

ИДЕНТИФИКАЦИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ СОСТОЯНИЙ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИХ УПРАВЛЕНИЯ

Аннотация.

Актуальность и цели. В качестве объекта исследования выступают организационно-технические системы (ОТС), создаваемые и применяемые субъектами управления для эффективного решения широкого класса задач, связанных с выделением и использованием материальных ресурсов. Предметом исследования являются состояния ОТС, которые они могут принимать в ходе решения определенного круга задач. Цель работы – идентифицировать и классифицировать состояния ОТС, выявить закономерности в изменении состояний ОТС для определения путей снижения потребления материальных ресурсов ОТС при достижении необходимого результата. Исследование указанных закономерностей представляет интерес для прогнозирования развития и обоснования распределения ресурсов между составляющими ОТС. Такие вопросы особенно актуальны для ОТС, не создающих прибыли, но обеспечивающих условия для ее формирования.

Материалы и методы. Задачи обеспечения эффективного управления в ОТС формулировались на основе многокритериального подхода, методов общей теории рисков и теории принятия решений. При исследованиях состояний ОТС применялись методы имитационного моделирования.

Результаты и выводы. Предложен подход к оценке эффективности ОТС. Даны параметры идентификации состояний ОТС. В качестве принципа классификации состояний ОТС предлагается использовать зависимость между цикличностью характера принимаемых решений и состояниями ОТС.

Ключевые слова: организационно-техническая система управления, ресурсы, эффективность, состояния системы.

IDENTIFICATION AND CLASSIFICATION OF STATES OF ORGANIZATIONAL-TECHNICAL SYSTEMS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF THEIR CONTROL

Abstract.

Background. The research object is organizational-technical systems (i.e. OTS) which are designed and used by management entities to effectively solve a wide range of problems connected to the allocation and use of material resources. The research subject is OTS states which they can take in the course of solving a certain scope of tasks. The purpose of the work is to identify and classify OTS states, to find patterns in the change of OTS states, to determine the ways to reduce the con-

sumption of OTS material resources when achieving the necessary result. The study of these patterns is interesting for predicting the development and substantiating the distribution of resources between the OTS components. Such issues are especially relevant for OTS, which do not make profit, but provide conditions for its generation.

Materials and methods. The objectives of effective management in OTS were formulated on the basis of a multicriteria approach, based on the methods of the general theory of risks and decisions. When studying OTS states, methods of simulation were used.

Results and conclusions. The article considers an approach to assessing OTS effectiveness. The parameters for identifying OTS states are given. It is proposed to use the dependence between the cyclical nature of the decisions made and OTS states as a principle for classifying OTS states.

Keywords: organizational-technical control system, resources, efficiency, system state.

Введение

Анализ работ, посвященных организационным [1] и организационно-техническим системам с управлением [2], позволил представить упрощенную обобщенную структуру системы с иерархическим управлением (рис. 1). Субъект – лицо принимающее решение (ЛПР), оснащенный средствами вычислительной техники, является организационно-технической подсистемой, выполняющей функции по определению стратегии и тактических схем достижения поставленных целей на основе анализа сложившейся ситуации и текущих результатов взаимодействия с наблюдаемым объектом и объектом управления (ОУ). Формирователь управляющих воздействий (ФУВ) представляет собой исполнительную организационно-техническую подсистему, которая в режиме реального времени на основе заданных ЛПР в решении $\dot{A}(t)$ начальными, граничными условиями и способами преобразования выделенных ресурсов реализует вектор физических управляющих воздействий $\dot{W}(t)$:

$$\dot{W}(t) = F[\dot{A}(t)]. \quad (1)$$

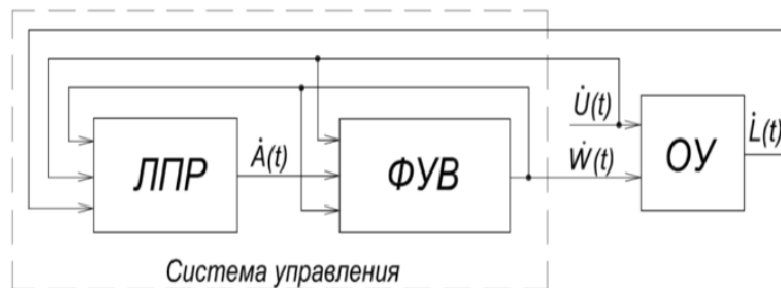


Рис. 1. Упрощенная обобщенная структура системы с управлением

В общем виде цель управления можно определить как обеспечение в режиме реального времени нахождения значений параметров $\dot{L}(t)$ в заданных интервалах с вероятностью $P(t)$.

1. Постановка задачи

Для повышения эффективности взаимодействия с объектом управления необходимо классифицировать состояния организационно-технических систем управления и совокупность параметров для их идентификации.

2. Решение задачи

Режим реального времени сохраняется при условии

$$T_{OУ} > T_{ЛПР} + T_{ФУВ}, \quad (2)$$

где $T_{OУ}$ – усредненное время изменения состояния объекта управления как подсистемы под действием внешних и внутренних факторов; $T_{ЛПР}$ – усредненное время, необходимое ЛПР на принятие решения $\dot{A}(t)$, на основании текущих ситуации и состояния объекта управления; $T_{ФУВ}$ – усредненное время, необходимое ФУВ для формирования $\dot{W}(t)$, на основании текущих решения ЛПР $\dot{A}(t)$, значений контролируемых неуправляемых $\dot{U}(t)$ и управляющих $\dot{W}(t)$ внешних воздействий на объект управления и его состояния.

Таким образом, объект управления принимает состояние, соответствующее $\dot{W}(t)$, за время, определяемое как

$$T_L = T_{OУ} + T_{ЛПР} + T_{ФУВ}.$$

Совокупность ЛПР и ФУВ образует организационно-техническую систему управления. Текущее состояние ФУВ полностью определяется совокупностью выходных параметров $\dot{W}(t)$ (1).

Одним из аспектов принимаемых решений [1] рассматривается мотивация исполнителей организационной составляющей ФУВ к требуемому качеству исполнения $F(t)$. В силу накопленного опыта и психологических факторов на состав, количество и способ использования ресурсов, выделяемых для решения задач управления, влияет мотивация ЛПР [3–5]. Кроме величины предотвращенного риска/полученного выигрыша от взаимодействия с объектом управления, на мотивацию ЛПР оказывает влияние текущее значение эффективности системы управления. В соответствии с системным принципом [2], эффективность системы управления связана со степенью достижения цели функционирования всей системы с управлением. Поэтому текущее значение эффективности можно определить как

$$E(t) = \sum_{j=1}^M \frac{\partial Q(t)}{\partial W_j(t)}, \quad (3)$$

где $j = 1, 2, \dots, M$; M – количество параметров вектора $\dot{W}(t)$; $\partial Q(t)$ – текущее приращение функции полезности (Q) для ЛПР изменений параметров $\dot{L}(t)$; $\partial W_j(t)$ – приращение j -го параметра $\dot{W}(t)$, являющееся одной из причин появления $\partial Q(t)$.

Выражение (3) определяет характер влияния $\partial W_j(t)$ на $E(t)$.

Для наглядности рассмотрим частный случай $M = 1$, для которого (3) приобретает вид

$$E(t) = \frac{dQ(t)}{dW(t)}. \quad (4)$$

Из (4) следует, что $E(t)$ снижается, если по достижении определенного предела $W(t)$ дальнейшее увеличение $dW(t)$ не приводит к увеличению $dQ(t)$. Наступает насыщение по $W(t)$.

В зависимости от характера неопределенности складывающейся ситуации и стремления ЛПР повысить $E(t)$, задачи в рамках $\dot{A}(t)$ перераспределяются между организационной и технической составляющими ФУВ.

Если

$$\frac{\partial Q(t)}{\partial L_i(t)} > 0; \forall i,$$

где $i = 1, 2, \dots, N$; N – количество параметров вектора $\dot{L}(t)$, то при одинаковых значениях предотвращенного риска/полученного выигрыша предпочтение будет отдано альтернативе $\dot{W}(t)$, которая обеспечивает большую $E(t)$. Таким образом, мотивация ЛПР представляет собой один из внутренних факторов, зависящих от $E(t)$ и $E(t+1)$ посредством влияния на выбор альтернативы $\dot{A}(t)$.

Постулируем утверждение: «Системы с управлением, в которых законы функционирования и способы использования ресурсов не противоречат объективным законам, будут достигать целей при минимальном потреблении ресурсов. И наоборот: для достижения целей с нарушением объективных законов потребуется предельно большое количество ресурсов».

Принимаем допущения:

- цели управления не изменяются на интервале времени $T_{\text{ЛПР}} + T_{\text{ФУВ}}$;
- в $\dot{A}(t)$ детерминированно определены функционал F в (1) и способы использования ресурсов при формировании $\dot{W}(t)$;
- функционал F и способы использования ресурсов ФУВ не изменяются в интервале времени $T_{\text{ЛПР}} + T_{\text{ФУВ}}$;
- внутренние и внешние факторы системы с управлением имеют как случайную, так и нестохастическую природу, определяя ситуацию, в которой реализуются функции управления.

Принято считать [2], что если внешняя и внутренняя среды системы с управлением статистически устойчивы, то неопределенность приобретает случайный характер, в противном случае неопределенность становится нестохастической. Как правило, в таких ситуациях ЛПР перераспределяет функции между составляющими ФУВ и корректирует тактические схемы, приводящие объект управления в требуемое состояние. Вероятность принятия верных решений становится субъективной [1].

$\dot{W}(t)$ для объекта управления как подсистемы является внешним фактором, неопределенность которого в силу допущения о детерминированности функционала F в (1) и способов использования ресурсов при формировании $\dot{W}(t)$ определяется характером неопределенности $\dot{A}(t)$ [6]. $\dot{W}(t)$ является одновременно и выходным воздействием всей системы управления, поэтому наблюдаемость и идентификация состояний ФУВ полностью определяют состояние всей системы управления.

В обобщенной структуре системы управления, изображенной на рис. 1, решение $\dot{A}(t)$ для ФУВ принимает ЛППР на основе результатов, полученных в предшествующем этапе управления $\dot{L}(t-T_L)$, $\dot{W}(t-T_L)$ и применения обобщенного критерия для $E(t-T_L)$:

$$T_L = T_{OU} + T_{ЛППР} + T_{ФУВ}.$$

Вектор решения ЛППР может быть представлен в комплексном виде:

$$\dot{A}(t) = Re_{\dot{A}}(t) + i \cdot Jm_{\dot{A}}(t), \quad (5)$$

где $\dot{A}(t)$ – текущее значение вектора решения ЛППР; $Re_{\dot{A}}(t)$ – текущий баланс ресурсов, выделенных ФУВ для формирования $\dot{W}(t)$, который включает ресурсы, оставшиеся в распоряжении ФУВ от формирования $\dot{W}(t-1)$, и ресурсы предоставленные ФУВ субъектом управления в текущий момент времени; $Jm_{\dot{A}}(t)$ – мнимая составляющая, определяющая, уровень объективности F в (1) и технологичность способов использования ресурсов при формировании $\dot{W}(t)$.

Соотношение $\frac{Re_{\dot{A}}(t)}{Jm_{\dot{A}}(t)} = \text{ctg } \alpha(t)$ задает циклическую переменную $\alpha(t)$,

смысл которой определяется диалектикой развития систем.

В результате реализации $\dot{A}(t)$ на выходе ФУВ появляется $\dot{W}(t)$. В зависимости от характера неопределенности ситуации, в которой принимается $\dot{A}(t)$, через $P_{\dot{W}}(t)$ будем обозначать объективную либо субъективную вероятность того, что управляющее воздействие $\dot{W}(t)$ находится в области, обеспечивающей требуемые диапазоны рассеивания $\dot{L}(t)$.

Субъективная вероятность является вероятностной мерой на множестве событий [7], удовлетворяющей той же системе аксиом, что и вероятность объективная. С этой точки зрения она ничем не отличается от объективной вероятности [8]. Тогда зависимость между параметрами принятого решения и управляющего воздействия можно представить в виде

$$P_{\dot{W}}(t) + \overline{P_{\dot{W}}}(t) = \cos^2 \alpha(t) + \sin^2 \alpha(t), \quad (6)$$

где $\overline{P_{\dot{W}}}(t)$ – объективная/субъективная вероятность того, что $\dot{W}(t)$ не обеспечивает достижения целей системы управления.

Зависимость (6) является инвариантной для любой организационно-технической системы управления.

На рис. 2 в фазовой плоскости состояний системы управления построена диаграмма, иллюстрирующая зависимость (6).

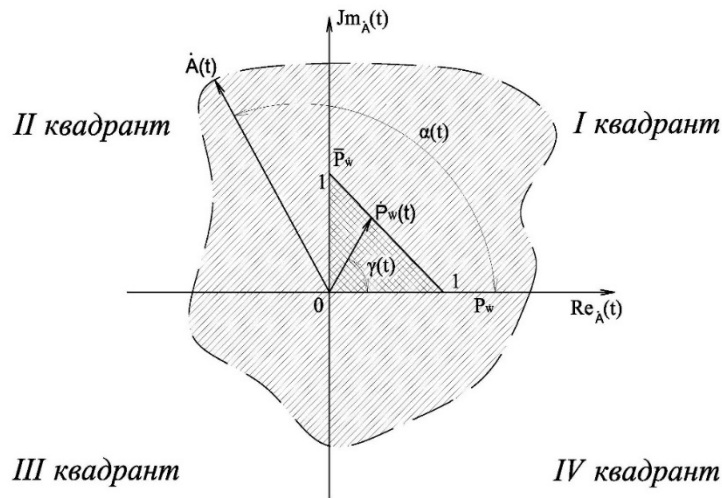


Рис. 2. Влияние параметров $\dot{A}(t)$ на вероятность того, что выходные параметры $\dot{W}(t)$ будут обеспечивать достижение цели системы управления

Согласно рис. 2 и зависимости (6) имеем

$$\operatorname{tg} \gamma(t) = \frac{\bar{P}_{\dot{W}}(t)}{P_{\dot{W}}(t)} = \operatorname{tg}^2 \alpha(t), \quad (7)$$

$$|\dot{P}_{\dot{W}}(t)| = \sqrt{P_{\dot{W}}(t)^2 + \bar{P}_{\dot{W}}(t)^2} = \sqrt{2 \cdot P_{\dot{W}}(t)^2 - 2 \cdot P_{\dot{W}}(t) + 1}. \quad (8)$$

Если ограничить вектор $\dot{A}(t)$ значениями $Re_{\dot{A}}(t)$ на уровне $\pm 100\%$ при полной свободе выбора в цикле управления функционала F и способов преобразования ресурсов в $\dot{W}(t)$, что соответствует $Im_{\dot{A}}(t) = \pm 100\%$, то характер изменения $P_{\dot{W}}(t)$ в квадрантах фазовой плоскости состояний ФУВ отражает поверхность, изображенная на рис. 3.

Анализ графика $|\dot{P}_{\dot{W}}| = f(P_{\dot{W}})$ на рис. 4 показывает, что $|\dot{P}_{\dot{W}}|$ характеризует определенность, с которой параметры $\dot{W}(t)$ обеспечивают требуемую вероятность нахождения параметров $\dot{L}(t)$ в заданных интервалах, и представляет собой функцию от вероятности такого события, являющуюся инвариантом для систем управления, работающих в условиях неопределенности. Важно отметить, что определенность нахождения выходных параметров системы изменяется в пределах 0,7–1,0.

Графики, отражающие влияние $\alpha(t)$ на $|\dot{P}_{\dot{W}}(t)|$, построенные на основании зависимостей (7) и (8), изображены на рис. 5.

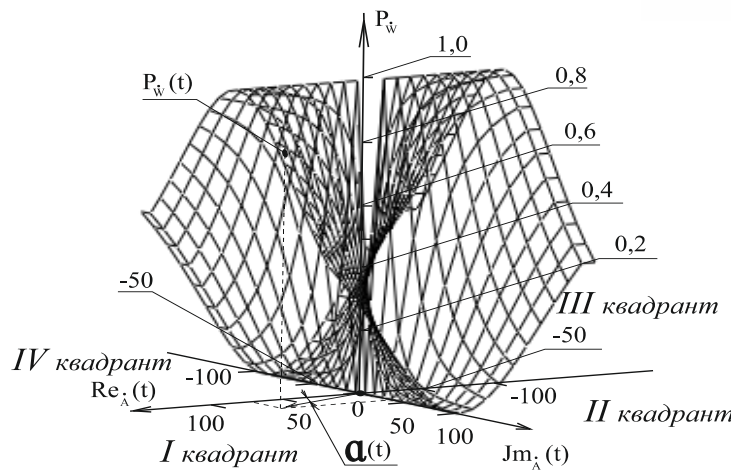


Рис. 3. Изменение состояния ФУВ в функции от выделенных ресурсов и способов их преобразования в управляющее воздействие $W(t)$

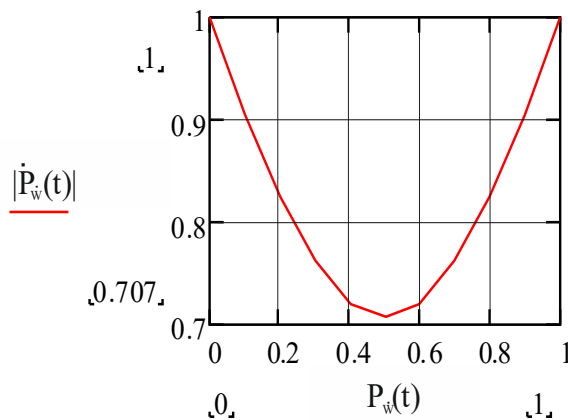


Рис. 4. График зависимости (8)

Анализ графиков на рис. 5 показывает, что:

– вектор состояния $P_{W}(t)$ ОУ не зависит от модуля

$$\sqrt{[Re_{\dot{A}}(t)]^2 + [Jm_{\dot{A}}(t)]^2}, \text{ а полностью определяется соотношением } \frac{Re_{\dot{A}}(t)}{Jm_{\dot{A}}(t)};$$

– при монотонном характере $\alpha(t)$ частота изменения соотношения

$\frac{Re_{\dot{A}}(t)}{Jm_{\dot{A}}(t)}$ не менее чем в 2 раза меньше частоты изменения состояний ФУВ и

не менее чем в 4 раза меньше частоты изменения определенности параметров

управляющих воздействий $\dot{W}(t)$. Это обстоятельство особенно важно учитывать при построении дискретных систем с управлением.

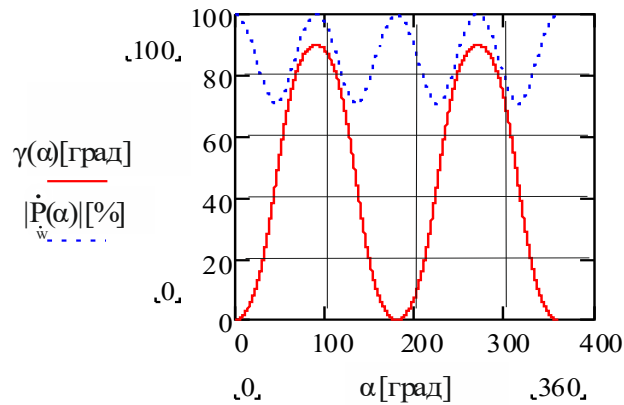


Рис. 5. Зависимость соотношения объективных/субъективных вероятностей, с которыми ФУВ обеспечивает нахождение объекта управления в заданном состоянии и вне его, определяемая углом γ , а также определенности $|\dot{P}_w|$, с которой ФУВ обеспечивает нахождения выходных параметров формирователя управляющих воздействий в требуемом интервале, от циклической переменной $\alpha(t)$, задающей состояние ФУВ

ЛПР принимает решения, которые реализуются как организационной, так и инженерно-технической составляющей ФУВ. Поэтому ЛПР определяет долю участия каждой из составляющей ФУВ в реализации принятого решения. Работа в режиме реального времени (2) требует от систем управления изменения их состояния исходя из сложившейся ситуации. Неопределенность ситуаций, в которых принимаются $\dot{A}(t)$, предполагает возможность резких изменений в характере $\dot{W}(t)$.

3. Практическая интерпретация полученных зависимостей

Если допустить, что $\alpha(t)$ монотонно возрастает, то значения осей $Re_{\dot{A}}(t)$ и $Jm_{\dot{A}}(t)$ в (5) и результаты анализа графиков на рис. 2, 3 позволяют в рамках формирования общего представления о системе управления [2] охарактеризовать изменения состояния ФУВ в квадрантах фазовой плоскости.

Положительное направление оси $Re_{\dot{A}}(t)$ соответствует положительному балансу ресурсов при формировании $\dot{W}(t)$, т.е. имеется превышение ресурсов, полученных на выходе ОУ от реализации $\dot{W}(t)$ над затратами ресурсов на реализацию $\dot{W}(t)$. Положительное направление $Jm_{\dot{A}}(t)$ соответствует росту эффективности способов преобразования ресурсов при формировании $\dot{W}(t)$.

В начале координат система управления начинает существовать. ЛПР, мотивированное на создание системы управления, реализует организационно-техническую структуру ФУВ, изначально обеспечивая положительный баланс ресурсов формирования $\dot{W}(t)$. При этом основные функции выполняются технической составляющей ФУВ, применяющей известные способы использования ресурсов в режиме реального времени, что обеспечивает в исходной ситуации $\dot{P}_{\dot{W}}(t) = 1$.

Достижение цели управления при изменении ситуации взаимодействия с ОУ ЛПР обеспечивает изменение состояния ФУВ посредством корректировки соотношения $\frac{Re_{\dot{A}}(t)}{Jm_{\dot{A}}(t)}$, что приводит к снижению положительного ба-

ланса ресурсов формирования $\dot{W}(t)$. Таким образом, в I квадранте фазовой плоскости у ЛПР накапливается потенциал объективного использования ресурсов, соответствующий положительному направлению оси $Jm_{\dot{A}}(t)$. Исходя из ранее постулированного утверждения, можно заключить, что предельная объективность свойственна естественным системам управления и достигается при нулевом балансе ресурсов, потребляемых ФУВ. Примерами систем, поддерживающих такое состояние, служат колонии муравьев, семьи диких пчел, в которых функции ФУВ при решении задач по охране, поддержанию микроклимата, заготовке припасов, кормления потомства и т.д. реализуют насекомые определенного возраста или ситуационной роли в соответствии со способами использования ресурсов, установленными эволюцией развития этих биосистем [9, 10].

При дальнейшем изменении ситуации и нулевом балансе ресурсов $\dot{P}_{\dot{W}}(t) = 0$ накопленный объективный потенциал применения способов переработки ресурсов позволяет провести реорганизацию ФУВ во II квадранте фазовой плоскости, по мере необходимости передавая функции по формированию организационной составляющей – «ручной режим управления». Универсальность организационной составляющей обеспечивает решение задач управления в новой ситуации, применяя экстенсивные методы использования ресурсов, что неизбежно приводит к отрицательному балансу ресурсов. Экстенсивные методы использования ресурсов позволяют достичь $\dot{P}_{\dot{W}}(t) = 1$, при этом отрицательный баланс ресурсов достигает величин, соизмеримых с затратами на создание новой структуры ФУВ на основе инновационных способов переработки ресурсов в $\dot{W}(t)$. По мере перехода организационной составляющей ФУВ на новые способы использования ресурсов в III квадранте фазовой плоскости баланс ресурсов становится нулевым. При этом предельное значение получает субъективный потенциал использования инновационных способов переработки ресурсов, соответствующий отрицательным значениям $Jm_{\dot{A}}(t)$. Реализация в технической составляющей ФУВ инновационных способов в IV квадранте фазовой плоскости приводит к снижению их субъективности, обеспечивая положительное значение баланса ресурсов. Предельная концентрация функций ФУВ у технической состав-

ляющей обеспечивает $\dot{P}_{\dot{W}}(t) = 1$ при максимальном положительном балансе ресурсов, выделяемых на формирование $\dot{W}(t)$, что определяет начало нового цикла ФУВ.

Характер изменения состояний ФУВ и анализ зависимостей (6)–(8) позволяет установить закономерности цикличности. Это необходимо для идентификации текущего и прогнозирования дальнейших изменений состояний ФУВ. Признаки идентификации отражены в табл. 1.

Таблица 1

Признаки идентификации состояния ФУВ

Параметры состояния	Значения								
α [рад]	$0 \dots \frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{4} \dots \frac{\pi}{2}$	$\frac{\pi}{2} \dots \frac{3\pi}{4}$	$\frac{3\pi}{4} \dots \pi$	$\pi \dots \frac{5\pi}{4}$	$\frac{5\pi}{4} \dots \frac{3\pi}{2}$	$\frac{3\pi}{2} \dots \frac{7\pi}{4}$	$\frac{7\pi}{4} \dots 2\pi$	
γ [рад]	$0 \dots \frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{4} \dots \frac{\pi}{2}$	$\frac{\pi}{2} \dots \frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{4} \dots 0$	$0 \dots \frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{4} \dots \frac{\pi}{2}$	$\frac{\pi}{2} \dots \frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{4} \dots 0$	
$\frac{d\gamma}{d\alpha}$	>0	>0	<0	<0	>0	>0	<0	<0	
$ \dot{P}_{\dot{W}}(\alpha) $	1...0,7	0,7...1	1...0,7	0,7...1	1...0,7	0,7...1	1...0,7	0,7...1	
$\frac{d \dot{P}_{\dot{W}}(\alpha) }{d\alpha}$	<0	>0	<0	>0	<0	>0	<0	>0	
Jm_A	>0	>0	>0	>0	<0	<0	<0	<0	
Re_A	>0	>0	<0	<0	<0	<0	>0	>0	

Проведенный анализ квадрантов фазовой плоскости ФУВ показал:

– в I и II квадрантах способы использования ресурсов имеют объективный характер. Поэтому интервалы $\dot{W}(t)$ будут определяться методической погрешностью оценки результатов применения способов использования ресурсов и случайным разбросом их параметров;

– субъективность способов использования ресурсов в III и IV квадрантах фазовой плоскости определяет возможность оценки разброса параметров $\dot{W}(t)$ через случайное рассеяние параметров ресурсов и субъективную вероятность принятия решения $\dot{A}(t)$.

Заключение

Зависимость (3) устанавливает связь между изменениями параметров управляющих воздействий $W(t)$ и эффективностью $E(t)$ системы с управлением.

На основании зависимостей (5)–(7) классифицированы и описаны состояния системы управления в квадрантах фазовой плоскости. Анализ полученных соотношений (7), (8) позволил установить, что при монотонном изме-

нении $\alpha(t)$ $P_{\dot{W}}(t)$ изменяется с частотой, в 2 раза превышающей частоту изменения $\alpha(t)$ и в 2 раза меньшей частоты изменения $|\dot{P}_{\dot{W}}|$.

Для идентификации состояний системы управления предложено использовать совокупности значений признаков, отраженных в табл. 1.

Состояния системы управления в I квадранте фазовой плоскости обеспечивают положительный баланс ресурсов, выделяемых на функционирование организационно-технических систем управления, что согласно (4) при одинаковых приращениях функции полезности приводит к снижению затрат на формирование управляющих воздействий и к повышению эффективности системы управления.

Предложенный подход позволяет обосновать затраты ресурсов на эксплуатацию, реорганизацию, реструктуризацию и создание новых организационно-технических систем управления.

Приведенные графики изменения состояния систем управления позволяют прогнозировать ритмичность обоснованных затрат на формирование $\dot{W}(t)$.

Библиографический список

1. Кулагин, О. А. Принятие решений в организациях : учеб. пособие / О. А. Кулагин. – Санкт-Петербург : Изд. дом «Сентябрь», 2001. – 148 с.
2. Анфилатов, В. С. Системный анализ в управлении : учеб. пособие / В. С. Анфилатов, А. А. Емельянов, А. А. Кукушкин. – Москва : Финансы и статистика, 2002. – 368 с.
3. Мордашкин, В. К. Уравнение эволюции, определяющее качество систем охраны особо важного объекта с учетом социального характера мотивации его развития / В. К. Мордашкин, Ю. А. Оленин, Л. Е. Лебедев // Актуальные проблемы защиты и безопасности : тр. III Всерос. науч.-практ. конф. – Санкт-Петербург : НПО Специальных материалов, 2000. – Т. 2. – С. 103–104.
4. Мордашкин, В. К. Вопросы системного анализа охраны объектов / В. К. Мордашкин, Ю. А. Оленин, Л. Е. Лебедев // Научно-методический сборник. – Калининград : КВИ ФПС, 2000. – № 7. Ч. 2. – С. 38–49.
5. Мордашкин, В. К. Цикличность мотивации систем безопасности / В. К. Мордашкин // Проблемы управления безопасностью сложных систем : тр. XIV Междунар. науч. конф. / под ред. Н. И. Архиповой, В. В. Кульбы. – Москва : РГГУ, 2006. – С. 83–85.
6. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей / Е. С. Вентцель. – Изд. 4, стереотип. – Москва : Наука, 1969. – 576 с.
7. Yager, R. R. An eigenvalue method of obtaining subjective probabilities / R. R. Yager // Behaviorial sci. – 1979. – Vol. 24, № 6.
8. Дулесов, А. С. Субъективная вероятность в определении меры неопределенности состояния объекта / А. С. Дулесов, М. Ю. Семенова // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 3. – С. 81–86.
9. Бочарников, Ю. С. Руководство пчеловоду / Ю. С. Бочарников. – URL: http://medovyi.spas9.ru/s_1.htm (дата обращения: 16.02.2017).
10. Луговской, В. М. «Распределенный мозг» муравьиной семьи / В. М. Луговской // Наука и жизнь. – 2007. – № 3. – С. 66–72.

References

1. Kulagin O. A. *Prinyatie resheniy v organizatsiyakh: ucheb. posobie* [Decision making at organizations: tutorial]. Saint-Petersburg: Izd. dom «Sentyabr», 2001, 148 p. [In Russian]

2. Anfilatov V. S., Emel'yanov A. A., Kukushkin A. A. *Sistemnyy analiz v upravlenii: ucheb. posobie* [System analysis in management: tutorial]. Moscow: Finansy i statistika, 2002, 368 p. [In Russian]
3. Mordashkin V. K., Olenin Yu. A., Lebedev L. E. *Aktual'nye problemy zashchity i bezopasnosti: tr. III Vseross. nauch.-prakt. konf.* [Topical issues of protection and security: proceedings of III All-Russian scientific and practical conference]. Saint-Petersburg: NPO Spetsial'nykh materialov, 2000, vol. 2, pp. 103–104. [In Russian]
4. Mordashkin V. K., Olenin Yu. A., Lebedev L. E. *Nauchno-metodicheskiy sbornik* [Scientific and methodological collection]. Kaliningrad: KVI FPS, 2000, no. 7, part 2, pp. 38–49. [In Russian]
5. Mordashkin V. K. *Problemy upravleniya bezopasnost'yu slozhnykh sistem: tr. XIV Mezhdunar. nauch. konf.* [Issues of complex system security management: proceedings of XIV International scientific conference]. Moscow: RGGU, 2006, pp. 83–85. [In Russian]
6. Venttsel' E. S. *Teoriya veroyatnostey* [The probability theory]. 4th ed., steriotip. Moscow: Nauka. 1969, 576 p. [In Russian]
7. Yager R. R. *Behaviorial sci.* 1979, vol. 24, no. 6.
8. Dulesov A. S., Semenova M. Yu. *Fundamental'nye issledovaniya* [Basic research]. 2012, no. 3, pp. 81–86. [In Russian]
9. Bocharnikov Yu. S. *Rukovodstvo pchelovodu* [Bee-keeping guide]. Available at: http://medovy.spas9.ru/s_1.htm (accessed February 16, 2017). [In Russian]
10. Lugovskoy V. M. *Nauka i zhizn'* [Science and life]. 2007, no. 3, pp. 66–72. [In Russian]

Мордашкин Вячеслав Константинович

кандидат технических наук, главный специалист, Научно-исследовательский и конструкторский институт радиоэлектронной техники – филиал Производственного объединения «Старт» им. М. В. Проценко» (Россия, Пензенская область, г. Заречный, пр. Мира, корп. 1)

E-mail: office@nikiret.ru

Волчихин Владимир Иванович

доктор технических наук, профессор, президент, Пензенский государственный университет (Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: cnit@pnzgu.ru

Первуниных Вадим Александрович

директор, Научно-исследовательский и конструкторский институт радиоэлектронной техники – филиал Производственного объединения «Старт» им. М. В. Проценко» (Россия, Пензенская область, г. Заречный, пр. Мира, корп. 1)

E-mail: office@nikiret.ru

Мордашкин Вячеслав Константинович

Candidate of engineering sciences, chief specialist, Research and Design Institute of Radioelectronic Technology - branch of "Production Association" Start "named after M. V. Protsenko" (building 1, Mira avenue, Zarechny, Penza region, Russia)

Volchihin Vladimir Ivanovich

Doctor of engineering sciences, professor, the president of Penza State University (40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Pervuninskikh Vadim Aleksandrovich

Director, Research and Design Institute of Radioelectronic Technology - branch of "Production Association" Start "named after M.V. Protsenko" (building 1, Mira avenue, Zarechny, Penza region, Russia)

Лапшин Эдуард Владимирович

доктор технических наук, профессор,
кафедра конструирования
и производства радиоаппаратуры,
Пензенский государственный
университет (Россия, г. Пенза,
ул. Красная, 40)

E-mail: kipra@pnzgu.ru

Lapshin Eduard Vladimirovich

Doctor of engineering sciences, professor,
sub-department of radio equipment design
and production, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Образец цитирования:

Мордашкин, В. К. Идентификация и классификация состояний организационно-технических систем для повышения эффективности их управления / В. К. Мордашкин, В. И. Волчихин, В. А. Первунинских, Э. В. Лапшин // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2019. – № 3 (51). – С. 45–57. – DOI 10.21685/2072-3059-2019-3-4.