
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ, УПРАВЛЕНИЕ В ЧЕТКИХ И НЕЧЕТКИХ УСЛОВИЯХ

УДК 658.5, 519.688

СИСТЕМА КЛЮЧЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЛЯ ПРОЕКТА РАЗРАБОТКИ ТИРАЖНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ¹

Статья поступила в редакцию 07.11.2014, в окончательном варианте 25.11.2014.

Белов Александр Германович, аспирант, Волгоградский государственный технический университет, 400005, Российская Федерация, г. Волгоград, пр. им. В.И. Ленина, 28, e-mail: belov.rus@gmail.com

Кравец Алла Григорьевна, доктор технических наук, профессор, Волгоградский государственный технический университет, 400005, Российская Федерация, г. Волгоград, пр. им. В.И. Ленина, 28, e-mail: agk@gde.ru

Создание системы ключевых показателей эффективности для проекта разработки программного обеспечения с использованием концепции сбалансированной системы показателей является комплексной задачей, охватывающей вопросы проектирования продукта, управления расписанием, качеством разработки, а также командой проекта. Планирование разработки программного обеспечения целесообразно организовать по этапам, причем итогом каждого этапа должен быть выпуск нового релиза. Оценка исполнения плана и уровня обеспеченности ресурсами должна выполняться по итогам каждого этапа. При разработке системы показателей приоритет должен быть отдан качественным показателям по сравнению с количественными. Определение качественных критериев результативности деятельности основывается на принципах проектного управления и методе структурной декомпозиции работ. Показатели результативности должны быть дополнены оценками, определяющими соблюдение качественных требований в отношении выполнения регламентов. Формирование системы ключевых показателей эффективности способствует оптимизации совместной работы команды разработчиков, позволяет более качественно планировать результаты, прибегая к итерационным методам, уточняя требования на каждом из этапов. Применение матриц результативности позволяет оперативно управлять деятельностью разработчиков, оценивать качество результатов, а также использовать их как инструмент обратной связи. В статье описан опыт использования системы показателей эффективности для проекта по разработке тиражного программного продукта.

Ключевые слова: ключевые показатели деятельности, целевое управление, сбалансированная система показателей, проектное управление, разработка тиражного программного обеспечения, совместная работа, матрица результативности, коэффициент персональной результативности

SYSTEM OF KEY PERFORMANCE INDICATORS FOR THE SOFTWARE DEVELOPMENT PROJECT

Belov Aleksandr G., post-graduate student, Volgograd State Technical University, 28 Lenin Avenue, Volgograd, 400005, Russian Federation, e-mail: belov.rus@gmail.com

¹ Работа выполнялась при поддержке Министерства образования РФ (проект № 2.1917.2014K_2014).

Kravets Alla G., D.Sc. (Engineering), Professor, Volgograd State Technical University, 28 Lenin Avenue, Volgograd, 400005, Russian Federation, e-mail: agk@gde.ru

Creating a system of key performance indicators for a software development project using the concept of the Balanced Scorecard is a complex task encompassing issues of product design, schedule management, quality management, as well as the project team. Planning software development should be organized by stages where each stage has new release as a result. The performance assessment of the plan and the resources level occurs at the end of each stage. In developing a system of indicators, priority should be given to quality indicators in comparison with quantitative. Determination of the quality performance criteria based on the principles of project management and method of work breakdown structure. Performance indicators should be supplemented by estimates that determine the quality requirements. Developing of a system of key performance indicators provides to optimize collaboration, gives better planning results, resorting to iterative methods, specifying the requirements for each of the stages. Application of performance matrices allows manage of developers performance, evaluate the quality of the result, and use it as a feedback tool. The article describes the experience of using the system performance indicators for a project of develop a software.

Keywords: key performance indicators, management by objectives, balanced scorecard, project management, development of replicable software, collaboration, performance matrix, the coefficient of personal effectiveness

Введение. Большое количество проектов разработки тиражных программных продуктов (ПП) заканчивается с перерасходом бюджета, не укладывается в запланированные сроки, выполняется с худшим, чем планировалось качеством, либо с неполным функционалом [5]. Это связано как с недостатками планирования и организации процесса разработки, так и с особенностями контроля процесса разработки и управления командой разработчиков [12]. Общеизвестно, что выполнение проектов разработки тиражного программного обеспечения (ПО) требует использования соответствующей методологии и комплексного подхода к организации процессов проектирования, планирования, управления персоналом, а также управления сроками, бюджетом проекта и качеством создаваемого продукта. Для обеспечения эффективного управления проектом разработки тиражного ПО требуется выделить показатели и критерии, показывающие степень его управляемости. В настоящей статье рассматривается опыт разработки и использования системы показателей для оценки эффективности проекта разработки тиражного ПП.

Общая характеристика проблематики управления разработкой программного обеспечения. Для оценки трудоемкости и стоимости проектов разработки ПО используются математические модели функциональных точек (Functional Point), СОСОМО II (Constructive Cost Model), а также другие методы [1, 14]. На сегодняшний день разработаны методики управления ИТ-проектами, учитывающие методологию проектного подхода [13], концепцию сбалансированной системы показателей (Balanced Scorecard) [3, 17], агентных технологий [5], а также применение информационных технологий (ИТ-решений) [2].

Разработка системы показателей эффективности для проекта по разработке ПО является комплексной задачей (рис. 1), охватывающей следующие вопросы:

- проектирование продукта и управление требованиями, этапами разработки и версиями;
- управление персоналом (командой) проекта;
- управление расписанием и сроками реализации проекта;
- управление финансами и бюджетом проекта;
- вопросы управления качеством.

Схематически номенклатура направлений деятельности для методологии управления проектом разработки ПП показана на рис. 1.



Рис. 1. Методология управления проектом разработки ПП

В основе концепции управления эффективностью [16] лежит метод управления по целям и требования по планированию создаваемых результатов. В производственных и дистрибьюторских компаниях создаваемый и оцениваемый результат является преимущественно типовым и неуникальным. В то же время результат, получаемый в рамках реализации проекта разработки тиражного ПП, как правило, обладает индивидуальными, уникальными характеристиками.

При создании системы критериев оценки результативности проекта, важно также учесть глобальные тенденции, имеющие место в управлении персоналом в рамках реализации ИТ-проектов. На первый план выходят задачи повышения вовлеченности сотрудников и индивидуализация подходов к их мотивации. Другой важной тенденцией является организация удаленной работы и мобильных рабочих мест сотрудников. Однако для реализации таких подходов необходима высокая мотивация сотрудников, вовлеченность и наличие инструментов организации таких рабочих мест, в том числе и использование облачных приложений для обеспечения совместной работы сотрудников. Отдельной важной задачей руководителя проекта является управление знаниями и выравнивание уровня квалификации членов команды – для создания условий высокопроизводительной деятельности [18].

При проектировании и разработке ПО, одним из значимых факторов, влияющих на успех проекта, является эффективность работы проектной команды. Помимо прочих факторов, на эту эффективность влияют уровень квалификации участников, их творческий подход, вовлеченность и нацеленность на результат. Система показателей должна способствовать повышению эффективности взаимодействия разработчиков при создании командного результата.

Применение совокупности показателей деятельности для проекта способствует организации совместной работы, позволяет более качественно планировать результаты – путем использования итерационных приемов, уточнения требований на каждом из этапов в зависимости от результатов, полученных на предыдущем этапе (этапах).

Методы, применяемые при управлении эффективностью разработки программного обеспечения. В основе предлагаемого подхода управления эффективностью проекта разработки тиражного ПП лежит метод целевого управления [15]. На этапе проектирования необходимо определиться с требованиями, которым должен соответствовать создаваемый продукт, включая его функциональность, удобство использования и пр. Дальнейшее планирование разработки ПП целесообразно осуществлять по этапам (или релизам) [8], поскольку при этом сокращается уровень неопределенности, свойственный процессу разра-

ботки ПО. В пределах отдельного этапа определить трудоемкость и длительность выполнения задач по кодированию ПП возможно более точно. Схематически алгоритм целевого управления проектом разработки ПП показан на рис. 2.

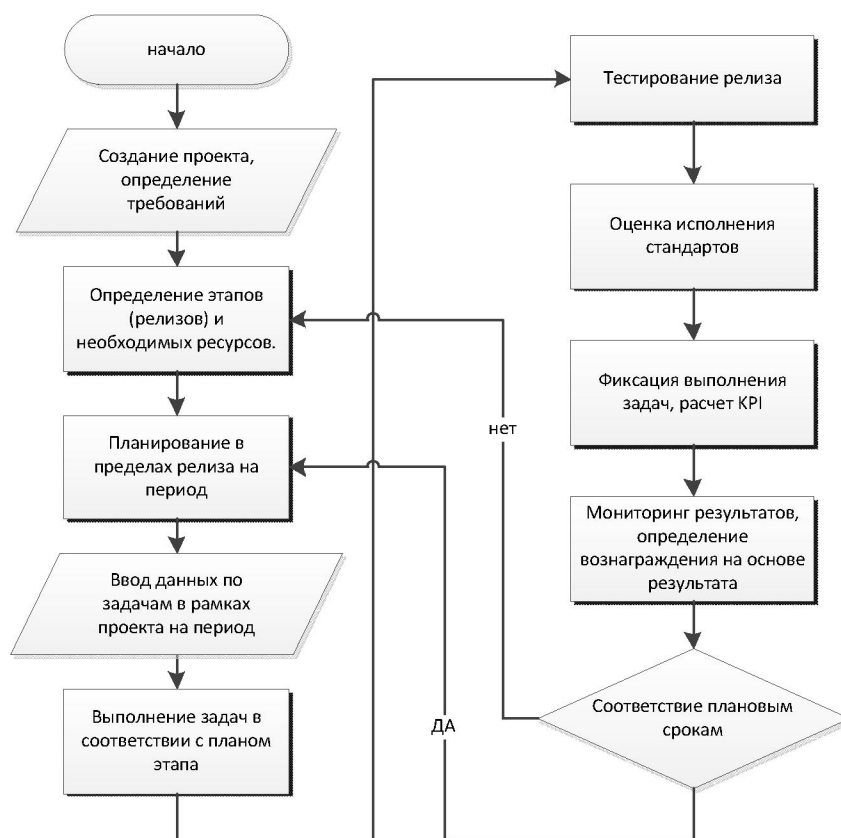


Рис. 2. Общий алгоритм целевого управления в проекте разработки тиражного ПП

Для обеспечения регулярного контроля результатов необходимо определить совокупность критериев, которые необходимы для оценки результативности работы проектной команды и реализации проекта в целом. Такие критерии могут быть применены для принятия решений по оптимизации использования имеющихся ресурсов.

Выбор критериев для оценки результатов деятельности разработчиков в научной литературе обсуждается регулярно [4, 9, 11, 14]. Количественные показатели («количество строк кода» ПП, «человеко-часы», «количество выявленных ошибок») не будут удачным выбором, поскольку не позволяют всесторонне оценить качественные характеристики создаваемого продукта. В творческой и инновационной деятельности существуют множественные варианты решения одной и той же задачи. Однако при разработке системы показателей, необходимо отдавать приоритет качественным критериям.

Для использования результатов оценки производительности и формирования системы вознаграждений на основе полученных результатов, предлагается применить индивидуальную матрицу показателей результативности разработчиков (табл. 1), в которой будут использоваться как количественные, так и качественные критерии. На основе такой матрицы возможно в дальнейшем не только оценивать индивидуальный уровень результативности работы сотрудников, отслеживать ее динамику, но также формировать внутренние рейтинги для определения наиболее эффективных работников.

Таблица 1

Пример матрицы результативности сотрудника, занятого в проекте

№	Показатель	Вес, %	% вы- пол- нения	КПР*
1	Выполнение задач в соответствии с индивидуальным планом	65	80	52
2	Соблюдение стандарта кодирования	10	100	10
3	Соблюдение требований документирования	10	120	12
4	Оценка удобства создаваемых интерфейсов	10	50	5
5	Оценка информативности интерфейса	5	70	3,5
СУММА		100		82,5

* КПР – коэффициент персональной результативности.

Матрица результативности формируется через определение весов вхождения каждого отдельного показателя. Вес вхождения показателя в матрицу определяется руководителем проекта субъективно – в соответствии с имеющимися приоритетами и ролью сотрудника в проекте. При этом КПР учитывает как уровень результативности для отдельных показателей, так и веса их вхождения в матрицу.

Разработку матриц показателей целесообразно разделить по ролям, выполняемым сотрудниками в проекте.

1. Руководитель проекта.
2. Постановщики задач, консультанты.
3. Алгоритмисты и кодировщики.
4. Тестеры, технические писатели.

Числовые значения по количественным показателям могут быть получены из специализированного программного управления проектами, а по качественным – определяются на основе оценок, сделанных внутренними экспертами или руководителем проекта на основе подходов, описанных ниже.

Методы, используемые для определения количественных критериев проекта. Количественные показатели, которые могут быть использованы в качестве критериев эффективности проекта, описаны в стандарте по управлению проектами (PMBok) [13]. Набор таких показателей может быть использован для разработки матрицы результативности как для менеджера проекта, так и для отдельных исполнителей. Использование специализированного ПО позволит делать расчет количественных показателей с меньшими затратами. Предлагаемые показатели сгруппированы в соответствии с концепцией сбалансированной системы показателей [17] и приведены в табл. 2.

Отдельными исследованиями была продемонстрирована зависимость между усилиями, направленными на управление знаниями и выравнивание уровня квалификации команды, т.е. в конечном счете на повышение общей производительности [9, 18]. При этом была показана целесообразность в рамках управления проектом на соответствующий период определить задачи по повышению квалификации и прохождению тестирования участников рабочей группы (команды проекта).

Методы, используемые для определения качественных показателей результативности команды проекта: проектный менеджмент, задачи и оценки. Формирование плана разработки ПО целесообразно делить на этапы, где каждый этап подразумевает выпуск релиза с определенным набором функционала. При этом весь процесс планирования реализуется с применением метода «набегающей волны» [10], когда ближайшие этапы (релизы) планируются более подробно, чем отдаленные. Это позволяет при планировании результатов разработки отдельных модулей вносить коррективы по мере уточнения требований и появления новых пожеланий со стороны группы тестирования или пользователей.

Таблица 2

**Пример карты показателей эффективности проекта в соответствии
с методологией Balanced Scorecard (BSC)**

Пер-спектива	Показатель	Вид	Ответственный	Описание
Финансы	Освоенный объем Earned Value (Budgeted Costs for Work Performed)	Колич.	Руководитель проекта	Освоенный объем – это указанный в бюджете объем работы, действительно выполненный в течение определенного периода времени (руб.)
	Индекс выполнения стоимости проекта (Cost Performance)	Колич.	Руководитель проекта	Освоенный объем, поделенный на фактическую стоимость по совокупности выполненных этапов проекта. Показывает, насколько в целом по проекту удается укладываться в запланированный бюджет
	Фактическая стоимость проекта Actual cost	Колич.	Руководитель проекта	Это общая стоимость (затрат) выполнения работы в результате плановой операции или отдельной задачи в течение определенного периода времени
Клиенты	Оценка функционала решения	Кач.	Руководитель проекта, исполнители	Получение оценки на основе формализованного опроса и рейтингов
	Скорость исправления ошибок	Кач.	Исполнители	Получение оценки на основе формализованного опроса
Внутренние процессы	Индекс выполнения сроков проекта	Колич.	Руководитель проекта	Выполнение сроков в соответствии с расписанием (отношение освоенного объема к плановому объему за тот же период – показывает то, насколько % работа продвинулась к дате составления отчета)
	Выполнение плана задач	Кач.	Исполнители	Выполнение конкретных задач в рамках расписания
	Удобство интерфейса	Кач.	Исполнители	Оценка производится специалистами, выполняющими тестирование, возможно пользователями, привлекаемыми к бета-тестированию
	Выполнение регламентов разработки	Кач.	Исполнители	Оценка со стороны внутреннего эксперта, руководителя проекта и/или специалиста, ответственного за тестирование
	Соблюдение сроков по критическим вехам	Кач.	Исполнители	Оценка руководителем проекта
	Выполнение требований документирования	Кач.	Исполнители	Оценка производится специалистами, выполняющими тестирование
Персонал, развитие	Выполнение плана по развитию персонала проекта	Колич.	Руководитель проекта	Отслеживание развития команды проекта в соответствии с требованиями к квалификации
	Оценка «360 градусов»	Кач.	Исполнители	Взаимная и регулярная оценка участников команды проекта на основе профессиональных требований и со стороны «внутренних клиентов» (участников проекта, пользующихся результатами труда оцениваемого)
	Аттестация в соответствии с планом	Кач.	Исполнители	Прохождение сотрудниками внутренних и внешних аттестаций

Для определения качественных критериев результативности деятельности предлагается использовать проектное управление и основной метод – структурную декомпозицию работ [10, 13]. В ее рамках каждый практический результат, планируемый к получению в рамках проекта, описывается набором задач, которые необходимо выполнить для его достижения. Глубина такой декомпозиции определяется возможностью оценить ресурсы (в первую очередь трудоемкость), необходимые для ее исполнения, и тем, что каждая задача должна быть завершена в рамках одного релиза или этапа проекта.

Если для подведения итогов выбран календарный период (неделя, месяц, квартал), то целесообразно декомпозицию задач на подзадачи делать таким образом, чтобы каждая из них начиналась и заканчивалась в рамках одного периода планирования.

План задач/подзадач, сформированный на период является одним из основных критериев оценки результативности исполнителей. При этом каждая проектная задача/подзадача должна быть сформулирована по определенным требованиям – описание ожидаемого результата в терминах технических характеристик; требования по проверке работоспособности и производительности (корректность результатов, скорость работы, функциональные требования и другие качественные характеристики); время, запланированное для достижения результата; фактически затраченное время.

При формировании плана на относительно короткий период (неделя, месяц), каждый сотрудник фактически получает формализованный план работ, в котором указано плановое время на выполнение отдельных задач в соответствии общими требованиями. Выполнение этого плана является одним из критериев результативности разработчика. Расчет показателя исполнения плана работ можно производить на основе фактического исполнения плановой нормы выработки. Отдельные задачи (вехи), особенно находящиеся на критическом пути реализации проекта, должны иметь плановую дату исполнения. Завершение таких задач к определенному моменту времени является важным критерием оценки качества деятельности исполнителей.

Предложенная система показателей дополнена оценками, определяющими качественные требования к создаваемым результатам, соблюдение регламентов разработки и документирования [7]. Анализ производится на основе субъективных оценок в соответствии с определенными стандартами. Эти стандарты могут быть закреплены внутренними регламентами, в которых определяются детальные требования к оформлению кода ПП, дизайна интерфейсов, требования к удобству («юзабилити») и документированию ПП, наличию/полноте комментариев в коде и т.п. В стандарты помимо требований, определяющих качественные характеристики создаваемого ПП, необходимо включить оценки, связанные со своевременностью выполнения ключевых задач проекта (вех); исполнения плана, связанного с обучением, развитием компетенций и выравниванием квалификации сотрудников, занятых в проекте.

Для формализации оценки по стандартам целесообразно использовать поведенческую шкалу или шкалу ожиданий [6]. В соответствии с ней можно определить конкретные числовые значения, которые будут соответствовать той или иной оценке по шкале. Применение таких показателей позволяет реализовать с одной стороны регулярный контроль исполнения регламентов, а с другой – регулярную обратную связь от менеджеров к сотрудникам (в отношении того, насколько последние соответствуют предъявляемым к ним требованиям; возможность указать на «точки» профессионального роста).

Специальный сотрудник, отвечающий за качество создаваемого ПП, выступает в качестве внутреннего эксперта. Он, наряду с руководителем проекта, выполняет оценки по ряду качественных показателей, которые определены для мониторинга деятельности разработчиков ПП.

Для каждого из качественных индикаторов определяется свой вес вхождения в общую матрицу результативности и после получения оценок, рассчитывается итоговый КПП.

Требования к программному обеспечению для управления проектом разработки. В соответствии со схемой управления проектом разработки ПП (рис. 3) авторами настоящей статьи были сформированы требования к организации управления проектом и инструментарию, необходимому для обеспечения поддержки принятия решений.



Рис. 3. Схема управления проектом разработки тиражного продукта

Обозначения:

- непосредственное управление;
- вхождение;
- воздействие;
- базы знаний (БЗ) и оргструктуры.

Таким образом, при управлении проектами разработки ПП целесообразно использовать специализированный ПП, предоставляющий руководителю проекта инструменты для выполнения следующих задач:

- формирование команды проекта в соответствии с профессиональными компетенциями и ролями, перераспределение ресурсов в проекте по мере необходимости;
- инструментарий оценки достаточности ресурсов для реализации проекта в соответствии с предельной продолжительностью для критического пути;
- оформление матриц результативности с использованием количественных и качественных показателей для каждого из участников команды проекта;

- проведение структурной декомпозиции работ проекта, построение критического пути, распределение задач проекта между участниками команды, отслеживание исполнения ключевых вех по проекту;
- инструментарий для фиксации текущих и промежуточных результатов, размера вознаграждения сотрудников, оценок и основанных на них итогов расчета;
- наличие отчетности, позволяющей рассчитывать ключевые количественные показатели по проекту, оценивать объемы временных и финансовых затрат на реализацию проекта;
- организация удаленных рабочих мест, благодаря которым возможно обеспечить коммуникацию и координацию территориально распределенных команд или отдельных специалистов, работающих над общей задачей в рамках проекта;
- отчетность по ключевым показателям, демонстрирующим степень управляемости проектом в целом.

Практическое применение системы показателей при управлении проектом разработки программного обеспечения. Описанный подход был реализован при создании тиражного ПО в компании «Волгасофт». В компании внедрены описанные выше метод целевого управления и карта показателей эффективности разработки проекта. Для программистов были разработаны матрицы результативности (рис. 4).

Целевые показатели						
Целевой показатель	Ед.изм.	Вес, %	План	Факт	Процент выполнения	КПР, %
Проектные часы	ч	60	100	103,00	103,00	61,80
Стандарты	%	40	100	102,50	102,50	41,00
					102,80	
Задачи						
SMART-задача	Вес, %	Ед. изм.	Срок исп.	План	Факт	Статус
Доработка процедуры обновления при переходе на новую версию.	1	ч	15.08.2014	1	1	100,00
Включение всех объектов в содержание справки. Добавление справочной информации по всем объектам.	7	ч	15.08.2014	1	1	100,00
Заполнение подсказок для всех реквизитов конфигурации.	7	ч	15.08.2014	1	1	100,00
Включение управляемых блокировок, изменение полных прав, удаление трекера ошибок из конфигурации, исправление сопутствующих ошибок.	2	ч	15.08.2014	1	1	100,00
Исправление ошибок с отображением стандартов на тактической панели (задачи 4871 и 4880)	2,5	ч	15.08.2014	1	1	100,00
Стандарты						
Стандарт	Вес, %	Самооценка	Ответственный	Вес	Оценка	
Исполнение плана по аттестациям	10	Соответствует ожидаемому	Руководитель проекта	100	Соответствует ожидаемому	
Качество оформления интерфейсных форм	10	Соответствует ожидаемому	Руководитель проекта	100	Соответствует ожидаемому	
Соблюдении стандартов разработки	10	Соответствует ожидаемому	Руководитель проекта	100	Выше ожидаемого	

Рис. 4. Пример использования системы показателей
для отдельного программиста-разработчика

Использование целевого управления в проекте разработки тиражного ПО в течение трех лет позволило добиться следующих результатов:

- повысилось качество разработки ПО. Уровень удовлетворенности пользователей в отношении выпускаемых релизов вырос на 20 % (вывод сделан на основе проводимых регулярных опросов);

- повысилась производительность команды разработчиков. Время на выпуск релизов сократилось на 24 %;
- уровень удовлетворенности команды разработчиков в отношении оценки согласованности работы вырос на 35 % (вывод сделан на основе внутренней оценки удовлетворенности специалистов).

Выводы. Разработанное решение на базе метода целевого управления и системы ключевых показателей эффективности позволяет повысить производительность не только в подразделениях, работающих с регулярными, повторяющимися задачами, но и в творческих командах, ориентированных на создание уникальных продуктов.

Созданные матрицы результативности позволяют обеспечить следующее:

- определить границы ответственности каждого сотрудника;
- обеспечить эффективное взаимодействие сотрудников в рамках совместной работы над проектом;
- использовать оценки качества результатов для оперативного управления деятельностью разработчиков, а также как инструмент обратной связи.

Применение качественных критериев для оценки результативности деятельности позволяет формализовать процесс разработки уникальных продуктов в рамках проекта и использовать эти критерии для оценки индивидуальной результативности сотрудников.

Список литературы

1. Алиев Х. Р. Модели оценки стоимости информационных систем в методологиях разработки программного обеспечения / Х. Р. Алиев, С. О. Андреевский, М. Б. Борисов // Прикладная информатика. – 2009. – № 5. – С. 33–43.
2. Андреев М. А. Информационная система совместной разработки программного обеспечения / М. А. Андреев // Современные информационные технологии. – 2009. – № 10. – С. 218–222.
3. Басовский А. Л. О критериях и методах оценки инвестиций в информационные технологии / А. Л. Басовский // Известия вузов. Северо-Кавказский регион: общественные науки. Приложение. – 2003. – № 8 – С. 42–48.
4. Брумштейн Ю. М. Анализ моделей и методов выбора оптимальных совокупностей решений для задач планирования в условиях ресурсных ограничений и рисков / Ю. М. Брумштейн, Д. А. Тарков, И. А. Дюдинов // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2013. – № 3. – С. 169–179.
5. Будыльский А. В. Управление проектами разработки программного обеспечения с использованием агентных технологий / А. В. Будыльский, И. Ю. Квятковская // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2013. – № 3. – С. 119–129.
6. Волочаева Ю. И. Совершенствование методических подходов к оценке эффективности труда / Ю. И. Волочаева, И. В. Нагулина // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. – 2013. – № 4 (48). – С. 421–427.
7. Зимин В. В. О сбалансированном стимулировании разработчиков ИТ-сервисов / В. В. Зимин, С. М. Кулаков, А. В. Зимин // Системы управления и информационные технологии. – 2012. – Т. 49, № 3. – С. 73–76.
8. Клименко А. Б. Некоторые вопросы планирования разработки программного обеспечения / А. Б. Клименко // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика. – 2010. – № 2. – С. 151–158.
9. Лаптев В. В., Морозов А. В. Метод оценки деятельности разработчиков объектно-ориентированного программного обеспечения / В. В. Лаптев, А. В. Морозов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2010. – № 1. – С. 122–126.
10. Павлов А. Н. Управление проектами на основе стандарта PMI PMBOK®. Изложение методологии и опыт применения / А. Н. Павлов. – Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2012. – 208 с.

11. Петелин К. С. Модели и метод организации концептуального мультипроектного управления / К. С. Петелин, И. М. Рыбаков, Н. К. Юрков // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2014. – № 3. – С. 10–18.
12. Полицын С. А. Система планирования проектов разработки программного обеспечения / С. А. Полицын // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – 2013. – № 1. – С. 136–141.
13. Скороход С. В. Управление IT-проектами. Стандарты : моногр. / С. В. Скороход, А. С. Свиридов. – Ростов-на-Дону : Издательство ЮФУ, 2013. – 220 с.
14. Старусев А. В. Метод оценки трудоёмкости процессов программирования / А. В. Старусев // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2012. – № 4. – С. 51–54.
15. Хивинцев М. А. Целевое управление компанией с использованием систем имитационного моделирования / М. А. Хивинцев // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: экономика и право. – 2003. – № 11. – С. 46–52.
16. Belov A. G. Business Performance Management in Small and Medium Businesses and Functional Automation / A. G. Belov, A. G. Kravets // World Applied Sciences Journal (WASJ). – 2013. – Vol. 24, spec. issue 24: Information Technologies in Modern Industry, Education & Society. – P. 7–11.
17. Kaplan R. S. The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action / R. S. Kaplan, D. P. Norton. – Boston, 1996. – 336 p.
18. Kravets A. G. Enterprise Intellectual Capital Management by Social Learning Environment Implementation / A. G. Kravets, A. S. Gurtjakov, A. P. Darmanian // World Applied Sciences Journal. – 2013. – № 23 (7). – P. 956–964.

References

1. Aliev Kh. R., Andrzheevskiy S. O., Borisov M. B. Modeli otsenki stoimosti informatsionnykh sistem v metodologiyakh razrabotki programmnogo obespecheniya [Costing models of information systems in software development methodologies]. *Prikladnaya informatika* [Applied Informatics], 2009, no. 5, pp. 33–43.
2. Andreev M. A. Informacionnaya sistema sovmestnoy razrabotki programmnogo obespecheniya [Information system of collaborative software development]. *Sovremennye informatsionnye tekhnologii* [Modern information technologies], 2009, no. 10, pp. 218–222.
3. Basovskiy A. L. O kriteriyakh i metodakh otsenki investitsiy v informatsionnye tekhnologii [On the criteria and methods for evaluating investments in information technologies]. *Izvestiya vuzov. Severo-kavkazskiy region: obshchestvennye nauki. Prilozhenie* [Proceedings of the Universities. North-Caucasian Region: Social Sciences. Supplement], 2003, no. 8, pp. 42–48.
4. Brumshteyn Yu. M., Tarkov D. A., Dyudikov I. A. Analiz modeley i metodov vybora optimalnykh sovokupnostey resheniy dlya zadach planirovaniya v usloviyakh resursnykh ograniceniy i riskov [Analysis of the models and methods of selecting optimal sets of solutions for problems of planning under resource constraints and risks]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Management and High Technologies], 2013, no. 3, pp. 169–179.
5. Budylskiy A. V., Kvyatkovskaya I. Yu. Upravlenie proektami razrabotki programmnogo obespecheniya s ispolzovaniem agentnykh tekhnologiy [Management of software development projects by using agent technologies]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Management and High Technologies], 2013, no. 3, pp. 119–129.
6. Volochaeva Yu. I., Nagulina I. V. Sovershenstvovanie metodicheskikh podkhodov k otsenke effektivnosti truda [Improvement of methodologies for assessing the effectiveness of labor]. *Vestnik Belgorodskogo universiteta kooperatsii, ekonomiki i prava* [Bulletin of the Belgorod University of Cooperation, Economics and Law], 2013, no. 4 (48), pp. 421–427.
7. Zimin V. V., Kulakov P. M., Zimin A. V. O sbalansirovannom stimulirovanii razrabotchikov IT-servisov [On promoting balanced development of IT services]. *Sistemy upravleniya i informatsionnye tekhnologii* [Management Systems and Information Technology], 2012, vol. 49, no. 3, pp. 73–76.
8. Klimentko A. B. Nekotorye voprosy planirovaniya razrabotki programmnogo obespecheniya [Some issues planning software development]. *Vestnik Adygeyskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 5: Ekonomika* [Bulletin of Adyge State University], 2010, no. 2, pp. 151–158.

9. Laptev V. V., Morozov A. V. Metod otsenki deyatel'nosti razrabotchikov obektno-orientirovannogo programmnoho obespecheniya [The method of evaluation of the development of object-oriented software]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika i informatika* [Bulletin of the Astrakhan State Technical University], 2010, no. 1, pp. 122–126.
10. Pavlov A. N. *Upravlenie proektami na osnove standarta PMI PMBOK®. Izlozhenie metodologii i opyt primeneniya* [Project Management based on the standard PMI PMBOK®. Description of the methodology and application experience]. Moscow, Binom. Laboratoriya znaniy, 2012. 208 p.
11. Petelin K. S., Rybakov I. M., Yurkov N. K. Modeli i metod organizatsii kontseptual'nogo multiproektnogo upravleniya [Models and methods of conceptual multiproject management]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Management and High technologies], 2014, no. 3, pp. 10–18.
12. Politsyn S. A. Sistema planirovaniya proektov razrabotki programmnoho obespecheniya [System planning software development projects]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Sistemnyy analiz i informatsionnye tekhnologii* [Bulletin of Voronezh State University. Series: System analysis and information technologies], 2013, no. 1, pp. 136–141.
13. Skorokhod P. V., Sviridov A. S. *Upravlenie IT-proektami. Standarty* [Management of IT-projects. Standards]. Rostov-on-Don, South Federal Univ. Publ., 2013. 220 p.
14. Starusev A. V. Metod otsenki trudoemkosti protsessov programmirovaniya [Evaluation method laborious process of programming]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Management and High Technologies], 2012, no. 4, pp. 51–54.
15. Khivintsev M. A. Tselevoe upravlenie kompaniy s ispolzovaniem system imitatsionnogo modelirovaniya [The company's management of objectives using simulation systems]. *Sovremennaya nauka: aktualnye problem teorii i praktiki. Seriya: ekonomika i pravo* [Modern Science: Actual Problems of Theory and Practice. Series: Economics and Law], 2003, no. 11, pp. 46–52.
16. Belov A. G., Kravets A. G. Business Performance Management in Small and Medium Businesses and Functional Automation. *World Applied Sciences Journal (WASJ)*, 2013, vol. 24, spec. issue 24: Information Technologies in Modern Industry, Education & Society, pp. 7–11.
17. Kaplan R. S., Norton D. P. *The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action*. Boston, 1996. 336 p.
18. Kravets A. G., Gurtjakov A. S., Darmanian A. P. Enterprise Intellectual Capital Management by Social Learning Environment Implementation. *World Applied Sciences Journal*, 2013, no. 23 (7), pp. 956–964.

УДК 681.518.3

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ВЫБОРЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ С СИГМА-ДЕЛЬТА АРХИТЕКТУРОЙ

Статья поступила в редакцию 14.09.2014, в окончательном варианте 23.11.2014.

Ашанин Василий Николаевич, кандидат технических наук, профессор, Пензенский государственный университет, 440026, Российская Федерация, г. Пенза, ул. Красная, 40, e-mail: eltech@pnzgu.ru

Чувыкин Борис Викторович, доктор технических наук, профессор, Пензенский государственный университет, 440026, Российская Федерация, г. Пенза, ул. Красная, 40, e-mail: chuvykin_bv@mail.ru

Долгова Ирина Анатольевна, кандидат технических наук, доцент, Пензенский государственный университет, 440026, Российская Федерация, г. Пенза, ул. Красная, 40, e-mail: dolgovair@mail.ru

Коротков Алексей Александрович, аспирант, Пензенский государственный университет, 440026, Российская Федерация, г. Пенза, ул. Красная, 40, e-mail: lexifer@mail.ru