

УДК: 623.615/681.51

DOI: 10.53816/20753608\_2022\_1\_64

**АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭЛЕМЕНТА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ,  
ФУНКЦИОНИРУЮЩЕГО В УСЛОВИЯХ ДЕСТАБИЛИЗИРУЮЩЕГО  
ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОТИВНИКА**

**ANALYTICAL MODEL OF AN ELEMENT OF THE CONTROL SYSTEM  
FUNCTIONING UNDER THE CONDITIONS OF THE DESTABILIZING INFLUENCE  
OF THE ENEMY**

*По представлению чл.-корр. РАРАН А.П. Жарского*

*А.В. Киселев, Ю.А. Гагарин, А.В. Селезнев*

*Военная академия связи им. С.М. Буденного*

*A. V. Kiselev, Yu. A. Gagarin, A. V. Seleznev*

В статье описывается обобщенная модель узла связи специального назначения (УС СН), функционирующего в условиях комплексного воздействия противника. Разработанная модель позволяет определить подход к анализу устойчивости функционирования УС СН с целью выработки мероприятий для принятия решений органами военного управления, направленными на повышение устойчивости функционирования УС СН.

**Ключевые слова:** узлы связи специального назначения, комплексное воздействие противника, маршруты прохождения информации, математическое ожидание, непреднамеренные помехи, преднамеренные помехи, критериальное время восстановления.

The article describes a generalized model of a special-purpose communication node (SP CN) operating under conditions of complex enemy influence. The developed model makes it possible to determine an approach to analyzing the stability of the SP CN in order to develop measures for decision-making by management bodies aimed at improving the stability of the SP CN.

**Keywords:** special-purpose communication nodes, complex enemy impact, information transmission routes, mathematical expectation, unintentional interference, intentional interference, criterion recovery time.

Наступление, по взглядам военного командования США, является основным видом боевых действий, позволяющим навязать свою волю противнику и добиться его разгрома.

В современных условиях наступательные действия будут характеризоваться широким маневром, отсутствием четко очерченных линий фронта и флангов, комплексным использованием высокоточного оружия (ВТО), средств разведки и радиоэлектронной борьбы (РЭБ), автоматизированных систем управления (АСУ) и связи,

растянутостью коммуникаций, интенсивностью и одновременным ведением боевых действий во всей глубине оперативного построения и боевых порядков [1].

Согласно принятой в ВС США концепции «Борьба с системами боевого управления» (СЗСМ — Command, Control and Communication Countermeasures), основу которой составляет дезорганизация систем боевого управления противника и лишение его возможности использовать информацию о своих войсках и действиях проти-

востоящей стороны. Приоритетными целями противника являются системы боевого управления (СБУ) и пункты управления (ПУ), в которых основные задачи по обработке информации между различными пунктами и должностными лицами управления войсками возлагаются на узлы связи.

В процессе функционирования на УС СН и организованные его элементами маршруты прохождения информации (МПИ) воздействуют различные дестабилизирующие факторы, нарушающие их нормальное функционирование. Наиболее явно такое воздействие проявляется во время боевых действий. Оно приводит к нарушению работы УС, физическому выводу из строя его элементов, другим негативным последствиям, приводящим УС СН и его элементы в состояния, при которых они не способны обеспечивать процесс обработки информации.

В современной литературе воздействия противника зачастую описываются применением только определенных средств поражения или подавления (обычного или высокоточного оружия, воздействия преднамеренных или непреднамеренных помех, не учитывая их комплексное применение). В результате неравномерность или однобокость оценки стойкости рассматриваемых

элементов (объектов) по одному из видов воздействий приводит к нерациональному распределению мер противодействия. Исходя из этого, расчет и оценка стойкости УС СН и его элементов должны быть произведены с учетом всех видов воздействий противника. Тогда полученная оценка, возможность получения этой оценки, наличие методики такой оценки, наличие такой модели позволят нам проанализировать взаимное влияние различных воздействий на наши объекты и сформировать рациональный вариант распределения ресурсов противодействия этим воздействиям. Способность УС СН противостоять воздействиям, нарушающим его работу, определяется его устойчивостью.

Для того чтобы определить устойчивость функционирования УС СН и его элементов в боевых условиях, исследуем степень влияния на них непреднамеренных помех (НП), преднамеренных помех (ПП), обычного оружия, ВТО и оружия функционального поражения (ОФП).

Для исследования функционирования УС СН, его элементов и организованных от них МПИ в условиях комплексного воздействия противника разработана обобщенная модель УС СН (рис. 1).

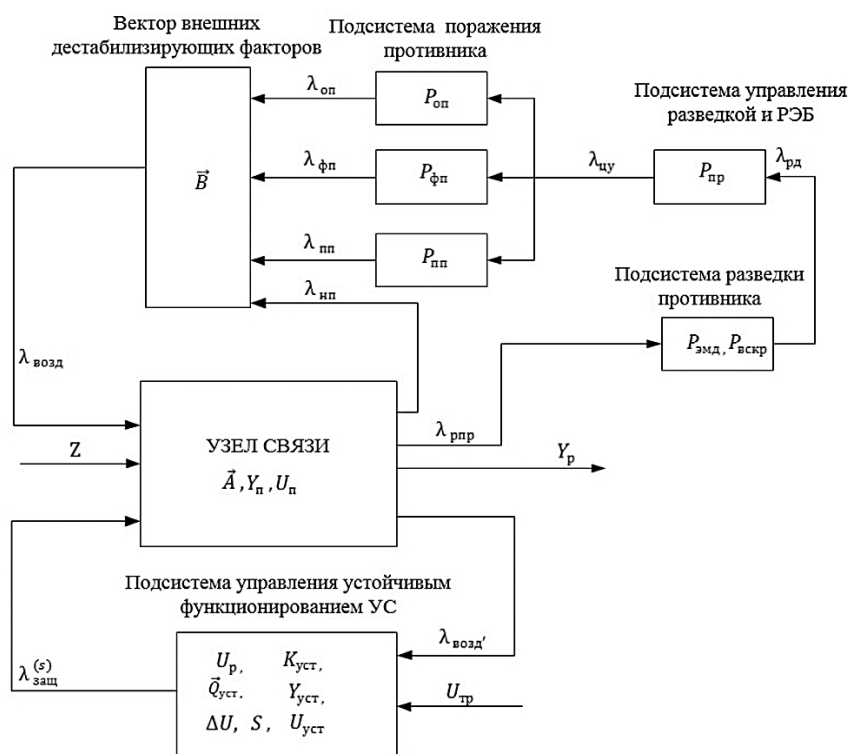


Рис. 1. Обобщенная модель УС СН, функционирующего в условиях комплексного воздействия противника

Пусть для обеспечения своевременного, достоверного и безопасного прохождения заданных потоков информации —  $Z$  между взаимодействующими ПУ развернут УС СН. Он может обладать некоторой потенциальной пропускной способностью —  $Y_n$  и иметь максимальную устойчивость  $U_n = Y_n / Z$ . В общем случае УС СН будет соответствовать своему целевому предназначению, если он будет обладать требуемой устойчивостью  $K_{уст.тр}$ .

Рассматриваемый УС СН имеет множество разведывательных признаков, проявляющихся с интенсивностью  $\lambda_{рпр}$  в случайные моменты времени и доступных с некоторой вероятностью электромагнитной доступности —  $P_{эмд}$  техническим средствам разведки противника. По мере анализа и обработки добытой разведывательной информации подсистема разведки противника определяет оперативно-тактическое предназначение отдельных функциональных элементов и с некоторой вероятностью —  $P_{вскр}$  вскрывает структуру УС СН. Эти сведения в виде разведанных —  $\lambda_{рд}$  поступают в подсистему управления разведкой и РЭБ противника. На основе полученных данных, с учетом приоритета целей и ресурса имеющихся сил и средств принимается решение с вероятностью —  $P_{пр}$  о способе воздействия на УС СН и его элементы. Сформированные на основе принятого решения команды целеуказания —  $\lambda_{цв}$  по каналам связи передаются в подсистему боевого управления. Обладая некоторыми потенциальными огневыми —  $P_{оп}$  и энергетическими —  $P_{пн}$ ,  $P_{фп}$  возможностями, данная система оказывает поражающее или подавляющее воздействие по указанным целям. При этом вероятность поражения —  $P_{пор}$  элементов УС СН будет определяться суммарной вероятностью воздействий обычным оружием —  $P_{оо}$ , ВТО —  $P_{вто}$  и ОФП —  $P_{фп}$ .

В результате активного огневого —  $\lambda_{оп}$  и функционального —  $\lambda_{фп}$  поражения, а также воздействия преднамеренных —  $\lambda_{пн}$  и непреднамеренных помех —  $\lambda_{нп}$  от радиоэлектронных средств УС СН формируется вектор внешних дестабилизирующих факторов —  $\vec{B}$ .

Комплексное воздействие различных дестабилизирующих факторов боевой обстановки —  $\lambda_{возд}$  при недостаточной защищенности УС СН приводит к снижению его реальной пропускной способности —  $Y_p$ . Поддержание функциониро-

вания УС СН на уровне, удовлетворяющем потребности управления войсками в обмене информацией —  $U_{тр}$  при условии снижения устойчивости функционирования УС СН ниже требуемой, возможно только путем реализации совокупности организационных мероприятий и технических мер защиты адекватных комплексному воздействию внешних дестабилизирующих факторов  $\vec{B}$ . Для этого необходимо как повышение потенциальных возможностей противодействия этим факторам, определяемых техническими характеристиками средств связи, так и оперативное управление различными параметрами функциональных элементов УС СН в зависимости от складывающейся обстановки.

С этой целью на основе определяемого значения —  $K_{уст}$  в подсистеме управления УС СН формируется вектор мероприятий повышения устойчивости функционирования —  $\vec{Q}_{уст}$ , представляющий собой рациональный вариант распределения сил и средств защиты —  $S$  УС СН в конкретных условия функционирования.

Информация о составе и параметрах выбранного варианта защиты —  $\lambda_{заш(S)}$  по каналам управления передается в исполнительные устройства и реализуется на элементах УС СН.

В результате моделирования формируются: вектор внутренних параметров —  $\vec{A}$  рассматриваемого УС СН и вектор воздействия дестабилизирующих факторов боевой обстановки —  $\vec{B}$ . При этом устойчивость функционирования УС СН —  $K_{уст}$  будет определяться количественными значениями технических характеристик средств (комплексов) элементов УС.

Для получения количественных характеристик представим описанный процесс в виде марковской цепи.

В зависимости от степени воздействия противника элементы УС СН могут находиться в следующих состояниях —  $S_i, i = 0 \dots 5$ .

- $S_0$  — не поражены и не подавлены помехами;
- $S_1$  — не поражены, подавлены помехами;
- $S_2$  — частично поражены, не подавлены помехами;
- $S_3$  — частично поражены, подавлены помехами;
- $S_4$  — пораженные элементы восстанавливаются (доля  $p$  — возвращается в строй, а доля  $q$  — теряются безвозвратно);

$S_5$  — пораженные элементы теряются безвозвратно.

Схема возможных состояний элементов УС СН и возможных переходов в эти состояния показана на рис. 2.

На представленной схеме (рис. 2) стрелками показаны переходы элементов УС СН из состояния  $S_0$ , где факторы боевой обстановки не оказывают дестабилизирующих воздействий на УС СН и его элементы, в состояния  $S_{\text{п}}$  под влиянием интенсивности потоков  $i$ -х средств воздействия и  $j$ -х мероприятий обеспечения устойчивости функционирования УС СН —  $\lambda_{ij}$ .

Переходы УС СН и его элементов из состояний  $S_0$  в  $S_1$  и из  $S_2$  в  $S_3$  происходят под воздействием интенсивности потока помех  $\lambda_{\text{п}}$ , равной сумме интенсивности потоков непреднамеренных  $\lambda_{\text{нп}}$  и преднамеренных помех  $\lambda_{\text{пп}}$ .

Интенсивность поражения УС СН и его элементов —  $\lambda_{\text{пор}}$  будет складываться из суммы интенсивности потоков воздействия обычного оружия —  $\lambda_{\text{оо}}$ , ВТО —  $\lambda_{\text{вто}}$  и ОФП —  $\lambda_{\text{фп}}$ , под воздействием которых УС СН и его элементы перейдут из состояния  $S_0$  в  $S_2$ . Переход УС СН и его элементов из состояния  $S_2$  в  $S_4$  происходит под воздействием интенсивности потока вывода их из строя  $\lambda_{\text{внс}}$  в результате поражения, а в состояние  $S_5$  в результате воздействия интенсивности потока гарантированного уничтожения —  $\lambda_{\text{гу}}$ . Силами и средствами отрядов технического ремонта с интенсивностью поставки техники —  $\lambda_{\text{прт}}$  элементы УС СН будут переходить из состояния  $S_5$  в  $S_4$ , в котором с интенсивностью потока восстановления работоспособности —  $\lambda_{\text{врс}}$  будут пере-

ходить в состояние  $S_0$  и, если техника связи не подлежит восстановлению, то с интенсивностью потока потерь —  $\lambda_{\text{потерь}}$  перейдут в состояние  $S_5$ . Переходы элементов УС СН из состояний  $S_1$  в  $S_0$  из  $S_3$  в  $S_2$  будут следствием проведения комплекса мероприятий защиты от НП и ПП.

Представленная схема составлена в предположении того, что пораженные элементы УС СН не могут быть подавлены помехами. Переход УС СН из состояния  $S_4$  в  $S_1$ , минуя  $S_0$  можно считать, практически, невозможным, так как для этого нужно, чтобы восстановление пораженного элемента УС СН и подавление помехами произошло строго в один и тот же момент времени.

Исходя из того, что УС СН представляет собой систему с большим количеством функциональных элементов, воздействие на которые перечисленных разнородных факторов будет носить случайный характер, составление ее аналитической модели по схеме «марковских» процессов, широко используемых в настоящее время для исследования состояний сложных систем, представляется весьма проблематичным. Однако массовость случайных явлений, влияющих на состояние УС СН, позволяет отказаться от вероятностного описания каждого из них и перейти к рассмотрению функционирования УС СН как детерминированного процесса. Тогда, в соответствии с законом больших чисел, фактическое состояние УС СН будет близко к его математическому ожиданию, для расчета которого не обязательно знать вероятности состояний отдельных элементов [2].

Аналитические модели вероятностных процессов, в которых не учитывается фактическое

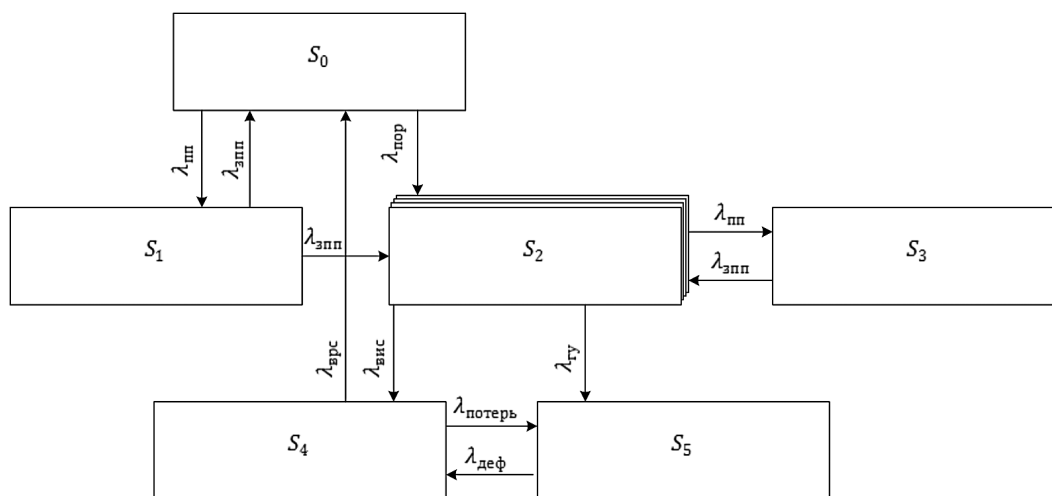


Рис. 2. Схема возможных состояний УС СН в условиях комплексного воздействия противника

состояние каждого отдельного элемента, а расчет ведется для средних значений (математических ожиданий)  $m_i$ , принято называть квазирегулярными [3]. Для их построения используют метод динамики средних. Как показывает практика [4], метод динамики средних вполне приемлем и для «немарковских» процессов, т.е. для произвольных распределений времени нахождения элементов в состояниях  $S_i$ . При большом количестве элементов (более 10) [3] требование марковости становится несущественным. Кроме того, данный метод за счет использования принципа квазирегулярности позволяет производить расчеты и в случае зависимости интенсивности потоков событий, переводящих элементы из одного состояния в другое, от количества состояний. Погрешность от этого допущения при моделировании тем меньше, чем ближе к линейной зависимости интенсивность потоков событий от среднего количества элементов и чем больше количество этих элементов. На практике проверено, что при количестве элементов 10–50 погрешность моделирования не превышает 10–13% [3, 4].

В рассматриваемом УС СН перечисленные допущения будут характерны при воздействии на его элементы обычного оружия, ВТО и ОФП. Математическое ожидание  $m_i$  количества элементов, находящихся в состояниях  $S_2, S_4, S_5$  целесообразно определить с использованием метода динамики средних.

Как сохранившиеся после поражения, так и восстановленные МПИ УС СН могут подвергаться воздействию НП и ПП. При этом, процесс восстановления нарушенных помехами МПИ будет эквивалентен ситуациям, реализуемым в системах массового обслуживания (СМО) [5]. В качестве обслуживающих приборов будем рассматривать организованные от УС СН функционирующие МПИ. Поток заявок в нашем случае будет являться суммарный поток НП и ПП. Поскольку поток помех является суперпозицией потоков от большого количества источников, то согласно предельной теореме сходимости потоков [2], суммарный поток помех будет по своим характеристикам приближаться к пуассоновскому. Время обслуживания представляет собой время реакции МПИ на воздействие помехи. Учитывая особенности построения и порядок функционирования организованных от УС СН МПИ, их с достаточной степенью точности мож-

но представить для определения состояния  $S_1$  и  $S_3$ , в виде многоканальной СМО с отказами и приборами разной производительности [6].

Для получения оценочных результатов комплексного воздействия противника на УС СН и его элементы проведем моделирование посредством марковских цепей и интегрирование систем дифференциальных уравнений Колмагорова с определением вероятностей и математических ожиданий состояний УС СН и его элементов, подвергшихся комплексному воздействию противника.

В качестве исходных данных используем опыт военной операции многонациональных сил (МНС) НАТО против Ирака в 2003 году. Согласно [7, 8] активная фаза проведения воздушно-наступательной операции (ВНО) сил коалиции составила 26 суток. В этой фазе по объектам Ирака было выпущено 800 крылатых ракет (КР), оснащенных электромагнитными боевыми частями (ЭМБЧ) и поражено 790 целей, а также использовано 20000 ед. ВТО и 900 ед. авиационных бомб (АБ), которыми в совокупности поражено 19900 объектов.

Согласно [8], отношение общего количества израсходованных управляемых и неуправляемых боеприпасов к общему количеству атакованных и пораженных целей за период активной фазы операции составило 3:2 (3 боеприпаса на 2 цели). В целом на каждую цель приходился в среднем один управляемый боеприпас или несколько больше — 2 ед. неуправляемых боеприпасов.

Имея эти данные, мы можем определить интенсивность потока ударов  $\lambda_k$  по элементам УС СН, представляющую собой среднее значение ударов, приходящееся на единицу времени

$$\lambda_k(t) = \frac{n_i}{tc_i},$$

где  $n_i$  — число боеприпасов  $i$ -го вида, примененных за время операции;  $t$  — заданное время операции;  $c_i$  — количество пораженных объектов боеприпасами  $i$ -го вида. Таким образом, средняя интенсивность потока ударов различных видов оружия по элементам УС СН будет равна:  $\lambda_{\text{фп}}(t) = 0,001623$  уд./ч;  $\lambda_{\text{вто}}(t) = 0,00161$  уд./ч;  $\lambda_{\text{оо}}(t) = 0,000725$  уд./ч, где

$$\lambda_{\text{пор}}(t) = \lambda_{\text{фп}}(t) + \lambda_{\text{сно}}(t) + \lambda_{\text{оо}}(t) = 0,003958 \text{ уд./ч.}$$

Для расчета интенсивности потока  $\lambda_{\text{пп}}$  предположим, что работа наших средств связи организована в соответствии с нормативными требованиями по электромагнитной совместимости (ЭМС) с требуемым временем передачи сообщения 5 мин и вероятностью передачи сообщения 0,95, получим  $\lambda_{\text{пп}} = 3,8$  изл./мин или 0,063 изл./с.

Зная минимальный цикл подавления —  $T_{\text{мин.ц}}$  [5] линий связи

$$T_{\text{мин.ц}} = \bar{t}_{\text{п}} = \bar{t}_{\text{рлс}} = \bar{t}_{\text{ро}} + \bar{t}_{\text{пер}} + \bar{t}_{\text{вх}},$$

где  $\bar{t}_{\text{п}}$  — время простоя (время восстановления или реакции линии связи  $\bar{t}_{\text{рлс}}$ );  $\bar{t}_{\text{ро}}$  — время реакции оператора на радиоподавление;  $\bar{t}_{\text{пер}}$  — время перестройки на запасную частоту;  $\bar{t}_{\text{вх}}$  — время вхождения в связь, можно определить интенсивность заявок на подавление  $\lambda_{\text{пп}}$  за интервал времени

$$\lambda_{\text{пп}}(t) = \frac{N_{\text{лс}}}{T_{\text{мин.ц}}}, \quad (1)$$

где  $N_{\text{лс}}$  — число подавляемых радиолиний, примем их равными 70 шт. и положим, в соответствии с [5], что  $\bar{t}_{\text{рлс}} = 7$  мин,  $\bar{t}_{\text{пер}} = 0,5$  мин,  $\bar{t}_{\text{вх}} = 5$  мин, отсюда  $\bar{t}_{\text{ро}} = 1,5$  мин, таким образом  $\lambda_{\text{пп}}(t) = 7$  изл./мин или 0,1166 изл./с.

Согласно схеме состояний УС СН, представленной на рис. 2, составим систему дифференциальных уравнений [2, 4]:

$$\begin{cases} \frac{d}{dt} p_0(t) = p_1(t)\lambda_{\text{зпп}} + p_4(t)\lambda_{\text{врс}} - p_0(t)(\lambda_{\text{пп}} + \lambda_{\text{пор}}); \\ \frac{d}{dt} p_1(t) = p_0(t)\lambda_{\text{пп}} - p_1(t)(\lambda_{\text{зпп}} + \lambda); \\ p_2(t) = 1 - p_0(t) - p_1(t) - p_3(t) - p_4(t) - p_5(t); \\ \frac{d}{dt} p_3(t) = p_2(t) - p_3(t); \\ \frac{d}{dt} p_4(t) = p_2(t)\lambda_{\text{вис}} + p_5(t)\lambda_{\text{пт}} - p_4(t)(\lambda_{\text{гу}} + \lambda_{\text{врс}}); \\ \frac{d}{dt} p_5(t) = p_2(t)\lambda_{\text{гу}} + p_4(t)\lambda_{\text{потерь}} - p_5(t)\lambda_{\text{пт}}, \end{cases}$$

где

$$t = 0; \quad p_0(t) = 1;$$

$$p_1(t) = p_2(t) = p_3(t) = p_4(t) = p_5(t) = 0$$

— начальные условия, а

$$p_0(t) + p_1(t) = p_2(t) + p_3(t) + p_4(t) + p_5(t) = 1$$

— нормировочное условие.

Таким же образом можно вычислить вероятности нарушения функционирования структурно организованных на определенной площади поражаемых элементов УС СН за время операции, построив граф состояний (рис. 3) и на его основе систему дифференциальных уравнений.

На рис. 3  $\lambda_{\text{ВТО(КРав+УАБ)}}$  — интенсивность потока ВТО, включающая крылатые ракеты авиации и управляемые авиационные бомбы;  $\lambda_{\text{ВТОав+АБ}}$  — интенсивность потока воздействия ВТО авиации и неуправляемые авиабомбы;  $\lambda_{\text{ОФП}}$  — интенсивность потока ОФП.

Система дифференциальных уравнений к графу состояний на рис. 3:

$$\begin{cases} \frac{d}{dt} p_0(t) = -p_0(t)\lambda_{\text{ОФП}} - p_0(t)\lambda_{\text{ВТО(КРав+УАБ)}}; \\ \frac{d}{dt} p_1(t) = -p_1(t)\lambda_{\text{ВТОав+АБ}} + p_0(t)\lambda_{\text{ВТО(КРав+УАБ)}}; \\ \frac{d}{dt} p_2(t) = p_1(t)\lambda_{\text{ВТОав+АБ}}; \\ \frac{d}{dt} p_3(t) = p_0(t)\lambda_{\text{ОФП}}. \end{cases}$$

Нормировочные и начальные условия для графа на рис. 3 те же, что и для дифференциальных уравнений, представленных в выражении (1).

В соответствии с выражением (1) построим график состояния УС СН за первых 6 часов операции рис. 4.

На рис. 4 сплошной кривой показано состояние УС СН за первые 6 часов комплексного воздействия противника, без применения мер за-

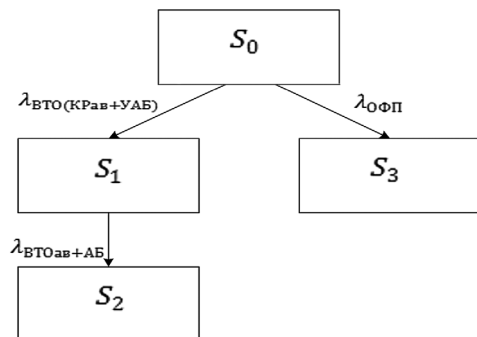


Рис. 3. Граф состояний УС СН в условии комплексного воздействия средств поражения противника

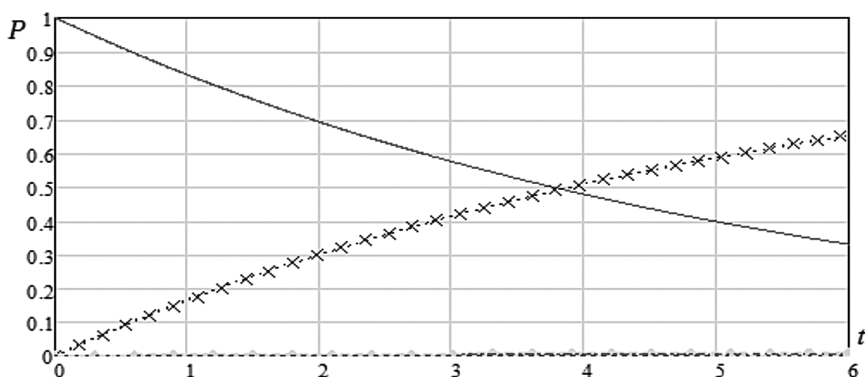


Рис. 4. График вероятностей состояний УС за первые 6 часов операции без учета мер защиты

щиты и восстановления. Из графика видно, что уже за первый час воздействия противника вероятность сохранения работоспособности УС СН снизится до 0,832, а за 6 часов воздействия противника эта вероятность будет равна 0,332, что говорит о том, что УС СН не будет соответствовать своему целевому предназначению по обеспечению процесса обработки информации уже в первый час операции.

В связи с этим, возникает необходимость реализации совокупности организационных мероприятий и технических мер защиты, адекватных комплексному воздействию внешних дестабилизирующих факторов, которые представляют собой рациональный вариант распределения сил и средств защиты УС СН в конкретные условия функционирования рис. 5.

На графике рис. 5 показано, что при реализации мер защиты, адекватных комплексному воздействию противника, УС СН способен функ-

ционировать по предназначению в продолжении 6-ти часов комплексного воздействия противника с вероятностью исправной работы 0,912.

Как известно, уравнения средних численностей состояний объектов (элементов) связаны с вероятностями. Зная  $P_k$  состояний элементов УС СН в заданный промежуток времени, можно найти математическое ожидание  $k$ -го элемента  $m_k$  путем умножения полученных вероятностей на число объектов УС СН  $N_{yc}$ .

Разработанная модель позволяет: проследить динамику антагонистического взаимодействия УС СН и воздействующих на него дестабилизирующих факторов боевой обстановки; оценить устойчивость функционирования УС СН в условиях комплексного воздействия противника; определить совокупность организационных мероприятий и технических мер распределения сил и средств защиты направленных на повышение устойчивости функционирования УС СН; в зависимости от так-

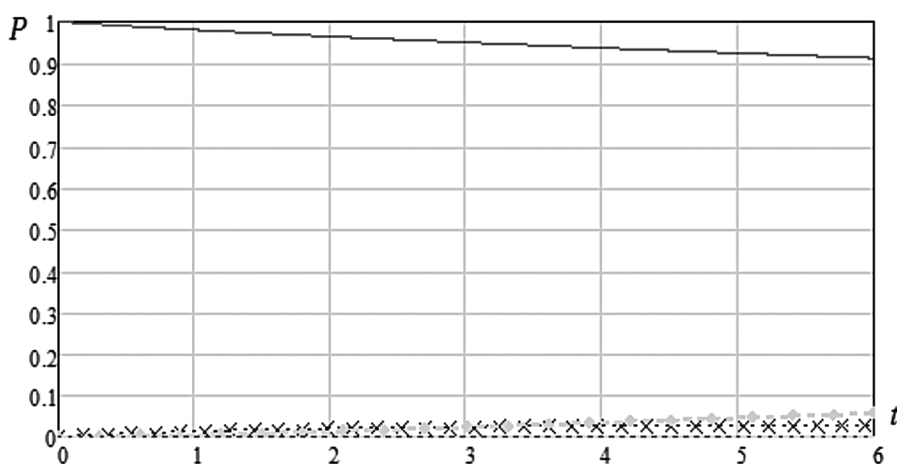


Рис. 5. График состояния УС СН за первые 6 часов операции с учетом мер защиты

тической и радиоэлектронной обстановки выработать рациональный вариант защиты УС СН; путем изменения параметров организованных от УС СН МПИ отработать и реализовать сформированный вариант защиты УС СН. На основе анализа реализуемости полученных значений и оценки обеспечиваемой при этом устойчивости функционирования ( $\Delta U$ ) можно сделать вывод о целесообразности их использования в качестве оперативно-технических требований для повышения устойчивости функционирования УС СН.

Следует отметить, что данные требования на этапе разработки средств (комплексов) связи могут быть значительно снижены, если при их задании будет учтен вклад реализуемых (планируемых) организационных мероприятий повышения устойчивости функционирования УС СН  $\lambda_{д(с)}$ . Это позволит избежать излишнего усложнения и удорожания средств (комплексов) связи за счет более эффективного использования ресурсов УС СН (частотного, временного, энергетического и т.д.).

Модель адекватно отображает конфликтный характер воздействий и реализуемых мер по повышению устойчивости функционирования УС СН. При этом дуэльная ситуация УС СН — средства воздействия является частным вариантом предложенной модели.

Кроме того, необходимо отметить, что использование данной модели на этапе разработки (модернизации) средств (комплексов) связи элементов УС СН позволяет определить номенклатуру и сформировать численные требования для повышения устойчивости функционирования УС СН. В этом случае в качестве исходных данных задаются прогнозируемые условия функционирования (группировка противника, имеющиеся (перспективные) силы и средства РЭБ, структура УС СН и возложенные на него задачи, физико-географические условия и т.д.) и требования к качеству их функционирования.

Обобщенная модель УС СН, функционирующего в условиях комплексного воздействия противника, имеет блочное представление. В ее состав входят: частная модель воздействия на элементы УС НП; частная модель функциониро-

вания комплексов радиоразведки и радиоподавления (РР и РП) при постановке ПП элементам УС; частная модель применения обычного и СНО по элементам УС; частная модель воздействия ОФП на элементы УС; потоковая модель воздействия противника на элементы УС общевоинских соединений (ОВС). При необходимости число блоков в модели можно уменьшать или увеличивать.

Перечисленные частные модели должны обеспечить возможность получения параметров, являющимися исходными данными для обобщенной модели. Такими параметрами являются:

- требуемое (критериальное) значение цикла восстановления МПИ;
- интенсивность потоков воздействий ПП и НП;
- вероятности поражения обычным, специальным наступательным оружием (СНО) и ОФП.

### Литература

1. Сидорин А.Н., Прищепов В.М., Акуленко В. П. Вооруженные силы США в XXI веке: Военно-теоретический труд. — М.: Военная книга. 2013. 800 с. 10 л. ил.
2. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения. — М.: Наука. 1988. 480 с.
3. Иващенко А.В., Сыпченко Р.П. Основы моделирования сложных систем на ЭВМ. — Л.: ВАС. 1988. 270 с.
4. Абчук В.А., Матвейчук Ф.А. и др. Справочник по исследованию операций. — М.: Воениздат. 1979. 368 с.
5. Комарович В.Ф., Липатников В.А. и др. Защита систем военной связи от радиоразведки и радиоподавления. — Л.: ВАС. 1990. 346 с.
6. Привалов А.А., Сабынин В.Н. Методы количественной оценки эффективности функционирования линий прямой радиосвязи в условиях радиоэлектронного противодействия. — Л.: ВАС. 1992. 108 с.
7. Оружие для новой войны // Арсенал Отечества. 2015. № 4 (18).
8. Применения авиации США на активной фазе операции в Ираке // Зарубежное военное обозрение. 2005. № 10. С. 37–45.