

МЕТОДИКА РАСЧЁТА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ПРОЦЕССОВ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА НА ПРИМЕРЕ РЕСУРСНЫХ ИСПЫТАНИЙ ИЗДЕЛИЙ© 2012 И.В. Попов¹, О.А. Верушкин², П.М. Попов¹¹ Институт авиационных технологий и управления
Ульяновского государственного технического университета² ФНПЦ ОАО НПО «Марс», г. Ульяновск

Поступила в редакцию 02.11.2012

В статье авторы формируют методические основы расчёта научно-технического уровня разработок организации производства по теме ресурсных испытаний изделий; предлагают название показателей, их обозначения, ограничения, оценочные и количественные показатели НТУ с весовыми коэффициентами важности этих показателей; представляют формулы и математические модели с расшифровкой всех идентификаторов, используемых таблиц и графологических моделей со структурными схемами образования показателей научно-технического уровня (НТУ).

Ключевые слова: уровень научно-технический, процесс испытательный, мера интегрированная, методика расчетная, показатель систематический.

Под *научно-техническим уровнем САПР* процессов испытаний подразумевается уровень экономических и научно-технических характеристик, которые отображают *степень соответствия* оцениваемой системы поставленным задачам функционирования. Показатель НТУ является *интегрированной мерой* оценки уровней: экономического потенциала системы; охвата автоматизацией задач управления; использования трудовых ресурсов; качества процесса испытаний.

Основными целями расчета НТУ ТЭП (технико-экономических процессов) являются:

- оценка эффективности функционирования испытательного оборудования с внедрением СВТ;
- определения направлений дальнейшего развития САПР процессов испытаний.

Показатель НТУ испытаний по своей структуре является многоуровневой скалярной сверткой параметров, определяющих свойства отдельных классов элементов технико-экономических процессов с использованием САПР в проектировании процессов управления испытаниями. При оценке НТУ на стадии использования САПР процессов испытаний исследуется показатель оценки временных и материальных затрат на создание системы. Оценка НТУ, как мера эффективности создаваемых систем, имеет большое значение для планирования и управления разработкой и внедрением САПР процессов испытаний в условиях индустриализации методов их создания. Общее назначение оценки

научно-технического уровня САПР технико-экономических процессов испытаний заключается в определении соответствия технических и экономических показателей оцениваемой системы современным достижениям науки и техники и потребностям приборостроительной промышленности.

Для оценки НТУ САПР процессов испытаний выбирается номенклатура частных показателей НТУ, которые удовлетворяют следующим требованиям:

- каждый показатель должен характеризовать совокупность элементов, от которых зависит уровень САПР процессов испытаний, а совокупность показателей должна характеризовать уровень САПР процессов испытаний в целом, который, в свою очередь, должен быть чувствительным к изменению каждого показателя;
- каждый показатель должен содержать количественную оценку;
- число показателей должно быть ограничено для обеспечения их сбора и обработки достаточно простыми и нетрудоёмкими способами;
- для измерения значений показателей должна быть использована безразмерная шкала;
- показатели НТУ должны стимулировать применение наиболее перспективных элементов САПР процессов испытаний.

Исходя из указанных требований предлагается методика расчета НТУ САПР процессов испытаний с максимальным приближением к действующей «Временной методике определения научно-технического уровня автоматизированных систем управления производственными объединениями и предприятиями» [2] и учитываются специфические для САПР процессов ис-

Попов Илья Валерьевич, аспирант.

Верушкин Олег Александрович, инженер.

Попов Петр Михайлович, доктор технических наук, профессор кафедры «Самолетостроение».

E-mail: ptpopov2008@rambler.ru.

пытаний структурные элементы и показатели. Для того чтобы произвести выбор наиболее эффективных показателей оценки НТУ для САПР процессов испытаний, необходимо учитывать требования по ограничению числа показателей с целью обеспечения их сбора и обработки нетрудоемкими способами, следовательно, здесь используем следующие оценочные показатели: экономического уровня $Y_э$; системотехнического уровня $Y_с$; уровня охвата автоматизацией задач управления $Y_{за}$; уровня использования трудовых ресурсов и качества процесса $Y_{ик}$. Исходя из требований количественной оценки показателей НТУ и использования безразмерной шкалы, здесь рассматривается определение значений показателей. Под оценкой НТУ САПР процессов испытаний понимается количественная оценка, предназначенная для принятия решений на разных этапах разработки, внедрения и функционирования системы и обеспечения возможности получения оценки на любой стадии создания САПР процессов испытаний, быстроту вычисления показателя уровня и возможность сравнения различных вариантов создания системы.

Показатель оценки уровня САПР процессов испытаний, выражаемый в баллах, получается в результате определения показателя системотехнического уровня путем последовательного суммирования балльных оценок факторов, взятых с соответствующими весами, умножения его на показатель, оценивающий экономический уровень, и суммирования с показателями уровня охвата автоматизацией задач управления, уровня использования трудовых ресурсов и уровня качества продукции. Аналитически показатель НТУ САПР процессов испытаний представляется формулой:

$$Y_{САПР\ уcn.} = K_{эс} \cdot Y_э \cdot Y_с + K_{за} \cdot Y_{за} + K_{ик} \cdot Y_{ик} \cdot (1)$$

Значения нормирующих коэффициентов (K) согласно «Временной методики определения НТУ автоматизированных систем управления производственными объединениями и предприятиями»

по опытным данным принимаются следующие:

$$K_{эс} + 0,1K_{за} + 0,1K_{ик} = 1; K_{эс} = 0,4; K_{за} = K_{ик} = 3.$$

Они нормируют шкалы балльных оценок экономического и системотехнического уровня ($K_{эс}$), уровня охвата задач управления ($K_{за}$) и уровня использования ресурсов ($K_{ик}$).

Экономический показатель уровня САПР технико-экономических процессов испытаний определяется по формуле:

$$Y_э = (T_H/T)^{1/3}, \quad (2)$$

где T_H – нормативный срок окупаемости; T – срок окупаемости рассматриваемой системы.

Системотехнический показатель уровня системы, отражающий качество общесистемной технической документации, комплекса технических средств и методологию проектирования, определяется по формуле:

$$Y_с = \sum P_j \cdot Y_j \quad (3)$$

где P_j – весовые коэффициенты важности показателей Y_1, Y_2, Y_3, Y_4 общесистемной технической документации для оценки НТУ САПР технико-экономических процессов и других видов производственно-технологических процессов.

Значения P_j в зависимости от типа технико-экономического процесса приведены в табл. 1. Показатели уровня общесистемной технической документации определяются эмпирическими формулами:

$$\left. \begin{aligned} Y_1 &= Y_{п1} \sum P_{1i} \cdot Y_{1i} \\ Y_2 &= Y_{п2} \sum P_{2i} \cdot Y_{2i} \\ Y_3 &= Y_{п3} \sum P_{3i} \cdot Y_{3i} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Значения P_{1i}, P_{2i}, P_{3i} отражающие веса влияния основных факторов общесистемной технической документации на уровень САПР процессов испытаний, определяются по таблице 2.

Значения $Y_{п1}, Y_{п2}, Y_{п3}$ определяются по таблице 3 в зависимости от принятой методики проектирования технической документации САПР

Таблица 1. Характеристика технологического процесса

Тип технологического процесса	Общесистемная техническая документация			Комплекс технических средств (техническое обеспечение) P_4
	Информационно-вычислительные функции P_1	Управляющие функции P_2	Информационное обеспечение и средства программирования P_3	
Непрерывный с непрерывным потоком материалов и энергии	0,2	0,3	0,2	0,3
Непрерывный с прерывистыми потоками материалов и энергии	0,2	0,2	0,2	0,4
Прерывистый с непрерывными потоками материалов и энергии	0,2	0,2	0,1	0,5

Таблица 2. Факторы видов обеспечения $P_{1i}, P_{2i}, P_{3i}, P_{4i}$

Вид обеспечения	Факторы видов обеспечения	i				
		1	2	3	4	5
Общесистемная техническая документация	P_{1i}	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
	P_{2i}	0,4	0,3	0,3	-	-
	P_{3i}	0,6	0,4	-	-	-
Комплекс технических средств (техническое обеспечение)	P_{4i}	0,2	0,3	0,2	0,3	-

Таблица 3. Рекомендуемые значения показателей $Y_{П1}, Y_{П2}, Y_{П3}, Y_{П4}$

Автоматизированное проектирование	Проектирование на базе ТПР (типовое проектное решение)	Проектирование в соответствии (РТМ) при наличии прототипов	Проектирование индивидуального объекта
1,0	0,8	0,7	0,6

а) Схема образования показателя уровня $Y_{САПР\text{ исп.}}$



б) Схема образования показателя системотехнического уровня $Y_с$

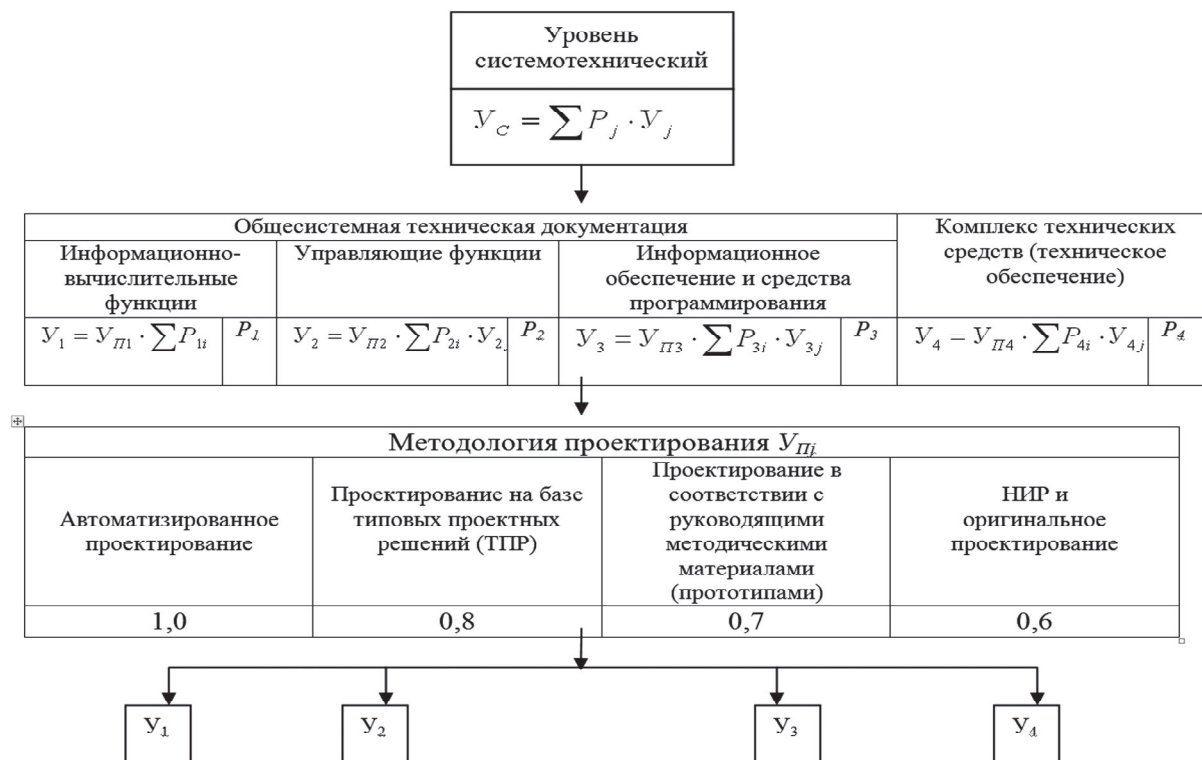


Рис. 1. Структурная схема образования показателей САПР процессов испытаний изделий: а) показателя уровня $Y_{САПР\text{ исп.}}$; б) систематического уровня $Y_{\text{сист.}}$

процессов испытаний.

Показатель комплекса технических средств определяется также по эмпирической формуле вида:

$$Y_4 = Y_{П4} \sum P_{4i} \cdot Y_{4i} \quad (5)$$

Значение $Y_{П4}$ определяется по таблице 3, а значения P_{4i} отражающие веса влияния основных факторов комплекса технических средств на уровень САПР процессов испытаний – по табл. 2.

Показатель уровня охвата автоматизацией задач управления определяется по формуле:

$$Y_{3A} = N_a / N_{CT}, \quad (6)$$

где N_a – число задач управления решаемых автоматизированным способом;

N_{CT} – число задач, которые принципиально возможно автоматизировать для данного типа технологического процесса (испытаний).

Показатель уровня использования трудовых ресурсов:

$$Y_{ИТР} = 1 - K_1, \quad (7)$$

где K_1 – коэффициент трудоемкости продукции в условиях САПР/АСТПП процессов испытаний.

$Y_{ИТР}$ является безразмерным показателем с численным значением не более 1. Шкалы балльных оценок и таблицы весов, используемые для оценки НТУ САПР испытаний, соответствующую «Временной методике определения НТУ АСУ объединений и предприятий» [1]. Они получены методом экспертных оценок испытаний и приведены в виде схемы образования показателя уровня САПР процессов испытаний на рис. 1, 2, 3, 4, 5, 6. В методике применены качественные и количественные шкалы балльных оценок. При отнесении фактора к определенной градации возможны два случая:

1) все значения некоторого фактора для разных частей оцениваемой САПР процессов испытаний относятся к одной и той же градации (например, все задачи программируются на ал-

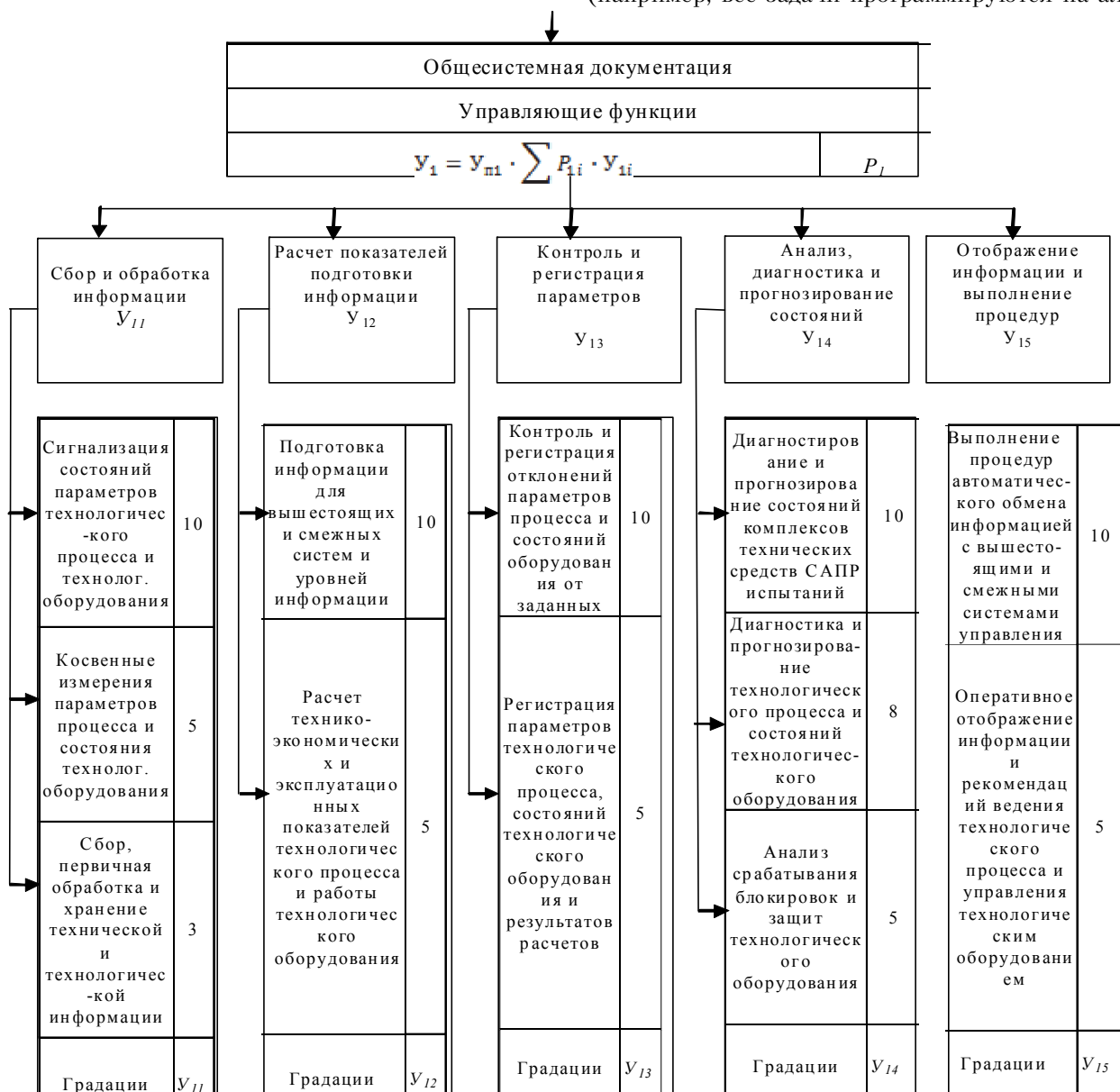


Рис. 2. Схема образования показателя информационно-вычислительной функции Y_1

горитмических языках), при этом данный фактор относится к этой же градации;

2) все значения некоторого фактора для разных частей оцениваемой САПР процессов испытаний относятся к различным градациям, в этом случае фактор по оцениваемой САПР процессов испытаний в целом относится к той градации, к которой принадлежит наибольшее число частей САПР процессов испытаний.

Устойчивость системы определяется степенью резервирования основных частей комплекса технических средств (КТС). Если автоматизированные функции резервируются средствами автоматизации или САПР процессов испытаний, устойчивость системы считается наиболее высокой. При резервировании автоматизированных функций за счет персонала показатель устойчивости снижается. Уровень САПР процессов испытаний в существенной мере определяется информационной мощностью при-

меняемых СВТ и ЭВМ лаборатории в частности, ее приспособленностью к изменениям, составом общего математического обеспечения.

При локальном решении задач автоматизированного проектирования технико-экономических процессов вся необходимая информация (исходные показатели, нормативы, программы испытаний и тому подобное) подготавливается для каждой задачи отдельно. При наличии единой нормативной базы данных нормативы содержатся в массивах для решения всего комплекса задач. В случаях, когда система программирования неоднородна по составу, то есть ее части относятся к различным градациям, следует определить, к какой градации относятся важнейшие для САПР процессов испытаний части математического обеспечения.

При разработке проекта процесса испытаний на базе любого метода: САПР, ТПР, РТМ, проектировании индивидуального объекта могут

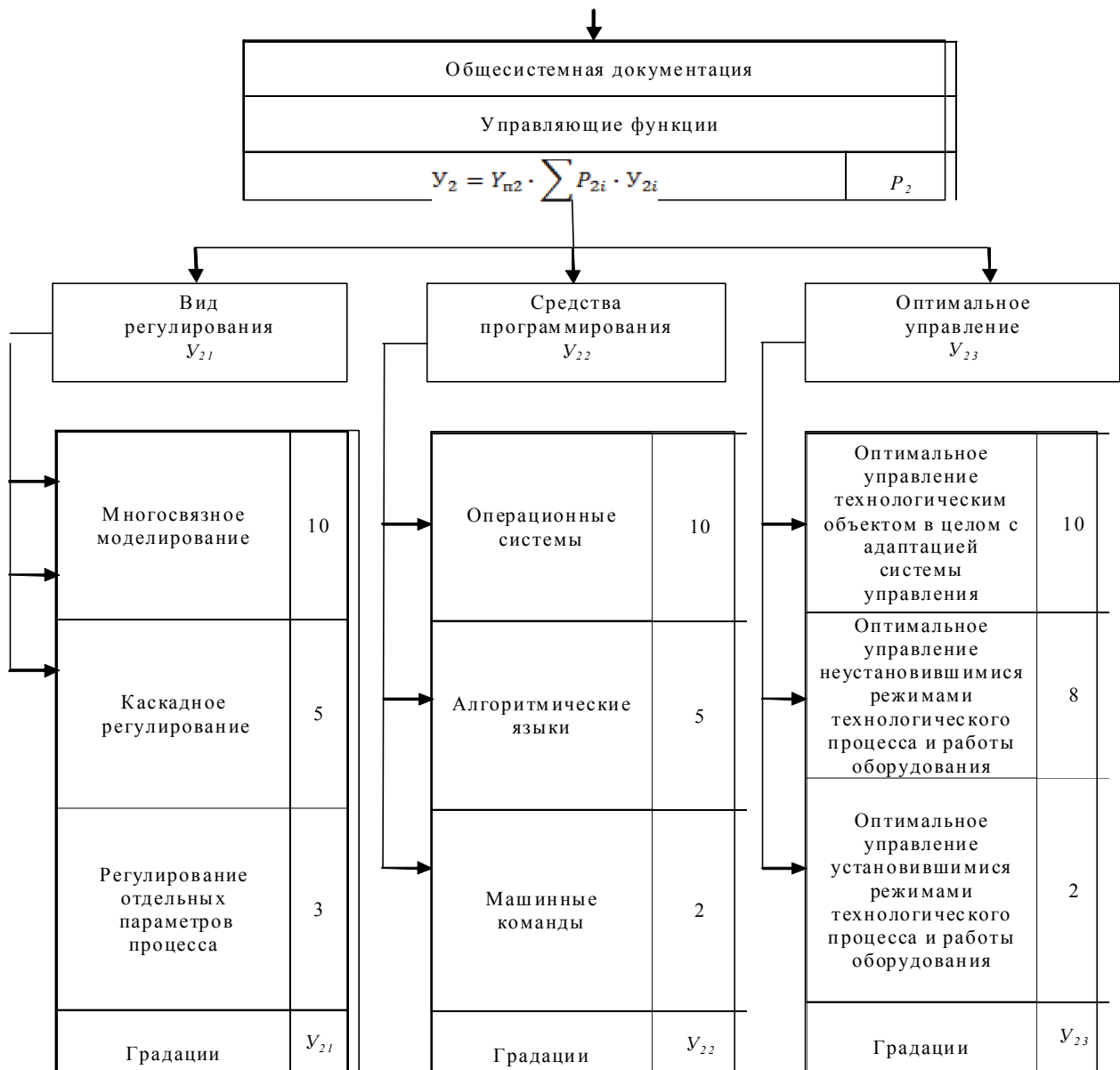


Рис. 3. Схема образования показателя управляющей функции Y_2

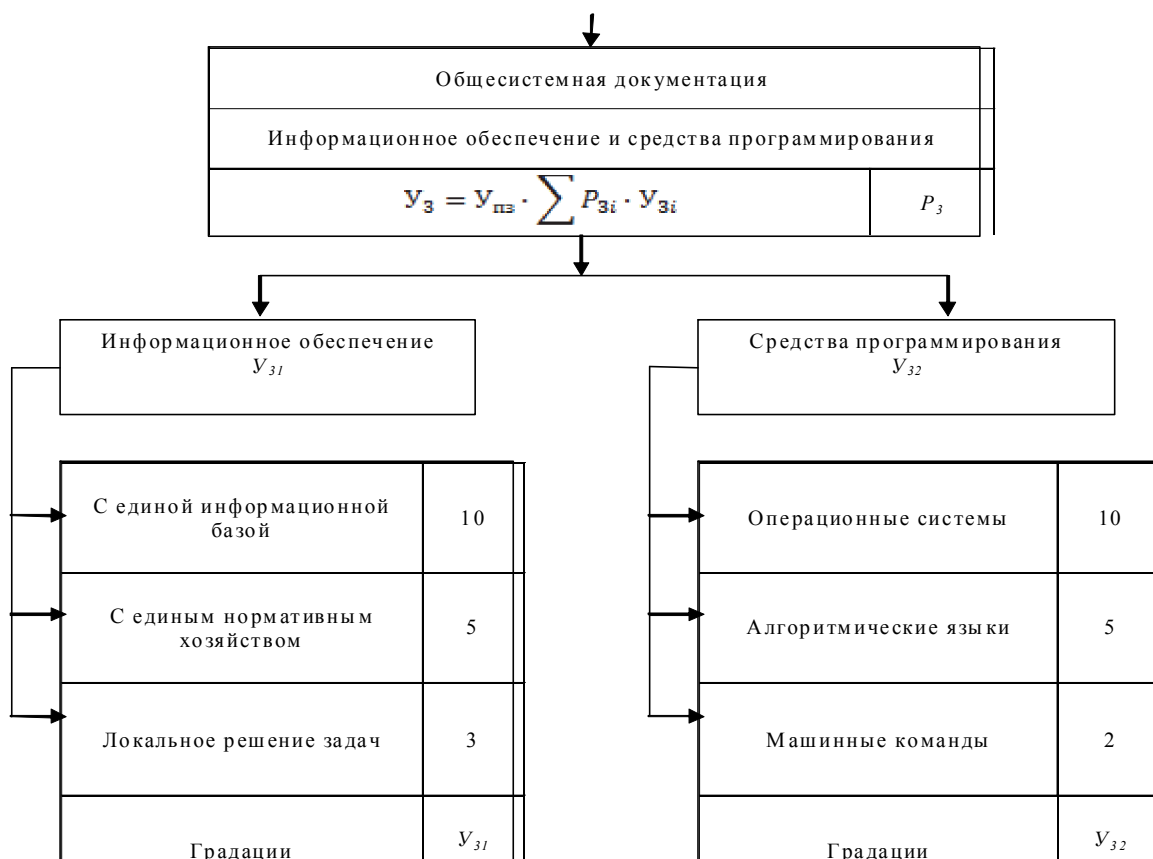


Рис. 4. Схема образования показателя управляющей функции Y_3

разрабатываться отдельные решения, являющиеся основой для создания РТМ, ТПР или элементов автоматизации проектирования. В этом случае оценка методов проектирования принимается с коэффициентом 1,2. Тогда, при использовании САПР процессов испытаний, например, на базе РТМ с созданием отдельных ТПР оценка будет $1,2 \cdot 0,7 = 0,84$.

По приведенной методике в работе проведена сравнительная оценка внедрения СВТ в процесс периодических испытаний.

Результаты определения показателей сведены в таблицу 4.

Используя данные таблицы, определены частные показатели:

• до внедрения СВТ, то есть САПР:

$$Y_1 = 0 \cdot (0,3 \cdot 3 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 10 + 0,1 \cdot 0 + 0,2 \cdot 0) = 0,$$

$$P_1 = 0,2,$$

$$P_1 \cdot Y_1 = 0,$$

$$Y_2 = 0,6 \cdot (0,4 \cdot 3 + 0,3 \cdot 5 + 0,3 \cdot 5) = 2,52,$$

$$P_2 = 0,2,$$

$$P_2 \cdot Y_2 = 0,2 \cdot 2,52 = 0,504,$$

$$Y_3 = 0, \text{ т.к. } Y_{пз} = 0,$$

$$Y_4 = 0,6 \cdot (0,2 \cdot 2 + 0,3 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5) = 1,54,$$

$$P_4 = 0,4,$$

$$P_4 \cdot Y_4 = 0,4 \cdot 1,54 = 0,616,$$

$$Y_c = \sum_{j=1}^4 P_j \cdot Y_j = 0 + 0,504 + 0 + 0,616 = 1,120.$$

• после внедрения СВТ, то есть САПР:

$$Y_1 = 0,6 \cdot (0,3 \cdot 10 + 0,2 \cdot 10 + 0,2 \cdot 10 + 0,1 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5) = 5,10,$$

$$P_1 = 0,2,$$

$$P_1 \cdot Y_1 = 1,02,$$

$$Y_2 = 0,6 \cdot (0,4 \cdot 5 + 0,3 \cdot 10 + 0,3 \cdot 8) = 4,44,$$

$$P_2 = 0,2,$$

$$P_2 \cdot Y_2 = 0,2 \cdot 4,44 = 0,888,$$

$$Y_3 = 0,6 \cdot (0,6 \cdot 5 + 0,4 \cdot 10) = 4,2,$$

$$P_3 = 0,2,$$

$$P_3 \cdot Y_3 = 0,2 \cdot 4,2 = 0,84,$$

$$Y_4 = 0,6 \cdot (0,2 \cdot 2 + 0,3 \cdot 8 + 0,2 \cdot 5) = 2,28,$$

$$P_4 = 0,4,$$

$$P_4 \cdot Y_4 = 0,4 \cdot 2,28 = 0,912,$$

$$Y_c = \sum_{j=1}^4 P_j \cdot Y_j = 1,02 + 0,888 + 0,84 + 0,912 = 3,66.$$

Численные значения показателя НТУ САПР/АСТПП испытаний:

а) до внедрения САПР:

$$Y_{САПР} = 0,4 \cdot 1 \cdot 1,120 + 3 \cdot 0,3 + 3 \cdot 0 = 1,348;$$

б) после внедрения САПР:

$$Y_{САПР} = 0,4 \cdot 1 \cdot 3,66 + 3 \cdot 0,3 + 3 \cdot 0,25 = 2,614.$$

Далее рассмотрим процедуры расчета показателя технико-экономического уровня технико-экономического процесса в системе испытаний и управления разработками.

В отличие от научно-технического уровня технико-экономический уровень (ТЭ) отражает не степень соответствия оцениваемой системы

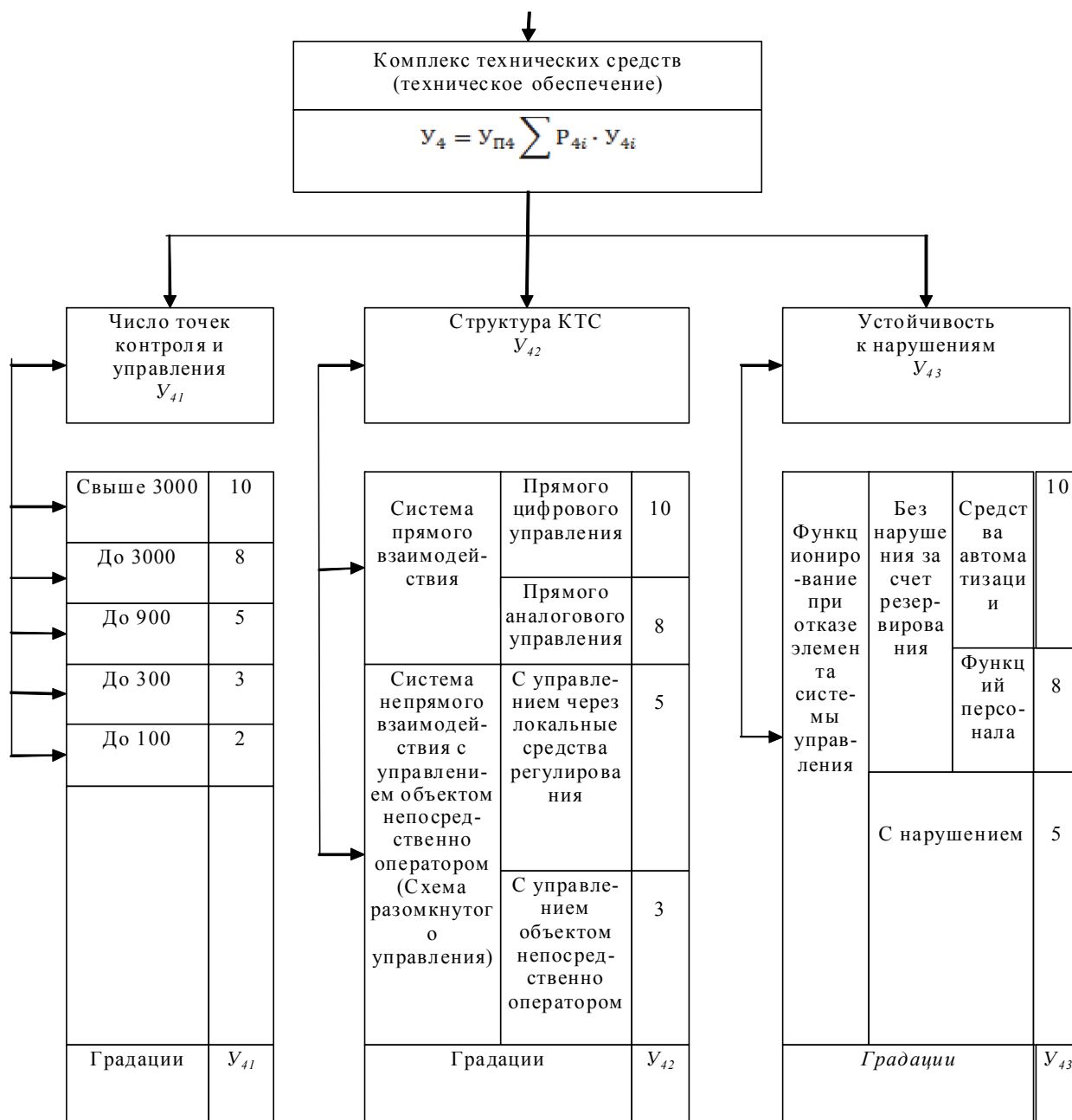


Рис. 5. Схема образования показателя комплекса технических средств Y_4

тенденциям научно-технического прогресса, а степень соответствия оцениваемой системы объекту управления. Эта оценка показывает степень понимания нужд производства, экономической сути автоматизации процессов управления периодическими испытаниями на основе внедрения САПР ресурсных испытаний.

Научно-технический уровень оценивается некоторыми субъективными оценками элементов САПР процесса испытаний. Субъективизм состоит, прежде всего, в том, что показатели для сравнения выбираются исходя из выявленных тенденций научно-технического прогресса, а не нужд автоматизированного объекта (стенда).

В практическом смысле, чем больше точек контроля и управления охватывает интегриро-

ванная комплексная система САПР процессов испытаний, тем выше ее оценка. Если стимулировать такой подход, то при проектировании могут быть внесены дополнительные точки, которые для данного испытательного оборудования *не нужны*. Здесь требуется стабилизация процесса, так как научно-технический уровень САПР предусматривает более высокие оценки для систем с оптимальным управлением в целом, в том числе с оптимальным управлением неустановившимися режимами.

Научно-технический уровень дает возможность видеть перспективы, которые можно использовать в новом испытательном оборудовании по мере развития вычислительной техники и средств САПР, снижения цен на аппаратные

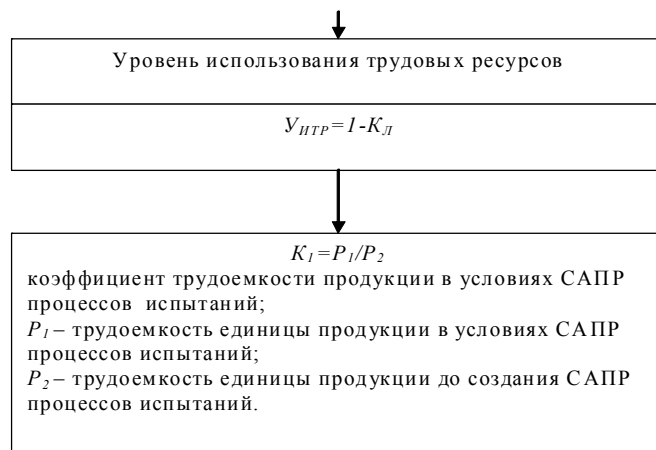


Рис. 6. Схема образования показателя уровня использования трудовых ресурсов и качества продукции

средства и программное обеспечение, повышения надежности, появления отработанного математического обеспечения.

Технико-экономический же уровень САПР процессов испытаний включает некоторые субъективные оценки, например, оценку требуемых характеристик системы и оценку степени соответствия этих характеристик характери-

кам организуемой САПР процессов испытаний.

Научно-технический уровень является важным показателем, с помощью которого можно оценить: качество организуемой САПР процессов испытаний, а также сравнить принципиально различные варианты аппаратных и программных решений; обеспечить соблюдение первого общего принципа организации и функциониро-

Таблица 4. Показатели для определения НТУ САПР процессов испытаний

Наименование фактора	Обозначение	Качественная характеристика и оценка до внедрения СВТ	Качественная характеристика и оценка после внедрения СВТ
1	2	3	4
Тип технологического процесса		Непрерывный с непрерывным потоком энергии	Непрерывный с непрерывным потоком энергии
Срок окупаемости	T	3 года	3 года
Степень охвата задач	$У_{ЗА}$	0,3	0,6
Уровень методологии проектирования:			
а) общесистемная документация:			
информационно-вычислительные функции	$У_{П1}$	индивидуальное 0,6	индивидуальное 0,6
управляющие функции	$У_{П2}$	индивидуальное 0,6	индивидуальное 0,6
обеспечение средствами программирования	$У_{П3}$	-	индивидуальное 0,6
б) комплекс технических средств	$У_{П4}$	оригинальное 0,6	на базе ТПП 0,8
Сбор и обработка информации	$У_{I1}$	Сбор, первичная переработка и хранение	Сигнализация состояний параметров 10
Расчет показателей и подготовка информации	$У_{I2}$	Расчет технико-экономических и эксплуатационных показателей 5	Подготовка информации для вышестоящих и смежных систем 10

Таблица 4 (окончание)

1	2	3	4
Контроль и регистрация параметров	Y_{13}	10	10
Анализ, диагностика и прогнозирование состояний	Y_{14}	-	5
Отображение информации и выполнения процедур	Y_{15}	-	5
Вид регулирования	Y_{21}	3	5
Логическое программное управление	Y_{22}	5	10
Оптимальное управление	Y_{23}	5	8
Информационное обеспечение	Y_{31}	-	5
Средства программирования	Y_{32}	-	Операционные системы 10
Число точек контроля	Y_{41}	2	2
Структура КТС	Y_{42}	5	8
Устойчивость к нарушениям	Y_{43}	5	5

вания САПР процессов испытаний – повышение экономической эффективности производства в целом.

Показатель *технико-экономического уровня* органически связан с процессом разработки системы, который заключается в подготовке требований к различным элементам САПР процессов испытаний и выборе решений, удовлетворяющих этим требованиям.

Показатель *технико-экономического уровня* САПР процессов испытаний является также многоуровневой скалярной сверткой параметров, оценивающих степень удовлетворения потребностей производства характеристиками организуемой САПР процессов испытаний (CASIUS). Он определяется как сумма показателей основных частей САПР процессов испытаний: экономического $Y_{э}$; организационного $Y_{о}$; информационного $Y_{и}$; математического $Y_{м}$; технического $Y_{т}$, то есть в математической интерпретации:

$$Y_{тэ} = Y_{э} + Y_{о} + Y_{и} + Y_{м} + Y_{т} \quad (8)$$

Каждый из этих показателей определяется сравнением требований, полученных в результате анализа параметров объекта автоматизации и аналогичными характеристиками разработанной системы. Сравнение производится по очкам – наибольшее число очков дается при полном соответствии. Если характеристика САПР процессов испытаний превышает требуемое значение или меньше его, оценка снижается. Диапазон изменения каждого показателя 0 – 2.

Далее рассмотрим некоторое отличие и сходство методики расчета технико-экономического уровня ресурсных испытаний в условиях

САПР и управления, где методика расчёта показателя экономичности организации управления Y_0 основывается на положениях, которые отражают эффективность процедур автоматизированного проектирования технико-экономического процесса и обуславливают соблюдение принципа автоматизированного управления или общего упорядочения. При автоматизации проектирования производственно-технологических процессов испытаний формализация проектных процедур наиболее эффективно сказывается на автоматизации массовых, многократно повторяющихся операциях. Это приводит к упорядочению процессов управления системой и унификации проектных решений. Обычно это касается процедуры *организации процесса*, а не его сущности. Изменение процедуры позволяет рационализировать процесс управления, упростить его и удешевить.

Экономический эффект от повышения качества управления технико-экономическими (в т.ч. – технологическими) процессами испытаний, в условиях использования САПР процесса испытаний, обусловлен оперативностью автоматизированного управления, своевременностью принятия решений, выбором оптимальных решений. Кроме того, при этом повышается надежность управления за счет снижения времени нахождения системы управления в нерабочем состоянии и в состоянии неполной работоспособности, уменьшении числа сбоя при принятии управленческих решений.

Уровень экономичности организации управления можно представить как совокупность ко-

эффиценто̀в:

$$Y_0 = \eta_{KO} + \eta_H + \eta_{II}, \quad (9)$$

где коэффициент оперативности:

$$\eta_{KO} = \frac{t_{n.p.}}{t_{общ.прост.}}, \quad (10)$$

а $t_{п.в.}$ – время принятия решения,

$t_{общ.прост.}$ – время простоя оборудования.

Коэффициент надежности управления определяется формулой:

$$\eta_H = \frac{t_{H.c.}}{t_{общ.}}, \quad (11)$$

где $t_{H.c.}$ – время нахождения системы в нерабочем состоянии;

$t_{общ.}$ – общее время одного режима работы СО.

Коэффициент надежности перехода от одного режима к другому определяется:

$$\eta_{II} = \frac{t_{пер.}}{t_{общ.исп.}}, \quad (12)$$

где $t_{пер.}$ – общее время переходных режимов;

$t_{общ.исп.}$ – общее время испытаний образца.

Далее следует представить методику расчёта процессов испытаний на *экономичность* информационного обеспечения $Y_{Ио}$, где показатель информационного уровня системы предлагается выразить с помощью обобщающих характеристик. С кибернетической точки зрения к ним относятся:

- достигнутая степень формализации процесса испытаний;
- детальность разработки информационной модели процесса;
- адекватность примененных в модели математических методов.

При определении показателя экономичности информационного обеспечения $Y_{Ио}$ следует использовать обобщающие коэффициенты характеризующие производство. Здесь рассматриваются следующие коэффициенты:

- *конструктивного разнообразия:*

$$\eta_{к.р.} = \frac{K_B}{K_T}, \quad (13)$$

где K_B – число базовых видов объектов испытаний (ОИ);

K_T – полное число типоразмеров ОИ;

- *технологического разнообразия:*

$$\eta_{m.p.} = \frac{K_{II}}{K_{ОП}}, \quad (14)$$

где K_{II} – число разнородных технологических

операций на объекте;

$K_{ОП}$ – общее число технологических операций;
- *частоты ежегодного обновления конструкции изделий:*

$$\eta_{ч} = \frac{K_H}{K_{Пл}}, \quad (15)$$

где K_H – число новых ОИ;

$K_{Пл}$ – общее число ОИ, планируемых на год, и др.

По такому же принципу возможна разработка и других коэффициентов, характеризующих различные стороны информационно-технической системы процесса испытаний: коэффициенты простоя, качества, длительности отклонения от режима испытаний. Соответствующую методику расчёта проектных процедур процессов испытаний на экономичность математического обеспечения Y_{Mo} можно предложить в следующей редакции. Математическое обеспечение (МО) можно разделить на поставляемое с техническими средствами и разрабатываемое предприятием. Его экономичность определяется затратами на его создание или покупку, работу с ним и обеспечение его функционирования. Затраты на эксплуатацию МО зависят от его качества и его возможностей обеспечения надежности функционирования и поиска неисправностей.

Далее представим упрощённую методику проведения расчётов проектных процедур на экономичность технических средств $Y_{Тс}$, где в стоимостном выражении технико-экономических процессов использования САПР процессов испытаний, основной объём занимают затраты на оборудование, в связи с чем экономичность за счёт невысокой стоимости технических средств *имеет одно из решающих значений для предприятий*. Результативность применения технических средств САПР процессов испытаний и управления определяется степенью удовлетворения предъявляемым требованиям. К ним следует отнести:

- необходимость информационной совместимости технических средств между собой;
- соответствие структуры комплекса технических средств структуре и технологии САПР процессов испытаний;
- достаточно быстрое решение основных задач управления;
- упрощение общения эксплуатирующего персонала с комплексом технических средств;
- минимальная стоимость;
- минимальная потребность в площадях;
- минимальные эксплуатационные затраты;
- возможность перестройки и дополнения комплекса технических средств при невысоких затратах.

В общем виде зависимость экономичности

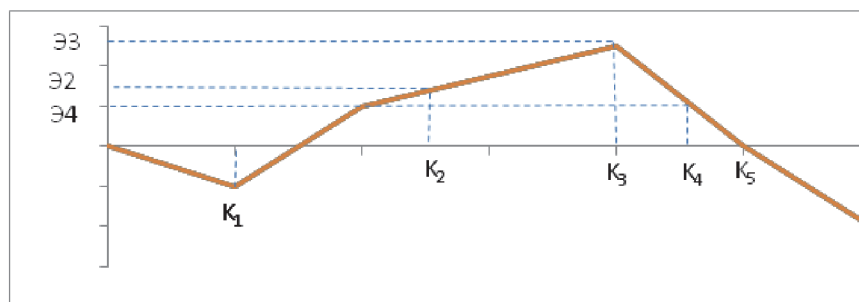


Рис. 7. Зависимость эффективности от капиталовложений

САПР процессов испытаний от степени совершенства технических средств можно представить линейной зависимостью $B = p \cdot k$, где B – совершенство технической базы; k – капиталовложения; p – постоянный коэффициент.

Зависимость эффективности системы \mathcal{E}_ϕ от совершенства технических средств имеет более сложную форму, в общем виде ее можно выразить как $\mathcal{E}_\phi = f_1(B)$ и с учетом зависимости совершенства от капиталовложений представить в форме:

$$\mathcal{E} = f_2(K) = f_1(B) - \rho K_i. \quad (16)$$

Графически зависимость (16) можно представить следующим образом (рис. 7).

Результирующая кривая показывает, что при малых или слишком больших затратах экономичность имеет отрицательное значение, т.е. мероприятие убыточно, и что существует максимальное значение \mathcal{E}_3 экономичности САПР процессов испытаний (при прочих равных условиях).

Если рассматривается использование не конкретной САПР применительно к конкретному оборудованию, то следует определить величину \mathcal{E}_3 максимально возможной экономичности. При затратах $K > K_5$ получается отрицательный эффект. Такая ситуация может иметь место, если создается САПР/АСТПП без учета затрат и специфики объекта управления.

Если рассматривается внедрение конкретной САПР, например, CASIUS, применительно к кон-

кретному объекту, то оценивается система, степень совершенства которой известна. Находятся значения \mathcal{E}_2 и \mathcal{E}_4 , соответствующие вложениям K_2 и K_4 .

Если использовать простейшие системы при малых вложениях, возможно получение небольшой экономичности или убытка K_1 .

В этой связи на основании вышеизложенного можно сделать такое заключение что после проведения экспериментальных исследований и апробирования методики расчёта научно-технического уровня процессов организаций производства на примере ресурсных испытаний изделий, в том числе изделий технического назначения и элементов самолета, вытекает вывод что методика расчёта может быть использована в расчетах по определению экономической эффективности разработок уровня САПР, САПР/АСТПП, САПР процессов испытаний и других систем автоматизации разработок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кочергин В.И., Савин М.В., Попов П.М. Анализ и разработка математических методов и моделей для совершенствования технологических процессов испытаний изделий // Известия Самарского научного центра РАН. 2011 Т. 13. № 4(2). С. 380-384.
2. Кочергин В.И.. Средства автоматизированного проектирования процессов управления ресурсами испытаниями лагонических приводов летательных аппаратов. Дисс. ... канд.техн.наук. 2008.

TECHNIQUE OF CALCULATION OF A SCIENTIFIC AND TECHNICAL LEVEL OF PROCESSES OF THE ORGANIZATION OF MANUFACTURE ON AN EXAMPLE OF RESOURCE TESTS OF PRODUCTS

© 2012 I.V. Popov¹, O.A. Verushkin², P.M. Popov¹

¹ Institute of Aviation Technologies and Management of Ulyanovsk State Technical University

² FNPC Open Society NPO «Mars», Ulyanovsk

In article authors form methodical bases of calculation of a scientific and technical level of development of the organization of manufacture on a theme of resource tests of products; offer the name of parameters, their designations, restriction, estimated and quantity indicators NTU with weight factors of importance of these parameters; represent formulas and mathematical models with decoding all identifiers, used tables and graphological models with block diagrams of formation of parameters of a scientific and technical level (NTU).
Keywords: level of scientific and technical, process test, a measure of integrated, design methodology, a systematic index.

Ilya Popov, Graduate Student.

Oleg Verushkin, Engineer

Petr Popov, Doctor of Technics, Professor at the Aircraft Construction Department. E-mail: pmpopov2008@rambler.ru