

Динамическая модель опережающего развития России

С.Л. Степанов,
вед. инж., ОАО «Корпорация «Росхимзащита», г. Тамбов
А.С. Степанова,
магистр техники и технологии, ser23n2005@yandex.ru,
г. Тамбов

Фазовый кризис требует системного анализа управления технологическим суверенитетом России, с учётом опыта США, Великобритании, ЕС, Японии, Китая. Синтез управления позволил не имитировать технологии развитых стран Запада, а идти своим путём, за счёт новых технологий QBICS для седьмого ТУ. При синтезе проекта должны учитываться длинные волны Н. Д. Кондратьева. Изменены три философии Римского Клуба 2017 года. При верификации, использована матрица законов природы: Бартини – Кузнецова, позволяющая открывать новые законы. Впервые применено РМСФ при синтезе мирового технологического лидерства на нечетких данных.

The phase crisis requires a systematic analysis of the management of Russia's technological sovereignty, considering the experience of the US, UK, EU, Japan and China. Synthesis of management allowed not to imitate the technology of developed countries of the West, and go their own way, due to new technologies QBICS for the seventh TS. In the synthesis of the project should consider the long wave H. D. Kondratyev. Changed the three philosophies of the club of Rome in 2017. During verification, the matrix of laws of nature: Bartini – Kuznetsov was used, which allows to discover new laws. For the first time, the ESFS was used in planning world technological leadership, on fuzzy data.

Введение

Мир стремительно меняется из-за нового восходящего 100 летнего цикла Н. Д. Кондратьева – Й. Шумпетера, производя глубокие изменения в технике и технологиях производства на основе кардинальных открытий и изобретений. При этом возникают и исчезают отрасли и профессии. Происходит глобальное, фазовое изменение мира из-за сочетания циклических кризисов: Дж. Китчина, К. Жугляра, С. Кузнеца и Н. Кондратьева [1]. Это утверждал и И. Валерстайн в Миросистемном анализе [2]. Зарегистрировано открытие С. Ю. Глазьева: «Закономерность периодической смены технологических укладов в процессе развития мировой и национальных экономик» [3]. При этом смена длинного цикла Н. Д. Кондратьева – это *технологическая революция и появление нового технологического уклада* [4]. В последний раз это имело место при распаде Великой британской империи.

Известен парадокс проектировщика. Допустим у нас есть очень хорошие модели, стратегия и очень хорошие проекты, рассчитанные на 5 лет. Спрашивается, а что будет с этими проектами через 10 лет? Эти стратегии через 10 лет могут быть не эффективны, а через 20 лет просто преступны. Поэтому при проектировании технологий нового мира, а тем более технологического пакета связанных технологий, появляется выбор: заниматься ли эконометрикой, экспертными оценками (например, Форсайт) или разрабатывать технологии будущего на основе принципиально новых технологий, на новых физических принципах [5,6,7]. Очевидно, в зависимости от времени разработки, технологические решения должны быть различными, рис. 1, табл. 1. Из рис. 1 видно, что на 2014-2018 годы приходится кризис, война за технологическое лидерство и предстоящее доминирование в мире. Россия на протяжении, по меньшей мере, последних 150 лет, пытается реализовать стратегию догоняющего развития, стараясь приблизиться по уровню развития к наиболее развитым странам западной цивилизации. К сожалению, добиться успеха за столетия – так и не удалось.

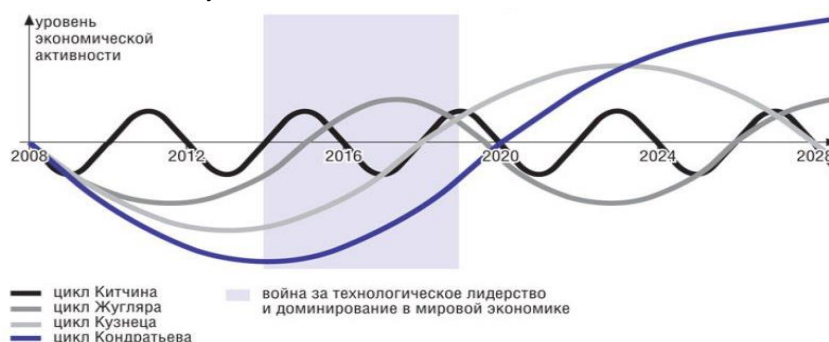


рис. 1. Глобальный кризис как сочетание циклических кризисов [1]

Исторический опыт позволяет сделать вывод о порочности повторения пути экономического развития Запада, попыток форсировать модернизацию, игнорируя сложившиеся закономерности исторического развития. Из рис.1 видно, что в наше время необходимо использовать преимущества технологических революций — одновременно нескольких — стремительно меняющих привычную жизнь. Чтобы не оказаться на обочине цивилизации, России нужна другая модель технологического развития – **опережающая**.

Актуальность. В подтверждение фазового кризиса, в декабре 2017 г., Римский клуб¹ представил юбилейный доклад: «*Соме Он! Капитализм, близорукость, население и разрушение планеты*» [8]. Римский клуб (Клуб)² остаётся основной площадкой, выражающий повестку устойчивого развития, одобренного ООН в 1987 г., и являю-

¹ До 2012 года Россию в Римском клубе, «мозговом тресте» (think tank), в качестве действительного члена, представлял профессор С. П. Капица.

² Учредитель Римского клуба – Дэвид Рокфеллер.

щийся ориентиром для значительной части мировой элиты. Доклад состоит из трёх частей: в первой показана глубина современного кризиса и тенденция его усиления; вторая посвящена критике доминирующего мировоззрения и изложения альтернативной философии; третья часть — практическим решениям.

Таблица 1

Цикл деловой активности		
Наименование	Продолжительность	Колебания уровня
Д. Китчин	3 – 4 года	Запасов
К. Жугляр	7 – 12 лет	Инвестиций
С. Кузнец	15 – 25 лет	Строительных циклов
Н. Кондратьев	45 – 60 лет	Длинных волн конъюнктуры
Д. Форрестер	200 лет	Энергии и материалов
Э. Тоффлер	1000 – 2000 лет	Развития цивилизаций

Руководители Клуба Эрнст Вайцзеккер и Андерс Вийкман пришли к однозначному выводу о неизбежности коренной смены парадигмы развития нашей цивилизации. Жёсткая критика капитализма, неприятие финансовых спекуляций, отказ от материализма и упрощенного понимания мира, призыв к альтернативной экономике, «новому Просвещению», духовно-нравственному мировоззрению, единой планетарной гармоничной цивилизации – такова ныне повестка будущего развития. Авторы начинают с анализа текущей ситуации, которая не радует: сегодняшней «кризис не циклический, но усиливающийся». Он включает социальный, политический, культурный, моральный кризис, кризис идеологий и всей капиталистической системы. Главным вопросом станут «философские корни текущего состояния мира». Наступившее время требует «иной политической и цивилизационной философии».

Вторая часть доклада посвящена мировоззрению. Доклад останавливается на трёх философиях — А. Смита, Д. Рикардо и Ч. Дарвина. Кроме того, обещания техноутопистов – 4-я промышленная революция демотивирует людей: если технологии решат все проблемы, нет нужды в поиске сложных, комплексных решений, требующих изменения образа жизни. По словам Кейт Раворта, члена Клуба, сегодняшние студенты, которые будут определять политику в 2050 г., учатся идеям из книг 1950 г., которые, в свою очередь, основаны на теориях 1850 г. Клубом признано, что валовой внутренний продукт (ВВП) не является важнейшим показателем для всех стран [8].

При всех различиях в деталях, общая картина сводится к тому, что экономика будущего должна стремиться к **устойчивости**, а не росту, увеличивая общее благо, а не частную выгоду. «Круговая» логика заменит «линейную» — производимые предметы будут оптимизированы для ремонта и повторного использования. Из доклада осталось не ясным – куда двигаться. Клуб не предлагает путей и способов выхода из кризиса. Учитывая влияние Клуба, «Some Op!» можно считать авторитетным выражением взглядов самой передовой части мировой элиты.

Проблема управления изменениями. Известны различия в управлении США, Великобритании и России.

Американский Национальный совет по разведке США выпустил доклад: «Глобальные тенденции 2030: Альтернативные миры» (Global Trends 2030: Alternative Worlds). Мир, по докладу, преобразуется беспрецедентным образом, при этом Россия является ключевым игроком на мировой арене. Анализируются возможные варианты развития отношений России с Китаем и Западом, выстраивают, описываемые четыре архетипа будущего [9].

На сайте правительства Великобритании опубликован доклад Центра разработки концепций и доктрин Министерства обороны Великобритании «Глобальные стратегические тенденции-2045» (Global strategic trends—out to 2045 [10]. Британские военные рассматривают Россию не только как сильное государство, но и в перспективе видят растущее могущество нашей страны. На стр.121-122 [10] отмечено, что в прогнозируемый период Россия будет оставаться сильнейшей державой европейского континента.

В стратегии развития России также используют экспертные Форсайт исследования при разработке технологий будущего [11,12]. При этом обеспечивается догоняющее развитие, а необходимо - опережающее развитие.

Постановка задачи. Россия должна обогнать конкурентов, не догоняя их, максимально усложнив им жизнь.

Решение. Для этого Россия должна обладать «*эффективностью*», в отличии от «*продуктивности*» и «*результативности Запада*». Эффективность предполагает развитие технологического пакета связанных технологий [13]. При этом Россия будет обеспечивать не только свою общую *эффективность*, но и привлекательность для многих других стран, а также надежность в реализации функций развития и безопасности. На рис. 2 показаны философии, рассматриваемых Клубом, а на рис. 3 философии, предложенные С. Б. Переслегиным (Сколково) для стратегического планирования развития России на 50-100 лет [14,15].

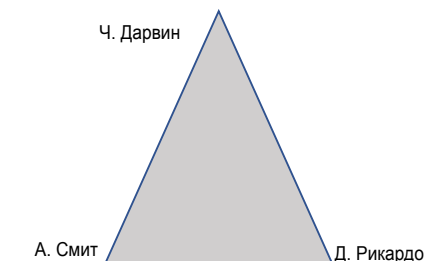


рис. 2. Философии рассмотренные Римским клубом [8]

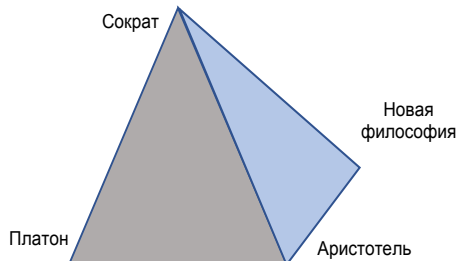


рис.3. Философии опережающего развития, без следования вдогонку за Западом [14]

На основе философии Аристотеля построена вся современная наука и математика [14]. На основе философии Платона рассматривается квантовая механика. Будущее, как говорит С. Б. Переслегин, за философией Сократа и новой философией, рис. 3 [15], о которой говорится в отчёте Клуба [8].

Основными технологиями 6 ТУ являются НБИК-технологии (NBIC-(N -нано; В -био; I -инфо; С –когно), что подтверждают: DARPA, МО США, 12 прорывных изменяющих мир технологий McKinsey, RAND Corporation [16].

М. В Ковальчук предложил дополнить НБИК-технологии, социально гуманитарными технологиями «С» – НБИКС (NBICS). Новая научно-технологическая революция, привлекая гуманитарные технологии ставит перед

человечеством сложные и амбициозные задачи – создание принципиально новых технологий и систем [17].

В начале 2013 г. МТИ, RAND Corporation, Токийский университет и Европейский Центр оценки технологий выпустили доклад «Технологическое развитие 2025» [18]. Они предложили заменить NBIC на NIBEP (neurosaens, information technology, bio-technology, energy revolution, production) [18].

Все мировые стратегии развития продуктов и технологий основаны на продвижении, пользуясь терминологией России, шестого технологического уклада (6ТУ) без учета физических, психических и интеллектуальных возможностей человека, согласно естественным законам движения материи и преобразования энергии.

Синтез управления. Для перехода к опережающим технологиям, актуальным является изменение управления жизненным циклом технологий. Поэтому, в соответствии с открытием С. Ю. Глазьева, необходимо развивать не 6 ТУ (текущий уклад), а **седьмой технологический уклад (7 ТУ) – квантовый и когнитивный**. Чем отличается 7 ТУ от предыдущих? По аналогии с NBIC, его можно представить, с заменой нано на кванто, в виде:

QBICS (Q-кванто; B-био; I-инфо; C –когно; S- социо).

Не рано ли говорить о нём, если даже 6ТУ ещё не закончился? По нашему мнению — не рано. Как уже было показано В. А. Трапезниковым, ростки последующего технологического уклада всегда возникают в недрах предыдущего или даже предпредыдущего уклада [19]. Сегодня в России властвует четвёртый/пятый технологический уклад и развивается 6 ТУ. Контуры 6 ТУ уже хорошо видны. А ростки 7 ТУ только-только начинают появляться и потому они видны лишь тем, кто вплотную занимается технологиями 7 ТУ. Чем же будет отличаться 7 ТУ? Принципиальным для 7 ТУ будет включение в производство человеческого сознания. Можно сказать иначе: человеческое сознание станет такой же производительной силой, какой в своё время для человечества стала наука.

Такие технологии **можно назвать когнитивными** (англ. conscious — сознание). До сих пор производство любого продукта не требует участия человеческого сознания: для того, чтобы нажать кнопку на станке и запустить в работу инструмент, требуется мышечное усилие, да и то лишь на самом начальном этапе, а потом работнику остаётся только наблюдать за работой инструмента, не вмешиваясь в его работу. Но для того, чтобы осуществить этот процесс, требуется вначале станок изготовить и затратить на это большое количество ресурсов: материала, топлива, труда, времени и информации. Однако, когда само наше сознание становится производительной силой и мы обретаем возможность изготавливать нужный нам продукт, не прибегая к предварительному изготовлению станка или иного оборудования, имея специальные материалы для 3 D квантовых принтеров. При этом на смену эпохе массового производства, с начала XX-го века, приходит эпоха кастомизации [16].

На рис. 4 показана разница в предлагаемой парадигме развития России и развитых стран Запада. Жирным, по тексту, выделена новизна, рекомендованная для России: заменены используемые Западом философии, NBIC заменён на QBICS для разработки систем и изделий 7 ТУ, введена верификация и обратные связи. Теоретически наиболее близко к решению задачи альтернативного развития техники и технологий подошли Главный конструктор Р.О. ди Бартини и Главный конструктор по системе «СПУТНИК» П. Г. Кузнецов [7,20]. Поэтому вместо Форсайта развитого Запада следует использовать верификацию по матрице законов природы: Бартини – Кузнецова [7,20].

Ди Бартини была создана теория шестимерного мира – трёхмерного по пространству и трёхмерного по времени, получившая название *мир Бартини*. Пространство и время Ди Бартини полагал квантованными, вычислив значения их квантов. Он выразил аналитически через эти кванты универсальные мировые константы [17].

Исходя из размерностей физических величин, двумерной таблицы (L^n – длина, T^m – время), можно не только уяснить суть известных законов, но и открыть новые [7,20].



рис. 4. Опережающее развитие России в сравнении с формированием новых технологий странами развитого Запада

По классификации проф. Е.И. Артамонова, ИГПУ РАН, система развития России относится к высшему классу интерактивных систем по связям с внешними устройствами, требующая увязки взаимодействия с человеком [21].

Формализация. Воспользуемся дифференциальными уравнениями, описанными и успешно применяемыми для построения моделей развития сложных систем [22]. Эта работа исследует динамические модели смены технологий, в рамках которой ставится задача перехода к опережающим технологиям развития [22,23], определения в какие моменты времени следует начинать разработку и (или) внедрение новой технологии или системы (изделия), включая принятие решений о целесообразности ее внедрения (коммерциализации) с учетом законов технотоники [24]. Будем различать два способа развития технологий: пассивный и активный [25].

- К пассивным технологиям будем относить способы технологического развития, которые осуществляются параллельно и вдогонку «мировым тенденциям» и позволяют обеспечить только **догоняющее развитие**.
- К активным технологиям, рассматриваемых нами, будем относить приоритетное развитие технологий будущего, имеющих направленность на опережение и мировое лидерство в наиболее перспективных для России областях знаний, обеспечивая **опережающее асимметричное развитие**.

Решение. Для комплексного учета всех факторов, на основе интеграции множеств состояний функционирования (МСФ) и нечетким множеством (НМ), вводится расширенное множество состояний функционирования (РМСФ) [26]. Структура РМСФ H показана на диаграмме Эйлера-Венна, рис. 5. Используются обозначения: $H_1 = \{h_i^1, i = 0,1,2,\dots\}$ - множество состояний функционирования; $H_2 = \{h_i^2, i = 0,1,2,\dots\}$ - множество ситуаций внешних условий; - дискретное множество, получаемое из нечетких множеств x_1, x_2, \dots с применением процедуры, аналогичной лингвистической аппроксимации.

Рассмотренная структура множества H позволяет для его введения использовать метод анализа иерархий. На верхнем уровне иерархии располагаются состояния $h^1 \in H_1$.

На втором уровне каждому состоянию h_i^1 соответствует подмножество $H_i^{1,2} \subset H_{1,2}$, элемента: которого имеют вид $h_{i1}^{1,2} = (h_i^1, h_1^2)$, $h_{i2}^{1,2} = (h_i^1, h_2^2)$ и т.д. На третьем уровне располагаются подмножества $H_{ij} \subset H$, т.е. $H_{ij} = \{h_{i,j,1} = (h_{i,j}^{1,2}, h_j^3), h_{i,j,2} = (h_{i,j}^{1,2}, h_j^3), \dots\}$. При этом мощность множества H равна произведению мощностей множеств H_1, H_2 и H_3 , т.е. $|H| = \prod_{i=1}^3 |H_i|$

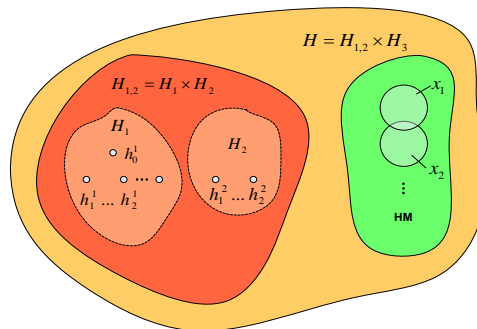


рис. 5. Расширенное множество состояний функционирования и области допустимых значений

Серьезные трудности при введении множества H для сложных систем связана с большой мощностью МСФ $H_{1,2}$.

Для преодоления этих трудностей в множестве H_1 выделяются наиболее вероятные состояния, которые не ведут к критическим последствиям, они образуют подмножество H_1 .

Остальные состояния, в том числе и критические, объединяются в подмножество \bar{H}_1 . Аналогичное выделение подмножеств, в случае необходимости, производится для МСФ $H_{1,2}$.

Эффективность функционирования любой технологии определяется ее надежностью, условиями работы, воздействиями внешней среды и другими факторами, имеющими детерминированную, вероятностную или нечёткую природу. Для комплексного учета всех этих факторов на основе интеграции множеств состояний работоспособности (МСП) технологий с множеством ситуаций (МС) и нечетким множеством (НМ) вводится расширенное множество состояний функционирования (РМСФ) технологий. Задачи определения вероятностей состояний работоспособности и функционирования системы, а также построения функций принадлежности НМ исследованы и освещены в научной литературе [27]. Однако вопросы их применения для технологий и объединения в один показатель – вероятность состояния РМСФ до настоящего времени не рассматривались. Все они основываются на декомпозиции системы, построении моделей состояний работоспособности всей системы и составных частей, а затем решении систем уравнений или использовании рекуррентных формул [26].

Знание состояний работоспособности технологии и вероятностей этих состояний во многих случаях недостаточно для прогнозирования показателей ее эффективности в процессе реальной работы. Более полно возможные состояния функционирования при длительной эксплуатации технологии отражает РМСФ [26].

Вместе с тем МСФ не позволяет учитывать быстро меняющуюся обстановку внешнего окружения. Для описания таких ситуаций при оперативном принятии решений используются нечеткие множества (НМ) [27].

Ограничения. Результаты проектов должны кратно превышать основные характеристики существующих технологий и систем. Для промышленных 3D принтеров - применить только отечественные расходные материалы.

Примеры. Уже разработаны – **квантовые компьютеры:** Google, IBM, Microsoft китайский интернет-ритейлер Alibaba. В России, М. Лукиным, создан самый мощный квантовый компьютер в мире. В Австралии разработана основа для **квантового интернета**. В России создана **квантовая сеть** [28,29]. **Квантовый двигатель** разработали: НАСА – VASIMR, EmDrive – в России М. Мендельбаум. Китай в 2017 г. испытал его в космосе. Совбезом РФ, в 2018 г., обсуждался потенциал приоритетных **систем расчетов** на основе квантовых технологий.

Заключение

Выполненная работа позволяет не имитировать западные технологии развитых стран Запада, а идти своим путём, за счёт применения технологий QBICS для систем 7 ТУ. При завершении проектов, необходима верификация полученных результатов по матрице законов природы: Бартини – Кузнецова. Начиная проект необходимо:

- ♦ При планировании технологического лидерства и доминирования в мире, учитывать не только короткие циклы деловой активности Д. Китчина, К. Жугляра, С. Кузнецова, но и длинные волны конъюнктуры – Н. Д. Кондратьева, энергии и материалов Д. Форрестера, а также развития цивилизаций Э. Тоффлера.

- ♦ Принять во внимание, что доклад Римского клуба, 2017 г.: «Come On!», о завершении проекта капитализма,

коренной смене парадигмы развития нашей цивилизации, «иной политической и цивилизационной философии», основан, по данным Клуба, на трёх философиях — А. Смита, Д. Рикардо и Ч. Дарвине.

♦ Взамен предложенных философий Клуба, для опережающего развития России, использовать три другие философии: Аристотеля, Платона, Сократа и будущей новой философией, о которой предупреждает отчёт Клуба.

♦ Парадигму развития России следует проводить не по лекалам стран развитого Запада и тенденциям развития технологий 6 ТУ, а развитие технологий проводить по 7 ТУ с верификацией по матрице законов природы: Бартини – Кузнецов, позволяющих не только уяснить суть известных законов, но и открывать новые законы.

♦ В качестве оценки опережающего технологического пакета развития связанных технологий следует применять новый системный критерий: QBICS (Q-кванто; B-био; I-инфо; C –когно; S- социю).

♦ Использовать, на первом этапе проектирования, опережающего технологического пакета связанных технологий и расчётов на нечетких множествах, создавая систему динамической, универсальной, способной описывать ее в различных условиях на множестве состояний функционирования.

♦ Для обеспечения мирового технологического лидерства использовать РМСФ, на нечеткой базе данных, обеспечивающее наибольший охват рассматриваемых пакетов технологий, систем и инновационных изделий.

Литература

1. Глазьев С Ю. О неотложных мерах по укреплению экономической безопасности России и выводу российской экономики на траекторию опережающего развития. – М. 2005. <http://alexmonastirev.com/2015/11/>
2. Валлерстайн Иммануэль. Миросистемный анализ: введение. Пер. с англ. Н. Тюкиной. – М.: Наука, 2006. – 246 с.
3. Глазьев С. Ю. Описание открытия: Закономерность периодической смены технологических укладов в процессе развития мировой и национальных экономик. -М. 2016. <https://docplayer.ru/37832452-Opisanie-nauchnogo-otkrytiya-glazeva-s-yu-v-oblasti-obshchestvennyh-nauk.html>
4. Кондратьев Н.Д. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения. - М.: Экономика, 2002. – 767 с.
5. Эконометрика. Под ред. И. И. Елисейевой. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 344 с.
6. Гапоненко Н.В. Форсайт экономика, основанной на знаниях: в поисках траектории // Институт экономических стратегий. – М. 2018. № 4. — С. 6-11.
7. Ди Бартини Р.О. Некоторые соотношения между физическими константами. Докл. АН СССР. – М.1965. – Т. 163. № 4. – С. 861-864. <http://www.univer.omsk.su/omsk/Sci/Bartini/s2.htm>
8. Доклад Римского Клуба-2018. Come On!: Capitalism, Short-termism, Population and the Destruction of the Planet By Ernst Ulrich von Weizsäcker. English | PDF, EPUB | 2017 (2018 Edition). 232 p.
9. Сборник Глобальные тенденции 2030: Альтернативные миры (Global Trends 2030: Alternative Worlds). <http://eurasian-defence.ru/sites/default/files/DS/Documents/global-trends-2030-rus.pdf>
10. Global strategic trends—out to 2045 https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/348164/20140821_DCDC_GST_5_Web_Secured.pdf
11. Указ Президента РФ Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в РФ и перечня критических технологий РФ от 7 июля 2011 года № 899. Сайт Президента РФ.: <http://graph.document.kremlin.ru/page.aspx?1;1563800>
12. Указ Президента РФ № 208 от 13 мая 2017 г. О Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года. <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41921>
13. Желтов А.О. Понятие технологического пакета. Инновации. – С-ПТБ, 2007. №12. – С. 48-52.
14. Переслегин С. Б. ПиР-2017. Мир в следующие 100 лет. <https://www.youtube.com/watch?v=023711wOBVc>
15. Переслегин С. Б. Возможные сценарии развития России. <https://www.youtube.com/watch?v=zaojPR0-9XA>
16. Степанов С.Л., Степанова А.С. Организация структур систем кастомизированного производства в четвертой индустриальной революции // Труды XVI-ой международной молодежной конференции под ред. А.В. Толока. М.: ООО «Аналитик». – 2016.
17. Ковальчук М.В. Конвергенция наук и технологий – прорыв в будущее. Российские нанотехнологии. – М. 2011. № 1-2. – С. 13-23.
18. National Intelligence Council, GLOBAL TRENDS 2025: THE NATIONAL INTELLIGENCE COUNCIL'S 2025 PROJECT, – Режим доступа свободный: http://www.dni.gov/nic/NIC_2025_project.html
19. Трапезников В.А. Управление и научно-технический прогресс. – М.: ИПУ РАН, 1985/2005. – 223 с.
20. Кузнецов О.Л. Система природа—общество—человек. Устойчивое развитие / О.Л. Кузнецов, П.Г. Кузнецов, Б.Е. Большаков//Государственный научный центр РФ ВНИИгеосистем. Международный университет природы, общества и человека. – М.: Дубна, 2000. – 403 с. <http://www.pobisk.narod.ru/Pr-ob-ch/004avtory.htm>
21. Артамонов Е.И. Интерактивные системы. Синтез структур. – М.: Инсвязьиздат, 2010. – 185 с.
22. Иващенко А. А., Нижегородцев Р. М., Новиков Д. А. Инновационная и инвестиционная политика. Модель смены технологий. Проблемы управления. – М.: ИПУ РАН, 2005. №5. – С. 55-57.
23. Степанова А. С. Конвергентная технология человеко-машинного взаимодействия, на основе программирования. Объектные системы – 2011: материалы V междунар. научно-практической конф. под общ. ред. П. П. Олейника. - Ростов-на-Дону: ШИ ЮРГТУ (НПИ), 2011. – С. 9-14.
24. Дворцин М. Д., Юсим В. Н. Технодинамика: основы теории формирования и развития технологических систем. - М.: Международный фонд истории науки «Дикси», 1993. – 179 с.
25. Ивлев А. А. Основы теории Джона Бойда. Принципы, применение и реализация. <http://www.milresource.ru/Boyd.html>
26. Блохин А.Н. Моделирование развивающихся систем на множестве состояний функционирования. Вестник ТГТУ. 2009. – Том 15. № 1.– С. 17-20.
27. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. - М.: Мир, 1976. – 165 с.
28. Квантовый компьютер D-Wave 2000Q за \$15 млн. <http://information-technology.ru/news/6263>
29. В России создан самый мощный квантовый компьютер в мире. <https://hightech.fm/2017/07/14/51>