

Научная статья
УДК 629.7.05

Анализ тенденций развития навигационного обеспечения объектов вооружения, военной и специальной техники на основе эволюционно-технологического подхода

Сергей Гарриевич Брайткрайц, Владимир Юрьевич Корчак, Павел Сергеевич Воронцов

Аннотация. В статье определены основные тенденции в развитии навигационного обеспечения: интеграция навигационных средств в эргатических системах, позволяющая обеспечить рациональное сочетание естественного и искусственного интеллекта с безусловным приоритетом в принятии решения человеком-оператором; необходимость навигационного обеспечения для решения новых задач, обусловленных массовым применением и стремительным развитием новых средств воздушного нападения, включая широкое распространение ВТО всех видов базирования, роевые технологии БПЛА и морские робототехнические комплексы; активное развитие традиционных вооружений – бронетанковой техники, ствольной артиллерии, РСЗО, средств противовоздушной и противоракетной обороны на основе новых навигационных решений. Авторами приведены основные принципы реализации эволюционно-технологического подхода развития технологий для образцов ВВСТ, а также описаны фазы гиперцикла Гартнера применительно к навигационным технологиям.

Ключевые слова: навигационное обеспечение; эволюционно-технологический подход; тенденции развития; гиперцикл Гартнера; беспилотные летательные аппараты

Для цитирования: Брайткрайц С.Г., Корчак В.Ю., Воронцов П.С. Анализ тенденций развития навигационного обеспечения объектов вооружения, военной и специальной техники на основе эволюционно-технологического подхода // Вооружение и экономика. 2024. №4(70). С. 5-15.

Original article

An Analysis of Trends in the Navigation Support Development of Weapons, Military and Special Equipment Sites Based on an Evolutionary and Technological Approach

Sergei G. Braitkraits, Vladimir Iu. Korchak, Pavel S. Vorontsov

Abstract. The article identifies the main trends in the navigation support development: the integration of navigation aids in ergatic systems that provides for a rational combination of natural and artificial intelligence with unconditional priority in decision-making by a human operator; the need for navigation support of new problems solution caused by new art threat weapon widespread employment and rapid development, including the wide spread of the high-precision weaponry of all basing types, swarming UAV technologies and marine robotic complexes; active development of conventional weapon – armored vehicles, barrel artillery, MLRS, anti-aircraft and anti-missile defense based on new navigation solutions. The authors present the main principles of the evolutionary and technological approach implementation to the technology development of weapon, military and special equipment samples, and also describe the Gartner gyrocycle phases as applied to navigation technologies.

Keywords: navigation support; evolutionary and technological approach; trends development; Gartner hypercycle; unmanned aerial vehicles

For citation: Braitkraits S.G., Korchak V.Iu., Vorontsov P.S. An Analysis of Trends in the Navigation Support Development of Weapons, Military and Special Equipment Sites Based on an Evolutionary and Technological Approach. Vooruzhenie i ekonomika = Armament and Economics. 2024;70(4): 5-15. (In Russ.).

1 Навигационное обеспечение как объект эволюционно-технологического подхода к прогнозированию направлений развития объектов вооружения, военной и специальной техники

В настоящее время в Российской Федерации и за рубежом в разработках перспективных видов ВВСТ активно реализуется идеология эволюционно-технологического подхода (ЭТП), в рамках которой совершенствование развития технических средств, систем и комплексов происходит постепенно с сохранением и накоплением тех свойств, которые необходимы в текущий момент времени. При этом рядом исследователей делается акцент на очевидном свойстве эволюционности процессов в технических и биологических системах. В данной статье приведены результаты анализа ряда публикаций, посвященных поиску аналогий эволюции в технических и биологических средах. Кроме того, авторами представлен пример

применения ЭТП при разработке навигационных технологий, являющихся одной из важнейших компонент разведывательно-информационного обеспечения ВВСТ.

Несмотря на отсутствие в официальных документах определения термина «навигационное обеспечение», он широко используется в научной литературе. Наиболее общим является следующее определение. *Навигационное обеспечение* – комплекс организационных и технических мероприятий, предназначенных для получения, преобразования, передачи и использования информации о координатах и параметрах движения подвижных объектов, а также других навигационных элементов, необходимых для автоматического и автоматизированного управления этими объектами в соответствии с их целевым назначением¹.

В данной статье под навигационными технологиями понимаются совокупность документированных знаний об устройстве и способах применения навигационных систем и комплексов.

В теории существует две концепции развития науки и техники: революционная и эволюционная [1]. В рамках революционного подхода принято считать, что прогресс определяется «прорывными» результатами деятельности выдающихся ученых, например, таких как Уатт, Эдисон, Попов. В соответствии с концепцией «революционного развития» деятельность ученых такого масштаба обеспечивает реализацию прорывных решений в развитии военных технологий, например, таких как открытие О.Ганом и Ф.Штрассманом явления деления ядер, бомбардируемых нейтронами, или открытие Э.Ферми управляемой цепной ядерной реакции².

Сторонники эволюционного взгляда предполагают, что развитие науки и техники носит последовательный, итерационный характер. Согласно данной концепции, все изобретения происходят как закономерный результат длительной предварительной работы многих ученых и специалистов. В [1] приведены примеры эволюции технологий подводных лодок, продолжающейся более 500 лет.

Под эволюционно-технологическим подходом понимается³ методология создания и приобретения перспективных ВВСТ, основанная на постепенном многошаговом процессе повышения уровня знаний в определенных научно-технологических областях и предназначенная для обеспечения достоверности прогнозируемого облика ВС РФ, предсказуемости и стабильности программ создания образцов ВВСТ, а также снижения рисков их реализации. В основе ЭТП лежит идея о том, что удачные разработки образцов ВВСТ вызваны постепенным приращением полезных свойств или качеств этих образцов. При этом разработчик использует опыт и знания, полученные при разработке ранних версий. Практический опыт показывает, что наиболее эффективны такие разработки, когда на каждом шаге разработки ожидается определенный результат, основанный на реализации результатов совокупности более зрелых технологий. При этом имеется возможность вернуться к предыдущему шагу, если последующий привел к недостаточно эффективному результату. Перед тем как задействовать ресурсы, выделенные на разработку и создание образца ВВСТ, проводятся необходимые лабораторные и стендовые испытания для корректировки имеющихся недостатков.

В качестве основных принципов реализации ЭТП авторы [1] выделяют:

- задание требований к образцу ВВСТ, распределенных по временной оси планируемого периода создания;
- модульное проектирование образца, предусматривающее открытость архитектуры его построения;
- использование базового изделия (прототипирование) с возможностью изменений, доработок, модификаций в будущем;
- максимальное использование имеющегося научно-технического и технологического задела.

¹ Справочник по терминологии в оборонной сфере. URL: <https://dictionary.mil.ru/dictionary/Terminy-RVSN/item/141680/>

² Военная энциклопедия: в 8 т. Т.8. М.: Воениздат, 2004. С. 548.

³ С м.: Корчак В.Ю. Использование ЭТП к созданию вооружения, военной и специальной техники перспективной системы вооружения // Вооружение. Политика. Конверсия. 2008. №4(82). С. 26-29; с м. также [1], [2].

Соглашаясь в целом с приведенными принципами, авторам представляется крайне сомнительной возможность задания требований, распределенных по времени, в рамках установленного порядка формирования технических заданий на разработку образцов ВВСТ. Также маловероятно, чтобы заказчик в процессе выполнения научно-исследовательской (а тем более опытно-конструкторской) работы допустил внесение изменений в состав разрабатываемого образца, что, по сути, отрицает возможность модульного проектирования.

Можно предполагать, что на пути реализации эволюционно-технологического подхода к созданию перспективных образцов ВВСТ, в том числе навигационной техники, помимо решения научно-технических проблем и задач, непосредственно связанных с созданием образца, разработчикам предстоит решать и ряд вопросов организационно-методического характера по изменению существующего порядка выполнения НИОКР, поскольку на сегодняшний день применение закономерностей ЭТП не просматривается в рамках действующих правил и стандартов.

2 Технические аналогии, используемые в эволюционно-технологическом подходе. Новые тенденции в навигационном обеспечении ВВСТ

Постепенное изменение свойств и характеристик ВВСТ является предпочтительным и для разработчика, и для потребителя. Вместе с тем, было бы ошибкой отрицать и существование случайных процессов в развитии и становлении новых технологий, в том числе военных. Такие изменения, происходящие в эволюции биологических систем, в настоящее время активно исследуются и используются в практике комбинаторной химии и синтетической биологии.

Новые технологии никогда не создаются из ничего [3] и разрабатываются на основе технологий или их элементов, разработанных ранее, и, в свою очередь, становятся строительными блоками для создания последующих технологий. В этом смысле, технологии (как совокупность информации о технических системах, методах их применения, производстве этих систем) производят сами себя из себя. Так, в 1912 году был создан усилитель на основе уже существовавших вакуумных триодов и других элементов электрических цепей. Усилитель, в свою очередь, повлек разработку генератора синусоидальных колебаний и смесителя-гетеродина, обеспечивающих сдвиг частот излучаемых сигналов. Эти два ключевых компонента в сочетании с другими привели к созданию радиопередатчика и радиоприемника и в конечном итоге к созданию радиовещания.

В общем смысле, каждая вновь разработанная технология формирует сеть элементов (новых технологий), в которой эти новые элементы непрерывно развиваются на основе уже существующих. Однако такая эволюция происходит не только благодаря наличию ранее разработанных технологий. Она приводится в движение огромным количеством потребностей общества, а также потребностей существования самой вновь разработанной технологии.

Можно проиллюстрировать возникновение новых требований (потребностей) к навигационному обеспечению ВВСТ.

В настоящее время наблюдаются три основные тенденции в развитии навигационного обеспечения войск (рисунок 1).

Первая тенденция связана с применением принципиально новых образцов вооружения и военной техники, которые в предыдущих локальных войнах и вооруженных конфликтах использовались эпизодически, не оказывая решающего влияния на ход боевых действий.

К таким вооружениям в первую очередь относятся БПЛА всех видов базирования, барражирующие боеприпасы, робототехнические комплексы.

Авторы не выделяют здесь комплексы высокоточного оружия (ВТО), которые к настоящему времени достигли достаточно высокого уровня совершенства, поскольку данный вид оружия уже подтвердил свою эффективность в боевых действиях в Персидском заливе, Югославии, Ираке, Ливии. Многие проблемные вопросы навигационного обеспечения ВТО на сегодня либо сняты, либо находятся в завершающей стадии своего решения.

Применение современных и перспективных образцов ВВСТ предъявляет самые жесткие требования к точности, автономности и непрерывности навигационного обеспечения.



Рисунок 1 – Основные тенденции в развитии навигационного обеспечения перспективных образцов ВВСТ

Удовлетворить всей совокупности этих требований одним видом навигационных систем (даже самых совершенных) невозможно.

Инерциальные навигационные системы, обладая автономностью, подвержены накоплению со временем ошибок счисления координат и скоростей. К тому же точность этих систем недостаточна для решения целого ряда задач – прецизионного прицеливания, картографирования, разведки и целеуказания.

Высокоточные глобальные средства навигации, такие как спутниковые радионавигационные системы (СРНС) обладают низкой помехозащищенностью и требуют выполнения условий доступности опорных навигационных точек – спутников, корректирующих станций, других функциональных дополнений.

Астронавигационные системы, обладая высокой точностью и глобальностью, зависят от погодных условий и времени суток визирования светил. К тому же, говоря об автономности навигационных систем, следует выяснить – а так ли уж автономны инерциальные навигационные системы, в том числе астроинерциальные системы. Ведь для их выставки требуются дополнительные навигационные средства – гироскопы, хранители направления и т.д.

Указанные особенности каждой из навигационных систем можно перечислять и анализировать достаточно долго и это вряд ли имеет смысл, поскольку большинством разработчиков навигационной техники активно реализуется идеология интегрированных навигационных систем и комплексов, под которыми понимается совокупность функционально связанных бортовых систем, устройств и вычислительных средств, обеспечивающих решение задач навигации и боевого применения образцов ВВСТ различными способами⁴.

Независимо от степени совершенства программно-алгоритмического и программно-аппаратного обеспечения образцов ВВСТ, всегда будут возникать новые, ранее не наблюдавшиеся ситуации, в решении которых участие человека-оператора незаменимо.

Поэтому центральным направлением научно-технического прогресса в навигационном обеспечении выступает интеграция навигационных средств в эргатических системах, позволяющая обеспечить рациональное сочетание естественного и искусственного интеллекта с безусловным приоритетом в принятии решения человеком-оператором [4].

⁴ С.м.: Красовский А.А., Ермилов А.С. Боевое применение и эффективность пилотажно-навигационных комплексов летательных аппаратов. М.: ВВИА им. Н.Е. Жуковского, 1989; с.м. также [4].

Вторая тенденция связана с необходимостью навигационного обеспечения решения новых задач, обусловленных массовым применением и стремительным развитием новых средств воздушного нападения, включая широкое распространение ВТО всех видов базирования, роевые технологии БПЛА и морских робототехнических комплексов [1].

Современные исследования показывают, что стремление к простому наращиванию масштабов применения БПЛА может привести к ряду проблем. БПЛА представляет сложную эргатическую систему, включающую летательный аппарат, оснащенный бортовым оборудованием и целевой нагрузкой, оператора (экипаж операторов), осуществляющего управление БПЛА, наземный пункт управления с аппаратурой связи и контроля. Совершенствование БПЛА, бортового оборудования, аппаратуры связи, разведки и целеуказания) приводит к тому, что БПЛА становятся уникальными техническими средствами, требующими включения в контур управления высококвалифицированных специалистов. При этом БПЛА функционируют, как правило, изолированно, что существенно снижает эффективность боевого применения таких комплексов, потенциально достижимую при массовом («роевом») применении БПЛА. Эти проблемы в полной мере относятся к морским и наземным РТК, где разработчики концентрируют усилия на создании систем управления многочисленными роботизированными средствами на основе так называемого «роевого» интеллекта.

В то время как европейские вооруженные силы стремятся адаптироваться к возможностям информационных технологий, промышленность активно разрабатывает технологии боевых облачных сервисов.

В 2021 году немецкая компания Хенсольдт продемонстрировала применение боевого облачного решения в рамках проекта «Система боевых задач будущего» (Future Combat Mission System). Компанией Хенсольдт запланированы работы по обоснованию функциональных возможностей, особенно в области сетевых чувствительных элементов и исполнительных механизмов.

В [5] утверждается, что боевые облачные решения позволят мультидоменным вооруженным силам достичь преимущества в короткие сроки и без дополнительных затрат. Использование боевого облака как нового технологического решения, объединяющего различные платформы с различными механизмами обмена данными, включая каталоги, информационные сети, мобильные специальные сети и программно-функциональные радиотерминалы, может серьезно изменить ход боевых действий.

Боевое облако будет способствовать распределению тактических задач, выявлению и созданию условий для применения систем с искусственным интеллектом, повышающих оперативность принятия решений. Искусственный интеллект и оперативность будут играть важнейшую роль на всех этапах боевых действий.

В Великобритании концепция боевого облака сформирована в рамках программы по созданию истребителя «Темпест» («Tempest»), который должен войти в состав ВВС как элемент сети с широкими функциональными возможностями, включающей высокоточные ракеты большой дальности, космические аппараты и БПЛА, для координации которых и потребуется использование боевого облака.

Компания Airbus разработала технологический демонстрационный образец, основанный на применении существующих технологий, который иллюстрирует интеграцию самых передовых технологий при создании боевого облака открытой архитектуры. В качестве следующего шага в этот демонстрационный образец будут добавлены возможности искусственного интеллекта, чтобы ускорить реализацию разведывательной информации в процесс принятия решений. Несколько центров обработки данных образуют облако, а вся информация будет распределена между серверами, распределенными территориально.

Таким образом, между различными узлами принятия решений и операторами будет осуществляться обмен достоверной информацией и будет обеспечена поддержка систем искусственного интеллекта.

Разработкой облачных технологий занимается и компания Талес (Thales). По данным Талес, спрос на боевые облачные сервисы быстро растет в связи с реальной потребностью в них вооруженных сил по всему миру, обновляющих свою сетевую и IT-инфраструктуру на

ТВД, в штабах, на кораблях, на наземных и воздушных командных пунктах. Им приходится участвовать в боевых действиях высокой интенсивности, что требует повышения оперативности управления, которого можно достичь только с помощью облачных технологий.

Министерство обороны США в рамках подготовки и переподготовки пилотов (истребителей, бомбардировщиков, вертолетов) готовит личный состав к выполнению задач обнаружения и поражения целей при взаимодействии с многочисленными недорогими БПЛА, при этом беспилотные аппараты выполняют решающую, наиболее рискованную часть задач. Проведенные исследования и эксперименты в процессе разработки технологий MUM-T (Manned-Unmanned Teaming) показали эффективность предлагаемой концепции.

В [6] приводятся примеры проектов и испытаний – проект беспилотного ведомого с искусственным интеллектом «Скайборг», БПЛА RQ-7 «Шадоу» с вертолетом «Апач».

В перспективе ВВС США намерены разработать операционную систему с единым интерфейсом для согласования полетного задания с любыми средствами обнаружения и любыми системами оружия, которые будут находиться на вооружении.

Безусловно, реализация технологий боевого облака и совместного применения пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов потребует самого совершенного навигационного обеспечения, поскольку скоординированное по времени и пространству множество объектов ВВСТ самым тесным образом связано с высокоточным определением параметров навигации и ориентации этих объектов.

Третьей тенденцией в настоящее время стало активное развитие традиционных вооружений – бронетанковой техники, ствольной артиллерии, РСЗО, средств противоздушной и противоракетной обороны на основе новых навигационных решений. Дальность и точность таких вооружений с реализацией навигационных инноваций, наряду с мощностью боевой части таких вооружений в ряде случаев делают их сопоставимыми (в смысле эффективности) с тактическим и даже оперативно-тактическим высокоточным оружием.

Здесь важно отметить следующее. Ни в коем случае не умаляя роли и значения высокоточного оружия, к тому же дополняемого сегодня возможностями ударных БПЛА и барражирующих боеприпасов, опыт специальной военной операции на Украине показал, что эффективность традиционных вооружений (невысокоточных) может быть достаточно высокой. Достижение таких высоких показателей эффективности стало возможным благодаря интеграции средств навигации и целого ряда других новых технических и технологических решений в традиционное вооружение, как важнейшей обеспечивающей компоненты систем разведки, прицеливания, топопривязки.

Такое резкое изменение свойств традиционных вооружений на основе новых технологических навигационных решений следует рассматривать как проявление эволюционно-технологического подхода, рассматриваемого далее.

Помимо широко известных навигационных систем и средств глобальных, локальных радионавигационных систем, инерциальных навигационных систем, астронавигационных систем, сегодня важная роль отводится средствам локального навигационного оснащения районов и акваторий. Если с навигационным оснащением районов все относительно ясно – это комплексы топопривязки с соответствующим оборудованием, сети автономных портативных радиомаяков, скрытно размещаемых на местности, то для навигационного оснащения акваторий предлагаемого базирования надводных и подводных кораблей, автономных необитаемых подводных аппаратов, безэкипажных катеров, задачи существенно усложняются. Здесь крайне сложно применять принципы гирокомпасирования, нет условий для применения астросистем, так как затруднено визирование светил. Поиск новых решений здесь может осуществляться на основе принципов навигации по геофизическим полям (ГФП) – рельефу дна, гравитационному и магнитному полям Земли. Отдельное место занимают разработки на основе комплексного использования геофизических полей [7].

Интересно оценить характер развития каждой из представленных тенденций – эволюционный или революционный.

Первая тенденция (интеграция навигационных систем и средств в единый навигационный комплекс) носит эволюционный характер. Это легко заметить по истории развития

навигационных комплексов – от централизованных, на основе одного центрального вычислителя и разнородных, слабо согласуемых навигационных средств, затем комплексов федеративной структуры, где каждая система имеет собственный вычислитель и замыкается на отдельного потребителя, и, наконец, интегрированных навигационных комплексов как совокупностей функционально связанных бортовых систем, устройств и вычислительных средств, обеспечивающих решение задач навигации и боевого применения образцов ВВСТ оптимальным или рациональным образом.

Вторая тенденция (навигационное обеспечение «облачных» технологий), скорее всего, будет иметь революционный характер. Используемые сегодня подходы – искусственные навигационные поля, участие групп операторов, управляющих безэкипажными и беспилотными комплексами, пока осуществляется эмпирически и удовлетворительного решения на сегодняшний день здесь пока нет.

Третья тенденция совершенно очевидно имеет эволюционный характер. Здесь мы видим, как оснащение традиционных образцов вооружения средствами навигационного обеспечения, показавших высокую эффективность ранее, например, бесплатформенные инерциальные навигационные системы (БИНС) в новейших фронтовых авиационных комплексах, в комплексах высокоточного оружия, в комплексах топопривязки, придает новое качество системам ствольной артиллерии, реактивным системам залпового огня. Высокую эффективность показывают системы радионавигационных маяков, долгое время использовавшиеся в качестве систем навигации и посадки, а сейчас – для коррекции реактивных снарядов.

3 Прогнозирование развития образцов вооружения, военной и специальной техники на основе применения эволюционно-технологического подхода

Практические потребности могут быть вначале удовлетворены самыми простыми технологиями, затем более сложными, которые замещают более простые и т.д.

Удаляемые или замещаемые технологии становятся устаревшими и могут привести к устареванию других технологий, зависящих от них. Таким образом, новые технологии не только задают создание новой последовательности технологий, но и приводят к так называемым «созидательным разрушениям» (galesofdestruction) [8]. Естественно, что все это становится возможным только благодаря усилиям большого числа ученых, разработчиков, инженеров, экономистов.

В статье [9] авторы демонстрируют создание технологии путем конструирования простейшего искусственного «мира» на основе простейшей компьютерной схемы. В этом «мире» разрабатываемые технологии – это логические схемы. Авторы предполагают, что конструируемый ими искусственный «мир» может обеспечить решение определенных задач, то есть будет удовлетворять определенным требованиям. Алгоритм исследований был следующий.

Начиная с простейшей схемы новые технологии разрабатываются (создаются) как случайные соединения уже существующих схем-технологий с последующим тестированием на предмет, подходят ли они для решения каких-либо практических задач. Если новая схема-технология подтверждает свою полезность, показывая более высокие характеристики, чем ее конкуренты, то она замещает эти технологии. Разработанная технология добавляется в активный резерв технологий, используемый в дальнейшем для разработки последующих новых технологий.

Таким образом, активный резерв постоянно пополняется новыми технологиями, при условии, что те находят своих потребителей, либо выбывают, если становятся устаревшими, как элементы других, уже существующих технологий.

На примере элементарной электронной схемы было продемонстрировано [9], как может разрабатываться новая технология, реализуясь последовательно от простой схемы до достаточно сложного электронного устройства. Естественно, что в реальной жизни ни новые технологии как случайные комбинации уже существующих технологий, ни новые потребности не возникают случайно. Тем не менее все новые технологии создаются как

самые разнообразные комбинации групп и компонентов уже существующих технологий. При этом о потребностях в новых технологиях, как правило, сигнализируют экономика, техника и ранее разработанные технологии, сформировавшие вокруг себя страты и библиотеки строительных блоков для создания будущих технологий. Авторы [9] выделяют в цепочке разрабатываемых технологий некий феномен, который якобы был ими обнаружен (на самом деле мы наблюдаем это явление в повседневной жизни). Речь идет о том, что большинство разрабатываемых технологий так и не будут востребованы в качестве строительных блоков для будущего, однако крайне малая их часть (таких, например, как лазер или транзистор) становятся ключом для более простых, нисходящих технологий. В этой же работе приводится интересное сравнение о сходстве научно-технологического задела, активно используемого для создания новых технологий с землетрясениями и лавинами, то есть он существует как некая критическая самоорганизующаяся реальность. При этом еще раз подчеркивается, что также как в биологических системах [3] сложные системы могут быть созданы только при наличии более простых, используемых в качестве их фундамента.

Возникает вопрос, как на основе эволюционно-технологического подхода спрогнозировать основные направления развития базовых технологий, в нашем случае технологий навигационных систем? И возможно ли использовать ЭТП для других (кроме прогнозирования) задач?

Более того, опыт развития технологий показывает, что ЭТП сочетает эволюционный и революционный взгляд на их развитие. Так, в рамках теории гиперцикла Гартнера⁵ любая технология в своем развитии обязательно проходит четыре фазы (рисунок 2).

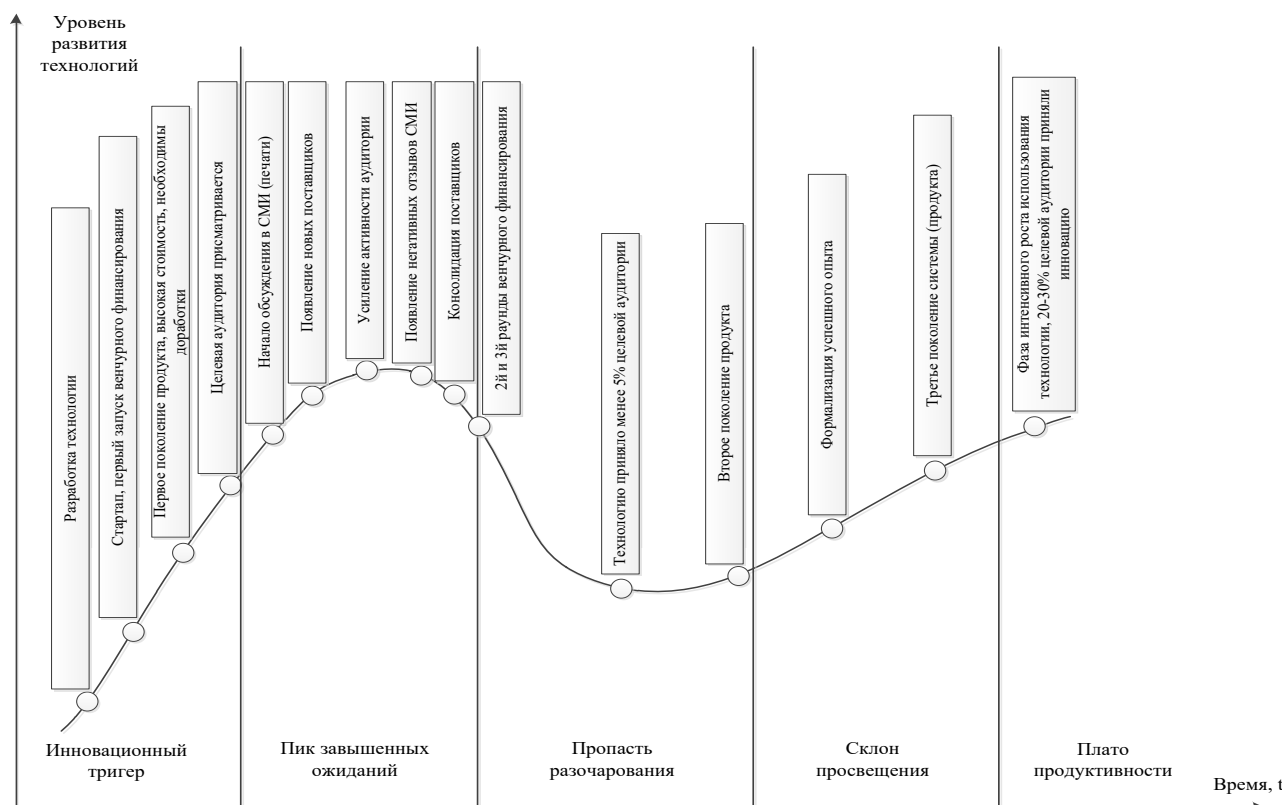


Рисунок 2 – Цикл Гартнера развития технологий

⁵ Кривая Гартнера. URL: <https://blog.bitobe.ru/article/krivaya-gartnera/>

Первая фаза – фаза запуска (включения) технологии. В навигационном обеспечении в качестве примера здесь можно привести активно развиваемые сейчас технологии создания локальных искусственных навигационных полей для наведения управляемых средств поражения или технологии глобальных радионавигационных систем в период 1980-х гг.

После достижения пика прорывных технических и технологических решений всегда наступает *вторая фаза* – фаза утраты интереса к этой технологии. Это может быть вызвано как замедлением темпов роста результатов технологии, достижением технологического предела этого времени. С другой стороны, падение интереса или разочарование в дальнейшем развитии технологии может быть следствием появлением новой технологии (возможно даже в другой области), о чем пойдет речь ниже.

Фазой разочарований можно характеризовать разработки в области систем навигации по гравитационному полю Земли. Однако появление новых измерителей параметров гравитационного поля, развитие информационной базы с детальными моделями ГФП указывают на то, что фаза разочарований здесь завершается.

Еще одним ярким примером такой технологии является глобальная спутниковая радионавигация. После резкого подъема в этой области в 1980-е гг. прошлого столетия наблюдался определенный спад интереса к спутниковым радионавигационным системам (СРНС) со стороны потребителей, вызванный в первую очередь слабой помехозащищенностью СРНС. Однако жизнь не стоит на месте, разработчиками приемной аппаратуры СРНС получены новые эффективные конструктивные и программно-алгоритмические решения в области защиты от организованных помех, которые позволяют перейти к третьей фазе развития.

Третья фаза – новое развитие технологии. Конечно, оно не будет таким же быстрым, как на стадии запуска технологии, однако результаты этой фазы развития позволяют выйти на устойчивое плато развития. Эта фаза характерна сегодня для инерциальных навигационных систем различных типов, некоторых радионавигационных систем, таких как доплеровские измерители угла скорости и сноса, радиолокационных средств разведки, обзора, прицеливания и наведения.

Четвертая фаза – достижение устойчивого плато существования технологии. Это вторая «жизнь» технологии. В части навигационных измерителей к этой фазе сегодня можно отнести ряд гироскопических и акселерометрических чувствительных элементов и датчиков, таких как твердотельные волновые гироскопы для БИНС, динамически настраиваемые гироскопы для платформенных ИНС, акселерометры маятникового типа. В этой же фазе сегодня находятся аэрометрические системы – системы воздушных сигналов, комбинированные приемники воздушного давления и углов атаки.

Все приведенные примеры носят иллюстративный характер. Но вместе с тем они позволяют выделять тенденции и прогнозировать направления развития навигационных систем, средств и комплексов (рисунок 3).

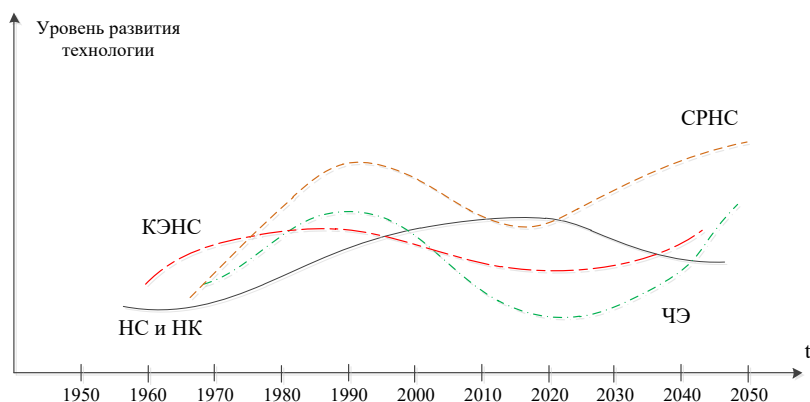


Рисунок 3 – Цикл Гартнера в навигационных технологиях

(СРНС – спутниковые радионавигационные системы, НС и НК – навигационные системы и навигационные комплексы, КЭНС – корреляционно-экстремальные навигационные системы, ЧЭ – чувствительные элементы)

Заключение

В работе, к основным закономерностям эволюционно-технологического подхода, сводящимся к постепенному изменению свойств и возможностей ВВСТ, добавлено влияние случайных процессов в развитии и становлении новых технологий, в том числе и военных технологий. Целесообразно сделать предположение, что на достаточно большом отрезке времени случайности являются звеном в цепи закономерностей в ЭТП, а революционное развитие может быть рассмотрено как часть эволюционного. Такие изменения всегда происходили в эволюции биологических систем, а в настоящее время активно исследуются и используются в практике комбинаторной химии и синтетической биологии.

В рамках такого взгляда на ЭТП каждая вновь разработанная технология формирует сеть элементов (новых технологий), в которой эти новые элементы непрерывно развиваются на основе уже существующих. Однако такая эволюция происходит не только благодаря наличию ранее разработанных технологий. Она приводится в движение огромным количеством потребностей общества, а также потребностей существования самой вновь разработанной технологии. Рассмотрены три основные тенденции в развитии навигационных технологий.

Первая тенденция – это интеграция навигационных средств в эргатических системах, позволяющая обеспечить рациональное сочетание естественного и искусственного интеллекта с безусловным приоритетом в принятии решения человеком-оператором.

Вторая тенденция связана с необходимостью навигационного обеспечения решения новых задач, обусловленных массовым применением и стремительным развитием новых средств воздушного нападения, включая широкое распространение ВТО всех видов базирования, роевые технологии БПЛА и морских робототехнических комплексов.

Третьей тенденцией стало активное развитие традиционных вооружений – бронетанковой техники, ствольной артиллерии, РСЗО, средств противовоздушной и противоракетной обороны на основе новых навигационных решений.

Рассмотрен вопрос о возможности на основе эволюционно-технологического подхода спрогнозировать основные направления развития базовых технологий, в данном случае технологий навигационных систем. В рамках теории гиперцикла Гартнера любая технология в своем развитии обязательно проходит четыре фазы. Данные фазы рассмотрены применительно к основным компонентам навигационного обеспечения: навигационным чувствительным элементам, системам и средствам, навигационным комплексам, искусственным радионавигационным системам. Приведенные примеры носят иллюстративный характер. Но вместе с тем они позволяют выделять тенденции и прогнозировать направления развития навигационных систем, средств и комплексов.

Список источников

1. Корчак В.Ю., Полубехин А.И., Старожук Е.А., Буренок В.М., Юрин А.Д. Оборонный научно-технический задел: приоритетные направления развития и влияние на характер вооруженной борьбы. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021. 176 с.
2. Буренок В.М., Ивлев А.А., Корчак В.Ю. Развитие технологий XXI века: проблемы планирование, реализация. Тверь: Купол, 2009. 624 с.
3. Arthur W.B., Polak W. The evolution of technology within a simple computer model. Complexity. 2006;11(5): 23-31. DOI: 10.1002/cplx.20130.
4. Эргатические интегрированные комплексы летательных аппаратов: монография / Под ред. М.М. Сильвестрова. М.: Воениздат, 2007. 510 с.
5. Шатовкин Р.Р. Развитие облачных боевых технологий // Авиационные системы. 2022. №3. С. 37-40.
6. Чабанов В.А. Технология взаимодействия пилотируемых и беспилотных ЛА (MUM-T) – элемент мультимодальных боевых операций сухопутных войск США // Авиационные системы. 2022. №3. С. 44-47.

7. Джанджгава Г.И., Августов Л.И. Навигация по геополям: науч.-метод. материалы: монография. М.: Научтехлитиздат, 2018. 293 с.
8. Шумпетер Й.А. Теория экономического развития. Капитализм, социализм и демократия. М.: Эксмо, 2008. 864 с.
9. Lenski R.E., Ofria C., Pennock R.T., Adami C. The evolutionary origin of complex features. Nature. 2003;423: 139-144. DOI: 10.1038/nature01568.

Информация об авторах

С.Г. Брайткрайц – доктор технических наук, старший научный сотрудник, SPIN код автора 4779-5045.
В.Ю. Корчак – доктор экономических наук, старший научный сотрудник, SPIN код автора 6862-4288.
П.С. Воронцов – SPIN код автора 1918-9921.