

Программы «Индустрия-4.0» и «Цифровая экономика Российской Федерации» — возможности и перспективы в угольной промышленности



Статья подготовлена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-010-00467 «Разработка экономических индикаторов и технологических параметров развития угольной отрасли России до 2035 г. в условиях смены вектора мирового инновационно-технологического процесса, обусловленной реализацией программы «Индустрия-4.0»

Ю.А. Плакиткин, д-р экон. наук, проф., академик РАЕН, Заместитель директора по науке ИНЭИ РАН
Л.С. Плакиткина, канд. техн. наук, член-корр. РАЕН Руководитель Центра исследования угольной промышленности мира и России ИНЭИ РАН

Введение

Реализации Программы «Индустрия-4.0» предшествовало осуществление ранее трех основных промышленных революций:

1-я промышленная революция – «Индустрия-1.0» (в конце XVIII в., отличительные особенности – внедрение машинного производства на паровом двигателе);

2-я промышленная революция – «Индустрия-2.0» (в начале XX в., для нее характерно внедрение массового поточного производства, использование электрического двигателя и двигателя внутреннего сгорания);

3-я промышленная революция – «Индустрия-3.0» (в начале 70-х годов XX в., когда происходили дальнейшая автоматизация производства, внедрение электроники и достижений информационных технологий).

Для Программы «Индустрия-4.0» – четвертой промышленной революции характерно использование в промышленности возможностей так называемого Интернета вещей (IoT – Internet of Things) и применение в производственных процессах «киберфизических систем» (CPS – Cyber-Physical System) [1-3].

Развитие Интернета, информационных технологий (IT-технологий), устойчивых каналов связи, «облачных» технологий и цифровых платформ, а также многократно возросший объем информации, генерируемый из разных источников, обеспечили появление открытых информационных систем и глобальных промышленных сетей. Это в свою очередь оказало преобразующее воздействие на все секторы современной экономики и бизнеса за пределами самого сектора IT-технологий и способствовало переводу промышленной автоматизации на новую 4-ю ступень индустриализа-

ции. Миссия этой ступени заключается в реализации программы «Индустрия-4.0».

Несмотря на различия в методологии оценок, действующих в настоящее время в экспертно-аналитических группах и агентствах, можно констатировать, что реализация программы «Индустрия-4.0» будет осуществляться в отраслях мировой экономики, включая и угольную промышленность, как минимум, по девяти базовым направлениям (рис. 1).

Программа «Индустрия-4.0» включает в себя реализацию следующих направлений:

- **промышленный Интернет вещей** (датчики и оборудование на производстве объединены в одну сеть иерархической структурой и подчинены единой системе управления производством);

- **дополненная реальность** (применима для различных целей, в т.ч. при выборе частей различных конструкций на складе, отображении инструкций по ремонту и обслуживанию оборудования и т.д.);

- **большие данные (BIG DATA)** и бизнес аналитика (аналитика, основанная на работе с большим объемом данных, что позволяет оптимизировать качество продукции, экономить энергию и повысить работоспособность оборудования);

- **«облачные технологии»** (применяются ведущими компаниями при решении многих задач, в частности, в программном обеспечении своей производственной деятельности и т.д.). Необходимость обработки больших баз данных требует дальнейшего совершенствования «облачных сервисов»;

- **автономные роботы** (т.е. гибкие и функционально независимые);



Рис. 1 Базовые направления реализации программы «Индустрия-4.0»

- **горизонтальная и вертикальная интеграция систем** (организация тесного взаимодействия как на различных уровнях внутри предприятия, так и между предприятиями-партнерами по производственному циклу);
- **информационная безопасность** (защищенный доступ, надежная связь, полный контроль доступа к сетям управления);
- **аддитивное производство** (освоение в промышленности аддитивных технологий, в т.ч. применение 3D-печати для прототипирования и производства отдельных деталей);
- **цифровое моделирование**, являющееся одним из базовых направлений реализации программы «Индустрия-4.0», которое будет активно применяться в производственных процессах, в том числе путем использования актуальных данных, получаемых с помощью виртуальной модели окружающего физического мира.

Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» и ее соотношение с мировым проектом «Индустрия-4.0»

Цифровая экономика – это своего рода часть реализуемой в настоящее время Программы «Индустрия-4.0». Она будет развиваться за счет функционирования так называемых цифровых предприятий [4].

Программа «Индустрия-4.0» предусматривает цифровизацию (автоматизацию) и интеграцию технологических, производственных и бизнес-процессов по вертикали в рамках всего предприятия, начиная от разработки продуктов и закупок и заканчивая производством, логистикой и обслуживанием в процессе эксплуатации. При этом горизонтальная интеграция цифрового предприятия выходит за рамки внутренних операций и охватывает поставщиков, потребителей и всех ключевых партнеров по цепочке создания стоимости. Все это вместе взятое поддерживается соответствующей интегральной цифровой платформой (под которой понимается автоматизированная информационная система, использующая всю необходимую совокупность данных, моделей, алгоритмов, методов и средств) и вместе со всей «цепочкой» составляет экосистему цифрового предприятия.

Следует отметить, что цифрование – это замена аналоговых (физических) систем сбора и обработки данных технологическими системами, которые генерируют, передают и обрабатывают цифровой сигнал о своем состоянии. В широком смысле – это процесс переноса в цифровую среду функций и бизнес-процессов, ранее выполнявшихся людьми и организациями.

Лидерами в цифровой экономике являются такие страны, как США, Германия, Нидерланды, Великобритания, Южная Корея, Швеция. При этом степень цифрования во всех странах мира в последние годы существенно повышается. Так, степень цифрования в экономике Германии, одной из ведущих стран в мире по внедрению Программы «Индустрия-4.0», в настоящее время составляет 33%, а к 2021 г. намечено увеличить ее долю до 82%. Доля цифровых технологий в производственном процессе Германии, по прогнозу, к 2022 г. может вырасти в среднем в 3,8 раза, в т.ч. в машиностроении – в 4,5 раза, автомобилестроении – в 4,4 раза, электротехнике/электронике – в 3,4 раза, IT-технологиях – в 3,0 раза [5]. Поэтому во многих отраслях промышленности ФРГ доля использования цифровых технологий к 2020 г., по прогнозам, может составить около 80–90%.

Чтобы сократить отставание России в этой области, только в 2017 г. федеральным и региональным органам власти, по сообщению В.В. Путина на заседании президентского Совета по стратегическому развитию цифровых технологий, на развитие информационных технологий выделено 200 млрд руб. [6].

Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (далее – Программа) утверждена Правительством Российской Федерации (распоряжение от 28 июля 2017 г. № 1632-р.). Она ориентируется на «Стратегию развития информационного общества Российской Федерации на 2017–2030 гг.» и исходит из того, что цифровая экономика представляет собой хозяйственную деятельность, в которой ключевым фактором производства являются данные, представленные в цифровом виде. Обработка больших объемов и использование результатов анализа цифровых данных по сравнению с традиционными формами хозяйствования позволяют существенно повысить эффективность различных видов производства, технологий, оборудования, хранения, продажи, доставки товаров и услуг.

Цифровая экономика в Программе представлена тремя уровнями, которые в своем тесном взаимодействии влияют на жизнь граждан и общества в целом:

- рынки и отрасли экономики (сферы деятельности), где осуществляется взаимодействие конкретных субъектов (поставщиков и потребителей товаров, работ и услуг);
- платформы и технологии, где формируются компетенции для развития рынков и отраслей экономики (сфер деятельности);
- среда, которая создает условия для развития платформ и технологий и эффективного взаимодействия субъектов

рынков и отраслей экономики (сфер деятельности), которая в свою очередь охватывает: нормативное регулирование, информационную инфраструктуру, кадры, информационную безопасность.

Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» сфокусирована на двух нижних уровнях цифровой экономики – базовых направлениях, определяя цели и задачи развития:

– ключевых институтов, в рамках которых создаются условия для развития цифровой экономики: нормативное регулирование, кадры и образование, формирование исследовательских компетенций и технологических заделов;

– основных инфраструктурных элементов цифровой экономики: информационной инфраструктуры и информационной безопасности.

Принятая Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» определяет систему конкретных мероприятий, реализуемых до 2024 г. Каждые три года Правительством России утверждается трехлетний операционный план, в котором планы мероприятий подвергаются регулярной актуализации.

Экосистема цифровой экономики Российской Федерации может быть обеспечена за счет достижения к 2024 г. следующих показателей:

– создание не менее 10 национальных компаний-лидеров – высокотехнологичных предприятий, развивающих «сквозные» технологии и управляющих цифровыми платформами, которые работают на глобальном рынке и формируют вокруг себя систему «стартапов» (исследовательских коллективов и отраслевых предприятий), обеспечивающую развитие цифровой экономики;

– функционирование не менее 10 успешных отраслевых цифровых платформ для основных предметных областей экономики;

– внедрение более 500 успешно функционирующих малых и средних предприятий в сфере создания цифровых технологий и платформ для оказания цифровых услуг.

Будущий технологический импульс, основанный на использовании цифровизации и киберфизических систем, отображает «революцию» в экономике с точки зрения существенного снижения расходов времени на осуществление производственных операций, что повышает рыночный потенциал выпускаемой продукции за счет снижения производственных затрат, расходов энергии на ее изготовление и, соответственно, цен предложения.

Реализация проекта «Индустрия-4.0» в ведущих странах мира

Реализация проекта «Индустрия-4.0» подразумевает создание «умной» промышленности, которая эволюционно связана, начиная от применения встроенных информационно-коммуникационных систем управления до киберфизических систем. Встроенные системы и глобальные сети (Интернет) образуют основу киберфизических систем.

Правительство Германии планирует реализовать проект «Индустрия-4.0» уже в ближайшие годы. Ожидается, что первые предприятия, работающие на принципах «Индустрия-4.0», в ФРГ появятся уже в 2021–2022 гг., и к этому времени в результате реализации Программы удастся повысить производительность труда в среднем на 18% [см. 5]. К 2025 г. в стране должно быть осуществлено масштабное промышленное внедрение киберфизических систем, в результате чего Германия станет одним из ведущих мировых поставщиков этих систем, а, может быть, и основным.

В период до 2035 г. в соответствии с утвержденной Программой «Индустрия-4.0» в ФРГ определены следующие направления работ: энергия (киберфизические системы «умных» сетей); мобильность (киберфизические системы сетевой мобильности); здоровье (киберфизические системы телемедицины и удаленной диагностики); промышленность (киберфизические системы для промышленности и автоматизации производства).

Основными элементами реализации программы являются: развитие цифрового проектирования и моделирования, 3D-печать и роботизация. Путем внедрения киберфизических систем возможно переоборудовать все предприятие без его остановки. Преобразование предприятий предполагает оснащение оборудования датчиками, установку системных компонентов с миниатюрными серверами и замену применяемой шинной системы. На этих предприятиях будет использоваться новое поколение легких интеллектуальных роботов, работающих вместе с персоналом. Роботы будут активно взаимодействовать с персоналом, не вызывая дополнительной опасности.

В других странах в направлении реализации «Индустрия-4.0» также имеются реальные положительные достижения. Так, в США еще в 2014 г. был образован консорциум промышленного Интернета (Industrial Internet), продвигающий в практическом направлении «Интернет вещей».

В Китае утверждена и действует промышленная концепция «Китайское производство 2025», где поставлена задача «подтянуть» всю промышленность, включая угольную отрасль, до уровня, соответствующего третьему укладу («Индустрия-3.0»), а к 2025 г. прорваться к четвертому промышленному укладу («Индустрия-4.0»).

В Японии на правительственном уровне обсуждаются концепции «Connected Factories», предполагающие использование на «умных» предприятиях Интернет сетей, связывающих миникомпьютеры, встроенные в промышленное оборудование.

В России аналогом немецкой программы «Индустрия-4.0» является формируемый Правительством технологический трек «Технет» национальной технологической инициативы (НТИ), который призван обслуживать ожидаемую в 2025–2035 гг. промышленную революцию. Предполагается, что промышленная цифровизация в России в 2020–2035 гг. будет носить скачкообразный характер и повлияет на инжиниринговые процессы, технологию управления производством, воздействуя на саму структуру производства. Ожидается, что реализация проекта «Технета» в России будет сопровождаться ростом эффективности производства. Так, по расчетам Минпромторга России, производительность труда в экономике страны к 2024 г. должна повыситься на 30%, а доля машин и оборудования в российском экспорте – увеличиться с 8 до 13%. Программа «Цифровая экономика 2024» также будет способствовать росту производительности труда. При этом многие российские предприятия («Ростехнологии», «Газпром», «Росатом», «Роснефть», «Сбербанк» и др.) сами стараются внедрить основные положения Программы «Индустрии-4.0» и «Цифровая экономика Российской Федерации».

Существенного роста сырьевого сектора в будущем не ожидается. Под воздействием выше приведенных процессов объемы производства в сырьевом секторе мировой и отечественной экономики в прогнозном периоде будут постепенно сокращаться. Особенно «выпукло» это воздействие будет

отражаться в мировой энергетике (в т.ч. в угольной промышленности России), так как технологические революции практически совпадают со сменой мировых энергетических циклов [7].

Укрупненная модель возможной реализации проекта «Индустрия-4.0» в угольной промышленности России

В угольной промышленности России, в соответствии с проектом «Индустрии-4.0», может быть реализована нижеследующая укрупненная модель. «Умный» угольный пласт «сообщает» исполнительному органу угольного комбайна текущие размеры и прочностные характеристики угольного пласта, наличие и величину нежелательных в нем твердых включений и т.д. На основе этой информации в режиме реального времени автоматически меняются, например, наклон резцов и другие параметры резания, скорость подачи исполнительного органа комбайна, а также вектор его перемещения по плоскости очистного забоя. «Разговаривая» с транспортной системой, угольный пласт указывает – по какому маршруту и какие транспортные средства должны быть задействованы для того, чтобы уголь был доставлен в нужную точку к требуемому времени для осуществления последующего производственного цикла. Кроме того, все машины и оборудование, применяемые на горном предприятии как составные части производственных киберфизических систем, могут подавать сигналы об износе их отдельных деталей и формировать через Интернет заказы на их изготовление, доставку и замену.

В соответствии с принципами программы «Индустрия-4.0» производственные затраты, в случае применения киберфизических систем, не будут зависеть от масштабов производства. Это предопределяет переход предприятий к децентрализованной модели производства, в которой сбор и обработка информации, а также принятие решений становятся все более автономными. Уровень автономности производственных систем в перспективном периоде будет постоянно расти, и в конечном итоге подобные системы будут преобразовываться в активные производственные «ячейки», способные самостоятельно управлять своими производственными процессами.

Для угольной промышленности реализация программы «Индустрия-4.0» не только обеспечивает реальную возможность применения так называемых безлюдных технологий добычи угля, но и предопределяет необходимость перехода к другим пространственно-планировочным решениям (например, криволинейным). Они основываются на применении системы «автономных производственно-технологических блоков» небольшой мощности, в совокупности представляющих производственную систему современной шахты или разреза. Фактически наступает время применения технологий «блок-стволов», которые еще в середине восьмидесятых годов XX в. были предложены академиком РАН В.В. Ржевским и академиком РАЕН А.С. Бурчаковым [8]. Более того, наступает время применения так называемых фронтальных агрегатов, опытные образцы которых активно испытывались на некоторых шахтах Кузбасса в конце XX в. Такие агрегаты легко поддаются роботизации на уровне проекта «Индустрии-4.0».

Вышеуказанные новаторские направления исследований проводились еще в 1980-е годы и были активно поддержаны государством в рамках реализации большого научно-технического проекта «Шахта будущего», руководимого учеными Московского горного института.

В настоящее время расширяется возможность создания роботизированных шахт. Это позволяет: во-первых, резко расширить области добычи угля; во-вторых, производство угля можно будет осуществлять в непрерывном, круглосуточном режиме; в-третьих, управление роботами может производиться с поверхности, из безопасных для человека мест. Кроме того, возможно создание программируемых роботов. Роботизация кардинально решает проблему безопасности на шахтах, не потребует постоянного присутствия людей под землей. Кроме того, роботизированные шахты могут добывать, помимо угля, еще и метан – ценный энергоноситель, без использования сложных и дорогостоящих систем дегазации пластов [9].

В настоящее время уже имеются положительные примеры применения элементов роботизации в производственных процессах и охране труда. Так, новосибирская научно-производственная фирма «Гранч», используя идею «Умного дома», разработала систему, позволяющую отслеживать места нахождения горняков в шахте с точностью до 20 м, а также осуществлять мониторинг концентрации метана. В случае наступления события – превышения допустимой концентрации метана – автоматически срабатывает система оповещения персонала, и принимаются меры, которые помогают нейтрализовать эту опасность. Накопленный компанией «Гранч» опыт в процессе работы для космической отрасли помог создать инфраструктуру датчиков, информационную сеть, которая функционирует в сложных условиях угольной шахты [10]. Данная система работает на шахтах Кузбасса.

В настоящее время в России проводятся работы по реализации проекта роботизированных карьеров. В частности, компания АО «ВИСТ Групп (Фонд «Сколково») уже несколько лет работает над проектом «Интеллектуальный карьер».

Элементы системы «Интеллектуальный карьер», востребованные уже в настоящее время, включают:

- систему предупреждения столкновений;
- роботизированные самосвалы;
- дистанционно-управляемое горное оборудование;
- систему дистанционного контроля и диагностики оборудования;
- систему контроля качества технологических дорог;
- систему управления и контроля качества полезных ископаемых;
- систему управления буровзрывных работ (БВР) на основе высокоточной навигации;
- систему управления промышленной безопасностью.

В состав системы «Интеллектуальный карьер» входят:

- I блок – автономные самосвалы, дистанционно-управляемая техника (экскаваторы, погрузчики, бульдозеры, буровые станки), автономный железнодорожный транспорт;
- II блок – Центр управления, включая: программное обеспечение управления автономной техникой; автоматическая диспетчеризация и оптимизация; рабочие места дистанционного управления;
- III блок – Система беспроводной передачи данных;
- IV блок – Системы высокоточной спутниковой и инерциальной навигации.

Этапы реализации проекта «Интеллектуальный карьер» следующие:

- роботизированная перевозка самосвалами горной массы по фиксированному маршруту между стационарными пунктами разгрузки-погрузки;
- роботизированная перевозка самосвалами горной мас-



сы между экскаваторами и пунктами разгрузки без оснащения дистанционным управлением экскаваторов и другой техники;

– роботизированная перевозка самосвалами горной массы с использованием дистанционно-управляемой техники (экскаваторы, бульдозеры, погрузчики и др.).

К настоящему времени автоматизированная система управления горнотехнологический комплекс («АСУ ГТК») «Карьер», являющаяся основой для построения роботизированного горного производства, внедрена в крупных горнодобывающих предприятиях России и СНГ. Среди них следующие компании: АО «СУЭК», АО «ХК «СДС-уголь», ОАО «Мечел-Майнинг», ОАО «Северсталь-Ресурс», ЗАО «Холдинг Сибуглемет», ОАО «УК «Кузбассразрезуголь», ЗАО «УК «Колмар», Лучегорский угольный разрез и др. Кроме того, разработан и успешно испытан на полигоне завода «БЕЛАЗ» дистанционно-управляемый самосвал (2010 г.). Создана секция научного совета РАН по вопросам Интеллектуального Горного Производства (2011 г.). Бортовое оборудование «АСУ ГТК» серийно поставляется на заводы ООО «ИЗ-КАРТЭКС» имени П.Г. Коробкова и «БЕЛАЗ». Подписаны соглашения с «БЕЛАЗ» о создании полигона и совместных работ по созданию самосвала-робота, об участии в проекте заявили компании АО «СУЭК» и АО «ХК «СДС-уголь» (2012 г.). Выпуск автономного самосвала и создание участков роботизированного горного производства предусмотрены в ближайшие годы.

Создание и ввод в эксплуатацию первого в России и СНГ роботизированного горного производства – системы «Интеллектуальный карьер» позволят: повысить производительность открытых горных работ; снизить производственные издержки; обеспечить безопасную добычу угля в труднодоступных и тяжелых по климатическим условиям регионах; «смягчить» проблему нехватки квалифицированных кадров.

Технологию «Умный разрез» внедряет на разрезе «Первомайский» (на участке Соколовского месторождения Кемеровской области) компания АО «ХК «СДС». На этом разрезе используется электронная система взрывания. Вскрытая порода направляется на засыпку отработанных пространств, а использование большегрузной техники позволяет снизить вредное воздействие на экологию. Эффективному использованию этой техники способствует система диспетчеризации работы на основе системы ГЛОНАСС. Рекультивация земли применяется в течение всего времени работы предприятия, здесь нет ни шума, ни пыли, как на других разрезах.

Крупнейший российский производитель – компания «ИЗ-КАРТЕКС имени П.Г. Коробкова» (группа ОМЗ) при-

ступила к выпуску карьерных электрических экскаваторов.

В целом горная промышленность весьма восприимчива к внедрению элементов проекта «Индустрии–4.0». Ещё в большей степени эффект от ее применения возможно получить при условии сочетания технологий 3D с беспилотными летательными аппаратами различного класса. Последние могут не только выполнять функции разведки, картографирования, учёта отработки запасов угля, но и доставки запасных частей для оборудования и машин, находящихся в состоянии аварийных или плановых ремонтов, а также текущей замены их износившихся деталей и узлов.

В угольной отрасли России с реализацией проекта «Индустрия–4.0», по сути, должен начаться процесс, который можно условно назвать «Реструктуризация – 2» [11], которая должна быть связана с предстоящим мировым технологическим прорывом. В процессе исследования авторами статьи подготовлена укрупненная систематизация возможных технологических решений по угольной промышленности, соответствующая основным направлениям этого глобального проекта.

Систематизация технологических решений для угольной промышленности России, вытекающих из реализации проекта «Индустрия-4.0»

Основываясь на применении в прогнозном периоде производственных киберфизических систем, обусловленных реализацией проекта «Индустрия–4.0», и намечаемых прорывных технологий, в процессе исследования мы подготовили укрупненную систематизацию технологических элементов для угольной промышленности (рис. 2).

Систематизацией (см. рис. 2) охвачены такие направления горного производства, как:

- разведка запасов и планирование горных работ;
- добыча угля;
- переработка угля и отходов производства;
- транспортирование угля и других грузов.

Отметим, что два главных элемента проекта «Индустрия–4.0» «прошивают» все процессы горного производства: «Интернет вещей», а также автоматизацию и роботизацию производственных процессов [12].

Систематизация элементов программы «Индустрия–4.0», приведенная в настоящей статье, не является исчерпывающей, однако она дает представление о масштабах и возможностях интенсификации процессов горного производства в будущих условиях реализации очередной промышленной революции. Приведенные технологические решения являются «базой» для создания интеллектуальной технологической платформы угольной промышленности, учитывающей новые достижения программы «Индустрия–4.0» и глобальной цифровизации, в которых новые технологические решения только фиксируются. В отличие от существующих платформ, в рамках ее поддержания должны проводиться научно-исследовательские работы по постоянному сопровождению таких проектов, как «Виртуальная шахта будущего», «Виртуальный разрез будущего», направленные на оптимизацию сочетания перспективных технологий, организационных, экономических и других решений. Вероятно, в период развития интеллектуальных технологий такая необходимость назрела.

Заключение

Для Программы «Индустрия–4.0» – четвертой промышленной революции характерно использование в промышленности возможностей так называемого «Интернета ве-

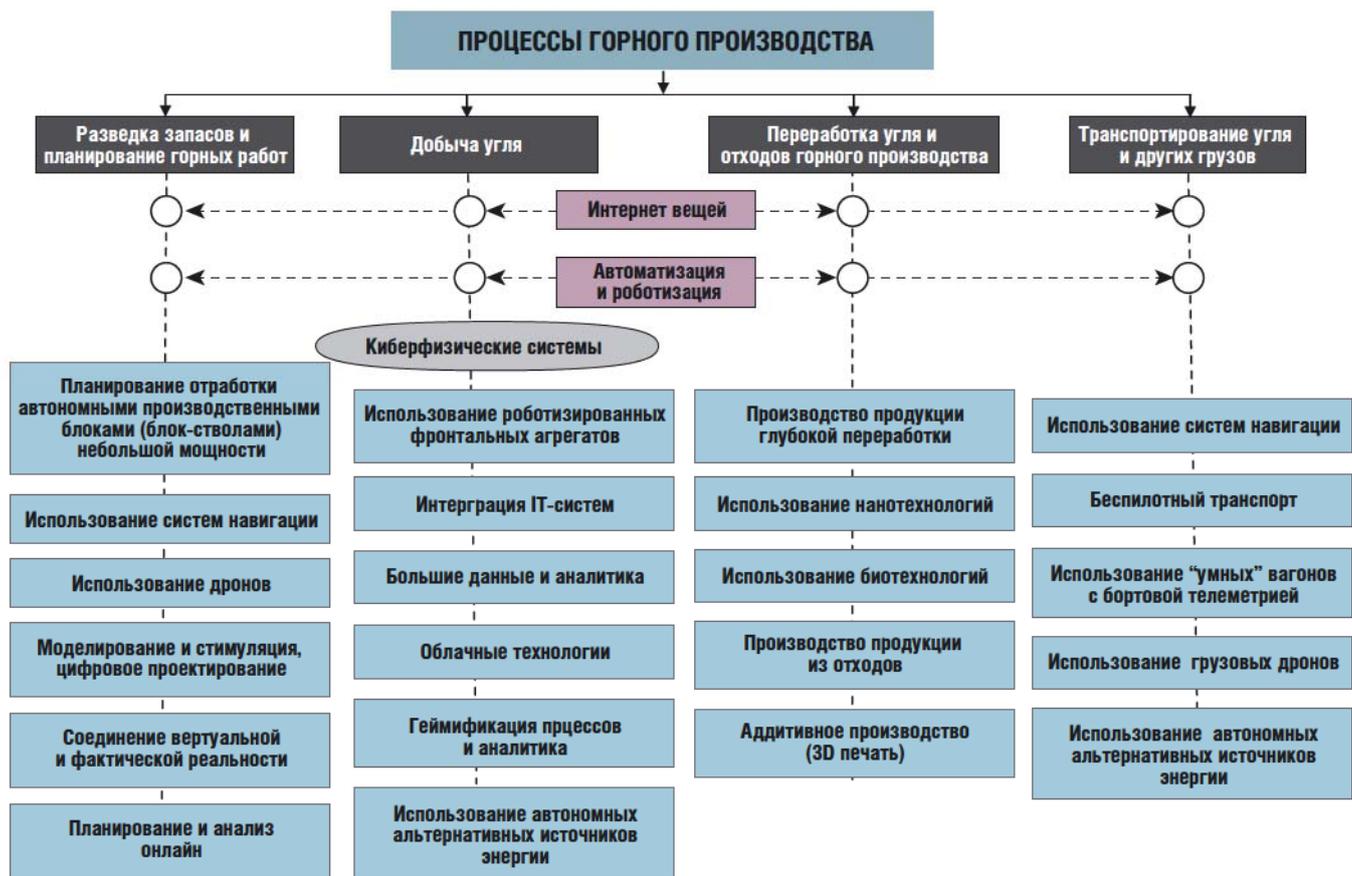


Рис. 2 Угруппенная систематизация основных элементов проекта «Индустрия-4.0 по базовым процессам горного производства»

щей» и применение «киберфизических систем» в производственных процессах. Реализация проекта «Индустрия-4.0» подразумевает создание «умной» промышленности, которая эволюционно развивалась от применения встроенных информационно-коммуникационных систем управления до киберфизических систем.

Цифровая экономика – это, своего рода, часть реализуемой в настоящее время Программы «Индустрия-4.0». Цифровая экономика будет развиваться за счет цифровых предприятий. Принятая Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» определяет развитие экономики до 2024 года.

Программы «Индустрия-4.0» и «Цифровая экономика» начали осуществляться во многих странах мира – США, Германии, Нидерландах, Великобритании, Южной Корее, Японии, Китае, Швеции и др. Лидером реализации Программы «Индустрия-4.0» является Германия, в экономике которой доля цифровых технологий к 2020 г. может составить до 90%.

В статье показано, что реализация этой Программы будет осуществляться во многих отраслях мировой экономики, включая и угольную промышленность. В России накоплен «положительный» опыт, связанный с внедрением проектов «Умная шахта» и «Умный разрез».

В угольной отрасли России с реализацией проекта «Индустрия-4.0» должен начаться процесс, который можно условно назвать «Реструктуризация – 2».

В процессе исследования авторами статьи подготовлена угруппенная систематизация технологических решений по угольной промышленности, которая соответствует основным направлениям реализации глобального проекта

«Индустрия-4.0» и позволяет приступить к формированию технологической платформы, включающей необходимость реализации проектов «Виртуальная шахта будущего» и «Виртуальный разрез будущего».

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ:

1. Плакиткин Ю.А. Прогнозные параметры развития энергетики как крупномасштабной системы глобального уровня // Доклад на X международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2017)». М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 02 октября – 04 октября 2017 г.
2. Плакиткин Ю.А., Плакиткина Л.С. Мировой инновационный проект «Индустрия-4.0» – возможности применения в угольной отрасли России. 1. Программа «Индустрия-4.0» – новые подходы и решения // М., Уголь. 2017. № 10. С.44-50.
3. Плакиткин Ю.А., Плакиткина Л.С. Глобальный инновационный процесс и его воздействие на ценовые и объемные параметры развития мировой энергетики и черной металлургии // Черная металлургия, Бюллетень научно-технической и экономической информации, 2017. Вып. 9 (1413). С. 3-11.
4. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. No 1632-р [Текст]: [утв. расп. Правительства РФ от 28 июля 2017 г. No 1632-р] – интернет портал <http://government.ru/> . – режим доступа: <http://government.ru/govworks/614/events/> .
5. Хиллер Б. «Индустрия 4.0 – умное производство будущего Опыт «цифровизации» Германии», выступление на VI Международном Форуме «Информационное моделирование для инфраструктурных проектов и развития бизнесов Большой Евразии» Москва, 7 июня 2017 г.
6. Путин рассказал о выделении 200 млрд рублей на ИТ в 2017 году <http://finam.ru>, 5 июля 2017 г.
7. Плакиткин Ю.А. Инновационная энергетика // Под ред. В.М. Батенина, В.В. Бушуева, Н.Н. Вороня разд. 1.2 «Прогнозирование технологических циклов в энергетике в динамике развития». М.: ИЦ «Энергия», 2017. 584 с.
8. Ржевский В.В., Бурчаков А.С. Вскрытие и отработка месторождения или шахтного поля блок-стволоми. М.: МГИ, 1984. 54 с.
9. Плакиткина Л.С. Современные направления инновационного развития в угольной отрасли России. – М.: ИИЭИ РАН, 2016. – 225 с.
10. Официальный сайт ООО НПФ «ГРАНЧ», (Новосибирск). Режим доступа: http://www.granch.ru/index.php?option=com_content&view=frontpage&Itemid=1
11. Плакиткин Ю.А., Плакиткина Л.С. Назрел ли второй этап реструктуризации угольной отрасли? Журнал «Уголь». 2016. № 6. С.65-68.
12. Плакиткин Ю.А., Плакиткина Л.С. Мировой инновационный проект «Индустрия-4.0» – возможности применения в угольной отрасли России. 3. Систематизация основных элементов проекта «Индустрия-4.0 по базовым процессам горного производства» (Окончание. Начало в журналах «Уголь», № 10 и 11, 2017). // Уголь. 2018. № 1. С.51-57.