении вязких жидкостей (смола) на плоскости; 4) длительные процессы брожения органических субстратов, якобы создающие живые организмы и их подобия; 5) ошибочные представления о возможности зарождения живых существ (в том числе — членистоногих и рептилий) из неживой материи.

Стоит отметить, что спонтанное самозарождение было экспериментально опровергнуто Франческо Реди еще в XVII в., хотя подобного рода утверждения продолжали повторяться в литературе еще некоторое время. Помимо широко известного эксперимента с отсутствием личинок мух в изолированной посуде, Реди также доказал, что обитающие в дубовых галлах личинки орехотворок не возникают из листьев дерева, как считалось ранее, а появляются из яиц, откладываемых взрослыми особями насекомых³, по современной классификации относящихся к роду *Cynips*.

Многие опыты, приведенные в трактате Франкенау и Нерингера, доступны для повторения, хотя бы в упрощенном или модифицированном виде. С развитием наук к ним прибавилось еще немало подобного рода экспериментов, способных служить подспорьем для изучения процессов самоорганизации.

³ Redi F. Esperienze intorno alla generazione degli insetti, Firenze, 1668.



Палингенезия. Из «A New and Complete Illustration of the Celestial Science of Astrology» Эбензера Сибли.

Некоторые из подобных рецептов представлены в книге философа XVIII в. Карла фон Эккартсгаузена⁴, переведенной на русский язык под названием «Ключ к тайнствам натуры». Среди них описано получение минеральных структур из растворенных в кислоте кораллов, почвенной и растительных вытяжек.

Характерным предметом интереса алхимиков являлось выращивание искусственных «деревьев» из металлов, которые считались способными расти подобно представителям флоры. Такое отождествление подтверждали находки ветвящихся жил самородков. Наконец, рост металлических дендритов получилось воспроизвести опытным путем.

Это открытие зачастую приписывается Теофрасту Парацельсу — якобы ему впервые удалось вырастить дендриты олова и свинца на цинке, погруженном в раствор их солей. По традиции алхимико-астрологических ассоциаций они получили название «дерево Юпитера» (*Arbor Jovis*) и «дерево Сатурна» (*Arbor Saturni*). Однако в историческом сборнике опытов их автором указан некий «Г. Ильземан»⁵.

Другой старейший рецепт создания «металлических деревьев» находится в трактате «*De Natura rerum*», спорно приписываемом Парацельсу (не исключено, что некоторые

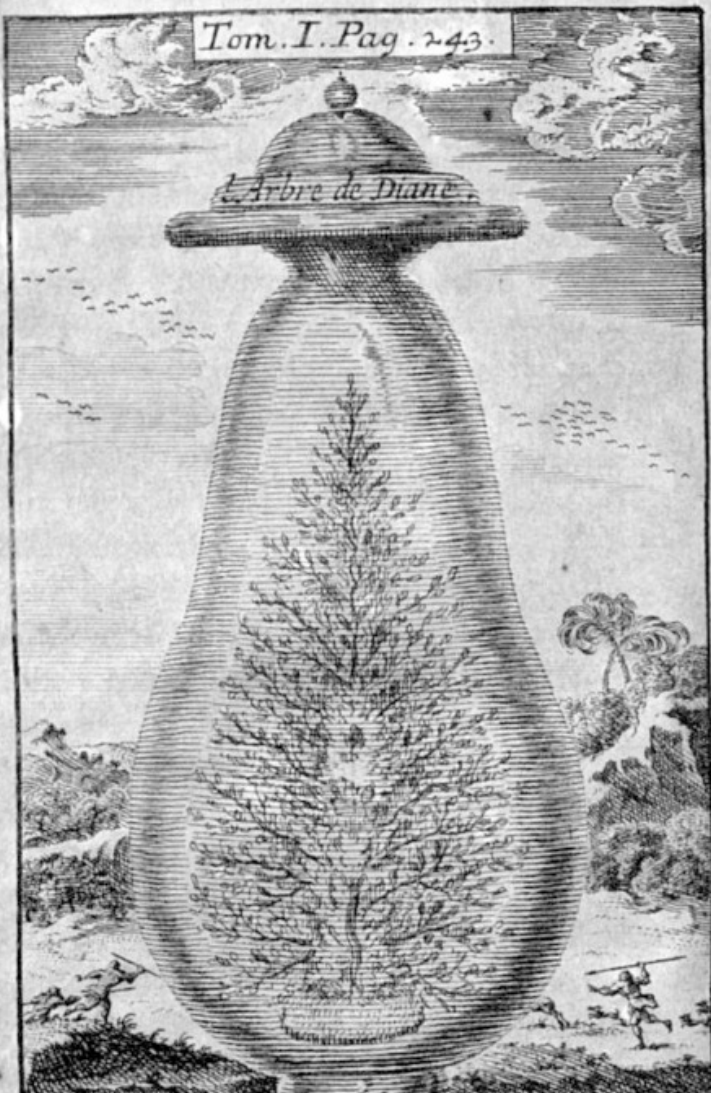
⁴ Эккартсгаузен К. Ключ к тайнствам натуры, часть III, СПб, 1804, С. 88—93.

⁵ Химическая забава или собрание удивление и удовольствие производящих опытов, обыкновенно кунстштниками называемых. [Перевод Н. Дудина]. М.: В университетской типографии у Ридигера и Клаудия. 1797. С. 77—116.

фрагменты его трудов действительно вошли в это сочинение). Так или иначе, в нем приведен способ выращивания «деревя» из раствора золота в «царской водке» — смеси азотной и соляной кислоты⁶.

⁶ Philip Teophrasti von Gogengeim. De Natura rerum, IX bucher. Strassburg: Bernhard Jobin, 1584, Libri II, P. 13 (63).

L'Arbre de Diane.



«Дианино дерево». Из «Curiositez de la nature...» П. Вальмона.

Ставший классическим метод выращивания дендритов серебра можно найти в книге Джамбаттиста делла Порта⁷. Суть рецепта в том, что ртуть помещается в раствор нитрата серебра (полученный растворением металла в азотной кислоте), и на ее капле начинается активное осаждение благородного металла. В дальнейшем такое химическое произрастание стали называть «деревом Дианы» из-за ассоциаций серебра с Луной и древнеримской богиней.

Помимо образования металлических дендритов, в XVII в. арсенал курьёзных опытов пополнился созданием химических «произрастаний» на основе силикатов металлов. Данный феномен был описан еще в XVII в. Иоганном Рудольфом Глаубером, считающимся первооткрывателем «жидкого стекла»⁸. Суть опыта заключается в следующем: в раствор силиката натрия или калия добавляются кристаллики солей различных металлов (железа, меди, цинка и так далее). В результате за счет осмотических процессов начинается рост мембранных структур, напоминающих растения.

В XIX в. данный феномен был подробно исследован

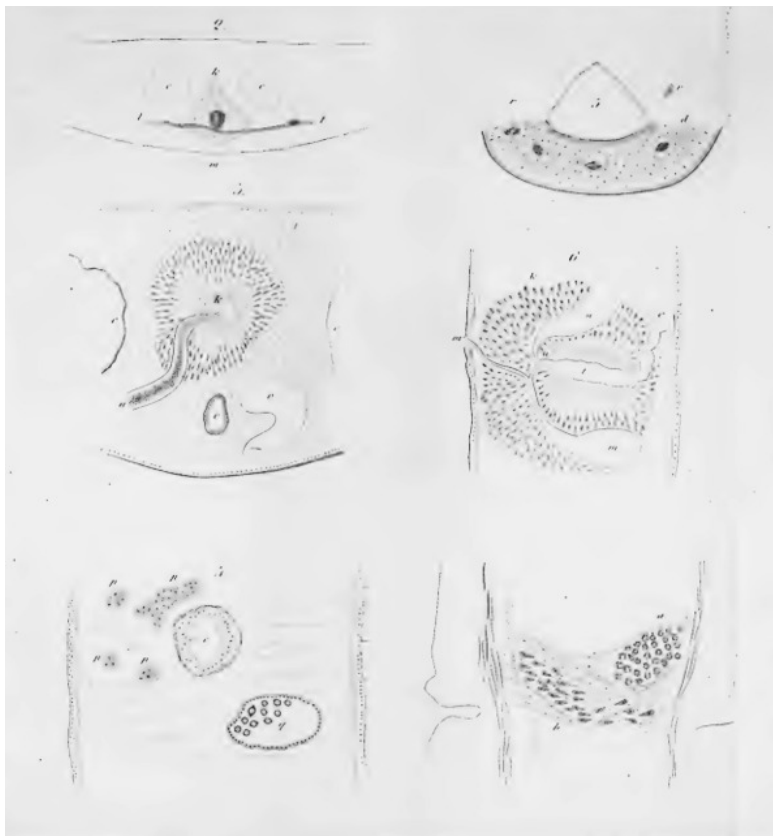
⁷ della Porta J. Natural Magick. London, 1658, P. 171.

⁸ Glauber J.R. Wie man in diesem Liquore von allen Metallen in wenig Stunden Bäume mit Farben soll wachsen machen [How one shall make grow—in this solution, from all metals, in a few hours—trees with color]. Furni Novi Philosophici. Amsterdam: Johan Jansson. 1646. P. 186—189.

немецким химиком Морицем Траубе, поэтому образующиеся в подобных процессах структуры называются «клеточки Траубе». Для создания мембранных структур он использовал различные вещества, в том числе — желатин, дубящийся под воздействием фенольных соединений, и жёлтую кровяную соль, взаимодействующую с солями меди (в результате на поверхности капель образуется полупроницаемая мембрана из комплексного соединения — гексацианоферрата (II) меди)⁹.

Ещё одно явление, неизменно очаровывавшее с давних пор — образование морозных узоров льда на окнах. Их очевидное сходство с растениями давало почву для мистических спекуляций — вплоть до того, что на окнах якобы запечатлеваются «души растений».

⁹ M. Traube. Experimente zur Theorie der Zellenbildung und Endosmose // Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin. 1834. P. 129—165.



Искусственные мембранные структуры. Из «Experimente zur Theorie der Zellenbildung und Endosmose» М. Трайбе.

Долгое время считалось, что посредством простых химических манипуляций действительно можно искусственно со-

здать жизнь. Более того, вся природная материя считалась обладающей жизненным потенциалом. Так в XVIII в. Иоганн Фридрих Генкель издал трактат, в котором рассматривалось сходство живых и минеральных форм (названных «Сатурнической флорой»)¹⁰.

Исследователь XVIII—XIX вв. Жан Батист Рене Робинэ выражал взгляды, согласно которым природа изначально стремилась к сотворению человека как самого совершенного существа и на этом пути создавала своего рода «эскизы». С такой точки зрения подобие форм минералов, растений и животных является неслучайностью, а выражением закономерности. Так объяснялось происхождение естественных образований, напоминающих части человеческого тела (например, антропокардита — камня, похожего на сердце)¹¹.

Робинэ указал на то, что некоторые геологические образования, воспринимаемые как окаменелости организмов, могут иметь чисто минеральную природу — их обманчивый биоморфный вид является лишь проявлением подобия. В дальнейшем немало проблем палеонтологам доставила интерпретация образования, получившего название «Eozoön». Первоначально оно было описано Джоном Уильямом Доусоном как окаменелые останки гигантской фораминиферы, но оказалось псевдоокаменелостью, образованной полосчаты-

¹⁰ Henckel J.F. Flora Saturnizans: die Verwandtschaft der Pflanzen- mit dem Mineralreich. Leipzig. 1755.

¹¹ Робине Ж. Б.О природе. М.: Соцэкгиз, 1935. 555 с.

ми структурами кальцита и серпентина¹².

В начале XX в. внимание исследователей было обращено к образованию коацерватных комплексов, представляющих собой обособившиеся в воде капли органики. Классический эксперимент по Хендрику Бунгенбергу де Йонгу предполагал образование коацерватов из смеси растворов желатина и гуммиарабика в кислой среде¹³.

Исследование органических коацерватов привело советского академика Александра Ивановича Опарина к разработке гипотезы о возникновении жизни по аналогичному механизму¹⁴. Хотя она не дала исчерпывающего объяснения механизма абиогенеза, образование коацерватов действительно напоминает формирование мембранных структур организмов, и может послужить хорошим подспорьем для изучения проблемы происхождения жизни. Опарин и его сотрудники провели серию классических опытов, доказавших, что коацерваты действительно обладают некоторыми свойствами живых систем: в капли добавляли ферменты (например, фосфорилазу), и в них происходили биохимические реакции: из поступающей извне глюкозы синтезировал-

¹² Adelman J. Eozoön: debunking the dawn animal. *Endeavor*. 2007. №31 (3). P. 94—98.

¹³ Bungenberg de Jong H.G., Kruyt H.R. Coacervation (partial miscibility in colloid systems) // *Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen*. 1929. Vol. 32. P. 849—856.

¹⁴ Опарин А. И. Жизнь, ее природа, происхождение и развитие. М.: Наука. 1968. 173 с.

ся крахмал. Было показано, что коацерваты способны избирательно поглощать вещества из окружающей среды, увеличиваться в размерах и делиться под действием механических сил, что напоминало примитивное «размножение».

Во второй половине XX в. была развита новая дисциплина — синергетика, изучающая возникновение упорядоченных структур в открытых системах, далеких от термодинамического равновесия. Она предложила универсальное описание того, как из хаотического поведения элементов спонтанно рождается сложная пространственно-временная организация. Рассматриваемые в ее рамках процессы имеют прямое отношение к возникновению жизни в ходе химической эволюции материи. В рамках синергетики существенное внимание уделяется таким феноменам, как образование конвективных ячеек (в том числе — тепловых ячеек Бенара) и протекание циклических химических реакций, исследование которых началось с реакции Белоусова-Жаботинского.

Развитие фрактальной геометрии, связанное прежде всего с работами Бенуа Мандельброта, позволило увидеть в кажущемся хаосе природных форм строгую математическую основу¹⁵. Оказалось, что многие минеральные и биологические структуры — от ветвящихся кристаллов льда и дендритов серебра до кровеносной системы, бронхиального дерева или кроны дерева — подчиняются принципу масштабно-

¹⁵ Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. М.: Институт компьютерных исследований. 2002. 656 с.

го самоподобия и описываются дробной размерностью. Это внешнее сходство перестало быть просто загадочной аналогией: фрактальная геометрия показала, что процессы роста в неравновесных условиях, например диффузионно-ограниченная агрегация, закономерно порождают паттерны, идентичные по своей структуре как в неживой, так и в живой природе. Тем самым фрактальный морфогенез не только дал количественное описание «химическим садам» и дендритным узорам, но и стал надёжным мостом между миром минералов и организмов, объяснив их общее формообразование едиными законами самоорганизации.

Со временем вокруг рассматриваемых феноменов сложилась целая отрасль науки — биомиметика, которая изучает принципы устройства, функционирования и формообразования живой природы с целью их последующего технологического применения. Ее основная идея заключается в том, что за миллиарды лет эволюции природа нашла оптимальные и чрезвычайно эффективные решения множества инженерных задач. Биомиметика стремится не просто копировать внешний вид организмов, а заимствовать лежащие в их основе конструктивные и технологические принципы.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.