

# Мировой инновационный проект «Индустрия-4.0» – возможности применения в угольной отрасли России. 1. Программа «Индустрия-4.0» – новые подходы и решения

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2017-10-00-00>

**ПЛАКИТКИН Юрий Анатольевич,**  
Доктор экон. наук, академик РАН,  
Заместитель директора по науке ИНЭИ РАН,  
113186, г. Москва, Россия,  
e-mail: [uplak@mail.ru](mailto:uplak@mail.ru)

**ПЛАКИТКИНА Людмила Семеновна,**  
Канд. техн. наук, член-корр. РАН,  
руководитель Центра исследования  
угольной промышленности мира и России ИНЭИ РАН,  
113186, г. Москва, Россия,  
e-mail: [luplak@rambler.ru](mailto:luplak@rambler.ru)

Возможный глобальный технологический рывок, позволяющий существенно повысить производительность труда в экономике и выйти на новый уровень ее развития, в последнее время связывают с реализацией программы «Индустрия-4.0». В первой статье публикуемого цикла показано, что период 2025-2028 гг. будет рубежным для мирового технологического развития, когда мировая экономика фактически «встанет» на новый трек своего глобального технологического развития. В статье проанализированы мировые промышленные революции и соответствующие мировые энергетические ступени, реализованные за прошедшие два столетия. Представлен опыт разработки программы «Индустрия-4.0» в технологически развитых странах. Установлено, что Германия, США, Япония и Китай уже приступили к реализации программы «Индустрия-4.0», заключающейся в широком применении интеллектуальных информационных технологий, под воздействием которых в промышленности будут осуществляться масштабные революционные преобразования. Авторами статьи приведены подходы и предложения, связанные с адаптацией программы «Индустрия-4.0» к угольной промышленности России, которые могут быть приняты в качестве основы для новой стратегии развития отрасли в период предстоящих мировых технологических преобразований.

**Ключевые слова:** прорыв, мировой инновационный процесс, угольная отрасль, мировые промышленные революции, проект «Индустрия-4.0», четвертая промышленная революция, «умное» производство, «Интернет вещей», киберфизические системы, программа «Цифровая экономика», новая стратегия развития угольной промышленности.

## ВВЕДЕНИЕ

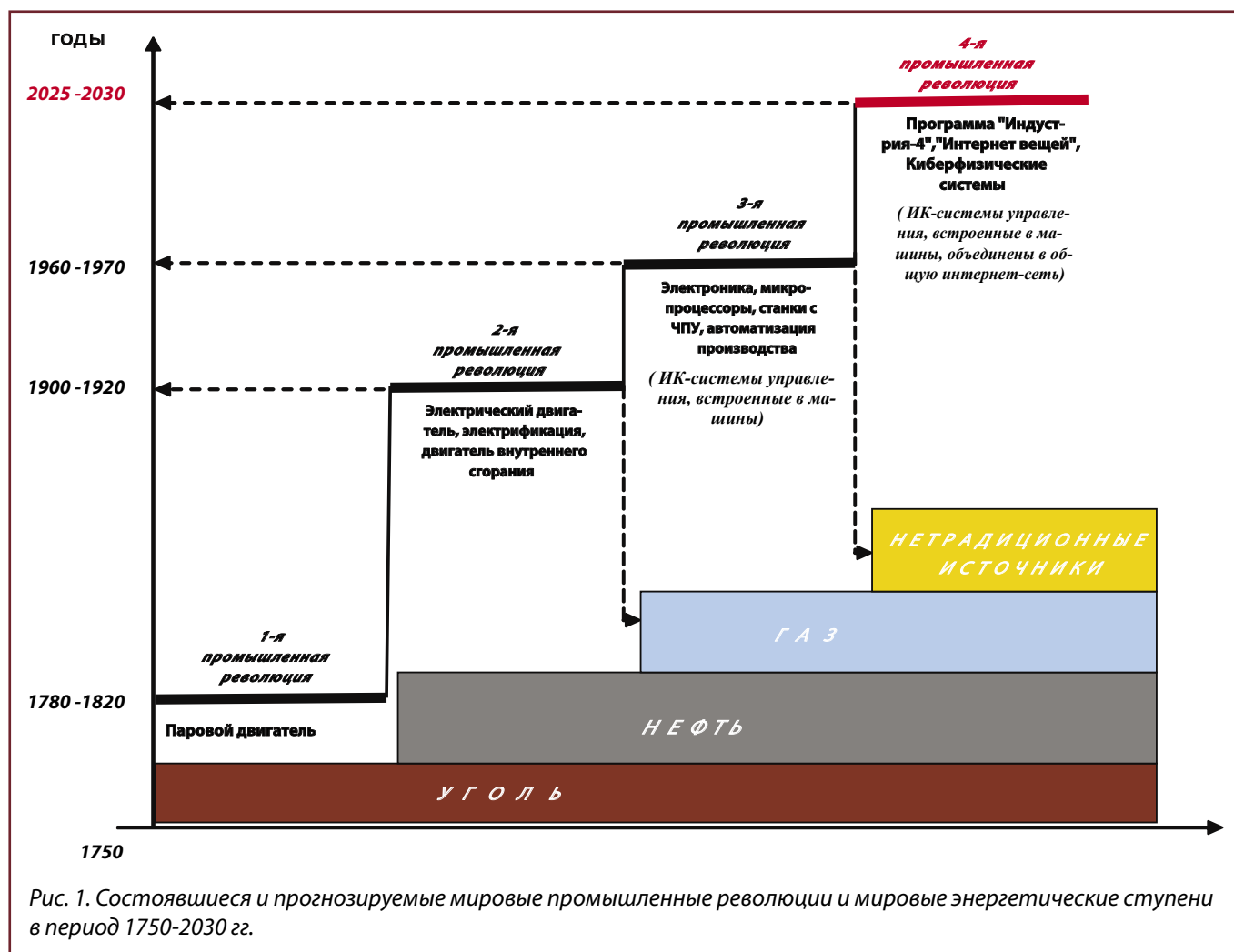
Выступая в г. Ярославле в День знаний, 1 сентября 2017 г., с открытым уроком «Россия, устремленная в будущее», Владимир Путин, подчеркивая необходимость качественного продвижения вперед, призвал творческие силы страны к прорыву, к рывку – перед лицом стоящих перед нами вызовов [1].

Один из главных технологических рывков в ближайшее время связан с внедрением программы «Индустрия-4.0».

На заседании в Аналитическом центре при Правительстве РФ 22 августа 2017 г., посвященном 295-й годовщине угольной промышленности, с докладом о главных направлениях мировой программы «Индустрия-4.0» (позволяющей добиться значительного рывка в промышленности и существенно повысить производительность труда в экономике) и адаптации ее к угольной промышленности России выступили авторы данной статьи.

Анализ инновационных технологий, проводимый в последнее время многими исследователями, свидетельствует о том, что период 2025-2028 гг. будет рубежным для мирового технологического развития. В этот период мировая экономика фактически «встанет» на новый трек своего технологического развития, на котором не объемы применяемых ресурсов (в том числе и топливно-энергетических), а эффективное управление ими станет главной доминантой мирового экономического развития [2].

Многие эксперты связывают такой переход с намерениями технологически развитых стран реализовать так называемую программу «Индустрия-4.0», которая заключается в широком применении индустриальных интеллектуальных технологий, под воздействием которых в промышленности будут осуществляться масштабные револю-



ционные преобразования. Достаточно большое количество аналитиков считают, что именно в этот период фактически произойдет четвертая промышленная революция.

### МИРОВЫЕ ПРОМЫШЛЕННЫЕ РЕВОЛЮЦИИ И МИРОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СТУПЕНИ

В настоящее время мировая экономика фактически находится на пороге реализации **четвертой промышленной революции** (англ. The fourth Industrial Revolution), целью которой являются объединение всех элементов производства и окружающей его среды в единую глобальную сеть «Интернет вещей» и включение в процесс управления производством искусственного интеллекта. «Умное» производство базируется на «умных» информационно-коммуникационных машинах и сетях, использующих большие массивы данных, усовершенствованные интерфейсы взаимодействия между человеком и компьютером, интеллектуальные датчики и 3D-печать, системы многоуровневого взаимодействия с клиентом и персонализации информации по клиентскому профилю, а также «облачные» сервисы и мобильные устройства. Они позволяют без участия человека обмениваться информацией, реагировать на нее самостоятельно и управлять производственными процессами [3].

Анализируя состоявшиеся мировые промышленные революции, можно выделить следующие основные их особенности. Относящаяся к действующему этапу разви-

тия **третья промышленная революция** произошла в 1960-1970-х гг. Она фактически заложила основу для развития современной мировой экономики и индустриальных технологий, использования электроники, ЭВМ, числового программного управления и микропроцессоров, позволяющих автоматизировать промышленное производство [4].

**Вторая промышленная революция** (начиная с 1870 г.) связана в основном с развитием массового индустриального производства, базирующегося на масштабной электрификации, конвейеризации производственных процессов. Для этого этапа характерны промышленное применение электрического двигателя и двигателя внутреннего сгорания, использование автомобильных дорог и автотранспорта, внедрение в массовое производство общедоступных потребительских товаров и услуг.

**Первая промышленная революция**, состоявшаяся в конце XVIII – начале XIX веков, была связана с заменой применения мускульной силы животных и человека энергией воды и пара. Именно в этот период начались промышленные разработки угольных месторождений. Уголь, используемый в паровых двигателях и турбинах, на протяжении многих лет был доминирующим мировым энергоисточником.

Состоявшиеся и прогнозируемые мировые промышленные революции и мировые энергетические ступени в период с 1750 по 2030 г. приведены на рис. 1.

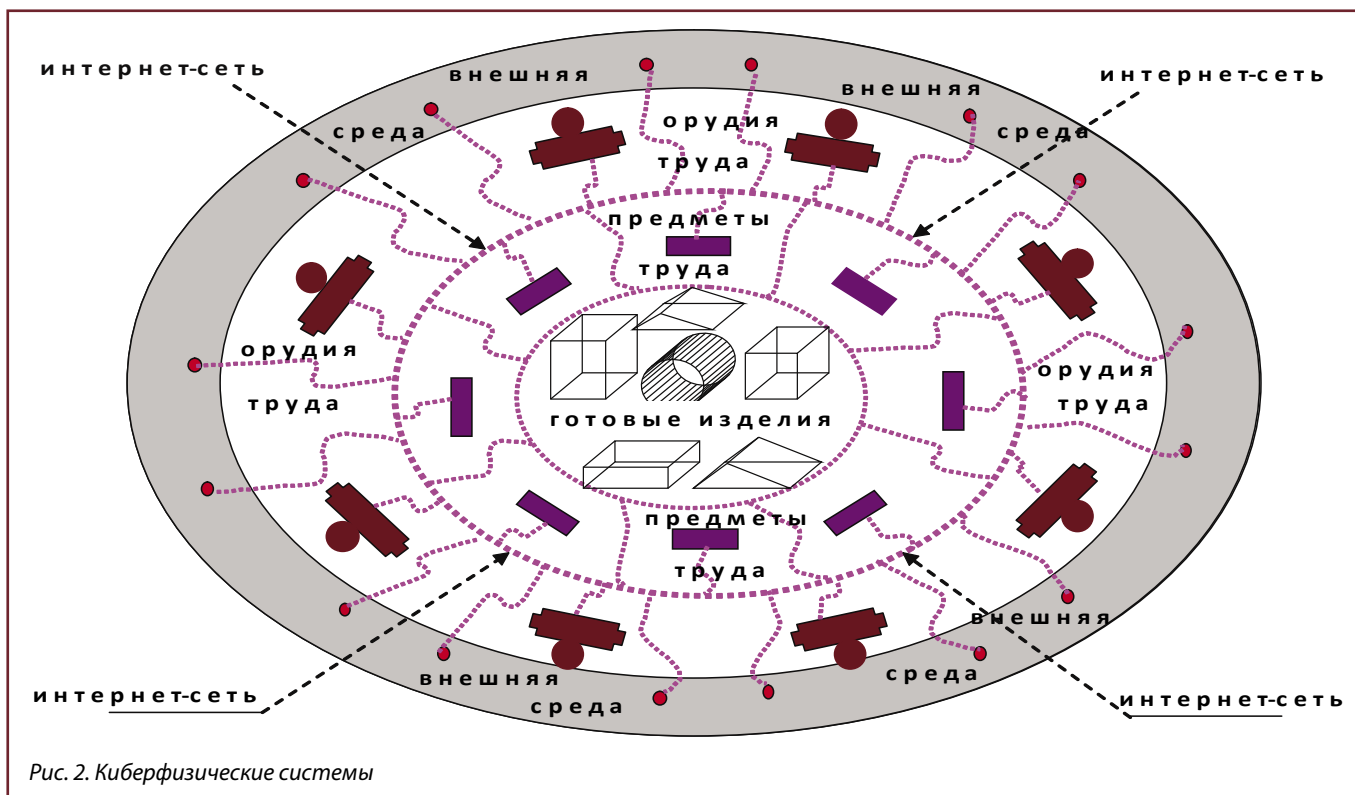


Рис. 2. Киберфизические системы

Существует «глубинная» связь реализации каждой промышленной революции с развитием глобальной энергетики [5]. Так, первая промышленная революция была связана с началом активного использования угольных энергоресурсов, вторая и третья, соответственно, с нефтяными и газовыми источниками энергии.

Для четвертой промышленной революции будет характерно начало активного применения нетрадиционных энергоисточников, что окажет существенное влияние на объемы и цены невозобновляемых энергоресурсов, в том числе и угольных.

Реализация проекта «Индустрия-4.0», осуществляемого в рамках четвертой промышленной революции, базируется на двух главных направлениях:

- **LoT** – «Интернет вещей» (англ. Internet of things), предусматривающий превращение всех компонентов производственной системы в активных пользователей Интернета;

- **CPS** – «киберфизические системы» (англ. Cyber-Physical Systems).

В первом случае речь идет о превращении всех компонентов производственной системы в активных пользователей Интернета.

Реализация проекта «Индустрия-4.0» подразумевает создание «умной» промышленности, которая связана с эволюцией от применения встроенных информационно-коммуникационных систем управления до киберфизических.

Встроенные системы и глобальные сети (Интернет) образуют основу киберфизических систем (рис. 2).

Киберфизические системы объединяют виртуальный и реальный миры для создания сетевого пространства, в котором «умные» объекты «разговаривают» друг с другом при их взаимодействии. На «умных» производственных предприятиях машины будут «понимать» свое окру-

жение путем информационного «общения» в рамках определенного протокола, как друг с другом, так и с логистическими системами потребителей и поставщиков. В случае изменения требований машины «самостоятельно» смогут принимать решения о перестройке соответствующего технологического процесса. В результате такие производственные системы будут способны осуществлять самодиагностику и самостоятельно себя ремонтировать, что в конечном итоге приведет к повышению гибкости и индивидуализации производства [6]. В целом производственные системы могут переконфигурироваться в совокупность автономных киберфизических ячеек, работающих на автономных источниках энергии.

#### РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТА «ИНДУСТРИЯ-4.0» В РАЗВИТЫХ СТРАНАХ

Понятие «Industrie-4.0» было впервые публично использовано на промышленной выставке в Ганновере в 2011 г. Это один из 10 «Проектов будущего», определенный Правительством Германии в рамках «Высокотехнологичной стратегии – 2020» [7].

Децентрализованное автономное производство в режиме реального времени впервые соприкоснулось с необходимостью своей реализации именно в Германии по двум причинам: ведущая роль ФРГ на мировом рынке обрабатывающей промышленности и техническое лидерство в области промышленных исследований и развития производства.

Правительство Германии планирует реализовать проект «Индустрия-4.0» уже в ближайшие 10-15 лет. Для этого Федеральное министерство экономики и энергии ФРГ создало рабочую группу «Индустрия-4.0» – группу по «умным» сервисам (англ. «Smart Services»), которая с 2012 г. начала активную деятельность. В 2014 г. федеральными министерствами экономики и энергии, внутренних дел, транспорта

и информационных технологий Германии была выпущена «Цифровая повестка дня» в период с 2014 по 2017 г. Реализация программы поддержки «Индустрия-4.0» – «Smart Service Wet II» – «Мир «умных сервисов II» была объявлена в 2017 г. [8].

В качестве научно-исследовательского потенциала проекта «Индустрия-4.0» Министерством образования и научных исследований (BMBF) Германии созданы:

– **Индустриально-научный исследовательский альянс**, выступающий в качестве консультативной группы, объединяющей ведущих представителей науки и промышленности для продвижения межминистерской инновационной высокотехнологичной стратегии;

– **Национальная академия науки и производства (Acatech)**, представляющая интересы немецких научных и технологических сообществ как в самой Германии, так и за рубежом, поддерживающая видных политиков и общественных деятелей и осуществляющая квалифицированную техническую экспертизу и разработку прогнозных рекомендаций;

– **Немецкий центр исследования искусственно-го интеллекта (DFKI)**, являющийся ведущим научно-исследовательским центром Германии в области инновационных промышленных технологий и программного обеспечения с использованием искусственного интеллекта;

– **Фраунгоферовское общество прикладных исследований Германии (Fraunhofer-Gesellschaft)**, объединяющее 66 институтов, для исследования практической полезности.

В соответствии с утвержденной Программой Правительства Германии в период до 2035 г. определены четыре основополагающие 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 «Индустрия-4.0» являются: развитие цифрового проектирования и моделирования, 3D-печать и роботизация.

Существенное преимущество проекта «Индустрия-4.0» состоит в возможности ее поэтапного внедрения на промышленных предприятиях. На начальном этапе переоснащение можно начинать с нескольких единиц оборудования, а затем продолжить его путем возрастающего внедрения киберфизических систем. Это позволяет преобразовать все предприятие без его остановки. Под преобразованием предприятия подразумевается: оснащение всего оборудования датчиками, установка системных компонентов с миниатюрными серверами и замена применяемой шинной системы. На этих предприятиях будет использоваться новое поколение легких интеллектуальных роботов, работающих вместе с персоналом и не вызывающих дополнительной опасности. Предполагается, что первые предприятия, работающие на принципах «Индустрия-4.0», в Германии появятся уже в 2021-2022 гг., а к 2025 г. будет осуществлено масштабное промышленное внедрение киберфизических систем. В результате ФРГ станет одним из ведущих мировых поставщиков этих систем, может быть, и основным.

В результате реализации программы «Индустрия-4.0» в предстоящие четыре года в Германии планируется повысить производительность труда в среднем на 18%. При этом степень «цифрования» в экономике страны и создание цифровых бизнес-моделей собираются увеличить до 82% к 2021 г. (ныне 33%). Принятие решений на основе цифровых данных (моделей) предусматривается увеличить до 90% к 2020 г. по сравнению с 52% в 2016 г.

С целью реализации проекта «Индустрия-4.0» в Германии в период до 2020 г. предусмотрено финансирование в размере около 900 млрд дол. США. Инвестиции должны быть вложены в цифровые технологии, датчики и устройства связи, программы и приложения, системы управления производством, обучение сотрудников и т.д.

Новый установленный инновационно-технологический импульс, который должен быть реализован в Германии на рубеже 2025-2026 гг., – это не что иное, как начало четвертой мировой промышленной революции, связанной с реализацией программы «Индустрия-4.0».

В других странах в направлении реализации программы «Индустрия-4.0» также имеются реальные положительные достижения. Так, в США еще в 2014 г. был образован консорциум промышленного Интернета (англ. Industrial Internet), продвигающий в практическом направлении «Интернет вещей». В последнее время американские предприятия планируют направлять больше средств на разработку революционных бизнес-моделей, внедряя проекты цифровизации своих товаров и услуг.

В Китае утверждена и действует промышленная концепция «Китайское производство 2025», где поставлена задача «подтянуть» всю промышленность, включая угольную отрасль, до уровня, соответствующего третьему укладу, а к 2025 г. прорваться к четвертому промышленному укладу. Китай может получить максимальный эффект от автоматизации и цифровизации производственных процессов.

В Японии на правительственном уровне обсуждаются концепции «Connected Factories», предполагающие использование на «умных» предприятиях Интернет-сетей, связывающих мини-компьютеры, встроенные в оборудование. Японские и немецкие компании дальше всех продвинулись в цифровизации внутренних операций. Они разработали цифровую совместимость, поддерживающую сквозные процессы с партнерами по горизонтальной цепочке создания стоимости. Вкладывая огромные средства и технологии в обучение персонала, они рассматривают цифровую трансформацию главным образом с точки зрения повышения операционной эффективности, сокращения затрат и контроля качества.

В России аналогом немецкой программы «Индустрия-4.0» является формируемый Правительством технологический трек «Технет» национальной технологической инициативы, 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 инженеринговые процессы, технологию управления производством, воздействуя на саму структуру производства. Ожидается, что реализация проекта «Технет» в России будет сопровождаться ростом эффективности производства. Так, по расчетам Минпромторга России, производительность труда в экономике к 2024 г. должна повыситься на 30%,



а доля машин и оборудования в российском экспорте должна увеличиться с 8 до 13%. При этом существенного роста сырьевого сектора в будущем не ожидается.

31 июля 2017 г. в России была утверждена программа «Цифровая экономика», включенная в перечень основных направлений развития России до 2025 г. [9]. В соответствии с этой Программой к 2024 г. в России должны эффективно работать не менее 10 конкурентоспособных на мировом рынке высокотехнологичных компаний и столько же индустриальных цифровых платформ, включая цифровые медицинские учреждения, «умные города» и другое, а также в сфере цифровых технологий не менее 500 средних и малых предприятий. Проект «Цифровая экономика» подразумевает предоставление особого правового режима для компаний, работающих в этой сфере. В соответствии с программой «Цифровая экономика» высшие учебные заведения в период до 2024 г. должны выпустить не менее 120 тыс. IT-специалистов. В этот же период предусмотрено на реализацию не менее 30 исследовательских проектов с объемом бюджета около 100 млн руб. [9].

Принятая Правительством РФ программа «Цифровая экономика» фактически может служить отправной точкой для будущих технологических прорывных новаций в угольной промышленности.

Из анализа представленных намерений по выполнению программы «Индустрия-4.0» в основных технологически развитых странах мира следует, что прогнозные сроки ее реализации фактически отражают смысловую суть инновационно-технологического импульса, полученного путем моделирования интенсивности мирового инновационно-технологического процесса. В целом, под воздействием вышеприведенных 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, так как технологические революции практически совпадают со сменой мировых энергетических циклов.

При этом цены на нефть, вошедшие в нынешнем периоде в стадию падения, продолжают долгосрочное снижение. Однако это падение не будет носить «катастрофического» характера, оно будет постепенным [10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17]. Так, по нашим прогнозам, в 2035-2040 гг. мировая цена нефти будет находиться на уровне 35-37 дол. США/бар. [18], а объемы потребления нефти будут постепенно снижаться.

В силу высокой зависимости объемов потребления угля и цен на них от мировых объемов потребления и цен нефти можно предположить, что вслед за снижением этих показателей начнется аналогичный процесс и по углю.

### **ВОЗМОЖНЫЕ ПОДХОДЫ И РЕШЕНИЯ К РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА «ИНДУСТРИЯ-4.0» ПРИМЕНИТЕЛЬНО К УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ**

В угольной промышленности России, в соответствии с проектом «Индустрия-4.0», могут быть использованы следующие укрупненные подходы к его реализации. «Умный» угольный пласт через «Интернет вещей» «сообщает» исполнителю 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» в Интернет-сети 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.

Будущий технологический импульс, основанный на использовании 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 их изготовление и, соответственно, цен предложения.

Производственные затраты, в случае применения киберфизических систем, не зависят 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 малые производственные «ячейки», способные самостоятельно управлять своими производственными процессами.

В целом необходимый уровень производства товаров на «умном» предприятии может обеспечиваться системой автономных производственных «ячеек». Гибкость киберфизических систем позволяет в режиме реального времени реагировать на внутренние и внешние изменения путем оптимизации собственных производственных процессов. «Понимание» применяемыми машинами текущей ситуации создает принципиально новое качество производства. Взаимодействие между интеллектуальными машинами позволит вырабатывать варианты решений, которые ранее невозможно было бы и запрограммировать.

Для угольной промышленности России 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), основанным на внедрении системы «автономных производственно-технологических блоков» небольшой мощности, в совокупности представляющих производственную систему современной шахты или разреза. Фактически наступает время использования технологий «блок-стволов», которые еще в середине 1980-х годов были предложены академиком РАН В.В. Ржевским и академиком РАН А.С. Бурчаковым [19]. Более того, наступает время применения так называемых фронтальных агрегатов, опытные образцы которых активно испытывались на некоторых шахтах Кузбас-

са в конце XX века. Такие агрегаты легко поддаются роботизации на уровне реализации проекта «Индустрия-4.0».

Отметим, что вышеуказанные новаторские направления исследований были активно поддержаны государством в 1970-1990 гг. в рамках реализации большого научно-технического проекта «Шахта будущего», руководимого учеными Московского горного института и Института горного дела им. А.А. Скочинского.

В целом горная промышленность весьма восприимчива к внедрению элементов проекта «Индустрия-4.0». Еще в большей степени эффект от ее применения возможно получить при условии сочетания с соответствующими технологиями, например с 3D-печатью, беспилотными летательными аппаратами различного класса. Последние могут быть использованы не только для выполнения функции разведки, картографирования, учета отработки запасов угля, но и для доставки запасных частей для оборудования и машин, находящихся в состоянии аварийных или плановых ремонтов, а также текущей замены их износившихся деталей и узлов.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В первой статье предлагаемого цикла исследований, посвященного реализации мирового инновационного процесса и его воздействию на угольную отрасль России, приведены результаты анализа мировых направлений проекта «Индустрия-4.0».

Актуальность его реализации подчеркивается необходимостью совершения «прорыва, рывка», одним из которых может явиться внедрение программы «Индустрия-4.0» применительно к угольной отрасли России. Передовые в технологическом отношении страны мира, среди которых Германия, Китай, США и другие, активно разрабатывают и внедряют проект «Индустрия-4.0». С этой целью они финансируют научно-исследовательские и проектные работы, а также приступили к широкомасштабному процессу перестройки программ подготовки кадров, в том числе высшей квалификации. По замыслам стран-разработчиков и стран-участников программы «Индустрия-4.0», это позволит им не только «вписаться» в будущий технологический скачок, ожидаемый в 2025-2030 гг., но и получить экономические выгоды.

Несмотря на кажущийся технологический консерватизм, горная промышленность и, в частности, угольная промышленность достаточно восприимчивы к основным технологическим решениям, заложенным в проект «Индустрия-4.0». Фактически для угольной отрасли возникает возможность реализации идей о «безлюдной» выемке, криволинейных пространственно-планировочных решениях, которые в 1970-1990 гг. были высказаны передовыми советскими учеными и горными инженерами-практиками.

В настоящее время Правительством РФ принята Программа «Цифровая экономика», включенная в перечень основных направлений развития России до 2025 г., которая в какой-то степени отражает основные подходы, заложенные в проекте «Индустрия-4.0». Однако до настоящего времени отсутствуют подготовленные государственным регулятором индикаторы, позволяющие, с одной стороны, служить долгосрочными «сигналами» для угольного бизнеса, а с другой стороны – осуществлять контроль хода реализации этой программы на отраслевом уровне.

В этой связи необходимо сформулировать требования к достижению прогнозных показателей развития угольной отрасли, соответствующих реализации программ «Индустрия-4.0». Результатам разработки этих требований и формированию на их основе новых индикаторов долгосрочного развития угольной отрасли России будет посвящена последующая публикация.

*(Продолжение следует)*

### Список литературы

1. Урок Путина: нужен прорыв, иначе нас сомнут // Деловая газета «Взгляд» от 01.09.2017. URL: <http://www.vz.ru/politics/2017/9/1> (дата обращения: 15.09.2017).
2. 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 научнотехнической и экономической информации), сентябрь, 2017.
3. Бернд Хиллер «Индустрия-4.0» – умное производство будущего. Опыт «цифровизации» Германии / Материалы VI Международного форума «Информационное моделирование для инфраструктурных проектов и развития бизнесов Большой Евразии» (7 июня 2017 г., Москва, Россия).
4. Егоров Н. Как Интернет привел к промышленной революции // Газета.ru от 02.06.2017.
5. Плакиткин Ю.А. Прогнозирование технологических циклов в энергетике в динамике развития (Раздел 1.2) в книге: Инновационная энергетика / под ред. В.М. Батенина, В.В. Бушуева, Н.Н. Воропая. М.: ИЦ «Энергия», 2017. С. 62-70.
6. «Machinery that repairs itself». URL: <http://www.phys.org/news/2017-09-machinery.html> (дата обращения: 15.09.2017).
7. Доктор Бенно Бунзе, «Industrie-4.0» – умное производство будущего (Государственная Hi Tech Стратегия 2020, Германия), 27 февраля 2016 г.
8. Plattform «Industrie-4.0» – Startseite. URL: <http://www.plattform-i40.de/2017-09> (дата обращения: 15.09.2017).
9. Медведев утвердил программу «Цифровая экономика». URL: <http://www.rbc.ru/rbcfreeneews>, 31 июля 2017 г. (дата обращения: 15.09.2017).
10. BP Statistical Review of World Energy June 2017. URL: <http://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf> (дата обращения: 15.09.2017).
11. Energy Prices and Taxes // International Energy Agency Statistics, OECD/IEA, 2016. URL: [http://www.iea.org/bookshop/713-Energy\\_Prices\\_and\\_Taxes\\_-\\_ANNUAL\\_SUBSCRIPTION\\_2016](http://www.iea.org/bookshop/713-Energy_Prices_and_Taxes_-_ANNUAL_SUBSCRIPTION_2016) (дата обращения: 15.09.2017).
12. Coal Infotmation 2016 // International Energy Agency Statistics, OECD/IEA, 2016. URL: [http://wds.iea.org/wds/pdf/Coal\\_Documentation.pdf](http://wds.iea.org/wds/pdf/Coal_Documentation.pdf) (дата обращения: 15.09.2017).
13. Key World Energy Statistics 2016 // OECD/IEA, 2016. URL: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2016.pdf> (дата обращения: 15.09.2017).
14. Плакиткин Ю.А. Цена на нефть и выбор вариантов долгосрочного развития крупномасштабных систем энергетики / Материалы Девятой международной конференции (3-5 октября 2016 г., Москва, Россия). ИПУ РАН. Т. 1. 106 с.
15. Плакиткин Ю.А. Цены на нефть меняют вектор развития глобальной энергетики // Экономический вестник России. 2016. № 4. С. 4-9.

16. Плаkitкин Ю.А. Цены на нефть: перспектива падения возможна // Вестник РАЕН. 2013. Т. 13. № 1. С. 52-57.

17. Плаkitкин Ю.А. Мировая экономика: снижение цен на нефть возможно // Нефтегазовая вертикаль. 2012. № 21. С. 64-69.

18. Плаkitкина Л.С., Плаkitкин Ю.А. Монография «Угольная промышленность мира и России: анализ, тенденции и перспективы развития». М.: ЛИТТЕРРА, 2017. 374 с.

19. Ржевский В.В., Бурчаков А.С. Вскрытие и отработка месторождения или шахтного поля блок-стволами. М.: МГИ, 1984. 54 с.

UDC 658.589:622.3(100) © Yu.A. Plakitkin, L.S. Plakitkina, 2017  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2017, № 10, pp. 00-00

#### Title

**THE INDUSTRY-4.0 GLOBAL INNOVATION PROJECT'S POTENTIAL FOR THE COAL INDUSTRY OF RUSSIA.**

**1. INDUSTRY-4.0 PROGRAM – NEW APPROACHES AND SOLUTIONS**

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2017-10-00-00>

#### Authors

Plakitkin Yu.A.<sup>1</sup>, Plakitkina L.S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ERI RAS, Moscow, 117186, Russian Federation

#### Authors' Information

**Plakitkin Yu.A.**, Doctor of Economic Sciences, Professor, RANS Member of RAS, Deputy Director, e-mail: [uplak@mail.ru](mailto:uplak@mail.ru)

**Plakitkina L.S.**, PhD (Engineering), Corresponding member of the Russian Academy of Natural Sciences, Head of Center a Research of World and Russia of the Coal Industry, e-mail: [luplak@rambler.ru](mailto:luplak@rambler.ru)

#### Abstract

The eventual global technology breakthrough that allows to increase significantly the labour productivity in the economy and to reach the new level of its development has recently been associated with the implementation of the Industry-4.0 program. The first article of the published cycle shows that the period from 2025 to 2028. will be a milestone for the global technological development, when the world economy will actually “take” the new path of its global technological development. The article analyzes the global industrial revolutions and the relevant global energy steps implemented over the past two centuries. It presents the experience of the Industry-4.0 program development in technologically advanced countries. The article authors offered the approaches and proposals associated with the Industry-4.0 program adaptation to the Russian coal industry, which can be taken as a basis for the new industry development strategy during the upcoming global technological changes.

#### Keywords

Breakthrough, global innovation process, Coal industry, Global industrial revolutions, Industry-4.0 project, The fourth industrial revolution, Smart production, Internet of Things, Cyberphysical systems, The Digital Economy program, New strategy of the coal industry development.

#### References

1. Urok Putina: nuzhen proryv, inache nas somnut [Putin's lesson: we need a breakthrough, otherwise we will be overrun]. *Delovaya gazeta "Vzglyad"* - "Business newspaper "Vzglyad", issue of September, 01, 2017. Available at: <http://www.vz.ru/politics/2017/9/1> (accessed 15.09.2017).
2. Plakitkin Yu.A., Plakitkina L.S. Global'nyy innovatsionnyy protsess i ego vozdeystvie na tsenovyye i ob'emnyye parametry razvitiya mirovoy energetiki i chernoy metallurgii [Global innovation process and its effect on price and volume parameters of the world energy and ferrous metallurgy development]. *Chernaya metallurgiya – Ferrous metallurgy (Bulletin of scientific, technical and economic information)*, September, 2017.
3. Bernd Hiller «Industriya-4.0» - umnoe proizvodstvo budushchego. Opyt «tsifrovizatsii» Germanii [Industry-4.0 is a smart production of the future. Experience of Germany's "digitalization"]. Documents of the 6th International Forum «Information Modelling for Infrastructure Projects and Business Development of Greater Eurasia», June, 7, 2017, Moscow, Russian Federation.
4. Egorov N. Kak Internet privel k promyshlennoy revolyutsii [How the Internet led to the industrial revolution]. *Gazeta.ru*, June, 02, 2017.

5. Plakitkin Yu.A. *Prognozirovanie tekhnologicheskikh tsiklov v energetike v dinamike razvitiya* (Razdel 1.2) v knige: Innovatsionnaya energetika [Forecasting technological cycles in the energy sector in the development dynamics (Section 1.2) in the book: Innovative energy]. Edited by Batenin V.M., Bushuev V.V., Voropay N.N., Moscow, Publishers Centre «Energia», 2017, pp. 62-70.

6. Machinery that repairs itself. Available at: <http://www.phys.org/news/2017-09-machinery.html> (accessed 15.09.2017).

7. Dr. Benno Bunse, «Industrie-4.0» – umnoe proizvodstvo budushchego (*Gosudarstvennaya Hi Tech Strategiya 2020, Germaniya*) [Industrie-4.0 – Smart Production of the Future (National Hi Tech Strategy 2020, Germany)], February, 27, 2016.

8. Plattform «Industrie-4.0» – Startseite. Available at: <http://www.plattform-i40.de/2017-09> (accessed 15.09.2017).

9. Medvedev approved the Digital Economy Program. Available at: <http://www.rbc.ru/rbcfreenews>, July, 31, 2017 (accessed on: 15.09.2017).

10. BP Statistical Review of World Energy, June 2017. Available at: <http://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf> (accessed 15.09.2017).

11. Energy Prices and Taxes. International Energy Agency Statistics, OECD/IEA, 2016. Available at: [http://www.iea.org/bookshop/713-Energy\\_Prices\\_and\\_Taxes\\_-\\_ANNUAL\\_SUBSCRIPTION\\_2016](http://www.iea.org/bookshop/713-Energy_Prices_and_Taxes_-_ANNUAL_SUBSCRIPTION_2016) (accessed 15.09.2017).

12. Coal Information 2016. International Energy Agency Statistics, OECD/IEA, 2016. Available at: [http://wds.iea.org/wds/pdf/Coal\\_Documentation.pdf](http://wds.iea.org/wds/pdf/Coal_Documentation.pdf) (accessed 15.09.2017).

13. Key World Energy Statistics 2016. OECD/IEA, 2016. Available at: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2016.pdf> (accessed 15.09.2017).

14. Plakitkin Yu.A. *Tsena na nef't' i vybor variantov dolgosrochnogo razvitiya krupnomasshtabnykh sistem energetiki* [Oil price and choice of options for long-term development of large-scale energy systems]. Documents of the Ninth International Conference (October, 3-5, 2016, Moscow, Russia). Institute of Control Sciences of RAS, Vol. 1, 106 p.

15. Plakitkin Yu.A. Tseny na nef't' menyayut vektor razvitiya global'noy energetiki [The oil prices change the global energy development vector]. *Economicheskii Byulleten Rossii – Economic Bulletin of Russia*, 2016, no. 4, pp. 4-9.

16. Plakitkin Yu.A. Tseny na nef't': Perspektiva padeniya vozmozhna [Oil prices: Fall expectations]. *Vestnik RAEN – Bulletin of the Russian Academy of Natural Sciences*, 2013, Vol. 13, no. 1, pp. 52-57.

17. Plakitkin Yu.A. Mirovaya ekonomika: Snizhenie tsen na nef't' vozmozhno [The world economy: Fall in oil prices is possible]. *Neftgazovaya vertical - Oil and gas vertical*, 2012, no. 21, pp. 64-69.

18. Plakitkina L.S. & Plakitkin Yu.A. Монография «Угольная промышленность мира и России: анализ, тенденции и перспективы развития» [Monograph «The World's and Russia's Coal Industry: Analysis, Trends and Development Prospects»]. Moscow, LITERRA Publ., 2017, 374 p.

19. Rzhvesky V.V. & Burchakov A.S. *Vskrytie i otkrorka mestorozhdeniya ili shakhtnogo polya blok-stvolami* [Opening and working of a deposit or a mine field using clusters]. Moscow, MGI Publ., 1984, 54 p.