

І. Обще­теоретические и методологические вопросы обеспечения безопасности

Ахромеева Т.С., Малинецкий Г.Г., Торопыгина С.А.

Новые подходы к системному анализу больших проектов

Аннотация: Системный анализ представляет собой междисциплинарный подход, позволяющий выявлять, структурировать и решать проблемы в различных областях. В настоящее время этот подход переживает глубокий кризис. Как кибернетика в свое время он распадается на много слабо связанных друг с другом направлений.

Дело в том, что он не берется и не справляется с главными задачами, стоящими сегодня — анализом, прогнозом динамики, управлением рисками, проектированием развития больших систем. В качестве примера можно привести циклы воспроизводства инноваций страны, транспортную систему, инфраструктуру государства, систему вооружений, управление рисками природных и техногенных катастроф и социальных нестабильностей на государственном уровне и ряд других. Эта тенденция приведет к ликвидации самого системного анализа и созданию других инструментов для решения этих актуальных задач.

В статье предлагается методология, позволяющая избежать этой грустной перспективы. Она опирается на опыт применения прикладной математики при анализе больших проектов, на методы и модели теории самоорганизации — синергетики. Показано, как один из фрагментов этого подхода используется европейскими экспертами в решении задачи обновления системы вооружений.

Ключевые слова: системный анализ, большие системы, прикладная математика, теория самоорганизации, синергетика, управление рисками, проектирование будущего, научно-техническое развитие, оборонно-промышленный комплекс, организация научно-технического развития систем вооружения, прорывные технологии, экспертный анализ, долгосрочный прогноз, искусственный интеллект, перспективы развития

1. Большие системы и методология их анализа

Таким образом, из этого следует, что высшая форма войны – думать за противника; затем – нарушать его союзы;

затем – побеждать ее армию в сражении; самой низшей формой войны является осада города противника.

Су-Цзы (VI-V вв. до н.э.)

В 1960-х годов под большими системами в кибернетике понимаются управляемые системы, рассматриваемые как совокупность управляемых подсистем, объединенных общей целью функционирования.

Проблема состоит в том, что возможности управления и сложной системой, и отдельным человеком, и штабом, и бюрократической структурой сильно ограничены. В простейших механических системах, которыми занимались еще Эйлер, Гюйгенс и Лагранж, прекрасно развитая теория оптимального управления дает отличные результаты [15]. В более сложных случаях организации недостаточно, нужно опираться и на самоорганизацию. Теория самоорганизации или синергетика является одним из наиболее активно развиваемых и успешных междисциплинарных подходов в настоящее время [16]. Именно на ее основе сейчас следует решать многие принципиальные задачи системного анализа.

Проблема состоит в огромной размерности решаемых задач. Классик системного анализа – академик Н.Н. Моисеев – связывал ее решение с выделением иерархии пространственных и временных

масштабов, процессов, развивающихся на них. Он возлагал большие надежды на использование асимптотических методов и построение иерархии математических моделей. По ней можно двигаться сверху-вниз, упрощая систему, до уровня, на котором описание становится очевидным, а затем снизу-вверх, приближая модель к более полному описанию реальности [17].

По этому пути успешно шли при проектировании многих технических систем и, в частности, ракетной техники. В синергетике во многих случаях удается бороться с «проклятием размерности», выделяя параметры порядка – ведущие переменные, степени свободы, которые с течением времени начинают определять динамику других характеристик сложной системы [16]. В других случаях, где ключевыми являются сверхбыстрые процессы, по сравнению с которыми все остальные «замирают», также возможно упрощение, связанное с параметрами порядками, которые здесь, напротив, описывают быстрые переменные. Методы анализа в этом случае были развиты в научной школе С.П. Курдюмова [18].

Проблема состоит в том, что нам приходится часто делать выбор, не понимая в полной мере динамики системы. Здесь упрощение связано с оперированием в пространстве выбора, с тем, между какими нашими действиями нам приходится выбирать. Именно с такой ситуацией мы имеем дело в теории управления риском. Для выбора между несколькими проектами вычисляется функция ожидаемой полезности

$$S = \sum_{i=1}^N p_i x_i, \quad (1)$$

где N – число возможных сценариев,

p_i – вероятности реализации i -того сценария,

x_i – потери (или приобретения) в этом случае. Эта методология, связанная с оценкой ожидаемой полезности, эффективна при страховании и управлении рисками стихийных бедствий и техногенных катастроф [19]. Практика показывает, что лица, принимающие решения, действуют не в соответствии с выписанным

соотношением, а исходят из своих субъективных представлений о N , p_i , x_i . Роль ученых состоит в том, чтобы приблизить эти оценки к объективным показателям.

Проблема состоит в том, что во многих случаях речь идет о конкуренции, соперничестве и, следовательно, надо рассматривать временную динамику и ожидаемую полезность для взаимодействующих партнеров F и H .

$$\begin{aligned} F(t) &= \sum_{i=1}^{N(H(t), \tilde{H}(t+T))} p_i(F(t), H(t), \tilde{H}(t+T)) x_i(F(t), H(t), \tilde{H}(t+T)) \\ H(t) &= \sum_{i=1}^{N(F(t), \tilde{F}(t+T))} p_i(H(t), F(t), \tilde{F}(t+T)) x_i(H(t), F(t), \tilde{F}(t+T)) \end{aligned} \quad (2)$$

Здесь $\tilde{H}(t+T)$ и $\tilde{F}(t+T)$ – оценки конкурентов о состоянии оппонента через время T , на которое осуществляется стратегический прогноз. Другими словами, эффективный прогноз и планирование могут стать важным инструментом в конкуренции субъектов.

Эта методология подходит для описания конкурирующих больших проектов, соперничества стран, блоков, цивилизаций, этносов в экономике или силовом либо другом противостоянии. Для последних областей все наиболее ясно и наглядно. Поэтому вопросы прогноза и планирования в данной сфере, предпринимаемыми экспертами и исследователями блока НАТО с горизонтом T в 20 лет мы обсудим в этой статье более подробно.

2. Стратегический прогноз и силовое противостояние

Свойства оружия определяют состав армий, выбор плана кампаний, организацию маршей, расположение на позиции, на отдыхе и в боевом порядке, определяют план и профиль крепостей. Все это производит все увеличивающуюся разницу между системой войн древних и современных.

Наполеон (1812)

Создание оружия часто оказывается связано со знаниями, полученными на переднем крае науки, а также с принципиально новыми техническими решениями. Это обусловлено тем, что даже небольшое увеличение соотношения эффективность/стоимость в создаваемом оружии может обеспечить победу в военном конфликте.

Развитие оборонно-промышленного комплекса (ОПК) – постоянно ведущийся длительный процесс, разворачивающийся на нескольких временных горизонтах:

- фундаментальные исследования, направленные на изучение неизвестных свойств Природы, Общества, Человека развиваются с горизонтом 30-40 лет. Получаемые сейчас в лабораториях и на полигонах знания, скорее всего, перейдут в практическую плоскость и будут использоваться людьми следующего поколения. Условно можно считать, что эти работы стоят 1 рубль;

- прикладная наука (поисковые научные исследования) показывает, как, используя имеющиеся знания, создать новые технологические изделия, товары, услуги, стратегии. Временный горизонт 10-15 лет. Именно в этом секторе делается 75% изобретений. Это стоит существенно дороже – условно 10 рублей;

- опытно-конструкторские разработки (ОКР), направленные на то, как, имея работающие образы, создать эффективные технологии, позволяющие получить конкурентные преимущества по сравнению с тем, что уже выпускается. Этот сектор непосредственно связан с экономической и военной сферой, стоит он уже 100 рублей, и горизонт здесь – 2-3 года.

Если сравнить науку с автомобилем, то аналогом фундаментальной науки является навигатор, прикладной науки – мотор, а ОКР – колеса [1].

Можно ли создавать новые поколения оружия, не развивая фундаментальную науку? Ответ однозначен – нет. Если ее не развивать, то у конструкторов, занимающихся прикладной наукой и созданием нового оружия, не будет основы для поиска принципиально новых технических решений. Советский и американский атомные проекты это наглядно показывают. Однако и этого недостаточно, – чтобы двигаться вперед, надо представлять облик предстоящих войн, тактику и стратегию конфликтов

обозримого будущего и военную технику, которая, скорее всего, в них будет использоваться. Это необходимый элемент работы ОПК всех стран, предполагающих, что, возможно, придется отстаивать свой суверенитет в ходе военного противостояния.

Этот опыт у нашей страны есть. Судя по ряду источников, И. Сталин на заседании Главного Военного совета 13.01.1941 подверг критике деятелей, защищавших создание крупных пехотных дивизий на конной тяге, и заявил: «Современная война будет войной моторов. Моторы на земле, моторы в воздухе, моторы на воде и под водой. В этих условиях победит тот, у кого будет больше моторов и больший запас мощностей». Кроме того, Сталин прекрасно понимал неразрывную связь между третьим и первым уровнем научной деятельности: «Чтобы строить – надо знать. А чтобы знать – надо учиться. Учиться у всех – и у врагов, и у друзей. Особенно у врагов... Массовый поход молодежи в науку – вот, что нужно теперь, товарищи!» [2].

Технологическое развитие меняет формы и методы силового противостояния. Американский футуролог Элвин Тоффлер так формулирует этот принцип: «Выдвигаемый в книге тезис ясен – и столь же мало понимаем: способ ведения войны отражает способ создания богатств, а способ борьбы с войной должен отражать способ ведения войны» [3].

Как не отстать создателям ОПК от открывающихся технологических возможностей? Очевидно, надо предвидеть будущие изменения, предлагать на этой основе конкретные подходы. Но этого недостаточно. Надо, чтобы правящая элита имела в виду эти прогнозы и подходы и предпринимала необходимые действия. Работа в этом направлении велась в СССР и в России. В частности, маршал Н.В. Огарков (1917 – 1994) выдвигал идею *сетцентрических войн*, в ходе которых реализуется новый принцип интеграции разных видов вооруженных сил в информационном пространстве. Подобно тому, как Вторая мировая война была войной моторов, следующий этап силового противостояния должен быть связан с *борьбой разведывательно-ударных комплексов*. Это новый набор вооружений, начиная от беспилотных систем и кончая космическими средствами разведки и управления. В настоящее время происходит переход к новому типу войн, в которых солдат не будет на поле боя. Бумаги, обосновывающие это, несколько

десятилетий писались учеными, инженерами, аналитиками в нашей стране, но они, к сожалению, не были приняты во внимание. Естественно, новая техника требует подготовленных специалистов, которые будут ее использовать и совершенствовать.

В настоящее время в развитии систем вооружений стран НАТО делают акцент на высокотехнологичное оружие, относящееся к VI технологическому укладу [4–7]. Естественно, разобраться в логике их подхода – построить «ожидаемое состояние субъекта» $\tilde{H}(t+T)$ и, опираясь на системный анализ, в его новом воплощении, предложить эффективный ответ.

3. Системный подход

Найти системно мыслящих людей нетрудно.

Мы знаем всех троих.

Из выступления на семинаре, 2025 год

В 2020 году Управление НАТО по науке и технологиям издало книгу «Научные и технологические тренды 2020-2040. Исследование границ науки и технологий» [8], посвященную научно-техническому развитию ОПК НАТО. Ее авторами являются сотрудники Комитета по науке и технологиям НАТО Д.Ф. Рединг и Дж. Итон. Книга посвящена *появляющимся прорывным технологиям (ППТ)* и их возможному влиянию на военные операции, оборонные возможности и принятие решений в НАТО. Эта работа обобщает исследования и анализ более 6000 ученых, аналитиков, исследователей, инженеров, экспертов. В библиографии используются 497 источников.

Книга дает ответ на три важных вопроса: Почему ППТ важны для будущего НАТО? Какой представляется их временная динамика? Что это значит для операционных, организационных, корпоративных перспектив?

Министры обороны стран НАТО в октябре 2019 года одобрили включение в ППТ 7 приоритетов, позднее к ним добавился еще один приоритет – *материалы*. В настоящее время этот список выглядит следующим образом.

Данные. Искусственный интеллект (ИИ). Автономность. Пространство. Гиперзвук. Квантовые технологии. Биотехнологии. Материалы.

При этом подчеркивается ожидаемый синергетический эффект от совместного использования нескольких технологических пакетов из числа выше представленных приоритетов.

– *Данные – ИИ – Автономность.* Синергетическая комбинация этих технологий может привести к широко используемым дешевым сенсорам в физических и виртуальных сущностях, может дать преимущество в принятии стратегических и оперативных решений.

– *Данные – ИИ – Биотехнологии.* Сочетание этих технологий может привести к созданию новых лекарств, желаемым генетическим изменениям, прямому управлению биохимическими реакциями и живыми сенсорами.

– *Данные – ИИ – Материалы.* Создание новых материалов с уникальными физическими свойствами, двумерные материалы и новые конструкции.

– *Данные – Квантовые технологии.* В 15-20-летней перспективе квантовые технологии усилят возможности управления, контроля, коммуникации, компьютерных технологий (Command, Control, Communications, Computers (C4)), интеллектуальной обработки, слежения, разведки (Intelligence, Surveillance, Reconnaissance (ISR)). Повышение возможностей сбора и обработки данных, вычислений, надежной передачи данных.

– *Пространство – квантовые технологии.* Космические квантовые сенсоры с квантовой связью приведут к совершенно новому классу датчиков на спутниках. Более дешевые, меньшие по размеру, меньше потребляющие энергии, и более чувствительные сенсоры кардинально изменят архитектуру систем обработки, слежения и разведки в ближайшие 20 лет.

– *Пространство – Гиперзвук – Материалы.* Данное направление даст ключ к дешевым и эффективным материалам, которые могут использоваться для аппаратов в воздухе, в космосе, на гиперзвуковых системах.

Иными словами, ключевое значение в развиваемых подходах имеют *междисциплинарные подходы*. И в последние годы существования СССР, и в новой России мы сталкиваемся в этой области с большими проблемами. Как правило, реализуется узкий

дисциплинарный подход в науке и отраслевой подход в промышленности. В Академии наук даже в то время, когда в ней были научные институты, практически не было членов, занимавшихся междисциплинарными проблемами. Очевидно, это наследие индустриальной эпохи, в которой узкая специализация была оправдана. Но мир входит в *постиндустриальную реальность*, в которой нужны совсем другие подходы, иная организация научно-технического пространства.

Используемые в НАТО принципы организации научного и инновационного управления представлены на рисунке 1.

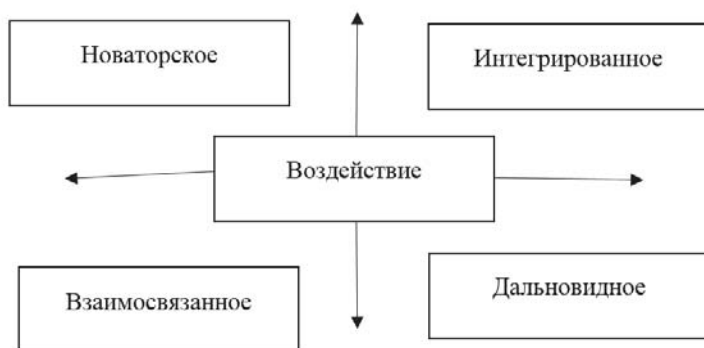


Рисунок 1 – Пять принципов Организации науки и технологий НАТО

Авторы книги подчеркивают важную грань между решениями текущих проблем и тем, что может сыграть ключевую роль в ближайшие десятилетия. Это очень важный момент. В течение десятилетий в ОПК бытовало мнение «Высокотехнологичное оружие не может быть дешевым», «Военные технологии, как правило, принципиально отличаются от гражданских». Естественно, такой подход очень нравился военным корпорациям. Технологическое развитие и опыт военных конфликтов последних лет показывает, что это не всегда так. Беспилотники, которых требуется очень много, очень дешевы, то же относится к системам управления боем, важность которых трудно переоценить. Огромные средства, вложенные в компьютерную сферу в гражданской области, приводят к тому, что в оборонной промышленности появилась

возможность адаптировать то, что уже есть в гражданской. Огромную роль в развитии систем управления беспилотниками, например, сыграли китайские беспилотные игрушки.

Авторы книги не берутся предсказывать будущее, а рассматривают возможное развитие существующих технологий и их влияние на действия НАТО. Отбор рассматриваемых изобретений и технологий ими проводился, исходя из следующих принципов:

- это может быть создано без неприемлемых расходов в ближайшие 20 лет;
- эти технологии представляют значимый вызов для сил НАТО;
- они существенно влияют на принятие решений руководителями блока.

4. Научные и технологические тенденции

Через 20 лет вы будете более сожалеть о том, чего не сделали, чем о том, что вы сделали. Поэтому отбросьте сомнения. Уплывайте прочь от безопасной гавани. Поймайте попутный ветер своими парусами.

Г.Д. Браун, 1894

К появляющимся прорывным технологиям авторы книги относят технологии, которые удовлетворяют трем следующим критериям:

- возникающие (технологии или научные открытия, которые созреют в период 2020-2040 годов и которые сейчас не распространены, или те, воздействие которых на деятельность НАТО в сфере обороны, безопасности или предпринимательства пока не вполне понятно);
- прорывные (технологии или научные открытия, которые, возможно, окажут большое или революционное воздействие на функции НАТО в сфере обороны, безопасности или предпринимательства в период 2020-2040 годы);
- сближающиеся (комбинация технологий, которая при совместном использовании в новом варианте может дать прорывной эффект).

Авторы рассматриваемой нами монографии [8, 9] опираются на концепцию поколений войн, которая выдвигалась У. Линдом¹ и М. Кревельдом². В целом картина развития военного дела в этой теории выглядит примерно так.

Первое поколение. Войны эпохи национальных государств. Полевые маневры, дульнозарядное огнестрельное оружие, пехота, кавалерия, артиллерия. Армия мыслилась как совершенный часовой механизм.

Второе поколение. Индустриальная война, применение нарезного оружия, скорострельная артиллерия, железные дороги, телеграф, призывные армии, гигантские операции, детально планируемые штабами.

Третье поколение. Маневренная война. Ответ на позиционный тупик Первой мировой войны. Радио, авиация, танки, самоходные орудия, бронетранспортеры. Ставка на скорость, инициативу, неожиданные действия.

Четвертое поколение. Нелинейная (гибридная) война. Возвращение на поле боя негосударственных формирований (ЧВК). Смещение уровней взаимодействия на тактическом, оперативном, стратегическом масштабах. Стирание границ между фронтом и тылом, войной и миром. Компьютеры, высокоточное оружие, лазеры, интернет, глобальные СМИ.

Пятое поколение. Обладание ядерным оружием и комплексом технологий, позволяющих его использовать. Наличие стратегических ядерных сил.

Шестое поколение. Наличие кроме ядерного оружия крылатых ракет, беспилотников передового класса, систем противовоздушной обороны уровня новейшей зенитно-ракетной системы С-500 и выше, передовые системы радиоэлектронной борьбы (РЭБ), противоспутниковое оружие, лазерное и гиперзвуковое оружие. Оружие на новых физических принципах.

¹ Уильям Линд – эксперт по вопросам внешней и внутренней безопасности США, борьбы с терроризмом, а также американской геополитике, автор книги «Война поколения Z. Тактика легкой пехоты в современной войне».

² Мартин Леви ван Кревельд – израильский военный историк и теоретик, автор тридцати трёх книг по военной истории и стратегии.

Седьмое поколение. Ключевую роль начинает играть работа с информацией. Возможность поражать наиболее чувствительные точки. Это позволяет отказаться от ковровых бомбардировок (как это было в Югославии), от масштабного разрушения гражданской структуры (как это было в Ливии), от экоцида (можно вспомнить уничтожение тропических лесов американцами во Вьетнаме). Отсутствие масштабных потерь среди гражданских лиц и существенное уменьшение их среди военных (по сравнению с прежними войнами). Важный признак этих войн, который демонстрирует Россия – гуманное отношение к пленным [9, 10].

Оставляя уточнение классификации военным теоретикам, авторы делают акцент на технологическом ландшафте войн 7-го поколения, в основе которого лежат новые технологии работы с информацией, обеспечивающие точность применения оружия, недоступную армиям прежних поколений войн.

В качестве сценария научно-технического развития выбрано видение *Четвертой промышленной революции*, продвигаемое Давосским экономическим форумом. Его основатель и руководитель Клаус Шваб³ пишет о Четвертой промышленной революции [11]: «Она началась на рубеже нового тысячелетия и опирается на цифровую революцию. Ее основные черты – это «вездесущий» и мобильный Интернет, миниатюрные производственные устройства (которые постоянно дешевеют), искусственный интеллект и обучающиеся машины» [11].

По его оценкам и в соответствии с мнением привлеченных им экспертов человечество к 2025 году должно было пройти несколько вех (дата несущественна, обычно предсказания осуществляются позже намеченных сроков). Среди них следующие:

- «10% людей носит одежду, подключенную к сети Интернет;
- 90% людей имеют возможность неограниченного и бесплатного (поддерживаемого рекламой) хранения данных;
- 1 триллион датчиков, подключенных к сети Интернет;
- Первый робот-фармацевт в США;
- 10% очков для чтения подключены к сети Интернет;

³ Кла́ус Ма́ртин Шваб — немецкий экономист, основатель и бессменный президент Всемирного экономического форума в Давосе с 1971 года, автор широко известной книги «Четвёртая промышленная революция»

- 80% людей с цифровым присутствием в сети Интернет;
- Первый имеющийся в продаже имплантируемый мобильный телефон;
- 5% потребительских товаров сделано с помощью 3D-печати;
- 90% населения используют смартфоны;
- 90% населения имеют регулярный доступ к сети Интернет;
- 30% корпоративный аудиторских проверок проводит ИИ;
- Правительство впервые собирает налоги при помощи цепочки блоков (технологии блокчейн)» [10, 11].

Сказанное, по сути, означает переход к новой социальной структуре, при которой мир становится «прозрачным». У человека не остается личного пространства. В нем тот, кто владеет информацией, владеет всем. Очевидно, в таком положении будет небольшая группа правящей элиты. Императив такого социального устройства: «Будущее принадлежит немногим». По сути, речь идет не о кардинальных переменах в промышленности, а о создании инструмента жесткого социального контроля на основе компьютерных технологий и ИИ.

На такое будущее и ориентируются эксперты и руководители НАТО. Прежний командующий Командования объединенными силами Великобритании генерал Ричард Бэрронс пишет: «Сам размах технологий Четвертой промышленной революции (данные, обработка, связность, ИИ, роботы, биотехнологии, автономность и т.д.), которые меняют то, как мы живем, работаем или играем, будут менять способ вести войну, по крайней мере, на протяжении жизни одного поколения... Важные изменения во многом будут определяться принятием и адаптацией гражданских технологий и прорывных военных приложений... Будущие военные успехи будут у тех, кто воспримет, сконструирует, построит и примет комбинацию информационных технологий, чтобы получить новые боевые возможности» [8].

Для каждого из направлений развития управлением НАТО по науке и технологиям проводилась оценка привлеченными экспертами, которые оценивали уровень вызова, связанного с данным направлением, внимание к этой проблематике и примерное время получения результатов. *Уровень готовности проектов* оценивался по следующей шкале:

1. Рассмотрены и представлены основные принципы.

2. Сформулирована технологическая концепция и/или программа.

3. Аналитическое или экспертное доказательство применимости технологии.

4. Модель или составная часть, подтверждающая работу в лабораторных условиях.

5. Модель или составная часть, подтверждающая работу в реальном окружении.

6. Демонстрация системы или подсистемы или прототипа в подходящем окружении.

7. Демонстрация прототипа системы в пространственном окружении.

8. Реальная собранная система, прошедшая тестирование и демонстрацию.

9. Реальная система, доказавшая применимость в результате успешного применения.

Основной интерес в исследуемой нами работе представляет оценка перспективных и прорывных технологий, которые будут развиваться в ближайшие десятилетия. Эти технологии целесообразно детально рассмотреть отдельно в самостоятельной статье.

5. Российский контекст

Повторю: изменения в мире носит цивилизационный характер. И масштаб этого вызова требует от нас такого же сильного ответа. Мы готовы дать такой ответ.

В.В. Путин (1 марта 2018 года)

В Послании Федеральному Собранию 1 марта 2018 года Президент России определил масштаб переживаемого этапа научно-технического развития: «Дело в том, что скорость технологических изменений нарастает стремительно, идет резко вверх. Тот, кто использует эту технологическую волну, вырвется далеко вперед. Тех, кто не сможет этого сделать, она – эта волна – просто захлестнет, уничтожит».

В полной мере это утверждение относится и к ОПК – в мире происходят быстрые масштабные перемены, разворачивается силовое противостояние цивилизаций, стран, военно-экономических блоков. Без современного оружия, которое постоянно совершенствуется, сохранить суверенитет не удастся. Это понимаем не только мы, но и наши оппоненты. Поэтому их анализ и прогноз развития исследований и технологий в военной сфере для нас очень важен. Именно с этих позиций и следует оценивать книгу о перспективном научно-техническом развитии и управления НАТО. Обратим внимание на несколько принципиальных моментов.

1. *Открытый характер публикации.* В научно-технической сфере не меньшую роль, чем организация, играет самоорганизация. Открытое обсуждение стоящих проблем многократно увеличивает количество людей, которые над ними (проблемами) будут размышлять. Это помогает руководителям образовательных структур, сориентироваться на том, какие специалисты потребуются в ближайшем будущем. Наконец, такое обсуждение ориентирует чиновников на поддержку наиболее важных направлений научно-технического развития.

Все прекрасно понимают, насколько важна секретность ряда разработок и материалов в оборонной сфере. Однако здесь имеет место диалектика – закрывая слишком многое, мы многократно уменьшаем число ученых и инженеров, занимающихся этими проблемами, и обрубаем связи между специалистами, работающими в разных областях, в то время как многие прорывные решения требуют междисциплинарных подходов.

Кроме того, в обсуждаемой книге речь идет о перспективах – о «семенах», «деревьях» из которых могут вырасти через десятилетия, а могут и не вырасти.

Сохранение секретов – большая, дорогая, сложная и важная техника. Она требует развития – выведывать секреты в компьютерную эпоху стало гораздо легче, чем раньше. Поэтому очень важна политика в этой области и ясное понимание, какую информацию действительно следует закрывать.

Тем не менее, прекрасно понимая все это, наши оппоненты обсудили важнейший материал в открытой публикации, отлично осознавая, что эти материалы будут анализироваться не только их друзьями, но и врагами. Думается, что по этому пути надо идти и

нам, привлекая экспертов к этой важной работе. Об этом говорит и мировой опыт.

В 1958 году после советского прорыва в космос было создано *Управление перспективных исследовательских проектов Министерства обороны США (DARPA)*. Целью его было, как известно, не допустить новых научно-технических «сюрпризов» в сфере обороны со стороны СССР. Это управление является инициатором и разработчиком самых различных инициатив в области войны. Перед ним стоит задача – сохранение технологического превосходства вооруженных сил США, поддержка передовых исследований, преодоление разрыва между фундаментальной наукой и ее применением в военной области. Множество проектов и направлений исследований являются открытыми. DARPA регулярно проводит открытые конкурсы в США, направленные на разработку тех или иных технологий. Прорывные работы, сделанные под эгидой этого управления, получили мировое признание. В качестве примера приведем – создание Интернета. Разумеется, не все инициативы были удачны и воплотились в реальность. Однако это необходимые «накладные расходы» в научной и инженерной деятельности.

Много лет российские эксперты говорят о необходимости создания аналогичной структуры в России. Однако бюрократия все это время успешно тормозит эти инициативы. Объяснить, что чиновники не могут заменить ученых и что открытия не делаются по приказу, пока не удастся. Возможно появление и обсуждение книги Д.Ф. Рединга и Дж. Итона поможет нам пойти по тому пути в оборонной науке, по которому много лет успешно идут в мире.

2. *Междисциплинарность*. Рассматриваемая нами книга опирается на анализ, работы, оценки, как уже отмечалось, более 6000 инженеров, ученых, аналитиков, военных. Приоритетов, в том числе и в оборонной сфере, не может быть слишком много. Ресурсы и возможности государства и привлеченных компаний ограничены, поэтому приходится выбирать наиболее важное и перспективное, разумеется, не упуская из виду остальное. Подобные книги дают общую картину и помогают это сделать.

В нашем сознании живет классическая фраза баснописца И.А. Крылова: «Беда, коль пироги начнет печи сапожник, а сапоги тачать пирожник...». И действительно, узкая специализация была

важным трендом и для науки, и для промышленности в традиционной и индустриальной фазах развития цивилизации. Однако сейчас мир входит в *постиндустриальную фазу*, в которой многие прорывные технологии связаны со взаимодействием научных дисциплин и разных отраслей промышленности.

Очевидный пример – компьютеры. С одной стороны – это конкретная задача, но их создание требует совместных усилий инженеров, химиков, математиков, программистов, а также представителей очень многих других специальностей. С другой стороны, область их приложения огромна – трудно найти сферу, где обходятся без них.

Есть распространенное заблуждение: «Дайте военным достаточно денег, и они все сделают так, как надо». Мировой и российский опыт показывает, что это ошибка. Продуманное, перспективное решение, как правило, – результат самоорганизации. При этом локальные интересы сторон, особенно в капиталистической социальной системе, противоположны. Зачем корпорации новое и перспективное, если и старое покупают прекрасно, и в модернизацию можно не вкладываться?!

«Давайте нам новое готовое оружие или технологию, и если она нам понравится, то мы миллиарды за нее вам отвалим», – часто приходится слышать нашим инженерам и ученым. Появление нового ВВТ требует исследований, разработок, испытаний и не появляется по взмаху волшебной палочки. Война – жестокий учитель. Иногда она показывает, что без нового дела идут плохо, иногда становится ясно, что область применения старых видов оружия существенно сокращается. Если не подавлена система ПВО, то самолеты просто не могут летать над территорией противника, современные противотанковые ракеты приводят к тому, что танки, как правило, стреляют с закрытых позиций, заменяя артиллерийские орудия (которые многократно дешевле танков). Нынешний этап развития вооружений таков, что ракеты, поражающие танки и самолеты, в сотни, а иногда и в тысячи раз дешевле того, что они поражают.

Бюрократия и непонимание направлений развития ОПК приводит к жертвам в ходе военных конфликтов и огромным экономическим потерям – многое необходимое приходится делать срочно. Кроме того, зачастую военные заказчики не представляют новых научных и технических возможностей, которые уже

существуют или появятся в ближайшее время. Обсуждаемая в данной статье книга позволяет сориентировать сообщество, работающее в сфере ОПК, и избежать многих ошибок.

Необходимость совместной аналитической и практической работы военных и ученых в течение ряда лет показывает Война в заливе (Ирак 1991, «Первая кибервойна»), которая стала шоком для аналитиков и военных, использовавших прежние подходы [3].

3. *Развитие компьютерно-промышленного пространства, как ключевое направление развития военных технологий.* Развитие компьютерной индустрии показало принципиально новый тип прогресса. Обычно лошадь оказывается впереди телеги – появляются новые проблемы и для их решения создаются новые технологии. В случае вычислительных машин ситуация совершенно иная – лошадь оказалась позади телеги – ни одна технология не развивалась с такой скоростью, как компьютерная. Один из создателей фирмы Intel Гордон Мур⁴ в 1965 году сделал эмпирическое наблюдение, согласно которому количество транзисторов Q , размещаемых на кристалле интегральной схемы удваивается каждые 2 года: $Q \sim 2^{t/\tau}$, где $\tau = 2$ года.

Естественно, это приводит к росту быстродействия компьютеров. Другими словами, это означает рост в геометрической прогрессии – увеличение в одинаковое число раз за одинаковые промежутки времени (рисунок 2). Снижается цена микросхем и цена каждой компьютерной операции – это привело к тому, что вычислительная техника пришла в каждый дом.

⁴ Мур Гордон – американский инженер, деятель в области компьютерных технологий, предприниматель и миллиардер.

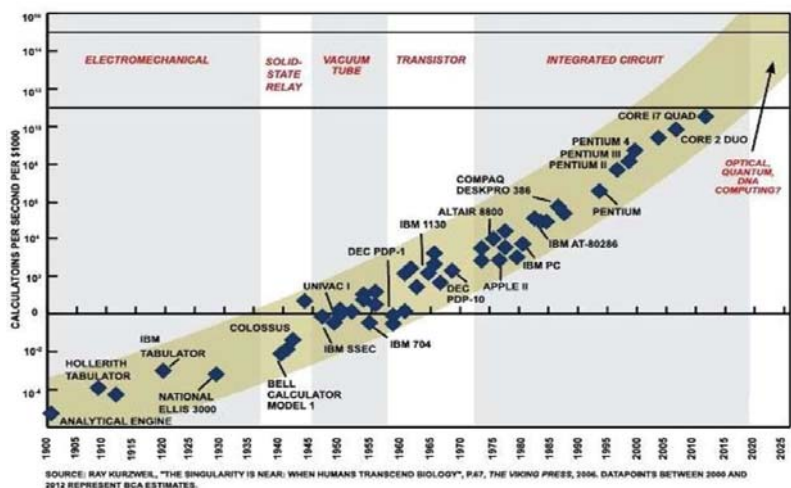


Рисунок 2 – График, иллюстрирующий закон Мура (по оси абсцисс – время, по оси ординат – число операций, которое компьютеры производили за одну тысячу долларов)

Обратим внимание на недавнюю статистику. По данным отчета ООН «Мировые демографические перспективы», сегодня на Земле проживает 8,08 млрд человек. За год население мира увеличилось на 74 млн человек, что соответствует росту с темпом 0,9%/год. Количество пользователей мобильных телефонов на начало 2024 года составляло 5,61 млрд, 69,4% людей в мире используют мобильные устройства. С начала 2023 года общее количество пользователей мобильных телефонов выросло на 138 млн (2,5%). Более 66% всех жителей планеты (5,35 млрд чел.) пользуется Интернетом. При этом 62,3% населения мира пользуется социальными сетями, что составляет 5,35 млрд. За 2024 год этот показатель увеличился на 266 млн (темп роста 5,6% в год). Другими словами, в 2024 году в среднем в мире появилось 8,4 новых пользователя социальных сетей в секунду. Средний пользователь социальных сетей в среднем проводит в них 2 часа 23 минуты в день. Люди, используя социальные сети, провели в них в совокупности 500 млн лет в 2024 году [12].

Эта статистика показывает, что мир вошел в *информационно-телекоммуникационное пространство*. Естественно, оно

превратилось в важнейшую сферу силового противостояния. Положение государства в этом пространстве во многом определяет его геополитику, геоэкономику, геокультуру [13]. Для чего устраивать сражения, если можно убедить правящую элиту «сдать» свое государство, привив ей смыслы и ценности победителя? Для чего использовать военные, экономические, дипломатические или финансовые рычаги, если, пользуясь электронными инструментами, социальными сетями можно организовать цветную революцию? Для чего содержать большие разведывательные сообщества, если электроника сделала мир почти везде «прозрачным»?

Именно эта логика и прослеживается в книге руководителей научно-технического управления НАТО. Следуя ей, они выдвинули в качестве первого из важнейших приоритетов Большие Данные и Продвинутой Аналитики, а в качестве ключевого результата развития этих технологий обозначили *преимущество в принятии решений*. Они исходят из того, что компьютерная, программная, аппаратная, телекоммуникационная основа для этого рывка уже создана.

К сожалению, российская ситуация иная. Будущее нашего ОПК, а с ним и всей страны, зависит от того, сумеем ли мы достаточно быстро создать такую основу. Опасно и бесперспективно надеяться на чужую электронику и программную среду, создавая собственное оружие. В свое время одному из авторов довелось побеседовать с лауреатом Нобелевской премии по физике, академиком Жоресом Ивановичем Алферовым. Был задан вопрос о том, во что сейчас следует вложить средства, чтобы укрепить оборону нашей страны. «В создание новой элементной базы! От 80 до 95% возможностей современного оружия определяются тем, какая электроника в него «защита». Кроме того, собственная электроника – основа для новой индустриализации России», – ответил он, не задумываясь.

К сожалению, у недооценки этого направления развития есть большая история. В свое время выдающийся математик, механик, организатор науки, президент АН СССР, академик Мстислав Всеволодович Келдыш утверждал, что, развивая науку, следует обозначать один–два приоритета, которые помогут улучшить жизнь общества и переведут его защиту на новый, более высокий уровень развития [14]. В качестве таковых он рассматривал Атомный и Космический проекты.

И действительно, выполнение этих проектов в СССР в 1950-е-1960-е годы много лет было основой для суверенитета СССР и новой России. Следующим шагом, по мнению М.В. Келдыша, должен был стать Компьютерный проект. К сожалению, убедить руководство страны в необходимости самым активным образом развивать это направление М.В. Келдышу и другим ученым, отстаивавшим этот подход, не удалось. По мнению М.В. Келдыша для того, чтобы страна во второй половине XX века была сверхдержавой, ей надо было иметь атомную отрасль, космические технологии и надежные шифры [14].

Заметим, что по мнению экспертов НАТО, приведенному в обсуждаемой книге, защита информации и надежное шифрование будут оставаться ключевым приоритетом в ближайшее десятилетие.

Вернемся к рисунку 2 и компьютерной гонке, происходившей в последние 60 лет. (Справедливости ради заметим, что существенные отличия от закона Мура наблюдаются только в последние годы – стали видны ограничения этого круга технологий). Результаты впечатляющие – быстродействие современных суперкомпьютеров в 10^{18} раз превышает производительность первых вычислительных машин. Стало понятно, что сейчас эти огромные скорости нужны для обучения и работы систем искусственного интеллекта.

В обсуждаемой книге именно искусственный интеллект рассматривается в качестве второго (после больших данных) важнейшего направления развития военных технологий в НАТО.

К сожалению, в компьютерной гонке, представленной на рисунке 2, наша страна уже много лет не участвует. Обратим внимание только на один показатель. Величина самого маленького элемента в микросхеме называется *толщиной линии*. Тайваньская компания TSMC выпускает часть микросхем с толщиной линии 3 нм (нанометр – 10^{-9} метра), Отечественные предприятия уверенно производят схемы с толщиной линии 180 нм. Это накладывает серьезные ограничения на выпускаемую в России вычислительную технику. У нас нет своих мобильных, планшетов, персоналок, суперкомпьютеров, маршрутизаторов и многого другого. Представляется, что это все необходимо для обеспечения обороны и национальной безопасности. Написанная на основе оценок экспертов НАТО книга, это еще раз подтверждает.

Данная задача является, по сравнению с Атомным и Космическим проектом и более сложной, и более простой. Так же, как в этих комплексных, системных проектах, требуются усилия многих специалистов из разных сфер деятельности – химиков, технологов, компьютерщиков, физиков, математиков и многих других. В Атомном и Космическом проектах несколько образцов меняли ситуацию в мире. Наличие атомных бомб и баллистических ракет у СССР было достаточно для того, чтобы в течение многих десятилетий обойтись без мировых войн и крупных военных конфликтов. В Компьютерном проекте речь идет о системных изменениях, о *развитии информационно-телекоммуникационной среды в стране*. Должна быть воссоздана электронная промышленность, стать приоритетом индустрия, производящая в необходимом количестве оборудование для создания собственной микроэлектроники, подготовлены специалисты, способные работать на современном уровне. К сожалению, некоторые должностные лица в нашей стране пока неверно понимает слово «импортозамещение»: «Раньше брали на Западе, теперь будем брать на Востоке!» Это неверно. Очевидно, что импортозамещение связано с обретением *технологического суверенитета* – способности страны проходить весь путь от целеполагания, исследования, производства до выпуска продукции, сравнимой или превосходящей нынешний мировой уровень. Это трудный путь, но другой дороги в будущее у нас пока нет.

Заключение

Посмотрим на сказанное, исходя из представленной методологии системного анализа. Публикация своих планов и оценок вторым игроком (Западом) позволяет построить $\tilde{H}(t+T)$ и изменить наши оценки вероятностей, ущербов, числа возможных сценариев в обозримой перспективе. Этот способ рефлексивного управления вторым игроком действиями первого. Исходя из этой логики, следует детально анализировать поступившую информацию – отделять реальные планы и предположения от пожеланий, обоснованных оценок и блефа. Кроме того, следует очертить круг наших перспектив, чтобы оппоненты могли построить $\tilde{F}(t+T)$, во многом исходя из нашего видения реалий. Это, очевидно, становится

нашим инструментом управления Западом. Такой подход сопутствует стратегии Сунь-Цзы, очерченной в эпитафье, – разрушить замыслы противника. В идеале это позволит обойтись без использования других инструментов в силовом противостоянии.

Развивающееся силовое противостояние с Западом еще раз показывает необходимость быстрых масштабных действий в этом направлении и развития системного анализа на сферу, касающуюся взаимодействия конкурирующих субъектов.

Проблему облегчает то, что нам не надо быть ни первыми, ни даже вторыми – ряд стран уже вышли на этот уровень электроники и развития информационно-телекоммуникационной среды, на котором должны быть мы. Затраты второго обычно в 10 раз меньше, чем расходы первого. Второй уже знает, что принесло успех.

Разумеется, это не отменяет следующих шагов, – нам придется соперничать с тем, что умеют и делают оппоненты НАТО, и противостоять не только существующим, но и перспективным видам оружия, системам, комплексам, организациям.

Книга руководителей научно-технического управления здесь очень полезна – предупрежден, следовательно, вооружен.

Литература:

1. *Иванов В.В., Малинецкий Г.Г.* Россия: XXI век. Стратегия прорыва. Технологии. Образование. Наука. – М.: Ленанд, 2024. – 304 с.

2. *Никитин В.С.* Сталин – вождь народов СССР. Электронный ресурс. – URL: <https://rus-lad.ru/news/v-s-nikitin-stalin-vozhd-narodov-sssr> (дата обращения 12.09.2025).

3. *Тоффлер Э. Тоффлер Х.* Война и антивоина: Что такое война и как с ней бороться. Как выжить на рассвете XXI века / пер. с англ. М.Б. Левина. – М.: АСТ: Транзиткнига, 2005. – 413 с.

4. Bayraktar TB2. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Bayraktar_TB2 (дата обращения 10.09.2025).

5. 155-мм гаубица M777. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/155-мм_гаубица_M777 (дата обращения 12.09.2025).

6. M142 HIMARS. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/M142_HIMARS (дата обращения 12.09.2025).

10.09.2025).

6. Пэтриот. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Пэтриот> (дата обращения 12.09.2025).

7. *Reding D.F., Eaton J.* Science Technology Trends 2020-2040 / Brussels, Science Technology Organization, 2020. – 152 p.

8. Поколения войн и революций в военном деле. – URL: <https://gest.livejournal.com/1505227.html> (дата обращения 10.09.2025).

9. Россия впервые в истории демонстрирует армию 7-го поколения (и дело даже не в оружии). – URL: https://pikabu.ru/story/rossiya_vpervyie_v_istorii_chelovechestva_demonstriruet_armiyu_7go_pokoleniya_i_delo_dazhe_ne_v_oruzhii_8875652 (дата обращения 10.09.2025).

10. *Шваб К.* Четвертая промышленная революция. Пер. с англ. ООО «Переведем.ру». – М.: Издательство «Э», 2017. – 208 с. (Top Business Awards).

11. *Чуранов Е.* Статистика Интернета и соцсетей на 2024 год. – цифры и тренды в России. – URL: <https://www.webcanape.ru/business/statistika-interneta-i-socsetej-na-2024-v-mire-i-v-rossii/> (дата обращения 12.09.2025).

12. *Малинецкий Г.Г.* Развитие компьютерного пространства как фактор стратегической стабильности. – М.: ИПМ им. М.В. Келдыша, 2024. – 104 с.

13. *Келдыш М.В.* Избранные труды. Общие вопросы развития науки. – М.: Наука, 1985. – 704 с.

14. *Янг Л.* Лекции по вариационному исчислению и теории оптимального управления / пер. с англ. М.Г. Элуашвили. – М.: Мир, 1974. – 488 с.

15. *Малинецкий Г.Г.* Синергетика – новый стиль мышления: Предметное знание, математическое моделирование и философская рефлексия в новой реальности. – М.: URSS, 2022. – 288 с.

16. *Моисеев Н.Н.* Математические задачи системного анализа. – М.: URSS, 2023. – 532 с.

17. Режимы с обострением. Эволюция идеи. Изд. 2 / под ред. С.П. Курдюмова, Г.Г. Малинецкого. – М.: Наука, 2006. – 256 с.

18. *Владимиров В.А., Воробьев Ю.Л., Малинецкий Г.Г. и др.* Управление риском. Риск. Устойчивое развитие. Синергетика. – М.: Наука, 2000. – 432 с.