

УДК 621.791.042.4

Кравченко А. А.

## ЗАДАЧИ, КОТОРЫЕ СТАВИТ 4-Я ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ ПЕРЕД УКРАИНОЙ

Развитие микроэлектроники и автоматизации дало возможность заменить человеческий труд на большинстве производств на автоматизированные линии, применение всевозможных датчиков позволило значительно облегчить работу операторов. Но это уже прошлое, факт, который всем известен, а потому не интересен. На базе уже имеющихся достижений появилась возможность полностью отказаться от операторов, за счет совершенствования программного обеспечения и повышения скорости обмена данными [1, 2].

Целью данной работы является описание среды, в которой придется работать выпускникам технических ВУЗов в ближайшем будущем, и попытка наметить перспективные направления подготовки будущих инженеров.

Термин «Промышленность 4.0» впервые прозвучал на Ганноверской выставке в 2011 году. Данная инициатива объединила бизнесменов, политиков и ученых, которые определили ее как средство повышения конкурентоспособности обрабатывающей промышленности Германии через усиленную интеграцию в производство «киберфизических систем», включающих в себя датчики, приводы, коммуникации «машина-машина» и активную память, встроенную в продукцию. Основными целями этой инициативы являются: контроль производства в режиме реального времени, а также максимально тесная взаимосвязь технологических и бизнес-процессов.



Рис. 1. Периоды технических революций

В ее основе лежат девять важнейших технологических достижений: гибкие роботизированные системы, аддитивные технологии, моделирование и симуляция, облако, кибербезопасность, промышленный интернет вещей, дополненная реальность, большие данные и аналитика, а также интеграция вертикальных и горизонтальных систем.

«Промышленность 4.0» предполагает широкое взаимодействие датчиков, машин и информационных систем друг с другом на протяжении всего производственного цикла, выходящее за рамки отдельного предприятия.

Системы будут использовать для связи интернет-протоколы и анализировать данные, чтобы выявлять ошибки и адаптироваться к изменениям. Благодаря автоматизированному сбору и анализу данных «Промышленность 4.0» позволит быстро, гибко, эффективно и с минимальными затратами производить товары высокого качества. В результате повысится производительность, промышленность будет развиваться, изменится профиль рабочей силы.

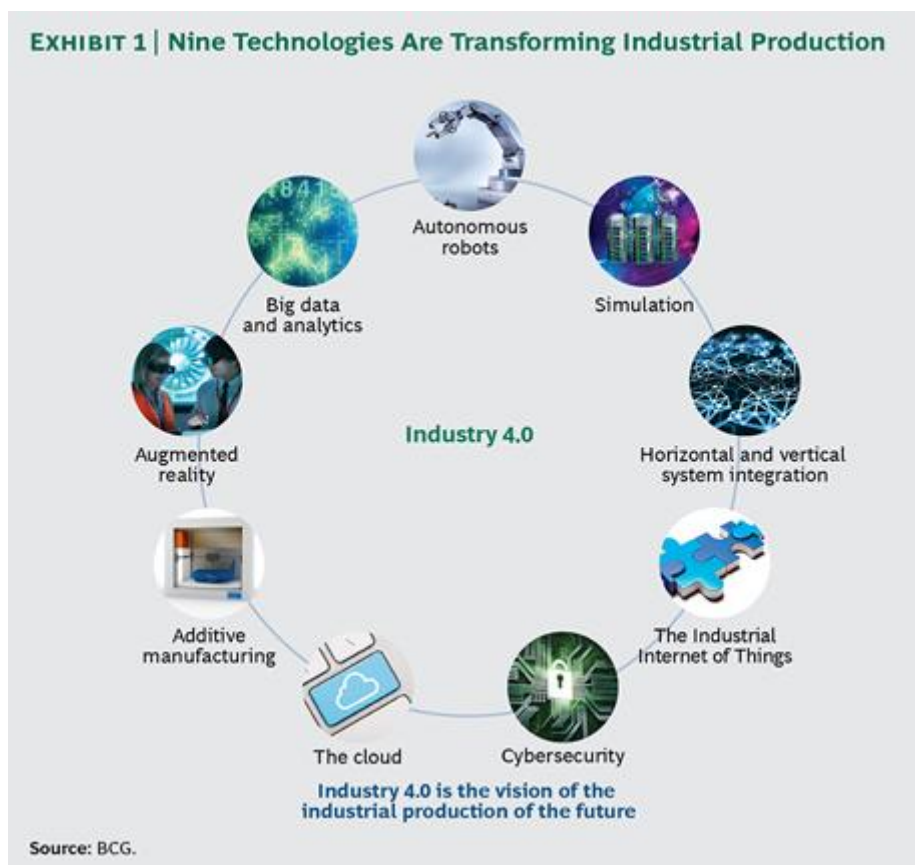


Рис. 2. Ключевые технологии 4-й промышленной революции

Ниже рассмотрены основные технологии, которые легли в основу концепции «Индустрии 4.0».

**Большие данные и аналитика.** Аналитика больших данных появилась в «Индустрии 4.0» недавно. Она помогает повышать качество продукции и экономить энергию. Анализируя данные, поступающие из различных источников (от производственного оборудования, ERP систем или систем управления взаимоотношениями с клиентами), предприятия получают возможность принимать решения в режиме реального времени.

**Промышленный Интернет вещей.** Сегодня к сети подключено не очень много датчиков и производственного оборудования. Предприятия используют принцип вертикальной автоматизации, подключая датчики и устройства к системе управления производственными процессами. Благодаря промышленному Интернету вещей большее количество устройств сможет использовать стандартные сетевые протоколы. Устройства будут обмениваться информацией и в случае необходимости взаимодействовать друг с другом.

**Облако.** Компании уже используют отдельные облачные бизнес- и аналитические решения. Но с приходом «Индустрии 4.0» потребуется значительно увеличить обмен данными

между производственными площадками. Эффективность облачных технологий увеличится, в результате все больше производственных систем будет размещено именно в облаке.

**Аддитивные технологии.** Аддитивные технологии предполагают изготовление (построение) физического объекта (детали) методом послойного нанесения (добавления, англ. – «add») материала, в отличие от традиционных методов формирования детали, за счёт удаления (subtraction – вычитание) материала из массива заготовки.

**Гибкие роботизированные системы.** Это совокупность в разных сочетаниях оборудования с ЧПУ, роботизированных технологических комплексов, гибких производственных модулей, отдельных единиц технологического оборудования и систем обеспечения их функционирования в автоматическом режиме в течение заданного интервала времени, обладающую свойством автоматизированной переналадки при производстве изделий произвольной номенклатуры в установленных пределах значений их характеристик.

**Дополненная реальность (англ. (augmented reality, AR) – «расширенная реальность»)** – результат введения в поле восприятия любых сенсорных данных с целью дополнения сведений об окружении и улучшения восприятия информации.

**Кибербезопасность.** Являет собой набор средств, стратегий, принципов обеспечения безопасности, гарантий безопасности, подходов к управлению рисками, действий, профессиональной подготовки, страхования и технологий, которые используются для защиты киберсреды, ресурсов организаций и пользователей. Кибербезопасность подразумевает достижение и сохранение свойств безопасности у ресурсов организации или пользователей, направленных против соответствующих киберугроз. Основными задачами обеспечения безопасности считаются: доступность, целостность, включающая аутентичность, а также конфиденциальность.

**Моделирование и симуляция.** Это объектно-ориентированные 3D-приложения имитационного моделирования изделий, производственных процессов и дискретных систем, которые позволяют быстро и интуитивно создавать реалистичные логистические модели, а также выполнять анализ производства с помощью специализированных инструментов.

**Интеграция горизонтальных и вертикальных систем.** В соответствии с концепцией логистики информационные системы, относящиеся к различным группам, интегрируются в единую информационную систему. Различают вертикальную и горизонтальную интеграцию. Вертикальной интеграцией считается связь между плановой, диспозитивной и исполнительными системами посредством вертикальных информационных потоков. Горизонтальной интеграцией считается связь между отдельными комплексами задач в диспозитивных и исполнительных системах посредством горизонтальных информационных потоков.



Рис. 3. Схематическое изображение «умного» производства

Эта концепция – ответ на сокращение количества единиц изделий в заказе. Если раньше для того, чтобы производство себя окупало и приносило прибыль нужен был определенный объем выпускаемой продукции, то сегодня необходимо производить мало, быстро, со стабильным качеством и минимальным временем переналадки оборудования. В идеале необходимо производить одно изделие (или минимальную партию) под конкретного заказчика, а следующее – под другого. Естественно время простоя для переналадки производитель оплачивает из своего кармана. Руководители современных предприятий не просто переосмысливают принцип сборочной линии, но и активно создают сеть машин, которые будут не только производить товары с меньшим количеством ошибок, но и смогут автономно изменять технологический процесс в соответствии с необходимостью, оставаясь высоко эффективными. Концепция перемещения изготавливаемой продукции по автоматическим сборочным линиям с использованием электронных средств идентификации и внутренней памяти для добавления информации о производственном процессе, изменяет режим производства с синхронного на асинхронный.



Рис. 4. Отличия «традиционного» и современного производств

Например, автоматическая сборочная линия требует, чтобы любые изменения в спецификациях передавались линии синхронно с перемещением изготавливаемой продукции вдоль нее. Если хоть одна из единиц продукции «выпадает» из последовательности – начнется хаос. А в новом, асинхронном режиме производства, каждое изделие, по мере продвижения вдоль сборочной линии, будет само инструктировать машину или станок о своих индивидуальных спецификациях.

С какими вызовами и задачами мы столкнемся лицом к лицу в ближайшее время? Как будет выглядеть производственный процесс в развитых странах через 5–10 лет? Уже сейчас очевидно, что на современном производстве не останется места таким профессиям, как станочник, сварщик, слесарь-сборщик, оператор станка с ЧПУ.

Развитие автоматизированных систем уже привело к их удешевлению в развитых странах до уровня, когда поставить робота выгоднее, чем платить зарплату и обучать рабочего. Дальнейшее удешевление приведет к тому же результату и в развивающихся странах. У нас к этой тенденции прибавляется отсутствие квалифицированной рабочей силы и перспектив ее восполнения за счет молодого поколения. Производственные специальности так и не стали для молодежи привлекательными, а старые специалисты выбывают по естественным причинам.

Но, несмотря на технологическую и финансовую отсталость Украины от развитых стран, у нас есть огромное преимущество. Поскольку у нас еще с 50-х годов прошлого века сформулированы и разработаны методики, позволяющие производить самый востребованный сегодня продукт: креативность.

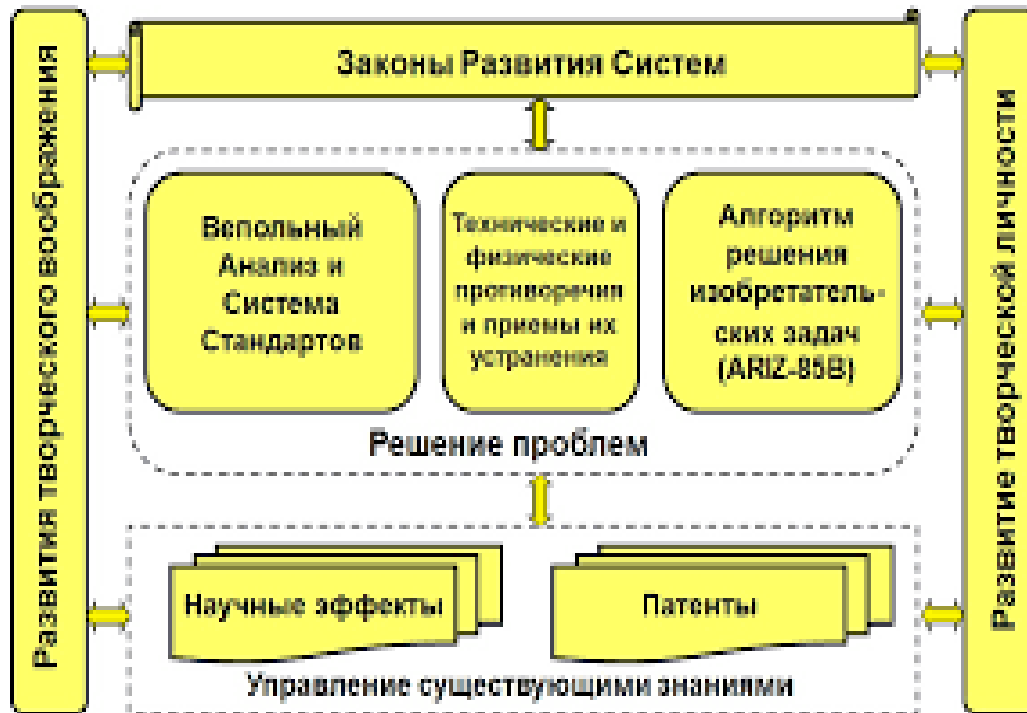


Рис. 5. Инструменты, повышающие «креативность» инженера

Поскольку все рабочие места, которые не требуют творческого подхода, и в которых задачу можно четко сформулировать рано или поздно будут автоматизированы, готовить имеет смысл творческих специалистов, которые смогут создавать новые продукты и поэтому будут востребованы на рынке труда.

Уже сейчас, несмотря на тяжелые экономические условия, некоторые бизнесы смогли применить современные подходы и осознать необходимость постоянной реорганизации предприятия на всех уровнях: производственном, технологическом, организационном и стратегическом. Это дало свои плоды: по ряду отраслей производительность труда и капиталотдача у предприятий нового и старого образца отличается не в разы, а на порядки.



Рис. 6. Достижение баланса уровней бизнеса предприятия за счет использования инженерного консалтинга

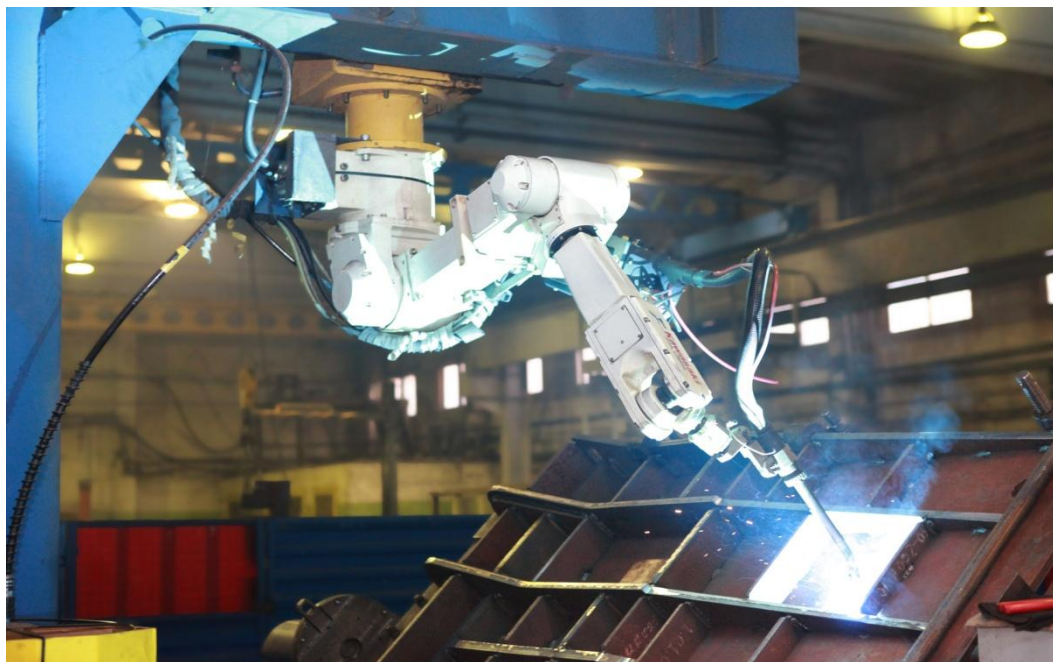


Рис.7. Пример использования гибкой роботизированной системы на предприятии горного машиностроения

## ВЫВОДЫ

Очевидно, что программа подготовки современного инженера должна быть пересмотрена с учетом современных реалий. Студентов необходимо знакомить с вышеназванными девятью перспективными направлениями для того, чтобы они могли через 5 лет работать в современной промышленности. А для того чтобы они были востребованными, они должны обладать навыками и инструментами, дающими конкурентные преимущества. Такими как теория решения изобретательских задач, инженерный консалтинг, теория ограничений. Внедрение данных дисциплин в систему подготовки специалистов позволяет им не только на равных взаимодействовать с выпускниками ведущих ВУЗов мира, но и превосходить их.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ДСТУ ISO 9004:2012 Менеджмент с целью достижения устойчивого успеха организации. Подход с позиции менеджмента качества (ISO 9004:2009, IDT). – С.5–9.
2. Бирбраер Р.А. Основы инженерного консалтинга: технология, экономика, организация / Р.А. Бирбраер, И.Г. Альтигулер. – 3-е изд. – М.: Дело, 2011. – С.67–77.
3. Prof. Dr. Henning Kagermann. Рекомендации по внедрению стратегической инициативы ПРОМЫШЛЕННОСТЬ 4.0. Финальный отчет рабочей группы по Промышленности 4.0: Федеральное министерство образования и науки Германии / Prof. Dr. Henning Kagermann, Prof. Dr. Wolfgang Wahlster, Dr. Johannes Helbig. – Апрель 2011.
4. ISO 10018:2012. Quality management – Guidelines on people involvement and competence (Менеджмент качества. Руководства по вовлечению людей и их компетенциям) – С.8–12.
5. Юревич Е.И. Управление роботами и робототехническими системами / Е. И. Юревич. – Санкт-Петербург, 2000. – С.150–156.
6. Pethig, F. A Generic Synchronized Data Acquisition Solution for Distributed Automation Systems / Pethig F., Kroll B., Niggemann O. // In: 17th International Conference on Emerging Technologies & Factory Automation (ETFA). – Krakow, Poland, Sep 2012.
7. Learning Behavior Models for Hybrid Timed Systems. / Niggemann O., Stein B., Vodencarevic A., Maier A., Kleine Büning H. – In: Twenty-Sixth Conference on Artificial Intelligence (AAAI-12) Jul 2012, Toronto, Canada.