



<http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2021-19-5-79-85>

Оригинальная статья  
Original paper

УДК 005.8

## АГРЕГИРОВАННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ ИТ-ПРОЕКТОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

А.А. КОТКОВЕЦ, С.А. ПОТТОСИНА, Т.Г. ПИНЧУК

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
(г. Минск, Республика Беларусь)*

*Поступила в редакцию 9 апреля 2021*

© Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, 2021

**Аннотация.** Целью статьи является снижение затрат и времени на формирование проектной команды, а также повышение качества подобранных команд посредством автоматизации процесса расчета трудовых ресурсов проектных команд. Задачами статьи являются изучение и анализ теоретических работ по формированию проектных команд и построение агрегированных показателей проекта и сотрудника для расчета трудовых ресурсов ИТ-проектов. В статье раскрыты основные понятия и механизмы управления проектами и трудовыми ресурсами ИТ-организации; рассмотрен процесс формирования проектной команды и ее структура, которую составляют команда заказчика и команда исполнителя. Выделен набор ключевых показателей проекта и сотрудника, которые являются необходимыми составляющими для введения понятия агрегированного коэффициента. Приведено описание расчета агрегированного показателя проекта ( $I_p$ ), агрегированного показателя сотрудника ( $I_c$ ), а также проектного агрегированного показателя сотрудника ( $I_c^n$ ), так как агрегированные показатели проекта и сотрудника являются независимыми по отношению друг к другу, а для решения поставленных задач необходимо наличие показателя, учитывающего полезность и эффективность привлечения конкретного сотрудника на конкретный проект. Теоретическая значимость работы заключается в том, что в ней детально описан процесс формирования проектных команд, предложены агрегированные коэффициенты проектов и сотрудников, позволяющие производить оценку и подбор трудовых ресурсов для проектных команд. Полученные теоретические результаты могут быть использованы для оценки роли каждого сотрудника на отдельном проекте и в компании в целом, расчета трудовых ресурсов ИТ-проектов, а также отделом поиска и планирования проектов при выборе объемов и характера работ на рассматриваемый период.

**Ключевые слова:** проект, управление проектом, проектная команда, структура команды, агрегированные показатели.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования.** Котковец А.А., Поттосина С.А., Пинчук Т.Г. Агрегированные показатели трудовых ресурсов ИТ-проектов и их применение. Доклады БГУИР. 2021; 19(5): 79-85.

## AGGREGATED COEFFICIENTS OF IT PROJECTS LABOR RESOURCES

ANDREY A. KOTKOVETS, SVETLANA A. POTTOSINA, TATSIANA G. PINCHUK

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics (Minsk, Republic of Belarus)*

*Submitted 9 April 2021*

© Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, 2021

**Abstract.** The purpose of this article is to reduce the cost and time for the formation of a project team, as well as improve the quality of selected teams, by automating the process of calculating the labor resources of project teams. The objectives of the article are to study and analyze theoretical works on project teams formation and the construction of aggregated coefficients of a project and an employee for IT projects labor resources calculation. The article reveals the basic concepts and mechanisms of project management and human resources of an IT organization; the process of a project team forming and its structure, which is made up of the customer's team and the executor's team, is considered. A set of key indicators of a project and an employee is highlighted, which are necessary components for introducing the concept of an aggregated coefficient. The description of the calculation of the aggregate coefficient of the project ( $I_n$ ), the aggregate coefficient of the employee ( $I_c$ ), as well as the project aggregated coefficient of the employee ( $I_c^n$ ) is provided, since the aggregated indicators of the project and the employee are independent in relation to each other, and to solve the tasks we need a coefficient that describes usefulness and efficiency of attracting a specific employee for a specific project. The theoretical significance of the work lies in the fact that it describes the process of project teams building in details, proposes aggregated coefficients of projects and employees, which make it possible to assess and select labor resources for project teams. The obtained theoretical results can be used to assess the role of each employee on a separate project and in the company as a whole, to calculate the labor resources of IT projects, as well as by the search and project planning department when choosing the scope and nature of work for the period under consideration.

**Keywords:** project, project management, project team, team structure, aggregated coefficients.

**Conflict of interests.** The authors declare no conflict of interests.

**For citation.** Kotkovets A.A., Pottosina S.A., Pinchuk T.G. Aggregated coefficients of IT projects labor resources. Doklady BGUIR. 2021; 19(5): 79-85.

### Введение

Для разработки программных продуктов наиболее распространенной формой организации труда является проектная форма. Каждый IT-проект представляет собой некоторую совокупность работ, связанных с информационными технологиями и программированием, выполнение которых в течение указанного периода времени должно привести к желаемому результату [1].

Одним из ключевых факторов реализации проекта является выбор проектной команды, т. е. непосредственно исполнителей проекта. Каждый из них отличается разным уровнем квалификации, заработной платы, наличием лидерских и других второстепенных качеств, что сильно усложняет подбор трудовых ресурсов на проект.

Проведенный авторами анализ существующих систем расчета показателей трудовых ресурсов IT-проектов показал, что в настоящее время не существует максимально удобной и прозрачной системы расчета сценариев выбора команд проекта. На основании этой информации было принято решение о разработке подхода, позволяющего расширить возможности рассмотренных систем, а именно, производить прозрачный автоматический расчет трудовых ресурсов проектных команд с предоставлением обоснованных и экономически выгодных альтернатив.

Авторы предлагают агрегированные оценки проектов и сотрудников, в которых содержится необходимая информация о параметрах проекта (бюджет, продолжительность) и сотрудников (компетенции, заработная плата, образование, стаж), позволяющие оценить

степень пригодности сотрудника на проекте. Это позволит руководителю проекта в автоматическом режиме принимать правильные решения. Такой формализованный подход требует построение и постоянное обновление информационной базы данных о проектах и сотрудниках, что связано с определенными затратами. Знание агрегированного проектного показателя сотрудника дает возможность строить модели операционного анализа сложного проекта с целью более качественной реализации процессов планирования и бюджетирования.

Автоматизированные решения оценки проектных команд с привлечением средств искусственного интеллекта приведет к разработке более совершенных систем поддержки принятия решений в проектной деятельности.

### Формирование проектной команды и оценка эффективности ее работы

Состав участников проекта, их роли, распределение функций и ответственности зависят от типа, вида, масштаба и сложности проекта и от того, на какой стадии/фазе жизненного цикла находится проект в данный момент времени [2], рис. 1.

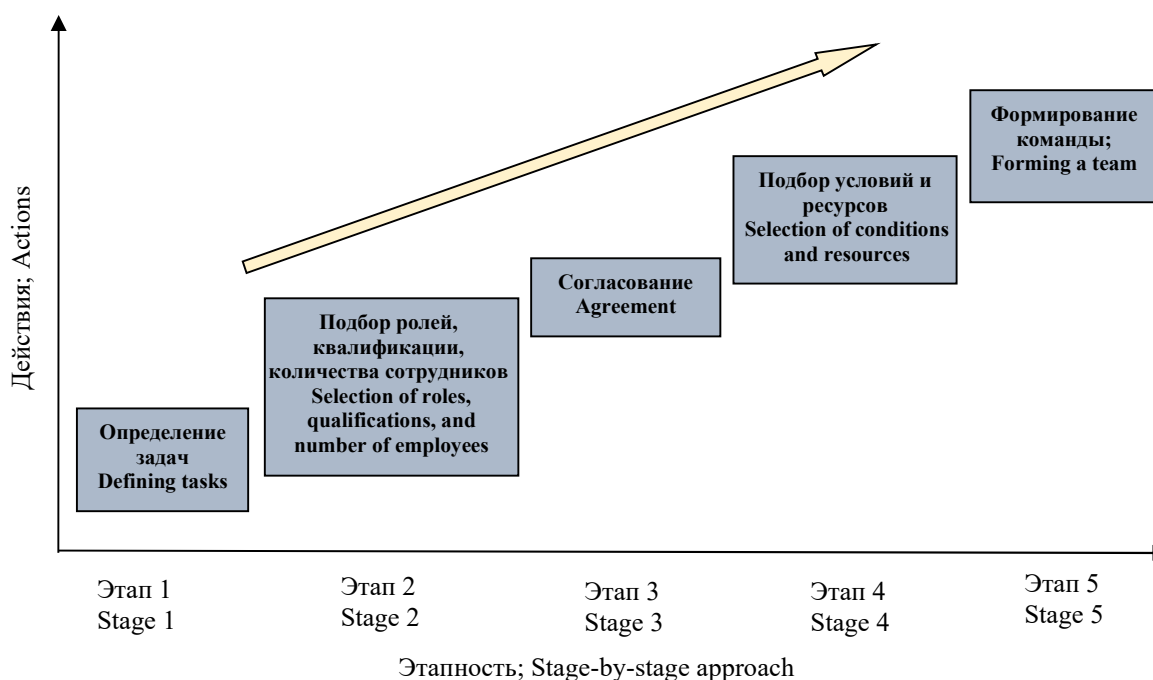


Рис. 1. Этапы формирования команды проекта  
Fig. 1. Project team formation steps

Основными участниками проекта являются команды заказчика и исполнителя, члены каждой из которых обладают своим набором компетенций в зависимости от роли в проекте [3].

Для эффективной реализации проекта необходимо иметь возможность представить все его параметры суммарно в одной величине, чтобы в дальнейшем иметь удобный и эффективный инструмент сравнения проектов. Такой суммарный (агрегированный) показатель целесообразно ввести не только для проекта, но и для сотрудников команды.

Введем понятия агрегированных показателей для проектов  $I_n$  и сотрудников  $I_c$ . Агрегированный показатель проекта будет построен на основании его стоимости, длительности и приоритета, а агрегированный показатель сотрудника – на основании заработной платы, опыта, производительности и др. С помощью этих показателей можно будет вычислить проектный агрегированный показатель сотрудника.

Для расчета таких показателей необходимо создать базу данных, которая постоянно обновляется в процессе мониторинга. Основной состав такой базы данных:

- стоимость проекта  $c$ ;
- затраты без учета заработной платы  $z$ ;
- длительность проекта  $t$ ;
- приоритет реализации проекта в сравнении с другими потенциальными проектами  $p$ ;

- планируемый качественный и количественный состав трудовых ресурсов проекта  $v$ ;
- заработная плата каждого сотрудника  $h$ ;
- компетенция сотрудника, включающая производительность, опыт, дополнительные навыки  $\alpha$ .

### Расчет агрегированных показателей проекта и сотрудника

Для расчета агрегированного показателя проекта  $I_p$  необходимо знать его стоимость ( $c$ ) и затраты ( $z$ ), планируемую длительность ( $t$ ) и приоритет ( $\pi$ ), а также выбранную базу доходности организации ( $i$ ). Показатель  $I_p$  прямо пропорционален стоимости проекта за вычетом затрат и обратно пропорционален его длительности и выбранной базе часового дохода организации.

Отметим в настоящее время формирование такой самостоятельной тенденции IT-менеджмента, как управление приоритетами проектов. Чем выше приоритет проекта, тем он важнее для компании. Из этого следует, что между агрегированным показателем проекта и его приоритетом будет прямо пропорциональная зависимость. Итоговое значение агрегированного показателя проекта рассчитывается по формуле

$$I_{пр} = \frac{c - z}{t \cdot i} \cdot \pi. \quad (1)$$

Агрегированный показатель сотрудника  $I_c$  зависит от его заработной платы, производительности, развитости дополнительных навыков, уровня квалификации и опыта.

Наиболее важной составляющей агрегированного показателя сотрудника является его заработная плата  $h$ . В случае сферы информационных технологий зарплаты сотрудников практически полностью зависят только от их опыта, качественного уровня знаний и компетенции.

При выполнении крупных проектов, значимых по стоимости и приоритету, наиболее выгодно комплектовать команду разработчиков для такого проекта сотрудниками с наиболее высоким агрегированным показателем. А при малых проектах небольшой стоимости, напротив, будет целесообразнее привлекать сотрудников среднего уровня для снижения затрат на трудовые ресурсы [4].

Коэффициент  $I_c$  напрямую зависит от компетенции сотрудника  $k$ , в которую включают производительность основного и дополнительных навыков. Сотрудники, владеющие, помимо основного навыка, еще и набором дополнительных, могут координировать деятельность целых команд, состоящих из сотрудников разных специализаций. Коэффициент компетенции также зависит от показателя категории сотрудника (junior, middle, senior, lead) и его опыта (общего и опыта работы в текущей организации). В табл. 1 приведено распределение специалистов по категориям согласно опыту работы по результатам исследований [5].

**Таблица 1.** Распределение сотрудников по уровням  
**Table 1.** Employees levels distribution

Опыт, лет Experience, years	Уровень специалиста Specialist level	Диапазон коэффициента квалификации $k$ Qualification factor range $k$
0–2	Junior	0 – 0,2
2–5	Middle	0,2 – 0,6
5–7	Senior	0,6 – 0,9
7+	Lead	0,9 – 1

Отклонение коэффициента квалификации к левой или правой границе допустимого диапазона зависит также и от времени работы сотрудника в текущей организации. При сравнении специалистов схожего уровня и квалификации, приоритет, вероятнее всего, будет отдан сотруднику, работающему в текущей организации дольше. Поэтому срок работы специалиста на текущем месте скорректирует коэффициент квалификации в большую сторону.

Коэффициент квалификации практически невозможно вычислить математическим путем, поэтому важное место в его определении отводится команде экспертов, которая и будет

принимать решение об уровне коэффициента для специалистов [6]. В итоге агрегированный коэффициент сотрудника будет вычисляться по формуле

$$I_c = \frac{k \cdot h}{m \cdot h_m}, \quad (2)$$

где  $m$  – длительность рабочего месяца;

$h_m$  – выбранная база часовой заработной платы сотрудника.

Очевидно, что агрегированный показатель проекта и сотрудника являются независимыми по отношению друг к другу, однако в некоторых случаях необходимо учитывать их коррелированность между собой, так как в рамках проектов разного уровня приоритета и стоимости каждый сотрудник может играть разную роль и влиять на исход проекта с разным уровнем эффективности [7]. В связи с этим целесообразно будет использовать показатель, который будет выявлять полезность и эффективность привлечения конкретного сотрудника на конкретный проект. Данный показатель будет служить проектным агрегированным показателем сотрудника:

$$I_c^n = I_c \cdot I_n, \quad (3)$$

Этот показатель предоставляет возможность выявлять полезность и эффективность привлечения конкретного сотрудника на конкретный проект, что полностью соответствует поставленной задаче.

### Применение агрегированного проектного показателя сотрудника

Следуя подходу к операционному анализу сложных систем, предложенному в [8], введем следующие обозначения:

- $A = \{A_i, i = 1 \dots M\}$  – множество работ на проекте;
- $B = \{B_j, j = 1 \dots K\}$  – множество сотрудников ИТ-компании;
- $x_j$  – производительность сотрудника  $B_j$ ;
- $v_{ij}$  – среднее время выполнения работы  $A_i$  сотрудником  $B_j$ ;
- $v_j = \frac{1}{m} \sum v_{ij}$  – среднее время выполнения проекта сотрудником  $B_j$ ;
- $p_j$  – вероятность подключения к работе на проекте сотрудника  $B_j$ ;
- $\gamma_j$  – коэффициент загрузки на проекте сотрудника  $B_j$ ;
- $\gamma_j^{\text{доп}}$  – допустимый коэффициент загрузки на проекте сотрудника  $B_j$ ;
- $w_0$  – производительность проекта в целом.

Заметим, что в качестве вероятности  $p_j$  может выступать введенный ранее агрегированный проектный показатель сотрудника  $B_j$ . На практике при организации выполнения проекта достаточно часто выдвигаются два требования:

- среднее время выполнения проекта не должно превышать заданное  $\hat{y}$ ,

$$y = \sum_{j=1}^K \frac{v_j p_j \gamma_j^{\text{доп}}}{\gamma_j^{\text{доп}} - \gamma_j} \leq \hat{y}; \quad (4)$$

- коэффициент загрузки сотрудника  $B_j$  не должен превышать заданную норму  $\gamma_j^{\text{доп}}$ ,

$$\gamma_j \leq \gamma_j^{\text{доп}}. \quad (5)$$

Если известно  $w_0$ , то  $\gamma_j$  можно определить по формуле

$$\gamma_j = w_0 p_j \frac{v_j}{x_j}. \quad (6)$$

Знание конкретных значений работоспособности  $x_j$  сотрудника проекта, удовлетворяющих условиям (4) и (5), позволяет определять различные показатели выполняемого проекта. Ниже представлена оптимизационная задача, решение которой позволяет находить оптимальные значения  $x_j^*$ .

Введем величину  $h_j$  – заработная плата сотрудника  $B_j$  с производительностью  $x_j$ . Обозначим через  $F$  суммарную стоимость всех сотрудников на проекте:

$$F = \sum_{j=1}^K h_j x_j. \quad (7)$$

Требуется найти такие значения  $x_j$ , которые минимизируют функцию (7) при ограничениях (4) и (5).

Данную задачу нелинейного программирования нетрудно решить методом множителей Лагранжа:

$$x_j^* = \frac{1}{\hat{y}} \sqrt{\frac{p_j v_j}{h_j}} \sum_{s=1}^K \sqrt{p_s v_j h_{js}} + p_j w_0 \frac{v_j}{\gamma_j^{\text{доп}}}, j = 1 \dots K. \quad (8)$$

Авторы рассматривали и другие задачи многокритериальной оптимизации в данной постановке [8].

### Заключение

Чем больше пользы сотрудник может принести на проекте, тем выше его проектный агрегированный показатель. Таким образом, расчет трудовых ресурсов проектных команд сводится к поиску такого сочетания сотрудников, при котором сумма их проектных агрегированных показателей будет максимальной, т. е. сформированные команды будут максимально эффективно работать на проектах с минимально возможными затратами.

Таким образом, введенные агрегированные показатели позволяют представить ресурсы для формирования проектных команд (сотрудников и проекты) в параметризовано-числовом виде и провести их ранжирование.

### Список литературы

1. Schwalbe K. *Information Technology Project Management*. Cengage Learning; 2013.
2. Новиков Д.А. *Управление проектами: организационные механизмы*. Москва: ПМСОФТ; 2007.
3. Хвалев Е.А. *Практика формирования команды проекта*. СТО. 2015;9:32-35.
4. Adams L. *HR Disrupted: It's time for something different Paperback*. Tadley: Practical Inspiration Publishing; 2017.
5. Клиффорд Ф., Ларсон Э. *Управление проектами: Практическое руководство*. Москва: Дело и Сервис; 2003.
6. Parmenter D. *Key Performance Indicators (KPI): Developing, Implementing, and Using Winning KPIs*. Hoboken, New Jersey: Wiley; 2010.
7. Стеллман Э., Грин Дж. *Постигая Agile. Ценности, принципы, методологии*. Москва: Манн, Иванов и Фербер; 2017.
8. Чавкин А.М. *Методы и модели рационального управления в рыночной экономике*. Москва: Финансы и статистика; 2001.

### References

1. Schwalbe K. *Information Technology Project Management*. Cengage Learning; 2013.
2. Novikov D.A. [Project management: organizational arrangements]. Moscow: PMSOFT; 2007. (in Russ)
3. Hvalev E.A. [Project team building concepts]. СТО = СТО. 2015;9:32-35. (in Russ)
4. Adams L. *HR Disrupted: It's time for something different Paperback*. Tadley: Practical Inspiration Publishing; 2017.
5. Clifford F., Larson E. [Project management: Practical guide]. Moscow: Case & Service; 2003. (in Russ)
6. Parmenter D. *Key Performance Indicators (KPI): Developing, Implementing, and Using Winning KPIs*. Hoboken, New Jersey: Wiley; 2010.

7. Stellman E., Green G. [*Learning Agile. Values, principles, methodology*]. Moscow: Mann, Ivanov and Ferber; 2017. (in Russ)
8. Chavkin A.M. [*Methods and models of rational management in market economy*]. Moscow: Finance and Statistics; 2001. (in Russ)

### Вклад авторов

Котковец А.А. определил замысел и план исследования, произвел анализ и математическое обоснование агрегированных показателей.

Поттосина С.А. предложила оптимизационную двухкритериальную модель, провела критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания, выполнила окончательное утверждение рукописи для публикации.

Пинчук Т.Г. получила аналитическое решение оптимизационной задачи, выполнила редактирование рукописи.

### Authors' contribution

Kotkovets A.A. defined the idea and plan of the study, made an analysis and mathematical justification of the aggregated indicators.

Pottosina S.A. proposed an optimization two-criteria model, carried out a critical revision in terms of significant intellectual content and completed the final approval of the manuscript for publication.

Pinchuk T.G. received an analytical solution to the optimization problem, performed the editing of the manuscript.

### Сведения об авторах

Котковец А.А., аспирант кафедры экономической информатики Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники.

Поттосина С.А., к.ф.-м.н., доцент кафедры экономической информатики Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники.

Пинчук Т.Г., старший преподаватель кафедры экономической информатики Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники.

### Information about the authors

Kotkovets A.A., Postgraduate student at the Department of Economic Informatics of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics.

Pottosina S.A., PhD, Associate Professor at the Department of Economic Informatics of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics.

Pinchuk T.G., Senior Lecturer at the Department of Economic Informatics of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics.

### Адрес для корреспонденции

220013, Республика Беларусь,  
г. Минск, ул. П. Бровки, 6,  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники;  
тел. +375-17-293-85-19;  
e-mail: tkokorina@tut.by  
Пинчук Татьяна Георгиевна

### Address for correspondence

220013, Republic of Belarus,  
Minsk, P. Brovka str., 6,  
Belarusian State University  
of Informatics and Radioelectronics;  
tel. +375-17-293-85-19;  
e-mail: tkokorina@tut.by  
Pinchuk Tatsiana Georgievna