

МЕТОДЫ КОМПЕНСАЦИИ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ КАДРОВОГО ДЕФИЦИТА В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОЕКТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

А. П. Исаев^а, А. М. Козубский^а, М. А. Казакова^б

^а Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина
(Екатеринбург, Россия)

^б ООО «Уральское конструкторское бюро вагоностроения»
(Нижний Тагил, Россия)¹

АННОТАЦИЯ

Введение. Актуальность исследования объясняется обострением необходимости повышения эффективности инженерно-конструкторской деятельности для решения задач ускоренного технологического развития страны. Цель статьи – определение способов минимизации негативных последствий кадрового дефицита в деятельности проектных организаций машиностроительной отрасли.

Материалы и методы. Исследование проводилось в семи проектно-конструкторских организациях с использованием методов включенного наблюдения, письменного и устного опросов экспертов. В роли экспертов выступили опытные инженеры-конструкторы и руководители проектных организаций. Экспертная оценка проводилась с помощью ипсативных опросников; проведено ранжирование характеристик условий деятельности проектных организаций.

Результаты. Фиксируя проблему дефицита конструкторских кадров, авторы выявляют ее негативные последствия для деятельности проектных организаций: руководство вынуждено снижать требования к уровню квалификации сотрудников; интенсивность и многозадачность в работе персонала многократно возрастает. Неизбежным следствием становится увеличение риска ошибок и дополнительных затрат на разработку проектов. Для повышения эффективности деятельности конструкторских бюро и инжиниринговых центров в условиях хронического дефицита инженерных кадров необходимо, по мнению авторов, максимально использовать корпоративный организационно-методический ресурс.

В статье представлена авторская методика *трехактного развития проектной организации*, позволяющая компенсировать негативное влияние дефицита квалифицированных кадров. Методика включает в себя диагностику узких мест в работе организации командой новаторов и выработку предложений по их минимизации; разработку программ вовлечения новых сотрудников в процесс организационных изменений. Создание *корпоративной «базы данных ошибок»* и ее использование командой новаторов – наставников, коучеров в обучении нового персонала также позволит повысить эффективность деятельности проектных организаций.

Обсуждение и выводы. Понимая, что решение проблемы нехватки квалифицированных кадров требует целого комплекса долгосрочных мер, авторы предлагают апробированную методику, которая уже в современных реалиях позволит минимизировать негативные последствия кадрового дефицита в деятельности проектных организаций за счет снижения условий многозадачности и количества конструкторских ошибок. Предложенная авторами методика может быть масштабирована для других организаций инженерного профиля.



КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Проектная организация, эффективность конструкторской деятельности, дефицит кадров, многозадачность, ошибки.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ

Исаев А. П., Козубский А. М., Казакова М. А. Методы компенсации негативного влияния кадрового дефицита в деятельности проектных организаций // Вопросы управления. 2025. Т. 19, № 1. С. 80–95. DOI 10.22394/2304-3369-2025-1-80-95. EDN SMYEVW.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Исаев Александр Петрович – доктор экономических наук, доцент; Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина (620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19) – профессор кафедры систем управления энергетикой и промышленными предприятиями Института экономики и управления; ap_isaev@mail.ru. SPIN 9799-0412, ORCID 0000-0002-9539-5011, Scopus ID 56027986200.

Козубский Андрей Михайлович – кандидат технических наук; Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина (620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19) – доцент кафедры подъёмно-транспортных машин и роботов Института новых материалов и технологий; ООО «Сароватомтех» – технический директор; KAM@SAT52.ru. AuthorID: 533889

Казакова Марина Александровна – ООО «Уральское конструкторское бюро вагоностроения» (г. Нижний Тагил, Восточное шоссе, 28) – директор по экономике и финансам; kazakovam12@yandex.ru. SPIN 5781-7260.

Статья поступила: 06.08.2024; рецензия получена: 25.12.2024; принята к публикации: 30.01.2025

SCIENTIFIC ARTICLE

PERSONNEL SHORTAGE NEGATIVE IMPACT COMPENSATION METHODS IN THE DESIGN ORGANIZATIONS ACTIVITIES

A. P. Isaev ^a, A. M. Kozubsky ^a, M. A. Kazakova ^b

^a Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin
(Ekaterinburg, Russia)

^b Ural Design Bureau of Carriage Building LLC
(Nizhny Tagil, Russia)

ABSTRACT

Introduction. The relevance of the study is explained by the urgent need to improve the efficiency of engineering and design activities to solve the problems of accelerated technological development of the country. The purpose of the article is to determine ways to minimize the negative consequences of staffing shortages in the activities of design organizations in the mechanical engineering industry.

Materials and methods. The study was conducted in seven design and engineering organizations using the methods of participant observation, written and oral expert surveys. The role of experts was played by experienced design engineers and heads of design organizations. The expert assessment was carried out using ipsative questionnaires; the characteristics of the operating conditions of design organizations were ranked.

Results. Recording the problem of design personnel shortage, the authors identify its negative consequences for the activities of design organizations: management is forced to reduce the requirements for the level of qualification of employees; the intensity and multitasking in the work of personnel increases many times. An inevitable consequence is an increase in the risk of errors and additional costs for project development. In order to improve the efficiency of design bureaus and engineering centers in the context of a chronic shortage of engineering personnel, it is necessary, according to the authors, to make maximum use of the corporate organizational and methodological resource.

The article presents the author's methodology of three-act development of a design organization, which allows compensating for the negative impact of the shortage of qualified personnel. The methodology includes diagnostics of bottlenecks in the organization's work by a team of innovators and development of proposals for their minimization; development of programs for involving new employees in the process of organizational changes. Creation of a corporate «error database» and its use by a team of innovators - mentors, coaches in training new personnel will also improve the efficiency of design organizations.

Discussion and conclusions. Understanding that solving the problem of shortage of qualified personnel requires a whole range of long-term measures, the authors propose a proven methodology that will minimize the negative consequences of personnel shortage in the activities of design organizations by reducing the conditions of multitasking and the number of design errors in the current realities and in the future. The methodology proposed by the authors can be scaled for other engineering organizations.

KEYWORDS

Design organization, efficiency of design activities, personnel shortage, multitasking, errors.

FOR CITATION

Isaev, A. P., Kozubsky, A. M., Kazakova, M. A. (2025) Personnel shortage negative impact compensation methods in the design organizations activities. *Management Issues*, 19 (1), pp. 80–95. <https://doi.org/10.22394/2304-3369-2025-1-80-95>. <https://elibrary.ru/smyevw>.

AUTHORS' INFORMATION

Aleksandr P. Isaev – Doctor of Economics, Associate Professor; Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin (620002, Yekaterinburg, Mira St., 19) – *Professor, Department of Energy and Industrial Enterprise Management Systems, Institute of Economics and Management*; ap_isaev@mail.ru. SPIN 9799-0412, ORCID 0000-0002-9539-5011, Scopus ID 56027986200.

Andrey M. Kozubskiy – Candidate of Technical Sciences; Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin (620002, Yekaterinburg, Mira St., 19) – *Associate Professor of the Department of Hoisting and Transport Machines and Robots of the Institute of New Materials and Technologies*; LLC «Sarovatomtek» – *Technical Director*; KAM@SAT52.ru. AuthorID: 533889

Marina A. Kazakova – LLC «Ural Design Bureau of Carriage Building» (Nizhny Tagil, Vostochnoye Shosse, 28) – *Director of Economics and Finance*; kazakovam12@yandex.ru. SPIN 5781-7260.

The article was submitted 06.08.2024; review 25.12.2024; accepted for publication 30.01.2025.

■ ВВЕДЕНИЕ

Эффективность проектно-конструкторских организаций имеет огромное значение для решения задач достижения технологического суверенитета страны. Проектирование новых изделий, технических систем является ключевым этапом инновационного процесса, который обеспечивает конкурентоспособность и экономический успех промышленных предприятий, поэтому уровень его эффективности напрямую влияет на развитие экономики страны в целом. Особую актуальность данный вопрос приобретает в условиях масштабных санкций против нашей страны, ограничивающих доступ к «внешним» технологиям.

Экономический рост, начавшийся в стране с начала 2000-х годов, вызвал заметные изменения в разных сферах жизни и отраслях производства, но

практически никак не сказался на инвестициях в НИОКР [1]. Это является одной из причин снижения уровня инновационности и эффективности проектов, реализуемых проектно-конструкторскими организациями, которые еще 10–15 лет назад не были так заметны благодаря мощному заделу и потенциалу советского периода проектных разработок. Анализ современной практики показывает наличие большого количества недостатков в работе проектных и инжиниринговых организаций во многих, если не во всех отраслях. В то же время современные технические системы становятся все более разнообразными и сложными, что требует более высокого уровня компетенций этих организаций.

Сегодняшнее поколение инженеров, как и большинство их наставников, научных руководителей, не прошли школу инженерной мысли и не

«пожили» в лабораториях и конструкторских бюро (КБ), решая масштабные и сверхсложные задачи. «Спрос на новые технологии и технику (особенно со стороны крупнейших и крупных компаний) в основном был предъявлен на зарубежные рынки» [1, с. 52]. Отсутствие в их опыте глобальных проектов, остро требующих системных и глубоких инженерных знаний, а также инновационных организационных решений, привело к снижению потенциала инженерно-конструкторских и управленческих кадров проектных организаций.

Необходимость кардинального повышения эффективности менеджмента проектных организаций резко возросла в последние пять лет в связи с новыми вызовами внешней среды. Вначале пандемия коронавируса потребовала перестройки в организации проектно-конструкторских работ, вызванной переводом части персонала на дистанционную форму работы, снижением количества постоянно работающих сотрудников, малоcontactным сотрудничеством в реализации проектов, а также уменьшением заказов, требующих НИОКР. Затем масштабные санкции со стороны западных стран на поставку технологий и наукоемкой продукции усилили другие требования: необходимость создавать свои новые технические системы, технологии и оборудование на основе НИОКР. Сегодня в условиях восстановления целых отраслей промышленности и решения задач технологического суверенитета потребность в разработке новых технических систем и технологий резко возросла. При этом стали еще более отчетливо видны многие недостатки в деятельности проектных организаций, которые тормозят процессы технологической модернизации. Этим объясняется актуальность темы данной статьи и цели исследования – оценка факторов, снижающих эффективность проектно-конструкторских организаций, определение возможностей и разработка способов минимизации и устранения их причин.

■ МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе использовался организационно-деятельностный подход, включающий анализ содержания и особенностей проектно-конструкторской деятельности и оценку организационных процессов в конструкторских бюро (КБ). Эмпирическая часть исследования проводилась в два этапа. На первом этапе использовались методы беседы и интервьюирования для определения вопросов и возможных вариантов ответа с целью составления экспертного опросника для изучения соответствия между

организационными процессами и особенностями проектно-конструкторской деятельности. На втором этапе было проведено исследование семи проектно-конструкторских организаций, использовались методы экспертной оценки, включенного наблюдения, письменного и устного опросов. Экспертная оценка проводилась с помощью ипсативных опросников, в работе с которыми внутренние эксперты совершали выбор между несколькими наиболее часто встречающимися альтернативами, которые были определены на этапе подготовки эмпирического исследования. Эксперты в каждой организации отбирались по критериям: 1) высокий уровень квалификации (руководители и ведущие конструкторы); 2) длительность работы в данном КБ (более трех лет); 3) опыт участия в решении организационных или организационно-технических вопросов при разработке новых проектов (в последние два года). Также в работе с экспертами использовался метод ранжирования характеристик условий деятельности проектных организаций. Обработка и анализ результатов эмпирического исследования осуществлялись с помощью методов статистического и структурно-функционального анализа, обобщения и моделирования. Все семь объектов исследования (пять самостоятельных проектных организаций и два конструкторских подразделения предприятий) относятся к машиностроительной отрасли с количеством персонала от 47 до 210 человек. Работу каждого объекта оценивали от семи до двенадцати внутренних экспертов по одним и тем же критериям.

В качестве аргументации выводов использовались опубликованные научные данные, результаты собственного эмпирического исследования, а также анализ и рефлексия практического опыта работы авторов на должностях разного уровня (от рядового до главного конструктора, от экономиста до финансового директора) в проектно-конструкторских и инжиниринговых организациях разных областей машиностроительной отрасли промышленности в последние 16–18 лет.

■ ФАКТОРЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Проектно-конструкторская деятельность – творческий, сложный интеллектуально напряженный труд, который характеризуется целым рядом параметров и требований, которые по отдельности имеют место и в других профессиях, но в таком сочетании и объеме практически нигде больше не встречаются. Прежде всего конструктор – это

инженер, который должен быть отчасти ученым, отчасти конструктором, отчасти администратором, отчасти менеджером, отчасти предпринимателем и отчасти рабочим¹. Но в дополнение к этому конструктор – это художник, это композитор, это поэт в своей области. Если он не обладает талантом, обширными и глубокими знаниями, пространственным (многомерным) мышлением, то создать новую, совершенную конструкцию ему не помогут никакие правила или принципы².

Поэтому управление инженерным проектом – это сложный процесс, в котором много неопределенностей и рисков, а также постоянных факторов. Эффективность проекта зависит от: 1) его содержания; 2) интеграции разделов; 3) стоимости; 4) сроков выполнения; 5) человеческих ресурсов, за счет управления которыми можно качественно повысить результаты проектной деятельности [2; 3].

При оценке эффективности инженерных проектов выделяют такие факторы, как: себестоимость проектной продукции [4]; производительность конструкторского труда [5; 6]; квалификация и эффективность персонала проектных организаций [7; 8; 9]; инструменты управления качеством проектирования [10]; управленческий учет проектных ограничений – время, ресурсы, качество и др. [11; 12], способствующих выявлению критических отклонений от плана и бюджета.

В изучении неудач разнопрофильных научно-технических проектов выделены следующие общие причины [2]:

- низкое обеспечение проекта ресурсами и (или) их неэффективное использование;
- неполная оценка неопределенностей и игнорирование рисков;
- просчеты при определении сроков или графика реализации;
- недостаточно четкое планирование работ;
- ошибки при формулировании целей и кардинальные изменения целей и других ключевых показателей в ходе реализации проекта;
- неэффективная организация взаимодействия между участниками;
- разобщенность команды проекта, отсутствие командного духа.

Эффективность разработки и реализации инженерного проекта во многом определяется уровнем

его системности, который можно повышать, используя знания системной инженерии [13]. В данном подходе большое внимание уделяется проектированию полного жизненного цикла создаваемой технической системы, взаимосвязям и зависимостям между всеми его этапами – от анализа потребностей в создании новой системы до ее производства и сопровождения в процессе эксплуатации. Проект представляется двумя параллельно протекающими процессами: непосредственными работами по проекту и работами по управлению проектом.

В вопросах управления проектами в последнее время много внимания уделяется изучению возможностей применения Agile-подхода. Суть его – в гибкости и возможности подстраиваться под постоянно меняющиеся условия. Эджайл подходит, если разрабатывается принципиально новый продукт, требования к которому быстро меняются, и его проект можно выпускать частями³ [14]. Для разработки инженерных проектов в машиностроительной отрасли он в целостном виде не применяется, но отдельные приемы «Канбан» активно используются. Например, для того чтобы понять, где, на каких этапах проектирования появляются проблемы и своевременно их решить, или чтобы погрузить всех участников разработки проекта и подготовки производства в одну рабочую среду и обеспечить высокую эффективность взаимодействия. Однако для крупных машиностроительных проектов использовать эти приемы часто невозможно из-за большого количества привлеченных служб и специалистов, а также растянутости времени жизненного цикла проекта.

Особенности конструкторской деятельности являются ключевым фактором, учет которого предполагает четкое понимание состава всех этапов сложного процесса проектирования и понимания требований, которые нужно выполнить на каждом этапе для достижения максимальной результативности разработки нового изделия [9]. Трудности оценки эффективности научно-конструкторских работников обусловлены двумя аспектами: высокой экспертностью труда специалистов и сложностью в объективном измерении их реального результата [7]. Поэтому в управлении проектно-конструкторской деятельностью, прежде всего, нужно

¹ Переслегин С. Б. Дикие карты Будущего, или Портрет инженера в интерьере (фрагмент) / С. Б. Переслегин, Е. Б. Переслегина. – СПб.: Terra Fantastica; М.: АСТ, 2011. – 168 с.

² Крайнев А. Ф. Идеология конструирования / А. Ф. Крайнев. – М.: Машиностроение-1, 2003. – 384 с.

³ Коул Р., Скотчер Э. Блистательный Agile. Гибкое управление проектами с помощью Agile, Scrum и Kanban. – СПб.: Питер. 2019 – 304 с.

максимально учитывать ее специфику, включая состав инженерных и управленческих компетенций [15; 16] и процессы их развития [17].

Проведенное исследование позволило выделить три наиболее сильных фактора, которые в настоящее время существенно влияют на эффективность проектных организаций и являются критически важными для их успеха:

- 1) дефицит кадров и высокая текучесть квалифицированного персонала;
- 2) многозадачность;
- 3) высокая цена ошибки.

Взаимосвязь этих факторов в условиях роста востребованности конструкторской продукции очевидна: недостаток квалифицированных кадров ведет к росту условий многозадачности и интенсивности труда конструкторов, что в свою очередь влияет на количество и качество ошибок в разработке инженерных проектов. Любая проектная организация тем или иным образом учитывает эти ключевые факторы и через них регулирует свою деятельность. От успешности этих действий зависит эффективность реализации отдельных проектов и конечных результатов работы организации.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Дефицит кадров и высокая текучесть квалифицированных специалистов – проблема, которая характерна для многих российских организаций, особенно для наукоемких. Дефицит квалифицированных конструкторов в настоящее время характерен для многих отраслей, включая наиболее престижные: ракетно-космическую [18], судостроение⁴, железнодорожный транспорт⁵. Одними из лидеров кадровых проблем являются проектные организации, причем, чем дальше от мегаполисов их нахождение, тем проблемы острее.

Зарубежные исследования показывают, что кадровый дефицит снижает требования руководителей к уровню квалификации сотрудников и строгость наказаний за нарушение трудовой дисциплины [19], что в целом негативно сказывается на результатах работы компании. Такая ситуация сейчас характерна для многих отечественных проектных организаций.

Исследователи проблемы дефицита инженерных и конструкторских кадров предлагают разнообразные подходы для ее решения: от

увеличения бюджетных мест в вузах для определенных профилей подготовки на основе целевого партнерства с предприятиями до гибридных программ обучения с использованием корпоративных образовательных ресурсов и даже переноса конструкторских организаций в крупные города⁶, где проще найти необходимых специалистов. Наиболее перспективными для решения кадровых проблем являются методы корпоративного управления персоналом, включая специальные методики работы с талантливыми и неординарными сотрудниками [20], а также комплексные методические разработки для повышения кадрового потенциала, позволяющие «увеличить производительность труда и вовлеченность работников научно-конструкторских подразделений в достижение общих целей организации» [8, с. 155].

В проведенном исследовании проблема дефицита квалифицированных кадров в разных организациях оказалась в диапазоне от очень острой до средней, и ее влияние на работу организаций было отмечено всеми экспертами. При этом 86% из них считают, что дефицит конструкторских кадров, который в течение года в разных организациях колеблется от 32% до 5% штатного расписания, создает или усиливает условия многозадачности в работе основного персонала проектных организаций. Результаты проведенного опроса о влиянии текучести кадров на работу проектных организаций подтверждают и детализируют оценки кадровой проблемы (рисунок 1).

Полученные данные показывают, что в большинстве организаций ситуация дефицита конструкторского персонала существенно повышает вероятность срыва сроков выполнения проектов (38%) и количество ошибок в технических решениях (31%). Уход из организации коллег по работе демотивирует часть оставшихся сотрудников (9%), видимо, тех, кто обдумывает такие же решения. Часть экспертов (8%) отметили, что высокая текучесть инженеров-конструкторов оказывает негативное влияние в целом на рыночную позицию организации через снижение ее имиджа и количества заказов на новые проекты. Все это свидетельствует о существенном негативном влиянии высокой текучести конструкторских кадров на эффективность работы проектных организаций.

⁴ URL: <https://portnews.ru/comments/3327/>.

⁵ URL: <https://mintrans.gov.ru/press-center/news/10991>.

⁶ См. сноску 5.



Рисунок 1 – Влияние существующей текучести конструкторских кадров на работу проектной организации
Fig. 1 – Impact of the existing turnover of design staff on the work of the design organization

Несмотря на существование большого количества идей, многие из которых уже реализуются на практике, быстрого решения кадровой проблемы ждать не приходится, поэтому важно найти способы минимизации ее негативного влияния на работу проектных организаций через взаимосвязанные с нею факторы многозадачности и высокой цены ошибки.

Влияние многозадачности на результаты проектных работ. В исследованиях установлено, что многозадачность переутомляет человека. Если постоянно переключаться между разными делами, мыслительные способности истощаются, из-за чего сотрудники испытывают сильный стресс, теряют продуктивность и креативность [21]. Многозадачность требует больше времени для выполнения задач и ухудшает творческие способности, но не влияет на правильность ответов в случае простых задач [22]. Дефицит инженеров и квалифицированных конструкторов в сочетании с ограниченностью штата сотрудников регулярно создает в организациях ситуации, когда одни и те же специалисты вынуждены переключаться с одного проекта на другой и даже третий для решения сложных задач. Постоянная переключаемость и смена содержания работы конструктора с возвращением к остановленным задачам (часто не раз и не два) приводит к субъективным и объективным негативным последствиям. В субъективном плане такая работа вызывает не только перенапряжение и переутомление, но также снижение трудовой мотивации и удовлетворенности работой. А объективно такая работа удлиняет сроки решения каждой откладываемой задачи, и в зависимости от количества остановок в

решении сроки могут увеличиваться от 10–15% до 50–60%. Одновременно с этим повышается вероятность конструкторских ошибок, снижается креативность рабочего процесса, происходят сбои в согласовании проектных решений с коллегами, выполняющими смежные работы. Поэтому последовательная работа с задачами до их завершения и достижения заданных результатов является самой продуктивной формой организации проектной деятельности, как и любого высокоинтеллектуального труда.

При оценке экспертами основных факторов, негативно влияющих на качество проектно-конструкторских работ, условия многозадачности оказались на первом месте, по мнению как экспертов-руководителей, так и экспертов-конструкторов. Многозадачность как постоянное условие работы конструкторов имеет не одну причину, но основной из них является неудовлетворительный процесс планирования проектно-конструкторских работ, особенно, когда в организациях одновременно выполняются несколько проектов. В целом, опрошенные нами эксперты (всего 65 человек – 44 менеджера и 21 конструктор) в процессе сравнения значимости разных причин проблем и трудностей в работе проектных организаций, обусловленных ростом условий многозадачности, к наиболее важным отнесли низкое качество планирования проектных работ и организационные ошибки руководителей (таблица 1). Расчет среднеквадратичного отклонения показал, что в оценке важности этих причин наблюдался небольшой разброс мнений: у руководителей 1,82 и 2,08, у конструкторов – 2,41 и 2,11, что свидетельствует об их распространенности.

Таблица 1 – Результаты ранжирования основных причин проблем и трудностей в работе проектных организаций, связанных с ростом многозадачности
Table 1 – Results of ranking the main causes of problems and difficulties in the work of project organizations related to the growth of multitasking

Основные причины проблем и трудностей	Средние номера рангов экспертов	
	Менеджеры	Специалисты
Организационные ошибки руководителей	3	2
Низкое качество планирования проектных работ	2	1
Недостаток квалифицированных руководителей	4	6
Недостаток квалифицированных конструкторов	1	7
Низкий уровень взаимопонимания между подразделениями организации	5	3
Недостаток финансирования проектов	10	8
Неблагоприятная морально-психологическая атмосфера в организации и ее подразделениях	12	12
Низкий уровень взаимопонимания с заказчиками проектов	11	9
Недостаточный уровень слаженности в работе проектных команд	7	5
Недостаточный уровень мотивации на достижение высоких результатов в разработке проектов	6	10
Низкий уровень взаимопонимания между руководителями разных направлений и сфер деятельности	8	4
Недостаток новых идей и творчества в работе над проектами	9	11

Как видно из результатов опроса экспертов (таблица 1), причинами многозадачности также можно считать недостаток квалифицированных конструкторов и руководителей. Эксперты-конструкторы не оценили эту проблему как первостепенную. Однако эксперты-руководители, значительно превосходящие по количеству экспертов-конструкторов, однозначно (среднеквадратичное отклонение 1,81) высоко оценивают значение недостатка квалифицированных конструкторов. Еще одна причина – «низкий уровень взаимопонимания между подразделениями организации», оказавшаяся в первой пятерке по оценкам всех экспертов, является следствием двух первых причин (низкое качество планирования проектных работ и организационные ошибки руководителей) и подтверждает неслучайность высокой оценки их значимости.

Учитывая долгосрочность недостатка квалифицированных конструкторских кадров, следует признать, что многозадачность еще длительное время будет постоянной характеристикой работы

проектных организаций. Поэтому важно найти способы минимизации ее негативного влияния. Также необходимо использовать одно выявленное позитивное следствие многозадачности – ускоренный профессиональный рост молодых конструкторов, которые обладают гибким мышлением и мягкими профессиональными навыками.

Повышение качества планирования проектных работ может существенно снизить уровень многозадачности. Но быстро повысить данную компетентность у руководителей и сотрудников достаточно сложно. В современной практике работы конструкторских коллективов утрачен опыт адекватной оценки длительности выполнения тех или иных задач самими конструкторами. В условиях многообразия задач руководитель при планировании не может опираться только на собственный опыт и знания, поэтому способность сотрудника определить реальную длительность выполнения поручаемой ему задачи является необходимым навыком конструктора. При отсутствии

у большинства конструкторов такого навыка руководителю проекта приходится единолично, без обсуждения, оценивать трудоемкость новых задач, что нередко приводит к их недооценке или переоценке. В то же время, как показывает опыт авторов, если оценку трудоемкости и длительности выполнения задачи поручать каждому молодому сотруднику, начинающему свой профессиональный путь, то через 1,5–2 года точность самостоятельного планирования возрастает до 60–70%, что соответственно повышает эффективность управления проектными работами.

Необходимо отметить, что точность планирования конструкторских работ в рамках проекта не может превышать 85% в силу объективных причин. Управление научно-техническими разработками связано со значительной степенью неопределенности и сложностью применения традиционных методов планирования и контроля. Для таких работ характерны уникальность, зависимость результата от творческого потенциала участников и вдохновения, что не позволяет точно определить отдельные количественные параметры проекта, а также сопутствующие неконтролируемые эффекты [23]. Поэтому для исключения рисков срыва сроков выполнения проекта всегда необходим определенный резерв специалистов.

Высокая цена ошибки и соответствующий уровень ответственности – фактор, требующий значительных управленческих усилий, потому что многие ошибки выявляются не сразу, а с латентным периодом разной длительности, что ведет соответственно к избыточным затратам того или иного объема ресурсов. Кроме того, проектные ошибки – это не только фактор, влияющий на эффективность проектных организаций, но также и фактор экономических результатов производственных предприятий, реализующих соответствующие проекты [10]. Чтобы исправить то, что упущено на этапе проектирования и опытно-конструкторских работ, требует на порядок больше ресурсов на этапе производства.

Наиболее затратные ошибки – это те, которые допускаются в исходных данных во время постановки задач и согласования технического задания (ТЗ) с заказчиком. В современных исследованиях отмечают, что исходные данные в процессе реализации проекта могут меняться примерно на 25%,

что увеличивает на 75–80% объем дополнительных работ при тех же выделенных ресурсах, и как следствие – повышает вероятность появления ошибок [24].

Многочисленные сбои и несогласованность в проектировании, которые приводят к ошибкам в разработке проекта, происходят от недостаточной концентрации на содержании проекта. Для предупреждения таких сбоев и последующих ошибок предлагаются различные формы мобилизации⁷. Но как показывает опыт, в условиях многозадачности проблема недостаточной концентрации сотрудников на содержании проекта не решается. Предлагаемые формы мобилизации создают временный непродолжительный эффект, который исчезает после переключения конструкторов на другие проектные задачи.

В отдельных отраслевых проектных организациях для минимизации рисков и ошибок начинают активно использоваться технологии искусственного интеллекта (ИИ). Например, за счет создания цифровых двойников проверка качества продукции на этапе проектирования позволяет выявить и исправить возможные дефекты до того, как продукция попадает на рынок [25]. Данный опыт, несомненно, является интересным и перспективным, но в условиях дефицита квалифицированных ИТ-специалистов его пока трудно использовать в большинстве проектных организаций.

В проведенном авторами исследовании акцент был сделан на определении длительности выявления допускаемых ошибок и их экономических последствий. Результаты представлены на рисунке 2.

Полученные данные показывают, что около 43% допускаемых ошибок обнаруживаются поздно и приводят к росту дополнительных затрат на разработку проектной документации нового изделия и на исправление изготовленных образцов. При этом около 9% ошибок приводят к экономическим потерям не только проектных организаций, но производственных предприятий, приступивших к серийному выпуску новых изделий. Относительно приемлемая ситуация, когда ошибки обнаруживаются своевременно и исправляются без дополнительных затрат или с незначительными дополнительными затратами характерна примерно для 57% ошибочных решений.

⁷ Дроздов Б. В. О методологии проектно-конструкторской деятельности. – URL: <https://nii-iat.ru/o-metodologii-proektno-konstruktors/> (дата обращения: 10.03.2024).



Рисунок 2 – Длительность выявления ошибок в проектных решениях и их последствия
Fig. 2 – Duration of identification of errors in design decisions and their consequences

Важно обратить внимание, что отсутствует или не работает механизм предупреждения конструкторских ошибок. Полученные данные об отсутствии случаев предупреждения ошибок в конструкторских решениях, с одной стороны, можно объяснить высоким уровнем их сложности и новизны, а с другой, они свидетельствуют о том, что:

- не используются специальные организационные механизмы их предупреждения;
- не хватает усилий и способностей самих конструкторов⁸.

Результаты исследования свидетельствуют об ограниченном арсенале используемых организационно-методических инструментов предупреждения и своевременного выявления конструкторских ошибок и несистемном их применении (рисунок 3). Также респонденты отметили, что в связи с повышением темпа проектирования и дефицитом квалифицированных конструкторов, времени на проверку часто не хватает, чтобы уложиться в сроки разработки конструкторской документации (КД).

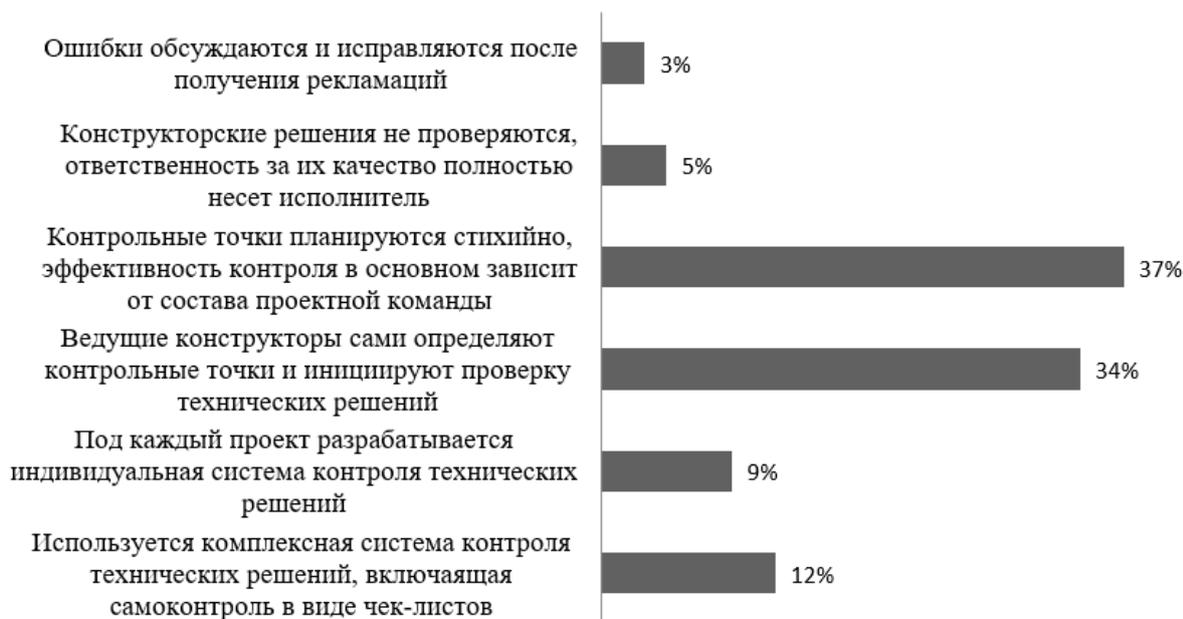


Рисунок 3 – Способы контроля конструкторских решений и предупреждения в них ошибок
Fig. 3 – Ways of controlling design solutions and preventing errors in them

⁸ В анализе не учитывались опечатки и элементарные ошибки, выявляемые на этапе проверки документации. С ростом уровня программного обеспечения опечатки полностью уйдут из практики.

Из рисунка видно, что в контроле и оценке большинства проектных решений руководители не участвуют, эта функция делегирована ведущим конструкторам и проектным командам. Но и ими она выполняется не в полной мере, потому что из-за большой рабочей загрузки конструкторы планируют эту работу стихийно и выполняют ее в спешке, не на системной основе. А в отдельных случаях контроль качества принимаемых решений вообще отсутствует.

Также необходимо обратить внимание на то, что после обнаружения и исправления ошибок в большинстве случаев о них быстро забывают: не изучаются причины их появления и несвоевременного обнаружения, а также с сотрудниками не проводится обсуждение допущенных ошибок (рисунок 3). Отказ от этих действий – самых продуктивных способов предупреждения аналогичных ошибок в будущем – повышает вероятность повторения ошибок. Для организации продуктивного процесса обсуждения ошибок, исключающего их повторение, необходимо использовать специальные профессиональные компетенции [26].

■ ОБСУЖДЕНИЕ И ПОИСК НОВЫХ РЕШЕНИЙ

Для решения проблемы недостатка квалифицированных конструкторов авторами разработана и апробирована *методика трехактного развития проектной организации*, которая включает:

1) выявление недостатков и узких мест в работе организации и последующую разработку локальных проектов с целью их устранения. Для этого создаются небольшие команды новаторов (4–5 человек) из менеджеров и наиболее квалифицированных сотрудников совместно с внешним консультантом или куратором из руководителей организации;

2) разработку программы вовлечения молодых и новых сотрудников в процессы совершенствования проектных работ и ускоренного повышения их квалификации. Она формируется командой новаторов в виде актуальных задач и кейсов, включая те, решение которых начато на предыдущем этапе;

3) проведение совместной работы команды новаторов с молодыми и новыми сотрудниками по решению запланированных актуальных задач и кейсов. Используются групповые и индивидуальные формы совместной работы с применением приемов наставничества, менторства и коучинга.

На первом этапе формируется системное видение существующих проблем, конкретный опыт их решения, а также представления о задачах дальнейшего развития организации. Сотрудники приобретают опыт и уверенность в решении сложных

организационных задач, а также практику командного взаимодействия. В результате из участников первого этапа формируется инновационная команда развития организации.

На следующем этапе при разработке программы вовлечения молодых конструкторов учитываются актуальные задачи их проектной деятельности, потребности в росте их профессионализма и компетенции, необходимые для совершенствования организации. В результате создается план наставничества и коучинга на 3–4 месяца для работы с актуальными задачами текущих проектов и кейсов развития организации.

Реализация программы вовлечения (третий этап) проходит в виде практической работы по решению актуальных проектных задач и кейсов под руководством наставников. В совместной работе решаются задачи текущих проектов и формируются необходимые конструкторские компетенции и мягкие навыки, которых очень часто не хватает инженерам-конструкторам. Взаимосвязь специальных и мягких компетенций дает синергетический эффект в развитии профессионализма обучаемых, а также влияет на их личностное развитие, что удерживает сотрудников от ухода из организации. Для сотрудников из команды новаторов имеет место аналогичный эффект в развитии их управленческих компетенций.

Опыт применения данной методики в Уральском конструкторском бюро вагоностроения показал ее эффективность, которая, по оценкам внутренних экспертов, выражается в: 1) улучшении коммуникаций и взаимопонимания между конструкторами разных подразделений; 2) повышении квалификации молодых конструкторов с опытом работы менее трех лет; 3) повышении вовлеченности в содержание реализуемых проектов (более активное групповое обсуждение рабочих заданий и интерес к смежным задачам); 4) уменьшении количества ошибок и необходимых доработок после проверки разработанной КД; 5) снижении количества управленческих ошибок; 6) снижении остроты ситуаций многозадачности. Кроме того, по показателям кадровой и финансовой статистики, установлено: 7) снижение текучести конструкторских кадров на 4,5% на период 1,5–2 года; 8) рост доли инновационной продукции в выручке предприятия за два последних года на 7,0%; 9) уменьшение суммарной стоимости рекламаций в последние два года на 95,5%. Результаты тестовой диагностики определили рост инновационности корпоративной культуры (увеличение показателя текущего состояния адхократической культуры по методике Камерона–

Куинна⁹ с 17,7 до 20,8 баллов за счет снижения в основном показателя иерархической культуры в профиле организационной культуры КБ).

Для сокращения негативных последствий текущей квалифицированных кадров следует иметь механизм поиска и регулярного привлечения новых специалистов, которые отбираются при приеме и затем естественным образом отсеиваются в первые годы работы, а оставшиеся вовлекаются в процессы повышения квалификации с помощью инструментов, аналогичных методике трехактного развития. Таким образом будет обеспечиваться относительно постоянный процент квалифицированных специалистов.

Другой инструмент, повышающий эффективность работы проектной организации, представляет собой

корпоративную базу данных конструкторских, технологических и инженерно-управленческих ошибок и процедуру регулярного ее использования сотрудниками КБ при принятии технических и организационных решений. Общепринятой классификации ошибок не существует, каждый исследователь выбирает свою типологию, а специалисты-практики, обычно работают с реальной статистикой по своему предприятию. Чтобы снижать вероятность конструкторских ошибок в организации, их нужно анализировать, систематизировать и обсуждать в конструкторских коллективах. Эффективность этой работы повышается, если ее проводить с использованием *корпоративной базы данных ошибок* (БДО), фрагмент которой представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Пример структурного описания ошибок в корпоративной базе данных¹⁰
Table 2 – Example of structural description of errors in the corporate database

Тип ошибки	Последствия ошибки	Способы предупреждения ошибки	Способы обнаружения и устранения ошибки	Ключевые слова
В ТЗ не выявлено отсутствие конкретных требований к ключевым параметрам	Конфликт с заказчиком, разрешение которого потребует значительных дополнительных затрат на доработку проекта	Проверка ТЗ несколькими внутренними экспертами: главный конструктор, ведущий конструктор, руководитель проекта	Вводить этапы согласования технических решений с заказчиком до запуска изготовления	ТЗ Требования заказчика Комплектность ЗИП Гарантии
Не учтены требования ТЗ к проектным решениям	Заказчик не примет продукцию или наложит штраф – дополнительные затраты на доработку	Контроль требований ТЗ по чек-листу	Руководствоваться чек-листом, начиная с этапа эскизного проекта	ТЗ Требования заказчика Комплектность ЗИП Гарантии
Неправильный выбор способа реализации конструктивной схемы	Удорожание проекта или ограничение функциональности изделия	Проведение проверки проектных решений с привлечением внешних экспертов	Имитационное моделирование функциональных схем	Расчетная схема Кинематическая схема Технологическая цепочка
Ошибки в расчетах, некорректность использования исходных данных	Дополнительные затраты на ремонт произведенных изделий и доработку проекта	Постоянное взаимодействие конструкторов с расчетчиками	Тестирование математических моделей на ранних этапах проектирования	Расчеты Исходные данные Корректность схемы

⁹ Камерон К. С., Куинн Р. Э. Диагностика и изменение организационной культуры / Ким С. Камерон, Роберт Э. Куинн; пер. с англ. под ред. И. В. Андреевой. – СПб: Питер, 2001. – 320 с.

¹⁰ В полной БДО типы ошибок разделяются на разновидности и описываются в детализированном виде.

Данный инструмент внедрен в инженерно-производственной компании ООО «К5». Ответственным за формирование базы данных ошибок (БДО) является технический директор, который при содействии руководителей проектов (РП) осуществляет ее ведение и дополнение, а также один раз в год – совершенствование ее структуры. Процедура использования БДО включает работу с ней РП, руководителей конструкторских подразделений, конструкторов и технологов всех категорий. Каждый из пользователей БДО работает с ней по определенному алгоритму. Например, в алгоритме РП выделены следующие шаги.

1. На этапе подготовки технического и коммерческого предложений до подписания договора проводится анализ ошибок, которые были связаны с избыточными или завышенными требованиями, предложенными заказчиком. Благодаря этому удается избежать самых крупных ошибок, которые могут существенно удорожить проект в процессе его реализации.

2. На этапе подписания договора анализируются ошибки реализованных проектов, конкретизируются все спорные формулировки, которые могут привести к неучтенным дополнительным затратам.

3. На этапе планирования и разработки графика проекта проводится анализ ошибок, связанных с недостаточным изучением исходных данных и с неоднозначными моментами, которые допускают разную интерпретацию. Эти действия позволяют подробнее учитывать риски и сроки реализации этапов.

4. На этапе составления бюджета проекта проводится анализ ошибок, связанных с неполной и неточной оценкой составляющих затратной части проекта, что позволяет более точно оценить его стоимость и оптимизировать движение денежных средств.

5. На этапах разработки проекта при взаимодействии с его участниками регулярно проводится анализ технических и организационных ошибок, повлиявших на увеличение сроков разработки необходимой КД. Предупреждение этих ошибок обеспечивает соблюдение плана-графика, возможность перераспределять ресурсы и выполнить проект в заданные сроки.

6. В ходе работы над проектом проводится анализ ошибок, связанных с управлением работой команды проекта, загруженностью и интенсивностью труда сотрудников, соответствию их компетенций решаемым задачам. Благодаря работе с этими ошибками повышается эффективность рабочих взаимодействий, активизируются процессы обмена

знаниями и опытом, своевременно проводятся обучающие мероприятия в контексте проектных задач, повышается уровень доверия у всех участников проектной команды.

Подобные алгоритмы есть у руководителей конструкторских подразделений и инженеров-конструкторов. Например, в алгоритме ведущего конструктора изделия есть следующие шаги работы с БДО:

1) на старте разработки узла или сборки осуществляется поиск (по ключевым словам) и изучение ошибок данного направления работ по всем темам имеющегося опыта, так как существует высокая корреляция ошибок в схожих узлах, близких по конструкции и сложности;

2) при разделении задач для исполнителей вся изученная информация об ошибках передается исполнителю устно и обращается внимание на наличие этой информации в БДО;

3) по завершении проекта формулируются предложения о внесении в БДО новых обнаруженных ошибок с комментарием о способах их обнаружения и устранения, о причинах появления.

В целом применение БДО позволяет предупреждать ошибочные решения, особенно у молодых сотрудников, уменьшать время разработки отдельных узлов и модулей проекта, находить возможности для творческих решений и оформления заявок на изобретения, выполнять план-график проекта, не допуская срывов срока сдачи КД.

■ ВЫВОДЫ

Решение кадровой проблемы, характеризующейся дефицитом и высокой текучестью квалифицированных конструкторов и руководителей инженерных проектов, требует комплексного подхода на всех уровнях управления – от государственного до корпоративного. Очевидно, что даже с помощью эффективных решений данную проблему невозможно устранить в краткосрочной перспективе. Для повышения эффективности конструкторских бюро и инжиниринговых центров в условиях хронического дефицита инженерных кадров необходимо максимально использовать корпоративный организационно-методический ресурс.

Проведенное исследование показало, что дефицит квалифицированных специалистов наиболее сильно влияет на рост многозадачности в работе конструкторов и увеличение проектных ошибок, которые являются тесно взаимосвязанными – решение любой из них создает предпосылки для улучшения ситуации по остальным, так же, как и их обострение повышает негативное взаимовлияние.

По этой причине повышается актуальность поиска и разработки способов максимального учета всех факторов, влияющих на эффективность проектных организаций, которые можно улучшать за счет создания необходимых организационных условий для конструкторской деятельности.

Представленные результаты исследования показывают, что причинами появления многозадачности и проектных ошибок являются разрывы между реальными и необходимыми условиями организации работы конструкторов, которые усиливаются дефицитом квалифицированных кадров. Поэтому наиболее обоснованными подходами к повышению эффективности проектных организаций являются

корпоративные технологии и инструменты, такие как методика трехактного развития и база данных конструкторских, технологических и инженерно-управленческих ошибок. Первая обеспечивает взаимосвязанное решение острых проблем, рост квалификации основного персонала, его вовлеченности в трудовой процесс, а также его приверженности организации. Вторая создает условия для регулярного мониторинга качества конструкторских и организационных решений, снижающих условия многозадачности и вероятность появления ошибок. Использование базы данных ошибок снижает их количество и стоимость в каждом новом проекте.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Блохин А. А., Фонов А. Г. Глобальные ловушки для российской инновационной системы // Мир новой экономики. 2020. № 14 (2). С. 52–62. DOI 10.26794/2220-6469-2020-14-2-52-62. EDN ZMMXBV.
2. Туккель И. Л., Голубев С. А., Сурина А. В., Цветкова Н. А. Методы и инструменты управления инновационным развитием промышленных предприятий. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2013. 208 с. ISBN 978-5-9775-0896-4. EDN SDSYAB.
3. Герасимов Б. Н. Моделирование системы управления деятельностью проектной организацией // Экономика и бизнес: теория и практика. 2019. С. 50–60. DOI 10.24411/2411-0450-2019-10398. EDN BJSNDM.
4. Ефимчик Е. Формирование трансфертных и рыночных цен на конструкторские работы по созданию новых моделей машин // Наука и инновации. 2020. № 6. С. 72–77. DOI 10.29235/1818-9857-2020-6-72-77. EDN TRUWDD.
5. Палкина Е. С., Кангур Ю. В. Особенности определения и анализа трудоемкости и производительности труда при проектировании судов // Государственное управление. Электронный вестник. Выпуск № 87. Август 2021 г. С. 129–139. DOI 10.24412/2070-1381-2021-87-129-139. EDN KXFFZF.
6. Болдина Т. В., Русаков С. В. Оценка эффективности труда специалистов конструкторского бюро инновационных предприятий ракетно-космической отрасли // Вестник СибГАУ 2014. № 4 (56). С. 264–268. EDN TETDJZ.
7. Ling Y. Y. Model for predicting performance of architects and engineers // Journal of Construction Engineering and Management. 2002, Vol. 128. № 5. Pp. 446–455. DOI 10.1061/(ASCE)0733-9364(2002)128.
8. Митенков А. В., Тихонова-Быкодорова И. В. Методика трансформации кадрового потенциала научно-исследовательского института машиностроительного предприятия // Организационная психология. 2023. Т. 13. № 2. С. 139–157. DOI 10.17323/2312-5942-2023-13-2-139-157. EDN QTRXNE.
9. Wise M. Examining project learning, project management competencies and project efficiency in project-based firms (PBFs). June 2017. International Journal of Managing Projects in Business, 10 (3). DOI 10.1108/IJMPB-04-2016-0035. EDN YGLXIW.
10. Антипов Д. В., Горохова Д. А., Артюхов А. В., Клентак А. С. Управление качеством проектирования и разработки новой продукции // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2022. Т. 24. № 4. С. 131–136. DOI 10.37313/1990-5378-2022-24-4-131-136. EDN OPEQUU.
11. Евсеенко С. М. Комплексный показатель качества проектирования изделий научно-производственного приборостроительного предприятия // Инновации. 2020. № 7. С. 87–96. DOI 10.26310/2071-3010.2020.261.7.013. EDN XXENLN.
12. Агафонова Н. П. Оценка эффективности реализации проектов // Исследование проблем экономики и финансов. 2021. № 1. С. 1–7. DOI 10.31279/2782-6414-2021-1-8-1-7. EDN HQHBQD.
13. Косяков А. Системная инженерия. Принципы и практика / А. Косяков, У. Свит и др.; пер. с англ. под ред. В. К. Батоврина. М.: ДМК Пресс, 2014. 624 с. ISBN 978-5-4488-0042-9. EDN ZGKCVF.
14. Кушакова А. И., Романовский Н. А., Зарипова Р. С. Гибкие методы управления проектами: опыт и применение // Экономика и предпринимательство.

2024. № 5 (166). С. 749–752. DOI 10.34925/EIP.2024.166.5.149. EDN GJMEBK.

15. Pons D. Relative importance of professional practice and engineering management competencies // *European Journal of Engineering Education*. 2016. Vol. 41. № 5. Pp. 530–547. DOI 10.1080/03043797.2015.1095164.

16. Исаев А. П., Козубский А. М., Плотников Л. В. [и др.]. Профессионализм инженера-конструктора: анализ, оценка и совершенствование. Екатеринбург: УрФУ, 2015. 168 с. ISBN 978-5-7996-1580-2. EDN VGABPL.

17. Неизвестный С. И. Эволюция дизайн-мышления управления проектами от эпохи В. М. Глушкова до цифровой эпохи // *Управление проектами и программами*. 2022. № 3. С. 204–219. DOI 10.36627/2075-1214-2022-3-3-204-219. EDN PPIPOJ.

18. Власенко А. В., Пацук О. В., Клешина И. А., Торгашин А. С., Козловская Е. Б. Проблемы дефицита квалифицированных кадров инженерно-технических специальностей в отечественной ракетно-космической отрасли // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2021. № 2 (104). DOI 10.23670/IRJ.2021.103.2.035. EDN JAJRCE.

19. Wadley D. Technology, capital substitution and labor dynamics: global workforce disruption in the 21st century? *Futures*, 2021. Vol. 132. DOI 10.1016/j.futures.2021.102802. EDN KPNRSK.

20. Collings D. G., Mellahi K., Cascio W. F. Global talent management and performance in multinational enterprises: A multilevel perspective, *Journal of Management*. 2019. Vol. 45, no. 2, pp. 540–566. DOI 10.1177/0149206318757018.

21. Тео К. Мозг освобожденный: как предотвратить перегрузки и использовать свой потенциал на полную мощь. М.: Альпина Паблишер, 2016. 571 с. ISBN 978-5-9614-5136-8. EDN XMBWQZ.

22. Marchewka M., Nesterak J., Sołtysik M., Szymła W., Wojnarowska M. Multitasking Effects on Individual Performance: An Experimental Eye-Tracking Study. February 2020. *European research studies journal*. 2020. Vol. XXIII (Issue 1): pp. 107–116. DOI 10.35808/ersj/1539. EDN OTFZRR.

23. Яшин С. Н., Иванов А. А., Иванова Н. Д. Использование проектной методологии при выполнении опытно-конструкторских работ инновационного характера // *Финансовая аналитика: проблемы и решения*. 2017. Т. 10. № 10. С. 1115–1130. DOI 10.24891/fa.10.10.1115. EDN ZMYQUR.

24. Каталевский Д. Ю., Суслов С. А. Имитационное моделирование в управлении сложными проектами // *Проблемы теории и практики управления*. 2022. № 2. С. 101–115. EDN VCLUPH.

25. Старожук Е. А., Яковлева М. В. Проблема внедрения виртуальных испытаний радиоэлектронной промышленной продукции на этапе проектирования // *Экономика и предпринимательство*. 2019. № 9 (110). С. 1172–1177. DOI 10.18334/vines.9.3.40823. EDN NWVQCC.

26. Баранников К. В., Исмаилова Ф. С. Взаимодействие руководителя с молодыми специалистами по поводу их профессиональных ошибок: анализ методом фокус-группы // *Организационная психология*, 2022. Т. 12. № 3. С. 70–91. DOI 10.17323/2312-5942-2022-12-3-70-91. EDN UNORNW.

REFERENCES

1. Blokhin, A.A., Fonotov, A.G. (2020) Global traps for the Russian innovation system. *Mir novoi ekonomiki = The World of the New Economy*, 14 (2), pp. 52–62. <https://doi.org/10.26794/2220-6469-2020-14-2-52-62>. <https://elibrary.ru/zmmxby>.

2. Tukkel, I.L., Golubev, S. A., Surina, A. V., Tsvetkova, N. A. (2013). Methods and tools of management of innovative development of industrial enterprises. Saint-Petersburg, BHV-Peterburg, 208 p. ISBN 978-5-9775-0896-4. <https://elibrary.ru/sdsyab>.

3. Gerasimov, B. N. (2019) Modeling of the activity management system of the project organization. *Journal of Economy and Business*, 1-3, pp. 50–60. <https://doi.org/10.24411/2411-0450-2019-10398>. <https://elibrary.ru/bjsndm>.

4. Efimchik, E. (2020) Formation of transfer and market prices for design work on the creation of new

models of machines. *Science and Innovations*, 6, pp. 72–77. <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2020-6-72-77> <https://elibrary.ru/truwdd>.

5. Palkina, E. S., Kangur, Yu. V. (2021) Features of determination and analysis of labor intensity and labor productivity in ship design. *Gosudarstvennoye upravleniye. Elektronnyy vestnik*, 87, August, pp. 129–139. <https://doi.org/10.24412/2070-1381-2021-87-129-139>. <https://elibrary.ru/kxffzf>.

6. Boldina, T. V.; Rusakov, S. V. (2014) Labour efficiency assessment of aerospace industry innovative enterprises design office engineers. *Siberian Aerospace Journal*, 4 (56), pp. 264–268. <https://elibrary.ru/tetdjz>.

7. Ling, Y. Y. (2002) Model for predicting performance of architects and engineers. *Journal of Construction Engineering and Management*, 128 (5), pp. 446–

455: 5 (446). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2002\)128:5\(446\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2002)128:5(446)).

8. Mitenkov, A. V., Tikhonova-Bykodorova, I. V. (2023) Methodology of transformation of personnel potential of the research institute of the machine-building enterprise. *Organizational Psychology*, 13 (2), pp. 139–157. <https://doi.org/10.17323/2312-5942-2023-13-2-139-157>. <https://elibrary.ru/qtrxne>.

9. Wise, M. (2017) Examining project learning, project management competencies and project efficiency in project-based firms (PBFs). June. *International Journal of Managing Projects in Business*, 10 (3). <https://doi.org/10.1108/IJMPB-04-2016-0035>. <https://elibrary.ru/yglxiw>.

10. Antipov, D. V., Gorokhova, D. A., Artyukhov, A. V., Klentak, A. S. (2022) Quality management of design and development of new products. *Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 24 (4), pp. 131–136. <https://doi.org/10.37313/1990-5378-2022-24-4-131-136>. <https://elibrary.ru/opequu>.

11. Evseenko, S. M. (2020) Composite indicator for designing products at research and production instrument-making enterprise. *Innovations*, 7, pp. 87–96. <https://doi.org/10.26310/2071-3010.2020.261.7.013>. <https://elibrary.ru/xxenln>.

12. Agafonova, N. P. (2021) Evaluation of the effectiveness of project implementation. *Research in Economic and Financial Problems*, 1, pp. 1–7. <https://doi.org/10.31279/2782-6414-2021-1-8-1-7>. <https://elibrary.ru/hqhbqd>.

13. Kosyakov, A. (2014) System engineering. Principles and Practice. Moscow, DMK Press, 624 p. ISBN 978-5-4488-0042-9. <https://elibrary.ru/zgkcvf>.

14. Kushakova, A. I., Romanovsky, N. A., Zari pova, R. S. (2024) Flexible methods of project management: experience and application. *Journal of economy and entrepreneurship*, 5 (166), pp. 749–752. <https://doi.org/10.34925/EIP.2024.166.5.149>. <https://elibrary.ru/gjmebk>.

15. Pons, D. (2016) Relative importance of professional practice and engineering management competencies. *European Journal of Engineering Education*, 41 (5), pp. 530–547. <https://doi.org/10.1080/03043797.2015.1095164>.

16. Isaev, A. P., Kozubsky, A. M., Plotnikov, L. V. [et al.] (2015) Professionalism of a design engineer: analysis, evaluation and improvement. Ekaterinburg, Publ. UrFU, 168 p. ISBN 978-5-7996-1580-2. <https://elibrary.ru/vgabpl>.

17. Neizvestny, S. I. (2022) Evolution of design thinking of project management from the era of V.M. Glushkov to the digital era. *The Project*

Management Journal, 3, pp. 204–219. <https://doi.org/10.36627/2075-1214-2022-3-3-204-219>. <https://elibrary.ru/ppipoj>.

18. Vlasenko, A. V., Patsuk, O. V., Kleshnina, I. A., Torgashin, A. S., Kozlovskaya, E. B. (2021) The issue of shortage of qualified engineering and technical personnel in the russian aerospace industry. *International Research Journal*, 2 (104). <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.103.2.035>. <https://elibrary.ru/jajrcf>.

19. Wadley, D. (2021) Technology, capital substitution and labor dynamics: global workforce disruption in the 21st century? *Futures*, 132. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2021.102802>. <https://elibrary.ru/kpnrsk>.

20. Collings, D. G., Mellahi, K., Cascio, W. F. (2019) Global talent management and performance in multinational enterprises: A multilevel perspective. *Journal of Management*, 45 (2), pp. 540–566. <https://doi.org/10.1177/0149206318757018>.

21. Theo, K. (2016) The Brain Liberated: How to prevent overload and utilize your full potential. Moscow, Alpina Publishers, 571 p. ISBN 978-5-9614-5136-8. <https://elibrary.ru/xmbwqz>.

22. Marchewka, M., Nesterak, J., Sołtysik, M., Szymła, W., Wojnarowska, M. (2020) Multitasking Effects on Individual Performance: An Experimental Eye-Tracking Study. February 2020. *European research studies journal*, XXIII (1), pp. 107–116. <https://doi.org/10.35808/ersj/1539>. <https://elibrary.ru/otfzrr>.

23. Yashin, S. N., Ivanov, A. A., Ivanova, N. D. (2017) Using the project methodology for innovative development works execution. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 10 (10), pp. 1115–1130. <https://doi.org/10.24891/fa.10.10.1115>. <https://elibrary.ru/zmyqur>.

24. Katalevskiy, D. Yu., Suslov, S. A. (2022) Simulation modeling in complex project management. *Problemy teorii i praktiki upravleniya*, 2, pp. 101–115. <https://elibrary.ru/vcluph>.

25. Starozhuk, E. A.; Yakovleva, M. V. (2019) Problems of implementation of virtual tests of electronic industrial products at the design stage. *Journal of economy and entrepreneurship*, 9 (110), pp. 1172–1177. <https://elibrary.ru/nwvqcc>.

26. Barannikov, K. V., Ismagilova, F. S. (2022) Interaction between managers and young professionals about their professional mistakes: an analysis using the focus group method (in Russian). *Organizational psychology*, 12 (3), pp. 70–91. <https://doi.org/10.17323/2312-5942-2022-12-3-70-91>. <https://elibrary.ru/unornw>.