

Е.Н. ГОРЛАЧЕВА,

к.э.н., доцент кафедры «Промышленная логистика», Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), г. Москва, Россия, gorlacheva@yandex.ru

Е.М. ИВАННИКОВА,

к.т.н., доцент кафедры «Процессы и аппараты химической технологии», Московский политехнический университет, г. Москва, Россия, iegh510@yandex.ru

МЕТОДОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ КОГНИТИВНЫМИ ФАКТОРАМИ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ¹

УДК 338.36

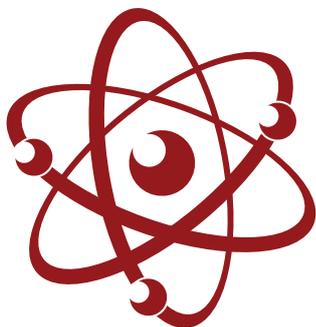
Горлачева Е.Н., Иванникова Е.М. *Методология управления когнитивными факторами производства высокотехнологичных предприятий* (Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), ул. 2-ая Бауманская, д. 5, г. Москва, Россия, 123317; Московский политехнический университет, ул. Б. Семеновская, д. 38, г. Москва, Россия, 107023)

Аннотация. Целью статьи является изложение основных положений методологии управления когнитивными факторами производства. Показано, что процессы реиндустриализации промышленности, известные как Индустрия 4.0, обусловили появление нового вида производственных ресурсов – когнитивных факторов производства. Определена сущность понятия «когнитивные факторы производства», представлена структурная схема методологии управления когнитивными факторами производства. На основе методов системного анализа разработана организационно-экономическая модель управления и предложен механизм интеграции в общий контур управления промышленного предприятия. В заключение сделаны выводы о возможности применения методологии управления когнитивными факторами производства в условиях наукоемкой экономики.

Ключевые слова: индустрия 4.0, когнитивные факторы производства, организационно-экономическая модель, интеграционный механизм, контур управления.

DOI 10.22394/2410-132X-2019-5-3-203-214

Цитирование публикации: Горлачева Е.Н., Иванникова Е.М. (2019) Методология управления когнитивными факторами производства высокотехнологичных предприятий // Экономика науки. Т. 5. № 3. С. 203–214.



Современный вектор цивилизационного развития общества представлен интенсивным распространением глобальных технологий: нано-, био-, информационно-коммуникационных технологий. Когнитивные технологии относятся к технологиям глобального уровня, преобразующий эффект которых придает новое качество взаимодействующих элементов и приводит к формированию принципиально новой технологической платформы развития экономики [1, 2].

Увеличение интеллектуализации промышленного производства способствует тому, что отличительными особенностями предприятий становятся:

– существенная индивидуализация продукции в условиях высокой гибкости крупносерийного производства;

– интеграция потребителей и производителей в рамках сквозных процессов всего жизненного цикла изделия и цепочки создания стоимости;

– интеграция в рамках производственных сетей информации и данных, отражающих все аспекты требований, конструирования, разработки, производства, логистики, эксплуатации, сервиса и т.д., т.е. создание «производственного интеллекта»;

– глобализация команд разработчиков продуктов/изделий, т.к. сложность продуктов требует разнообразных компетенций;

– формирование сетевой производственной «экосистемы» за счет кооперации и снижения барьеров между предприятиями и заказчиками;

– развитие «облачных» технологий как способа реализации кастомизированного производства по заказу; использование производственных возможностей виртуальных производственных сетей на основе объединенных производственных площадок, их поддержка специальным программным обеспечением;

– обособление и аккумуляция невещественных функций, таких как исследование и прогнозирование рынка и спроса, формирование концепта продукта, формирование технических требований и т.д.; т.к. невещественные составляющие занимают все большую долю в себестоимости и цене готового изделия;

– формирование рыночной стоимости предприятий за счет знаний сотрудников, ноу-хау, наукоемких технологий, изобретений, промышленных образцов и других нематериальных активов.

Качественное изменение факторов производства выдвигает перед промышленными предприятиями комплекс взаимосвязанных задач [3]:

– встраивание в индустрию 4.0, повышение непрерывности и гибкости производства, переход к гибким производственным системам, обеспечивающим адаптацию производственной инфраструктуры к инновационной деятельности, изменения требований рынка требует иных подходов к составу и конфигурации ключевых факторов производства;

– повышение согласованности в продолжительности и производительности всех взаимосвязанных подразделений промышленных предприятий обуславливает учет результатов не

только по месту применения факторов производства, но и в смежных подразделениях с позиции их влияния на экономические показатели деятельности предприятий;

– рациональное повышение роста затрат на НИОКР, обеспечивающее реализацию научно-технической политики непосредственно в процессе научной и производственной деятельности, обуславливает оценку их взаимосвязи с долей выручки от новых видов продукции;

– неопределенность экономической конъюнктуры, высокие риски при разработке инновационных изделий создают предпосылки для разработки экономико-математических моделей, адекватных объекту исследования и позволяющих повысить качественно эффективность промышленных предприятий РФ.

Таким образом, устойчивый экономический рост современных промышленных предприятий определяет не столько численность персонала, сколько наличие работников, способных проводить научно-технические разработки на современном уровне, создавать конкурентоспособные продукты и услуги на их основе, предлагать новые способы организации производства, определять процесс формирования новых тенденций технологического развития в рыночной среде. В этой связи необходима иная система производительных сил, превосходящая возможности индустриального типа производства и иные способы комбинации живого и овеществленного труда.

Конвергенция интеллектуальных ресурсов и информационных технологий как производительной силы обуславливает появление новых видов факторов производства – когнитивных факторов производства (КФП) – под которыми понимаются специфические, трудно имитируемые ресурсы промышленного предприятия, позволяющие создавать продукт, востребованный рынком [4].

Когнитивность как научно-познавательное действие, переходит в новое качество, предоставляя соответствующее знание для комплексных исследований. Искусственный интеллект, нейрокompьютеры, технологии различных интерфейсов на основе использования свойств человеческого мозга – принципиально новая среда производственной деятельности человека. Использование

когнитивных принципов в экономике позволяет вывести основные производственные процессы на интеллектуально новый уровень.

КФП обеспечивают внутренние возможности развития промышленных предприятий и, по сути, становятся одним из источников эндогенного экономического роста [5]. Управление КФП означает появление в практике промышленных предприятий специфического вида организационно-экономической деятельности, связанной с их выявлением, ранжированием, анализом, оценкой, мониторингом на всех стадиях воспроизводственного цикла для достижения целей долгосрочного экономического роста.

Выделение когнитивных факторов производства как нового вида производительной силы обуславливает необходимость разработки соответствующих методов и моделей их управления, практическая реализация которых возможна за счет механизма интеграции в общий контур управления промышленным предприятием.

В статье представлены основные положения методологии управления КФП; разработана структурная схема методологии управления; описана организационно-экономическая модель и предложен механизм интеграции модели в общий контур управления промышленным предприятием.

СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СОВРЕМЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Прогресс в области микроэлектроники, информационных технологий и телекоммуникаций несет в себе видоизменения во все сферы жизнедеятельности, но больше всего изменился облик современного промышленного предприятия, и высокотехнологичных предприятий в частности [6]. В настоящее время они находятся в эпицентре преобразований, связанных с масштабным реформированием существующей структуры промышленности, запланированным снижением гособоронзаказа, необходимостью работы в условиях высоко конкурентных открытых рынков.

Выделим основные научные противоречия, обусловленные сменой технико-экономических условий.

Противоречие управленческого характера – усложнение воспроизводственных процессов,

особенно при создании инновационной продукции, приводит к повышению структурной сложности и масштабов управляющей системы, увеличению объема координирующих управленческих функций и росту массивов обрабатываемой информации. Без формирования должного методического обеспечения, это ведет к избыточности управляющей системы, резкому увеличению ее ресурсоемкости, и, как следствие, снижению экономической эффективности.

Противоречие организационного характера – конфликт интересов государственных структур (обеспечение национальной безопасности) и интересов частных инвесторов (рост рыночной стоимости и увеличение дивидендов), возникающий в практике формирования и развития высокотехнологичных предприятий в теоретическом плане порождает комплексную задачу государственно-частного партнерства в контексте поиска оптимального соотношения рыночных и нормативно-директивных механизмов управления промышленными предприятиями.

Противоречие экономического характера – неприменимость традиционных критериев оценки экономической эффективности к инновационным разработкам, которые характеризуются высокой неопределенностью в оценках затрат на их реализацию, но в перспективе создают коммерческий потенциал и в гражданском секторе экономики.

Указанные противоречия свидетельствуют о необходимости их решения в едином методологическом ключе, т.к. промышленные предприятия являются основой устойчивого экономического роста всей экономики. Именно промышленное производство остается локомотивом технико-экономического развития, придающим этому развитию устойчивость [7]. Постиндустриальный мир не означает мир без индустрии. Несмотря на снижение доли промышленности в структуре экономики развитых стран, в большинстве из них успешно функционирует хорошо отлаженная высокотехнологичная индустрия, способная на 2/3 обеспечивать население высокотехнологичными товарами. Насыщение промышленного сектора высокопроизводительной техникой и инновационными технологиями позволяет стимулировать экономический рост через ускорение структурных изменений путем инновационных прорывов.

Обрабатывающие отрасли промышленности преобразуют инновационные технологии в рекордные суммы добавленной стоимости [8]. А также создают десятки миллионов высококвалифицированных и достойно оплачиваемых рабочих мест, порождающих повышенный спрос на товары и услуги [9]. Продукция обрабатывающих отраслей промышленности составляет основы экспорта развитых стран, являясь источником золотовалютных резервов.

На современном этапе в мировой экономике сложилась устойчивая тенденция опережающего роста в структуре обрабатывающей промышленности, производящей продукцию, конкурентоспособную на мировом рынке. Так, с 1980 по 1997 г. объемы продаж продукции обрабатывающей промышленности развитых стран в сопоставимых ценах выросли на 65,8%, тогда как наукоемкого сектора – почти в 2,8 раза. Доля наукоемкого сектора в структуре обрабатывающей промышленности увеличилась с 7,1 до 12% [10]. Так, доля наукоемкой продукции в общем объеме промышленного производства США превышает 25%, Японии – 20%, Германии – 15%.

Во внешнеторговом балансе России доли продукции как обрабатывающих отраслей, так и высокотехнологичных наукоемких секторов, незначительны и составляют соответственно 18% и 2%, что свидетельствует о технологической отсталости российской экономики. Тем не менее, ряд специалистов [11] считает, что Россия способна совершить инновационно-технологический прорыв, ориентируясь не только

на заимствование передовых зарубежных технологий, но и путем самостоятельного опережающего освоения базисных технологий шестого уклада на основе собственного уникального научно-технологического задела [12].

В этом аспекте интересен опыт стран-мировых лидеров, которые запустили масштабную трансформацию своей промышленности, известную как Индустрия 4.0 [13]. Индустрия 4.0 сформировалась на основе концепции «экономики знаний», активно развивающейся с 60-х гг. XX в. В *табл. 1* представлен обзор основных государственных программ по цифровой трансформации промышленности [14].

В Российской Федерации программа по трансформации экономики была утверждена в июле 2017 г. под названием Программа «Цифровая экономика Российской Федерации». В данной программе освещены основные тренды цифровизации промышленности [15].

Основными компонентами Индустрии 4.0 являются 3D-технологии (аддитивное производство), роботизация, технологии дополненной реальности, Интернет вещей, облачные сервисы, BigData (большие данные), искусственный интеллект и другие (*рис. 1*).

По оценкам Глобального института МакКинзи [16], ожидаемый прирост стоимости, создаваемый цифровыми технологиями к 2025 г. только в США может составить 1,6–2,2 трлн. долл. Лидирующие позиции на этих рынках занимают компании США, Германии и Японии [17,18]. Американские компании доминируют на рынках интернета вещей (GE, Intel); его безопасности

Таблица 1

Обзор государственных программ цифровой трансформации промышленности в промышленно развитых странах

Страна	Наименование программы	Запуск программы, год
Германия	Industrie 4.0	2011
США	Advanced manufacturing partnership	2011
Япония	Smart Japan ICT Strategy	2014
Франция	Alliance fabrique de future	2015
Китай	Internet plus	2015
Великобритания	UK digital strategy	2017
Австрия	Industrie 4.0 Oesterreich	2017

Источник: BCG Report, данные на 05.04.2018 г.

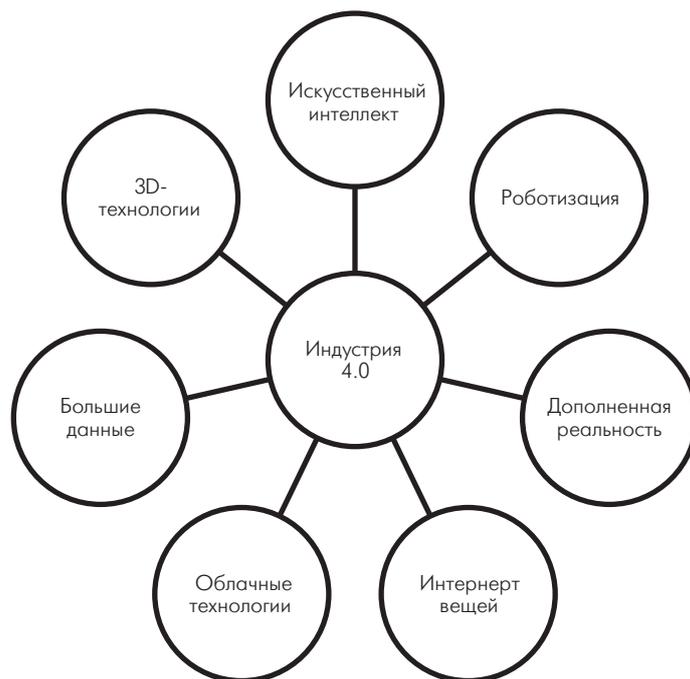


Рис. 1. Основные компоненты Индустрии 4.0

Источник: составлено авторами

(Symantec, IBM, Intel); систем дополненной и виртуальной реальности (Facebook, AMD, Google, Microsoft). Потенциальные преимущества от применения перечисленных технологий, представлены в табл. 2.

Человек всегда представлялся познавательной силой, субъектом познания. Но практически никогда столь масштабно предметом познания не являлась мыслительная деятельность человека, не ставился вопрос об использовании

Таблица 2

Потенциальные преимущества промышленных предприятий от применения технологий Индустрии 4.0

Производственные задачи	Методы и инструменты технологий Индустрии 4.0	Потенциальные результаты
Расходы на обслуживание продукции	Самообслуживание с помощью виртуальных помощников; Удаленное обслуживание продукции; Предиктивное обслуживание продукции	Снижение расходов на 10–40%
Сроки вывода продукта на рынок	Параллельное проектирование	Сокращение сроков на 20–50%
Точность аналитических прогнозов	Прогнозирование спроса на основе больших данных	Повышение точности до 85%
Производительность технических функций	Взаимодействие людей и роботов; Удаленный мониторинг и контроль	Прирост производительности технических функций на 45–55%
Простои оборудования	Гибкость маршрутизации; Гибкость в использовании оборудования; Предиктивное обслуживание; Дополненная реальность в техобслуживании	Сокращение времени простоя на 30–50%
Производительность	Информатизация продукции; Оптимизация работы оборудования в реальном времени	Прирост производительности на 3–5%

уникальных свойств мозга для вывода прогресса общества на новый интеллектуальный уровень развития. В этом и заключается преобразовательная сила когнитивных технологий. Исследуя когнитивные технологии, следует обратить внимание на колоссальный интерес к проблеме и темпы развития научных исследований и разработок в стране и международным сообществом. В России, научной и учебной базой стал Курчатовский институт [19]. На базе Института системного анализа РАН создана первая компания в сфере когнитивных технологий – Cognitive Technologies Ltd [20]. Исследовательские центры получили развитие на базе Казанского, Санкт-Петербургского, Томского университетов [21]. Что касается мирового исследовательского сообщества, то в США еще в 2007 г. в рамках Национального научного фонда была принята программа «Когнитивная нейробиология», направленная на исследование организации мозговой деятельности. В Великобритании в рамках программы «Форсайт» реализовывался «Проект когнитивных систем», а на уровне ЕС подготовлен Доклад о целесообразности научных исследований разума, интеллекта и нейронной структуры мозга. Приведенные примеры свидетельствуют о том, что в мировом сообществе активно реализуются целевые программы и проекты по развитию когнитивных технологий, которые рассматриваются как способ соединения исследователей с системой знаний и инструментальных технологий по производству продукции и использования ее во благо человечества [1].

Понятие «когнитивность» было введено в научную практику английским ученым Кристофером Лонге-Хиггинсом в 1973 г. при исследовании проблем деятельности мозга человека и создания искусственного интеллекта. Предметная сторона когнитивных исследований достаточно обширна – от познания общих принципов организации мышления до создания искусственного интеллекта и управления познавательной деятельностью человека как производительной силой. В рамках настоящей статьи, когнитивные факторы производства рассматриваются как производительная сила, возникающая в результате конвергенции познавательных способностей человека и информационных технологий.

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ КОГНИТИВНЫМИ ФАКТОРАМИ ПРОИЗВОДСТВА

Эффективность методов, используемых при управлении традиционными факторами производства, становится все менее действенной, т.к. не учитывается динамика современных изменений, необходимость обработки большого количества данных, структурной сложности управленческих задач, необходимости использования механизмов координации [6].

Исследование теоретических и практических результатов управления факторами производства [23] позволило сделать вывод о том, что управление КФП должно быть интегрировано в общий контур управления высокотехнологичным предприятием и поддерживаться, прежде всего, сквозными видами деятельности, реализуемыми через соответствующие бизнес-процессы.

Выделим следующие особенности в управлении КФП:

1) Гибкость системы управления КФП. Все процессы, связанные с управлением КФП должны эффективно функционировать в условиях постоянных изменений бизнес-процессов промышленного предприятия. Актуальным является подход, предполагающий создание системы правил, определение ролей, которые позволяют гибко применять различные инструменты и выстраивать процессы в зависимости от новых требований, при этом обеспечивая связь с общим контуром управления предприятия.

2) Увеличенные объемы данных. Управление КФП связано с увеличением объема данных в информационной среде, обеспечивая быструю разработку, анализ данных, получение прогнозов и поиск взаимосвязей. В связи с чем, актуальным является использование методов обработки больших, разнородных массивов данных, основанных на использовании аппарата математической статистики.

3) Необходимость создания соответствующей организационной культуры, предполагающей взаимодействие технологических, научно-производственных и экономических сфер, и формирующей открытую корпоративную среду [24].

Ввиду относительной новизны исследуемого понятия возникает необходимость разработки

методологии управления КФП, структурная схема которой представлена на рис. 2.

В научной литературе существует достаточно большое количество работ [25], связанных с характерными особенностями различных видов факторов производства. Выделяют такие виды

факторов, как базовые, ключевые, стержневые, ведущие, стратегические и т.д. Инструментом логического упорядочивания может служить предложенная типология КФП, описанная в [26]. На рис. 3 представлена разработанная типология когнитивных факторов производства.



Рис. 2. Структурная схема методологии управления когнитивными факторами производства

Источник: составлено авторами

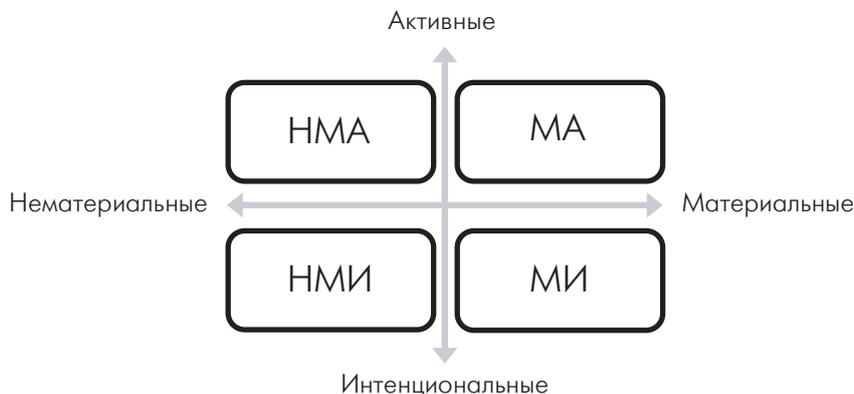


Рис. 3. Типология когнитивных факторов производства

Источник: составлено авторами

К материально-активным можно отнести КФП, которые являются овеществленными и непосредственно используются в хозяйственном обороте. К ним относятся локальные компьютерные сети для информационного обмена, гибкие производственные системы, простые/сложные роботы, автоматизированные системы хранения и поиска информации, системы планирования (ERP I, ERP II), системы проектирования (CFD, CAE, PLM), системы электронного документооборота, системы технического зрения.

К нематериально-активным относятся объекты интеллектуальной собственности: ноу-хау, технические решения, лицензии, патенты, базы данных, информация о клиентах, поставщиках и т.д.

К материально-интенциональным КФП относятся потенциальные возможности использования передовых технологий, таких как технологии дополненной реальности, технологии искусственного интеллекта: туманные вычисления, глубокое обучение, 5G и т.д.

К нематериально-интенциональным относятся личностные характеристики сотрудников, опыт, культура мышления, способность к обучению, креативность, озарение, интуиция, уровень образования, уровень цифровой грамотности,

способности к познавательной деятельности, анализу, рефлексии, саморегуляции, коммуникативные способности, соблюдение этических и социальных норм. Представленный перечень КФП не является исчерпывающим, он может быть дополнен и усовершенствован. Использование предложенной типологии позволяет выявить, проанализировать и оценить имеющиеся на предприятии когнитивные факторы производства. Для анализа и оценки КФП необходимо соотнести их с показателями бухгалтерской отчетности. Для управления когнитивными факторами необходимо разработать организационно-экономическую модель и механизм интеграции в общий контур управления предприятием.

ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ КФП

Представление организационно-экономической модели управления КФП на основе процессного подхода изображено на рис. 4.

Совокупность вышеуказанных элементов позволяет сформировать пул конкретных целевых заданий по управлению КФП. Системное формирование состава задач управления КФП предполагает установление целей управления,



Рис. 4. Организационно-экономическая модель управления когнитивными факторами производства

Источник: составлено авторами

а также показателей функционирования, которые характеризуют степень и эффективность достижения этих целей и описывают состояние объектов управления. Кроме того, проектирование организационно-экономической модели управления КФП требует координации в управлении КФП с целью распределения ролей между владельцами бизнес-процессов процессов и обязанностей между конкретными исполнителями.

При разработке организационно-экономической модели управления КФП учитывается:

- общая стратегия развития высокотехнологического предприятия;
- анализ внешней и внутренней среды высокотехнологического предприятия.

Применение процессного подхода к управлению КФП обуславливает необходимость разработки системы аналитических показателей для оценки эффективности модели управления, достигнутых результатов и его связи со стратегией.

Исходя из указанных условий, выделим следующую группу показателей эффективности управления КФП:

- результативность разработок – определяемый, как коэффициент соотношения количества проектов НИОКР, по результатам которых производится выпуск новых изделий к завершенным проектам НИОКР;
- эффективность разработки и согласования конструкторской документации – определяемая, как коэффициент соотношения, отражающий процент отклоненных запросов на согласование конструкторской документации (КД);
- эффективность коммерциализации разработок – определяемая, как коэффициент соотношения завершенных проектов НИОКР и доля выручки, полученной за счет продаж интеллектуальной собственности;
- эффективность востребованности разработанной продукции – определяемая, как коэффициент соотношения доли продаваемой продукции к доли рынка, занимаемой высокотехнологическим предприятием в данном сегменте.

МЕХАНИЗМ ИНТЕГРАЦИИ ОРГАНИЗАЦИОННО- УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В ОБЩИЙ КОНТУР УПРАВЛЕНИЯ

Для обеспечения эффективности система управления должна реализовать взаимосвязанный комплекс функций с замкнутыми контурами управления. Обобщая различные подходы к определению управленческой деятельности, можно выделить следующие этапы (рис. 5):

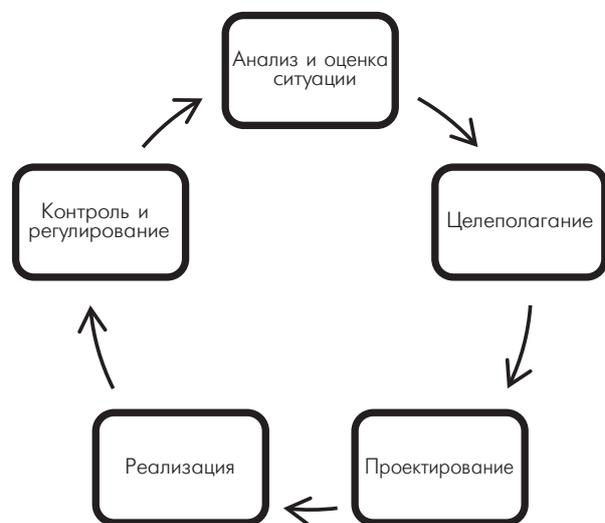


Рис. 5. Цикл управления
Источник: [7]

Управление КФП осуществляется через интеграцию в общую систему управления промышленного предприятия. Функционирование представленной организационно-экономической модели позволяет достичь реализации следующих практических целей:

- провести анализ существующей модели управления КФП и определить необходимые аспекты ее развития или трансформации;
- спланировать преобразования в процессах управления эффективностью высокотехнологического предприятия в зависимости от требуемых результатов;
- осуществить всестороннюю подготовку к вероятным преобразованиям;
- интегрировать разработанную организационно-экономическую модель в общую систему управления высокотехнологическим предприятием;

- организовать получение обратной связи для осуществления мониторинга и повышения эффективности управления высокотехнологичным предприятием.

Реализация модели предполагает осуществление четырех этапов.

На первом этапе осуществляется подготовка к разработке модели управления КФП. На этом этапе определяются цели и задачи повышения эффективности промышленного предприятия. Для выполнения работ по созданию модели управления КФП на основе процессного подхода необходимо сформировать рабочую группу и назначить владельца процесса. В состав рабочей группы могут войти специалисты из научно-исследовательских, планово-экономических, информационно-аналитических подразделений. Рабочая группа осуществляет сбор и обработку информации о:

- финансово-экономическом состоянии предприятия;
- научно-технологическом заделе предприятия;
- системе и подсистемах управления предприятия;
- положении предприятия на рынке;
- внешних и внутренних потребностях предприятия.

На втором этапе проводится научно-технологическая диагностика промышленного предприятия. В результате комплексного анализа определяется уровень научно-технологического развития, принимается решение о реализации модели управления КФП и разрабатываются организационные мероприятия, необходимые для внедрения модели управления КФП. В зависимости от уровня научно-технологического развития промышленного предприятия определяется целевая ориентация разрабатываемой модели, форма ее реализации. После установления формы реализации модели управления КФП разрабатывается план проведения работ, составляется смета затрат на осуществление проекта по созданию модели управления КФП, рассчитывается стоимость внедрения и эксплуатации. Проводится информирование персонала и поясняется суть и предпосылки внедрения модели управления КФП, особенности работы с новыми формами отчетности.

Третий этап включает разработку регламентирующих документов по реализации модели управления КФП. Реализация модели управления КФП возможна на основе четко закрепленных и регламентированных мероприятий по исполнению обязанностей и задач управления.

Четвертый этап охватывает работы, связанные с интеграцией модели управления КФП в общий контур управления.

Таким образом, организационно-экономическая модель управления КФП создается как технико-экономическая система, состоящая из комплекса технических средств, информационных сетей и систем, связанных с производственной, финансовой и организационной структурой высокотехнологичного предприятия. При этом предусматривается интеграция модели управления КФП в общий контур управления промышленного предприятия за счет реализации сквозных бизнес-процессов.

Реализация организационно-экономической модели управления КФП позволит достичь следующих результатов:

- повысить эффективность управления высокотехнологичным предприятием за счет внедрения в систему управления ВП специфического объекта управления – когнитивных факторов производства;
- повысить надежность принимаемых управленческих решений, обоснованных статистическими и математическими расчетами разработанных показателей;
- обосновать релевантность применяемых мероприятий по развитию когнитивных факторов производства для достижения требуемого уровня их развития.

Поиск эндогенных источников роста и управление ими в условиях масштабной трансформации промышленных предприятий обуславливают необходимость разработки методологии управления КФП. Разработанная структурная схема методологии управления КФП позволяет формализовать совокупность методов и моделей управления КФП. Разработанные методы управления КФП, основанные на инструментарии непараметрической статистики позволяют ранжировать, анализировать, оценивать и проводить мониторинг имеющихся и формирующихся КФП. Разработанная организационно-экономическая

модель управления КФП на основе процессного подхода позволяет повысить эффективность управления промышленным предприятием. Сформулированная система показателей эффективности управления КФП представляет

собой ключевые точки оценки организационно-экономической модели управления КФП. А предложенный механизм позволяет интегрировать модель управления КФП в общий контур управления промышленным предприятием.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рыбак О.П. (2016) Методологические подходы к организации статистического наблюдения за когнитивными технологиями // Вопросы статистики. № 3. С. 28–41.
2. Бодрунов С.Д. (2018) Конвергенция технологий – новая основа для интеграции производства, науки и образования // Экономическая наука современной России. № 1. С. 8–19.
3. Дрогвоз П.А. (2018) Организационно-экономическое проектирование бизнес-архитектуры наукоемкого промышленного предприятия. М.: «ВАШ ФОРМАТ». 108 с.
4. Горлачева Е.Н. (2018) Когнитивные факторы производства: постановка проблемы исследования // Вестник МГОУ. Серия Экономика. № 2. С. 35–50.
5. Mankiw N., Romer D., Weil D. (1992) A Contribution to the Empirics of Economic Growth // Quarterly Journal of Economics. 107 p.
6. Попович Л.Г., Дрогвоз П.А., Калачанов В.Д. (2018) Управление инновационно-инвестиционной деятельностью предприятия оборонно-промышленного комплекса в условиях диверсификации. М.: «ВАШ ФОРМАТ». 228 с.
7. Садовничий В.А., Акаев А.А., Коротаев А.В., Малков С.Ю. (2016) Качество образования, эффективность НИОКР и экономический рост: количественный анализ и математическое моделирование. М.: Ленанд. 352 с.
8. Акаев А.А., Сарыгулов А.И., Соколов В.Н. (2013) Структурные изменения в развитых и развивающихся странах. СПб: Из-во Политехн. ун-та.
9. Балацкий Е.В., Екимова Н.А. (2013) Доктрина высокотехнологичных рабочих мест в российской экономике. М.: Эдитус. 124 с.
10. Бетелин В.Б. (2016) Итоги научно-технологического и инновационного развития экономики России в 2006–2016 гг. // Инновации. № 6. С. 9–16.
11. Акаев А.А., Сарыгулов А.И., Соколов В.Н. (2009) Управление динамикой экономического развития с помощью структурных сдвигов. Доклады Академии наук. Т. 429 (2). С. 168–173.
12. Сиванков А.А. (2010) Потенциал России в области создания и развития новых технологий (по оценке западных экспертов) // Экономические стратегии. № 12. С. 50–56.
13. Кондратьев В. (2018) Индустрия 4.0 и глобальные цепочки стоимости // Проблемы теории и практики управления. № 6. С. 39–48.
14. BCG (2012) The Internet Economy in the G-20. Boston: The Boston Consulting Group. <https://www.bcg.com/documents/file100409.pdf>.
15. Цифровая экономика Российской Федерации (2019) / Официальный сайт Правительства России. <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf>.
16. Цифровая Россия: новая реальность. Отчёт экспертной группы Digital McKinsey (2017) / McKinsey. <http://www.tadviser.ru/images/c/c2/Digital-Russia-report.pdf>.
17. Бетелин В.Б. (2018) Проблемы и перспективы формирования цифровой экономики в России // Вестник Российской академии наук. № 1. С. 3–9.
18. Бетелин В.Б. (2018) О новой технологической революции и готовности к ней экономики России // Экономист. № 2. С. 3–9.
19. Величковский Б.М. (2010) Исследование когнитивных функций и современные технологии // Вестник РАН. № 80 (5–6). С. 440–446.
20. Арлазаров В.Л. (2008) Интервью генерального директора Cognitive Technologies Ltd. http://www.cnews.ru/news/line/gendirektor_cognitive_otvechaet_na_statyu.
21. Станкевич Л.А. (2019) Когнитивные системы и роботы. Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС. 631 с.
22. Чебыкина М.В. (2013) Ресурсные факторы производства в формировании капитала производства / М.В. Чебыкина, Е.Ю. Бобкова. М. Научные технологии. 95 с.
23. Федорова Е.С. (2016) Применение комбинированных методов оценки в системе управления компетенциями инновационного предприятия / Е.С. Федорова, Н.В. Лашманова // Дискурс. № 6. С. 56–59.
24. Маевский В.И., Малков С.Ю., Рубинштейн А.А. (2016) Новая теория воспроизводства капитала: развитие и практическое применение. М.; СПб., Нестор-История. 256 с.
25. Горлачева Е.Н. (2018) Когнитивные факторы производства: проблема определения базовых понятий // Азимут научных исследований. Т. 7. № 2. С. 126–128.

REFERENCES

1. *Rybak O.P.* (2016) Methodological approaches to the organization of statistical observation of cognitive technologies // *Problems of Statistics*. № 3. P. 28–41.
2. *Bodrunov S.D.* (2018) Convergence of technologies – a new basis for the integration of production, science and education // *Economic science of modern Russia*. № 1. P. 8–19.
3. *Drogovoz P.A.* (2018) Organizational and economic design of the business architecture of a high-tech industrial enterprise. Moscow: «Vash format». 108 p.
4. *Gorlacheva E.N.* (2018) Cognitive factors of production: statement of the research problem // *Vestnik MGOU. Series Economics*. № 2. P. 35–50.
5. *Mankiw N., Romer D., Weil D.* (1992) A Contribution to the Empirics of Economic Growth // *Quarterly Journal of Economics*. 107 p.
6. *Popovich L.G., Drogovoz P.A., Kalachanov V.D.* (2018) Management of innovation and investment activities of the enterprise of the military-industrial complex in the context of diversification. Moscow: «Vash format». 228 p.
7. *Sadovnichiy V.A., Akaev A.A., Korotaev A.V., Malkov S.U.* (2016) Education quality, R&D efficiency and economic growth: quantitative analysis and mathematical modeling. Moscow: Lenand. 352 p.
8. *Akaev A.A., Sarugylov A.I., Sokolov V.N.* (2013) Structural changes in expanded and developed countries. SPb: Polytechnic university.
9. *Balatsky E.V., Ekimova N.A.* (2013) Doctrine of high-tech jobs in the Russian economy. Moscow: Editus. 124 p.
10. *Betelin V.B.* (2016) The results of scientific, technological and innovative development of the Russian economy in 2006–2016 // *Innovation*. № 6. S. 9–16.
11. *Akaev A.A., Sarugylov A.I., Sokolov V.N.* (2009) Managing the dynamics of economic development through structural changes. Reports of the Academy of Sciences. V. 429 (2). P. 168–173.
12. *Sivankov A.A.* (2010) The potential of Russia in the creation and development of new technologies (according to Western experts) // *Economic strategies*. № 12. P. 50–56.
13. *Kondratiev V.* (2018) Industry 4.0 and global value chains // *Problems of management theory and practice*. № 6. P. 39–48.
14. BCG (2012) The Internet Economy in the G-20. Boston: The Boston Consulting Group. <https://www.bcg.com/documents/file100409.pdf>.
15. Digital economy of the Russian Federation (2019) / Official website of the Government of Russia. <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf>.
16. Digital Russia: a new reality. Digital McKinsey (2017) / McKinsey. <http://www.tadviser.ru/images/c/c2/Digital-Russia-report.pdf>.
17. *Betelin V.B.* (2018) Problems and prospects of the digital economy in Russia // *Bulletin of the Russian Academy of Sciences*. № 1. P. 3–9.
18. *Betelin V.B.* (2018) On the new technological revolution and the readiness of the Russian economy for it // *Economist*. № 2. P. 3–9.
19. *Velichkovsky B.M.* (2010) Study of cognitive functions and modern technologies // *Herald of the RAS*. № 80 (5–6). P. 440–446.
20. *Arlazarov V.L.* (2008) Interview with the CEO of Cognitive Technologies Ltd. http://www.cnews.ru/news/line/gendirektor_cognitive_otvechaet_na_statyu.
21. *Stankevich L.A.* (2019) Cognitive systems and robots. St. Petersburg: POLYTEH-PRESS. 631 p.
22. *Chebukina M.V.* (2013) Resource factors of production in the formation of production capital / M.V. Chebykina, E.Yu. Bobkova. Moscow. Scientific technologies. 95 p.
23. *Fedorova E.S.* (2016) Application of combined assessment methods in the competency management system of an innovative enterprise / E.S. Fedorova, N.V. Lashmanova // *Discourse*. № 6. P. 56–59.
24. *Mayevsky V.I., Malkov S.Yu., Rubinstein A.A.* (2016) A new theory of capital reproduction: development and practical application. Moscow; SPb., Nestor-History. 256 p.
25. *Gorlacheva E.N.* (2018) Cognitive factors of production: the problem of determining basic concepts // *Azimuth of scientific research*. V. 7. № 2. P. 126–128.

UDC 338.36

Gorlacheva E.N., Ivannikova E.M. Cognitive factors management methodology for the production of high-tech enterprises (Bauman Moscow State Technical University (National Research University), 2nd Baumanskaya Str., 5, Moscow, Russia, 123317; Moscow Polytechnic University, B. Semenovskaya Str., 38, Moscow, Russia, 107023)

Abstract. The purpose of the article is to outline the main provisions of the methodology for managing cognitive factors of production. It is shown that the processes of industrial re-industrialization, known as Industry 4.0, have led to the emergence of a new type of production resources – cognitive factors of production. The essence of the concept of “cognitive factors of production” is determined, a structural diagram of the methodology of managing cognitive factors of production is presented. Based on the methods of system analysis, an organizational and economic management model is developed and a mechanism for integration into the general control loop of an industrial enterprise is proposed. In conclusion, conclusions are drawn about the possibility of applying the methodology of managing cognitive factors of production in a knowledge-based economy.

Keywords: industry 4.0, cognitive factors of production, organizational and economic model, integration mechanism, control loop.