

ISSN 1995-2732 (Print), 2412-9003 (Online)
УДК 623.4.01
DOI: 10.18503/1995-2732-2024-22-4-152-162



МОДЕРНИЗАЦИЯ СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКОЙ КОНЦЕПЦИИ В ОБОГАТИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

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

Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, Россия

Аннотация. В современных подходах к управлению промышленным предприятием наблюдается широкое использование принципов децентрализованного группового управления. Эти подходы предусматривают передачу подразделениям предприятия значительного объема функций с высших уровней управления, что позволяет им самоорганизоваться и повысить эффективность и результативность принимаемых решений. При этом возможность отказаться от централизованного планирования производства на оперативном уровне становится реальностью. Такой подход способствует более гибкой организации и автоматизации производственных процессов, что отражается на эффективности работы предприятия. Сетецентрическая система управления основана на концепции сетецентричной структуры, которая способствует созданию и эффективному использованию информации членами организации с целью увеличения конкурентного преимущества через сотрудничество гибких самоуправляемых команд. Сама сетецентричность представляет собой основополагающий принцип организации систем управления, обеспечивающий понимание ситуации (ситуационную осведомленность). В рамках сетецентрического подхода успешное управление заключается в поддержании системы в максимально полном и достоверном состоянии, прежде всего путем вовлечения максимального количества доступных источников первичной оперативной информации. В ходе исследования обсуждаются основные принципы сетецентрической модели управления и его преимущества для обогащательной промышленности. Данная модель управления применяется для улучшения координации между различными подразделениями, оптимизации процессов обогащения и повышения качества продукции. Практические аспекты внедрения сетецентрического управления в обогащательной промышленности, включая выбор подходящих технологий, обучение персонала и управление изменениями. В заключение авторы приходят к выводу, что сетецентрическая модель управления имеет большой потенциал для трансформации обогащательной промышленности, позволяя организациям работать более эффективно, продуктивно и безопасно.

Ключевые слова: системы управления, сетецентрические системы, цикл Бойда, цикл Деминга, система менеджмента качества

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

Для цитирования

Модернизация сетецентрической концепции в обогащательном производстве / Лонцих П.А., Федотова А.В., Головина Е.Ю., Лонцих Н.П., Евлоева М.В. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2024. Т. 22. №4. С. 152-162. <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2024-22-4-152-162>



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

IMPROVING THE NETWORK-CENTRIC CONCEPT IN ENRICHMENT PRODUCTION

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

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Abstract. The principles of decentralized group management are widely applied in modern industrial enterprise management approaches. These approaches provide for the transfer of a significant amount of functions from the highest management levels to enterprise divisions, which allows them to self-organize and improve the efficiency of decision-making and makes the opportunity to abandon centralized production planning at the operational level real. This approach contributes to a more flexible organization and automation of production processes, which improves the efficiency of the enterprise. The network-centric management system is based on the concept of a network-centric structure, which promotes the creation and efficient use of information by organization members to increase competitive advantage through the collaboration of flexible self-managing teams. Network-centricity itself represents a fundamental principle of organizing management systems, ensuring situational awareness. Within the network-centric approach, successful management involves maintaining the system in the most complete and accurate state, primarily by involving the maximum number of available sources of primary operational information. The study discusses the main principles of the network-centric management model and its benefits for the enrichment industry. This management model is used to improve coordination between different departments, optimize enrichment processes and improve product quality. Practical aspects of implementing network-centric management in the enrichment industry, including choosing the right technologies, training personnel, and managing change. In conclusion, the authors conclude that the network-centric management model has great potential to transform the enrichment industry, enabling organizations to work more effectively, productively and safely.

Keywords: management systems, network-centric systems, Boyd cycle, Deming cycle, quality management system

For citation

Lontsikh P.A., Fedotova A.V., Golovina E.Yu., Lontsikh N.P., Evloeva M.V. Improving the Network-Centric Concept in Enrichment Production. *Vestnik Magnitogorskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2024, vol. 22, no. 4, pp. 152-162. <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2024-22-4-152-162>

Введение

Сетецентрический подход к управлению предприятием представляет собой инновационный метод, основанный на постоянном цикле развития и оценке качества по циклу Деминга. Сравнивая два известных цикла – цикл Деминга и цикл Бойда, можно сделать вывод, что стремление к сетецентрической модели становится все более актуальным, ключевое значение приобретает анализ принципов построения такой среды. Отказ от традиционных иерархических структур в пользу коллективной обработки информации позволяет увеличить оперативность и эффективность деятельности предприятия. Сегодня все больше компаний стремятся создать эффективную сетецентрическую среду, основанную на передовых технологических принципах. Это свидетельствует о стремлении к инновациям и усилении конкурентоспособности на рынке. Такой подход не только подтверждает актуальность предлагаемого цикла Деминга, но также открывает новые перспективы для проверки его эффективности в ходе процессов валидации и верификации. Исследования в данной области могут стать отправной точкой для новых открытий в сетецентрическом менеджменте и способствовать развитию бо-

лее гибких и адаптивных моделей управления. Ключевым моментом становится внедрение технологических инноваций, способных улучшить процессы сбора, анализа и использования информации в сетецентрической среде.

Анализ применимых методов управления обогатительного производства. Реализация сетецентрической концепции на основе цикла Бойда в обогатительном производстве

Для того чтобы более глубоко понимать сетецентрический подход, необходимо различать два понятия: сетевая организация и организация сетецентрическая. Разнообразие категорий и определений сетей и сетевого управления порождает множество подходов к данной теме. В отечественной литературе существует различное толкование понятия «сетевая структура», и каждое исследование находит свое объяснение понятия «сеть». Однако в большинстве случаев под «сетевой структурой» подразумевается сеть внутри компании, где различные подразделения действуют как автономные единицы и сотрудничают между собой. Эти компании часто называются «сете-

выми организациями». Тем не менее, когда применяется сетевый подход, любая сетевая организация становится сетевцентрической [1, 3].

В эпоху высоких технологий классические модели управления уступают место гибким, динамичным сетям. Во многих высокотехнологичных предприятиях, где информация течет свободно, подобно электричеству, питая каждый узел сложной системы. Это и есть сетевцентричная организация – новый подход к управлению, изначально находя применение в военном деле. В 1998 году, словно секретное оружие, эта концепция впервые появилась на поле боя. Военные стратеги осознали: ключ к победе – не грубая сила, а информационное превосходство. Объединив разрозненные элементы армии в единую информационно-коммуникационную сеть, они создали мощный инструмент для достижения стратегических целей. Сегодня этот революционный подход находит применение далеко за пределами военных полигонов. Высокотехнологичные компании перенимают принципы сетевцентричной организации, меняя не только инфраструктуру и процессы, но и саму корпоративную культуру. Сотрудники перестают быть винтиками в гигантской машине, превращаясь в активных участников сети, способных быстро адаптироваться к меняющейся ситуации. Сетевцентричная организация – это не просто новая управленческая концепция. Это ключ к успеху в мире, где информация ценится дороже золота, а скорость реакции определяет победителя.

Отмечается, что сетевцентрический подход к применению метода последовательной динамической оценки качества заключается в использовании концепции OODA (Observe – Orient – Decide – Act), известной также как цикл Бойда, на каждом этапе процесса. Этот подход предполагает многократное повторение действий с учетом принципа Деминга PDCA. В англоязычной литературе цикл OODA иногда называют «Boyd Cycle» (рис. 1).

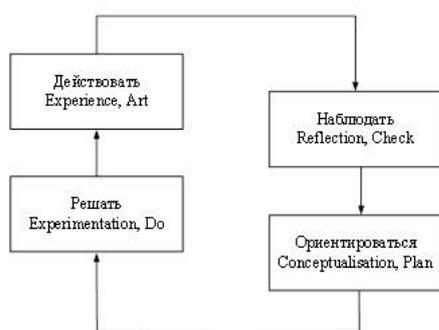


Рис. 1. Цикл Бойда (Boyd Cycle), или «Observe (наблюдай) – Orient (ориентируйся) – Decide (решай) – Act (действуй)»

Fig. 1. Boyd Cycle, or “Observe – Orient – Decide – Act”

Для того чтобы успешно внедрить концепцию сетевцентрической организации, необходимо отказаться от традиционной иерархической структуры в пользу

гибридной формы, способной к гибкой адаптации. Основная идея цикла НОРД звучит следующим образом: побеждает не тот, кто идеально приспособлен к текущей ситуации, а тот, кто готовится к переменам и действует в условиях неопределенности [2].

Если мы не можем справиться с неопределенностью, мы застреваем на стадии решения, действия, либо наблюдения.

Робастное проектирование включает в себя разработку систем, процессов или стратегий, которые устойчивы к неопределенности и изменениям внешних условий. Оно предполагает создание таких решений, которые способны адаптироваться к различным сценариям развития событий без серьезного нарушения функционирования. Для робастного проектирования важно учитывать неопределенность в различных областях, таких как технологические инновации, экономические флуктуации, изменения потребительских предпочтений и даже естественные катаклизмы. Это требует использования различных методов и инструментов, таких как анализ чувствительности, сценарный анализ, моделирование риска и стратегическое планирование. Робастное проектирование также включает в себя создание гибких и адаптивных систем, способных быстро реагировать на изменения внешних условий. В результате получаются гибкие и адаптивные системы, способные быстро реагировать на изменения окружающей среды. Это может быть достигнуто за счет использования гибких технологий, управления запасами, диверсификации и горизонтальной интеграции. В целом робастное проектирование при неопределенности предполагает учет различных возможных изменений и создание систем, которые могут успешно функционировать в разных сценариях.

Сетевцентрическая концепция при модернизированном цикле Бойда

Модернизация цикла Бойда (рис. 2) может включать в себя использование передовых технологий для улучшения скорости и качества каждого этапа. Научная новизна состоит в исследовании и совершенствовании концепции Бойда, одного из элементов данного цикла. Элемент «Изменить» состоит в поиске способов оптимизации процесса принятия решений в динамичной среде: изучение возможностей повышения скорости, точности и адаптивности с применением передовых технологий и научных методов.

1. Наблюдение. Внедрение передовых систем наблюдения, таких как беспилотные летательные аппараты (БПЛА), датчики и системы искусственного интеллекта для сбора и анализа информации в реальном времени.

2. Ориентирование. Использование аналитики данных и машинного обучения для обработки собранной информации и формирования понимания текущей ситуации.

3. Принятие решения. Создание автоматизированных систем поддержки принятия решений, которые могут анализировать большие объемы данных и предлагать оптимальные варианты действий.

4. Изменение. Изменение цикла может включать в себя использование новых инструментов, оптимизацию процессов, внедрение автоматизации и улучшение пропускной способности. Это также может включать в себя анализ данных для более точного прогнозирования и планирования изменений в цикле. Ключевыми компонентами могут быть технологии Интернета вещей (IoT), искусственный интеллект (ИИ) и цифровая трансформация.

5. Действие. Внедрение современных технологий автоматизации и роботизации для оперативного выполнения принятых решений и реагирования на изменяющиеся условия.

Модернизация цикла Бойда с использованием современных технологий может существенно улучшить способность принятия эффективных решений и выполнения оперативных действий в различных областях, от военной стратегии до бизнеса и управления проектами.

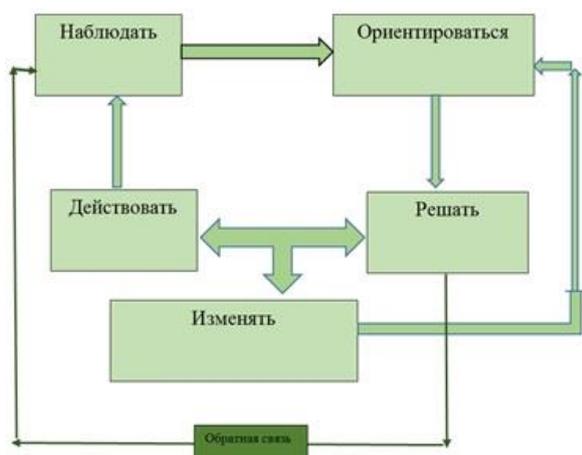


Рис. 2. Модернизированный цикл Бойда
Fig. 2. Modernized Boyd cycle

В наше время мы постоянно сталкиваемся с неопределенностью в окружающей нас среде, исследуем новые возможности принятия решений и стремимся адаптироваться к переменам.

Адизес считает, что создание эффективной и результативной организации в долгосрочной и краткосрочной перспективе, что является итоговой целью процесса управления, возможно при условии выполнения четырех функций:

Р – producing – производство результатов, для которых и существует компания.

А – administrating – администрирование, необходимое для эффективного взаимодействия.

Е – entrepreneuring – предпринимательство, направленное на управление развитием.

I – integrating – интеграция, обеспечивающая жизнеспособность компании в долгосрочной перспективе за счет объединения ее элементов [5].

В концепции Ицхака Адизеса каждая роль управленческой команды обозначается как буква: Р (предприниматель), А (администратор), Е (производитель), I (интегратор). Если менеджер имеет выраженную функцию, то ей соответствует заглавная буква, а если функция не так очевидна, используется маленькая буква. Идеального руководителя (РАЕI) не бывает, поэтому эффективные лидеры обладают сильным фокусом на одной или двух функциях, в то время как остальные функции могут быть менее выраженными (рис. 3).

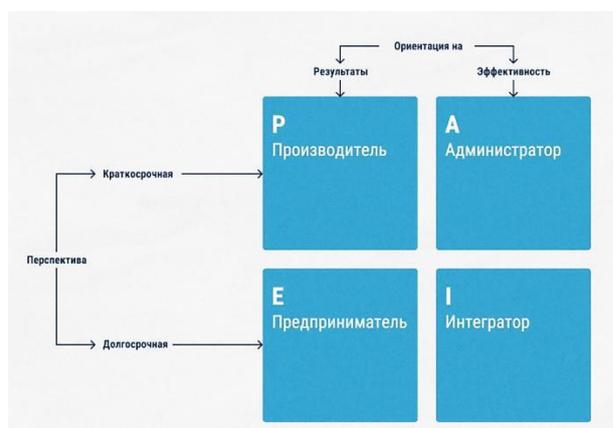


Рис. 3. Типы руководителей по методологии Адизеса PAEI

Fig. 3. Types of managers according to the Adizes' PAEI methodology

Познание эффективности принятия решений состоит в том, чтобы уделять внимание всем ролям, которые играют свою часть. Однако одному человеку сложно справиться сразу со всеми четырьмя. Поэтому формирование команды с оптимальным спектром управленческих ролей гарантирует результативное управление на каждом этапе работы.

Любая смесь этих функций, каждая выполненная на оптимальном уровне, представляет собой уникальный стиль управления. Хорошему лидеру не обязательно быть идеальным в выполнении всех функций. Достаточно справляться с ними на уровне, соответствующем поставленной задаче. В зависимости от этого создается стиль управления: руководитель может быть производителем – Раеi, администратором – рАеi, предпринимателем – РаЕi, интегратором – раеI и т.д. [6, 7].

Изучая исследования Ицхака Адизеса, можно прийти к выводу, что менеджмент – это процесс достижения результатов и эффективности в краткосрочной и долгосрочной перспективах. Подобно функционированию большинства физических, биологических или социальных систем, динамика органи-

зационного развития описывается циклическим характером, похожим на идеи Грейнера.

Ошибочные стили управления начали преобладать в компаниях на волне изменений во внешней экономической среде с конца XX и начала XXI века [8]. Глобализация, укрепление позиций международных корпораций, изменение долей рынков, стремление к прибыли и личному обогащению высших менеджеров и собственников корпораций – все это стало основной целью бизнеса. Успех компании (как и успех ее руководства) стал все больше зависеть от агрессивных и скоростных мер по выводу конкурентов из игры, что разрывается с обеспечением качественных результатов. Качественные результаты требуют внимательного анализа, методичного решения проблем, детального определения истинных причин и последующих корректирующих мер для их устранения. Менеджмент имеет массив эффективных методов, но их применение несовместимо с поспешными решениями, несущими рост и укрепление бизнеса в настоящей агрессивной внешней среде.

Теория Бойда, изначально разработанная для военной практики, демонстрирует высокую эффективность и находит применение в моделировании сложных систем, принятии решений в различных областях.

В статьях, посвящённых теории Бойда [3], разнообразие циклических моделей деятельности и принятия решений в различных областях научного и практического знания представляет собой многообразие подходов. Многие ученые отмечают, что цикл OODA, сочетающий в себе функциональные блоки, модельные и когнитивные возможности, является своеобразной «золотой серединой» среди подобных моделей. На рис. 4 представлены несколько известных циклических моделей, применяемых в управлении проектами, принятии решений, управлении качеством, психологии и военном деле, что подчеркивает их универсальность и значимость в различных областях человеческой деятельности.

В мире сетевых взаимодействий узким местом становится не скорость обмена информацией, а способность системы переваривать её и трансформировать в конкретные действия. Закон Амдаля в своем приложении, известном как «эффект очередей», наглядно демонстрирует это ограничение. Как бы быстро ни двигались данные по сети, их реальное влияние ограничено скоростью обработки, анализа и принятия решений. В сетевцентричной организации IT-платформы и уровень цифровизации играют, насколько быстро информация превратится в результат.

№ п/п	Наименование, основные этапы	Кол-во этапов	Основная область применения, источники информации
1.	Цикл OODA, НОРД (O – observe – наблюдай, O – orient – ориентируйся, D – decide – решай, A – act – действуй)	4	Моделирование военной деятельности в МО США
2.	Цикл поражения цели F2T2EA (Find – найти, Fix – захватить, Track – сопровождать, Target – навести, Engage – поразить, Assess – оценить)	7	Моделирование высокоточного оружия в ВВС США
3.	Цикл Деминга PDCA (P – plan – планирование, D – do – реализация, C – check – проверка, A – action – действие)	4	Управление качеством продукции
4.	Цикл Деминга для рутинной деятельности SDCA (S – standard – стандарт, D – do – реализация, C – check – проверка, A – action – действие)	4	Управление качеством в конвейерных операциях
5.	Цикл обучения Колба (наблюдение и рефлексирование – обдумывание – принятие решения – действие)	4	Теория обучения и искусственного интеллекта
6.	Проектный цикл Новикова Д.А. (проектирование – технологическая реализация – рефлексия)	3	Управление проектами
7.	Цикл управленческой деятельности (планирование – организация – мотивация – контроль)	4	Менеджмент
8.	Цикл универсальной системы показателей деятельности TPS (Total Performance Scorecard) (формулирование – информационное связывание – совершенствование – развитие – анализ и обучение)	5	Менеджмент
9.	Цикл разведки, Intelligence Cycle (Collect – собирать, Index & Organize – систематизировать, PCEAISIP – формирование единого документа, Disseminate – отсев ненужного, Plan & Direct – планирование и передача информации)	5	Разведка
10.	Цикл программно-целевого планирования и управления PPBE (P – planning – планирование, P – programming – программирование, B – budgeting – бюджетирование, E – executing – исполнение)	4	Планирование и управление НИОКР созданием вооружения
11.	Цикл научного метода (наблюдение – формирование гипотезы – проверка гипотезы – построение теории)	4	Научная деятельность

Рис. 4. Циклические модели деятельности

Fig. 4. Cyclical models of activity

Теория Бойда добавляет еще один штрих к этой картине. Каждый участник сети, будь то человек или организация, обладает своей собственной «петлей принятия решений», своей индивидуальной скоростью реакции. Поэтому эффективность сетевидной структуры определяется не только технологическими возможностями, но и способностью каждого узла сети быстро и эффективно обрабатывать информацию.

Для достижения максимальной эффективности и конкурентоспособности любого предприятия важно иметь систему организационных процедур, документации и ресурсов, направленных на управление качеством продукции и услуг. Когда деятельность организована и управляется как слаженное взаимодействие процессов, функционирующих как хорошо согласованная система, достижение последовательных и предсказуемых результатов происходит наиболее эффективно и успешно. Система управления качеством состоит из взаимосвязанных процессов, и осознание этого позволяет организациям максимально оптимизировать свою деятельность.

Процессы СМК обогатительного производства

В производстве обогатительных процессов система управления качеством играет важную роль, обеспечивая контроль за процессами обогащения руд и гарантируя соответствие производимой продукции высочайшим стандартам качества. Они также включают меры по обеспечению безопасности труда и охране окружающей среды. Понимание взаимосвязей между всеми этими процессами позволяет оптимизировать систему и обеспечить эффективную работу всего предприятия.

Обогатительное производство относится к процессу обработки и обогащения полезных ископаемых, таких как руды металлов, угля, нефти и газа. Здесь применяются различные технологические процессы, включая физическое и химическое обогащение, флотацию, магнитную сепарацию, гравитационное обогащение, обжиг и др. Физическое обогащение часто используется для удаления нежелательных примесей из руды, например их разделение по размеру или плотности. Химическое обогащение, с другой стороны, включает использование химических реакций для извлечения ценных компонентов из руды. Флотация является широко применяемым процессом, который используется для обогащения руд металлов. Этот метод включает в себя использование реагентов, которые приводят к образованию пены на поверхности руды, позволяя ценным минералам быть отделенными от отходов. Магнитная сепарация используется для извлечения магнитных материалов из руды, таких как железные руды. Гравитационное обогащение включает разделение минералов по плотности при помощи силы тяжести. Обжиг используется для обогащения руд, содержащих ценные компоненты, путем их обработки при высоких температурах. Эти технологические процессы играют важную роль в обогатительном производстве и позволяют извлекать ценные материалы из руды для дальнейшего использования.

Минерально-сырьевой комплекс России – это фундамент экономики страны. Но богатства земли не даются легко. Будущее отрасли связано с освоением месторождений, скрытых в глубинах, сложных для разработки, требующих новых подходов и смелых технологических решений. Глубоко под землей, где сокровища недр ждут своего часа, разгорается битва интеллекта и инноваций. Горно-металлургическая промышленность стоит на пороге новой эры, где успех зависит от способности преодолеть вызовы глубины.

Разработка таких месторождений требует не просто мощной техники, но и глубокого понимания геодинамических и геомеханических процессов, протекающих в недрах. Ученые и инженеры объединяют усилия, чтобы создать технологии, которые позволят безопасно и эффективно извлекать полезные ископаемые из самых недоступных уголков земли. На кону стоит не только экономическое процветание, но и экологическая безопасность. Новые технологии призваны не только повысить эффективность добычи, но и минимизировать воздействие на окружающую среду, сохраняя природное богатство для будущих поколений [7, 8].

Для эффективной работы на заводе или фабрике должно быть налажено управление множеством взаимосвязанных процессов. Процессы СМК – это последовательность действий, которые являются реально совершаемыми и логически завершенными. Эти процессы являются неотъемлемой частью структуры управления. Организация должна определить процессы, необходимые для системы менеджмента качества и их применение во всей организации. Вся мощь горнопромышленного предприятия, словно сложный часовой механизм, сосредоточена в трех ключевых процессах: добыча полезных ископаемых, обогащение и отгрузка и реализация готовой продукции. Это три кита, на которых держится вся отрасль, от глубоких недр до реализации. Добыча – это начальный и важнейший этап в цепи производства. Твердые руды, жидкая нефть, газообразный метан – все это извлекается из недр с помощью мощных технологий, объединяющих человеческий интеллект и силу машин. Это процесс трансформации, где необработанная руда превращается в ценный ресурс. Извлеченная из глубин земли, она поднимается на поверхность, словно новорожденная, чтобы начать свой путь в мире промышленности.

Процесс добычи полезных ископаемых: участие специалистов и горных рабочих, применение различных технических средств и оборудования, использование геологоразведочной информации и разработка горных пород, управление в соответствии с инструкциями, стандартами и планом добычи.

Процесс обогащения полезных ископаемых: разделение ценных минералов от пустой породы, получение готовой продукции или концентрата, использование технических средств и обогатительных установок, управляющие воздействия – инструкции, стандарты, требования клиентов.

Процесс отгрузки и реализации готовой продукции: заключительный этап для полезных ископаемых, определение получаемой прибыли, осуществление персоналом маркетингового отдела и погрузочно-разгрузочных участков, использование погрузочно-разгрузочного оборудования и транспортных средств [4].

В контексте горной промышленности вспомогательные бизнес-процессы играют важную роль в обеспечении эффективной работы предприятий. Один из таких процессов, который занимает центральное место, это «Погрузка и транспортировка полезных ископаемых». Его основная задача заключается в эффективной погрузке и перемещении добытых материалов к пункту отгрузки.

Этот процесс является одним из самых значимых и затратных на горнопромышленных предприятиях. Для его выполнения используется специализированное оборудование и персонал погрузочно-разгрузочных участков (ПРУ). Они отвечают за выполнение задач по погрузке и транспортировке материалов.

Помимо этого, на предприятиях горной промышленности существуют и другие вспомогательные процессы, такие как «Техническое обслуживание» и «Административно-хозяйственная деятельность».

Таким образом, вспомогательные бизнес-процессы на предприятиях горной промышленности, включая «Погрузку и транспортировку полезных ископаемых», играют ключевую роль в обеспечении эффективности и производительности предприятий. Они требуют специализированного оборудования и квалифицированного персонала для успешного выполнения задач [10].

В рамках данного процесса применяются ресурсы, необходимые для обеспечения бесперебойной работы техники, а также добытые ценные ископаемые, полученные на выходе из предшествующего этапа. Этот процесс регулируется стандартами, касающимися расхода сырья и материалов, а также планом загрузки ценных ископаемых. Результатом труда персонала погрузочно-разгрузочных площадок являются отгруженные полезные ископаемые. Для обеспечения информационной поддержки деятельности отправляется отчет о загрузке.

В высокотехнологичных организациях горнодобывающей отрасли управление бизнес-процессами охватывает множество ключевых аспектов, включая «Управление инновациями», «Стратегическое планирование», «Оперативное планирование и управление», «Управление человеческими ресурсами», «Управление информационными ресурсами», «Управление экологией», «Финансовое управление», «Управление улучшениями и изменениями» и др. Взаимодействие этих процессов как внутри организации, так и с внешними факторами может значительно различаться в зависимости от конкретной компании. Поэтому разработка модели бизнес-процессов для типичного горнодобывающего предприятия предполагает объединение управления инновациями и финансами в один общий процесс – «Управление инновациями и финансами».

С учетом вышеизложенного модель бизнес-процессов верхнего уровня типового горнопромышленного предприятия можно представить в следующем виде (рис. 5).

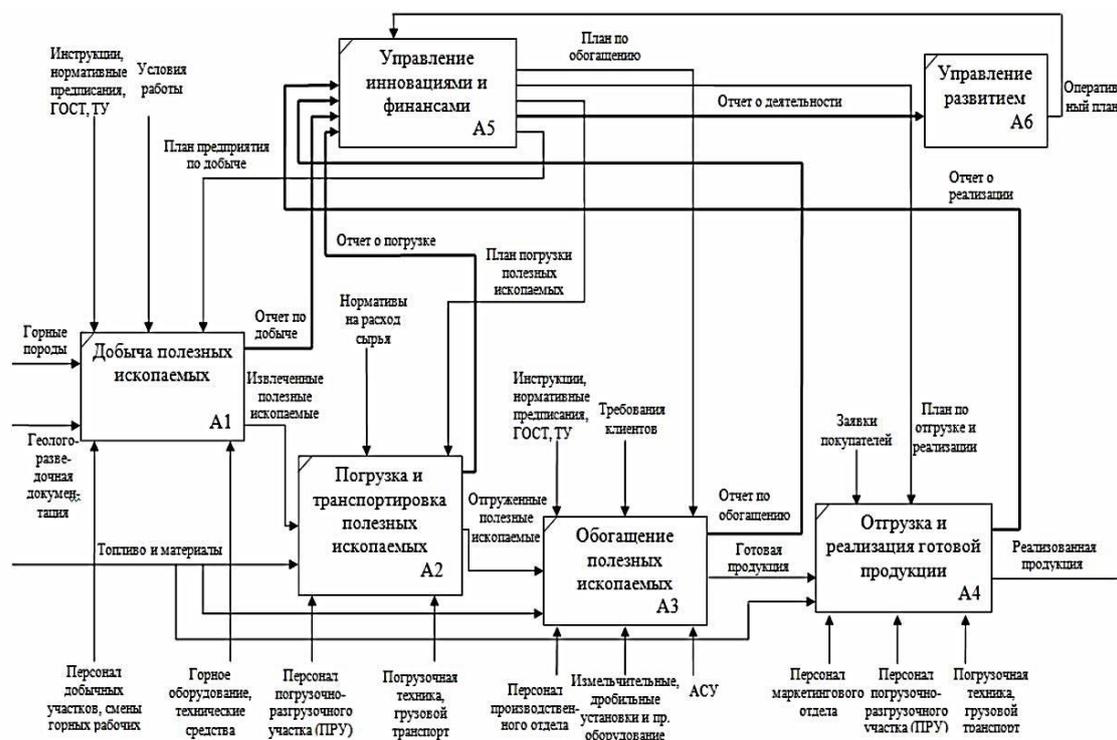


Рис. 5. Модель бизнес-процессов верхнего уровня типового горнопромышленного предприятия

Fig. 5. The model of top-level business processes at a typical mining enterprise

Все технологические звенья горно-обогатительного комплекса работают бесперебойно, даже в условиях, когда становится сложно. В начале цифровизации затрагиваются подсистемы, связанные с проектированием и оценкой промышленных объектов, как новых, так и действующих. Затем системы контроля и учета ресурсов и персонала, включая мониторинг безопасности и оценку состояния здоровья. Последующие этапы – это системы управления транспортом и технологическими процессами. Это позволит значительно увеличить производительность, уменьшить расход топлива и материалов, а также увеличить объем добытой руды на одного работника.

Использование цифровых технологий в процессах обогатительного производства

Исследование раскрывает, что более половины (59%) компаний в горнодобывающей индустрии пока не в полной мере задействовали цифровые технологии в своем производстве. Среди респондентов 26% отметили, что процессы цифровизации только начинают развиваться, в то время как у 33% компаний на данный момент цифровизация затрагивает лишь ключевые аспекты производства. Однако стоит отметить, что интерес к технологиям значителен: 31% предприятий сейчас активно формируют свою цифровую стратегию [9].

Интерес к цифровым технологиям огромен: многие предприятия еще только формируют свои цифровые стратегии, а процессы цифровизации находятся на

начальной стадии. Однако уже сейчас явно видно, что внедрение цифровых инструментов – это долгий и сложный процесс, который однако приносит колоссальные результаты. Одним из ключевых этапов этого процесса является разработка методики оценки результатов с учетом особенностей каждого предприятия.

Один из важнейших факторов успеха в процессе внедрения цифровых проектов – это комплексный подход к оценке планируемых результатов. Кроме того, необходимо обратить внимание на поддержку со стороны высшего руководства компании, информирование персонала о целях цифровизации, их обучение, а также создание системы долгосрочной поддержки и развития цифровых технологий. Все эти элементы совместно способствуют успешной реализации проектов по цифровой трансформации и повышению эффективности бизнес-процессов. Эти факторы играют важную роль в успешной реализации цифровых трансформаций в горнодобывающей отрасли и помогают обеспечить эффективное внедрение инноваций и повышение конкурентоспособности предприятий.

Внедрение цифровых систем и автоматизация делают производственный процесс на обогатительной фабрике эффективнее: с их помощью можно упростить предупреждение внеплановых простоев с помощью тех или иных инструментов бережливого производства и оптимизировать время проведения ремонтов (рис. 6).

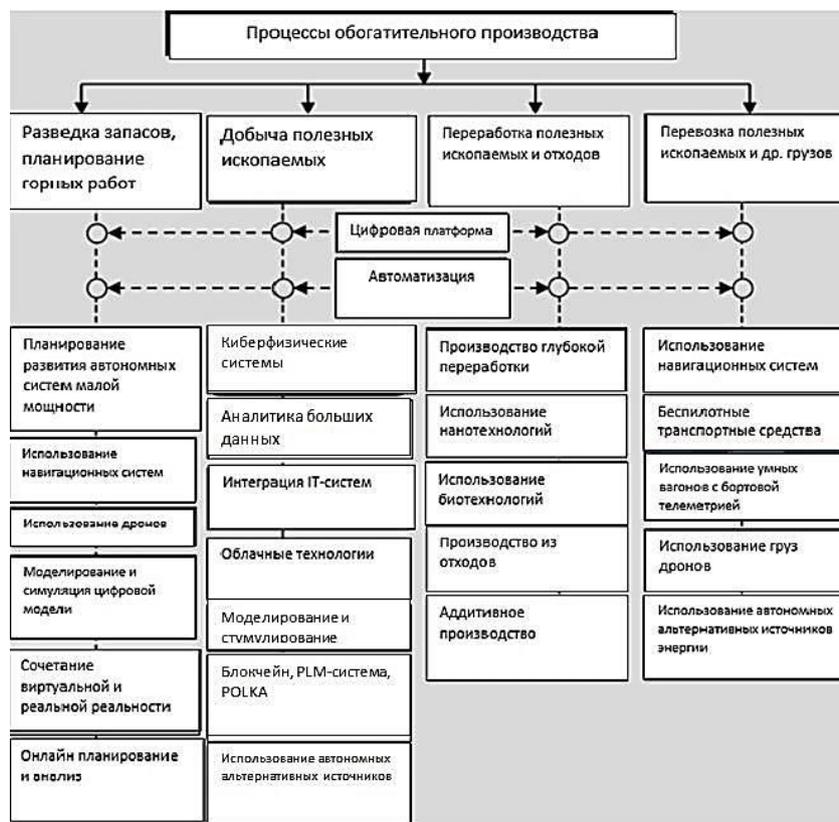


Рис. 6. Использование Цифровой площадки в процессах обогатительного производства
 Fig. 6. Use of the Digital Platform in enrichment processes

Кроме того, цифровизация укрепляет рыночные позиции предприятий, позволяя им ускорять выпуск продукции на рынок, повышать ее качество и создавать индивидуальные решения с той же эффективностью, что и при массовом производстве. Таким образом, цифровизация открывает перед предприятиями безграничные возможности для повышения производительности, оптимизации процессов и укрепления своего положения на рынке в условиях динамично меняющейся деловой среды.

Внедрение методик, способных автоматизировать процесс формирования, оптимизации и корректировки технического обслуживания и ремонта оборудования с использованием диаграмм информационных потоков в нотации DFD, представляет собой инновационный подход [11]. Для эффективного управления ремонтными работами можно определить критерии ранжирования и классифицировать их по степени важности. Алгоритм разработки и оптимизации графиков ремонтных работ может стать основой для системы поддержки принятия решений, предназначенной для высококвалифицированных специалистов предприятия, и последующей интеграции в существующую информационную систему. Такой подход позволит повысить эффективность и точность принимаемых решений, а также оптимизировать процессы обслуживания и ремонта оборудования.

Заключение

Предложенная статья подтверждает актуальность заявленной цели исследования – модернизации сетцентрической модели управления, имеющей большой потенциал для трансформации обогатительной промышленности. Данная модель управления позволит организациям интегрировать и обмениваться информацией между всеми заинтересованными сторонами в режиме реального времени, позволит повысить эффективность, продуктивность и безопасность, что приводит к достижению цели исследования. Предложенный в статье модернизированный цикл Бойда как комплексный подход к совершенствованию всех элементов системы, включая технологии, процессы и людей, повысит эффективность сетцентрического управления и обеспечит преимущество в конкурентной среде. Перспективы его развития: интеграция с искусственным интеллектом, сочетание с цифровыми технологиями, развитие методов использования цикла Бойда в условиях неопределенности, применение в других сферах, таких как медицина, финансы, логистика и др., где важно быстро принимать решения на основе данных, создание отдельных программных решений, обучение персонала.

Определенным вкладом полученных результатов в исследование в данной сфере следует считать модернизацию цикла Бойда, которая включает в себя использование передовых технологий для улучшения скорости и качества каждого этапа. Внедрение сетцентрического управления при модернизированном

цикле Бойда – это не просто технологический проект. Необходимо проводить грамотную подготовку персонала, выбирать подходящие технологии, создавать инфраструктуру и управлять изменениями, которые неизбежно произойдут в организации.

Внедрение модернизированной сетцентрической модели управления в обогатительной промышленности по сравнению с традиционными методами приведет к таким преимуществам, как: улучшение координации между различными подразделениями, такими как добыча, обогащение и сбыт; оптимизация процессов обогащения; повышение качества продукции за счет более точного контроля над процессами обогащения; повышение безопасности за счет улучшения осведомленности о состоянии оборудования и процессах; повышение эффективности за счет сокращения простоев и повышения производительности, что, несомненно, является отличием данных исследований от иных, близких по тематике.

Кроме того, практическое применение цифровых инструментов позволит собирать данные с различного оборудования и датчиков, а затем анализировать их для выявления потенциальных проблем или улучшения производственных процессов обогатительных фабрик. Отметим, что перспективами развития рассматриваемой тематики является то, что цифровая трансформация поможет в предотвращении аварийных ситуаций, оптимизации энергопотребления, улучшении качества продукции и повышении эффективности производства в целом.

Список источников

1. Каляев И.А., Капустян С.Г., Гайдук А.Р. Самоорганизующиеся распределенные системы управления группами интеллектуальных роботов, построенные на основе сетевой модели // Сетевые модели в управлении: сборник статей. М.: Эгвес, 2011. С. 57–89.
2. Федосеев С.А., Столбов В.Ю., Пустовойт К.С. Модель группового управления в сетцентрических производственных системах // Управление в технических, эргатических, организационных и сетевых системах (УТЭОСС – 2012): материалы 5-й Российской мультиконференции по проблемам управления, Санкт-Петербург, 9–11 октября 2012 г. СПб., 2012. С. 1240–1243.
3. Связь цикла Деминга и спираль качества Джурана в задачах развития цикла PDCA и создания сетцентрической системы менеджмента / Федотова А.В., Лончих П.А., Кунаков Е.П., Лончих Н.П. // Качество. Инновации. Образование. 2023. №1. С. 3–10.
4. Сури Р. Время – деньги. Конкурентное преимущество быстрореагирующего производства. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. 326 с.
5. Федотова А.В., Лончих П.А. Стадии обнаружения и действия с несоответствующей продукцией на промышленных предприятиях // Байкальская наука: идеи, инновации, инвестиции: сб. ст. по ма-

- тер. всерос. науч.-практ. конф., Иркутск, 10 ноября 2022 г. Иркутск, 2022. С. 61–65.
6. Федотова А.В., Лонцих П.А. Проблемы управления качеством на предприятии // Байкальская наука: идеи, инновации, инвестиции: сб. ст. по матер. всерос. науч.-практ. конф., Иркутск, 10 ноября 2022 г. Иркутск, 2022. С. 98–102.
 7. Канбан и «точно вовремя» на Toyota. Менеджмент начинается на рабочем месте: пер. с англ. М.: Альпина Паблишер, 2016. 214 с.
 8. Уязвимости периметра корпоративных сетей [Электронный ресурс]. <https://www.ptsecurity.com>
 9. Костогрызов А.И. Пути решения некоторых проблем комплексной безопасности методами системной инженерии // ИТ-Стандарт. 2017. № 4 (13). С. 5–12.
 10. ГОСТ 34.601-90. Информационная технология. Автоматизированные системы. Стадии создания. М.: Стандартинформ, 2009.
 11. ISO 9241-220 «Эргономика взаимодействия человек-система. Часть 220. Процессы обеспечения, выполнения и оценки человеко-ориентированного проектирования в организации». <https://gostassistant.ru/doc/6b7b45b7-6861-4ad7-b331-29c9e5f7f426>

References

1. Kalyaev I.A., Kapustjan S.G., Gajduk A.R. Self-organizing distributed control systems for groups of intelligent robots based on a network model. *Setevye modeli v upravlenii* [Network models in management]. Moscow: Egves, 2011;57-89. (In Russ.)
2. Fedoseev S.A., Stolbov V.Yu., Pustovoi K.S. The model of group management in network-centric production systems. *Upravlenie v tekhnicheskikh, ergaticheskikh, organizacionnyh i setevykh sistemah (UTEOSS – 2012): materialy 5-i Rossijskoj multikonferencii po problemam upravleniya* [Management in technical, ergatical, organizational and network systems (UTEOSS - 2012): materials of the 5th Russian multiconference on management problems], St. Petersburg, October 9–11, 2012. St. Petersburg, 2012, pp. 1240-1243. (In Russ.)
3. Fedotova A.V., Lontsikh P.A., Kunakov E.P., Lontsikh N.P., The connection between the Deming cycle and the Juran quality spiral in developing the PDCA cycle and creating a network-centric management system. *Kachestvo. Innovacii. Obrazovanie* [Quality. Innovation. Education]. Moscow, 2023;(1):3-10. (In Russ.)
4. Suri R. *Vremya – dengi. Konkurentnoe preimushchestvo bystroreagiruyushchego proizvodstva* [Time is money. Competitive advantage of fast-response production]. Moscow: BINOM. Knowledge Laboratory, 2014, 326 p. (In Russ.)
5. Fedotova A.V., Lontsikh P.A. Stages of detecting and dealing with non-conforming products at industrial enterprises. *Bajkalskaya nauka: idei, innovacii, investicii: sb. st. po mater. vseros. nauch.-prakt. konf.* [Baikal science: ideas, innovations, investments. Proceedings of all-Russian scientific and practical conference], Irkutsk, November 10, 2022, pp. 61-65. (In Russ.)
6. Fedotova A.V., Lontsikh P.A. Problems of quality management at the enterprise. *Bajkalskaya nauka: idei, innovacii, investicii: sb. st. po mater. vseros. nauch.-prakt. konf.* [Baikal science: ideas, innovations, investments. Proceedings of all-Russian scientific and practical conference], Irkutsk, November 10, 2022, pp. 98-102. (In Russ.)
7. *Kanban i «tochno vovremya» na Toyota. Menedzhment nachinaetsya na rabochem meste* [Kanban and just-in-time at Toyota: Management begins at the workplace]. Moscow: Alpina Publisher, 2016, 214 p. (In Russ.)
8. *Uyazvimosti perimetra korporativnyh setej* [Vulnerabilities of the perimeter of corporate networks]. Available at: <https://www.ptsecurity.com>
9. Kostogryzov A.I. Ways to solve some problems of complex security using systems engineering methods. *IT-Standart* [IT-Standard], 2017;4(13):5-12. (In Russ.)
10. State standard GOST 34.601-90. Information technology. Automated systems. Stages of creation. Moscow: Standardinform, 2009. (In Russ.)
11. ISO 9241-220 Ergonomika vzaimodejstviya chelovek-sistema. Chast 220. Processy obespecheniya, vypolneniya I ocnki cheloveko-orientirovannogo proektirovaniya v organizacii [Ergonomics of human-system interaction. Part 220. Processes for enabling, implementing and evaluating human-centered design in an organization]. Available at: <https://gostassistant.ru/doc/6b7b45b7-6861-4ad7-b331-29c9e5f7f42>

Поступила 07.05.2024; принята к публикации 30.05.2024; опубликована 24.12.2024
Submitted 07/05/2024; revised 30/05/2024; published 24/12/2024

Лонцих Павел Абрамович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры автоматизации и управления, Иркутский национальный исследовательский технический университет (ИРНИТУ), Иркутск, Россия.
Email: palon@list.ru ORCID 0000-0001-7688-3194

Федотова Анжелика Витальевна – ассистент кафедры автоматизации и управления, Иркутский национальный исследовательский технический университет (ИРНИТУ), Иркутск, Россия.
Email: netsela@mail.ru ORCID 0009-0004-5694-1819

Головина Елена Юрьевна – кандидат экономических наук, доцент,
доцент кафедры экономики и цифровых бизнес-технологий,
Иркутский национальный исследовательский технический университет (ИРНИТУ), Иркутск, Россия.
Email: elena_uspeh@mail.ru ORCID 0000-0002-5215-9289

Лонцих Наталья Павловна – кандидат педагогических наук, доцент,
доцент кафедры автоматизации и управления,
Иркутский национальный исследовательский технический университет (ИРНИТУ), Иркутск, Россия.
Email: natalysib@list.ru ORCID 0000-0002-0453-9156

Евлоева Малика Вахаевна – аспирант кафедры автоматизации и управления,
Иркутский национальный исследовательский технический университет (ИРНИТУ), Иркутск, Россия.
Email: malika-vahaevna2013@yandex.ru ORCID 0000-0009-6842-9642

Pavel A. Lontsikh – DrSc (Eng.), Professor, Department of Automation and Management,
Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia.
Email: palon@list.ru ORCID 0000-0001-7688-3194,

Anzhelika V. Fedotova – Assistant, Department of Automation and Management,
Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia.
Email: netsela@mail.ru ORCID 0009-0004-5694-1819

Elena Yu. Golovina – PhD (Economics), Associate Professor,
Department of Economics and Digital Business Technology,
Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia.
Email: elena_uspeh@mail.ru ORCID 0000-0002-5215-9289

Natalya P. Lontsikh – PhD (Pedagogy), Associate Professor, Department of Automation and Management,
Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia.
Email: natalysib@list.ru ORCID 0000-0002-0453-9156

Malika V. Evloeva – Postgraduate student, Department of Automation and Management,
Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia.
Email: malika-vahaevna2013@yandex.ru ORCID 0000-0009-6842-9642