

ПРИНЦИПЫ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Вышняков Владимир Михайлович

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры кибербезопасности и компьютерной инженерии

Киевский национальный университет строительства и архитектуры

ORCID ID: 0000-0003-4668-712X

Украина

Аннотация. В статье сформулировано определение информационных систем на основе их фундаментальных свойств. Классифицирована по категориям информация, которая нужна для функционирования, создания и существования информационных систем, представлено определение необходимых и достаточных условий их существования. Проанализированы вопросы, касающиеся объединения информационных систем в живой природе на различных уровнях иерархии. Рассмотрены процессы создания и накопления информации, а также ее распространения в различной среде. Приведено доказательство невозможности появления жизни при условии отсутствия необходимой информации.

Ключевые слова: информация, информационная система, создание информации, живые информационные системы, появление жизни на Земле.

Цель статьи и определение используемых понятий. Целью статьи является определение закономерностей в свойствах живых и рукотворных информационных систем для доказательства невозможности их построения при условии отсутствия необходимой информации.

Термин информация будем воспринимать как знания, что соответствует стандарту ISO/IEC 2382:2015.

Под **информационной системой** будем понимать материальную структуру, способную хранить информацию и использовать ее для выбора тех или иных реакций на характеристики внешней среды.

В этом определении указаны лишь те свойства, которые позволяют выделять информационные системы среди множества материальных структур по признакам, описанным в табл. 1.

Минимальные свойства информационной системы

Обозначение свойства	Наименование свойства	Описание свойства
<i>M (Memory)</i>	Память	Сохранение информации в виде, который позволяет использовать ее для выбора того или иного действия
<i>S (Sensor)</i>	Чувствительность	Восприятие определенных характеристик внешней среды
<i>C (Choice)</i>	Способность делать выбор	Возможность выбирать то или иное действие в зависимости от сохраненной информации и внешних факторов
<i>E (Execution)</i>	Дееспособность	Способность выполнять выбранные действия

[авторская разработка]

Тогда и только тогда структуру можно считать информационной системой, если значение $M \wedge S \wedge C \wedge E$ является истиной.

Приведем пример рукотворной системы, поддерживающей уровень воды на участках рек с помощью плотины. Хотя такая система выглядит простой, но в ней хранится информация о нужном уровне воды в виде подобранной высоты плотины. Она чувствительна к уровню воды, сравнивая его с высотой плотины. При превышении уровня выполняется действие сброса излишней воды.

Подобная по функциональности система может быть образована сама по себе. Например, камень из-за оползня может попасть в ручей таким образом, что перекроет поток воды и на некотором промежутке уровень воды повысится. Следует ли считать такую систему информационной? Дадим разъяснение.

Главной составляющей информационной системы является информация, которую в память новой системы закладывает предыдущая система. Логично представить, что система, закладывающая информацию, должна в момент закладки обладать той информацией, которую она закладывает. Ни одна система не может заложить или отправить информацию, которой она не владеет. В случае с попавшим в ручей камнем не может быть речи о закладке информации или создании информационной системы. Там имеют место только чисто случайные процессы.

Кроме информации, которая закладывается в память новой системы, нужны еще знания по созданию структуры системы, в которую будет закладываться информация. Все эти знания являются информацией, без которой никакую информационную систему создать невозможно.

Распределение информации, которая необходима для существования информационных систем, по категориям представлено в табл. 2.

Таблица 2

Категории необходимой информации для информационных систем

Обозначение категории	Наименование категории	Описание категории
I_E (<i>Execution</i>)	Обеспечение дееспособности	Информация, которая необходима для выполнения действий согласно назначению информационной системы
I_S (<i>Struc</i>)	Построение структуры	Информация, обеспечивающая построение структуры новых информационных систем
I_R (<i>Reproduction</i>)	Размножение	Информация, обеспечивающая создание себе подобных информационных систем
I_A (<i>Adaptation</i>)	Адаптация	Информация, обеспечивающая адаптацию системы к изменениям внешней среды

[авторская разработка]

Примером информационных систем, обладающих информацией только I_E , являются эритроциты, которых в человеческом организме около четверти от общего количества клеток. Эритроциты выполняют действие переноса кислорода от легких в ткани организма, нуждающиеся в кислороде, а также переносят углекислый газ в обратном направлении. Время жизни эритроцитов составляет около трех месяцев. Для поддержания требуемого количества эритроцитов их постоянно производит костный мозг, в клетках которого должна быть информация I_E и I_S , без которой клетки эритроцитов построить невозможно.

Все материальные структуры со временем разрушаются, включая, как живые, так и рукотворные информационные системы. Единственной возможностью обеспечения существования информационных систем является их размножение, требующее владения информацией I_R . В искусственных информационных системах размножаться могут компьютерные вирусы. В

живых клетках функция размножения называется митозом. Она заключается в самостоятельном разделении одной клетки на две. Именно этим методом размножается основная масса живых клеток. При разделении клетки количество информации не увеличивается, а увеличивается только количество копий одной и той же информации, которой владеет конкретная клетка. Владение информацией означает возможность использовать ее системой для выполнения действий или решения задач.

Важная закономерность относительно передачи чего угодно, как материи или энергии, так и информации, состоит в том, что никакая система не может передать то, чем она не владеет или чего у нее нет. Что касается передачи информации, то ее можно передать множество раз, но при этом ее количество не растет, потому что передаются копии.

Единственное, что объединяет информацию с материей это то, что для хранения или передачи информации всегда используется какой-нибудь материальный носитель, но информация не принадлежит носителю, потому что она не материальна. Самой главной характеристикой информации является ее значение или то, что она означает. Не существует информации, которая бы ничего не означала. Например, если на доске для объявлений написано "Информация", то следует понимать, что ни тексты, ни изображения, которые там размещены, не являются информацией. Информацией является лишь то, что означают эти тексты и изображения. Через изображения и тексты следует воспринять то, что они означают. Во всех случаях это будут какие-то знания. Доска объявлений не является информационной системой. Она является лишь материальным носителем, через который пересылается информация от тех, кто ею владеет к тем, кто ее получает.

Для того, чтобы существовали системы, обладающие информацией категории I_E или категориями I_E и I_S , необходимо существование систем, обладающих совокупностью категорий информации I_E , I_S и I_R , без чего все эти системы обречены на гибель.

Живые информационные системы являются первичными, потому что искусственные – это продукция живых систем, а вся информация, которая закладывается в искусственные системы, имеет происхождение из живых систем. Поскольку внешняя среда, в которой существуют информационные системы, может изменяться, то для обеспечения своей безопасности системы должны адаптироваться к характеристикам среды. Для этого им нужно владеть информацией категории I_A .

Таким образом, для безопасного существования информационных систем с малым количеством информации необходимо, чтобы существовали системы с большим количеством информации. Только при наличии систем, обладающих суммой $I_E + I_S + I_R + I_A$, могут быть созданы и существовать системы с меньшим количеством информации. Приведем краткую формулировку этого результата.

Тогда и только тогда информационные системы имеют возможность существовать, когда есть система, обладающая количеством информации не менее чем $I_E + I_S + I_R + I_A$.

Взаимодействие информационных систем. Информационные системы способны к взаимодействию на всех уровнях своей иерархии. Наиболее тесное взаимодействие имеет место в многоклеточных организмах. Исследованиями доказано, что вся информация для построения многоклеточного организма, в начале его построения сосредоточена в клетке, называемой **зигота**. Делением этой клетки начинается построение нового организма. Благодаря клонированию установлено, что знания о признаках организма находится в ядре зиготы, где размещена молекула ДНК. Эта молекула является носителем информации обо всем, что нужно для построения организма. Но не ядро зиготы является инициатором построения организма, потому что при клонировании, как описано в работе [1], ядро пересаживают из другой клетки, которая точно не была зиготой. Процесс построения организма представляет собой деление зиготы по некоторому плану, в котором предусмотрено когда деление будет симметричным (на одинаковые клетки), а когда асимметричным (на разные заданные типы клеток). Очевидно, что в этом плане должно предусматриваться

время и место каждого деления, иначе будут ошибки в строения организма или сорваны сроки его построения. В многоклеточных организмах насчитывается около двухсот типов клеток, что свидетельствует о сложности указанного плана. Этот план продолжает выполняться в течение всей жизни организма, потому что в определенные периоды времени вырастают зубы, увеличиваются размеры тела, меняется иммунная система и появляются признаки старения. Единственным местом хранения этого плана является молекула ДНК, которая во время деления копируется во все стволовые клетки, которым нужно руководствоваться планом, поскольку они являются его исполнителями. Деятельность зиготы вне ядра можно сравнить с компьютерным процессором, выполняющим программу, находящуюся в памяти молекулы ДНК. Во все информационные системы информация закладывается при их создании из других информационных систем. Но есть процессы получения и накопления информации, а также обмена информацией между системами, что позволяет выдвигать идеи получения информации из материи. Хоть такое принципиально невозможно, поскольку информация не материальна. Далее для убедительности проанализируем аргументы сторонников подобных идей.

Отправной точкой появления жизни, а следовательно и информации, из неживой материи принято считать возможность химического синтеза тех же органических соединений, которые присутствуют в живых организмах. При этом полагают, что условия для такого синтеза могли чисто случайно появиться в неживой природе. Вершиной подобных предположений является появление молекул РНК и ДНК. Однако даже получив такую молекулу со всей правильно закодированной информацией нужно, чтобы при этом уже была живая клетка с механизмом декодирования этой информации, а это за пределами реальности.

Не возникает сомнений в том, что жизнь является информационной системой. Это означает, что ей необходима информация в количестве не менее $I_E + I_S + I_R + I_A$. Известно, что таким количеством информации обладает живая клетка – зигота, которая существует у всех организмов, как на земле, так и в воде, включая растения, грибы и микробы. Во всех случаях в зиготе есть

молекула ДНК, через которую пересылается информация от предшественников к потомкам. Но ДНК является лишь носителем информации. В носителях информации отсутствуют составляющие S, C и E (см. табл. 1) из-за чего они не являются информационными системами. Благодаря клонированию удалось установить, что в зиготе разделены функции хранения информации (в ДНК) и использования информации для выполнения требуемых действий. В случае одной и той же самки, у которой в зиготе подменяли ядро с молекулой ДНК, такие признаки, как форма, пол, расцветка и даже черты характера потомства всегда соответствовали клонируемому животному. В компьютерной технике также есть подобное разделение функций между блоками долговременной памяти и процессором с исполнительными устройствами. Процессор переносит из долговременной памяти в промежуточную (оперативную) нужные данные и программы для преобразования их в команды управления. В живой клетке функцию оперативной памяти выполняет матричная РНК (мРНК). Синтез всех нужных для строения клетки сложных органических соединений происходит с использованием информации из ДНК в следующей последовательности.

- Фермент (катализатор) РНК-полимераза приближается к молекуле ДНК и разъединяет ее двойную спираль на определенном участке. Передвигаясь вдоль этого участка фермент образует копию ДНК в виде молекулы мРНК [2]. Этот процесс в биологии называется транскрипцией (transcription).

- На основе информации, переносимой мРНК, осуществляется синтез белка из аминокислот, доставляемых транспортной РНК (тРНК) к рибосоме в последовательности, которая закодирована на скопированном участке ДНК. Этот процесс в биологии называется трансляцией (translation).

- По завершению синтеза нужного количества белка мРНК разрушается на составляющие нуклеотиды с помощью рибонуклеазы (РНКаз).

В различных организмах эти процессы могут иметь ряд дополнительных этапов, но общая тенденция всегда сохраняется. Синтез всех элементов должен осуществляться в таком количестве, которое обеспечит реализацию функции митоза (деления клетки), в которой происходит копирование молекулы ДНК.

Информационные процессы в живых клетках являются чрезвычайно сложными и пока до конца не изучены.

Взаимодействие информационных систем осуществляется также внутри клеток, где есть органеллы, которые самостоятельно размножаются внутри клетки. Органеллы могут содержать свои специализированные молекулы ДНК и РНК. Каждая органелла необходима, как для жизнедеятельности клетки, так и для жизни организма в целом. Например, органелла митохондрия производит энергию в виде молекул АТФ (аденозинтрифосфорной кислоты), необходимую для обмена веществ. Размножаются митохондрии по такому же сценарию, как и сами клетки. Бактерии в процессе своего взаимодействия через пили (ворсинки) могут передавать другим бактериям небольшие внехромосомные кольцевые молекулы ДНК, называемые плазмидами (Plasmids). Плазмиды самостоятельно размножаются внутри бактерий и обеспечивают построение ворсинок, которые способны повысить выживаемость бактерий в различных опасных средах. Эти ворсинки могут служить рецепторами, информирующими клетку об опасности, а также могут присоединяться к клеткам (даже другого вида организмов) для передачи им информации на носителе в виде кольцевой молекулы ДНК [3].

Наиболее сложными являются процессы взаимодействия на наивысших уровнях иерархии информационных систем, к которым относятся объединения людей в различные сообщества, а также взаимодействие между сообществами. Во всех случаях главной целью взаимодействия на всех уровнях иерархии является улучшение показателя выживаемости систем в условиях факторов, препятствующих или угрожающих ее жизнедеятельности.

Создание и накопление информации. Информация может создаваться исключительно внутри информационных систем. Никакие явления или объекты вне этих систем сами по себе не являются информацией. В процессе создания новой информации участвуют чувствительные элементы, которые преобразуют характеристики среды в сигналы, воспринимаемые информационной системой. Эти элементы называют рецепторами в живых системах, а в искусственных – датчиками. Каждый такой элемент строго специализирован, т.е. способен

реагировать только на одну характеристику среды. В клетках многоклеточных организмов есть рецепторы, реагирующие на гормоны (вещества, используемые в качестве сигналов управления клетками). Каждый такой рецептор реагирует лишь на свой гормон. Для физических характеристик имеются отдельные рецепторы, реагирующие на температуру, свет, звук, давление и т.д. Рецепторы имеются и у вирусов для поиска клеток, в которые они должны проникать. Каждый рецептор в совокупности с нужным для его функционирования механизмом представляет собой информационную систему, входящую в состав организма. Рецептор должен обладать памятью для хранения хотя бы одного значения той характеристики, на которую он реагирует. Только тогда механизм рецептора сможет путем сравнения текущего значения с тем, что в памяти, отправлять сигнал организму, например, об опасности из-за отклонения данной характеристики за допустимый предел. Благодаря наличию рецепторов каждый организм создает информационную модель среды, что позволяет ему адаптироваться к условиям обитания. Именно эта модель и представляет собой информацию для данного организма. Однако информация этой модели не поступает в ДНК для передачи новым поколениям. Занесение в ДНК требует разрыва молекулы и вставки нового участка. Такое происходит из-за случайных искажений генетического кода при репликации (копировании) ДНК. При этом, благодаря естественному отбору (методом проб и ошибок), могут появляться более жизнеспособные организмы. К одному из таких случаев можно отнести бразильскую семью, которая гордится своей наследственной многопалостью [4]. Возможность появления многопалости при минимальном изменении кода в молекуле ДНК описана в работе [1]. Искажения кода могут увеличиваться из-за действия вирусов в случаях незначительных разрушений клетки. При этом могут возникать существенные перестановки генетического материала. Однако не существует таких перестановок, которые привели бы к появлению радикально новых свойств или видов организмов. Например, если в организмах имеются рецепторы, реагирующие на температуру и давление, но нет

рецепторов для реагирования на свет, то здесь нужна дополнительная порция информации.

Обмен информацией и ее распространение. Одним из средств обмена информацией между одноклеточными является их взаимодействие через пили. При этом информация передается путем непосредственного переноса молекулы ДНК из одной клетки в другую. Такая молекула способна к самостоятельному размножению в теле клеток и распространяется при их делении. В крупных многоклеточных организмах для передачи сигналов на уровне клеток используются гормоны, а в нервной системе – электрические импульсы. Обмен информацией между организмами на расстоянии стал возможен благодаря развитию органов для создания и восприятия звуков. При этом расширение словарного запаса не требует внесения существенных изменений в молекулу ДНК. Нужно лишь увеличивать количество однотипных элементов, а именно, клеток памяти и рецепторов. Такое вполне возможно благодаря мутациям с последующим естественным отбором. С появлением зрения возможности для обмена информацией между организмами значительно возросли. Кроме обмена жестами появилась письменность и изобразительное искусство. Для передачи и накопления информации люди стали использовать внешние носители, что дало возможность многократного увеличения объема памяти для решения сложных задач. Моделирование процессов, происходящих в живых организмах, привело к созданию роботов с искусственным интеллектом. Все это невозможно создать не обладая знаниями, которые отсутствуют на уровне неживой материи, где максимальная сложность структур ограничивается молекулами. Информацию, которая является основой всего живого, физическим путем, как мы доказываем, получить невозможно. Пока не до конца прояснен вопрос о том как жизнь способна выживать в условиях Вселенной, где казалось бы шансов на ее вечное сохранение нет (особенно в момент Большого взрыва), но факт ее наличия неоспорим. Известно, что в состоянии анабиоза сложные живые организмы могут находиться длительное время и успешно оживать, попадая в подходящие условия. Бактерия, которая побывала несколько лет на Луне, успешно ожила по

возвращению на землю. В космосе летает множество комет и метеоритов, где вполне могут находиться замороженные живые организмы. И, наконец, люди, которые прилагают массу усилий, чтобы сохранить жизнь путем межпланетных перелетов, понимая неизбежность гибели жизни на Земле [5].

Невозможность самопроизвольного появления жизни. Доказательство невозможности появления жизни при условии отсутствия информации для ее создания состоит в следующем.

Жизнь представляет собой информационную систему, а для ее создания и обеспечения выживаемости требуется информация, количество которой должно быть не менее $I_E + I_S + I_R + I_A$. Если такой информации нигде нет, то получить ее невозможно, потому что невозможно получить то, чего нигде нет.

Поскольку информационные системы существуют, то это означает, что информация для их создания существовала. Отсюда следует, что информация для создания жизни существует вечно так же, как материя и энергия.

Выводы. На основе фундаментальных свойств информационных систем предложено их определение как материальной структуры, способной хранить информацию и использовать ее для выбора реакций на характеристики внешней среды.

Распределена по категориям информация, которая необходима живым организмам для обеспечения дееспособности, построения их структуры, размножения и адаптация к изменениям внешней среды.

Поскольку жизнь представляет собой информационную систему, то для ее создания необходима информация. Если бы этой информации нигде не было, то получить ее было бы невозможно, потому что невозможно получить то, чего нигде нет. Поскольку информационные системы существуют, то это означает, что информация для их создания существовала. Следовательно, информация для создания жизни существует вечно так же, как материя и энергия.

Список использованных источников:

1. Вишняков, В. (2023). Штучні інформаційні системи допомагають розкриттю таємниць життя. *Grail of Science*, (24), 351–363. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.17.02.2023.064>.
2. Katahira J, Yoneda Y (27 October 2014). Roles of the TREX complex in nuclear export of mRNA. *RNA Biology*. 6 (2): 149–152. [doi:10.4161/rna.6.2.8046](https://doi.org/10.4161/rna.6.2.8046).
[PMID 19229134](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19229134/)
3. Smillie C, Garcillán-Barcia MP, Francia MV, Rocha EP, de la Cruz F (September 2010). "[Mobility of plasmids](#)". *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 74 (3): 434–52. [doi:10.1128/MMBR.00020-10](https://doi.org/10.1128/MMBR.00020-10)
4. Pleasance, C. (2017) Brazilian family all have 12 fingers and toes... and they're putting them to good use as goalkeepers and pianists!
<https://www.dailymail.co.uk/news/article-4973342/Brazilian-family-12-fingers-toes-each.html>
5. Вышняков, В. (2022). ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОМОГАЮТ УТОЧНЕНИЮ ПОНЯТИЯ ИНФОРМАЦИИ. *ГРААЛЬ НАУКИ*, (11), 245-253.
<https://doi.org/10.36074/grail-of-science.24.12.2021.041>

PRINCIPLES OF THE DEVELOPMENT OF INFORMATION SYSTEMS

Vyshniakov V.