

УДК 004.9

## ДИНАМИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИТУАЦИЯ ПРЕОДОЛЕНИЯ ПРОТИВОРАКЕТНОЙ ОБОРОНЫ.

**Цветков В.Я.**, д.т.н., профессор, E-mail:cvj7@mail.ru

**Шорыгин С.М.**, аспирант,  
МГТУ МИРЭА, Москва, Россия,

**Аннотация.** Описывается динамическая информационная ситуация. Раскрывается принципы информационного моделирования. Описываются информационная ситуация и информационная позиция как новые виды сложных информационных моделей. Дается различие между внутренней и внешней информационной ситуации. Вводится понятие динамической информационной ситуации. Раскрывается понятие информационной ситуации через ключевые показатели. Раскрывается технология информационного ситуационного моделирования. Пример динамической информационной ситуации рассматривается на игровой модели с использованием методов исследования операций.

**Ключевые слова.** Информационные технологии, информационные модели, информационная ситуация, модели процессов, управление, информационная ситуация, информационная позиция, динамическая информационная ситуация.

## DYNAMIC INFORMATION SITUATION TO OVERCOME MISSILE DEFENSE

**Tsvetkov V.Y.**, DtechSci. Prof., E:mail:cvj7@mail.ru

**Shorygin S.M.**,  
MSTU MIREA, Moscow, Russia

**Abstract.** Describes the dynamic information situation. Disclosed information modeling principles. Describes the information situation and position information as new types of complex data models. Given the difference between internal and external information situation. Introduces the concept of a dynamic information situation. The notion of information situation through key performance indicators. Disclosed information technology situation modeling. Example of dynamic information on the game situation is considered a model using methods of operations research

**Keywords:** Information technology, information models, information situation, process models, management, information situation, position information, dynamic information situation

**Введение.** Настоящая статья подготовлена по работам Е.С. Вентцель и материалам свободного доступа в сети Интернет.

В управлении и принятии решений [1, 2] широко применяют ситуационное моделирование [3, 4] и информационное моделирование [5, 6]. Применяют также комбинацию информационное и ситуационное моделирование [7]. Длительное время основой принятия решений служили теоретико-игровые методы [8, 9, 10]. Достаточно широко для принятия решений использовались статистические методы [11, 12]. При

исследовании динамических ситуаций применяли методы исследования операций [13, 14, 15, 16]. С появлением компьютерных технологий поддержка принятия решений стала опираться на методы компьютерного или информационного моделирования. Достоинством информационного моделирования является возможность использования любых теоретических подходов и их синтеза в информационных технологиях [17]. Это делает актуальным исследование применения информационного моделирования как комплексного моделирования при управлении динамическими процессами и ситуациями.

**Информационное моделирование.** Информационное моделирование создает возможность переноса результатов, полученных в ходе построения одних моделей на другие модели или на реальные объекты. Этим решается задача переноса знаний [18, 19].

При моделировании объект исследования заменяется другим объектом, называемым моделью. В модель входит множество параметров, связанных между собой. Часть параметров подлежит определению на основе измерений исходного объекта и рассматривается как совокупность известных значений. Другая часть параметров определяется на основе расчетов с использованием известных параметров. Целью информационного моделирования является либо «объяснение того, что есть», либо «прогнозирование того, что будет».

Моделирование позволяет с меньшими затратами воссоздать процессы взаимодействия реального объекта и внешней среды и выявить критерии оптимизации этого взаимодействия и критерии управления объектом. Особенностью информационного моделирования является опора на информационные отношения [20]. В настоящее время накоплен определенный опыт, который позволяет классифицировать это моделирование по разным аспектам.

Основу информационного моделирования составляет информационная модель. Согласно [19] информационная модель это - целенаправленное формализованное отображение существующего объекта или системы с помощью системы взаимосвязанных, идентифицируемых, информативно определяемых параметров. Это понятие является общим, так как на практике появляются специализированные информационные модели, имеющие свое название.

В рамках информационного моделирования можно выделить: модель объекта, модель процесса, модель свойств, модель ситуации (ситуационная информационная модель). Кроме того, информационная модель выполняет функции описания и информационного ресурса. Развитием информационной модели может быть интеллектуальная модель, которая обладает дополнительным свойством активности.

Модель объекта можно обозначить термином субстанциональная модель. Она

отражает сущностные свойства объекта как некую целостную совокупность. Субстанциональная модель может отражать систему, явление, знания и т.п. Субстанциональная модель в первую очередь отражает статические характеристики.

Таким образом, любой объект может характеризоваться состоянием информированности и состоянием ситуативности. Состояние информированности можно отнести к внутреннему состоянию. Оно описывается субстанциональной моделью. Состояние ситуативности характеризуется внешней ситуацией [21], в которой находится объект и позицией объекта в этой ситуации [22]. Оно описывается ситуационной моделью

Развитие методов управления и управленческих ситуаций влечет необходимость введения новых информационных моделей, повышающих качество управления. К таким моделям относятся модели информационной ситуации и информационной позиции.

В развитии понятия [20] модель информационной ситуации, или информационная ситуация [23, 24] это - целенаправленное формализованное отображение существующей ситуации на определенный момент времени, в которой находится объект управления, с помощью системы взаимосвязанных, идентифицируемых, информативно определяемых параметров.

Особенностью информационной ситуации [21] является то, что при ее построении и анализе используют две различные модели. Первая модель – это исследуемая или наблюдаемая система, для которой рассматривается информационная ситуация. Эту модель и назовем объектом управления (ОУ) или управляемой системой (УС). Вторая модель - это внешняя среда (ВС), пассивно или активно препятствующая управлению.

Информационная ситуация оценивается относительно реализуемой цели [20] или совокупности взаимосвязанных целей [25] в аспекте информационных взаимодействий системы. Информационная ситуация есть фактическое состояние и практическая деятельность в информационном пространстве. В этом состоит отличие информационной ситуации от информационных возможностей.

Информационную ситуацию следует рассматривать как описание реальной ситуации. Такое описание должно включать:

- описание текущих целей и задач, стоящих перед объектом управления;
- описание ресурсных потребностей объекта управления;
- описание ресурсных потребностей объекта управления;
- описание информационного взаимодействия между элементами и частями объекта управления;
- описание динамики внешней среды и тенденций, существующих в ней.

Информационная ситуация является сложной информационной моделью,

включающую более простые информационные модели, параметры и связи между частями сложной модели [26].

В аспекте внешней среды информационную ситуацию разделяют на внутреннюю и внешнюю информационную ситуацию. Обе эти ситуации в совокупности определяют полную информационную ситуацию.

Модель внутренней информационной ситуации описывает ситуацию внутреннего состояния и информационного взаимодействия внутри управляемой системы безотносительно к ее взаимодействию с внешней средой. Она служит для анализа устойчивости управляемой системы и ее живучести, ее управляемости, сбалансированности. Модель внутренней информационной ситуации описывается ключевыми показателями.

Динамика внутренней информационной ситуации позволяет проследить тенденцию изменения состояния ОУ. Динамика характеризуется набором ситуаций, связанных со временем. Это дает основание говорить о предшествующей информационной ситуации, текущей и последующей.

Если интегральная оценка текущей информационной ситуации по ключевым показателям превышает оценку предшествующей информационной ситуации, то говорят о положительной динамике внутреннего развития. Если интегральная оценка текущей информационной ситуации ниже оценки предшествующей ситуации, то говорят об отрицательной динамике внутреннего развития.

Модель внешней информационной ситуации описывает состояние внешней среды безотносительно к ее внутреннему состоянию. Она служит для анализа состояния и динамики внешней среды и прогноза ее воздействия на состояние системы в этой среде.

Оценка внешней информационной ситуации применительно к рассматриваемой системе позволяет сопоставить её с взаимодействующими и не взаимодействующими с ней системами. Она помогает определить ее информационную позицию во внешней среде. Модель внешней информационной ситуации определяется по иным ключевым показателям, в сравнении с внутренней ситуацией.

Внешние и внутренние ключевые показатели образуют совокупность, называемую полной или просто ключевыми показателями. Оценить полную информационную ситуацию можно на основе ключевых показателей. Если оценка информационной ситуации по ключевым показателям превышает средний уровень (оценка положительная), то говорят о конкурентоспособности системы. В противном случае (оценка отрицательная) говорят о неконкурентоспособности системы.

Оценка информационной ситуации служит основой для принятия решений по

управлению объектом. Оценку информационной ситуации можно осуществлять на основе интегральной оценки по формуле:

$$dIE = Es(Si_t) - Es(Si_0) \quad (1)$$

где  $dIE$  интегральная оценка изменения ситуации;

$Es(Si_t)$  – оценка текущей информационной ситуации управляемой системы;

$Es(Si_0)$  – оценка предшествующей информационной ситуации управляемой системы.

Формула (1) может быть записана в параметрическом виде через приращения между компонентами вектора целей текущей и предшествующей информационной ситуации. Компонентами вектора целей являются ключевые показатели. В этом случае решению получается с помощью методов многокритериального анализа. В этом случае можно говорить об однородных в смысле количества и качества компонент векторов целей.

Окружение объекта управления приводит к необходимости введения модели информационной позиции. Модель информационной позиции, или информационная позиция [19, 21, 23] это - формализованное описание сравнительной оценки информационной ситуации, в которой находится управляемый объект или система, с помощью системы взаимосвязанных, идентифицируемых, информативно определяемых параметров.

Информационная ситуация может отображаться независимыми (абсолютными) показателями. Информационная позиция отображается только сравнительными характеристиками. Это делает привлекательным использование методов теории предпочтений [8].

Информационную позицию  $P(Si)$  на  $i$ -ый период времени определим как кортеж вида

$$P(Si) = \langle \Delta KI1, \Delta KI2, \dots, \Delta KIi, \dots, \Delta KI_n \rangle \quad (3)$$

$\Delta KI_i$  сравнительная оценка  $i$ -го ключевого показателя ( $KI$ ) в сравнении с предшествующей или иной ситуацией. Совокупность  $KI$  образует компоненты вектора цели  $GS$  системы. Совокупность  $\Delta KI$  образует компоненты сравнительного вектора ситуации (состояния)  $DS$ .

На рис.1 приведены вектора оценки информационной позиции  $DS$  и информационной ситуации  $GS$  в пространстве ключевых показателей  $KI$ .

Для сравнения выбран вектор информационной ситуации конкурирующей системы  $GaS$ .

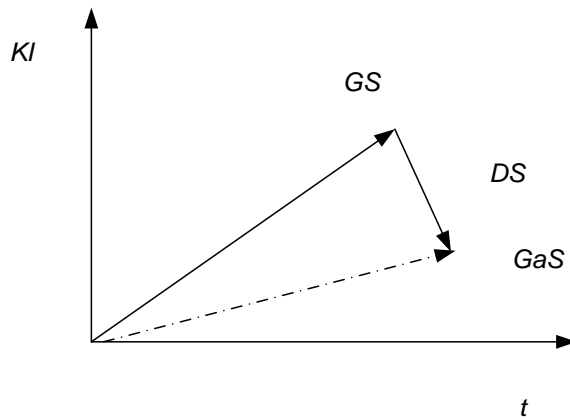


Рис.1. Вектор оценки информационной ситуации и информационной позиции

Выражение (3) требует применения методов мультикритериального анализа [27]. Информационная позиция отражает сравнительную оценку состояния в котором находится управляемая система.

Выражению (3) соответствует информационный ряд вероятностей.

$$P_1, P_2, \dots, P_b, P_n$$

$P_b$  - вероятность достоверности ключевых показателей. Если вероятности отличны от единицы, то вектор оценки информационной ситуации  $GS$  преобразуется в некую пространственную фигуру вокруг этого вектора. Это создает вариативность определения вектора  $DS$  и он также преобразуется в пространственную фигуру вокруг этого вектора.

Улучшение информационной позиции системы может достигаться за счёт следующих процессов:

- совершенствования методов принятия решений;
- повышение качества информационных ресурсов;
- повышение достоверности оценки ключевых показателей;
- повышения качества синхронизации сложных процессов взаимодействия;

**Информационное ситуационное моделирование.** Ситуационное моделирование в области концептуальном плане соотносится с работами Д.А. Поспелова [3]. В аспекте управления это моделирование соотносится со «школой управления при непредвиденных обстоятельствах». Концепции этой школы, называемой в оригинале contingency school of management [28], строятся на том, для всех случаев жизни нет никакого единственного универсального способа управления.

Каждая ситуация уникальна. Не существует единого для всех «лучшего» способа управления во всех ситуациях. Школа управления при непредвиденных обстоятельствах концентрирует внимание на том, что пригодность различных методов управления

определяется конкретной ситуацией. Самым эффективным методом управления в конкретной ситуации является метод, который более всего соответствует данной ситуации. Задача - найти и суметь реализовать этот метод. Реализацией этого метода в пространственных ситуациях является геоинформационное ситуационное моделирование

Особенность ситуационного моделирования в том, что во внимание принимается объект моделирования и окружающая его микроситуация или микросреда. Совокупность развития ситуаций образует сценарий. Возможны 4 типа развития простых ситуаций (сценариев), они приведены в таблице 1.

Таблица 1. Сценарии развития ситуаций.

	Модель объекта стационарная	Модель объекта динамическая
Среда стационарна	Сценарий 1	Сценарий 2
Среда динамическая	Сценарий 3	Сценарий 4

Сценарий 1 соответствует обычному статическому информационному моделированию. Остальные варианты (2-4) приводят к ситуационному моделированию. Динамику среды задают модели взаимодействия объекта и среды. В более сложном случае ситуационное моделирование включает исследование выбранного объекта, который можно назвать основным и группу вспомогательных объектов.

Появление информационных моделей ситуации привело к развитию ситуационного информационного моделирования. Структурно ситуационное информационное моделирование опирается на ряд специализированных моделей (рис.2).

Значение ситуационного моделирования в том, что оно используется при поддержке принятия решений, при управлении и при управлении подвижными объектами, включая интеллектуальные транспортные системы и интеллектуальные логистические системы. Это определяет тесную связь ситуационного моделирования и методов искусственного интеллекта.

Основой этого вида моделирования является построение и последующее использование информационных единиц [29].

На основе информационных единиц формируются составные информационные модели объекта и ситуации (окружения объекта, микросреды) [26].

Модели ситуаций включают пространственную, конфигурационную и позиционную составляющую. На основе анализа отношений модели объекта и модели ситуации формируется модель информационной позиции объекта в данной ситуации [21].



Рис.2. Ситуационное информационное моделирование.

Понятие ситуации и позиции используется широко. Например ситуация и позиция в одном пространстве. Это может быть пространственная ситуация и пространственная позиция. Это может быть экономическая ситуация и экономическая позиция. Это может быть экологическая ситуация и экологическая позиция.

Возможны комбинации ситуаций и позиций. Например пространственная ситуация и экономическая позиция. Другой пример, пространственная ситуация плюс экологическая ситуация плюс пространственная позиция и экономическая позиция. В целом такие комбинации создают основу геоинформационного ситуационного моделирования.

Динамическая информационная ситуация включает описание не только состояний, но и модели процессов, а также продукционные характеристики, прогнозирующие развитие ситуации в тех или иных вариантах.

Модели процессов включают динамические модели перемещения объектов и модели процессов, среди которых наиболее характерным является процессы управления, в частности подвижными объектами. В целом геоинформационное моделирование в совокупности с информационным подходом и информационным моделированием служит источником получения новых знаний. На основе этих моделей осуществляют прогноз и



выработку управленческих решений

Модель процесса, или процессная модель, описывает динамику изменения состояния объекта или ситуации. Одной из специфических процессных моделей является модель информационного взаимодействия [29]. Для процессных моделей следует разграничить модели информирования и модели взаимодействия.

**Решение задачи.** Имеется следующая информационная ситуация. Некий территориальный объект защищается системой противоракетной обороны. Этот объект может подвергаться атакам извне с помощью атакующих объектов. Атакующими объектами могут быть крылатые ракеты, баллистические ракеты, боеголовки, стартующие со спутника или с баллистической ракеты. Атакующими объектами могут быть также спутники с лазерным или рентгеновским вооружением. Объект защищается с помощью условной противоракетной обороны (ПРОБ). Противоракетная оборона (ПРОБ) включает две части системы слежения и системы поражения.

Система слежения включает станции слежения, навигации и наведения, расположенные на земной поверхности и в космическом пространстве. Система поражения включает пункты старта специальных ракет, называемых противоракетами и предназначенными для поражения атакующих объектов противника и спутники с вооружением. Пункты старта противоракет расположены на земной поверхности, а из космоса движущуюся цель атакуют лазерные установки (физическое повреждение) и рентгеновские установки (электронное повреждение).

Рассмотрим динамическую ситуационную модель противоракетной обороны, которая строится на атаках движущихся целей одиночными противоракетами с Земли и одиночными лазерными или рентгеновскими ударами со спутников из космического пространства, поэтому для данного примера применимо распределение Пуассона, а поток событий рассмотрим как стационарный пуассоновский.

Рассмотрим простейший случай атаки наземной цели группой ракет. Группа ракет в составе трех единиц совершает налет на территорию противника, защищаемую системой противоракетной обороны. Первая ракета является прикрытие и постановщиком помех, две другие несут кассетные боеголовки.

Для анализа выберем упрощенные условия. Первая ракета создает помехи в системе слежения ПРОБ, прикрывает боевые ракеты и подвергается основной атаке со стороны противоракетной обороны противника. Главной задачей ракеты прикрытия является подведение боевых ракет как можно ближе к цели. На экране радаров создается одна подвижная цель, в то время как в реальности двигаются три, причем две находятся вне зоны ударного действия противоракет.

Атакующие объекты (ракеты) и ПРОБ в совокупности образуют систему, которая может находиться в наборе состояний. Эту сложную систему назовем системой "атака-оборона" (САО).

Обозначим через  $\lambda$  - интенсивность потоков между разными состояниями системы, через  $p$  обозначим вероятности состояний.

Аналитическое решение.

Если ракета прикрытия поражена, то боевые ракеты обнаруживаются и подвергаются дальнейшей атаке со стороны противоракетной обороны. Следовательно, в данном случае мы имеем марковский процесс, описывающий переход из одного состояния в другое. Можем рассматривать состояния как непрерывную марковскую цепь событий, на которые действует пуассоновский поток. Это является ограничением данного примера, но с целью меньшего его усложнения для читателя ограничимся данной простой ситуацией.

Такая ситуация позволяет построить следующий набор состояний, приведенный на рис. 3. На нем обозначены следующие состояния.

$S_0$ - все атакующие объекты (ракеты) не повреждены

$S_1$ - ракета прикрытия, повреждена боевые ракеты не повреждены

$S_2$ - ракета 2 повреждена, ракета 1 не повреждена

$S_3$ - ракета 1 повреждена, ракета 2 не повреждена

$S_4$ - атакующие объекты уничтожены

$S_5$ - ракета 1 выпустила кассетные боеголовки

$S_6$ - ракета 2 выпустила кассетные боеголовки

$S_7$ - цель поражена

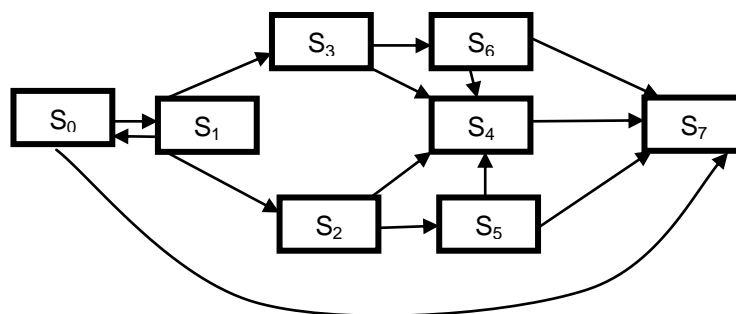


Рис.3. Граф состояний системы "атака-оборона"

Значения индексов будут определять направление потоков, которые на рис. 3. изображены стрелками. Например,  $\lambda_{01}$  - интенсивность потока противоракет, который переводит САО из состояния  $S_0$  в состояние  $S_1$ .  $\lambda_{10}$  - интенсивность потока помех, который препятствует переводу системы САО из состояния  $S_0$  в состояние  $S_1$ .

$\lambda$  - интенсивность потока противоракет считаем стационарным пуассоновским

потоком. Это соответствует предельному случаю и означает, что противоракетная оборона имеет глобальный характер и атакует любую обнаруженную цель без снижения интенсивности атак. В противном случае вероятность уничтожения ракет будет снижаться по сравнению с расчетами.

Следует обратить внимание на переход из состояния  $S_4$  в состояние  $S_7$ . Этот странный на первый взгляд переход означает, что цель может быть поражена, даже при уничтожении атакующих объектов из-за попадания по ней собственных противоракет или ударов с собственных спутников, когда атакующие объекты двигаются над защищаемой территорией

Считаем состояния стационарными и на этом основании дифференциальные уравнения Колмогорова для графа состояний на рис. 9.5 можем заменить на алгебраические уравнения для предельных вероятностей. Исходящие потоки для каждого состояния берем со знаком "минус", входящие со знаком "плюс"

$-P_0(\lambda_{01} + \lambda_{07}) + P_1\lambda_{10} = 0$	Для состояния $S_0$
$-P_1(\lambda_{10} + \lambda_{12} + \lambda_{13}) + P_0\lambda_{01} = 0$	Для состояния $S_1$
$-P_2(\lambda_{24} + \lambda_{25}) + P_1\lambda_{12} = 0$	Для состояния $S_2$
$-P_3(\lambda_{34} + \lambda_{36}) + P_1\lambda_{13} = 0$	Для состояния $S_3$
$-P_4(\lambda_{47}) + P_2\lambda_{24} + P_3\lambda_{34} + P_5\lambda_{54} + P_6\lambda_{64} = 0$	Для состояния $S_4$
$-P_5(\lambda_{54} + \lambda_{57}) + P_2\lambda_{25} = 0$	Для состояния $S_5$
$-P_6(\lambda_{64} + \lambda_{67}) + P_3\lambda_{36} = 0$	Для состояния $S_6$
$-P_0\lambda_{07} + P_4\lambda_{47} + P_5\lambda_{57} + P_6\lambda_{67} = 0$	Для состояния $S_7$

Полученная однородная система переопределена относительно неизвестных - вероятностей  $P$ . Она представляет собой квазиленточную матрицу и при наличии одной известной вероятности состояния может решаться. Если сумма вероятностей  $P_0$ - $P_6$  меньше 1, то вероятность  $P_7$  поражения цели отлична от нуля.

При нестационарных процессах алгебраическая система уравнений будет заменена системой дифференциальных уравнений Колмогорова для вероятностей состояний. Принципиально она решается, что дает основание говорить о возможности отличия вероятности поражения цели  $P_7$  от нуля, т.е. об уязвимости ПРОБ.

#### **Модельные оценки.**

Рассмотрим следующие события:

- 1 наведение противоракеты на движущийся объект,
- 2 поражение движущегося объекта,
- 3 противодействие наведению,
- 4 надежность технических средств

Вероятность каждого из перечисленных событий обозначим соответственно как  $P_i$ ,

$P_2, P_3, P_4$ . Для оценки выберем полосу противоракетной обороны в 1000 км от защищаемого объекта. При входе в эту зону движущегося объекта система противоракетной обороны его атакует. Временной лаг от момента обнаружения до начала атаки выберем 4 сек при автоматической системе и от 20 сек при участии человека как ЛПР.

Время 20 сек дается на анализ, принятие решения и команду атаковать объект.

В качестве атакующего объекта рассмотрим ракету с небольшой скоростью 500 м/сек. Противоракета должна обладать большей скоростью, поэтому даем ей скорость 1000 м/сек.

Вероятность наведения одиночных противоракет зависит от скорости движущегося объекта и от квадрата расстояния до него. Зависимость обратная. Используем эмпирическую формулу

$$P_2 = a / (a + L^2 V)$$

Здесь  $L$  - расстояние до атакующего объекта;  $V$  - его скорость;  $a$  - коэффициент, который определяется для конкретных условий и типа противоракет.

Выберем противоракету, которая с вероятностью 0.95 поражает объект двигающийся с околосвуковой скоростью 1080 км/час на расстоянии 20 км.

Переведем все величины в метры, получим  $V = 300$  м/сек,  $L = 2 \cdot 10^4$  м.

Для этого случая коэффициент  $a$  определится как

$$a = P_2 L^2 V / (1 - P_2) = 2.28 \cdot 10^{12}$$

Рассмотрим случай  $P_1 = 0.8, P_2 = 0.95, P_3 = 0.1, P_4 = 0.99$ .

Составим таблицу 2 движения ракеты при условии атаки ее одиночными противоракетами.

Таблица 2. Движение атакующей ракеты

N	Lt	T	St	PLt
1	998000	665,33	332667	0,0045574
2	665333	443,56	221778	0,0101961
3	443556	295,70	147852	0,0226526
4	295704	197,14	98568	0,0495649
5	197136	131,42	65712	0,1050146
6	131424	87,62	43808	0,2088655
7	87616	58,41	29205	0,3726541
8	58411	38,94	19470	0,5720164
9	38940	25,96	12980	0,7504499
10	25960	17,31	8653	0,8712373
11	17307	11,54	5769	0,9383629

Здесь Lt -расстояние между стартующей противоракетой и атакующей ракетой в м. N- номер противоракеты. T- время пролета ракеты до очередной встречи с противоракетой в

сек.  $St$  - расстояние, проходимое атакующей ракетой до очередной встречи с противоракетой.  $PLt$  - вероятность наведения противоракеты на движущуюся цель в зависимости от расстояния.

Из таблицы 2 следует что в момент старта первой противоракеты между ней и ракетой будет расстояние 998 км. Пройдет 665 сек (11мин) до момента их встречи. Атакующий объект пройдет за этот период 333,6 км. Вероятность наведения противоракеты в этой точке равна 0,0045574, т.е. пренебрежима мала по сравнению с заданной вероятностью поражения 0,8.

В случае промаха первой стартует вторая противоракета, для которой вероятность наведения в момент встречи также мала 0,0101961. Таким образом, вероятность поражения движущейся цели становится значимой при старте девятой и десятой ракет, т.е. при 3240 сек полетного времени. Это дает основание через 3200 сек полетного времени отделить боевые ракеты с кассетными боеголовками.

Естественно, что система противоракетной обороны строится не на стартах одиночных ракет, а на комплексной системе заградительного огня. Это значит, что плотность атак движущегося объекта будет выше, чем одиночных последовательных стартах противоракет. Поэтому повышаем на порядок интенсивность потока. С другой стороны мы не принимали во внимание противодействие системе наведения.

В таблице 3 приведены данные по плотности заградительного огня и действию противонаведения.

**Таблица 3. Плотность комплексной обороны при условии помех системе наведения**

N	$PLt$	$10 PLt$	$PLt - P3$	$10 PLt - P3$
1	0,005	0,045	0,010	0,095
2	0,010	0,097	0,010	0,095
3	0,023	0,203	0,010	0,095
4	0,050	0,391	0,010	0,095
5	0,105	0,650	0,005	0,049
6	0,209	0,876	0,109	0,663
7	0,373	0,976	0,273	0,935
8	0,572	0,997	0,472	0,991
9	0,750	0,999	0,650	0,999
10	0,871	1,000	0,771	1
11	0,938	1,000	0,838	1

В таблице 3 столбец с обозначением  $1010 PLt$  означает значение вероятности наведения при возрастании плотности заградительного огня на порядок без противодействия системе наведения. Видно, что в этом случае значимой становится поражение шестой противоракетой на 3035 сек полета.

Однако включение системы помех, снижающей точность наведения, изменяет вероятности. При вероятности помех 0,1 в четвертом столбце таблицы 9.19 приведены изменения вероятности наведения одиночными противоракетами, а в пятом вероятности при комплексном заградительном огне, но при помехах.

В этом случае значимым становится поражение седьмой противоракетой на 3132 сек полета.

Таким образом, введение системы помех увеличивает время полета почти на 90 сек или на 45 км.

Если на 3000 секунде полета стартуют ракеты с боеголовками, то вероятность наведения на атакующий объект существенно изменится. Она приведена в таблице 4.

Таблица 4. Вероятности поражения атакующей ракеты и разделяющихся боеголовок

PLt	10 PLt	PLt - P3	10 PLt- P3	Тпол (сек)
0,005	0,045	0,010	0,095	665
0,010	0,097	0,010	0,095	1109
0,023	0,203	0,010	0,095	1848
0,050	0,391	0,010	0,095	2341
0,105	0,650	0,005	0,049	2670
0,209	0,876	0,109	0,663	2889
0,373	<b>0,170</b>	0,273	<b>0,127</b>	<b>3035</b>
0,572	<b>0,249</b>	0,472	<b>0,21</b>	<b>3132</b>
0,750	<b>0,313</b>	0,650	<b>0,278</b>	<b>3197</b>
0,871	<b>0,353</b>	0,771	<b>0,32</b>	<b>3240</b>
0,938	<b>0,374</b>	0,838	<b>0,342</b>	<b>3269</b>

В таблице 4 приведены те же данные, что и в таблице 3, но с заменой номеров противоракет на полетное время атакующего объекта. Курсивом и полужирным шрифтом выделены вероятности, соответствующие пуску ракет и разделению боеголовок. Как следует из таблицы 4 смешанная стратегия, заключающаяся в атаке ракетной системы с последующим разделением боеголовок, при противодействии радиопомех наведению, снижает эффективность противоракетной обороны до незначимого уровня.

**Заключение.** Динамическая информационная модель позволяет моделировать процессы и ситуации с объединением теоретических методов и информационного моделирования. Динамическая информационная модель включает модели состояния, модели процессов и модели позиций. Она позволяет получать универсальные решения сложных, на первый взгляд ситуаций, и прогнозировать их развитие. Эта модель может использоваться в управлении. Рассмотренная модель информационной ситуации может использоваться также при анализе деятельности предприятия при противодействии

конкурентов. В этом случае точка пуска боеголовок может интерпретироваться как точка стратегического развития и переход к другой деятельности.

### Список литературы

1. Курейчик В. М. Особенности построения систем поддержки принятия решений // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2012. – №. 7. – С. 132.
2. Цветков В.Я. Методы и системы поддержки принятия решений в управлении. - М.: Минпромнауки, ВНИИЦ, 2001.- 76с.
3. Поспелов Д.А. Ситуационное управление. Теория и практика. - М.: Наука, 1986.
4. Цветков В. Я., Маркелов В.М. Пространственный ситуационный анализ// Вестник МГТУ МИРЭА.- 2013.- №1 (1).- с. 103-116.
5. Соловьёв И.В. Дескриптивное и коммуникационное информационное моделирование /научная монография. - М.: Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики МГТУ МИРЭА , 2014. - 66с ISBN 978-5-7339-1282-0. Электронное издание номер госрег. 0321401638
6. Балаян Г. Г., Комков Н. И. Информационное моделирование научно-технических программ. – " Наука", 1987.
7. Цветков В. Я. Ситуационное моделирование в геоинформатике // Информационные технологии. – 2014. - №6. – с.64-69.
8. Нейман Дж., Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение. - М.: Наука, 1970
9. Льюс. Р.Д., Райфа Х. Игры и решения. - М.: ИЛ, 1961
10. Стогний А. А. Теоретико-игровое информационное моделирование в системах принятия решений. – 1986
11. Чернов Г., Мозес Л. Элементарная теория статистических решений. - М.: Сов. Радио, 1962.
12. Четыркин Е. М. Статистические методы прогнозирования. – Статистика, 1975.
13. Венцель Е.С. Введение в исследование операций.. - М.: Сов. радио, 1964.
14. Венцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы методология. - М.: Наука, 1980 -224с.
15. Чуев Ю. В. Исследование операций в военном деле. - М.: Воениздат, 1970
16. Чермен У., Акоф Р., Арноф Л. Введение в исследование операций. - М.: Наука, 1968. - 486 с.
17. Цветков В.Я. Информационные модели объектов, процессов и ситуаций // Дистанционное и виртуальное обучение– 2014. . - №5. - с.4- 11

18. Белошапка В. К. Информационное моделирование в примерах и задачах //Омск: Из-во ОГПИ. – 1992.
19. Цветков В.Я. Информационное моделирование при социологических исследованиях // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. - №4. – с.87-90.
20. Цветков В.Я. Информационное управление. - LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, Saarbrücken, Germany 2012 -201с.
21. Соловьёв И.В. Применение модели информационной ситуации в геоинформатике // Науки о Земле. 2012. № 01. С. 54-58
22. Соловьёв И.В. О субъекте и объекте инфосферы // Перспективы науки и образования- 2013. -№5. – с14 -18
23. V. Ya. Tsvetkov. Information Situation and Information Position as a Management Tool // European Researcher, 2012, Vol.(36), № 12-1, p.2166- 2170.
24. Тихонов А.Н., Иванников А. Д., Соловьёв И.В., Цветков В.Я., Кудж С.А. Концепция сетцентрического управления сложной организационно-технической системой- М.: МаксПресс, 2010.-136с.
25. Tsvetkov V. Ya. Multipurpose Management //European Journal of Economic Studies. – 2012. – Т. 2. – №. 2. – С. 140-143.
26. V. Ya. Tsvetkov. Information Units as the Elements of Complex Models // Nanotechnology Research and Practice, 2014, Vol.(1), № 1. p57-64
27. Крупнова А. С., Бобков С. П., Галиаскаров Э. Г. Методика мультикритериального анализа качества программного продукта //Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – 2009. – №. 2. – С. 54-57.
28. Encyclopedia of Management <http://www.enotes.com/management-encyclopedia/management-thought>
29. V. Y. Tsvetkov. Information Interaction as a Mechanism of Semantic Gap Elimination // European Researcher, 2013, Vol.(45), № 4-1, p.782- 786.