УДК 629.78

DOI: 10.30981/2587-7992-2020-102-1-50-59

SPACE CIVILIZATION OF THE FUTURE, TEMPORAL MATHEMATICS AND LIVING ROBOTS

КОСМИЧЕСКАЯ ЦИВИЛИЗАЦИЯ БУДУЩЕГО, ТЕМПОРАЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА И ЖИВЫЕ РОБОТЫ

Andrey V. KOLESNIKOV,
Leading Researcher, Centre of Philosophical-Methodological and Interdisciplinary Research, the Institute of Philosophy of the National Academy of Sciences of Belarus, Cand. Sci. (Philosophy), docent, Minsk, Belarus, andr61@mail.ru

Андрей Витальевич КОЛЕСНИКОВ,
ведущий научный сотрудник Центра философско-методологических и междисциплинарных исследований Института философии НАН Беларуси, кандидат философских наук, доцент, Минск, Беларусь, andr61@mail.ru

ABSTRACT | The article discusses the development strategy of space civilization in the distant historical perspective. As a starting point, we consider the position that living biological people's space expansion into the worlds of other stellar systems is a technical and physiological problem that is difficult to solve. As an alternative to the direct resettlement of living people, the option of creating an artificial civilization of machines that can exist in outer space, as well as on the planets of other stellar worlds, the conditions on which will inevitably differ from terrestrial ones, can be considered. The article substantiates the possibility and expediency of developing actually living machines that have mind, a subjective sense of "me", and reason. These machines must have, like living organisms, a fractal structure, and must also be capable of self-reproduction. Creating such machines will require new mathematics based on irreproducible temporal numbers. The hypotheses put forward are justified using computer models of quasi-chaotic continuous cellular automata, as well as cognitive figurative models.

Keywords: *space civilization, living machines, chaos, temporal numbers, phytomorphs, fractals, self-reproduction, space exploration, synergetics*

АННОТАЦИЯ | В статье обсуждается стратегия развития космической цивилизации в отдаленной исторической перспективе. В качестве исходного рассматривается положение о том, что космическая экспансия живых биологических людей на миры иных звездных систем представляет собой трудно решаемую техническую и физиологическую задачу. В качестве альтернативы прямого расселения живых людей может быть рассмотрен вариант создания искусственной цивилизации машин, способных существовать в космическом пространстве, а также на планетах иных звездных миров, условия на которых будут неизбежно отличны от земных. В статье обосновывается возможность и целесообразность разработки фактически живых машин, обладающих психикой, субъективным ощущением «я», разумом. Эти машины должны иметь, подобно живым организмам, фрактальное строение, а также должны быть способны к самовоспроизведению. Для создания таких машин потребуются новая математика, основанная на невозпроизводимых темпоральных числах. Выдвигаемые гипотезы обосновываются с применением компьютерных моделей квазихаотических континуальных клеточных автоматов, а также когнитивных образных моделей.

Ключевые слова: *космическая цивилизация, живые машины, хаос, темпоральные числа, фитоморфы, фракталы, самовоспроизведение, освоение космоса, синергетика*

ВВЕДЕНИЕ

Создание космической цивилизации — историческая миссия и перспективная стратегия выживания и развития уникальной земной цивилизации. Космический романтик и пророк К. Э. Циолковский склонен был видеть в этой миссии проявление воли Вселенной [1]. Действительно, зачатки страсти познания, чувства красоты уже должны иметь свое место в облаке космической пыли, рожденной вспышкой сверхновой и содержащей набор необходимых для возникновения жизни тяжелых элементов. Индивидуальность уже должна быть присуща отдельным атомам [2], ибо иначе была бы невозможна индивидуальность субъекта — личности с присущей ей свободной волей и внутренним смыслом существования. Однако органический живой мир хрупок. Человек — дитя Земли. Тонкая тепличная оболочка биосферы просуществовала на нашей планете достаточно долго, для того чтобы в конечном счете появились люди. Очевидно, что, осознав свою космическую миссию, вселенское значение и самоценность, человечество не может не задумываться над вопросом: а что же дальше? Неужели это уникальное явление — земной разум — исчезнет бесследно, исчерпав ресурсы своей планеты, либо падет случайной жертвой какого-либо неизбежного космического катаклизма? Чтобы быть способной решить эту грандиозную задачу — сохранения и преумножения культуры земной цивилизации, наука обязана ставить ее уже сегодня. Один из возможных путей — космическая экспансия, множественное расселение очагов разума по Вселенной. Данная задача, однако, сталкивается с рядом колоссальных проблем. Некоторые сценарии между тем можно попытаться разработать и предложить уже сегодня.

ТЕХНОГЕНЕЗ И ЕГО ПРЕДЕЛЫ

В отличие от всех прочих форм жизни человек способен материализовывать свои мысли в технике. Феномен техники сделал человека властелином планеты. Более того, техника позволила человеку вырваться за пределы Земли в космическое пространство. Подобно тому, как когда-то планета покрылась растительным покровом и животной жизнью, образовавшими биосферу, техника покрыла поверхность Земли, образовав ее техносферу.

Техника — суть материализация идей, продукт человеческого мозга. Техника отражает уровень развития науки, ту степень глубины понимания природы, которая была достигнута в ту или иную историческую эпоху. Механический рычаг, сила пара, ископаемое топливо, электричество — все это расширяло функционал человеческого тела, позволяло быстрее перемещаться, транспортировать грузы, строить, трансформировать ландшафты, наконец, летать в космос.

Радикально новый этап в эволюции техносферы начался с изобретением электронно-вычислительных машин. В отличие от всех прочих технических новинок, расширявших функционал человеческого тела, компьютеры впервые в истории брали на себя и исполняли функции, которые ранее были присущи только человеческому мозгу. Сразу заговорили о возможности создания мыслящих машин и искусственного интеллекта [3, 4]. Философ-

ские дискуссии 1960-х отшумели практически безрезультатно. Однако именно в те годы зародилась и начала свое развитие теория и практика искусственного интеллекта. В настоящее время совокупность методов, разработанных наукой прошлого века, оказалась умноженной на многократно возросшую производительность компьютеров, что привело к новому витку развития и массовому внедрению искусственного интеллекта во все сферы жизни. Кроме того, искусственный интеллект соединился с успехами точной механики и биомеханики, что послужило основой для бурного прогресса робототехники. Лучшие современные образцы робототехнических устройств (например, изделия фирмы Boston Dynamics) уже очень напоминают настоящих живых существ.

Однако пока это лишь так называемый слабый искусственный интеллект. Слабый искусственный интеллект на самом деле может быть и очень силен. То есть может успешно решать множество сложных интеллектуальных задач — играть в шахматы и го, управлять роботами, автомобилями и дронами, обучаться самым разнообразным навыкам. Но слабый искусственный интеллект лишен истинных субъективных ощущений и переживаний, он не имеет зачатков психики и тем более сознания. Поэтому современный искусственный интеллект пока не является интеллектом в истинном смысле слова. Это прерогатива сильного искусственного интеллекта [5, 6]. Именно концепция сильного искусственного интеллекта предусматривает возникновение зачатков

субъективных ощущений, психики и самосознания. Пока природа этих феноменов не ясна нам самим. Но в последнее время в науке появились новые идеи и результаты исследований, которые, как кажется, способны в итоге привести к подвижкам в этом направлении.

Сможем ли мы создавать искусственные технические системы, роботов, аналогичных живым существам? Эта проблема упирается в ключевой и финальный вопрос всей науки в целом — кто мы, как мы устроены? Речь идет не только и не столько о физиологии, сколько о природе феномена субъективности, природе нашего «я». Нужно ли это? Да, конечно, нужно. В этом вопросе фактически вся драма научного познания.

Человек — продукт биологической эволюции. Основным объектом и двигателем эволюционного процесса выступает жаждущий реплицироваться ген [7]. Человек с его психикой, сознанием и разумом сформировался как эффективное орудие репликации генов. Однако ценность средства оказалась в какой-то момент выше цели, для которой оно было создано. Культура, наука, продукция разума имеют большую космическую ценность, чем сам реплицирующийся эгоистичный ген.

Осознание вселенской ценности продукции разума, культуры, цивилизации влечет человечество в космос. Экспансия — сущность жизни. Однако человек — дитя Земли и, выходя в космос, он вынужден брать с собой частичку земной биосферы. Только в таком пузырьке он может существовать вне Земли — некоторое время. Мне уже приходилось писать о том, что межзвездные путешествия живых людей, по всей вероятности, представляют собой несбыточную техническую утопию. Альтернативой может быть лишь перемещение людей на миры иных звезд в микрокапсулах в нерожденном состоянии (в виде замороженного эмбриона или генетической информации) [8]. Однако и тут возникают проблемы адаптации к условиям иного мира.

С учетом перечисленных аргументов возможными космическими наследниками человеческой цивилизации могут стать лишь живые разумные самовоспроизводящиеся машины, наделенные, как и мы, не только интеллектом, но и полноценной психикой и сознанием. Фактически речь идет о новой разумной расе, причем свободной от власти эгоистичного гена; расе, созданной человеком в качестве финала его развития. Эти машины должны унаследовать все лучшее, что есть в человеке, и оставить в прошлом все худшее, что было в нем в качестве наследия животной эволюции.

Техника — это воплощенная математика. Вся техносфера, созданная до сих пор человеком, основана на строгой воспроизводимой, логичной математике. Все человекомерное, особенно человеческая психика, душа, всегда противопоставлялись миру математики и техники. Дух и машина неизменно рассматривались как несовместимые антиподы. Однако так ли это?

Облако космической пыли еще не обладает психикой и сознанием в традиционном смысле, но из этой пыли возникли сгустки вещества, которые обрели душу. То есть дух, психика, сознание, «я» — это такое же космическое физическое явление, как, например, северное сияние, гроза или гравитация. Следовательно, оно имеет материальную физическую природу. Таким образом, частицы космической пыли уже обладали теми физическими свойствами, на основе которых возникли психика, субъективные ощущения и сознание. Просто мы пока не умеем правильно их активировать и не понимаем, как это происходит.

ХАОС И ТЕМПОРАЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА КАК ОСНОВА НОВОЙ «ЖИВОЙ» ТЕХНИКИ

Живые организмы, включая человека, также в некотором смысле машины, только более совершенные, основанные на более глубоких физических принципах и иной математике. В настоящее время эти физические принципы и эта новая математика контурно начинают обозначаться в научном познании. Физические принципы связаны с наличием индивидуальной судьбы у микрообъектов, составляющих фундаментальный квантовый уровень строения материи. То, что воспринимается нами с позиции классического детерминизма как квантовые парадоксы, на самом деле выступает

То, что воспринимается нами с позиции классического детерминизма как квантовые парадоксы, на самом деле выступает единственно возможной основой для поливариантной Вселенной.

Фундаментальное различие между современной машиной и биологическим организмом обусловлено тем, что техника основана на традиционной воспроизводимой математике, а природа использует в том числе темпоральные числа и невоспроизводимую математику. На ее основе возникает феномен индивидуальности. Однако ничто не мешает использовать невоспроизводимую математику и в перспективных бионических робототехнических системах.

единственно возможной основой для поливариантной Вселенной, в которой возможна свобода воли.

Принцип детерминизма подвергся существенному пересмотру в XX веке в связи с возникновением теории хаоса [9]. Феномен детерминированного хаоса еще в полной мере не ассимилирован современной наукой. Тем не менее он позволяет сформулировать некоторые новые положения в области оснований математики и теории чисел. Нами предложено расширить понятие «число» и ввести в рассмотрение так называемые темпоральные числа, а также соответствующие им динамические множества [10]. Все построения и понятия современной теории чисел являются статичными и рассматривают числовые множества как бесконечные, но неизменные сущности. Понятие исторического времени как такового отсутствует в основаниях математики. Темпоральные числа представляют собой изменчивые объекты, состоящие из номинальной и феноменальной части. Номинальная часть представляет собой действительное число, представленное в расчетных операциях с некоторой конечной точностью. За пределами номинальной части в его далеких разрядах содержится некий уникальный битовый паттерн или рисунок, который никогда не повторяется. Таким образом, строго говоря, темпоральные числа невоспроизводимы и никогда не повторяются. Даже если номинальные части двух темпоральных чисел равны, эти числа все равно различны. Эта разница может быть бесконечно мала,

но она всегда существует. В ряде случаев это не существенно и никак не нарушает классическую арифметику. Однако когда речь идет о нелинейных системах и хаотической динамике, бесконечно малая разница в начальных условиях быстро усиливается до макроскопических размеров и приводит к совершенно разным сценариям поведения.

Темпоральные числа обладают достаточно экзотическими, на первый взгляд, свойствами. Так, $a \neq a$, темпоральные числа не ассоциативны и некоммутативны. Кроме того, интересен темпоральный ноль. В силу названных свойств он никогда не бывает строго равен нулю. На него можно делить, и в нелинейном отображении из ничего может возникнуть что-то, так как ничтожная феноменальная его часть будет быстро усилена нелинейностью до видимых масштабов. Темпоральные числа образуют динамические, или кипящие, множества. Эти множества находятся в процессе непрерывающегося внутреннего движения. В бесконечных феноменальных глубинах динамических множеств информационное содержимое подвержено постоянным вариациям. Введение темпоральных чисел и связанное с ними темпоральное исчисление порождает иную, невоспроизводимую математику. Средствами этой математики можно моделировать невоспроизводимые эмерджентные нелинейные динамические системы, обладающие индивидуальными свойствами.

Основное различие между современной машиной и биологическим организмом состоит в том, что машина воспроизводима, а организм — нет. Каждый организм уникален, хотя и может производить себе подобных, но также уникальных потомков. Однотипные машины же функционально одинаковы и лишены индивидуальности. Это фундаментальное различие обусловлено тем, что современная техника основана на традиционной гладкой воспроизводимой математике, а природа использует в том числе темпоральные числа и невоспроизводимую математику. На ее основе возникает феномен индивидуальности. Однако ничто не мешает использовать невоспроизводимую математику и в перспективных бионических робототехнических системах.

Проиллюстрируем сказанное на примере компьютерной модели. В основу модели положен разработанный автором континуальный синхронный клеточный автомат, в правилах перехода которого использовано простейшее нелинейное отображение, переходящее к хаосу по сценарию Фейгенбаума [11] через серию бифуркаций удвоения периода. Этот клеточ-

Рис. 1. Клеточные симметроиды (примеры симметричных клеточных структур, порождаемых клеточным автоматом)

Рис. 2. Переход клеточного автомата в квазихаотическую фазу

ный автомат способен порождать бесконечное количество эстетически весьма привлекательных структур, которые были названы клеточными симметроидами (рис. 1).

Однако главным является не это. Наиболее интересно последующее поведение модели. После ряда вычислительных циклов симметрия нарушается, симметроиды разрушаются, и автомат переходит в квазихаотическую фазу. С точки зрения арифметики и алгоритма работы программы это невозможно, так как расчеты начинаются с одной единственной центральной клетки и производятся по одной единой формуле для всех прочих ячеек. Теоретически симметрия должна сохраняться бесконечно долго. Так и происходит, если вести расчеты с фиксированной точкой («в столбик»). Однако числа с плавающей точкой обладают некоторой схожестью с темпоральными числами. Они неассоциативны. Это результат фундаментального противоречия между конечным размером машинного слова и бесконечной природой действительного числа. По этой причине при вычислительных операциях с числами с плавающей точкой возникает крайне незначительная погрешность. Но в нелинейной системе с хаосом это имеет принципиальное значение и приводит к совершенно иному индивидуальному сцена-

рию развития системы. Таким образом, одна и та же компьютерная программа порождает множество неповторяющихся конфигураций (рис. 2), и при этом в коде самой программы не содержится информации о том, какими они будут. Конфигурации возникают в процессе взаимодействия вычислительного алгоритма с низкоуровневыми погрешностями работы цифрового оборудования компьютера.

В данном случае прослеживается аналогия между природой возникновения индивидуальности в детерминированном причинном мире. Открытия синергетики [12] заставили научное сообщество пересмотреть взгляды

Созданные человеком как его развитие и продолжение, одушевленные машины могут оказаться единственно возможными колонистами в дальнем космосе и продолжателями заложенной человечеством цивилизации и культуры в мирах иных звезд.

на природу детерминизма, причинных взаимосвязей и законов. Вскрылась первостепенная роль хаоса в организации Вселенной, его родство с природой исторического времени, а через него — с детерминацией психики и субъективных ощущений. Хаос и темпоральная математика внушают определенный оптимизм в отношении возможности математического описания, моделирования и в конечном счете технического воспроизведения психических явлений и субъективных ощущений.

В психике, сознании и разуме нет ничего мистического. Их причинные механизмы столь же материальны, как и механизмы всех прочих явлений природы. «Я», психика, сознание по своей физической сущности не что иное, как электричество. Электрохимические кооперативные взаимодействия рожают наш внутренний мир, и нет каких-либо объективных причин для того, чтобы это не могло быть воспроизведено искусственно. Таким образом, машины, наделенные психикой и сознанием, возможны [13]. Созданные человеком как его развитие и продолжение, одушевленные машины могут оказаться единственно возможными колонистами в дальнем космосе и продолжателями заложенной человечеством цивилизации и культуры в мирах иных звезд. Даже в том случае, если экспансия биологического человека на какую-либо планету окажется возможной с физиологической точки зрения (с учетом генетической модификации переселяемых людей), то первоначальный этап колонизации, подготовка пространства, рождение первых людей, их охрана и воспитание возможны лишь при помощи одушевленных машин. Перемещение живых людей реактивными приборами через межзвездные расстояния представляет собой непреодолимую техническую проблему. Поэтому исхо-

дить следует из того, что осилить путешествие к иным звездным системам могут лишь машины, информация и генетический материал.

САМОВОСПРОИЗВОДИЩИЕСЯ ФРАКТАЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Важным свойством одушевленных машин, предназначенных для заселения космического пространства, должна быть способность к самовоспроизведению и размножению. Современные машины на это неспособны. Однако никаких теоретических запретов для этого не существует [14]. Биологические машины — живые организмы — освоили эту способность. Основой для самовоспроизведения сложных структур является фрактальный принцип строения [15], самоподобие всех элементов их строения на всех масштабных уровнях. Такова структура всех живых организмов, включая растения, животных и человека. Все, что способно к самовоспроизведению и эволюции, имеет фрактальное строение. Живые одушевленные машины также должны будут иметь фрактальное строение. Их телесные структуры должны быть способны к самоорганизации и рекурсивному самовоспроизведению. Редупликация может и должна быть конвариантной. Это открывает возможность для приспособления, самосовершенствования и эволюции. Только в данном случае эволюция может осуществляться не под властью эгоистичного гена, но быть направляемой разумом, быть подобной не столько борьбе за существование, сколько обучению и целенаправленному совершенствованию форм.

Конвариантная редупликация фрактальных структур возможна, в том числе и благодаря той самой темпоральной математике, о которой речь шла выше. Два генетически идентичных растения будут иметь множество конкретных различий при полнейшем внешнем сходстве. Даже при полной генетической идентичности вы не найдете двух идентичных по сосудистому рисунку листьев.

Для того чтобы наглядно продемонстрировать идею конвариантного воспроизведения фрактальных форм за счет эффектов темпоральных вычислений, можно использовать вымышленные самовоспроизводящиеся сущности, которые можно назвать квазифрактальными фитоморфами (рис. 3). Это мыслимые образы, которые могут играть роль когнитивных протоконструктов в понимании принципов и механизмов конвариантного самовоспроизведения.

Даже в том случае, если экспансия биологического человека на какую-либо планету окажется возможной с физиологической точки зрения, первоначальный этап колонизации, подготовка пространства, рождение первых людей, их охрана и воспитание возможны лишь при помощи одушевленных машин.

Рис. 3. Квазифрактальные фитоморфы

Фитоморфы состоят из так называемых зародышевых сфер и ветвящегося «тела» (рис. 4). Вся внутренняя структура фитоморфа образована ветвящимися стержнями разного размера и внутреннего сечения. Таким образом, он весь состоит из одного и того же единственного структурного элемента. Внутренняя структура зародышевой сферы представлена рядом ветвящихся стержней, выходящих из центра сферы. Доходя до определенного уровня ветвления и измельчения, стержни переходят к ветвлению в перпендикулярной плоскости и образуют ячеистую «кружевную» поверхность зародышевой сферы. Из одной из ячеек поверхности зародышевой сферы начинается рост основного стержня ветвящегося тела фитоморфа. Своим внутренним сечением этот стержень повторяет форму ячейки, из которой начался его рост. От формы внутреннего сечения стержня зависит распределение внутренних напряжений в его стенках, а также процесс его ветвления. Основной стержень тела растет, достигая некоторого критического размера, после чего ветвится, образуя стержни второй генерации. Затем процесс повторяется с образованием ветвей следующего порядка. На некотором этапе рост тела прекращается, и на концах ветвей последней генерации начинается формирование дочерних зароды-

шевых сфер. Чем более искажена форма сечения, тем интенсивнее происходит ветвление. А интенсивность ветвления, в свою очередь, сказывается на формах ячеек дочерних зародышевых сфер, которые образуются на концах ветвей тела фитоморфа через несколько генераций. Достигая «зрелости», дочерние зародышевые сферы отделяются от тела исходного фитоморфа, опадают на поверхность и дают начало новым фитоморфам.

Благодаря взаимосвязи интенсивности ветвления с характеристиками формы ячеек на поверхности зародышевых сфер в популяции фитоморфов наблюдается феномен наследования. Более ветвистый фитоморф с большей вероятностью воспроизведет более ветвистого, и, напротив, более «прямой» фитоморф с упорядоченной формой ячеек с большей вероятностью воспроизведет такого же потомка. А коль скоро имеет место изменчивость и наследование свойств, то возможна и эволюция.

Фрактальная, иерархическая и рекурсивная структура фитоморфов в полной мере проявляется и значение темпоральной математики в эволюции. Всякие малые, едва уловимые микроразличия имеют значение, так как в процессе многократного рекурсивного воспроизведения неизбежно усилятся и окажут

Рис. 4. Структура квазифрактального фитоморфа

влияние на макроскопические итоговые формы, что, собственно, повсеместно наблюдается в мире живых организмов. Микроскопические молекулярные различия в генах влекут за собой видимые и существенные фенотипические изменения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, имеет право на существование предположение, что проект одушевленных, способных к самовоспроизведению и эволюции машин принципиально возможен. Это важный методологический вывод, так как он открывает, возможно, единственную реальную перспективу создания будущей космической цивилизации, а следовательно и сохранения и преумножения достижений человеческой науки и культуры. Ведь если человечество застрянет на своей истощающейся планете, оно обречено на вырождение и угасание. При этом расселение биологических людей по планетам Солнечной системы и, тем более мирам дальнего космоса представляется утопической, трудно осуществимой миссией. Поэтому

разработка альтернативных стратегий выживания и продолжения развития созданной человеком цивилизации представляется актуальной стратегической задачей философии и науки. Продолжение существования в форме дочерней машинной космической цивилизации представляет собой один из возможных сценариев. Речь, однако, идет о совершенно особенных машинах, которые имеют мало общего с современными. Речь идет фактически о живых искусственных существах, наделенных психикой, сознанием и разумом. Эти машины, по существу, мало чем отличаются и от человека, выступая его производной и продолжением. Возможно и даже вероятно, что человеческая цивилизация представляет собой уникальный космический феномен. Это накладывает на человечество определенную ответственность. Ответив на главные философские и научные вопросы — что такое «я», откуда мы, кто мы, куда идем, человеческая цивилизация сможет в финале антропного этапа техногенеза создать новые мыслящие, чувствующие, желающие сущности, способные осваивать космос, создавая во Вселенной новые очаги разума и культуры.

Литература

1. **Циолковский К.Э.** Воля Вселенной; Известные разумные силы. Калуга, 1928. 23 с.
2. **Циолковский К.Э.** Приключения атома. М.: Луч, 2016. 126 с.
3. **Тьюринг А.** Может ли машина мыслить? М.: УРСС, 2016. 128 с.
4. **Колмогоров А.Н.** Автоматы и жизнь // Математика - наука и профессия (Библиотечка «Квант», вып. 64.). М.: Наука, 1988. С. 43 – 62.
5. **Сёрл Дж.** Разум мозга – компьютерная программа? // В мире науки. 1990. № 3. С. 7 – 13.
6. **Черчленд П.М., Черчленд П.С.** Может ли машина мыслить // В мире науки. 1990. № 3. С. 14 – 21.
7. **Докинз Р.** Эгоистичный ген. М.: АСТ Corpus, 2016. 512 с.
8. **Колесников А.В.** Космическая экспансия разума // Воздушно-космическая сфера. 2018. № 4. С. 18 – 27.
9. **Глейк Дж.** Хаос: создание новой науки. СПб.: Амфора, 2001. 398 с.
10. **Колесников А.В., Сиренко С.Н., Малинецкий Г.Г.** Хаос и трансформация категории времени в постнеклассической науке // Философия науки. 2019. № 2. С. 35 – 56.
11. **Фейгенбаум М.** Универсальность в поведении нелинейных систем // Успехи физических наук. 1983. № 2. С. 343 – 374.
12. **Горизонты синергетики: Структуры, хаос, режимы с обострением** / Под ред. Г. Г. Малинецкого. М.: ЛЕНАНД, 2019. 464 с.
13. **Колесников А.В.** Одушевленные машины // Беларуская думка. 2014. № 9. С. 94 – 99.
14. **Нейман Дж.** Теория самовоспроизводящихся автоматов. М.: Мир, 1971. 384 с.
15. **Мандельброт Б.** Фрактальная геометрия природы. Москва: Институт компьютерных исследований. 2002. 656 с.

References

1. **Tsiolkovskiy K.E.** Volya Vselennoy; Neizvestnye razumnye sily. Kaluga, 1928. 23 p.
2. **Tsiolkovskiy K.E.** Priklyucheniya atoma. Moscow, Luch, 2016. 126 p.
3. **T'yuring A.** Mozhet li mashina myslit'? Moscow, URSS, 2016. 128 p.
4. **Kolmogorov A.N.** Avtomaty i zhizn'. Matematika - nauka i professiya. Moscow, Nauka, 1988, pp. 43 – 62.
5. **Serl Dzh.** Razum mozga – komp'yuternaya programma? V mire nauki, 1990, no. 3, pp. 7 – 13.
6. **Cherchlend P.M., Cherchlend P.S.** Mozhet li mashina myslit'. V mire nauki, 1990, no. 3, pp. 14 – 21.
7. **Dokinz R.** Egoistichnyy gen. Moscow, AST Corpus, 2016. 512 p.
8. **Kolesnikov A.V.** Kosmicheskaya ekspansiya razuma. Vozdushno-kosmicheskaya sfera, 2018, no. 4, pp. 18–27.
9. **Gleyk Dzh.** Khaos: sozdanie novoy nauki. Saint Petersburg, Amfora, 2001. 398 p.
10. **Kolesnikov A. V., Sirenko S. N., Malinetskiy G. G.** Khaos i transformatsiya kategorii vremeni v postneklassicheskoy nauke. Filosofiya nauki, 2019, no. 2, pp. 35–56.
11. **Feygenbaum M.** Universal'nost' v povedenii nelineynykh system. Uspekhi fizicheskikh nauk, 1983, no. 2, pp. 343 – 374.
12. **Gorizonty sinergetiki: Struktury, khaos, rezhimy s obostreniem.** Ed. G. G. Malinetskiy. Moscow, LENAND, 2019. 464 p.
13. **Kolesnikov A. V.** Odushevlennye mashiny. Belaruskaya dumka, 2014, no. 9, pp. 94–99.
14. **Neyman Dzh.** Teoriya samovosproizvodyashchikhsya avtomatov. Moscow, Mir, 1971. 384 p.
15. **Mandel'brot B.** Fraktal'naya geometriya prirody. Moscow, Institut komp'yuternykh issledovaniy, 2002. 656 p.

© Колесников А.В., 2020

История статьи:

Поступила в редакцию: 27.01.2020

Принята к публикации: 16.02.2020

Модератор: Гесс Л.А.

Конфликт интересов: отсутствует

Для цитирования:

Колесников А.В. Космическая цивилизация будущего, темпоральная математика и живые роботы // Воздушно-космическая сфера. 2020. № 1. С. 50-59.