

УДК 519.714 : 622.7

СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ НА БАЗЕ КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

© 2024 А.В. Федотова, П.А. Лонцих, М.В. Евлоева, Е.Ю. Головина, Н.П. Лонцих

Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, Россия

Статья поступила в редакцию 02.08.2024

В современном мире информационные и коммуникационные технологии очень тесно интегрированы для формирования комплексных решений для бизнеса. Цифровая модель управления производственными процессами включает в себя применение сетевых подходов для мониторинга и управления. Исследования перспектив и возможностей группового сетецентрического управления промышленными процессами проведены в рамках корпоративной информационной среды цифровых платформ ЕКР и PLM-систем, которые интегрируют комплексные цифровые сервисы для обработки информации.

Ключевые слова: сетецентрическая модель, процессный подход, цикл Бойда, система менеджмента, корпоративная информационная система.

DOI: 10.37313/1990-5378-2024-26-4-124-130

EDN: FHCKKF

ВВЕДЕНИЕ

В условиях стремительного развития технологий, традиционные методы управления производством, основанные на жесткой иерархии и централизованном принятии решений, оказываются неэффективными. Современное производство требует гибкости, адаптивности и оперативности. Решением становится переход к сетевому управлению, которое предполагает децентрализацию полномочий, взаимодействие между различными уровнями системы и использование информационного пространства управления производством.

Эта новая парадигма основывается на концепции «Цифровой Платформы», которая объединяет сетецентрическое управление, виртуальную реальность и интеллектуальные системы. Такой подход позволяет ускорить принятие решений, повысить эффективность производства, минимизировать потери и создать гибкую систему, способную адаптироваться к изменениям внешней среды.

Федотова Анжелика Витальевна, старший преподаватель кафедры автоматизации и управления, института высоких технологий. E-mail: netsela@mail.ru

Лонцих Павел Абрамович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры автоматизации и управления. E-mail: palon@list.ru

Евлоева Малика Вахаевна, аспирант кафедры автоматизации и управления, института высоких технологий. E-mail: malika-vaheevna2013@yandex.ru

Головина Елена Юрьевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и цифровых бизнес-технологий, института экономики, управления и права, E-mail: elena_uspeh@mail.ru

Лонцих Наталья Павловна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры автоматизации и управления, института высоких технологий. E-mail: natalysib@list.ru

Актуальность и значимость сетевого управления подтверждается ростом исследований в области сложных сетевых информационных систем. За последние пять лет количество публикаций в этой области удвоилось, а ведущие научные журналы, такие как IEEE Transactions on Automatic Control, все чаще публикуют работы, посвященные сетевому управлению.

Таким образом, сетевое управление становится ключевым фактором успеха современного производства, открывая новую эпоху в развитии промышленности.

В последние годы наблюдается развитие интеллектуальных технологий. Интернет вещей, кибер-физические системы и цифровые двойники, пройдя путь от «цифровых теней» к адаптивным, умным и когнитивным системам, открывают новые перспективы для сетевого управления.

Одной из ключевых областей применения сетевых принципов становится «Искусственный интеллект (ИИ)», включающий в себя не только нейронные сети, но и другие системы принятия решений.

Дальнейшее развитие сетевого управления лежит в плоскости систем распределенного, децентрализованного, коллективного, самоорганизующегося и эмерджентного интеллекта. Это означает, что в будущем сетевые системы будут обладать способностью к самообучению, самоадаптации и коллективному принятию решений, используя интеллект всех входящих в них компонентов.

Сетевое управление превращается из просто инструмента в силу, способную создавать системы с новыми качествами, превосходящие сумму их частей. Это открывает широкие возможности

для создания более эффективных, гибких и интеллектуальных систем в различных областях, от производства до здравоохранения и транспорта.

Рассматривая сетевую организацию, которая охватывает все аспекты и уровни предприятия — от информационных и технологических до ресурсных и логистических — мы видим, как осуществляется децентрализованное управление открытыми распределенными структурами. Эти системы эффективно справляются с конкретными локальными задачами на различных уровнях управления.

Соблюдая принципы прозрачности и самоорганизации с минимальной иерархией в процессе принятия решений, технические эксперты и элементы системы совместно определяют важнейшие технологические вызовы и разрабатывают наиболее эффективные решения для достижения целей. В результате возникает корпоративная информационная среда (КИС), для коллективного взаимодействия, представляющая собой многослойную структуру, которая является усовершенствованной моделью части реальной инфраструктуры технологического объекта.

Такое взаимодействие между реальным и виртуальным управлением процессами обеспечивает интегрированные решения с высоким синергетическим эффектом, где действия виртуальной системы реализуются в реальности, а события реальной системы отражаются в виртуальном пространстве.

Наличие и взаимодействие небольших, адаптивных самоуправляемых команд на нижних уровнях организационной структуры, а также совместная оценка ситуации с активным участием всех доступных специалистов и общее использование баз данных существенно уси-

ливают конкурентные преимущества в управлении. Основной принцип сетецентрического подхода заключается в том, что проблемы могут быть решены как на локальном, так и на глобальном уровне.

В рамках системы управления производством формируются и функционируют важные данные, которые отражают взаимодействие между технологическими процессами и бизнес-процессами, связанными с проектами развития предприятий (рис. 1).

Бизнес-процессы занимают ключевую роль в создании конечного продукта в любой области деятельности. Они тесно связаны как с виртуальными, так и с реальными моделями управления технологическими процессами, обеспечивая эффективное функционирование в условиях реальной практики. [1].

В процессе управления производством используется структура бизнес-процессов, которая позволяет выявлять слабые места в применяемых технологиях. Каждая модель бизнес-процесса подвергается системному анализу и обрабатывается с помощью специализированных программных решений (таких как SCM, ERP, CRM, D2D и других). На основе полученных данных формируется модель идеального состояния «как должно быть», что позволяет разработать план мероприятий для повышения эффективности управления конкретными технологическими системами.

В ходе организации предприятия, модель бизнес-процессов может быть адаптирована и изменена с использованием модернизированного цикла Бойда в рамках сетецентрической системы. Это обеспечивает системе возможность непрерывного и прогрессивного совершенствования, а также адаптации к изменениям в реализуемых проектах. Более подробно



Рис. 1. Сетецентрическая трансформация бизнес-процессов в самоорганизующееся производство

составные части моделей бизнес-процессов и этапы их преобразования в управленческие циклы производства представлены на рис. 2.

Любое предприятие представляет собой сложную систему, состоящую из взаимосвязанных подразделений, работающих в условиях постоянных изменений. Эти подразделения, включая проектные, производственные, снабженческие и сбытовые, объединяет одна общая цель — эффективная материально-технологическая реализация запросов потребителей, а также развитие и совершенствование своих функций для решения актуальных задач в будущем.

В этой связи целесообразно рассматривать предприятие как структуру, где компоненты тесно взаимодействуют друг с другом, а их деятельность направлена на достижение общей цели. На уровне управления различными элементами системы требуется высокая степень интеграции как вертикальных, так и горизонтальных связей. Применение сетевых принципов на всех уровнях информационно-цифровой среды контроля и управления создает условия для ситуационной осведомленности всех заинтересованных подразделений. Это обеспечивает актуальную информацию о ходе процессов, регулярный доступ к новым научным данным и ретроспективным источникам информации [2].

Взаимодействие ключевых компонентов единой корпоративно-информационной системы (КИС) управления в промышленности, основанной на сетевых подходах, включает в себя (рис. 3): руководителей различных уровней, структурные подразделения организации, объекты управления и соответствующие коммуникационные каналы. Ключевые характеристики эффективной модели сетевого управления включают:

- реализацию общей стратегической цели управления с акцентом на адаптивное (ситуационное, независимое, самостоятельное) планирование для нижестоящих уровней;

- многоуровневую структуру управления с разветвленными коммуникациями между исполнителями;

- децентрализованный и параллельный подход к оперативному управлению;

- отсутствие явных приоритетов среди управленцев и принимающих решения, что снижает роль централизованного управления;

- оперативную координацию и формирование решений, а также обмен данными в реальном времени для всех уровней структуры предприятия с использованием ресурсов глобальных информационных сетей;

- способность системы к самоорганизации, адаптивности и трансформируемости в условиях реализации обогатительных технологий.

Эта идея основана на применении цифровой интеграционной платформы, которая является целостным решением, объединяющим программные и аппаратные компоненты для эффективного обмена данными между различными подразделениями компании. Обычно эти подразделения находятся на значительном расстоянии друг от друга, а их деятельность осуществляется в разное время.

Модель жизненного цикла организационной системы предприятия (рис. 4) включает в себя множество технологических процессов, а также поведенческую реакцию, запускающую их поэтапное выполнение. Конкретные этапы обеспечиваются соответствующими подразделениями, такими как проектирование, снабжение материально-техническими ресурсами, сбыт, логистика, капитальное строительство и профилактические мероприятия [3]. Важно отметить, что для каждого этапа жизненного цикла требуется принятие управленческих решений, поэтому постоянный контроль за стадиями реализации жизненного цикла объекта является критически важным.

Деление уровней взаимодействия в модели жизненного цикла на группы операций с раз-



Рис. 2. Модернизация цикла Бойда совершенствования производства с учетом бизнес-процессов

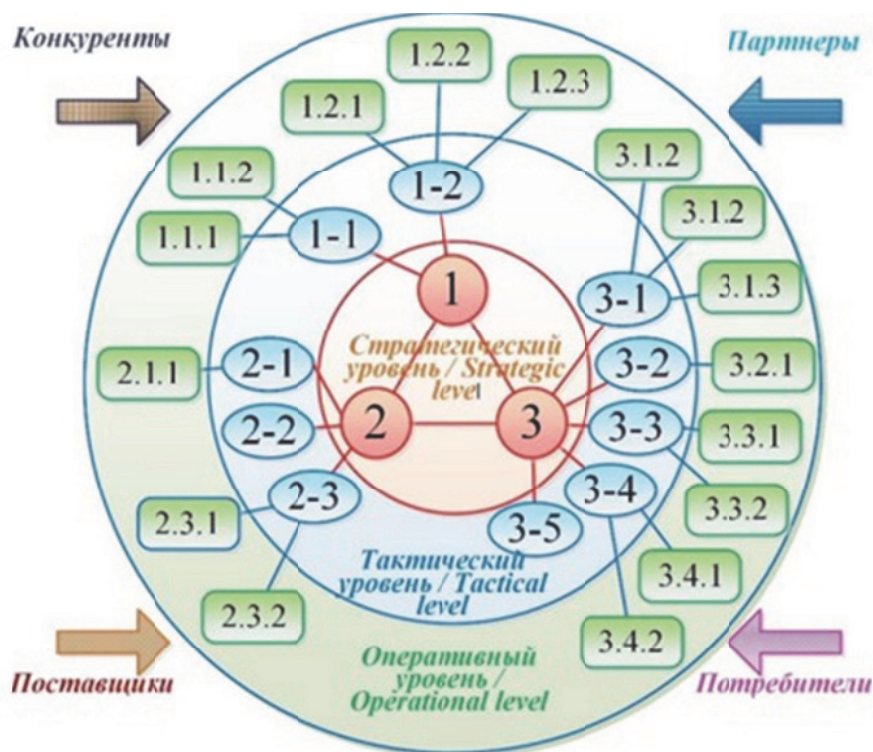


Рис. 3. Уровни взаимодействия в сетевом управлении потоками продукции при внедрении КИС-технологий:
 1, 2, 3 – руководители верхнего уровня; 1-1, ..., 3-5 – структурные единицы предприятия;
 1-1.1, ..., 3.4.2 – объекты управляющих воздействий

личной степенью детализации (например, в соответствии со стандартом ISO 9001 или государственными стандартами системы менеджмента качества) значительно увеличивает её эффективность. В рамках этой модели конкретные этапы жизненного цикла продукции фиксируют сроки начала и завершения, продолжительность, а также достигнутые результаты, включая технико-экономические показатели, такие как объем, качество и затраты ресурсов.

Поскольку модель жизненного цикла предприятия предоставляет всесторонний обзор его развития, в каждом аспекте производственной деятельности формируется соответствующая модель жизненного цикла. [4]. Эта частная модель, являясь проекцией полной модели жизненного цикла, отражает специфику определенного вида деятельности и служит необходимым элементом структуры сетецентрического управления.

Структура сетевых систем представляет собой рекурсивно развивающуюся и самоорганизующуюся сеть мультиагентных управляющих устройств, обладающих самоподобием. Эти устройства взаимодействуют по принципу p2p, где каждый агент может общаться с любым другим, создавая равноправные связи. В отличие от традиционных методов решения задач, которые полагаются на комбинаторный поиск детерминированного управле-

ния, мультиагентные технологии основываются на процессах самоорганизации множества программных компонентов. Эти компоненты обладают собственными критериями и ограничениями, что позволяет им взаимодействовать как в конкурентной, так и в кооперативной манере. В ходе взаимодействий компонентов достигается оптимальный баланс интересов и равновесие, который затем применяется для реализации.

Проблемы решаются на нижних уровнях сетевых систем, если это возможно, или же на глобальном уровне с привлечением ресурсов более высоких планировщиков. Эти многоуровневые системы обеспечивают как горизонтальные, так и вертикальные взаимодействия: например, предприятие состоит из крупных подразделений, каждое из которых делится на бригады, а бригады – на группы планировщиков непосредственных исполнителей. Для каждой конкретной задачи мы будем создавать распределенную систему управления, состоящую из функциональных блоков, взаимодействующих между собой в рамках единой сетевых архитектуры. Эта архитектура представляет собой информационную магистраль, которая обеспечивает беспрепятственный обмен данными, необходимыми для принятия решений. Эта «информационная шина» создаст возможность для обмена предложениями, решениями, запросами и подтверждениями, что обеспечит эф-

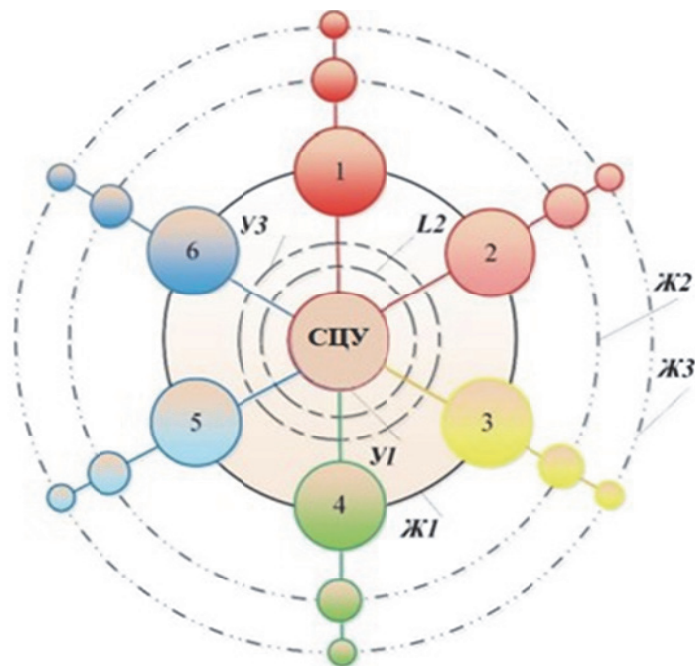


Рис. 4. Модель жизненного цикла организационной системы предприятия при сетевом управлении:
 СЦУ – сетевое управление; U1, U2, U3 – стратегический, тактический, оперативный уровни СЦУ;
 Ж1, Ж2, Ж3 – жизненные циклы различных видов продукции; 1 – зарождение жизненного цикла;
 2 – проектирование продукции; 3 – планирование производства; 4 – производство;
 5 – мониторинг технологических процессов; 6 – реализация продукции

эффективное взаимодействие между различными уровнями управления.

При реализации модели сетевого управления и планирования для промышленного предприятия, состоящего из проектных, технологических, вспомогательных и обеспе-

чивающих подразделений, стратегический планировщик, адаптивные планировщики 1...n подразделений (обеспечение технологических процессов; вспомогательных служб, транспортных подразделений и др.), адаптивные планировщики 1...m бригад (рис. 5). Эти конкретные

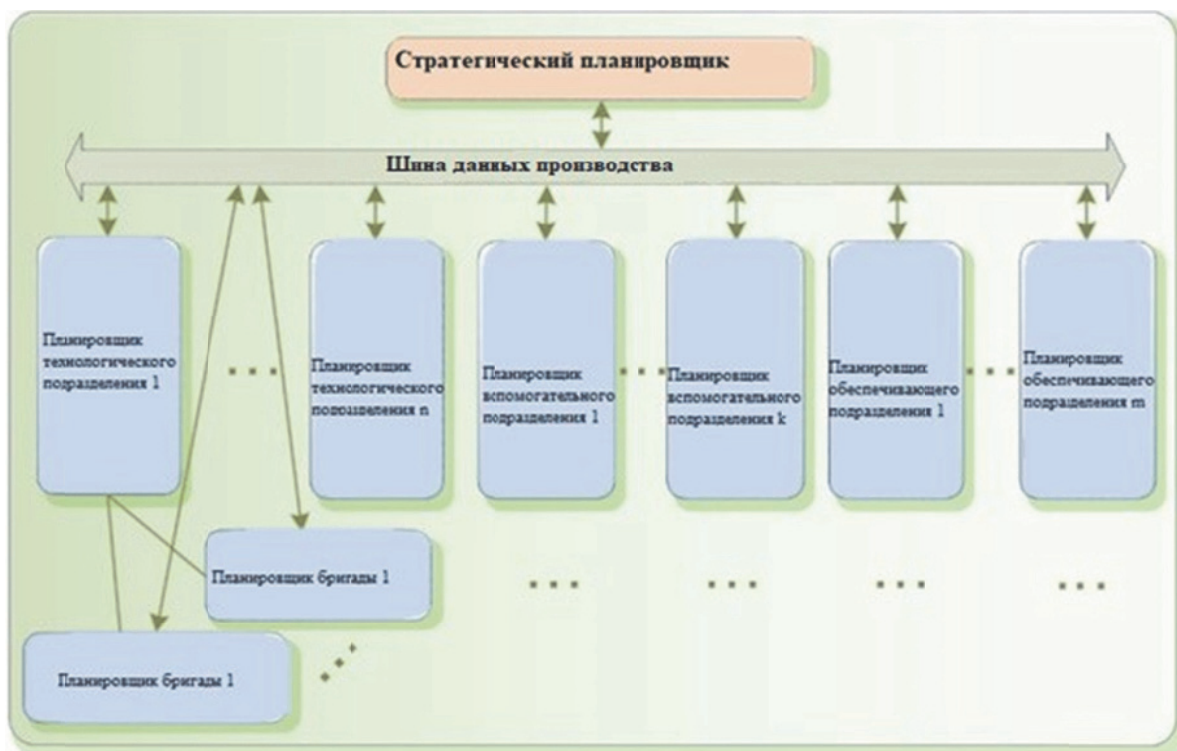


Рис. 5. Сетевая архитектура распределенной корпоративной системы в реальном времени

планировщики имеют возможность самостоятельно принимать оперативные управленческие решения в зависимости от текущей ситуации, при этом они информируют стратегического планировщика о своих действиях.

Внезапное появление нештатной ситуации в технологическом процессе будет быстро обработано и учтено в стратегии работы планировщика соответствующего подразделения. В случае нехватки ресурсов планировщики подразделений и бригад начинают активно взаимодействовать друг с другом. Если в ходе этого общения не удастся устранить негативные последствия возникшего инцидента, или если решение затрагивает планы других планировщиков, конфликт решается через переговоры и взаимодействие. После успешного разрешения конфликта планировщики возвращаются к обычному режиму работы, постоянно поддерживая актуальность взаимосвязанных планов в условиях любых изменений.

При выборе решений основными критериями являются экономические аспекты (снижение затрат, поддержание плановой прибыльности как отдельных подразделений, так и предприятия в целом), сохранность и качество продукции, а также другие важные параметры [5]. На начальном этапе внедрения системы важно разработать и протестировать шкалу этих критериев. Это соответствует ключевому принципу сетецентризма: проблемы решаются на максимально локальном уровне, но при необходимости могут быть рассмотрены и в более широком контексте.

Преимущества системы заключаются в её гибкости и скорости принятия решений. Использование данного подхода позволяет формировать сложные фракталоподобные структуры из автономных, относительно независимых блоков (планировщиков), которые действуют согласованно. Эти блоки эффективно применяют принципы самоорганизации и эволюции на всех уровнях. В результате создаётся единый сложный «организм» хозяйственной системы с интеллектуальным управлением в режиме реального времени. [6, 7].

ВЫВОДЫ

Известно, что в контексте цифровой трансформации производственной сферы, наблюдается растущая необходимость перехода от традиционной иерархической модели управления к более современному сетецентрическому подходу. Создание корпоративного информационного пространства сетецентрической среды, функционирующей в реальном времени и в условиях реального производства, позволяет интегрировать материальные, энергетические, научные, социальные и интеллектуальные аспекты взаимосвязанного производства.

Данный подход управления значительно сокращает время завершения процессов, охватывающих этапы «наблюдение – навигация – логистика – применение», а также повышает стабильность и непрерывность управления благодаря высокой скорости и точности передачи команд и информации.

Применение сетецентрической модели управления предполагает преобразование традиционной иерархической структуры предприятий в распределённую корпоративную сеть, которая связывает различные уровни и направления управления производственными и технологическими ресурсами — включая информационные, финансовые, логистические и другие.

Внедрение этой концепции позволит достичь информационного превосходства благодаря наличию актуальных данных о ходе процессов в режиме реального времени, что способствует более эффективному управлению и оперативному реагированию на изменения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Григорьев, Л.Ю. Системный подход и оптимизация организаций / Л.Ю. Григорьев, Д.В. Кудрявцев // Методы менеджмента качеств. – 2009. – № 8. – С. 7-14. – № 9. – С.4-8.
2. Каляев, И.А. Самоорганизующиеся распределённые системы управления группами интеллектуальных роботов, построенные на основе сетевой модели // Сетевые модели в управлении / И.А. Каляев, С.Г. Купусян, А.Р. Гайдук. – М.: Эгвес, 2011. – С. 57–89.
3. Федосеев, С.А. Модель группового управления в сетецентрических производственных системах / С.А. Федосеев, В.Ю. Столбов, К.С. Пустойт // Управление в технических, эргатических, организационных и сетевых системах (УТЭОСС – 2012): материалы 5-й Рос. мультikonф. по проблемам управления, Санкт-Петербург, 9–11 октября 2012 г. – СПб., 2012. – С. 1240–1243
4. Федотова, А.В. Стадии обнаружения и действия с несоответствующей продукцией на промышленных предприятиях / А.В. Федотова, П.А. Лончих // Всероссийская научно-практическая конференция «Байкальская наука: идеи, инновации, инвестиции» Иркутск, 10 ноября 2022 г. – С. 61–65
5. ISO 9241-220 «ЭРГОНОМИКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧЕЛОВЕК-СИСТЕМА. Часть 220. Процессы обеспечения, выполнения и оценки человеко-ориентированного проектирования в организации».
6. Федотова, А.В. Связь цикла Деминга и спираль качества Джурана в задачах развития цикла PDCA и создания сетецентрической системы менеджмента / А.В. Федотова, П.А. Лончих, Е.П. Кунаков, Н.П. Лончих // Качество. Инновации. Образование. – 2023. – № 1. – С. 3-10.
7. Lontsikh P.A., Kunakov E.P., Lontsikh N.P., Livshitz I., Vladimirtsev A.V. Information security methods application based on the digital management approaches and the deming cycle in improving the modern production's processes. В сборнике: Proceedings of the 2020 IEEE International Conference «Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies», IT and QM and IS 2020. 2020. P. 123-126.

NETWORK-CENTRIC MANAGEMENT MODEL BASED ON CORPORATE INFORMATION SYSTEM

© 2024 A.V. Fedotova, P.A. Lontsikh, M.V. Evloeva, E.Yu. Golovina, N.P. Lontsikh

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

In the modern world, information and communication technologies are very closely integrated to form complex solutions for business. The digital model of production process management involves the introduction of network-centric methods of control and management. Research into the prospects and capabilities of group network-centric management of industrial processes was conducted within the framework of the corporate information environment of digital platforms of the ECR and PLM systems, which integrate complex digital services for information processing.

Keywords: network-centric model, process approach, Boyd cycle, management system, corporate information system.

DOI: 10.37313/1990-5378-2024-26-4-124-130

EDN: FHCKKF

REFERENCES

1. Grigor'ev, L.Yu. Sistemnyj podhod i optimizaciya organizacij / L.Yu. Grigor'ev, D.V. Kudryavcev // *Metody menedzhmenta kachestv.* – 2009. – № 8. – S. 7-14. – № 9. – S.4-8.
2. Kalyaev, I.A. Samoorganizuyushchiesya raspredelennye sistemy upravleniya gruppami intellektual'nyh robotov, postroennye na osnove setevoy modeli // *Setevye modeli v upravlenii* / I.A. Kalyaev, S.G. Kupustyan, A.R. Gajduk. – M.: Egves, 2011. – S. 57–89.
3. Fedoseev, S.A. Model' gruppovogo upravleniya v setecentricheskikh proizvodstvennykh sistemah / S.A. Fedoseev, V.YU. Stolbov, K.S. Pustovojt // *Upravlenie v tekhnicheskikh, ergaticheskikh, organizacionnykh i setevykh sistemah (UTEOSS – 2012): materialy 5-j Ros. mul'tikonf. po problemam upravleniya*, Sankt-Peterburg, 9–11 oktyabrya 2012 g. – SPb., 2012. – S. 1240–1243
4. Fedotova, A.V. Stadii obnaruzheniya i dejstviya s nesootvetstvuyushchej produkcii na promyshlennyy predpriyatyah / A.V. Fedotova, P.A. Loncih // *Vserossijskaya nauchno–prakticheskaya konferenciya «Bajkal'skaya nauka: idei, innovacii, investicii»* Irkutsk, 10 noyabrya 2022 g. – S. 61–65
5. ISO 9241-220 «ERGONOMIKA VZAIMODEJSTVIYA CHELOVEK-SISTEMA. Chast' 220. Processy obespecheniya, vypolneniya i ocenki cheloveko-orientirovannogo proektirovaniya v organizacii».
6. Fedotova, A.V. Svyaz' cikla Deminga i spiral' kachestva Dzhurana v zadachah razvitiya cikla PDCA i sozdaniya setecentricheskoy sistemy menedzhmenta / A.V. Fedotova, P.A. Loncih, E.P. Kunakov, N.P. Loncih // *Kachestvo. Innovacii. Obrazovanie.* – 2023. – № 1. – S. 3-10.
7. Lontsikh P.A., Kunakov E.P., Lontsikh N.P., Livshitz I., Vladimirtsev A.V. Information security methods application based on the digital management approaches and the deming cycle in improving the modern production processes. V sbornike: *Proceedings of the 2020 IEEE International Conference «Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies», IT and QM and IS 2020.* 2020. P. 123-126.

Anzhelika Fedotova, Senior Lecturer at the Department of Automation and Control, Institute of High Technologies. E-mail: netsela@mail.ru

Pavel Lontsikh, Doctor of Engineering Sciences, Professor at the Automation and Management Department. E-mail: palon@list.ru

Malika Evloeva, Postgraduate Student at the Automation and Management Department. E-mail: malika-vahaevna2013

Elena Golovina, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor at the Department of Economics and Digital Business Technologies. E-mail: elena_uspeh@mail.ru

Natalya Lontsikh, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor at the Automation and Management Department. E-mail: natalysib@list.ru