

**Автоматика. Информатика.
Управление. Приборы**

УДК 519.6:614.89

**УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ РАЗРАБОТКИ
И МОДЕРНИЗАЦИИ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ**

С.Б. Путин, П.Ю. Путин

ОАО «Корпорация «Росхимзащита», г. Тамбов; pavel_putins@mail.ru

Представлена членом редколлегии профессором С.И. Дворецким

Ключевые слова и фразы: жизненный цикл; многокритериальное управление; мультипроектная среда; оптимальное управление; оптимальный выбор; показатель инновационности; степень риска; управление проектами.

Аннотация: В работе представлен подход к формализации задач управления проектами по разработке и модернизации средств защиты органов дыхания. Впервые предложено многоуровневое управление проектами, где на нижнем уровне происходит выбор оптимального варианта технического решения отдельного проекта, а на верхнем уровне – управление проектом и многокритериальное управление потоком проектов – мультипроектной средой. Также впервые в значимые параметры задачи управления проектами, исходя из специфики разрабатываемых и модернизируемых изделий, включены параметры, характеризующие степень полноты реализации технических идей (показатель инновационности) и степень риска, характеризующую вероятность невыполнения изделиями своих функций.

Обозначения

$G(M_{ji})$ – допустимые затраты на весь проект;	$\ \cdot \ $ – норма вектора отклонения.
$g(W_{jis})$ – вектор затрат;	
N_{ji} – множество состояний функционирования;	Аббревиатуры
l – число рассмотренных вариантов;	ЖЦ – жизненный цикл;
Q_p – минимальный риск;	З – задел;
Q_{Tx} – наилучшие технические характеристики;	ЗПР – задача принятия проектного решения;
Q_g – минимальные затраты на проект;	ЗУПр – задача управления проектом;
Q_t – время выполнения проекта;	ИВ – информационные возможности;
S – стадия;	ΔIV_{ji}^M – максимально возможное
t_i – момент времени;	улучшение информационных возможностей;
u – число стадий жизненного цикла проекта;	К – конструктивное решение;
V – вариант;	ΔK_{ji}^M – максимально возможное улучшение
v^* – оптимальный вариант;	конструктивного решения;
W – воздействия;	
v – альтернативный вариант;	
PrM_{ji} – модель процесса проектирования;	

M_j – математическая модель;	PM – результат математической модели;
ПД – принцип действия;	СЗОД – средства защиты органов дыхания;
ПМ – последовательность модернизации;	ТХ – технические характеристики;
$\Delta ПД_{ji}^M$ – максимально возможное улучшение принципа действия;	$\Delta ТХ_{ji}^M$ – максимально возможное улучшение технических характеристик.
P_{ji} – риск;	

В последнее время во всех сферах человеческой деятельности возрастает потребность в использовании систем жизнеобеспечения. Это вызывается целым рядом факторов, к которым прежде всего относятся техногенные катастрофы, природные катаклизмы, террористические акты, локальные войны, ухудшение экологической обстановки. Кроме того, расширяются границы областей деятельности человека – космос, морские глубины, управление процессами с критическими температурами, давлениями, концентрациями вредных веществ, уровнем радиации [1].

Все это делает актуальным и важным направлением современной науки разработку систем жизнеобеспечения и защиты как отдельного человека, так и групп людей. Одним из ключевых элементов систем жизнеобеспечения являются СЗОД, предназначенные для защиты в опасной внешней среде наиболее уязвимых органов человека.

На предприятии, производящем СЗОД, приходится не только разрабатывать новые изделия, но и вести работы по модернизации и изменению каждого изделия из всей номенклатуры. Это объясняется несколькими причинами, такими как:

- постоянное изменение требований нормативно-правовых документов;
- изменение требований заказчиков;
- изменение задач защиты человека;
- изменение применяемых конструкционных и химических материалов;
- освоение новых рынков.

Как правило, эти работы должны выполняться одновременно, и являются взаимосвязанными (пересекающимися) по ресурсам (кадры, испытательное оборудование и прочее). Кроме этого, результатами работ должны быть:

- безусловное качество и надежность реализованных решений;
- максимальная реализация тех инноваций, которые планировались при постановке этих работ;
- выполнение работ в заданные сроки.

Все это возможно реализовать только при корректной постановке задач и управлении проектами.

Основные определения

Определение 1. Объектом исследования является класс систем защиты органов дыхания человека, охватывающий СЗОД различных типов и назначения, в том числе индивидуальных и коллективных. Отличительными особенностями данного класса систем (изделий, объектов) являются сложность протекающих при их функционировании физико-химических и биологических процессов с участием живых организмов, высокие требования к отказоустойчивости и сохраняемости, возможность выполнения функций жизнеобеспечения в экстремальных условиях.

Определение 2. Основными этапами (стадиями, фазами) жизненного цикла большинства типов СЗОД являются: проектирование, изготовление (производство), хранение (ожидание), работа (функционирование), восстановление (для по-

следующего хранения и функционирования), утилизация. Эффективность функционирования СЗОД определяется их готовностью и отказоустойчивостью; для этого используется группа показателей.

Определение 3. Важнейшими показателями эффективности функционирования СЗОД являются: вероятность гарантированного выполнения в полном объеме всех функций в оговоренных ситуациях, начиная с произвольного момента времени, время перевода СЗОД из режима хранения в режим работы; кратность использования и затраты на обслуживание.

Требуемые значения показателей эффективности обеспечиваются работами на стадии проектирования СЗОД с использованием методов математического и физического моделирования.

Определение 4. Риск P_{ji} , характеризующий вероятность невыполнения изделием СЗОД своих защитных функций [2, 3], который может быть уточнен в ходе реализации проекта, рассчитывается в соответствии с требованиями ГОСТ, нормативно-правовых документов или может быть оценен экспертно с использованием методик, принятых на предприятии.

Определение 5. Математическая модель СЗОД j -го типа, обозначим ее M_j , включает описания физико-химических и биологических процессов [4], протекающих в объекте и определяющих его ПД, К, ИВ и ТХ, то есть

$$M_j = (ПД_j, K_j, ИВ_j, ТХ_j). \quad (1)$$

Каждый тип СЗОД может иметь несколько модификаций, модель i -ой модификации СЗОД j -го типа по аналогии с (1) будет обозначаться

$$M_{ji} = (ПД_{ji}, K_{ji}, ИВ_{ji}, ТХ_{ji}). \quad (2)$$

Определение 6. Проект СЗОД есть последовательность взаимосвязанных операций (стадий), направленных на достижение конкретного результата по созданию нового типа СЗОД или модернизации существующего (прототипа); для выполнения проекта требуются определенные трудовые, материальные и временные ресурсы.

Проектирование СЗОД предприятием производится в условиях мультипроектной среды.

Определение 7. Мультипроектная среда или мультипроект есть одновременное выполнение организацией значительного числа взаимосвязанных проектов как крупных, так и небольших в виде частичных усовершенствований существующих СЗОД.

Определение 8. Последовательность модернизаций объекта j -го типа будем называть потоком проектов изделия j -го типа и обозначать $ПМ_j(t_i)$, здесь t_i , $i=0,1,2,\dots$ – момент запуска проекта $ПрМ_{ji}$ объекта, описываемого моделью M_{ji} .

Необходимость модернизации обуславливается как внешними (требования заказчиков, конкуренция), так и внутренними (результаты выполняемых НИР) факторами.

Определение 9. Модель процесса проектирования $ПрМ_{ji}$ объекта M_{ij} представим как модель динамики дискретной системы

$$ПрМ_{ji}[s] = M_{ji}[s-1] + W_{jis} \left\{ \left\{ ПД_{jis}, s \in S_{ПД} \right\} \right\},$$

$$\left\{ K_{jis}, s \in S_K \right\}, \left\{ ИВ_{jis}, s \in S_{ИВ} \right\}, s = \overline{1, u}, \quad (3)$$

здесь $M_{ji}[s-1]$ – состояние проектируемого объекта в результате выполнения работ на $(s-1)$ стадии ЖЦ проекта, причем $M_{ji}[0] = M_{j(i-1)}$; W_{jis} – воздействия на s -ой стадии ЖЦ, заключающиеся в изменении компонент ПД, К, ИВ; u – число стадий ЖЦ проекта.

Основные работы по изменению каждого из компонентов M_{ji} , то есть ПД, К, ИВ, обычно производятся на разных стадиях ЖЦ проекта. Соответствующие подмножества стадий обозначены $S_{ПД}$, S_K , $S_{ИВ}$.

Задачи управления проектами

Задачи управления проектами охватывают широкий класс решений: от проектного на одной стадии ЖЦ проекта, до управления интенсивным потоком проектных работ СЗОД различных типов [5, 6].

Определение 10. Работы при выполнении s -ой стадии проекта M_{ji} будем называть принятием проектных решений на s -ой стадии и обозначать R_{jis} , $s=1, 2, 3, \dots$, а множество альтернативных вариантов объекта M_{ji} , рассматриваемых на s -ой стадии, обозначим $V_{jis} = \{v_v, v = \overline{1, l}\}_{jis}$, здесь l – число рассматриваемых вариантов.

Заметим, что значения l для разных стадий могут различаться.

Определение 11. Выбор оптимального варианта v^* на s -ой стадии из множества альтернативных V_{jis} будем называть задачей принятия проектного решения и сокращенно обозначать ЗПР R_{jis} .

Наряду с выбором оптимального варианта v^* при ЗПР R_{jis} производится ранжирование остальных решений.

Определение 12. Задачу управления выполнением всех стадий ЖЦ проекта при создании объекта M_{ji} будем называть задачей управления проектом ПрМ M_{ji} .

При рассмотрении ЗУПрМ M_{ji} учитываются результаты, достигнутые для объекта $M_{j(i-1)}$, то есть проекта ПрМ $M_{j(i-1)}$; обозначим эти результаты РМ $M_{j(i-1)}$; в соответствии с определением 4 к ним относятся: используемый принцип действия в аппарате ПД $M_{j(i-1)}$, то есть описание (модель) физико-химических и биологических процессов; технические характеристики объекта ТХ $M_{j(i-1)}$; конструктивное решение К $M_{j(i-1)}$; информационные возможности ИВ $M_{j(i-1)}$, а также неосуществленные возможности (задел $Z_{j(i-1)}$), полученные при разработке объекта $M_{j(i-1)}$, то есть

$$РМ_{j(i-1)} = (ТХ_{j(i-1)}, ПД_{j(i-1)}, К_{j(i-1)}, ИВ_{j(i-1)}, Z_{j(i-1)}). \quad (4)$$

В результате эксплуатации прототипа $M_{j(i-1)}$, сопоставления его с характеристиками аналогов – объектами конкурентов, сведений о новых возможностях

технических средств и материалов собирается информация о возможности или необходимости улучшения отдельных характеристик M_{ji} . Представим эту информацию в виде:

$$TX_{ji} = TX_{j(i-1)} + \Delta TX_{ji}; \quad \Delta TX_{ji} \in [0; \Delta TX_{ji}^M], \quad (5)$$

здесь ΔTX_{ji}^M – максимально возможное улучшение технических характеристик, определяемое состоянием развития науки и техники на момент времени t_i (инновационный показатель).

Добиться улучшения технических характеристик можно за счет внесения изменений в принцип действия, конструкцию и информационные возможности объекта. Под изменениями ПД, К и ИВ понимается также добавление новых компонентов и расширение функциональных возможностей СЗОД. По аналогии с (5) можно записать:

$$ПД_{ji} = ПД_{j(i-1)} + \Delta ПД_{ji}; \quad \Delta ПД_{ji} \in [0; \Delta ПД_{ji}^M]; \quad (6)$$

$$K_{ji} = K_{j(i-1)} + \Delta K_{ji}; \quad \Delta K_{ji} \in [0; \Delta K_{ji}^M]; \quad (7)$$

$$ИВ_{ji} = ИВ_{j(i-1)} + \Delta ИВ_{ji}; \quad \Delta ИВ_{ji} \in [0; \Delta ИВ_{ji}^M], \quad (8)$$

здесь $\Delta ПД_{ji}^M$, ΔK_{ji}^M , $\Delta ИВ_{ji}^M$ имеют тот же смысл, что ΔTX_{ji}^M в (5).

В ряде случаев вместо интервальных значений, например $[0; \Delta ПД_{ji}^M]$ целесообразно рассматривать множества альтернативных вариантов улучшений прототипа. В этих случаях вместо (6) – (8) используются соотношения:

$$ПД_{ji} \in \{ПД_{ji_1} = ПД_{j(i-1)}, ПД_{ji_2}, \dots\}; \quad (9)$$

$$K_{ji} \in \{K_{ji_1} = K_{j(i-1)}, K_{ji_2}, \dots\}; \quad (10)$$

$$ИВ_{ji} \in \{ИВ_{ji_1} = ИВ_{j(i-1)}, ИВ_{ji_2}, \dots\}; \quad (11)$$

здесь $ПД_{ji_v}$, K_{ji_v} , $ИВ_{ji_v}$, $v = 1, 2, \dots$ – соответственно v -й альтернативный вариант $ПД_j$, K_j , $ИВ_j$.

Формулы (6) – (8) используются, если решаются задачи оптимизации режимов работы, размеров компонентов, их размещения и т.д., а соотношения (9) – (11) – при выборе оптимальных вариантов проектных решений.

Вектор затрат при выполнении работ s -ой стадии обозначим $g(W_{jis})$, допустимые затраты на весь проект – $G(M_{ji})$. В этом случае ограничение на используемые ресурсы при управлении проектом записывается в виде

$$\sum_{s=1}^u g(W_{jis}) \in G(M_{ji}). \quad (12)$$

Конечная цель проектирования объекта M_{ji} может быть представлена кортежем

$$Q(M_{ji}) = \langle (TX_{ji} \in TX_d), (t_{ji} \leq t_{ji}^k), (P_{ji} \leq P_d) \rangle, \quad (13)$$

здесь TX_d – допустимые (по техническому заданию) технические характеристики; t_{ji}, t_{ji}^k – фактический и планируемый сроки завершения проекта; P_{ji}, P_d – оценка риска и допустимое его значение.

Для принятых обозначений ЗУПр M_{ji} формулируется следующим образом.

Для заданных:

- объекта прототипа $M_{j(i-1)}$;
- возможного улучшения технических характеристик ΔTX_{ji}^M ;
- изменений соответственно принципа действия, конструкции, информационных возможностей $\Delta ПД_{ji}^M, \Delta K_{ji}^M, \Delta ИВ_{ji}^M$ или множеств вариантов (9) – (11);
- допустимых затрат $G(M_{ji})$,

требуется определить такие воздействия на проект $W_{jis}, s = \overline{1,4}$, чтобы в соответствии с моделью (3) достичь цели проектирования (13), то есть за требуемое время t_{ji}^k получить требуемые технические характеристики при допустимом риске с учетом множества состояний функционирования \mathbf{H}_{ji} .

Математически сформулированная задача записывается в виде:

$$M_{ji}[s] = M_{ji}[s] + W_{ji}[s], \quad M_{ji}[0] = M_{j(i-1)}, \quad s = \overline{1, u}; \quad (14)$$

$$W_{ji}[s] = W_{jis} (\{ПД_{jis}, s \in S_{ПД}\}, \{K_{jis}, s \in S_K\}, \{ИВ_{jis}, s \in S_{ИВ}\}); \quad (15)$$

$$\sum_{s \in S_{ПД}} ПД_{jis} \in [(ПД_{j(i-1)} + [0; \Delta ПД_{ji}^M]) \cup \{ПД_{ji_1}, ПД_{ji_2}, \dots\}]; \quad (16)$$

$$\sum_{s \in S_K} K_{jis} \in [(K_{j(i-1)} + [0; \Delta K_{ji}^M]) \cup \{K_{ji_1}, K_{ji_2}, \dots\}]; \quad (17)$$

$$\sum_{s \in S_{ИВ}} ИВ_{jis} \in [(ИВ_{j(i-1)} + [0; \Delta ИВ_{ji}^M]) \cup \{ИВ_{ji_1}, ИВ_{ji_2}, \dots\}]; \quad (18)$$

$$\sum_{s=1}^u g(W_{jis}) \in G(M_{ji}); \quad (19)$$

$$TX_{ji}(\mathbf{H}) \in TX_d; \quad (20)$$

$$\sum_{s=1}^u t_{jis} \leq t_{ji}^k; \quad (21)$$

$$P_{ji}(\mathbf{H}) \leq P_d; \quad (22)$$

$$\exists_{ji} = [((ПД_{j(i-1)} + \Delta ПД_{ji}^M - ПД_{ji}), (K_{j(i-1)} + \Delta K_{ji}^M - K_{ji}), (ИВ_{j(i-1)} + \Delta ИВ_{ji}^M - ИВ_{ji})) \cup \cup (\{ПД_{ji_1}, ПД_{ji_2}, \dots\} / ПД_{ji}, \{K_{ji_1}, K_{ji_2}, \dots\} / K_{ji}, \{ИВ_{ji_1}, ИВ_{ji_2}, \dots\} / ИВ_{ji})]; \quad (23)$$

здесь $TX_{ji}(\mathbf{H})$, $P_{ji}(\mathbf{H})$ – соответственно технические характеристики и риск объекта M_{ji} на множестве состояний функционирования \mathbf{H}_{ji} .

Задача (14) – (23) представляет собой задачу удовлетворения, то есть требуется спроектировать СЗОД за время, не превышающее заданное (21), при допустимых технических характеристиках и риске (20), (22).

В зависимости от состояния внешнего окружения (ситуация на рынке СЗОД, информация о продукции конкурентов, заказов партнеров и т.п.) также возможны различные варианты задач оптимального проектирования. В качестве критериев оптимальности в этих вариантах могут рассматриваться следующие показатели:

– время выполнения проекта Q_t (если требуется опередить конкурентов с выпуском на рынок модернизированного СЗОД)

$$Q_t^* = \min_{W_{jis}} \sum_{i=1}^u t_{jis}(W_{ji}); \quad (24)$$

– максимально лучшие технические характеристики Q_{TX} (для представления продукции на международных выставках)

$$Q_{TX}^* = \min_{W_{jis}, s=1, u} \left\| TX_{ji}^{(W_{jis})} - TX_{д}^{(*)} \right\|, \quad (25)$$

здесь $TX_{д}^{(*)}$ – «лучшие» значения составляющих;

– минимальный риск Q_p не выполнения СЗОД своих функций (в случае выполнения ответственного заказа при использовании СЗОД в тяжелых условиях с элементами неопределенности)

$$Q_p^* = \min_{W_{jis}, s=1, u} P_{ji}(\mathbf{H}; PD_{ji}; K_{ji}; IB_{ji}; W_{jis}); \quad (26)$$

– минимальные затраты Q_g на проект (для снижения стоимости продукции на рынке)

$$Q_g^* = \min_{W_{jis}} \left(\sum_{s=1}^u g(W_{jis}) \right); \quad (27)$$

– различные комбинации Q_t, Q_{TX}, Q_p и Q_g .

Во всех задачах оптимизации (24) – (27) предполагается, что должны выполняться ограничения (19) – (22).

Выводы

Таким образом, предложены подходы, позволяющие ставить и решать задачи управления потоком проектов по созданию и модификации изделий, требуемые как для проведения теоретического анализа, так и для прикладного использования. Основной ценностью предложенных принципов является возможность непосредственного учета инновационных характеристик изделий, часто ухудшаемых, иногда существенно, при непосредственном «запуске» и выполнении проектов. Кроме этого, учитывая специфику использования СЗОД, на нижнем уровне

(выполнение работ на стадиях ЖЦ проекта изделия) в качестве основных критериев принятия проектных решений учитывается риск достижения изделием требуемых технических показателей. При переходе к задачам верхнего уровня возрастает роль учета традиционных при управлении проектами экономических показателей и показателей конкурентоспособности.

Кроме того, показано, что рассмотренные задачи управления, относящиеся к классу задач удовлетворения, могут быть без существенных изменений переведены в класс задач оптимального управления проектами по ключевым параметрам, что также является важным результатом данной работы.

Список литературы

1. Новосельцев, В.Н. Организм в мире техники / В.Н. Новосельцев. – М. : Наука, 1989. – 125 с.
2. Хенли, Е.Дж. Надежность технических систем и оценка риска : пер. с англ. / Е.Дж. Хенли, Х. Кумамото. – М. : Машиностроение, 1984. – 528 с.
3. Хохлов, Н.В. Управление риском / Н.В. Хохлов. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 1999. – 239 с.
4. Путин, С.Б. К вопросу идентификации параметров математической формализации процессов регенерации воздуха / С.Б. Путин // Тр. ТГТУ. – Тамбов, 1998. – Вып. 2. – 149 с.
5. Бэбьюли, Ф. Управление проектами : пер. с англ. / Ф. Бэбьюли. – М. : ФАИР-ПРЕСС, 2004. – 208с.
6. Чейз, Р.Б. Производственный и операционный менеджмент : пер. с англ. / Р.Б. Чейз, Н.Дж. Эквилайн, Р.Ф. Якобс. – М. : Вильямс, 2001. – 704 с.

Project Management of Protective Means Designing and Modernization

S.B. Putin, P.Yu. Putin

*Joint Stock Company "Corporation "Roskhimzashchita", Tambov;
pavel_putins@mail.ru*

Key words and phrases: innovation index; life cycle; multi-criteria management; multi-project environment; optimal choice; optimal control; project management; risk degree.

Abstract: The paper presents the approach to formalization of project management tasks in designing and modernization of respiratory protection. Multi-level project management has been proposed for the first time; its low level involves the choice of optimal option of technical solution to a single project, while its upper level involves project management and multi-criteria management of projects flow, i.e. multi-project environment. The parameters characterizing the degree of complete implementation of technical ideas (the innovation index) and the risk degree characterizing the probability of the products function failure have been included in the most significant parameters of project management tasks for the first time.

References

1. Novoseltsev, V.N. Organism in world of technology / V.N. Novoseltsev. – М. : Nauka, 1989. – 125 p.
2. Henley, E.J. Reliability engineering and risk assessment : trans. from English / E.J. Henley, H. Kumamoto. – М. : Mashinostroenie, 1984. – 528 p.

3. Hokhlov, N.V. Risk management / N.V. Hokhlov. – M. : UNITI-DANA, 1999. – 239 p.
 4. Putin, S.B. About identification parameters of air regeneration process mathematical formalization / S.B. Putin // Tr. TSTU. – Tambov, 1998. – Vip. 2. – 149 p.
 5. Begyuli, F. Project management : trans. from English / F. Begyuli. – M. : FAIR-PRESS, 2004. – 208 p.
 6. Chase, R.B. Production and operations management : trans. from English / R.B. Chase, N.J. Ekvilayn, R.F. Jacobs. – M. : Williams, 2001. – 704 p.
-

Projektmanagement in der Ausarbeitung und Modernisierung des Schutzmittels

Zusammenfassung: Es ist in dieser Arbeit ein Ansatz zur Formalisierung des Projektmanagementproblems in der Ausarbeitung und Modernisierung des Atemschutzmittels dargestellt. Zum erstenmal wurde das Mehrebenenprojektmanagement vorgeschlagen, wo an der Unterstufe man eine optimale Variante zur technischen Lösung des Einzelprojektes Wahl trifft, und an der Oberstufe das Projektmanagement und die polykriteriale Projektstromleitung der multiprojekten Sphäre stattfindet. Auch zum erstenmal mit Rücksicht auf die Besonderheit der erarbeitenden und modernisierenden Erzeugnisse sind als die bedeutsame Parameter des Projektmanagementproblems diese aufgenommen, die den Gütegrad der Verwirklichung der technischen Ideen (Innovationsindex) und den Risikograd charakterisieren, der eine Wahrscheinlichkeit der Nichterfüllung eigenen Erzeugnissefunktionen kennzeichnet.

Management des projets du développement et de la modernisation des moyens de la sécurité

Résumé: Dans l'article est présentée l'approche vers la formalisation des tâches du management des projets du développement et de la modernisation des moyens de la sécurité des organes de l'aspiration. Pour la première fois est proposé le management des projets à plusieurs niveaux. Sur le niveau inférieur est exécuté le management des projets et le management à plusieurs critères des flux des projets – le milieu de multiprojets. Pour la première fois dans les paramètres significatifs du problème du management des projets sont inclus les paramètres caractérisant le degré de la plénitude de la réalisation des idées techniques (indexe de l'innovation) et le degré de risque caractérisant la probabilité de la non exécution de ses fonctions par les produits.

Авторы: *Путин Сергей Борисович* – кандидат технических наук, первый заместитель генерального директора ОАО «Корпорация «Росхимзащита»; *Путин Павел Юрьевич* – инженер I категории, там же.

Рецензент Муромцев Юрий Леонидович – доктор технических наук, профессор кафедры «Конструирование радиоэлектронных и микропроцессорных систем» ГОУ ВПО «ТГТУ».