

УДК 502.55:621.039.7

И.Ю. Чернявский

Національний технічний університет «ХПІ», ФВП, Харків

## ВОЙСКОВАЯ ДОЗИМЕТРИЯ КАК СИСТЕМА ВЫЯВЛЕНИЯ И ОЦЕНКИ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ

*В статье анализируется роль и место войсковой дозиметрии в системе выявления и оценки радиационной обстановки. Рассматриваются основные информационные потоки на различных этапах управления, позволяющие объективно оценивать и прогнозировать боеспособность подразделений и частей по радиационному фактору.*

**Ключевые слова:** система войсковой дозиметрии, радиационный фактор, боеспособность.

### Вступительная часть

**Постановка проблемы.** Основным средством для надёжного и достоверного оценивания боеспособности подразделений и частей по радиационному фактору как при ликвидации аварий на АЭС, так и при применении противником ядерного оружия остаётся – фактическая радиационная обстановка [1]. Необходимые дозиметрические данные в данной ситуации получают в результате:

- ведения радиационной разведки (уровни радиации на местности – мощность дозы на высоте 1 м от земли);
- контроля доз облучения личного состава (дозовые нагрузки – поглощённая доза);
- контроля радиоактивного заражения личного состава, вооружения и военной техники (степень радиоактивного заражения – поверхностная активность);
- радиометрического контроля (анализа) продуктов питания (удельная активность).

Данные мероприятия планируются для обеспечения радиационной безопасности войск, которая, в свою очередь, направлена на поддержание необходимой степени боеспособности подразделений и частей в условиях воздействия радиационного фактора.

Проблема объективности получаемой информации от технических средств войсковой дозиметрии, не является новой проблемой, она рассматривалась в работах, связанных с особенностями её применения при ликвидации аварии ЧАЭС [2, 3]. Безусловно, радиационные характеристики воздействующего фактора накладывают свои требования на тот комплект войсковой дозиметрической аппаратуры, который может быть использован для выявления радиационной обстановки. Однако вопросы специфики выполнения войсками поставленных задач в данных условиях, а также вопросы, связанные с требованиями к войсковой дозиметрии в целом как к системе, обеспечивающей адаптацию

контура управления в сложной радиационной обстановке, освещены в специальной литературе недостаточно полно и требуют уточнения.

Кроме того, систему войсковой дозиметрии, на наш взгляд, целесообразно рассматривать и под углом радиобиологической оценки [4], получаемой от дозиметрической аппаратуры информации, с учётом современных представлений о потере работоспособности и трудоспособности личного состава. Отмечая важность и сложность рассматриваемых проблем, считаем целесообразным выразить наше мнение по этим вопросам.

**Цель работы.** Уточнить роль и место войсковой дозиметрии в системе выявления и оценки радиационной обстановки. Выявить основные информационные потоки на различных этапах управления, позволяющие объективно оценивать и прогнозировать боеспособность подразделений и частей по радиационному фактору.

### 1. Анализ ситуаций при воздействии радиационного фактора

Размеры и структура санитарных потерь в очаге ядерного поражения чрезвычайно изменчивы и зависят от ряда факторов: количества и калибра боеприпасов, способа их применения, вида взрывов, степени инженерного оборудования местности, облученности войск мерам защиты, вида боевой деятельности войск и т.д. Однако санитарные потери в очаге ядерного поражения всегда будут массовыми и разнообразной структуры (табл. 1). При сверхмалой и малой мощности боеприпаса наибольшим радиусом поражающего действия (до 2,5 км [1]) обладает проникающая радиация (ПР), поэтому преобладающее место в структуре потерь займут радиационные поражения в чистом виде или в сочетаниях с термическими ожогами.

Анализ способов применения тактического ядерного оружия [5-9] свидетельствует о том, что расчёт делается на мгновенный вывод из строя личного состава, даже находящегося в боевой технике

(развитию крайне тяжёлой формы острой лучевой болезни и гибели поражённых в течение нескольких суток). При этом сравнительно мала доля поражённых средней и легкой степени тяжести, потеря бое-

способности которых отсрочена от момента воздействия проникающей радиации на несколько часов. В этих условиях радиоактивное заражение местности (РЗМ) в таких очагах практически отсутствует.

Таблица 1

Медико-тактическая характеристика ядерных очагов

Наименование очага	Калибр боепр. q, кт	Виды взрывов	Вклад в общую дозу %		Санитарные потери в %			Максимальные дозы в районе санитарных потерь, рад	
			n	γ	радиационные поражения	термич. ожоги	без комб		комб
С преимущественными радиационными поражениями	сверх. мал, атом: 0,1-1	воздуш	>70	<30	95-97	5-3	–	>5000	
	нейтронный		90	10	100	–	–	6000-1200 и >	
С комбинированными поражениями	радиационные	малые-сред: 5-20	воздуш	60	40	40-70	60-30	ед	1500
	травмы и ожоги	сред-круп: 50-500	назем, подзем	40	60	ед	50-30	50-70	600
С преимущественными термическими поражениями	крупн-сверхкруп: 500 и >	назем, подзем	30	70	–	5-3	95-97	600	

Таким образом, вероятность утраты боеспособности в зависимости от степени острой лучевой болезни и времени с момента облучения зависит от условий размещения личного состава и типа ядерного боеприпаса, что, в свою очередь, связано с характеристиками воздействующего радиационного фактора. При эксплуатации достаточно сложного вооружения военной техники (ВВТ) оценку боеспособности целесообразно рассматривать с учётом характера выполняемой деятельности на технике (преимущественно умственной или физической) т.е степень боеспособности зависит и от функционального состояние организма, позволяющее человеку выполнять боевую (трудовую) задачу либо в полном объеме, либо с ограничениями.

Для рассмотрения механизмов сохранения (поддержания) боеспособности подразделений и частей в условиях неопределённости воздействия радиационного фактора, выявления основных информационных потоков на различных этапах управления воспользуемся понятием «адаптация», применяемым для сложных систем [10]. Сложившуюся ситуацию (S), характеризующуюся двумя факторами: состоянием среды (X), и состоянием боеспособности подразделений (Y), - можно записать:

$$S = \langle X, Y \rangle. \tag{1}$$

Тогда состояние боеспособности в радиационном отношении можно представить как преобразователь ( $F_0$ ) состояния среды в состояние объекта:

$$Y = F_0(X), \tag{2}$$

где  $F_0$  – оператор связи входа X и выхода Y боеспособности, характеризующий специфику воздействия радиационного фактора.

На рис. 1 представлена модель возможных ситуаций, возникающих при влиянии радиационного

фактора на боеспособность подразделений и частей. Модель не учитывает воздействия других поражающих факторов ЯВ (снижающих боеспособность) и не рассматриваются случаи восстановления боеспособности. Интенсивность переходов ( $\lambda_i$ ) из состояния в состояние зависит от величины поглощённой дозы, от её пространственно-временного распределения, от остаточной дозы облучения военнослужащих и может быть описана пуассоновским законом распределения.

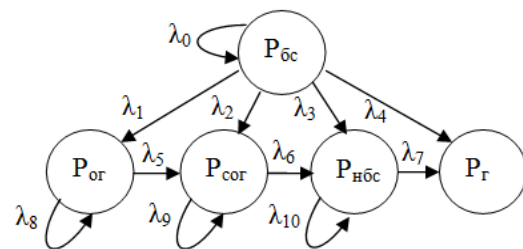


Рис. 1. Графы состояний боеспособности при воздействии радиационного фактора ( $P_{бс}$  – вероятность сохранения боеспособности;  $P_{ог}$  – вероятность ограничения боеспособности;  $P_{сог}$  – вероятность существенного ограничения боеспособности;  $P_{нбс}$  – вероятность отсутствия боеспособности;  $P_{г}$  – вероятность гибели)

Представляет интерес как ситуация первичного воздействия радиационного фактора  $\lambda_0$ - $\lambda_4$  – действие проникающей радиации – простейший, стационарный поток, так и повторного облучения  $\lambda_5$ - $\lambda_7$ , например, дополнительное облучение при выходе из зон радиоактивного заражения, либо в результате контакта с зараженной техникой после выхода из зоны РЗМ.

В любом случае. причины переходов в новые состояния боеспособности должны ограничиваться возможными вариантами действий войск, совпадать

с оценкой радиационных потерь по фактической радиационной обстановке и учитывать специфику воздействующего радиационного фактора:

$$\lambda_j = \lambda_{пр} + \lambda_{зз} + \lambda_{пз} + \lambda_T + \lambda_{лп} + \lambda_{инг}, \quad (3)$$

где  $\lambda_{пр}$  – интенсивность перехода за счёт импульсного воздействия гамма-нейтронного излучения проникающей радиации;

$\lambda_{зз}$  – интенсивность перехода за счёт пребывания в определённой зоне заражения;

$\lambda_{пз}$  – интенсивность перехода за счёт воздействия смешанного бета-гамма излучения при преодолении зоны заражения;

$\lambda_T$  – интенсивность перехода за счёт контакта с зараженной техникой, в том числе и за счёт наведённой активности;

$\lambda_{лп}$  – интенсивность перехода за счёт воздействия смешанного гамма-бета излучения при ликвидации последствий;

$\lambda_{инг}$  – интенсивность перехода за счёт ингаляционного воздействия альфа, бета излучений.

Существующая в войсках система выявления и оценки радиационной обстановки воспринимает окружающую среду, как конечный или бесконечный набор ее параметров:

$$S = (S_1, \dots, S_e), \quad (4)$$

каждый из которых интересует с позиции выполнения поставленных боевых задач. Иначе говоря, воспринимаемая ситуация всегда управляема

$$S(U) = (S_1(U), \dots, S_e(U)), \quad (5)$$

где  $U$  – управляющее воздействие (организация радиационной разведки и контроля, своевременное применение радиопротекторов, ограничение по месту, времени нахождения на РЗМ, защита расстоянием, экранами).

Введем понятие пространства ситуаций  $\{S\}$ , которое образуется указанными параметрами  $S_i$

( $i=1, \dots, e$ ). Каждая точка этого пространства определяет какую-то конкретную ситуацию, сложившуюся вокруг степени боеспособности подразделений и частей (рис. 2). Естественный дрейф ситуации, вызванный воздействием радиационного фактора, приводит к смещению точки  $S$  вдоль какой-то траектории, не приводящей к  $S^*$  (выполнения поставленной боевой задачи).

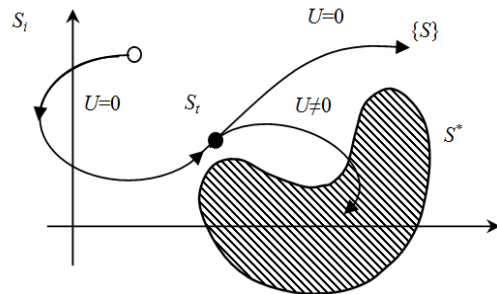


Рис.2. Пространство ситуаций при воздействии радиационного фактора

Если ситуация неизменна, то адаптация имеет однократный характер и является, по сути дела, настройкой боеспособности. Если же ситуация как-то изменяется во времени, т.е. изменяется среда (условия сложной радиационной обстановки), переводящая степень боеспособности в новое состояние, то адаптация должна быть непрерывной, пока имеют место такие изменения.

Понятие адаптация достаточно размыто в военном деле, однако адаптация как метод управления в условиях сложной радиационной обстановки располагает мощными алгоритмами, применение которых почти всегда даёт ощутимый эффект (поддержание боеспособности) и в этом смысле адаптация является управлением (рис. 3).

Проблема адаптации возникает всегда, когда цели качества функционирования объекта становятся основными.

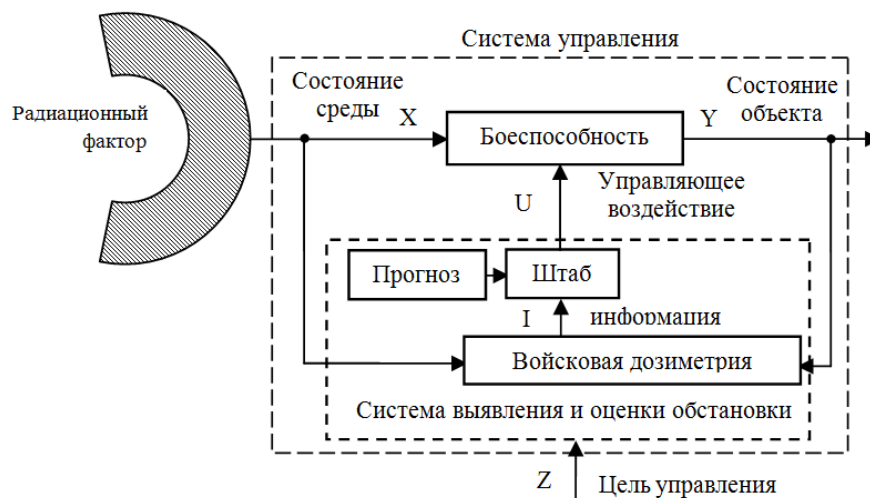


Рис.3. Блок-схема системы поддержания боеспособности в условии воздействия радиационных факторов

Если управление выполняет основные цели (выполнение поставленной задачи), то адаптация обеспечивает качество процесса функционирования объекта, при отсутствии которого объект продолжает правильно работать, но делает это плохо, некачественно, например, затрачивая слишком много времени.

Например, при наличии на машинах РХБ разведки технических средств разведки, позволяющих определять направление на излучение, возникает возможность оптимизировать маршрут движения, обеспечивая радиационную безопасность остальным транспортным средствам. Кроме того, поиск и локализации точечных высокоактивных источников излучения большой активности также является одной из важных задач при ликвидации последствий радиационных аварий.

Будем обозначать выполнение целевых требований  $Y=Z^*$ , а невыполнение - неравенством  $Y \neq Z^*$ . В условиях радиационного фактора цель адаптации обычно одна (выполнение поставленной задачи), или, во всяком случае, таких целей немного (сохранение жизни и здоровья личного состава). Формулировка целей заключается в определении критериев и тех требований к ним, выполнение которых решает задачу управления. Цели  $Z^*$  управления в условиях радиационного фактора целесообразно представить в виде:

$$Z^* : \begin{cases} \phi_i \leq a_i (i = 1, \dots, k_1); \\ \psi_j = b_j (j = 1, \dots, k_2); \\ \eta_\xi \rightarrow \text{extr}(\xi = 1, \dots, k_3). \end{cases} \quad (6)$$

Здесь  $\phi_i$ ,  $\psi_j$  и  $\eta_\xi$  – критерии-функционалы, определяемые боеспособность.

Цели – неравенства должны определять тот минимум степени боеспособности, понижение которого недопустимо (сохранена, ограничена).

Например, функционал  $\phi_i$  может выражать в виде балльной оценки уровень возможностей по  $i$ -му параметру (число ошибочных действий оператора; время реакции в сложной обстановке; выполнение тяжёлой физической работы). Либо это время, по окончании которого информация о радиационной обстановке не приведёт к значительному уменьшению потерь войск, действующих в условиях заражения [11]. Данное критическое время во многом зависит от времени на принятие решения (среднее активное время  $T_a$  реагирование на ситуацию).

Цели-равенства связаны с теми параметрами, наличие которых недопустимо (например, наличие зараженной техники – выше допустимых норм). Все эти требования-ограничения образуют цели первого рода. Экстремальные цели (цели второго рода) связаны с теми параметрами, которые целесообразно экстремизировать при обязательном выполнении

неэкстремальных целей (равенств и неравенств). Например: если  $\eta_\xi$  – средняя поглощённая доза, то естественно стремиться минимизировать необоснованное переобучение личного состава. Если  $\eta_\xi$  – время облучения, то  $\eta_\xi \rightarrow \min$ . Этих показателей следует добиваться лишь при обязательном выполнении целей первого рода. Добиваясь экстремальных целей – получения разведывательной информации об уровнях радиации, мы всегда ограничены временными нормативами (в заданные сроки) – жёсткими требованиями, выполнение которых обязательно (иначе информация обесценивается). Однако недостаток или неточность информации в современных условиях также выходит на первый план и в определённых условиях может оказаться критичным. Например, отсутствие в Чернобыле у ликвидаторов бета дозиметров, не учёт смешанного гамма-бета излучения привело к значительному переобучению личного состава.

Очевидно, что формулировка экстремальных целей  $Z^*$  зависит от специфики подразделения, задач и целей, стоящих перед ним, оперативно-тактической обстановки. В этом и состоит специфика войсковой дозиметрии как управления. Исходя из этих представлений, всякую адаптацию можно представлять как оптимизацию экстремальной цели при обязательном выполнении целей-ограничений.

Как видно, для функционирования канала радиационной безопасности войск ему нужно сообщить цель  $Z^*$  управления, а также алгоритм управления  $f$  – указание, как добиваться поставленной цели, располагая информацией о состояниях среды, боеспособности и цели:

$$U = f(X', Y', Z^*), \quad (7)$$

Все измерения в войсковой дозиметрии можно разделить на две подзадачи. В первой определяются характеристики поля излучения или источника с целью предварительной оценки того, какое воздействие излучение может оказать, если «объект» окажется в этом поле. Во второй определяется степень воздействия излучения на «объект», т. е. определяется значение той физической величины, которая является мерой радиационного воздействия.

Поэтому по степени использования штабом получаемой дозиметрической информации от системы войсковой дозиметрии, всю измеряемую информацию условно можно поделить (рис.4) на информацию, позволяющую прогнозировать степени боеспособности (оценить возможность выполнения поставленной задачи)  $X'=D_X(X)$  и на информацию уточняющую степень боеспособности по свершившемуся факту  $Y'=D_Y(Y)$  после принятых мер (U). Здесь в системе войсковой дозиметрии  $D_X$  и  $D_Y$  – технические средства, измеряющие состояние среды и объекта соответственно. В войсковых задачах ( $D_X$ )

это, прежде всего, средства засечки параметров ЯВ, индикаторы-сигнализаторы, коллективные и индивидуальные датчики оценки боеспособности на импульсное (гамма-нейтронное) воздействие, приборы та комплексы радиационной разведки местности, по которым планируется радиационная безо-

пасность подразделений и частей при ведении боевых действий на РЗМ.  $D_Y$  – технические средства, измеряющие фактическую информацию, уточняющую степень боеспособности (реальные дозовые нагрузки, степень радиоактивного заражения личного состава ВВТ).

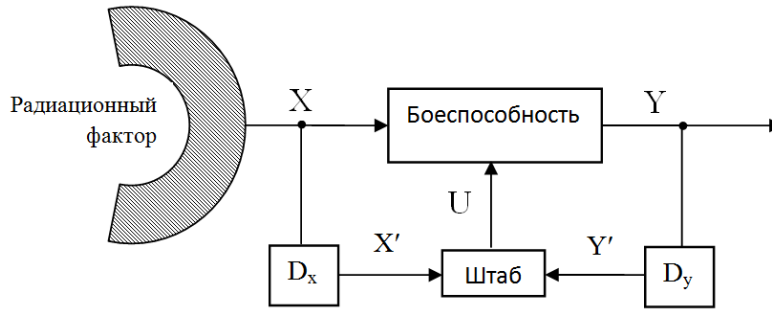


Рис. 4. Блок-схема технических средств системы войсковой дозиметрии

Очевидно, что  $X' \neq X$  и  $Y' \neq Y$  в силу несовершенства технических средств радиационной разведки и контроля (все виды погрешностей), в силу того, что данные средства измеряют только те характеристики радиационного фактора, что используются в процессе управления для выполнения поставленной задачи. В этих условиях получаемая информация только в какой-то мере (но далеко не полностью) отражает действительное состояние как среды, так и боеспособности. Так, принятие оперативных решений в условиях сложной радиационной обстановки основываются именно на косвенных измерениях, при которых значение предполагаемой дозовой нагрузки личного состава определяют расчетом на основании результатов измерений уровней радиации на местности, связанных с дозой известным соотношением через коэффициенты ослабления ( $K_{осл}$ ). Заметим, что ресурсы, выделяемые на создание системы войсковой дозиметрии, в значительной степени определяют объем и качество (достоверность) получаемой информации  $X'$  и  $Y'$ . Ценность разведывательной информации, безусловно, зависит не только от времени её получения (прохождения), но и от таких характеристик, как полнота и точность.

В работе [12] вводится понятие коэффициента полноты проведённой разведки ( $K_{полн}$ ). Кроме увеличения контролируемой площади, целесообразно рассматривать вопрос и о полноте измеряемого энергетического спектра излучений, видов излучений и т.д. Данная избыточность информации ( $\Delta X'$ ) призвана обеспечить наиболее оптимальный вариант выхода из сложившейся ситуации без дополнительных затрат времени на её измерение и обработку.

Таким образом, в основе процесса управления лежит информация о фактической радиационной обстановке:

$$I = (X', Y'), \tag{8}$$

хотя она всегда является неполной, эта неполнота, прежде всего, связана с ограниченными возможностями всякой системы сбора информации и необходимостью «платы» за эту информацию. А при ограниченных ресурсах ( $R$ ), выделяемых обычно на управление, указанное обстоятельство приводит к постоянному дефициту информации радиационной обстановки ( $I$ ) т.е.

$$\langle X', Y', Z^*, R \rangle \rightarrow U^* \rightarrow Y^*. \tag{9}$$

По окончании процесса реализации управления объект переходит в новое состояние  $Y$ , которое, как правило, отличается от искомого  $Y^*$ .

Как видно, для создания системы войсковой дозиметрии необходимо, прежде всего, иметь возможность корректно измерять состояние среды и объекта (боеспособность), располагать средствами для реализации управляющего воздействия на объект и, что, пожалуй, самое трудное, иметь хороший алгоритм управления ( $f$ ), на основе которого функционирует система. От качества этого алгоритма зависит, насколько быстро и точно будут реализованы цели управления. Очевидно, что этот алгоритм должен учитывать специфику как самого объекта, так и среды, в которой он располагается. И если эта специфика изменяется, должен изменяться и алгоритм управления, т.е. адаптироваться к новым условиям функционирования. Задачу синтеза оператора  $f$  управления целесообразно декомпозировать на две.

1. Синтез модели  $F$  объекта, связывающей его наблюдаемые входы:

$$Y' = F(X', U). \tag{10}$$

Очевидно, что для управления боеспособностью необходимо иметь о нём какие-то представления (нельзя эффективно управлять тем, чего не знаешь). И чем точнее эти представления, тем лучше можно управлять боеспособностью подразделений и частей.



## 2. Синтез управления с помощью этой модели.

Ввиду сложности объекта управления действуют мешающие факторы, а именно:

- приближенность модели  $F$ , т. е.  $F \neq F_0$ , где  $F_0$  – оператор объекта;

- «неполнота» информации о состоянии среды  $X'$  и объекта  $Y'$ , получаемой штабом, приводит к искажению синтезированной модели даже в том случае, когда ее структура в точности соответствует структуре объекта  $F_0$ ;

- дрейф характеристик объекта приводит к тому, что модель всегда «отстает» от объекта  $F_0$  и даже в принципе не может быть адекватной ему. Этот дрейф может быть вызван предыдущими шагами управления, что особенно характерно для систем выявления и оценки обстановки.

В зависимости от того, есть модель боеспособности или нет, целесообразно различать два очень важных случая: адаптация с моделью и поисковую адаптацию (без модели), которые существенно отличаются друг от друга (рис. 5).

При наличии адекватной модели ( $F$ ) для синтеза адаптирующего воздействия достаточно измерить параметры радиационного фактора ( $X$ ) и по алгоритму и модели «вычислить» необходимое адапти-

рующее воздействие, которое должно поддержать нужную степень боеспособности (максимум эффективности и выполнение заданных ограничений).

Блок-схема такой системы представлена на рис. 5, а. Если модель адекватна, то  $Y^M = Y$  и нет необходимости измерять состояние объекта, а значит можно подобрать такое управляющее воздействие, чтобы состояние  $Y^M$  удовлетворяло целям адаптации.

Если число возможных ситуаций, которые могут сложиться при воздействии радиационного фактора, невелико, то именно для этих ситуаций можно заранее решить задачу адаптации и заготовить необходимые адаптирующие воздействия в виде таблицы оптимальных решений. В этом случае процесс адаптации сводится к оценке ситуации (по измеренным параметрам радиационного фактора), выбору из таблицы решений информации об оптимальном адаптирующем воздействии и реализации этого воздействия на объект. Такого рода адаптацию принято [10] называть априорной, так как все здесь заготавливается заранее (априори) в виде решающей таблицы: ситуация ( $X$ ) – необходимое оптимальное адаптирующее воздействие ( $U$ ). Блок-схема такой априорной адаптации приведена на рис. 5, б.

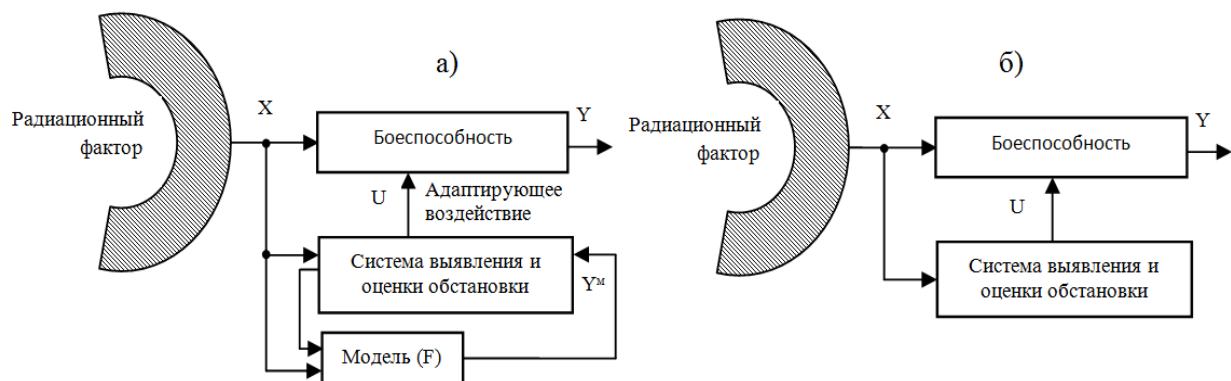


Рис. 5. Блок-схема системы адаптации:  
а – апостериорной адаптации, б – априорной адаптации

Исследования показали, что получение прогнозируемой информации о боеспособности такими средствами возможно путём применения методик оценки и моделей взаимодействия радиационного фактора на живой организм. Разбиение пространства признаков воздействия радиационного фактора на классы по эффекту воздействия представителей класса на каждый из типовых подразделений и частей позволяет применить схему ситуационного управления.

Информацией для реализации такой адаптации может служить как технические средства засечки параметров ЯВ, так и датчики определения боеспособности пунктов управления (ИМД-22), измеряющие поглощенные дозы ПР ядерных и нейтронных боеприпасов. Задержка реакции здесь определяется

лишь временем фиксации радиационного фактора и переходными процессами в объекте, вызванными изменением адаптирующего воздействия (временем отыскания управляющего воздействия – можно пренебречь).

## 2. Оценка эффективности применения априорной адаптации в условиях воздействия радиационного фактора

Примем поток смены боеспособности подразделений и частей, обусловленный воздействием радиационного фактора – простейшим.

При простейшем потоке смены боеспособности условную вероятность нахождения в данной степе-

ни боеспособности (рис. 1)  $j$  – подразделения можно оценить с помощью выражения:

$$P_j = \lambda_j / \sum_{j=1}^m \lambda_j, \quad (11)$$

где  $\lambda_j$  – интенсивность смены боеспособности  $j$  – подразделения;  $m$  – количество подразделений.

Среднее активное время  $T_a$  реагирование на ситуацию при этом определяется как математическое ожидание:

$$T_a = \sum_{j=1}^m P_j \cdot (t_{bj} + t_{oj} + t_{yj} + t_{вост}), \quad (12)$$

где  $t_{bj}$  – время выявления радиационной обстановки в  $j$ -м подразделении (зависит от времени считывания и передачи информации с накопителей доз за подразделение) а также периодичности подачи доз (как правило, в конце суток);

$t_{oj}$  – время, необходимое для непосредственной оценки состояния боеспособности в радиационном отношении  $j$ -го подразделения с учётом ранее полученных дозовых нагрузок и определения дозового резерва;

$t_{yj}$  – время на принятия (выработку) решения по поддержанию боеспособности в необходимой степени;

$t_{вост}$  – время на реализацию неотложных мер (замены и доукомплектования личного состава), т.е. восстановления боеспособности.

Из выражения (12) видно, что в условиях применения тактического ядерного оружия массовые радиационные поражения подразделений и частей приведут к резкому возрастанию времени на реагирования за счёт сбора и обработки информации. Применение технических средств прогнозирования степени боеспособности подразделений и частей позволит учесть особенности неравномерного облучения личного состава [13] и существенно ускорить процесс оценки боеспособности, а значит и своевременно принять эффективные меры для поддержания боеспособности в необходимой степени. В данных условиях время, затрачиваемое на сбор индивидуальной дозиметрической информации, – теряет смысл, так как прогноз осуществляется до подразделения с уточнёнными особенностями его размещения ( $K_{осл}$ ).

Значительно сокращается и время на обработку информации при применении ситуационного управления.

Таким образом, при прогнозировании степени боеспособности выражение среднего активного времени реагирования будет иметь вид:

$$T_a^n = \sum_{j=1}^m P_j \cdot (\tau_{прогнозj} + t_{вост}). \quad (13)$$

В этом случае эффективность от применения ситуационного управления путём прогнозирования степеней боеспособности подразделений при воздействии радиационного фактора можно оценить с помощью выражения:

$$W = \frac{T_a}{T_a^n} = \frac{\sum_{j=1}^m P_j \cdot (t_{bj} + t_{oj} + t_{yj} + t_{вост})}{\sum_{j=1}^m P_j \cdot (\tau_{прогнозj} + t_{вост})}. \quad (14)$$

В выражении (14)  $t_{bj} + t_{oj} + t_{yj} \gg \tau_{прогнозj}$ , в связи с тем, что прогнозирование боеспособности проходит практически мгновенно после регистрации параметров радиационного фактора ( $X$ ). Поэтому  $W \gg 1$ ,  $T_a^n \ll T_a$ .

Для реализации этого пути в составе аппаратуры войсковой дозиметрии необходимо иметь регистратор параметров радиационного фактора, позволяющий фиксировать воздействующие импульсы в конкретный момент времени. На основании знания их параметров и заблаговременного анализа возможных эффектов, возникающих для различных условий размещения личного состава в фортификационных сооружениях (ВВТ) и особенностей их неравномерного при этом облучения, появляется возможность оперативного и точного предсказания степени боеспособности подразделений и частей в радиационном отношении. Это позволит при знании параметров воздействия определить вероятность пребывания подразделений в определённой степени боеспособности и, следовательно, выбрать рациональную стратегию поддержания или восстановления необходимой боеспособности.

Как уже отмечалось выше, если же заранее нельзя предвидеть, в какой ситуации окажется объект адаптации (применение противником нестандартных боеприпасов, требующие анализа характеристик радиационного фактора), синтез адаптирующего воздействия следует производить после определения нового состояния среды. Такого рода адаптация принято называть апостериорной. Такой подход целесообразно применять при выявлении и оценке радиационной обстановки на РЗМ и возможен лишь в случае наличия адекватной модели ( $F \neq F_0$ , где  $F_0$  – оператор объекта), т.е. при неизменном объекте, что в условиях ведения боевых действий бывает не так часто. Значительно более распространён случай, когда степень боеспособности изменяется во времени (остаточные дозы облучения) непредвиденным образом, а значит практически невозможно подобрать адекватную модель. Это обстоятельство заставляет расширить функции адаптирующего устройства идентификацией, т.е. процессом синтеза адекватной модели, а значит учитывать состояния боеспособности ( $Y$ ).

## Выводы

Бурное развитие технологий военного назначения, а также стремления понизить порог применения существующего ядерного потенциала оказывают большое влияние на средства и методы оценки радиационной обстановки, что, в свою очередь, заставляет разработчиков технических средств засечки и измерений радиационного фактора пересматривать основные концептуальные подходы к проектированию войсковой дозиметрической (спектрометрической) аппаратуры.

Под системой войсковой дозиметрии целесообразно понимать совокупность технических средств: обнаружения (засечки) радиационного фактора, дозиметрических, радиометрических (спектрометрических) измерений, а также алгоритмов обработки измеренной информации и средств их реализации, объединенных в единую систему для поддержания боеспособности подразделений и частей в радиационном отношении.

В современных условиях, когда возрастает вероятность применения тактического ядерного оружия, необходимо использование специальной аппаратуры, обеспечивающей: фиксацию факта воздействия радиационного фактора; определения воздействующих характеристик, по которым определяются возможные радиационные последствия; выбор рациональной стратегии восстановления боеспособности. Эффект от применения ситуационного управления, будет резко возрастать при массовых радиационных потерях.

## Список литературы

1. *Защита от оружия массового поражения / Под редакцией В.В. Мясникова. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Воениздат, 1989. – 398 с.*
2. *Скалецкий Ю.А. Реконструкція і верифікація доз опромінення військових ліквідаторів / Ю.М. Скалецкий. – Рада нац. безпеки і оборони України, Ін-т пробл. нац. безпеки. – К., 2007. – 223 с.*
3. *Действие войск РХБ защиты / С.А. Богданов, О.П. Козырев, В.В. Коробушин и др. // Участие Вору-*

*жённых Сил в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС. – М.: Военная академия хим. защиты имени С.К. Тимошенко, 1995. – С.42-47.*

4. *Василенко И.Я. Ядерное оружие нового поколения и его радиационно-гигиенические аспекты / И.Я. Василенко, О.И. Василенко // Бюллетень по атомной энергии. – 2004. – № 1. – С. 60-62.*
5. *Левшин В.И. О применении ядерного оружия для дезэскалации военных действий / В.И. Левшин, А.В. Неделин, М.Е. Сосновский // Военная мысль. – 1999. – № 3 (5-6). – С. 34-37.*
6. *Белоус В. Тактическое оружие в новых геополитических условиях / В. Белоус // Ядерный контроль. – 1996. – № 14. – С. 2-7.*
7. *Нейтронное оружие и характер его воздействия. Гражданская оборона. Вып.6. – М., 1977. – 98 с.*
8. *Соков Н. Тактическое ядерное оружие: новые геополитические реальности или старые ошибки / Н. Соков // Ядерный контроль. – № 26. – Февраль 1997 г.*
9. *Широкорад А. Малая бомба для малой войны / А. Широкорад // Независимое военное обозрение. – 6 марта 1998 г.*
10. *Растринин Л.А. Адаптация сложных систем / Л.А. Растринин. – Рига: Зинатне, 1981. – 375 с.*
11. *Чернявський І.Ю. Обґрунтування шляхів вдосконалення системи збору та обробки інформації про РХБ обстановку при виконанні завдань підрозділами та частинами у складі ОСШР щодо нейтралізації збройного конфлікту / І.Ю. Чернявський // Інформаційний бюлетень військ РХБ захисту. Науково-інформаційне видання. – Харків: ХІТВ, 2008. – №6 (6).*
12. *Чернявський І.Ю. Повышение качества проведения радиационной разведки районов путем увеличения контролируемой площади бортовым прибором радиационной разведки / И.Ю. Чернявский, В.В. Маруценко // Механіка та машинобудування // Науково-технічний журнал. Харків. НТУ «ХПІ», 2010. – №1. – С. 217-222.*
13. *Чернявський І.Ю. Особенности учета пространственно-временного распределения поглощённой дозы при оценке радиационных потерь в современных условиях / И.Ю. Чернявский // Український радіологічний журнал. – 2015. – Т. XXIII, Вип. 2. – С. 193-196.*

Поступила в редколлегию 23.09.2015

**Рецензент:** д-р техн. наук проф, О.В. Стаховский, Национальный технический университет «ХПИ», ФВП, Харьков.

## ВІЙСЬКОВА ДОЗИМЕТРІЯ ЯК СИСТЕМА ВИЯВЛЕННЯ ТА ОЦІНКИ РАДІАЦІЙНОЇ ОБСТАНОВКИ

І.Ю. Чернявський

*У статті аналізується роль та місце військової дозиметрії у системі виявлення та оцінки радіаційної обстановки. Розглядаються основні інформаційні потоки на різних етапах управління, які дозволяють об'єктивно оцінювати та прогнозувати боєздатність підрозділів та частин по радіаційному фактору.*

**Ключеві слова:** система військової дозиметрії, радіаційний фактор, боєздатність.

## MILITARY DOSIMETRY AS SYSTEM OF IDENTIFICATION AND ASSESSMENT OF RADIATION SITUATION

I.Y. Cherniavskiy

*The article analyzes the role and place of military dosimetry in the system of identification and assessment of radiation situation. Basic information flows at different stages of controls that allow objectively assess and predict the combat capability of units and parts by the radiation factor are discussed in this article.*

**Keywords:** system of military dosimetry, radiation, factor, combat capability.