

Научная статья

Статья в открытом доступе

УДК 005.95/96

doi: 10.30987/2658-6436-2023-4-64-73

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ РАЗВИТИЯ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРОЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ИТ-КОМПАНИИ

Виктор Васильевич Калевко^{1✉}, Дмитрий Григорьевич Лагерев²

^{1,2} Брянский государственный технический университет, г. Брянск, Россия

¹ kalevko_victor@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8152-3265>

² LagerevDG@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2702-6492>

Аннотация. В работе представлены особенности информационной технологии управления процессом развития компетентного потенциала проектно-ориентированной организации. Данная технология позволяет планировать развития компетенций сотрудников, исходя из потребностей рассматриваемых проектов-кандидатов и стратегических целей организации, с учетом текущей проектной деятельности. Поддерживается возможность корректировки программ развития компетентностного потенциала при изменении плана-графика проектов, в которых задействованы обучаемые сотрудники. Предложенная информационная технология позволяет импортировать данные из уже используемых информационных систем управления проектами и компетенциями сотрудников. При этом в процессе формирования программ развития происходит формирование скорректированных календарных графиков текущих проектов с учетом отвлечения сотрудников на обучение. Представлены результаты апробации информационной технологии в ИТ-компании, специализирующейся на разработке решений бизнес-аналитики. В рамках эксперимента рассматривалось определение группы сотрудников среди трех проектных групп для развития дополнительных компетенций с помощью обучающих курсов. При этом требовалось минимизировать изменение плановых сроков выполнения проектов с учетом оценки трудоемкости задач. В результате были сгенерированы альтернативные программы развития компетенций сотрудников, которые позволили решить поставленную задачу. Сделаны выводы о применимости рассмотренной информационной технологии и отмечены преимущества использования по сравнению с обычным подходом. Представлены дальнейшие планы и направления развития.

Ключевые слова: информационная технология, компетентностный потенциал, планирование проектов, теория расписаний, ограниченные ресурсы, генетические алгоритмы, ИТ-проекты

Для цитирования: Калевко В.В., Лагерев Д.Г. Особенности применения информационной технологии управления процессом развития компетентностного потенциала проектно-ориентированной ИТ-компании // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении. 2023. №4 (22). С. 64-73. doi: 10.30987/2658-6436-2023-4-64-73.

Original article

Open Access Article

FEATURES OF APPLYING INFORMATION TECHNOLOGY FOR MANAGING THE COMPETENCY DEVELOPMENT PROCESS OF A PROJECT-ORIENTED IT COMPANY

Viktor V. Kalevko^{1✉}, Dmitry G. Lagerev²

^{1,2} Bryansk State Technical University, Bryansk, Russia

¹ kalevko_victor@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8152-3265>

² LagerevDG@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2702-6492>

Abstract. The paper presents the features of information technology for managing the competency development process of a project-oriented organisation. This technology allows planning the advancement of employee' competencies based on the needs of the candidate projects under consideration and the organisation's strategic goals, taking into account the current project activities. The ability to adjust the competency development programmes when changing the

schedule of projects in which trained employees are involved is supported. The proposed information technology makes it possible to import data from already used information systems for managing projects and employees' competencies. At the same time, in the process of forming development programmes, adjusted calendar schedules of current projects are built, taking into account employees' distraction for training. The results of testing information technology in an IT company specialising in developing business analytics solutions are presented. As part of the experiment, the author considers identifying a group of employees among three project groups to develop additional competencies with the assistance of training courses. At the same time, it is necessary to minimize changes in project timetables, based on assessing the labour intensity of tasks. As a result, alternative programmes for developing employees' competencies are generated, which make it possible to solve the problem. Conclusions are drawn about the applicability of the considered information technology and the advantages of use compared to the conventional approach are noted. Further plans and directions of development are presented.

Keywords: information technology, competence potential, project planning, scheduling theory, limited resources, genetic algorithms, IT projects

For citation: Kalevko V.V., Lagerev D.G. Features of Applying Information Technology for Managing the Competency Development Process of a Project-Oriented IT Company. Automation and modeling in design and management, 2023, no. 4 (22). pp. 64-73. doi: 10.30987/2658-6436-2023-4-64-73.

Введение

Компетентностный потенциал, как совокупность компетенций сотрудников проектно-ориентированной организации, является важным фактором эффективного функционирования всей системы [1]. Состояние компетентностного потенциала определяет возможность реализации проектов и, как следствие, конкурентоспособность организации [2 – 4].

Наличие необходимого набора и объема компетенций сотрудников, которые требуются для выполнения задач проекта, достаточно часто является определяющим критерием при рассмотрении проектов-кандидатов для включения их в портфель проектов [4, 5]. В свою очередь целенаправленное развитие компетентностного потенциала (КП) [6] позволит выполнять проекты с более высокой эффективностью.

Для управления процессом развития КП проектно-ориентированной организации предложена информационная технология [7], основанная на специализированном подходе и моделях, которая позволяет в достаточной мере учесть проектную специфику:

- 1) планировать развитие компетенций сотрудников, исходя из рассматриваемых проектов-кандидатов в портфель проектов;
- 2) оценивать влияние программ развития сотрудников на текущую проектную деятельность;
- 3) корректировать планы по развитию сотрудников при изменении плана-графика выполнения проекта.

Применение данной информационной технологии актуально для ИТ-компаний, разрабатывающих большое количество программных проектов. В условиях динамичной конкурентной среды ИТ-компании заинтересованы в оперативной адаптации под изменяющиеся условия на рынке, чтобы оставаться конкурентоспособными и устойчивыми [8]. Изменяющиеся потребности заказчиков (инициаторов) проектов будут требовать дополнительного состава и объема компетенций сотрудников компании. Иначе выполнение значимых для компании проектов может быть затруднено или даже невозможно, если не получится обеспечить выполнение проекта в надлежащий срок или выполнить ряд проектных задач из-за отсутствия необходимых компетенций сотрудников или их занятости на других проектах. При этом задача оценки трудоемкости, стоимости и сроков реализации проекта с учетом имеющихся компетенций сотрудников актуальна как для ИТ-компаний, использующих гибкие (agile) подходы к разработке программного обеспечения, так и для компаний, применяющих классические методологии (например, водопад).

Применение рассматриваемой информационной технологии позволяет формировать более качественные решения при планировании развития сотрудников, а также снизить трудозатраты на процесс управления развитием компетентностного потенциала.

Особенности информационной технологии управления процессом развития КП

Информационная технология управления процессом развития КП проектно-ориентированной организации (ПОО) основана на общем подходе управления процессом

развития КП ПООС и соответствующих моделях оперативного управления [7]. Применение данного подхода на разных этапах требует участия многих должностных лиц: руководителя портфеля проектов, руководителей проектов, службы управления персоналом и сотрудников. Руководитель портфеля проектов при анализе проекта-кандидата может оценить требуемый для работы над проектом объем и уровни компетенций участников рассматриваемой команды, включая возможность развития необходимых компетенций участников команды к началу работы над проектом. Служба управления персоналом может сформировать возможные программы развития сотрудников на основе выбранных целевых уровней компетенций. При этом программы развития должны быть согласованы с руководителями проектов, в которых на текущий момент задействованы рассматриваемые сотрудники.

Для автоматизации данных задач в рамках информационной технологии спроектирован специализированный программный комплекс, а также выполнена программная реализация части модулей. Функциональные возможности данного программного комплекса позволяют проводить оценку целевого состояния КП, исходя из возможных планируемых проектов, формировать программы развития с учетом занятости сотрудников в текущих проектах и контролировать выполнение утвержденных программ развития (рис. 1).



Рис. 1. Общая схема использования информационной технологии управления процессом развития компетентностного потенциала ПОО

Pic. 1. General scheme for using information technology to manage the process of developing POO competence potential

Программный комплекс позволяет выполнить генерацию программ развития компетенций сотрудников для рассматриваемых проектов-кандидатов с помощью специальных моделей и алгоритмов [9]. При этом большую часть необходимых данных можно импортировать из уже используемых в организации информационных систем управления портфелем проектов и компетенциями сотрудников или других источников данных.

Данная технология позволяет ответственным лицам проводить оценку требуемого объема и уровней компетенций сотрудников, исходя из рассматриваемых проектов-кандидатов на включение в портфель проектов, и планировать соответствующие программы развития необходимых компетенций сотрудников с учетом влияния этих программ на план-график текущих проектов.

Информационная технология в основе использует специализированные модели комплексных и локальных программ развития компетенций сотрудников.

Локальные программы развития, в свою очередь, формируются с учетом занятости сотрудников в текущих проектах. Для формирования локальной программы развития используется ряд вспомогательных моделей:

- 1) модель планирования проекта $P_{\text{план}}$ определена как:

$$P_{\text{план}} = \langle B, T, D, C, Y \rangle,$$

где B – календарная дата начала работы над проектом; T – сетевой график задач проекта; D – матрица оценок длительностей выполнения задач в зависимости от уровней компетенций исполнителя (формируется, исходя из требований задач к компетенциям исполнителей и уровней компетенций участников проектной команды); C – емкости сотрудников на период работы над проектом; Y – штрафы при превышении сроков проекта.

- Процедура формирования расписания проекта S определена как:

$$S(P_{\text{план}}) = \langle A, F_{\text{план}}, Y_{\text{план}} \rangle,$$

где A – распределение задач между исполнителями; $F_{\text{план}}$ – плановые даты завершения задач, $Y_{\text{план}}$ – плановое значение штрафа, исходя из даты завершения проекта.

- 2) модель обучающих мероприятий E описывается как:

$$E = \langle \Delta R, o, f(c), l \rangle,$$

где ΔR – ожидаемое развитие компетенций сотрудника (исходя из используемой в организации модели оценки уровня компетенций); o – период прохождения мероприятия; $f(c)$ – функция изменения емкости сотрудника на период прохождения учебного курса; l – материальные издержки.

В данном случае под емкостью понимается количество рабочего времени, которое сотрудник уделяет непосредственно работе над проектом.

- 3) модель развития компетенций сотрудника в результате выполнения задач проекта:

$$r'_{\text{сотр}} = \text{learn}(r_{\text{сотр}}, A_{\text{сотр}}),$$

где $r_{\text{сотр}}$ – текущие уровни компетенций сотрудника; $A_{\text{сотр}}$ – назначенные сотруднику проектные задачи; $r'_{\text{сотр}}$ – ожидаемый уровень компетенций после выполнения назначенных задач.

Задача определения общей программы развития КП M до целевого уровня к определенному периоду N представлена как набор локальных задач определения множества более локальных программ m_i :

$$M = \langle m_1, m_2, \dots, m_i \rangle.$$

Соответственно, каждая такая локальная программа будет частично обеспечивать достижение целевого состояния $R_{\text{цел}}$:

$$R_{\text{цел}} = \langle r_1, r_2, \dots, r_i \rangle.$$

Таким образом, локальная задача определения программы m_i сводится к определению подходящих сотрудников и средств развития компетенций:

$$m_i = \langle r_i, w_i, e_i, a_i \rangle,$$

где r_i – целевое состояние КП для локальной задачи; w_i – множество сотрудников для развития компетенций; e_i – набор подходящих обучающих мероприятий; a_i – предпочтительное распределение проектных задач.

При этом $\forall m_i \in M, n(m_i) \leq N$, где n – оценка даты завершения программы обучения.

Определение локальной программы развития компетенций может быть построено вокруг отдельного текущего проекта, поэтому процедура формирования расписания проекта будет включать дополнительные параметры:

$$S(P_{\text{план}}, e_i, a_i) = \langle A, F_{\text{план}}, Y_{\text{план}} \rangle.$$

С учетом этого определение программы развития компетенций m_i сводится к задаче:

$$\begin{cases} \exists m_i = \langle r_i, w_i, e_i, a_i \rangle, \\ S = \text{schedule}(P_{\text{план}}, e_i, a_i), \\ y(S) \rightarrow \min, \\ l(e_i) \rightarrow \min, \\ n(m_i) \leq N \end{cases}, \quad (1)$$

где $y(S)$ – оценка штрафа проекта с учетом сформированного расписания проекта [10]; $l(e_i)$ – оценка издержек, связанных с обучающими мероприятиями.

Локальная модель оперативного управления компетентностным потенциалом определяется как:

$$h = \langle P_{\text{план}}, r_{\text{цел}}, E, N; m', s' \rangle, \quad (2)$$

где $P_{\text{план}}$ – характеристики рассматриваемого подпроекта; $r_{\text{цел}}$ – целевые уровни компетенций; E – множество обучающих мероприятий; N – дата завершения обучающей программы; m' – множество вариантов программы развития компетенций; s' – множество вариантов скорректированных расписаний проекта.

Комплексная модель оперативного управления компетентностным потенциалом определена как набор локальных моделей управления:

$$H = \langle h_1, h_2, \dots, h_i \rangle.$$

Для генерации альтернатив локальных программ развития компетенций используется авторский эволюционный алгоритм, базирующийся на решении задачи построения расписания проекта с ограниченными ресурсами (Multi-Skill Resource Constrained Project scheduling problem, MS-RCPSP) с помощью генетического алгоритма Strength Pareto Evolutionary Algorithm 2 [11, 12], которая относится к классу задач многокритериальной оптимизации и является NP-сложной.

Апробация информационной технологии

Проектно-ориентированная ИТ-компания ООО «АйТи-Про» специализируется на разработке решений в сфере бизнес-аналитики (OLAP, SSAS). В рамках импортозамещения компания занимается постепенной миграцией на отечественные или open source аналоги проприетарных технологий от Microsoft и Oracle. Для использования замещенных технологических решений требуется дополнительно обучать сотрудников.

В рамках апробации рассматривалась задача планирования обучения сотрудников работе с технологиями ClickHouse [13] и PostgreSQL [14] с учетом занятости сотрудников в текущих проектах. Для обучения рассматривались варианты прохождения расширенного курса, включающего изучение обеих технологий и сокращенного курса, включающего изучение только ClickHouse (табл. 1). Данное планирование обучения происходило в мае 2023 г.

Таблица 1

Обучающие курсы

Table 1

Training courses

Код	Обучающий курс	Осваиваемые компетенции	Начало курса	Объем курса	Период прохождения
OK1	Расширенный	PostgreSQL (ур. 1), ClickHouse (ур. 1)	5 июня 2023 г.	70 часов	7 недель
OK2	Сокращенный	ClickHouse (ур. 1)	5 июня 2023 г.	40 часов	4 недели

В качестве кандидатов для обучения рассматривалось 12 разработчиков баз и хранилищ данных, уже имеющих опыт работы с аналогичным стеком технологий от Microsoft. У части сотрудников уже имелась компетенция по работе с PostgreSQL поэтому для них достаточно было прохождения сокращенного курса. Рассматриваемые сотрудники были задействованы в трех проектах (табл. 2 – 4).

Таблица 2

Данные рассматриваемых выполняемых проектов

Table 2

Data from ongoing projects under consideration

Проект	Дата завершения проекта по договору	Допустимая задержка сдачи проекта	Дата завершения (планируемая)	Остаточная трудоемкость (дней)
П1	1 августа 2023г	1-2 недели	25 июля	130
П2	15 сентября 2023г	–	5 сентября	128
П3	1 декабря 2023г.	1-2 недели	20 ноября	360

Таблица 3

Фрагмент данных компетенций рассматриваемых сотрудников

Table 3

Fragment of data on the competencies of the employees in question

Код компетенции	Описание компетенции	Требуется для задач текущих проектов
K1	Разработка многомерных моделей SSAS	+
K2	Знание Transact-SQL (процедурное расширение языка SQL)	+
K3	Разработка объектов хранилища	+
K4	Знание и владение Power BI (комплексное программное обеспечение бизнес-анализа (BI) от компании Microsoft, объединяющее несколько программных продуктов, имеющих общий технологический и визуальный дизайн, соединителей (шлюзов), а также web-сервисов)	+
K5	Знание и владение ETL (процесс объединения данных из нескольких источников в одном центральном хранилище, которое называется складом данных)	+
K6	Знание и владение СУБД PostgreSQL	–
K7	Знание и владение ClickHouse	–

Таблица 4

Данные рассматриваемых сотрудников

Table 4

Details of the employees in question

Проект	Сотрудник	Текущие компетенции (уровни)							Планируемый отпуск
		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	
П1	C1	1	1	2	1	–	–	–	–
	C2	3	3	3	2	3	–	–	19.06 – 02.07
	C3	2	1	1	1	–	–	–	–
	C4	2	2	2	3	2	–	–	–
	C5	1	1	2	2	1	1	–	–
П2	C6	2	2	3	2	2	–	–	03.07 – 30.07
	C7	1	–	1	1	2	1	–	07.08 – 20.08
	C8	2	2	3	3	2	–	–	–
П3	C9	2	3	2	2	2	–	–	31.07 – 27.08
	C10	3	3	3	3	2	–	–	–
	C11	2	2	2	1	1	–	–	14.08 – 27.08
	C12	2	3	2	2	1	1	–	–

Фрагмент текущего и целевого состояния компетентностного потенциала

Table 5

Fragment of the current and target state of competence potential

Компетенции	Текущие уровни (КП)			Целевые уровни (КП)		
	ур.1	ур.2	ур.3	ур.1	ур.2	ур.3
K1	3	7	3	3	7	3
K2	3	4	4	3	4	4
K3	2	5	4	2	5	4
K4	4	5	3	4	5	3
K5	3	6	1	3	6	1
K6	3	0	0	4(5)	0	0
K7	0	0	0	4(5)	0	0
...

Для проведения апробации были разработаны адаптеры для импорта данных о проектах в формате MPP (Microsoft Project) – сетевой и календарный график задач, перечень участников проекта, распределение задач, компетенций сотрудников в формате XLSX (Microsoft Excel), данные о плановых отпусках сотрудников для учета емкости из «1С-Управление кадрами».

В процессе подготовки к апробации были импортированы данные нескольких текущих проектов из портфеля. После импорта первичных данных потребовалось указать дополнительную информацию о проектах:

- 1) уровни компетенций, требуемых для выполнения задач проектов;
- 2) оценку длительности выполнения задач в зависимости от уровня компетенций выполнения;
- 3) планируемые сроки выполнения проектов.

Указанная в табл. 2 оценка остаточной трудоемкости задач проекта сформирована, исходя из запланированного распределения задач между сотрудниками. При этом оценка трудоемкости конкретной задачи определяется, исходя из уровня владения компетенцией необходимой для решения задачи (см. табл. 3 – 4). Требовалось определить, можно ли выбрать группу из 4-х или 5-ти кандидатов для обучения так, чтобы это не привело к значительному отставанию от текущих графиков выполнения проектов. Данная задача была декомпозирована на 3 отдельных локальных задачи в соответствии с распределением сотрудников по проектам. Требовалось определить, можно ли в данных проектах выбрать одного или двух кандидатов, чтобы в дальнейшем скомбинировать из них уже группу из 4-х или 5-ти сотрудников для достижения целевого состояния компетентностного потенциала (см. табл. 5). С точки зрения моделей, используемых в рамках информационной технологии, рассматривались задачи по генерации альтернатив локальных программ развития компетенций сотрудников m_1 , m_2 , m_3 соответственно в рамках проектов П1, П2 и П3.

В результате применения информационной технологии были сформированы варианты локальных программ развития компетенций сотрудников, которые удовлетворяют основному ограничению в допустимом отклонении от даты завершения проекта по договору (табл. 6).

Можно отметить, что ряд альтернатив лучше остальных по критерию ожидаемой даты завершения проекта, но с точки зрения лиц, принимающих решение, может быть отдано предпочтение вариантам с конкретными сотрудниками.

Использование информационной технологии в компании ООО «АйТи-Про» позволило уменьшить трудоемкость формирования программ развития компетенций сотрудников на 22 %. При этом за счет автоматизированного импорта данных о текущих проектах и компетенциях сотрудников можно проводить моделирование и оценку возможных целевых состояний компетентностного потенциала проектно-ориентированной организации, не отвлекая на это руководителей проектов или других должностных лиц.

Сформированные программы развития компетенций

Table 6

Formed competence training programs

№	Локальная программа развития компетенций		Проект	Ожидаемая дата завершения проекта
	Сотрудники	Курсы		
1	С1	ОК1	П1	4 августа
2	С3	ОК1		7 августа
3	С4	ОК1		10 августа
4	С1	ОК1		12 августа
	С5	ОК2		
5	С5	ОК2	5 августа	
6	С7	ОК1	П2	14 сентября
7	С9	ОК1	П3	29 ноября
8	С10	ОК1		5 декабря
9	С11	ОК1		29 ноября
10	С12	ОК2		24 ноября
11	С9	ОК1		11 декабря
	С12	ОК2		
12	С11	ОК1		12 декабря
	С12	ОК2		

Трудоемкость процесса подготовки и внедрения необходимых программных средств для использования информационной технологии, включая сам импорт данных и ввод дополнительной требуемой информации, составила порядка одного человеко-месяца, однако это были единоразовые издержки. В будущем это позволит с минимальными трудозатратами выполнять пересчет планов и программ развития при различных изменениях (плана-графика проекта вследствие заболевания или увольнения сотрудников и пр.).

Заключение

Для управления компетентностным потенциалом проектно-ориентированной организации требуется учитывать большое количество разноплановых данных: информацию о текущих проектах в портфеле, рассматриваемых проектах-кандидатах, стратегических целях компании, компетенций сотрудников и др.

В процессе определения целевого состояния КП и соответствующих программ развития компетенций сотрудников требуется взаимодействие руководителя портфеля проектов, руководителей проектов, службы управления персоналом и сотрудников, а также учет возможного влияния программ развития на текущую проектную деятельность. При этом после утверждения и начала выполнения программ развития может потребоваться корректировка программ развития в случае изменения плана-графика. Без специального математического и информационного обеспечения выполнение данных задач может быть достаточно трудоемко.

Для решения задач управления компетентностным потенциалом предложена специализированная информационная технология управления процессом развития КП проектно-ориентированной организации, которая позволяет автоматизировать применение общего подхода управления процессом развития КП. В процессе применения данной технологии для снижения трудоемкости целесообразно импортировать данные о проектах и компетенциях сотрудников из уже используемых в организации информационных систем или других источников данных.

В результате экспериментальной апробации предложенной информационной технологии была проведена оценка возможности достижения рассматриваемого целевого состояния КП, в рамках которой были сгенерированы альтернативы программ развития

компетенций сотрудников, а также скорректированные расписания проектов с учетом отвлечения сотрудников на обучающие курсы.

Список источников:

1. Добрякова К.В., Ляхович Д.Г. Планирование реализации проектов в проектно-ориентированной организации: система и алгоритм внедрения // Вопросы инновационной экономики. – 2020. – Т. 10. – № 3. – С. 1179-1192.
2. Порядина В.Л., Пшеничникова И.В. Специфика управления человеческими ресурсами в проектно-ориентированных организациях // Управление строительством. – 2018. – №. 4. – С. 134-139.
3. Савина А.Г., Малавкина Л.И., Савин Д.А. Теоретико-методологические основы ИТ-обеспечения корпоративной системы управления проектами в проектно-ориентированных организациях // Вестник Орел ГИЭТ. – 2020. – №. 3. – С. 26-32.
4. Новиков Д.А. Управление проектами: организационные механизмы // М.: ПМСОФТ, 2007. – Т. 140. – С. 15
5. Матвеев А.А., Новиков Д.А., Цветков А.В. Модели и методы управления портфелями проектов. – М.: Изд-во «ПМСОФТ», 2005. – 206 с.
6. Калевко В.В., Лагереv Д.Г. Управление компетентностным потенциалом проектно-ориентированных организационных систем в контексте планирования ИТ-проектов // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2022. – №4. – С. 160-180.
7. Калевко В.В., Лагереv Д.Г., Калужских К.А. Информационная технология управления компетентностным потенциалом сотрудников проектно-ориентированной организации // Системы управления и информационные технологии. – 2023. – №3 (93). – С. 80-85.
8. Литвина М.И., Фурсова П.В. Управление человеческими ресурсами: учебно-методическое пособие. – М.: МАДИ, 2019. – 200 с.
9. Калевко В.В., Лагереv Д. Г. Модели оперативного управления компетентностным потенциалом сотрудников проектно-ориентированной организации // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении. – 2023. – №2. – С. 77-88.
10. Лазарев А.А., Гафаров Е.Р. «Теория расписаний» Задачи и алгоритмы. – М.: МГУ, 2011.
11. Mendes J.J., Gonçalves J.F., Resende M.G. A random key based genetic algorithm for the resource constrained project scheduling problem // Computers & operations research. – 2009. – №36 (1). – PP. 92-109.
12. Zitzler E., Laumanns M., Thiele L. SPEA2: Improving the strength Pareto evolutionary algorithm // TIK-report. – 2001. – Т. 103.
13. PostgreSQL: The World's Most Advanced Open Source Relational Database. Режим доступа <https://www.postgresql.org/>
14. ClickHouse – столбцовая система управления базами данных (СУБД) для онлайн обработки аналитических запросов (OLAP). Режим доступа <https://clickhouse.com/docs/ru>

References:

1. Dobryakova K.V., Lyakhovich D.G. Project Implementation Planning in a Project-Oriented Organisation: Implementation System and Algorithm. Russian Journal of Innovation Economics. 2020;10(3):1179-1192.
2. Poryadina V.L., Pshenichnikova I.V. Human Resource Management Specifics in Project-Oriented Organisations. Construction Management. 2018;4:134-139.
3. Savina A.G., Malyavkina L.I., Savin D.A. Theoretical-Methodological Bases of IT Maintenance of Project Management Corporate System in the Project-Oriented Organisations. OrelSIET Bulletin. 2020;3:26-32.
4. Novikov D.A. Project Management: Organisational Mechanisms. Moscow: PMSOFT; 2007. p. 15
5. Matveev A.A., Novikov D.A., Tsvetkov A.V. Models and Methods for Project Portfolio Management. Moscow: PMSOFT; 2005.
6. Kalevko V.V., Lagerev D.G. Competence Management of Project-Oriented Organizational Systems in the Context of IT Project Planning. Models, Systems, Networks in Economics, Technology, Nature and Society. 2022;4:160-180.
7. Kalevko V.V., Lagerev D.G., Kaluzhskikh K.A. Information Technology for Managing the Employees' Competence Potential of a Project-Oriented Organisation. Management Systems and Information Technologies. 2023;3(93):80-85.
8. Litvina M.I., Fursova P.V. Human Resource Management. Moscow: MADI; 2019.
9. Kalevko V.V., Lagerev D.G. Operational Management Models for Competence Staff of a Project-Oriented Organisation. Automation and Modelling in Design and Management. 2023;2:77-88.
10. Lazarev A.A., Gafarov E.R. Schedule Theory. Problems and Algorithms. Moscow: Lomonosov Moscow State University; 2011.
11. Mendes J.J., Gonçalves J.F., Resende M.G. A Random Key Based Genetic Algorithm for the Resource Constrained Project Scheduling Problem. Computers & Operations Research. 2009;36(1):92-109.
12. Zitzler E., Laumanns M., Thiele L. SPEA2: Improving the Strength Pareto Evolutionary Algorithm. TIK-Report. 2001;103.
13. PostgreSQL: The World's Most Advanced Open Source Relational Database. [Internet]. Available from: <https://www.postgresql.org/>
14. ClickHouse – Column-Oriented Database Management System (DBMS) for Online Analytical Processing of Queries (OLAP) [Internet]. Available from: <https://clickhouse.com/docs/ru>

Информация об авторах:

Калевко Виктор Васильевич

начальник группы мобильной разработки, ООО «Специальный Технологический Центр» ID ORCID-0000-0001-8152-3265

Лагереv Дмитрий Григорьевич

кандидат технических наук, доцент кафедры Брянского государственного технического университета, ID ORCID-0000-0002-2702-6492

Information about the authors:

Kalevko Viktor Vasilievich

Head of Mobile Development Group, “Special Technology Centre” LLC, ID ORCID-0000-0001-8152-3265

Lagerev Dmitry Grigorievich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Bryansk State Technical University, ID ORCID-0000-0002-2702-6492

**Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.**

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts of interests.**

Статья поступила в редакцию 30.10.2023; одобрена после рецензирования 10.11.2023; принята к публикации 24.11.2023.

The article was submitted 30.10.2023; approved after reviewing 10.11.2023; accepted for publication 24.11.2023.

Рецензент – Голованов В.В., кандидат технических наук, ООО «АйТи Про».

Reviewer – Golovanov V.V., Candidate of Technical Sciences, LTD «IT Pro».