

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 см. журналы «Уголь», № 10-2017, с. 44-50, № 11-2017, с. 46-53)

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2018-1-51-57>

ПЛАКИТИН Юрий Анатольевич

Доктор экон. наук, академик РАЕН,
заместитель директора по науке ИНЭИ РАН,
117186, г. Москва, Россия, e-mail: uplak@mail.ru

ПЛАКИТИНА Людмила Семеновна

Канд. техн. наук, член-корр. РАЕН,
руководитель Центра исследования
угольной промышленности мира и России ИНЭИ РАН,
117186, г. Москва, Россия, e-mail: luplak@rambler.ru

В статье представлены результаты исследований авторов по оценке стоимости инноваций в прогнозном периоде. Показана взаимосвязь инноваций с инвестициями, направляемыми в сектора мировой экономики. Приведены основные прорывные технологии предстоящего периода времени, а также оценка их влияния на объемы производства в отраслях ТЭК. Особое значение авторы статьи в своих исследованиях уделили систематизации технологических решений, которые могут быть реализованы в угольной промышленности России. Показано, что эти решения могут базироваться на реализации в предстоящем периоде времени основных направлений проекта «Индустрия-4.0», включая прорывные технологии, комплектующие производственные киберфизические системы. Авторы статьи приводят аргументацию возмож员ости применения в прогнозном периоде технологических решений, наработанных российскими учеными в 1980-х годах. Обосновано, что в новых условиях технологические платформы в угольной отрасли должны быть построены не как набор отдельных технологических решений, а как система технологических элементов, в которой достигается их оптимальное сочетание. Установлено, что подобная система ранее существовала как постоянно поддерживаемый интеллектуальный проект «Шахта будущего». Ключевые слова: стоимость инноваций, инвестиции, прорывные технологии, систематизация технологических решений, технологические платформы, угольная промышленность, процессы горного производства, проект «Индустрия-4.0», искусственный интеллект, киберфизические системы, производственные блоки, интеллектуальные системы.

ВВЕДЕНИЕ

Приведенные в предыдущей статье индикаторы развития угольной промышленности России, соответствующие будущим мировым технологическим преобразованиям и мировому технологическому прорыву, представляют собой требуемые финансово-экономические ориентиры функционирования отрасли в прогнозном периоде [1]. На основе соизмерения с планируемыми результатами эти индикаторы позволяют угальному бизнесу оценивать по совокупности параметров свой потенциал по дальнейшей работе на угольном рынке. Вместе с тем такие ориентиры должны быть «подкреплены» планируемыми технологическими решениями, способными обеспечить требуемый уровень развития отрасли.

В этой связи авторы настоящей статьи провели исследования по выявлению прорывных технологий, которые могут комплектовать производственные киберфизические системы, являющиеся в совокупности с промышленным Интернетом «вещей» основой реализации проекта «Индустрия-4.0» [2]. Эти технологии и сочетающиеся с ними прочие технологические решения явились основой при разработке укрупненной систематизации технологических элементов по базовым процессам горного производства. Представленная классификация не является всеобъемлющей, однако она может задать вектор будущих технологических преобразований в отрасли. Эти преобразования, по мнению авторов, должны стать основой для подготовки новой редакции Стратегии развития угольной промышленности, учитывающей масштабные мировые технологические преобразования будущего периода [3].

ЗАПРОС МИРОВОЙ ЭКОНОМИКИ НА НОВЫЕ ИНВЕСТИЦИИ И ИННОВАЦИИ

В предыдущей статье [1] приведены основные требования, которые предъявляются к параметрам развития угольной промышленности России в период прогнозируемого мирового инновационно-технологического прорыва. Главными показателями, отражающими суть будущих преобразований, являются высокий рост производительности труда, снижение стоимости выпускаемой продукции и существенное повышение эффективности инвестиций. Причем последнее достигается как за счет увеличения единичной

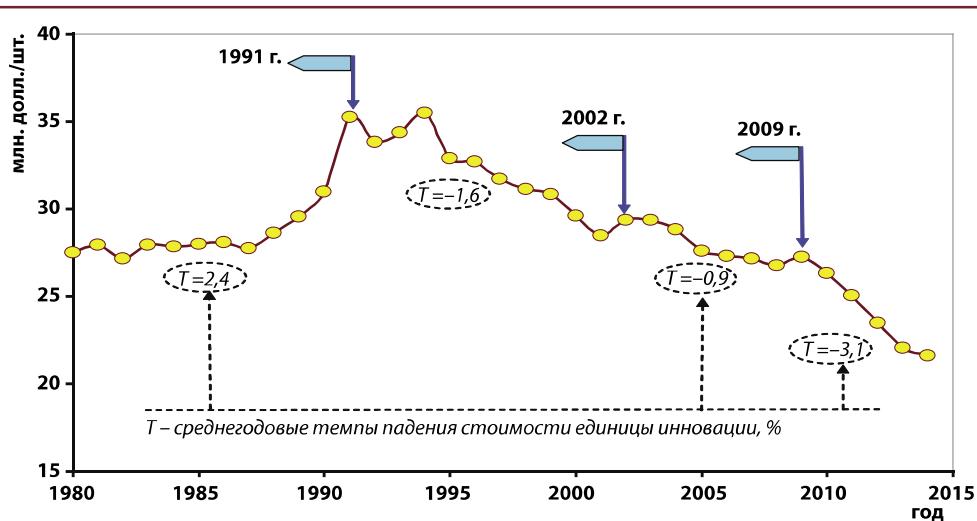


Рис. 1 Динамика стоимости (по ВВП) единицы инновационного потока (оценка по мировому ВВП, отнесенному к мировому потоку патентных заявок), млн дол. США /шт.

производительности, так и за счет снижения стоимости используемых инновационных товаров. Подтверждается ли это положение современным статистическим анализом инновационного развития? Да, подтверждается.

В процессе исследования авторами настоящей статьи был проведен анализ динамики отношения ВВП мира к годовому потоку, так называемых мировых «тройных» технологических патентных заявлений. Динамика этого потока, по сути дела, потенциально определяет интенсивность мирового инновационно-технологического процесса [4].

Изучение динамики вышеприведенного соотношения за последние 35 лет позволило сделать выводы о направленности вектора стоимости единицы инноваций (рис. 1) [5].

В процессе исследования установлено, что отношение ВВП мира к мировому инновационному потоку фактически оценивает стоимость единицы инноваций:

$$C = \frac{BVP}{I} = \frac{a}{b} * S,$$

где: BVP – ВВП мира, дол. США; I – поток мировых патентных заявлений, шт./год; S – стоимость единицы инноваций, дол. США/шт.; a и b – соответственно доли добавленной стоимости и новых технологий в мировой произведенной новой продукции.

Не вдаваясь в детальный анализ представленной кривой (см. рис. 1), на которой помечены «интересные» политологические «точки», отметим, что современный ее участок, начавшийся одновременно с мировым финансово-экономическим кризисом (с 2009 г.), обладает скоростью снижения, которая в 2-3 раза превышает аналогичное снижение на предшествующих участках. Стоимость единицы инноваций ускоренно снижается. Это свидетельствует о том, что в мировой экономике в настоящее время формируется запрос на дешевые инновационные товары и услуги, что подтверждает ранее полученные выводы относительно снижения стоимости инвестиций (как совокупности, в том числе инновационных товаров) в угольной промышленности в прогнозном периоде.

ПРОРЫВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ БУДУЩЕГО ПЕРИОДА

Какими же технологиями будет характеризоваться прогнозируемый технологический прорыв в экономике? Какие

технологии будут комплектовать будущие производственные киберфизические системы в отраслях экономики?

Конечно, таких технологий, учитывая их отраслевой профиль, может быть достаточно много. Однако существуют «прорывные» технологии, которые будут являться базовыми во многих отраслевых киберфизических системах.

Авторы настоящей статьи на основе системного анализа выделили пять крупных базовых технологий, которые могут изменить облик современной экономики: нанотехнологии, 3D-принтерные технологии,

информационно-коммуникационные технологии, роботизация и биотехнологии.

Оценка интенсивности развития «прорывных» технологий в промышленности, строительстве, транспорте и медицине, проведенная авторами статьи, представлена на рис. 2.

Характерной особенностью приведенных выше «прорывных» технологий является то, что «пик» их промышленного освоения будет приходиться на 2040-2060 гг., а это период развития «сильного» и «очень сильного» искусственного интеллекта. Отметим, что с ростом «силы» искусственного интеллекта повышаются показатели экономической эффективности применяемых киберфизических систем.

Если, в соответствии с проведенными расчетами, в угольной промышленности в период до 2035 г. производительность труда должна повыситься не менее чем в 3-4,3 раза [1], то можно лишь представить, каково будет это повышение в период «сильного» и «очень сильного» искусственного интеллекта (за пределами 2040 г.).

В процессе исследования авторы настоящей статьи оценили влияние этих «прорывных» технологий на развитие отраслей ТЭК. В целом, их применение будет оказывать «сильное» влияние на снижение мирового потребления топливно-энергетических ресурсов. Однако вклад каждой из «прорывных» технологий в снижение этого потребления будет различным (рис. 3).

На **первом этапе** (до 2025 г.) наибольшее воздействие будут оказывать информационно-коммуникационные технологии и 3D-принтерные технологии. На **втором этапе** (до 2035 г.) в большей мере начнут «заявлять» о себе технологии роботизации. Они в этом периоде фактически будут «входить» в зону сильного искусственного интеллекта. И, наконец, на **третьем этапе** (в период до 2050 г.) технологии роботизации и нанотехнологий станут доминирующими по своему воздействию на экономику и энергетику.

Сочетание роботизации и нанотехнологий может дать значительный технологический эффект в развитии разных секторов экономики. Линейка производных технологий может быть достаточно большой: от применения на нанороботов до создания на основе нанотехнологий миниатюрных источников энергии для автономного использования в роботизированных системах.

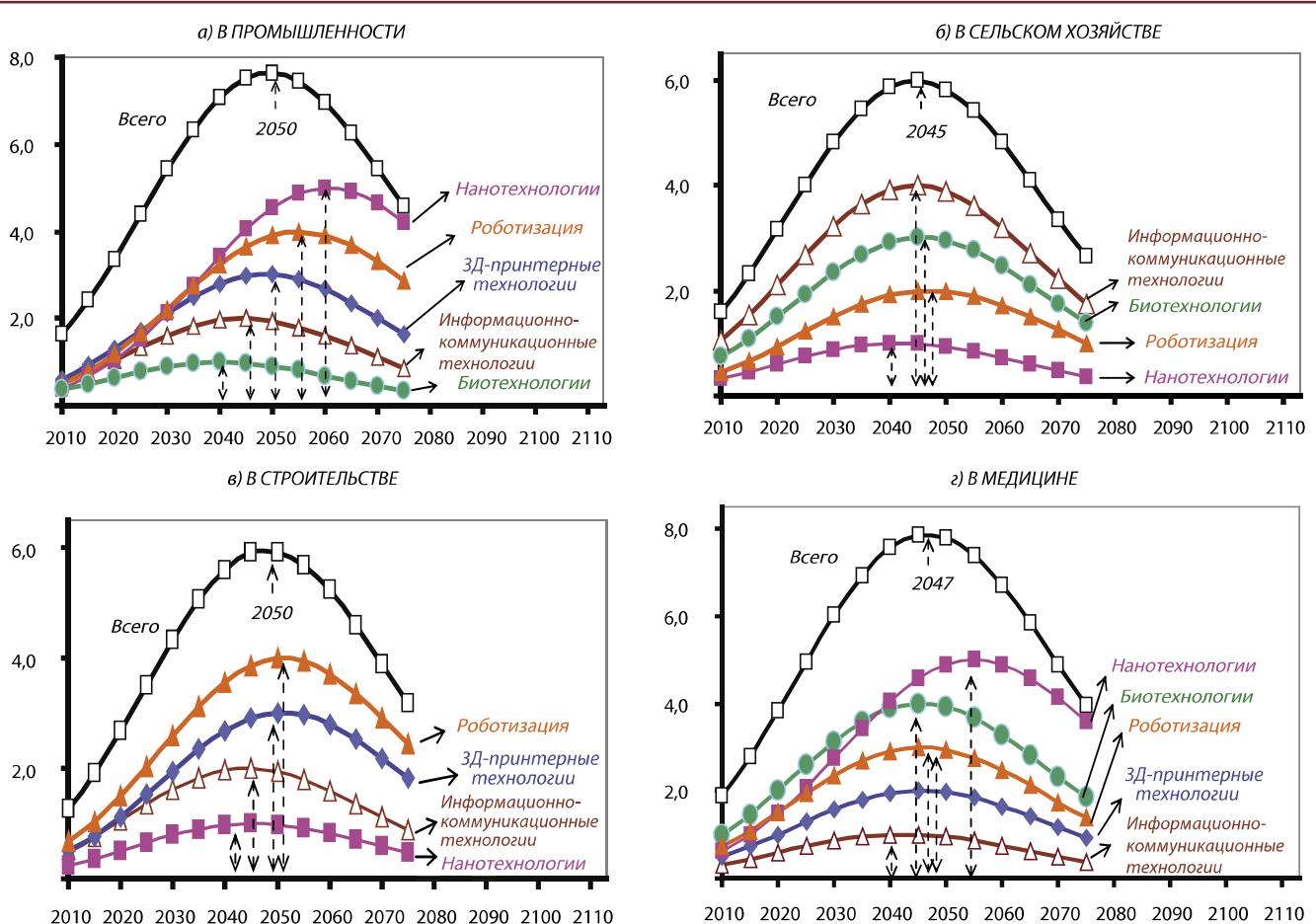


Рис. 2. Интенсивность реализации прорывных инновационных технологий в различных секторах мировой экономики

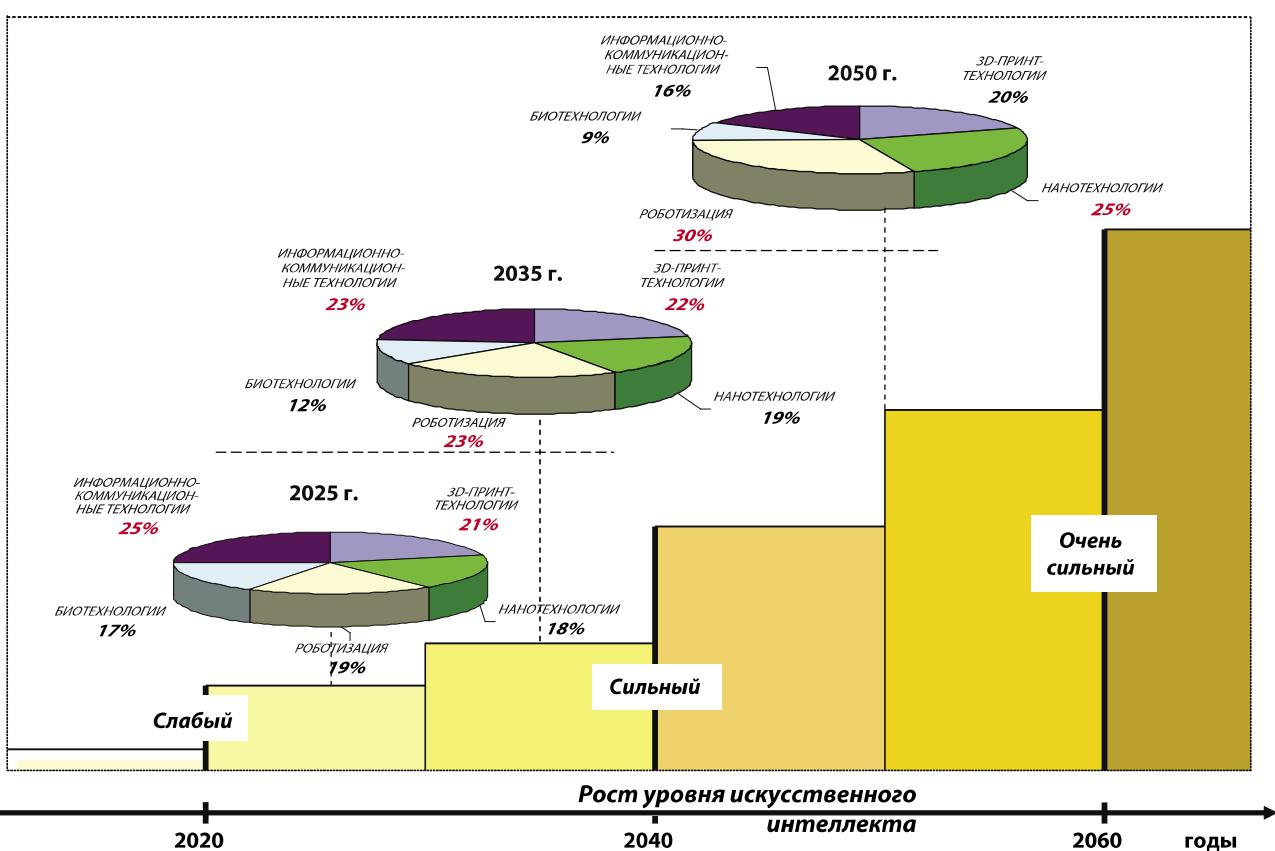


Рис. 3. Воздействие прорывных технологий на объемы производства энергии в отраслях ТЭК

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ВЫТЕКАЮЩИХ ИЗ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА «ИНДУСТРИЯ-4.0»

Основываясь на применении в прогнозном периоде производственных киберфизических систем, обусловленных реализацией проекта «Индустроля-4.0» и представленных выше прорывных технологий, в процессе исследования авторами настоящей статьи впервые была разработана укрупненная систематизация технологических элементов для угольной промышленности. Эта систематизация была аннотирована авторами в Аналитическом Центре при Правительстве РФ в августе 2017 г. на экспертном совещании, посвященном вопросам развития угольной промышленности (рис. 4).

Систематизацией (см. рис. 4) 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 «Индустроля-4.0» «прошаивают» все процессы горного производства. Это «Интернет вещей», а также автоматизация и роботизация производственных процессов [6, 7, 8, 9, 10, 11].

Центральным элементом систематизации является использование киберфизических производственных систем в процессах добычи и подготовки запасов угля. Их функционирование основано на применении интеллектуальных роботизированных систем в автономных производственных блоках небольшой мощности. В частности, в блоках при подземной добыче угля могут быть использованы спроектированные и прошедшие промышленные испытания еще в 1980-х годах так называемые фронтальные агрегаты, осуществляющие одномоментную обработку

всей плоскости очистного забоя. Это позволяет многократно увеличить производительность добычи угля.

По замыслу академика РАН В.В. Ржевского (автор статьи в то время активно участвовал в подготовке обосновывающих материалов), производственные блоки должны составлять технологическую систему, способную к «саморазвитию». Предполагалось, что отработка каждого блока должна давать возможность для финансового обеспечения подготовки и отработки последующего блока [12]. Но не только это. Продолжительность отработки блоков должна быть небольшой, примерно 5-7 лет. Такая система дает возможность на каждом последующем блоке применять более совершенное оборудование и технологии, что позволяет в наибольшей степени использовать новейшие технико-технологические достижения. Для ускорения работ по вскрытию и подготовке запасов предполагалось проведение стволов осуществлять методом выбуривания.

Пространственно-планировочные решения также должны были претерпеть трансформацию: они должны были изменить прямолинейную геометрию раскройки шахтных полей на криволинейную. Не зря в это время под руководством академика РАН А.С. Бурчакова, профессора, доктора техн. наук А.Н. Киячкова проводился целый комплекс исследовательских работ и производственных испытаний по так называемым «разворотам» механизированных комплексов. Это давало существенную экономию на концевых участках отработки выемочных столбов за счет ликвидации монтажно-демонтажных работ. Фактически технологии превращались из циклических в поточные.

Академик РАН А.С. Бурчаков часто такие «криволинейные» технологии отработки запасов шахты сравнивал с сельскохозяйственной технологией вспашки полей, при которой трактор все время должен двигаться по криволинейной траектории, близкой к спирали. Конечно, в то время это были довольно смелые технологические идеи и решения, вызывающие порой критику и недоверие у производственников.

Однако современная нацеленность мировой экономики на активное использование малых автономных киберфизических систем уже сегодня вполне дает основание для использования этих идей в формировании новых практических решений для угольной промышленности.

В настоящее время в этих условиях, вероятно, назрела и реализация идеи скоростного проведения горных выработок за счет применения иных физико-технических методов воздействия на горную породу. В свое время в ИГД им. А.А. Скочинского работала целая лаборатория по электронно-лучевому способу проведения горных выработок. В середине 1980-х годов этот способ был

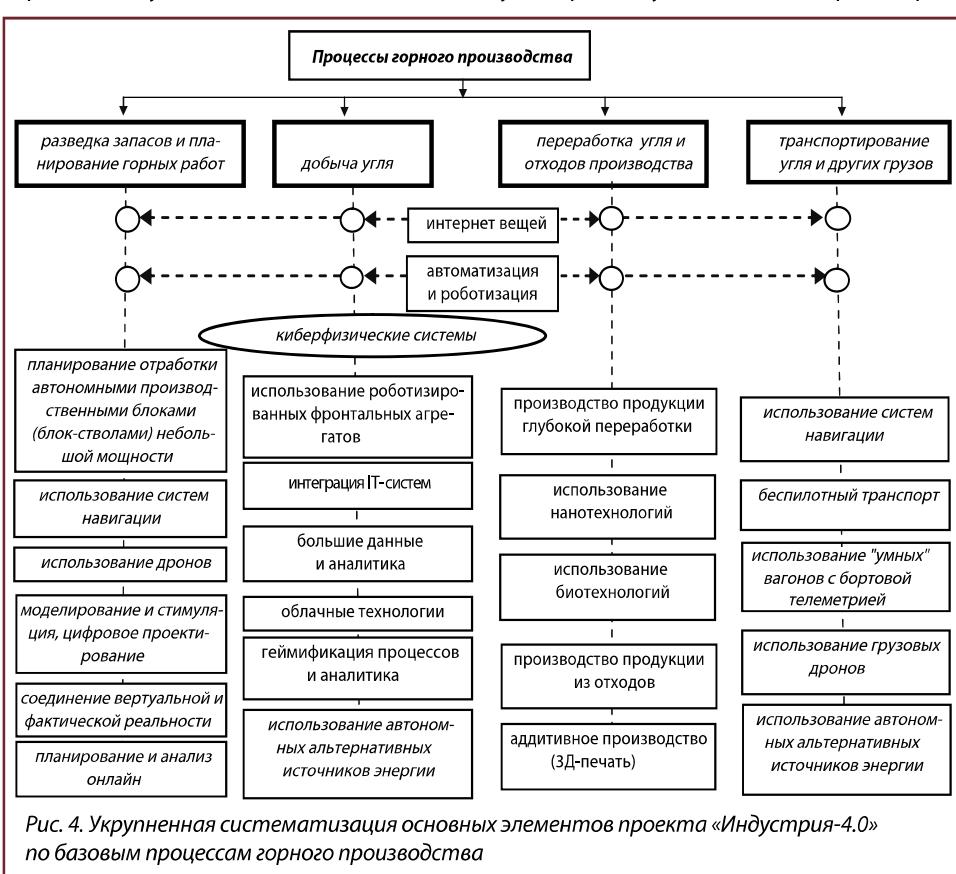


Рис. 4. Укрупненная систематизация основных элементов проекта «Индустроля-4.0» по базовым процессам горного производства

включен Государственным комитетом по науке и технике СССР в «карту» перспективных технологий, которые должны быть реализованы в начале XXI века.

С позиции настоящего времени такая технология могла бы довольно «естественному» образом вписаться в технологии киберфизических систем. Более того, она могла бы достаточно легко сочетаться с технологией 3D-печати, способной вслед за продвижением электронно-лучевого аппарата «печатать» из устойчивых композитов крепь горных выработок, «идеально» прилегающую к «рельефу» обнаженной поверхности горных выработок.

Отметим также, что работа производственных киберфизических систем, особенно при добыче угля и проведении горных выработок, должна обеспечиваться системой самодиагностики деталей и узлов применяемых машин и агрегатов, позволяющей не только подавать сигналы о необходимости замены или ремонта частей оборудования, но и участвовать в практической реализации этих процессов путем применения специальных киберфизических систем поддержания эксплуатации оборудования и машин.

Вышеприведенные производственно-технологические системы добычи угля, подготовки запасов и проведения горных работ должны поддерживаться функциональной интеграцией ИТ-систем. Такая интеграция осуществляется на базе специальных датчиков, видеокамер, систем управления производством, направляющих информацию в **Центр дистанционного управления и контроля** для краткосрочного планирования основных показателей производства. Это позволит напрямую связать работников предприятий на всех уровнях их взаимодействия.

Принимаемые производственные решения должны формироваться на основе использования технологий **«Большие данные и аналитика»**.

Под технологиями «Большие данные» подразумевают работу с информацией огромного объема и разнообразного состава, весьма часто обновляемой и находящейся в разных источниках в целях увеличения эффективности работы, создания новых технологических решений и повышения конкурентоспособности.

Технологии «Большие данные» предназначены для обработки:

- более значительных объемов информации, чем бизнес-аналитика;
- более быстро получаемых и меняющихся сведений;
- реструктуризованных данных, способов использования, которые мы только начинаем изучать после того, как смогли наладить их сбор и хранение.

При этом информационные потоки необходимо доставлять и обрабатывать на основе применения **«облачных технологий»**.

Фактически «облачные технологии» – это удобная среда для обработки информации, объединяющая в себе аппаратные средства, программное обеспечение, каналы связи, а также техническую поддержку совершаемых производственных процессов. Работа в «облаках» направлена на снижение расходов и повышение эффективности работы предприятий.

В последнее время с целью интенсификации и одновременно повышения комфортизации монотонного труда в реализацию производственных процессов стали внедрять **технологии геймификации**, то есть использования игровых подходов для повышения эффективности производ-

ственной деятельности персонала. Эти технологии также могут найти значительное применение в технологических процессах горного производства.

Важным направлением работы киберфизических систем в автономных производственных блоках является их энергоснабжение. Автономные производственно-технологические системы добычи угля должны обеспечиваться автономными источниками энергии. Причем эти источники энергии должны быть альтернативными с точки зрения применяемых в настоящее время традиционных источников энергии. Важной особенностью этого направления является **миниатюризация источников энергии**, диктуемая размерами и объемами используемых роботизированных систем.

Разведка запасов и планирование горных работ должны быть основаны на пространственно-планировочных решениях, соответствующих отработке автономными производственными блоками, в необходимых случаях обеспечивающих переход внутри блока от «прямолинейной» к «криволинейной» технологии добычи угля роботизированными системами.

Разведка запасов и планирование горных работ, контроль движения фронта горных работ, конечно же, должны осуществляться с использованием современных средств навигации. В необходимых случаях в производственной деятельности для оценки состояния горных работ и мониторинга соблюдения требований промышленной безопасности на разрезах должны применяться **промышленные дроны**. Последние должны комплексно использовать в решении различных функциональных задач: мониторинга, транспортирования, информационно-коммуникационного обеспечения [13].

Важное место в процессах разведки и планирования горных работ занимают **моделирование и стимуляция, цифровое проектирование**. Они основаны на применении **3D-моделей** с целью ежедневного управления производством. Данные системы позволяют моделировать месторождение, планировать отработку запасов, анализировать альтернативные варианты планов горных работ и определять их наиболее оптимальный вариант в режиме реального времени.

В процессе отработки запасов киберфизические производственные системы взаимодействуют со средой. При этом **«среда»** представляет собой действительную реальность, совмещенную с трехмерной виртуальной реальностью, генерируемой компьютером. Фактически процессы горного производства полностью или частично должны погружаться в эту комбинированную среду.

Вышеприведенная система взаимоувязанных технологических элементов позволяет осуществлять текущее планирование и анализ состояния отработки запасов и ведения горных работ в режиме online.

Важное место в процессах горного производства в перспективном периоде будет занимать **переработка угля**, в том числе глубокая переработка, основанная на применении нанотехнологий и биотехнологий. На основе этого в **«контуре»** несырьевого производства могут быть получены новые материалы, используемые в различных секторах экономики. Учитывая возрастающие экологические требования, предъявляемые к горному производству, процессом переработки должны быть охвачены не только добываемый уголь, но и все отходы горного производства [14].

В этой связи дополнительное производство продукции может быть получено за счет **переработки отходов**. Новые материалы, получаемые из угля и отходов от его добычи, могут быть использованы в **технологиях 3D-печати** для получения продукции необходимой формы и качества.

В рамках интеллектуальной производственной системы уголь и продукция его переработки, а также продукция переработки отходов, в соответствии с протоколом и регламентом, должны направляться потребителю. В качестве средств доставки этой продукции может быть использован **беспилотный транспорт**, работающий в едином пространстве искусственного интеллекта. Такой транспорт может быть составлен из совокупности так называемых «умных» вагонов, «знающих» маршруты своего назначения.

Вся транспортная система должна базироваться на реализации **когнитивных транспортных процессов**, используемых в подсистемах управления: транспортными путями, транспортными средствами, перевозками угля, грузов и людей, транспортной безопасностью.

Инфраструктура такой системы должна включать: информационную подсистему, телекоммуникационную подсистему, подсистему транспортных сенсоров и транспортных исполнительных устройств [15].

Важное значение в процессах самодиагностики машин и оборудования киберфизических систем, а также замены их износившихся деталей имеет **использование грузовых дронов**. Грузовые дроны, в зависимости от грузоподъемности, в том числе могут осуществлять, в рамках общей интеллектуальной сети, функции доставки запасных частей к оборудованию и машинам.

На транспортных средствах, используемых в горном производстве, все в большей мере будут использоваться автономные альтернативные источники энергии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенная в настоящей статье систематизация элементов проекта «Индустрія-4.0», конечно же, 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 могут являться базой для создания своеобразной интеллектуальной технологической платформы угольной промышленности. В отличие от существующих платформ, в рамках ее поддержания должны проводиться постоянные научно-исследовательские работы направленные на оптимизацию сочетания перспективных технологий. Технологическая платформа из набора отдельных технологий должна превратиться в постоянно действующий механизм оптимизации сочетания предлагаемых технологических решений. Такой механизм, в виде постоянно поддерживаемого проекта «Шахта будущего», в конце 1970-х и начале 1980-х годов успешно использовался в угольной промышленности. Его разработчиками были Московский горный институт и ИГД им. А.А. Скочинского. В рамках этого проекта проводилась оптимизация горного производства по многим новым направлениям: от новой механизации и технологий добычи до экономики, безопасности и организационных структур управления. Оптимизировались не отдельные решения, а сочетаемый из них комплекс.

Это давало возможность производственникам увидеть оптимальный облик-эталон горного предприятия и позволяло на практике реализовать лучшие технологические решения. Вероятно, в период развития интеллектуальных технологий назрела необходимость реализовать подобный проект, как постоянно действующую интеллектуальную технологическую платформу развития угольной промышленности.

Список литературы

- Плакиткин Ю.А., Плакиткина Л.С. Мировой инновационный проект «Индустрія-4.0» – возможности применения в угольной отрасли России. 2. Что «требует» от угольной отрасли четвертая промышленная революция? // Уголь. 2017. № 11. С. 46-53. doi: 10.18796/0041-5790-2017-11-46-53.
- Плакиткин Ю.А., Плакиткина Л.С. Мировой инновационный проект «Индустрія-4.0» – возможности применения в угольной отрасли России. 1. Программа «Индустрія-4.0» – новые подходы и решения // Уголь. 2017. № 10. С. 44-50. doi: 10.18796/0041-5790-2017-10-44-50
- Плакиткин Ю.А., Плакиткина Л.С. Назрел ли второй этап реструктуризации угольной отрасли? // Уголь. 2016. № 6. С.65-68. doi: 10.18796/0041-5790-2016-6-65-68. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/062016.pdf> (дата обращения: 15.11.2017).
- World Intellectual Property Organization (WIPO). Patentscope / 2016. URL: <http://www.wipo.int/portal/en/index.html> (дата обращения: 15.11.2017).
- Плакиткин Ю.А. Прогнозные параметры развития энергетики как крупномасштабной системы глобального уровня / Доклад на X международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2017)» (Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2 октября – 4 октября 2017 г., Москва).
- 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. № 9. С. 3-11
- Бернд Хиллер «Индустрія-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).
- «Machinery that repairs itself». URL: <http://www.phys.org/news/2017-09-machinery.html> (дата обращения: 15.11.2017).
- Бенно Бунзе «Industrie-4.0» – умное производство будущего (Государственная Hi Tech Стратегия 2020, Германия), 27 февраля 2016 г.
- Plattform «Industrie-4.0» – Startseite. URL: <http://www.plattform-i40.de/2017-09> (дата обращения: 15.11.2017).
- Симонова М.Д. Анализ развития информационной базы экономической глобализации на современном этапе // Вестник МГИМО Университета. 2011. № 2. С. 182-187.
- Ржевский В.В., Бурчаков А.С. Вскрытие и отработка месторождения или шахтного поля блок-стволами. М.: МГИ, 1984. 54 с.
- Кутахов В.П., Пляскота С.И. Информационное взаимодействие в крупномасштабных робототехнических авиационных системах / Доклад на X международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем

(MLSD'2017)» (Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2 октября – 4 октября 2017 г., Москва).

14. Умнов В.А. Управление отходами в горной промышленности / Экологические проблемы горного производства. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/upravlenie-othodami-v-gornoy-promyshlennosti> (дата обращения: 15.11.2017).

15. Tsyganov V., Malygin I., Komashinsky V. International Experience and Multimodal Intelligent Transportation System of Russia / Доклад на X международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2017)» (Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2 октября – 4 октября 2017 г., Москва).

INNOVATIONS

UDC 658.589:622.3(100) © Yu.A. Plakitin, L.S. Plakitkina, 2018
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Уголь – Russian Coal Journal, 2018, № 1, pp. 51-57

Title

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

3. "INDUSTRY-4.0" KEY COMPONENTS ALIGNMENT IN ACCORDANCE WITH BASIC MINING PROCESSES

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2018-1-51-57>

Authors

Plakitin Yu.A.¹, Plakitkina L.S.¹

¹ ERI RAS, Moscow, 117186, Russian Federation

Authors' Information

Plakitin Yu.A., Doctor of Economic Sciences, Professor, RANS Member of RAS, Deputy Director, e-mail: 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: iuplak@rambler.ru

Abstract

The article presents the results of the authors' research related to the forecasted innovations evaluation. The link between the innovations and the investments to the global economy sectors is demonstrated. The main breakthrough technologies of the upcoming period are presented, as well as assessment of their impact on production volumes in the fuel and energy sector. The authors focused attention on the systematization of technological solutions, that can be implemented in the Russian coal industry. It is shown that during the upcoming period these solutions can be based on the implementation of the project «Industry-4.0» main aspects, including breakthrough technologies assisting the production cyber physical systems. The authors substantiate the potential possibility of applying the technological solutions developed by Russian scientists in the 1980s. It is demonstrated, that under the new conditions the coal industry technological platforms should be built as an array of optimized technological elements, and not as a set of separate technological solutions. It is established, that such a system existed before, as consistently supported «Mine of the Future» smart project.

Keywords

Innovations costs, Investment, Breakthrough technologies, Technological solutions alignment, Technological platforms, Coal industry, Mining processes, "Industry-4.0" project, Artificial intelligence, Cyber physical systems, Production units, Smart systems.

References

1. Plakitin Yu.A. & Plakitkina L.S. Mirovoy innovatsionnyy proekt «Industriya-4.0» – vozmozhnosti primeneniya v ugol'noy otrassli Rossii. 2. Chto «trebuet» ot ugol'noy otrassli chetvertaya promyshlennaya revolyutsiya? [The Industry-4.0 global innovation project's potential for the coal industry of Russia. 2. What «requires» the fourth industrial revolution from the Russian coal industry?]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2017, no. 11, pp. 46-53. doi: 10.18796/0041-5790-2017-11-46-53
2. Plakitin Yu.A. & Plakitkina L.S. Mirovoy innovatsionnyy proekt «Industriya-4.0» – vozmozhnosti primeneniya v ugol'noy otrassli Rossii. 1. Programma «Industriya-4.0» – novye podkhody i resheniya [The Industry-4.0 global innovation project's potential for the coal industry of Russia. 1. Industry-4.0 Program – new approaches and solutions]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2017, no. 10, pp. 44-50. doi: 10.18796/0041-5790-2017-10-44-50
3. Plakitin Yu.A. & Plakitkina L.S. Nazrel li vtoroy etap restrukturizatsii ugol'noy otrassli? [Has the second coal industry restructuring stage become imminent?]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2016, no. 6, pp. 65-68. doi: 10.18796/0041-5790-2016-6-65-68. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/062016.pdf> (accessed 15.11.2017).
4. World Intellectual Property Organization (WIPO). Patentscope / 2016. Available at: <http://www.wipo.int/portal/en/index.html> (accessed 15.11.2017).
5. Plakitin Yu.A. *Prognoznye parametry razvitiya energetiki kak krupnomasshtabnoy sistemy global'nogo urovnya* [Forecast of energetics development as global large-scale system]. Report in the X International conference "large-scale systems development management (MLSD'2017)", RAS V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences, 02-04 October 2017, Moscow.
6. Plakitin Yu.A. & Plakitkina L.S. Global'nyy innovatsionnyy protsess i ego vozdeystvie na tsenovye i ob'emnye 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)*, 2017, no. 9 (Vol.1413), pp. 3-11.
7. 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.
8. Machinery that repairs itself. Available at: <http://www.phys.org.news/2017-09-machinery.html> (accessed 15.11.2017).
9. 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.
10. Platform «*Industrie-4.0* – Startseite. Available at: <http://www.plattform-i40.de/2017-09> (accessed 15.11.2017).
11. Simonova M.D. Analiz razvitiya informatsionnoy bazy ekonomicheskoy globalizatsii na sovremennom etape [Analysis of the current economical globalization information base development]. *Vestnik MGIMO Universiteta – MGIMO University Newsletter*, 2011, no. 2, pp. 182-187.
12. Rzhevsky V.V. & Burchakov A.S. *Vskrytie i otrobotka mestorozhdeniya ili shakhtnogo polya blok-stvolami* [Opening and working of a deposit or a mine field using clusters]. Moscow, MGI Publ., 1984, 54 p.
13. Kutakhov V.P. & Pliaskota S.I. *Informatsionnoe vzaimodeystvie v krupnomasshtabnyx robototekhnicheskix aviationsnyx sistemah* [Information interaction in large-scale robotic aviation systems]. Report in the X International conference "large-scale systems development management (MLSD'2017)", RAS V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences, 02-04 October 2017, Moscow.
14. Umnov V.A. *Upravlenie othodami v gornoy promyshlennosti: Ekologicheskie problemy gornogo proizvodstva* [Mining wastes management: Mining environmental]. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/v/upravlenie-othodami-v-gornoy-promyshlennosti> (accessed 15.11.2017).
15. Tsyganov V., Malygin I. & Komashinsky V. International experience and multimodal intelligent transportation system of Russia. Report in the X International conference "large-scale systems development management (MLSD'2017)", RAS V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences, 02-04 October 2017, Moscow.