

Комплексный показатель качества проектирования изделий научно-производственного приборостроительного предприятия

Composite indicator for designing products at research and production instrument-making enterprise

doi 10.26310/2071-3010.2020.261.7.013



С. М. Евсеенко,

к. т. н., с. н. с., эксперт, служба стратегического развития, научного и информационного сопровождения, АО «Концерн «НПО «Аврора»

✉ smevs@mail.ru

S. M. Evseenko,

PhD in engineering, senior scientist researcher, expert for strategic development service, scientific and informational support, JSC Concern Aurora

В статье изложен метод разработки комплексного показателя качества проектирования изделий научно-производственного приборостроительного предприятия, не требующий экономического или финансового анализа качества разработки и результатов эксплуатации продукции. Проведен краткий анализ используемых в настоящее время подходов к оценке качества процесса производства и проектирования. Показатель позволяет сравнивать две различные организационные структуры управления проектированием изделий (например, предыдущую и новую) одного предприятия или однотипные по качеству деятельности предприятия. Коэффициенты весомости определяются методом анализа иерархий, путем построения матрицы попарных сравнений показателей степени автоматизации с точки зрения их значимости или важности для достижения цели — повышения качества проектирования. Предложено использовать пять групп КРІ: автоматизации процессов проектирования; централизации (децентрализации, степень координации принятия решений) управления процессами проектирования; распараллеливания выполнения процессов проектирования; ресурсоемкости выполнения процессов проектирования; регламентированности выполнения процессов проектирования.

This article describes a method for developing a composite indicator aimed to measure the design quality of products produced by a research and instrument-making enterprise, which does not require economic or financial analysis of the development quality and the results of product maintenance. A brief analysis of the currently used approaches to assessing the quality of the production and design process has been carried out. The indicator allows you to compare two different organizational structures of product design management (for example, the previous and the new one) at the same enterprise or similar activities of the same enterprise in the terms of quality. The weight coefficients are determined by the method of hierarchy analysis, by constructing a matrix of pairwise comparisons of key performance indicators in terms of their significance or importance for achieving the goal of improving the design quality. It is proposed to use five KPI groups: design automation; centralization (decentralization, coordination degree in the decision making) of design process management; parallelizing the execution of design processes; resource consumption of design processes; regulation of the design.

Ключевые слова: проектирование, ключевой показатель деятельности, ключевой показатель эффективности, комплексный показатель качества проектирования, оценка качества, приборостроительное предприятие, автоматизация, централизация, распараллеливание, ресурсоемкость, регламентированность, коэффициент весомости, метод анализа иерархий.

Keywords: design, key performance indicator, key effectiveness indicator, integrated design quality indicator, quality assessment, instrument-making enterprise, automation, centralization, parallelization, resource intensity, regulation, weight coefficient, hierarchy analysis method.

Введение

Для научно-производственного приборостроительного предприятия (НППП) основными этапами жизненного цикла (ЖЦ) продукции являются:

- 1) заключение договора (контракта) на разработку;
- 2) проектирование на основе требований заказчика;
- 3) подготовка производства и изготовление;
- 4) отладка, испытания, сдача заказчику;
- 5) обеспечение эксплуатации;
- 6) утилизация.

При оценке качества деятельности предприятия наиболее часто анализируется объединение 2, 3 и 4 этапов ЖЦ, которое определяют термином «производство», при этом проектированию, как отдельному этапу ЖЦ не уделяется особого внимания с точки зрения включения показателей деятельности на этом этапе. Так, например, в библиотеке показателей [1] из 1651 показателей обнаружен только один под номером 1492 — «Время проектирования: время, затраченное на проектные работы из расчета на единицу продукции». По мнению автора, под термином «Проектирование» целесообразно понимать объединение двух первых вышеназванных этапов ЖЦ.

В статье изложен подход к определению комплексного показателя качества проектирования изделий в научно-производственном приборостроительном предприятии.

Предварительно уточним два основополагающих понятия.

КРІ (Key Performance Indicator) — это показатель достижения успеха (качества) в определенной деятельности или в достижении определенных целей. Можно сказать, что КРІ — это количественно измеряемый индикатор фактически достигнутых результатов. На русский язык термин наиболее часто переводится как «ключевой показатель эффективности», что является не вполне корректным переводом: эффективность характеризует соотношение между достигнутым результатом и затраченными ресурсами, а с помощью КРІ можно измерять и другие параметры. Более правильным является перевод «Ключевой показатель деятельности» или «Ключевой показатель качества деятельности» организации, а в аббревиатуре — КПД или КПКД. И не случайно это сокращение совпадает с понятием «Коэффициент полезного действия» в технике, который определяет степень приближения устройства, механизма или машины к идеальному и недостижимому качеству

эксплуатации изделия на практике (100-процентному значению без потери энергии при ее передаче или преобразовании). Далее под КРІ будем понимать не КПЭ, как это принято в экономических изданиях, а КПД или КПКД организации.

Другим примером некорректного толкования авторами экономической литературы семантики показателей качества являются понятия «интегральный КРІ» и «комплексный КРІ». В статье [2] приведен пример такого некорректного изложения, когда ключевой Инновационный показатель эффективности (КПЭ) компаний, заданный специалистами Открытого правительства России (Экспертным советом при Правительстве России), специалистами ВШЭ и Минэкономразвития России был некорректно переименован в интегральный показатель эффективности инновационной деятельности (ИКПЭ ИД).

Согласованные 07.11.2015 г. Председателем Правительства РФ Д. А. Медведевым Рекомендации по составу и обоснованию целевых значений КПЭ ИД и основные положения и методы измерения научной дисциплины квалиметрии [3], в рамках которой изучается методология комплексной количественной оценки качества объектов и процессов любой природы (в том числе и инновационной деятельности) легли в основу разработки КПЭ ИД. В соответствии с основными понятиями квалиметрии и алгоритмами расчета качества продукции по ГОСТ 15467-79 (ГОСТ СЭВ 3519-81) [3] данный показатель, характеризующий несколько свойств инновационной деятельности, правильно определить как комплексный показатель (K_0) по формуле (1), приведенной в ГОСТ 15467-79, и вычислять методом среднего арифметического взвешенного:

$$K_0 = \sum_{i=1}^n K_i \alpha_i, \quad (1)$$

где K_i — показатель i -го свойства оцениваемой продукции или процесса; α_i — коэффициент весомости показателя K_i .

Из формулы (1) следует, что K_0 характеризует n различных свойств продукции.

Интегральный же показатель качества, в соответствии с ГОСТ 15467-79 [3]: «Показатель качества продукции, являющийся отношением суммарного полезного эффекта от эксплуатации или потребления продукции к суммарным затратам на ее создание и эксплуатацию или потребление». Суммарный полезный эффект от эксплуатации продукции научно-производственного приборостроительного предприятия определить на этапе ЖЗ «Проектирование» не представляется возможным.

В экономической литературе встречаются и корректные определения интегральных и комплексных показателей [4-6] и не совсем корректные трактования этих терминов, где комплексный показатель определен как интегрированный [7, 8].

В дальнейшем будем рассматривать только квалиметрический комплексный показатель качества (K_0) в соответствии с формулой (1) ГОСТ 15467-79 и вычислять его методом среднего арифметического взвешенного.

1. Используемые подходы к оценке качества процесса проектирования

Этап ЖЗ изделия НППП «Проектирование» (от лат. *projectus*, буквально «брошенный вперед») это процесс создания проекта или прототипа новой системы (или ее вариантов), удовлетворяющей предъявляемым к ней требованиям заказчика. Проект технической системы это комплект разнообразной технической (проектной) документации, предназначенной для создания новой системы, ее эксплуатации, ремонта и утилизации [9]. Этот этап можно рассматривать и как отдельный бизнес-процесс при оценке качества деятельности предприятия.

Наиболее известным и простым в реализации подходом является использование экспресс-метода определения состояния бизнес-процессов компании [10, 11]. Этот метод позволяет оперативно оценить состояние исследуемых бизнес-процессов. По мнению автора метода Л. Л. Чупрова, он принципиально изменяет подход к анализу и диагностике бизнес-процессов, переходя от неконкретных качественных методов оценки и сложно структурированных математических методов моделирования и анализа к быстрому и доступному методу факторной оценки исследуемых бизнес-процессов. Приводимые ниже коэффициенты, оценивающие качество бизнес-процесса применимы в большей степени к моделированию процессов, используя методику SADT [13]. SADT (акроним от англ. *structured analysis and design technique*) — методология структурного анализа и проектирования, интегрирующая процесс моделирования, управление конфигурацией проекта, использование дополнительных языковых средств и руководство проектом со своим графическим языком.

К количественным показателям бизнес-процессов (далеко не бесспорным по смыслу и алгоритму определения) автор метода относит следующие качества:

1. Сложность — определяется, как отношение количества уровней декомпозиции модели процессов, к сумме экземпляров процессов. Этот показатель, по мнению автора, определяет, насколько сложна иерархическая структура бизнес-процессов. Это определение не совсем соответствует понятию «сложность» организационно-технологической структуры предприятия, да и неясно, как усложнение или упрощение влияет на эффективность бизнес-процесса.
2. Процессность — определяется как отношение количества «разрывов» (отсутствие причинно-следственной связи между экземплярами бизнес-процесса) в бизнес-процессах к сумме классов процессов. Данный показатель характеризует бизнес-процесс как процессный либо проблемный (сущностный — разработанный, отталкиваясь от сущностных элементов (единицы оргструктуры и т. д.)). В случае, когда значение коэффициента указывает на процессный характер модели — это означает, что все экземпляры модели связаны между собой причинно-следственной связью и горизонтально интегрированы. Однако на практике далеко не все экземпляры модели могут быть

Таблица 1

Показатели эффективности бизнес-процесса

№ п/п	Показатели эффективности	Вид коэффициента	Формула расчета	Значение коэффициента
1	Сложность	$k_{сл}$	$k_{сл} = \Sigma \Pi_{ур} / \Sigma \Pi_{экз}$	$k_{сл} \leq 0,66$
2	Процессность	$k_{пр}$	$k_{пр} = \Sigma \Pi_{раз} / \Sigma \Pi_{кп}$	$k_{пр} < 1$
3	Контролируемость	$k_{отв}$	$k_{отв} = СП / \Sigma \Pi_{кп}$	$k_{отв} = 1$
4	Ресурсоемкость	$k_{рес}$	$k_{рес} = P / \Sigma \Pi_{вых}$	$k_{рес} < 1$
5	Регулируемость	$k_{рег}$	$k_{рег} = \Sigma \Pi_{рег} / \Sigma \Pi_{кп}$	$k_{рег} \geq 1$

связаны или интегрированы горизонтально, если не считать телефонную или электронную связь между собственниками процессов. Этот показатель скорее можно определить как степень связности процессов.

3. Контролируемость — определяется, как отношение количества классов бизнес-процесса к количеству собственников процесса (СП). Характеризует эффективность управления СП принадлежащими им и управляемыми ими бизнес-процессами. Этот показатель целесообразнее определить как степень централизации или децентрализации управления бизнес-процессом.
4. Ресурсоемкость — определяется как отношение количества используемых ресурсов к количеству «выходов» (результатов экземпляров процессов) бизнес-процессов. Показатель ресурсоемкости демонстрирует, насколько эффективно используются ресурсы в конкретном бизнес-процессе. По мнению автора, отношение количества ресурсов к сумме имеющих результаты в классах бизнес-процессов показывает эффективное или неэффективное использование ресурсов, хотя для такой оценки необходимо вводить нормированное (предельно допустимое) значение ресурсоемкости.
5. Регулируемость — определяется как отношение количества имеющихся регламентной документации к количеству классов бизнес-процессов.

Такой показатель говорит об уровне регламентации анализируемых классов бизнес-процессов. Показатель регулируемости характеризует исследуемый бизнес-процесс как регулируемый или нерегулируемый нормативными регламентами. Этот показатель более корректно было бы назвать термином «Регламентированность» и соотносить количество используемой регламентной документации с экземплярами бизнес-процесса.

В табл. 1 показаны указанные выше показатели с демонстрацией алгоритмов их расчета и нормативными значениями коэффициентов.

Сумма показателей бизнес-процессов должна соответствовать следующему нормативу: $1 \leq \Sigma k_i < 2,86$. При значении суммы коэффициентов равной или более 1 можно полагать, что анализируемый бизнес-процесс эффективен. При значении суммы коэффициентов больше 2,86 налицо неэффективная модель бизнес-процесса.

Метод позволяет определить, находится ли предприятие на момент оценивания в диапазоне эффективности и дает рекомендации для реинжиниринга бизнес-процессов в соответствии с табл. 2.

Однако, этот подход не позволяет сравнить две различные (предыдущую и новую) организационные структуры управления одного предприятия или два однотипных предприятия по качеству деятельности.

Таблица 2

Характеристика показателей эффективности бизнес-процессов

Показатели эффективности	$\Sigma k_i \geq 1$	$\Sigma k_i > 2,86$
Сложность	Если значение $k_{сл} < 0,01$, то в этом случае бизнес-процесс считается сложным	Если значение $k_{сл} > 0,66$, то в этом случае бизнес-процесс считается несложным.
Процессность	При минимальном значении $k_{пр}$ (0,5) модель бизнес-процессов следует считать процессной	При максимальном допустимом значении $k_{пр}$ (0,99) модель бизнес-процессов следует считать не процессной, а проблемной
Контролируемость	В случае, когда сумма собственников процессов равна сумме классов бизнес-процессов ($k_{отв} = 1$) — процесс контролируемый. Когда $k_{отв} < 1$, то это пониженная контролируемость процесса	В этом случае, сумма собственников процессов равна сумме классов бизнес-процессов ($k_{отв} = 1$) — процесс контролируемый
Ресурсоемкость	Чем ниже значение коэффициента, тем выше значение эффективности использования ресурсов в бизнес-процессе. В данном случае — ресурсоемкость низкая	Чем ниже значение коэффициента, тем выше значение эффективности использования ресурсов в бизнес-процессе. В данном случае — ресурсоемкость высокая ($k_{рес} = 1$)
Регулируемость	В данном варианте представлен низкий показатель регулируемости	В данном варианте представлен высокий показатель регулируемости

В. К. Федюкин предлагает основывать оценку бизнес-процессов на трех показателях качества процесса: результативность, эффективность и адаптивность процесса [14], а С. М. Ковалев — на пяти: результативность, стоимость, время, качество и фрагментация (FRAG) бизнес-процесса [15]. Эти подходы, очевидно, одни из наиболее точных методов определения качества деятельности, но они требуют определения финансовых и временных характеристик и не могут быть применены на стадии ЖЗ «Проектирование» до анализа результатов административно-хозяйственной деятельности предприятия за некоторый период времени.

Довольно интересны и полезны для приборостроительных предприятий разработки специалистов Томского политехнического университета [16-20]. В методике оценки качества деятельности приборостроительных предприятий авторами предложена декомпозиция всех КРП на 4 группы.

1. Совершенствование технологии выполнения бизнес-процессов разработки изделия, а в состав входят 6 КРП, в том числе:
 - степень автоматизации передачи данных между процессами;
 - степень регламентации деятельности по разработке изделия;
 - степень обеспеченности информационными технологиями (ИТ) сотрудников отделения в соответствии с их должностями;
 - доля процессов, выполняющихся с учетом современных методик разработки радиоэлектронных изделий.
2. Сохранение и накопление знаний о проектных решениях, полученных при разработке изделия, в состав входят шесть КРП, в том числе:
 - степень использования знаний по предыдущим разработкам для проектирования новых изделий;
 - степень поддержки информационными системами (ИС) формирования базы знаний о проектных решениях, полученных при разработке изделия.
 - степень поддержки ИС предприятия получения сотрудниками знаний о прошлых проектных решениях, полученных при разработке изделия.
3. Совершенствование технологии управляющих бизнес-процессов, в состав входят девять КРП, в том числе:
 - степень поддержки ИС деятельности по управлению разработкой изделия;
 - уровень планирования работ по проекту;
 - управляемость сроками выполнения проекта.
4. Автоматизация выполнения деятельности, в состав входят четыре КРП, в том числе:
 - степень охвата задач разработки и управления разработкой изделия современными ИС и ИТ;
 - доля документов, передаваемых при выполнении бизнес-процессов с использованием средств электронного документооборота;
 - степень автоматизации передачи данных между различными ИС.

Прогрессивным достижением этого подхода является решение задачи ранжирования бизнес-процессов (для определения коэффициентов их весомости) за счет использования аналитико-экспертного метода

анализа иерархий (МАИ) и матрицы сравнительных суждений, разработанных Т. Саати (США) [21]. К недостаткам этого подхода относится большое количество исследуемых КРП (25 показателей), а также громоздкость и нечеткость определения многих КРП. Последнее приводит к тому, что, вместо вычисления количественных характеристик по бизнес-процессам, оценивание качества производится на основе субъективного экспертного оценивания [19]. Этими же недостатками обладает и метод самооценки предприятиями оборонно-промышленного комплекса (ОПК) уровня развития цифрового производства или, точнее, метод определения степени комплексной автоматизации предприятий ОПК, разработанный НТЦ «Информтехника» филиала ФГУП «НИИСУ» для Минпромторга России и разосланный для исполнения в компании с государственным участием [23].

В работе О. В. Точилина [24] отмечено, что многие известные методы формирования показателей комплексной, в том числе технико-экономической, эффективности (полезности) основаны на выделении главного параметра или свертке совокупности характеристик (общественных, технических, экономических, социальных, бюджетных) и на максимально возможной степени исключение влияния человеческого фактора (субъективизма) при определении комплексного КРП.

2. Комплексный показатель качества проектирования изделий научно-производственного приборостроительного предприятия

Основной целью разработки комплексного показателя качества проектирования изделий НППП являлось получение возможности априорного экспресс-анализа состояния процесса проектирования в условиях значительного временного разрыва между издержками, доходами и получаемой пользой без использования итоговых экономических оценок разработки и эксплуатации продукции. В соответствии с методологией функционального моделирования описания деятельности [12, 13, 24] сначала необходимо описать модель реализации процессов проектирования

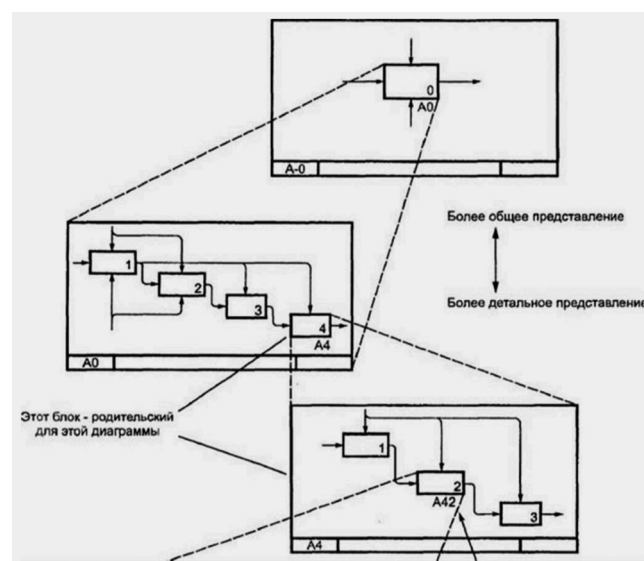


Рис. 1. Пример модели функциональной декомпозиции

изделий предприятия на основе модели функциональной декомпозиции SADT или IDEFO (рис. 1).

Далее необходимо определить классы проектирования (этапы проектирования), экземпляры процессов, «выходы» (результаты экземпляров процессов) проектирования, т. е. выходные конструкторские документы (а также — законченные процессы выполнения отдельной операции, программы, схемы, методики, руководства, технические условия, наборы данных, модули данных и т. п.) и их собственников (владельцев или исполнителей ролей). В дальнейшем будем использовать методы получения комплексных показателей, изложенных в работах [26-28].

Как уже было сказано в разделе «Введение», для формализации комплексного показателя качества проектирования предлагается использовать основные положения и методы измерения научной дисциплины квалиметрии, в рамках которой изучается методология комплексной количественной оценки качества объектов и процессов любой природы (в том числе и проектирования). Уточним формулу вычисления (1), преобразовав ее в формулу (2), где лишь последние два показателя и только по названию совпадают с экспресс-методом К. К. Чупрова [10]:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_n = \sum_i^n CA_i \alpha_i = CA_n \alpha_1 + CЦУ_n \alpha_2 + C//_n \alpha_3 + \\ + CPec \alpha_4 + CPer \alpha_5, \end{aligned} \quad (2)$$

где ЭП — комплексный показатель качества процессов проектирования; CA_i — i -й оцениваемый частный показатель качества проектирования из групп А, Б, В, Г, Д: А — степень автоматизации процессов проектирования (САП); Б — степень централизации (децентрализации, степень координации принятия решений — СКПР) управления процессами проектирования (СЦУП); В — степень распараллеливания выполнения процессов проектирования (С//П); Г — степень ресурсоемкости выполнения процессов проектирования (СРес); Д — степень регламентированности выполнения процессов проектирования (СРег); α_i — безразмерный весовой коэффициент показателя C_i , определяемый из интервала $0 < \alpha_i < 1$ с привлечением аналитических (табл. 3) и/или экспертных методов, а для суммы всех α_i выполняется равенство:

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1.$$

2.1. Степень автоматизации процессов проектирования

Определяется по формуле:

$$\begin{aligned} CA_n = \sum_i^n CA_{ni} \beta_i = CA_{ИД} \beta_1 + CA_{САПР} \beta_2 + \\ + CA_{ЭД} \beta_3 + CA_{ИП} \beta_4, \end{aligned} \quad (3)$$

где CA_n — степень автоматизации проведения работ по проектированию; CA_{ni} — i -й оцениваемый частный показатель степени автоматизации в i -й сфере деятельности при проектировании; β_i — коэффициент весомости показателя K_i , определяемый из интервала $0 < \beta_i < 1$ с привлечением аналитических (табл. 4) и/или экспертных методов, а для суммы всех α_i выполняется равенство:

$$\sum_{i=1}^n \beta_i = 1;$$

$CA_{ИД}$ — показатель, характеризующий степень автоматизации получения, хранения и актуализации исходных данных для проектирования; $CA_{САПР}$ — показатель, характеризующий степень автоматизации разработки и изготовления проектной конструкторской документации КД (в том числе технологической (ТД)), программной (ПД) и эксплуатационной (ЭД) с помощью средств автоматизации проектирования или степень использования САПР, систем автоматизированного создания программного обеспечения (САСПО) и средств автоматизации получения ЭД; $CA_{ЭД}$ — показатель, характеризующий долю КД, ПД и ЭД, хранимой и передаваемой с помощью средств электронного документооборота; $CA_{ИП}$ — показатель, характеризующий степень интеллектуализации проектирования средствами и методами искусственного интеллекта (СИИ) и робототехники. Таковыми могут быть, например, логико-лингвистические модели, метод продукций или предикатный вывод, текстовые и голосовые чат-боты, дополнительный интеллект (augmented intelligence), экспертные системы, машинное обучение и накопление опыта в базе знаний [29], ассоциативная память, эволюционные (генетические) алгоритмы, нейронные сети и др.; $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ и β_4 — безразмерные весовые коэффициенты показателей $CA_{ИД}, CA_{САПР}, CA_{ЭД}$ соответственно.

Для определения $CA_{ИД}$ целесообразно принять следующие экспертные дискретные значения:

- 0,1 — исходные данные получают, хранятся и актуализируются без автоматизированной системы с БД коллективного пользования, используя частные БД, электронную переписку, факсимильную и телефонную связь (большинство российских приборостроительных предприятий соответствуют в настоящее время этому уровню);
- 0,3 — 25% исходных данных хранится в БД коллективного пользования предприятия и актуализируется по мере поступления извещений от ЦКБ-проектанта и других заказчиков;
- 0,6 — более 75% исходных данных хранится в БД коллективного пользования предприятия и актуализируется по мере поступления извещений от ЦКБ-проектанта и других заказчиков;
- 1 — максимальное значение соответствует организации получения, хранения и актуализации исходных данных для проектирования систем и комплексов посредством автоматизированной системы получения, хранения и актуализации исходных данных заказчика с синхронно актуализируемыми БД и БЗ в ЦКБ-проектанте и на приборостроительном предприятии (будущая цель достижения $CA_{ИД}$).

$CA_{САПР}$ определяется по формуле:

$$CA_{САПР} = N_{BCA} / N_{вых},$$

где N_{BCA} — число всех выходов модели SADT процесса проектирования КД, ПД и ЭД, полученных с помощью инструментальных САПР, САСПО и средств автоматизации производства ЭД; $N_{вых}$ — общее число

Матрица попарных сравнений для определения α_i

	СА _п	СЦУ _п	С// _п	СРес	СРег	Σ	α_i
СА _п	1	5	3	3	3	15	0,44
СЦУ _п	1/5	1	1	1/2	1	3,7	0,11
С// _п	1/3	1	1	1	3	6,333	0,18
СРес	1/3	2	1	1	1/2	4,333	0,13
СРег	1/3	1	1/3	2	1	4,667	0,14
					Всего	34,033	1

всех выходов модели SADT процесса проектирования КД, ПД и ЭД.

СА_{ЭД} определяется по формуле:

$$СА_{ЭД} = N_{ВЭД} / N_{ВЫХ}$$

где $N_{ВЭД}$ — число всех выходов модели SADT процесса проектирования КД, ПД и ЭД, хранимых и передаваемых с помощью средств электронного документооборота.

Для определения САИП целесообразно принять следующие экспертные дискретные значения:

- 0,1 — опыт проектирования сохраняется только в выпущенной документации, а архив реализованных системотехнических и конструкторских решений не создается;
- 0,5 — создается и используется для всех разработчиков при новом проектировании архив реализованных системотехнических и конструкторских решений;
- 0,75 — разработана и используется всеми разработчиками система автоматизированного формирования базы знаний (БЗ) системотехнических и конструкторских решений по новым изделиям;
- 1 — разработана и используется интеллектуальная система автоматизированной корректировки КД, ПД и ЭД, выработанных инструментальными САПР, САСПО и средствами автоматизации получения ЭД [28], с обеспечением высокой степени релевантности спроектированных систем и комплексов и значительного сокращения затрат интеллектуальных и временных ресурсов (будущая цель достижения САИП).

2.2. Определение коэффициентов весомости составных показателей

Коэффициенты весомости α_i и β_i определяются методом анализа иерархий (МАИ), разработанных в 1971-1978 гг. Томасом Саати (США) [21], путем построения матрицы попарных сравнений показателей степени автоматизации с точки зрения их значимости или важности для достижения цели — повышения общей автоматизации проектирования. Этот метод приводит ЛПР не к «правильному» распределению коэффициентов весомости, а к варианту, наилучшим образом согласующемуся с его пониманием сути про-

блемы и требованиями к ее решению. В отличие от многих других аналитических и экспертных методов, метод анализа иерархий «является моделью естественного хода человеческого мышления, создающего концепцию и структуру сложной проблемы» [21]. Кроме того, метод анализа иерархий учитывает психологические особенности поведения человека в процессе принятия решения [22].

Проведем попарное сравнение по качественной шкале важности, с последующим преобразованием в баллы:

- одной степени важности или неразличимы = 1;
 - немного важнее (чуть менее важен) = 3 (1/3);
 - важнее (менее важен) = 5 (1/5);
 - значительно важнее (значительно менее важен) = 7 (1/7);
 - принципиально важнее (принципиально менее важен) = 9 (1/9).
- При промежуточном мнении необходимо использовать промежуточные баллы 2, 4, 6, 8.

Составляем матрицу попарных сравнений (табл. 3 и 4).

Теперь уравнение (2) уточняется значениями α_i :

$$\begin{aligned} \Theta_{П} = & СА_{п} \cdot 0,44 + СЦУ_{п} \cdot 0,11 + С//_{п} \cdot 0,18 + \\ & + СРес \cdot 0,13 + СРег \cdot 0,14. \end{aligned}$$

Теперь уравнение (3) уточняется значениями β_i :

$$\begin{aligned} СА_{П} = & СА_{ИД} \cdot 0,1 + СА_{САПР} \cdot 0,57 + \\ & + СА_{ЭД} \cdot 0,2 + СА_{ИП} \cdot 0,13. \end{aligned}$$

2.3. Степень централизации управления процессами проектирования

В работе [30] показано, что степень централизации управления процессами характеризует лишь степень «единоначалия» управления главным центром, принимающим решения (ГЦПР), т. е. главным конструктором проекта или генеральным директором предприятия, лицами, принимающими решения (ЛПР) по проектированию или собственниками процессов проектирования. Для оценки степени централизации управления (СЦУ) иерархических многоуровневых структур предлагается использовать комплексный

Таблица 4

Матрица попарных сравнений для определения β_i

	СА _{ИД}	СА _{САПР}	СА _{ЭД}	СА _{ИП}	Σ	β_i
СА _{ИД}	1	1/5	1/3	1	2,53	0,1
СА _{САПР}	5	1	5	3	14	0,57
СА _{ЭД}	3	1/5	1	1	5,2	0,2
СА _{ИП}	1	1/3	1	1	3,33	0,13
				Всего	25,06	1

показатель СЦУ — $Z^Ц$. Этот показатель учитывает два параметра, характеризующих структуру с точки зрения абстрактной математической теории графов — нормализованный индекс центральности $\delta(G)$ и индекс плотности графа $\gamma(G)$, а также два параметра, учитывающих функции узлов сети Z_Φ (степень приближения структуры управления к структуре со степенью централизации равной «1») и Z_1 (отношение числа единичных контуров управления (ЕКУ), в которых ГЦПР самостоятельно принимает решение, к общему числу точек принятия решений, содержащихся в данной структуре). В соответствии с ГОСТ 15467-79 он является комплексным показателем, а коэффициенты весомости всех 4 составляющих показателя целесообразно принять одинаковыми, т. е. равными 0,25, тогда $Z^Ц$ определяется по формуле:

$$Z^Ц = 0,25 (\delta(G) + \gamma(G) + Z_\Phi + Z_1).$$

Степень децентрализации управления проектированием $Z^Д$ показывает насколько процесс принятия решений распределен по собственникам процесса и определяется по формуле:

$$Z^Д = 1 - Z^Ц.$$

Еще большее влияние на качество проектирования, по мнению автора, имеет степень координации принятия решений — $C_{КПР}$, при проектировании, которую можно определить по формуле:

$$C_{КПР} = 2(R - R_{ОУ})(N_{ЦПР}(N_{ЦПР} - 1)) - 1,$$

где R — число единичных контуров управления (ЕКУ); $R_{ОУ}$ — число ЕКУ, которые входят в объект управления (процесс проектирования); $N_{ЦПР}$ — число центров принятия решений по проектированию (число собственников процесса).

Более детально с методологией определения $Z^Ц$, $Z^Д$ и $C_{КПР}$ можно ознакомиться в работе [30].

2.4. Степень распараллеливания выполнения процессов проектирования

Этот показатель представляет собой один из главных синергетических эффектов деятельности — операционной деятельности компании [31]. В работе [32] А. Е. Иванов отмечает, что профессор Токийского научного университета Х. Итами (H. Itami) в 1987 г. в книге «Мобилизация невидимых активов» (Mobilizing Invisible Assets) определил получение синергетического эффекта для повышения эффективности деятельности, когда ресурсы, аккумулируемые в одной части компании, используются одновременно и без каких-либо дополнительных расходов другими ее частями.

Такой подход к распараллеливанию наиболее характерен для организации изготовления продукции в производственных цехах и участках, но и для процессов проектирования может быть применен в определенной степени.

Рассмотрим семь вариантов процессов выполнения экземпляров процессов (ЭП), представленных на рис. 1, последовательное выполнение шести ЭП ($n_{ЭП}=6$) за шесть одинаковых временных тактов ($N_t=6$) и последовательно/параллельного выполнения ЭП за различные значения N_t , последовательно/параллельных временных тактов ($N_t^{//}$), последовательных временных тактов (N_t^-), числа параллельных веток ЭП ($n_B^{//}$) и числа ЭП в параллельных ветках ($n_{ЭП}^{//B}$). Степень распараллеливания выполнения процессов проектирования $C_{П}^{//}$ можно определить по эмпирической формуле:

$$C_{П}^{//} = (n_B^{//} + n_{ЭП}^{//B}) / 0,5 (n_{ЭП} - 1) (N_t + N_t^{//} + N_t^-). \quad (4)$$

В табл. 5 представлены основные параметры выполнения процессов проектирования, схематич-

Таблица 5

Характеристики распараллеливания выполнения процессов

№ на рис. 1	N_t	$N_t^{//}$	N_t^-	$n_B^{//}$	$n_{ЭП}^{//B}$	$n_B^{//} + n_{ЭП}^{//B}$	$N_t + N_t^{//} + N_t^-$	$C_{П}^{//}$
1	6	0	6	0	0	0	12	0
2	4	2	2	2	4	6	8	0,3
3	5	2	3	2	3	5	10	0,2
4	5	1	4	2	2	4	10	0,16
5	4	1	3	3	3	6	8	0,3
6	3	1	2	4	4	8	6	0,533
7	2	1	1	5	5	10	4	1

но представленных на рис. 2 и значений C_{II} для $n_{ЭП}=6$.

Таким образом, формула (4) определяет степень приближения структур выполнения процессов с первого по шестой вариант к структуре предельно возможного («идеального») распараллеливания выполнения процессов проектирования, представленной на рис. 2 в седьмом варианте, когда после получения и обработки исходных данных проектирования систем и комплексов дальнейшее выполнение ЭП происходит за один параллельный такт времени.

2.5. Степень ресурсоемкости выполнения процессов проектирования

Ресурсоемкость предлагается определять как отношение количества используемых ресурсов к количеству экземпляров процессов $N_{экз}$. Чтобы разрабатываемый комплексный показатель качества проектирования был априорным, необходимо не учитывать итоговых временных и финансовых затрат (условно считать, что они соответствуют утвержденным договорам и контрактам). Причем из всего множества ресурсов, для процесса проектирования целесообразно учитывать количество участников проектирования ($N_{УП}$). В этом случае, без учета финансовой и инвестиционной деятельности, степень ресурсоемкости — $С_{Рес}$ определим по формуле:

$$C_{Рес} = N_{УП} / N_{экз}.$$

2.6. Степень регламентированности выполнения процессов проектирования

Степень регламентированности выполнения процессов проектирования определяется, как отношение количества используемой регламентной документации по проектированию к количеству экземпляров процесса проектирования. В методологии SADT экземпляром принято считать «действие» (activity). Для проектирование могут они быть следующими:

- составление, согласование и утверждение договоров (контрактов) и ТЗ на разработку и поставку системы;
- ведение переписки с ЦКБ-проектантами и другими внешними организациями по возникающим вопросам при проектировании системы;
- согласование общих технических требований (ОТТ) к системе и объекту эксплуатации;
- осуществление общего технического руководства по работе над проектом;
- разработка руководящих указаний по конструированию;
- разработка схемы деления структурной системы;
- разработка схемы комплектационной структурной;
- разработка схемы электрической общей;
- определение на основе ТЗ на систему основных принципов построения программного обеспечения (ПО);
- распределение общих технических требований между отдельными подсистемами при проектировании системы;

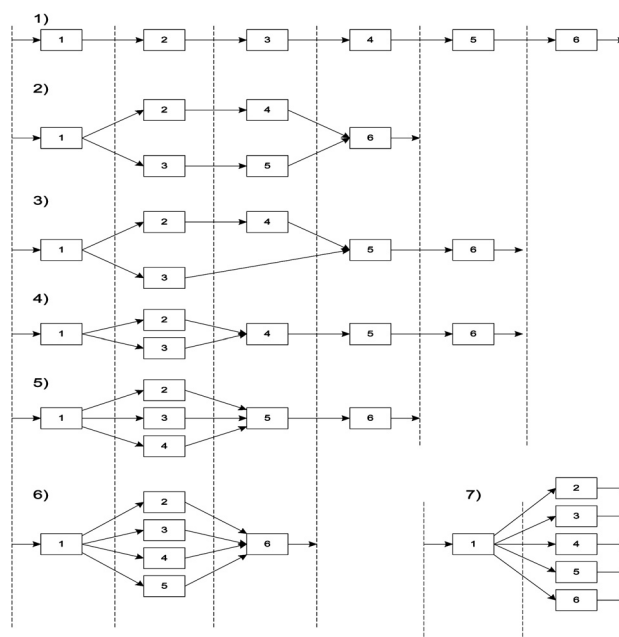


Рис. 2. Семь вариантов процессов распараллеливания экземпляров процессов проектирования

- распределение работ по проектированию систем и подсистем между проектными центрами предприятия;
 - определение номенклатуры и характеристик входящих сигналов, требуемых датчиков и сигнализаторов, точек контроля и исполнительных воздействий для проектирования системы;
 - разработка структуры и состава ПО на уровне документирования программ (компонент, комплексов);
 - определение требований к модульному составу приборов для подразделения – разработчика аппаратуры;
 - проектирование кабельных связей между приборами
 - разработка ПО системы (приборов системы) на основе ТЗ разработчика системы и т. д.
- Это только малая часть всех возможных экземпляров и действий при проектировании.

В идеале в будущем каждому экземпляру, действию или отдельному мероприятию по проектированию систем, подсистем, приборов и модулей должен соответствовать свой внутренний или общетехнический стандартный регламентирующий документ. Сейчас на практике проектирования это далеко не так.

При этом можно выделить регламентирующие нормативно-методические документы подклассов: конкретные (КР), например, «Технические условия. Правила построения, изложения, оформления, согласования и утверждения», «Порядок разработки химмотологических карт на изделия», «Схема деления структурная. Порядок разработки и согласования»; групповые (ГР), например, «Формуляр. Паспорт. Типовые формы. Указания по заполнению», «Схемы электрические. Правила оформления. Схемы принципиальные и функционально-принципиальные дискретных систем»; общие (ОР), например, «Технология проектирования программного обеспечения»

информационно-управляющих систем. Номенклатура, порядок разработки, согласования и утверждения программной документации», «Консервация и упаковка изделий».

Чтобы повысить чувствительность оценивания или коэффициент усиления метода, предлагается использовать следующую формулу с коэффициентами весомости КР, ГР и ОР — 1, 0,4 и 0,2, соответственно:

$$CP_{II} = \frac{\sum_{i=1}^n Cкр_i \cdot 1 + \sum_{j=1}^m Cгр_j \cdot 0,4 + \sum_{k=1}^l Cор_k \cdot 0,2}{W},$$

где W — общее количество всех экземпляров (действий или отдельных мероприятий) процесса проектирования; $Cкр_i$, $Cгр_j$ и $Cор_k$ — степень обеспеченности процессов проектирования, соответственно: конкретными, групповыми и общими регламентами, а для i, j, k, n, m, l справедливо соотношение:

$$n + m + l = W.$$

Этот показатель может быть одним из составляющих комплексного показателя качества деятельности службы управления качеством предприятия.

Заключение

В работе проведен краткий анализ используемых в настоящее время подходов к оценке качества процесса производства и проектирования. Предложен априорный экспресс-метод разработки комплексного показателя качества проектирования изделий

научно-производственного приборостроительного предприятия, не требующий экономического или финансового анализа качества разработки и результатов эксплуатации продукции предприятия. Он позволяет сравнивать две различные организационные структуры управления проектированием изделий (например, предыдущую и новую) одного предприятия или однотипные по качеству деятельности предприятия, используя одни и те же коэффициенты весомости КР, составляющих комплексный КР.

Коэффициенты весомости определяются методом анализа иерархий (МАИ), разработанных Томасом Саати (США), путем построения матрицы попарных сравнений показателей степени автоматизации с точки зрения их значимости или важности для достижения цели — повышения качества проектирования. Этот метод приводит ЛПП не к «правильному» распределению коэффициентов весомости, а к варианту, наилучшим образом согласующемуся с его пониманием сути проблемы и требованиями к ее решению.

Предложено использовать пять групп КР по степени: автоматизации процессов проектирования; централизации (децентрализации, координации принятия решений) управления процессами проектирования; распараллеливания выполнения процессов проектирования; ресурсоемкости выполнения процессов проектирования; регламентированности выполнения процессов проектирования.

В зависимости от специализации предприятия и выпускаемой им продукции, для разработки комплексного показателя качества проектирования возможно использование некоторых других составляющих его КР.

Список использованных источников

1. KPI LIB. Библиотека показателей (KPI). <http://www.kplib.ru/index.php>.
2. С. М. Евсеенко. Опыт разработки, реализации и оценки качества программы инновационного развития высокотехнологичного предприятия//Инновации. 2019. № 6. С. 9-19.
3. ГОСТ 15467-79 (ГОСТ СЭВ 3519-81) Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. 6-е изд. (Май 2009 г.) М.: Издательство стандартов, 1987. С. 40.
4. Е. Н. Сыщикова. Комплексный подход к оценке эффективности работы промышленного предприятия//Организатор производства. 2016. Т. 70. № 3. С. 71-82.
5. Ф. Х. Доронина. Интегральный подход в комплексной оценке эффективности деятельности предприятия//Вестник Московского университета им. С. Ю. Витте. Серия 1: «Экономика и управление». 2017. № 1 (20). С. 40-47.
6. Т. А. Кузовкова, Д. В. Кузовков, А. Д. Кузовков. Экспертно-квалиметрический метод интегральной оценки эффективности инновационных проектов и применения новых технологий//Системы управления, связи и безопасности (sccs.intelgr.com). 2016. № 3. С. 1-54.
7. Минэкономразвития России (2019). Рекомендации по применению интегрального ключевого показателя эффективности инновационной деятельности для акционерных обществ с государственным участием, государственных корпораций, государственных компаний и федеральных государственных унитарных предприятий (Приложение 1 к протоколу заседания Межведомственной комиссии по технологическому развитию при Правительственной комиссии по модернизации экономики и инновационному развитию России от 19 марта 2019 г. № 10-Д01).
8. А. В. Трачук, Н. В. Линдер. Инновационная деятельность промышленных компаний: измерение и оценка эффективности//Стратегические решения и риск-менеджмент. 2019. Т. 10. № 2. С. 108-121.
9. Т. И. Алиев. Основы проектирования систем. СПб.: Университет ИТМО. 2015. 120 с.
10. К. К. Чупров. Экспресс-метод диагностики бизнес-процессов компании//Консультант директора. 2005. № 20. С. 6-10.
11. Н. А. Дубинина. Показатели оценки бизнес-процессов предприятия//Вестник Пермского университета. Серия «Экономика». 2016. Вып. 2 (29). С. 179-191.
12. Р 50.1.028-2001. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Методология функционального моделирования. М: ИПК Издательство стандартов, 2001. 50 с.
13. Дэвид А. Марка, Клемент Мак Гоуэн. Методология структурного анализа и проектирования SADT. 1986. 243 с. <https://pqm-online.com/assets/files/lib/books/marka.pdf>.
14. В. К. Федюкин. Методы параметрической оценки качества продукции//Качество. Инновации. Образование (ежемесячный научно-практический журнал). 2007. № 5. С. 32-38.
15. С. М. Ковалев, В. М. Ковалев. Современные методологии и стандарты описания бизнес-процессов: преимущества, недостатки и области применения//Справочник экономиста. 2006. № 11. С. 2-10.
16. Е. Е. Лунева. Выявление приоритетных бизнес-процессов и их оценка на приборостроительном предприятии//Известия Томского политехнического университета. 2009. Т. 314. № 5. С. 220-225.
17. А. А. Вичугова, Е. А. Дмитриева, Г. П. Цапко. Разработка модели данных PDM-системы ENOVIA SMARTTEAM для управления спецификациями при создании радиоэлектронной аппаратуры//Прикладная информатика. 2010. № 5 (29). С. 23-29.
18. Е. Е. Лунева, И. Н. Куренков, Е. А. Дмитриева, Г. П. Цапко. Адаптация метода робастного проектирования Тагути для оптимизации бизнес-процессов//Системы управления и информационные технологии. 2011. № 2 (44). С. 91-95.
19. Е. Е. Лунева. Процессное управление проектной деятельностью приборостроительного предприятия: Дисс. канд. тех. наук: 05.13.01. ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет». 2011. 21 с.
20. Ю. А. Суханова, И. Н. Куренков, Е. Е. Лунева, Г. П. Цапко. Критерии оценки эффективности бизнес-процессов приборостроительного предприятия. Томск, 2011. <http://lab18.ipu.ru/hrojects/conf2012/3/8/htm>.
21. Т. Саати. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. 314 с.

22. О. И. Ларичев. Объективные модели и субъективные решения. М.: Наука, 1987. 143 с.
23. Минпромторг России (2017). Методические рекомендации по организации цифрового производства на предприятиях ОПК. М: Минпромторг России, 2017. 239 с.
24. О. В. Точилин. Ключевые показатели эффективности (пользы) инновационно-инвестиционной деятельности в создании авиационных комплексов//Управленческие науки. 2017. № 2. С. 56-65.
25. Д. Могилко. Аналитика бизнес-процессов. Проектирование организации. Business studio. http://www.businessstudio.ru/articles/article/analitika_biznes_protseessov.
26. Ю. Б. Кузьмин. Оценка уровня автоматизации//Нефтяное хозяйство. 2009. № 10. С. 104-107.
27. С. М. Евсеенко, Д. А. Скороходов. О степени механизации и автоматизации организационно-технологических процессов предприятия и корабля//Морские интеллектуальные технологии. 2013. № 3 (21). С. 44-50.
28. С. М. Евсеенко, Д. А. Скороходов. О степени интеллектуализации, роботизации и комплексной оценки управления организационно-технологическими процессами предприятия и корабля//Морские интеллектуальные технологии. 2013. № 4 (22). С. 53-61.
29. А. А. Ершов. Способ и оценка эффективности интеллектуализации разработки АСУ для сложных производственно-технических систем//Научное обозрение. Технические науки. 2014. № 1. С. 155-156. <http://science-engineering.ru/ru/article/view?id=221>.
30. С. М. Евсеенко. О степени централизации и децентрализации управления организационно-технологическими процессами//Морские интеллектуальные технологии. 2017. № 3 (37). Т. 3. С. 70-81.
31. Ю. Бригхэм, М. Эрхардт. Финансовый менеджмент/Пер. с англ. СПб.: «Питер», 2009. 960 с.
32. А. Е. Иванов. Генезис синергетического подхода в исследованиях слияний и поглощений: развенчание главного мифа о синергии//Вопросы экономики. 2013. № 42 (570). С. 69-80.

References

1. KPI LIB. Indicator library (KPI). <http://www.kplib.ru/index.php>.
2. S. M. Evseenko. Experience of development, implementation and qualitative assessment of innovative development program for a high-tech enterprise//Innovatsii. 2019. № 6. P. 9-19.
3. GOST 15467-79 (All Union State Standard CMEA 3519-81) Product quality management. Basic concepts. Terms and definitions, 6th edition. (May 2009.) Moscow, 1987. P. 40.
4. E. N. Syshchikova. An integrated approach to assessing the efficiency of an industrial enterprise//Organizator Proizvodstva. 2016. Vol. 70. № 3. P. 71-82.
5. F. H. Doronina. An integral approach in a comprehensive assessment of the enterprise efficiency//Vestnik Moskovskogo universiteta im. S. Yu. Witte. Series 1: «Economics and Management». 2017. № 1 (20). P. 40-47.
6. T. A. Kuzovkova, D. V. Kuzovkov, A. D. Kuzovkov. Expert-qualimetric method of integral assessment for the effectiveness of innovative projects and the use of new technologies//Sistemy upravleniya, svyazi i bezopasnosti (scs.intelgr.com). 2016. № 3. P. 1-54.
7. Russian Ministry of Economic Development (2019). Guidelines for the use of an integral key indicator of the innovative activities effectiveness for joint stock companies with state participation, state corporations, state companies and federal state unitary enterprises (Appendix 1 to the minutes of the meeting of the Interdepartmental Commission on Technological Development under the Government Commission on Economic Modernization and Innovative Development of Russia dated March 19, 2019, № 10-D01).
8. A. V. Trachuk, N. V. Linder. Innovative activity of industrial companies: measurement and evaluation of efficiency//Strategicheskie resheniya i risk-menedzhment. 2019. Vol. 10. № 2. P. 108-121.
9. T. I. Alier. Fundamental principles of systems design. St. Petersburg, 2015. 20 p.
10. K. K. Chuprov. Express-method for diagnostics of the company's business processes//Consultant directora. 2005. Vol. 20. P. 6-10.
11. N. A. Dubinina. Indicators for assessing business processes of an enterprise//Vestnik Permskogo universiteta. Economics series. 2016. Issue 2 (29). P. 179-191. P 50.1.028-2001. Information technology to support the products life cycle. Functional modeling methodology. Moscow, 2001. 50 p.
12. David A. Marka, Clement McGowan. SADT structural analysis and design methodology. 1986. 243 p. <https://pqm-online.com/assets/files/lib/books/marka.pdf>.
14. V. K. Fedyukin. Methods for parametric assessment of product quality//Kachestvo. Innovacii. Obrazovanie (ezhemesyachnyj nauchno-prakticheskij zhurnal). 2007. Vol. 5. P. 32-38.
15. S. M. Kovalev, V. M. Kovalev. Modern methodologies and standards for describing business processes: advantages, disadvantages and areas of application//Spravochnik ekonomista. 2006. Vol. 11. P. 2-10.
16. E. E. Luneva. Identification of priority business processes and their assessment at the instrument-making enterprise//Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. 2009. Vol. 314. № 5. P. 220-225.
17. A. A. Vichugova, E. A. Dmitrieva, G. P. Tsapko. Development of a data model of the ENOVIA SMARTTEAM PDM system for managing specifications when creating radio electronic equipment//Prikladnaya informatika. 2010. Vol. 5 (29). P. 23-29.
18. E. E. Luneva, I. N. Kurenkov, E. A. Dmitrieva, G. P. Tsapko. Adaptation of the robust design Taguchi method for optimizing business processes//Sistemy upravleniya i informacionnye tekhnologii. 2011. Vol. 2 (44). P. 91-95.
19. E. E. Luneva. Process management of project activities for an instrument-making enterprise: Phd thesis. 05.13.01. FGBOU VPO «National Research Tomsk Polytechnic University». 2011. 21 p.
20. Yu. A. Sukhanova, I. N. Kurenkov, E. E. Luneva, G. P. Tsapko. Criteria for evaluating the effectiveness of business processes of an instrument-making enterprise. Tomsk, 2011. <http://lab18.ipu.ru/hrojects/conf2012/3/8/htm>.
21. T. Saati. Decision making. Hierarchy analysis method. Moscow, 1993. 314 p.
22. О. И. Ларичев. Объективные модели и субъективные решения. Москва, 1987. 143 с.
23. Russian Ministry of Industry and Trade (2017). Methodological recommendations for organizing digital production at defense industry enterprises. Moscow, 2017. 239 p.
24. О. В. Точилин. Ключевые показатели эффективности (пользы) инновационно-инвестиционной деятельности в создании авиационных комплексов//Управленческие науки. 2017. Vol. 2. P. 56-65.
25. Д. Могилко. Business Process Analytics. Проектирование организации. Business studio. http://www.businessstudio.ru/articles/article/analitika_biznes_protseessov.
26. Ю. Б. Кузьмин. Оценка уровня автоматизации//Нефтяное хозяйство. 2009. Vol. 10. P. 104-107.
27. S. M. Evseenko, D. A. Skorokhodov. On the degree of mechanization and automation of organizational and technological processes at an enterprise and a ship//Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2013. Vol. 3 (21). P. 44-50.
28. S. M. Evseenko, D. A. Skorokhodov. On the degree of intellectualization, robotization and comprehensive assessment of the management of organizational and technological processes at an enterprise and a ship//Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2013. Vol. 4 (22). P. 53-61.
29. A. A. Ershov. Method and evaluation of the effectiveness of intellectualization for the development of automated control systems for complex production and technical systems//Nauchnoe obozrenie. Tekhnicheskie nauki. 2014. Vol. 1. P. 155-156. <http://science-engineering.ru/ru/article/view?id=221>.
30. S. M. Evseenko. On the degree of centralization and decentralization of managing organizational and technological processes//Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2017. Vol. 3 (37). Vol. 3. P. 70-81.
31. Y. Brigham, M. Erhardt. Financial management/Trans. from English. St. Petersburg, 2009. 960 p.
32. A. E. Ivanov. The origin of the synergetic approach in the study of mergers and acquisitions: debunking the main myth about synergy//Voprosy ekonomiki. 2013. Vol. 42 (570). P. 69-80.