

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник Ивлев А.А.; кандидат технических наук, доцент Кравченко А.Ю.; Хованов Д.Г.; Стукалин С.В.

Совершенствование процессов программно-целевого планирования и управления созданием научно-технического задела для перспективного вооружения на основе адаптивного подхода¹

В материалах статьи представлены предложения по повышению степени адаптивности программно-целевого планирования и управления созданием научно-технического задела для перспективного вооружения. Разработаны имитационные модели традиционного и адаптивного процессов программно-целевого планирования, с использованием которых проведена оценка эффективности представленных предложений.

Современные темпы развития военных технологий создают значительные угрозы для Российской Федерации. На настоящем этапе развития цивилизации военное противоборство между государствами «перетекло» в сферу военной науки и военных технологий. Американские стратеги на практике объявили технологическую войну всем государствам, проводящим независимую политику. Имея в настоящее время наиболее развитую научно-технологическую базу, США стремятся увеличить технологический отрыв в области военных технологий от потенциальных конкурентов. Совершенствование военных и, обеспечивающих их развитие, двойных и производственных технологий осуществляется по экспоненциальному закону [1].

В таких областях как лазерное и СВЧ-оружие, военная робототехника, гиперзвук, микросистемотехника, биотехнологии, информатика и особенно военные нанотехнологии в ближайшие годы по оценкам DARPA и ЦРУ ожидаются технологические прорывы [2, 3, 4].

Известно, что догоняющая и обороняющаяся сторона всегда тратит больше усилий и ресурсов. Поэтому в условиях экспоненциального развития военных технологий необходимо своевременно адаптироваться к действиям эвентуального противника, а еще лучше опередить его во времени [5].

Приведенные аргументы предъявляют дополнительные требования к перспективным планам и программам развития воен-

ных технологий, к качеству процессов программно-целевого планирования, к его способности своевременно адаптироваться к практическим действиям эвентуальных противников в военно-технологической сфере.

Военные технологии в Российской Федерации разрабатываются в рамках программы развития базовых военных технологий, которая структурно входит в государственную программу вооружения (ГПВ). В связи с этим возникает бросающееся в глаза противоречие. С одной стороны, объективные трудности разработки ГПВ налагают определенные ограничения на периодичность ее обновления. Очередная итерация разработки ГПВ в целом и программы развития базовых военных технологий в частности не может быть осуществлена быстрее чем за 5 лет при сохранении качества обоснования программы. С другой стороны, очевидно, что учет технологических тенденций раз в 5 лет никак не соответствует реалиям сегодняшнего дня. За 5 лет можно безвозвратно отстать в развитии технологии, либо упустить передовые позиции в получении нового знания. Малая частота адаптации к быстро меняющимся условиям и постоянно возникающим технологическим вызовам в свою очередь влияет на эффективность ответных действий. Ведь в итоге побеждает тот, кто действует быстрее и лучше адаптируется к изменившимся условиям и решениям противоборствующей стороны.

Исходя из вышеизложенного возникает ряд вопросов:



¹ Статья подготовлена в соответствии с грантом для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-8.2008.10

так ли плох существующий процесс программно-целевого планирования и управления созданием научно-технического задела для перспективного вооружения, кажущийся неприемлемым на первый взгляд?

каким образом возможно повысить адаптивность программно-целевого планирования и управления созданием научно-технического задела для перспективного вооружения?

каков эффект от повышения адаптивности программно-целевого планирования и управления созданием научно-технического задела для перспективного вооружения?

Далее в статье рассматриваются обозначенные вопросы.

1. Недостатки существующего подхода к программно-целевому планированию и управлению созданием научно-технического задела для перспективного вооружения и его конкурентная модель.

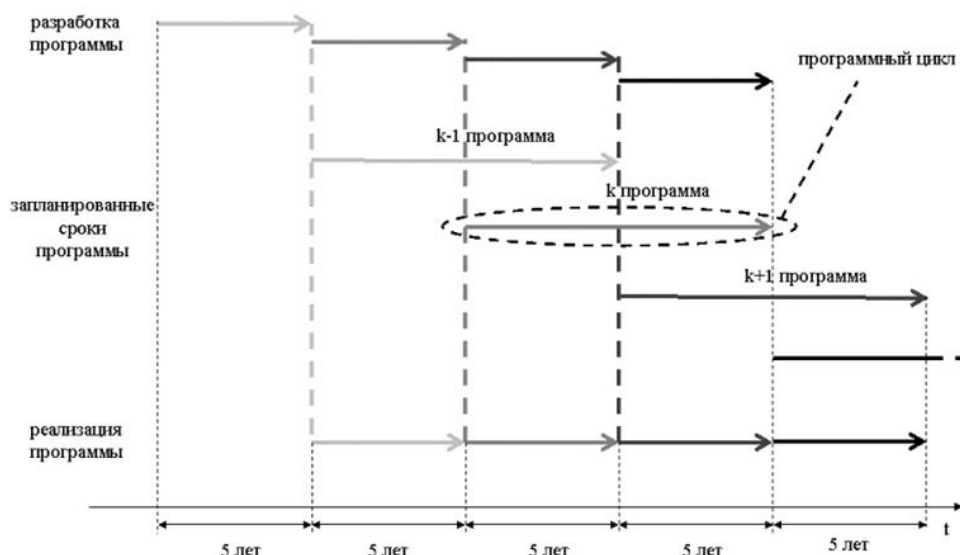


Рисунок 1 – Жизненные циклы последовательных программ развития базовых военных технологий

Процесс программно-целевого планирования и управления созданием научно-технического задела для перспективного вооружения характеризуется не только своей непрерывностью, сложностью и т.д., но и наличием эвентуального противника, с которым ведется соперничество по качеству и темпам развития военных технологий. Противник не стоит на месте, а также планирует и управляет развитием своих технологий. К сфере военно-технологического конфликта и противоборства относятся:

региональные войны и локальные вооруженные конфликты (технологии, реализованные в образцах вооружения и военной

В самом общем виде процесс программно-целевого планирования и управления созданием научно-технического задела для перспективного вооружения можно представить в виде двух последовательных этапов разработки и выполнения программы. Причем, в то время, пока выполняется текущая программа, проводится разработка новой программы на следующий программный цикл. В итоге жизненные циклы двух "соседних" программ пересекаются, что позволяет осуществлять во времени два параллельных процесса: разработки программы и ее выполнения. Таким способом обеспечивается непрерывность научных исследований и технологических разработок, проводимых в рамках программы развития базовых военных технологий (рисунок 1).

техники, проходят окончательную «проверку боем»; даже если Россия не участвует в этом конфликте, то, как правило, применяется наше вооружение; это дает возможность сравнить отечественные и зарубежные военные технологии);

технологические войны (засекречивание планов и программ в области развития военных технологий, технологическая изоляция стран, ограничения на экспорт военных технологий);

международные выставки, форумы и конференции по военным технологиям и вооружению (конкурентная борьба посред-

ством публичной демонстрации новых военных технологий);

международная торговля оружием и рынки вооружений (военные технологии воплощены в новейших образцах вооружения и военной техники);

публикации военно-технологической направленности («реклама» и бумажная «обкатка» новых идей и военных технологий в научном сообществе в надежде получить конструктивную критику или дезинформировать конкурентов);

дезинформация в научно-технологической сфере (распространение искаженных и заведомо ложных сведений об уровне научно-технологического развития, о «тупиковых» путях развития как «наиболее эффективных»);

научно-технологическая разведка (проводится практически всеми развитыми стра-

нами в целях выявления прорывных технологий и использования их при создании вооружения и военной техники).

Для описания сферы военно-технологического конфликта и противоборства можно использовать универсальный цикл НОРД (OODA – Observe (Наблюдай), Orient (Ориентируйся), Decide (Решай), Act (Действуй)), предложенный Джоном Бойдом [5].

Модель программно-целевого планирования и управления в терминах цикла НОРД представлена на рисунке 2. Указанная модель предполагает многократное повторение набора действий, составленного из четырех последовательных взаимодействующих процессов: наблюдение, ориентирование, решение, действие.

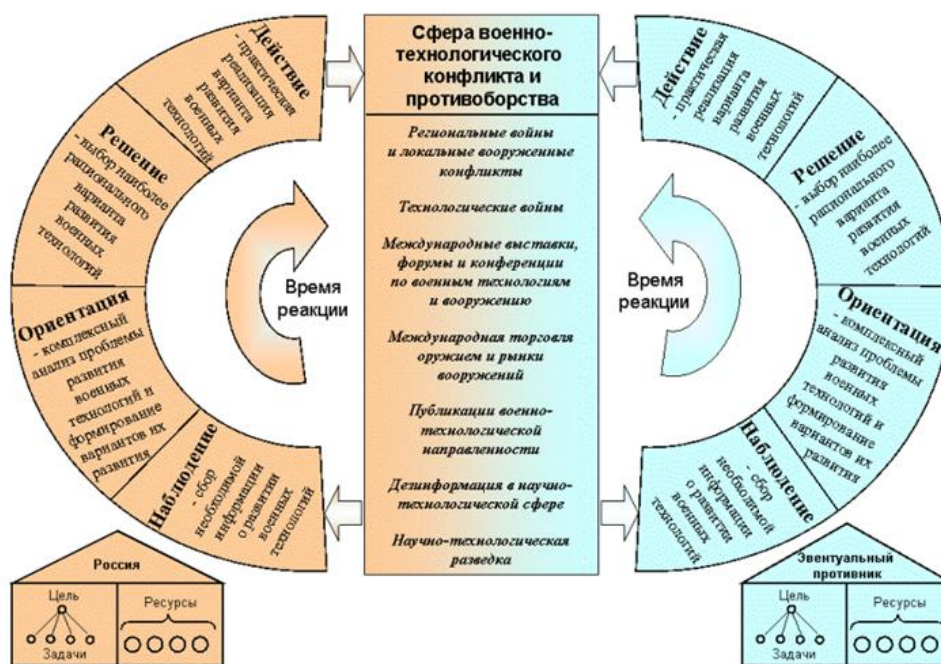


Рисунок 2 – Модель конкурентной борьбы в военно-технологической сфере с учетом циклов НОРД

Рассмотрим более подробно каждый из элементов модели.

Наблюдение – процесс сбора информации, необходимой для принятия решения в области развития военных технологий. Причем информация может быть как «внешняя», так и «внутренняя».

В качестве «внешней» информации могут выступать данные разведки и прогнозирования направлений и темпов технологического развития эвентуального противника (противников), материалы международных вы-

ставок, форумов или конференций, статьи в журналах технологической направленности и др.

К «внутренней» информации можно отнести приоритеты технологического развития нашей страны, перечень базовых и критических военных технологий, научный потенциал, потребности в военных технологиях и др.

Ориентация – этап, на котором выполняется комплексный анализ проблемы развития военных технологий и формирование

возможных вариантов их развития. Результатом данного этапа является разработка нескольких вариантов программы развития базовых военных технологий под различные объемы ассигнований.

Принятие решения – этап выбора наиболее рационального варианта развития базовых военных технологий. Чаще всего выбор варианта программы развития базовых военных технологий осуществляется исходя из ограничений по объему выделенных ассигнований.

Действие – этап практической реализации программы развития базовых военных технологий, контроль за расходованием выделенных ассигнований, а также принятие специальных мер по повышению степени реализуемости результатов программы.

Необходимо отметить, что в рамках используемой в статье терминологии процессы «наблюдение», «ориентирование» и «принятие решения» агрегированы в общий процесс «разработка программы».

Очевидно, что чем быстрее осуществляется сбор, обработка информации, ее распределение, осмысление, анализ и принятие решения, тем больше шансов добиться преимущества в процессе конкурентной борьбы. Именно скорость и правильность принятия решений о создании новой технологии, об адаптивном ответе на технологические вызовы, угрозы и сюрпризы со стороны эвентуального противника наиболее важны в настоящее время.

Свойство непрерывности исследований и разработок в области создания научно-технического задела для перспективного вооружения является чрезвычайно важным, поскольку необходимо постоянно отслеживать технологический уровень и вызовы со стороны вероятного противника и реагировать на них, а также учитывать собственные потребности в военных технологиях.

Полноценный учет всевозможных внешних угроз и внутренних потребностей осуществляется на этапе разработки программы, а в процессе реализации (посредством оборонного заказа) возможны лишь ее коррективы. Причем, обычно корректировка происходит в сторону снижения количества выполняемых мероприятий. В экстремальных случаях, например, таких как снижение запланированного объема ассигнований из-

за мировых финансовых проблем, «урезание» программы может быть довольно значительным. Но крайне редко (а практически – никогда) не происходит расширения номенклатуры программных мероприятий.

Хотя, конечно, теоретически именно на этапе реализации должна быть заложена способность к адаптации в виде немедленного реагирования на технологическую угрозу-вызов, поскольку на этапе разработки, по сути, происходит формирование планов дальнейших действий, что влечет за собой оперативный «простой». Пока мы планируем «наш ответ Чемберлену», тот уже вовсю разрабатывает новое оружие.

Неблагоприятная ситуация усугубляется принятием трехлетнего оборонного заказа, который, к сожалению, распространяется и на научно-технологические исследования и разработки. Теперь даже теоретическая возможность ежегодной адаптации «попала под нож».

Такая важная и подвижная составляющая оборонного бюджета как прикладные научные исследования и технологические разработки, направленные на создание перспективной элементной базы, материалов, составных частей, программного обеспечения и др. не должна жестко планироваться на три года. Динамика изменений в таких областях, как нано- и микроэлектроника, вычислительная техника, телекоммуникации, программное обеспечение, медицина и фармацевтика, очень высока. Горизонт планирования работ даже в три года в этих областях очень велик.

Как при трехлетнем цикле планирования НИР обеспечить необходимую динамику сопровождения исследований и разработок конкурентов в военной области? Допустим, противоположная сторона начинает разработку принципиально нового вида оружия. Необходимо создавать либо аналогичное, но более эффективное, либо немедленно начинать исследования по разработке средств защиты или противодействия. Практически без наличия специального резерва реализовать эту задачу невозможно. Об этом при установлении трехлетнего оборонного заказа не подумали и не заложили никаких резервов для обеспечения адаптивности планов. К тому же установка трехлетнего оборонного заказа на НИОКР означает факти-



чески трехлетний мораторий на реализацию научных идей в области совершенствования и развития вооружения [1].

В связи с вышеизложенным возникает вопрос «каким же образом возможно повысить адаптивность программно-целевого планирования и управления созданием научно-технического задела для перспективного вооружения?»

2. *Предложения по повышению степени адаптивности программно-целевого планирования и управления созданием научно-технического задела для перспективного вооружения.*

В первую очередь, необходимо разобраться с терминологией. А именно, дать определение адаптации и связанными с ней понятиями. Мы уже без особых пояснений использовали слово «адаптивный», интуитивно понимая, что это означает. Дадим необходимые пояснения этому термину.

Существует множество схожих определений адаптации. Большинство словарей трактуют адаптацию как приспособление. Более интересны определения понятий «адаптивное планирование» и «адаптивное управление». Наиболее точными с точки зрения темы данной статьи авторам видятся следующие дефиниции [6]:

адаптивное планирование – система планирования, предусматривающая корректировку планов в случае изменения каких-

либо параметров среды, в которой осуществляется планируемая деятельность;

адаптивное (гибкое) управление – подход к управлению, в котором во главу угла ставится оперативность реакции на изменяющиеся условия внутренней и внешней среды.

Основная масса современных источников, в которых в явном виде исследуется адаптивное планирование и управление, написана зарубежными авторами [7, 8, 9, 10]. Хотя справедливости ради необходимо отметить достаточно значимые работы советских ученых по проблемам адаптивного планирования и управления. В частности, наиболее известной является книга Растргина А.А. «Адаптация сложных систем», вышедшая еще в 1981 году [11]. Да и сам термин «адаптивное программно-целевое планирование» зародился достаточно давно для области научных исследований, в которой всегда наблюдалась высокая динамика получения новых результатов [12]. Общим для этих публикаций является то, что модели адаптивного планирования и управления представляются циклическими, т.е. процесс снова и снова повторяется с учетом накопленного на предыдущих итерациях опыта. Адаптивное управление может быть как пассивным, так и активным. Отличия традиционного подхода от адаптивного показаны на рисунке 3.



Рисунок 3 – Модели традиционного и адаптивного процесса управления

При традиционном подходе управление включает фазы планирования, выполнения, мониторинга и контроля, а также фазу оценки. Если результаты оценивания показали отклонение от плана, то причины отклонения изучаются, а накопленный опыт используется на следующем программном цикле.

Основная цель пассивного адаптивного управления – встроить обучение в существующий подход к управлению. Управление становится итерационным, т.е. фазы традиционного управления повторяются многократно за один программный цикл. Опыт, полученный на одной итерации, используется на следующей. Таким образом, риски и неопределенности сокращаются при каждой итерации.

Целью активного адаптивного управления является экспериментальное определение наилучшей стратегии действий. Очередная итерация процесса управления начинается с выдвижения предположения о желательном состоянии объекта управления, что приводит к многовариантной стратегии достижения такого состояния. На следующем шаге создаются модели для каждого варианта стратегии. Практически, на каждой итерации такие модели представляют собой варианты программы с установленными рисками и неопределенностями. Далее проводится численная оценка всех альтернативных моделей, в результате чего определяются значения продолжительности, стоимости, реализуемости и ряда других параметров, которые используются для выбора оптимального варианта.

Справедливости ради стоит отметить, что существующий подход к программно-целевому планированию и управлению созданием научно-технического задела для перспективного вооружения является адаптивным и к тому же активным, если его рассматривать как непрерывный процесс. Программа развития базовых военных технологий разрабатывается на многовариантной основе, а в процессе реализации программы заложена возможность вносить адаптирующие коррективы. Главным недостатком существующего подхода является достаточно длительный цикл адаптации.

Для повышения адаптивности программно-целевого планирования представляется целесообразным проведение следующих мероприятий:

восстановление привычного годового цикла заказа НИОКР с возможностью корректировки тактико-технических заданий по результатам исследований;

создание специальных резервов при формировании государственной программы вооружения;

непрерывный мониторинг результатов исследований в отечественных научно-технологических программах федерального уровня и достижений военной науки за рубежом.

Далее для определения эффекта от повышения адаптивности программно-целевого планирования и управления применим имитационное моделирование.

3. Предложения по оценке эффективности программно-целевого планирования и управления созданием научно-технического задела для перспективного вооружения.

С целью оценки эффективности предложений по повышению степени адаптивности программно-целевого планирования и управления в системе имитационного моделирования SimEvents программного пакета MATLAB были разработаны две модели: ТМ (Traditional Model – модель традиционного подхода к программно-целевому планированию и управлению) и АМ (Adaptive Model – модель адаптивного подхода к программно-целевому планированию и управлению).

В моделях реализованы следующие допущения и принципы:

внешние технологические угрозы и собственные технологические потребности представлены в виде унифицированной сущности («военно-технологической задачи»);

задачи генерируются со случайным временным интервалом, значения которого распределены по нормальному закону. Задачи характеризуются такими основными параметрами, как приоритет, сложность и требуемое количество ассигнований на выполнение. Природа возникновения задачи (реагирование на угрозу, создание прорывных



технологий и т.п.) во внимание не принимается;

лимит ассигнований на программу обновляется раз в 5 «лет»;

в модели ТМ задачи накапливаются в очереди и раз в 5 «лет» передаются на обработку. Таким образом, моделируется этап разработки программы. При этом в программу попадает лишь часть задач, обладающих наибольшим приоритетом и удовлетворяющих ограничению по объему выделенных ассигнований. Этап реализации программы представлен в виде «пятилетней» задержки;

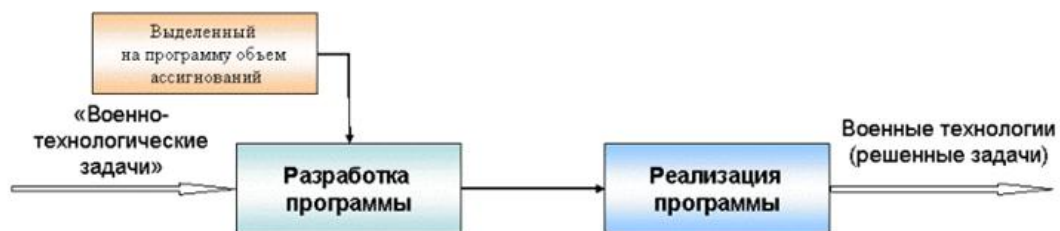
модель АМ дополнена возможностью «внепланового» решения задач наивысшего приоритета и наличием резерва ассигнований. Под возможностью «внепланового» решения задач понимается «ежегодный»

мониторинг задач в очереди и перевод наиболее приоритетных из них на этап реализации в обход этапа разработки программы в случае достаточности оставшегося резерва ассигнований. Резерв формируется как часть выделенного на программу объема ассигнований. Схематически обе рассматриваемые модели представлены на рисунке 4.

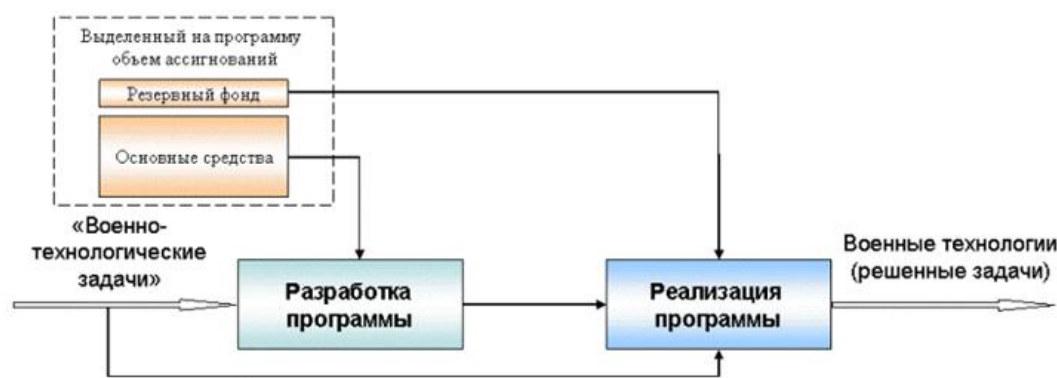
Моделирование традиционного и адаптивного процессов программно-целевого планирования и управления созданием научно-технического задела для перспективного вооружения предназначались для ответа на следующие вопросы:

на сколько сокращаются сроки решения задач (время реагирования)?

какова зависимость суммарной важности решенных задач от объема резервного фонда?



А. Схема традиционного программно-целевого планирования и управления



Б. Схема адаптивного программно-целевого планирования и управления

Рисунок 4 – Схематическое представление моделей традиционного и адаптивного процессов программно-целевого планирования и управления

4. Результаты сопоставительного анализа моделирования процессов традиционного и адаптивного программно-целевого планирования и управления.

Входными данными модели являются значения настраиваемых параметров, к которым относятся:

параметры закона распределения интервала генерирования «военно-технологических задач»;

параметры законов распределения приоритета, сложности и стоимости «военно-технологических задач»;

величина резервных ассигнований.

Выходными данными модели являются статистические данные о количестве и времени решения задач.

С целью обеспечения представительной выборки статистических данных моделируемое время было выбрано на уровне 100 «лет». При увеличении времени моделирования (до 1000 «лет») результаты существенно не изменились.

Для проведения сравнительного анализа подходов к ПЦП моделирование осуществ-

лялось на одинаковых наборах исходных данных.

В ходе моделирования построены следующие зависимости:

количества решенных задач от их приоритетности (рисунок 5);

времени решения задачи от ее приоритетности (рисунок 6);

суммарной важности решенных задач от размера резервного фонда (рисунок 7).

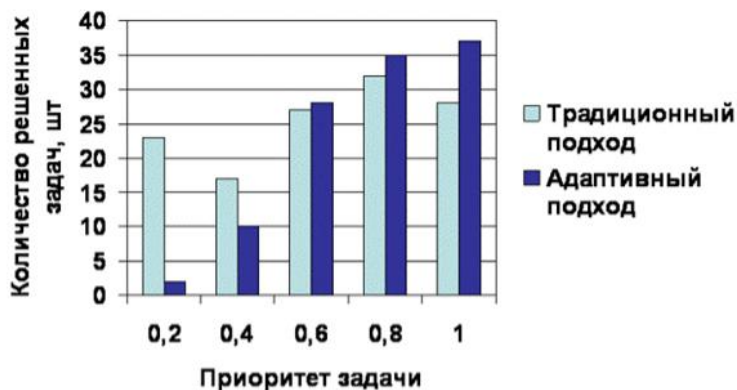


Рисунок 5 – Зависимость количества решенных задач от их приоритета при традиционном и адаптивном подходе к программно-целевому планированию

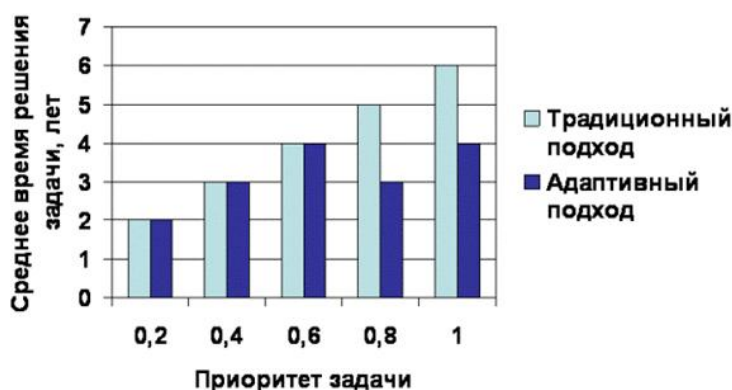


Рисунок 6 – Зависимость времени решения задач от их приоритета при традиционном и адаптивном подходе к программно-целевому планированию

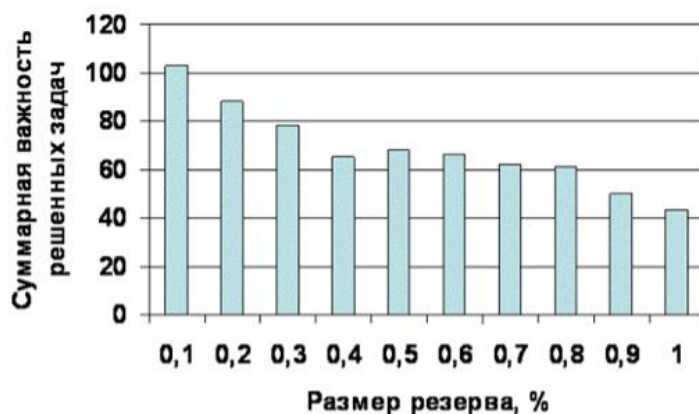


Рисунок 7 – Зависимость суммарной важности решенных задач от размера резерва

Анализ результатов моделирования показал следующее:

При использовании адаптивной модели общее количество решенных задач сократилось на 12%. Это произошло из-за смещения приоритетов в сторону наиболее важных задач, которые зачастую являются наиболее сложными и дорогостоящими (рисунок 5). Доля приоритетных задач в числе решенных повысилась на 17%. Вместе с этим на 36% сократилось и время решения наиболее важных задач, однако время решения менее приоритетных задач осталось прежним (рисунок 6).

Важным результатом моделирования стало определение рационального размера резервного фонда. С одной стороны, чем больше резервный фонд, тем больше приоритетных задач будет решено при адаптации. С другой – увеличение резервного фонда «обрезает» основную программу. Поэтому, выбор рационального размера резерва является принципиально значимым. Моделирование показало, что рациональный (с точки зрения суммарной важности решенных задач) размер резерва может составлять до 20% от выделяемых на программу ассигнований (рисунок 7).

Выводы.

В статье показана принципиальная возможность моделирования процесса программно-целевого планирования и управления созданием научно-технического задела для перспективного вооружения средствами системы SimEvents программного пакета MATLAB. Разработаны модели традиционного и адаптивного подхода.

На основе разработанных моделей проведены исследования и сделаны следующие заключения о том, что адаптивный подход позволяет:

повысить долю приоритетных задач в общем числе решенных на 17%;

снизить время решения приоритетных задач в среднем на 36%.

При этом рациональный размер резервного фонда может составлять до 20% от общего лимита ассигнований на программу.

Приведенные результаты позволяют сделать предварительный вывод о принципиальной значимости адаптации в программно-целевом планировании и управлении

созданием научно-технического задела для перспективного вооружения.

В дальнейшем авторами предполагается усовершенствовать обе модели с целью более детального описания процесса программно-целевого планирования и управления созданием научно-технического задела для перспективного вооружения, увеличения числа исследуемых параметров и повышения степени статистической значимости и обоснованности получаемых оценок.

В перспективе необходимо разделить потоки «военно-технологических задач», возникающих как потребности собственных вооруженных сил и ответы на технологические угрозы эвентуальных противников.

Список использованных источников

1. Буренок В.М., Ивлев А.А., Корчак В.Ю. Развитие военных технологий XXI века: проблемы, планирование, реализация. – Тверь.: Купол, 2009.
2. DARPA Strategic Plan, 2007. <http://www.darpa.mil/DOCS/DARPA2007StrategicPlanFinalMarch14.pdf>.
3. Global Trends 2025: A Transformed World. <http://www.cia.gov>.
4. Mapping the Global Future: Report of the National Intelligence Council's 2020 Project. www.dni.gov/nic/NIC_2020_project.html.
5. Ивлев А.А. Основы теории Бойда. Направления развития, применения и реализации. http://old.vko.ru/pdf/2008/library/08_05_23_02.pdf.
6. Менеджмент и экономика труда. Новый англо-русский толковый словарь. ABBYY Software, «Экономическая школа», 2006.
7. Lev Virine. Adaptive Project Management. PM World Today, May 2008, Vol. X, Issue V.
8. Igor Linkov, Kyle Satterstrom, Gregory A. Kiker, Todd S. Bridges, Sally L. Benjamin and David A. Belluk. From Optimization to Adaptation: Shifting Paradigms in Environmental Management and Their Application to Remedial Decisions. Electronic Journal of Knowledge Management, №4, 2007.
9. John Wolfenden, Michael Evans, David Essaw, Fiona Johnson, Andrew Sanderson, Glen Starkey and Bill Wilkinson. Resilience Management: A Guide for Irrigated Regions, Communities and Enterprises. Cooperative Research Center for Irrigation Futures. Technical Report No. 01/07, 2007.
10. Robert K. Wysocki, Rudd McGary. Effective Project Management: Traditional, Adaptive, Extreme. Third Edition, Wiley, 2003.
11. Растринин Л. А. Адаптация сложных систем. – Рига: Зинатне, 1981.
12. Даугела В.К., Зыков Ю.А. Адаптивное программно-целевое планирование развития техники: (Метод. рекомендации). – ВСНТО, 1985.

