

Стандартизация и интероперабельность систем управления жизненным циклом продукции в условиях Индустрии 4.0

*Б.М. Позднеев,
дир. инст. инф. сист.и технол., д.т.н., проф., bmp@stankin.ru
МГТУ «СТАНКИН», г. Москва*

В докладе освещены вопросы стандартизации и интероперабельности систем автоматизации и управления жизненным циклом продукции в условиях перехода к цифровой экономике и Индустрии 4.0. Проанализированы тенденции развития международных и национальных стандартов в области интеграции и интероперабельности автоматизированных систем управления, включая модели предприятия и представление их архитектуры. Обоснована необходимость концептуальной разработки архитектуры бизнес-процессов для создания современной архитектуры управления цифровым производством и цифровым предприятием или холдингом. Указаны проблемы, возникающие в связи с необходимостью практической интеграции систем автоматизации управления предприятиями, поставляемых различными отечественными и зарубежными ИТ-компаниями. Сформулирована необходимость разработки практико-ориентированных образовательных программ для подготовки кадрового резерва в области цифрового производства.

The report highlights the issues of standardization and interoperability of automation systems and product life cycle management in the transition to the digital economy and Industry 4.0. Tendencies of development of international and national standards in the field of integration and interoperability of automated control systems, including enterprise models and representation of their architecture are analyzed. The necessity of conceptual development of business process architecture to create a modern architecture of digital production and digital enterprise or holding management is substantiated. The problems arising in connection with the need for practical integration of enterprise management automation systems supplied by various domestic and foreign it companies are indicated. The necessity of development of practice-oriented educational programs for training of personnel reserve in the field of digital production is formulated.

Четвёртая промышленная революция основана на цифровой революции и в ближайшие годы обусловит беспрецедентные изменения в экономике, бизнесе, социуме и в каждой отдельной личности [1-3]. Цифровые технологии становятся всё более интегрированными и интеллектуальными, вызывая цифровую трансформацию общества и глобальной экономики. Переход к цифровой экономике обуславливает не только использование более совершенных цифровых технологий, но и нового уровня автоматизации процессов производства продукции. В результате этих изменений обострилась и конкурентная борьба между поставщиками продукции и услуг.

Применительно к промышленной сфере это связано, прежде всего с концепцией «Индустрии 4.0», предназначенной для обозначения процесса коренного преобразования глобальных цепочек создания стоимости. Развивая технологию «умных заводов», четвёртая промышленная революция формирует новый мир, в котором виртуальные и физические сегменты производства гибко взаимодействуют между собой на глобальном уровне. В сочетании с развитием сетевых технологий и промышленного интернета вещей это обусловило появление новых подходов к управлению и автоматизации в промышленности, ориентированных на создание цифровых производств, цифровых и виртуальных предприятий [3-10]. Важно отметить, что для управления этим сложным процессом в настоящее время осуществляется активная разработка межгосударственных и национальных стандартов (см. рис. 1).

Реализация государственной политики в сфере цифровой экономики и новых подходов к автоматизации производства на основе концепции «Индустрия 4.0» и промышленного интернета вещей (IIoT) обусловили необходимость перехода промышленности к созданию и обеспечению эффективного взаимодействия цифровых производств и цифровых предприятий. В машиностроительной отрасли, имеющей ключевое значение для развития национальной экономики, и в особенности ОПК, необходимо создание цифровых производств и предприятий нового поколения, основанных на системной цифровизации, единых информационных моделях производства и интегрированных автоматизированных системах управления. Это обуславливает необходимость использования новых подходов к управлению и развитию информационно-телекоммуникационной среды предприятия на основе лучших практик и стандартов.

На международном уровне функции по стандартизации ИТ выполняют 10 технических комитетов (ТК) Международной организации по стандартизации (ИСО) и 3 ТК Международной электротехнической комиссии (МЭК). Общий фонд международных стандартов по ИТ составляет около 1800 стандартов и технических документов. В настоящее время разрабатывается еще около 1200 проектов стандартов и технических документов. Кроме того, значительное количество стандартов и спецификаций разработаны международными организациями, союзами и консорциумами (CENELEC, ETSI, W3C, IEEE, OASIS и др.). В России разработку национальных (ГОСТ Р) и межгосударственных (ГОСТ) стандартов осуществляют 14 ТК, в т.ч. такие как ТК 22 «Информационные технологии», ТК 21 «Услуги связи, информатизации, организация и управление связью», ТК 26 «Криптографическая защита информации», ТК 362 «Защита информации», ТК 468 «Информатизация здоровья», ТК 461 «Информационно-коммуникационные технологии в образовании», ТК 459 «Информационная поддержка жизненного цикла изделий», ТК 482 «Интегрированная логистическая поддержка экспортируемой продукции военного назначения». В настоящее время фонд действующих национальных и межгосударственных стандартов составляет более 800 наименований, еще около 300 проектов стандартов находится в стадии разработки. В целом необходимо отметить, что темпы национальной стандартизации в этой стратегически важной области пока не соответствуют динамике развития международной стандартизации, при этом актуальной остается проблема гармонизации национальных стандартов с основополагающими международными стандартами. Это отставание в значительной степени относится к стандартам по направлению программной инженерии, качеству программных средств и информационных услуг.



рис. 1 – Цифровое предприятие и виртуальное предприятие в аспекте развития цифровой экономики

Новый этап развития цифрового производства и создание нового типа цифровых предприятий требуют не только интеграции и обеспечения интероперабельности известных систем автоматизации (CAD, CAM, CAE, CAPP, PDM, PLM, CRM, SCM, MES, MRP II, ERP, ERP II и др.), но и реализации новых подходов в управлении предприятием (стратегический менеджмент, управление рисками, управление знаниями и др.), заложенных в 5-й версии стандарта ISO 9001:2015. Исходя из этих предпосылок должен быть разработан профиль требований для интегрированных систем управления цифровыми предприятиями, учитывающей требования основополагающих международных и национальных (ГОСТ Р, ГОСТ РВ) стандартов (рис. 2) [11, 12].



рис. 2 – Архитектура международных стандартов для управления цифровым предприятием

Необходимо отметить, что развитие промышленного интернета вещей и сетевых технологий – переход от традиционного централизованного управления предприятиями и производствам к распределённому управлению. При этом возникают новые достаточно сложные организационно-технические задачи, связанные с информационной безопасностью и интероперабельностью систем и сетей. Для интеграции и интероперабельности систем управления предприятием разработан стандарт IEC 62264, содержащий 6 частей, при этом 1, 2, 3 и 5 части этого стандарта в настоящее время приняты в виде национальных стандартов ГОСТ Р МЭК (рис. 3). Требования данного стандарта должны соблюдаться при разработке нового поколения систем управления цифровым предприятием.

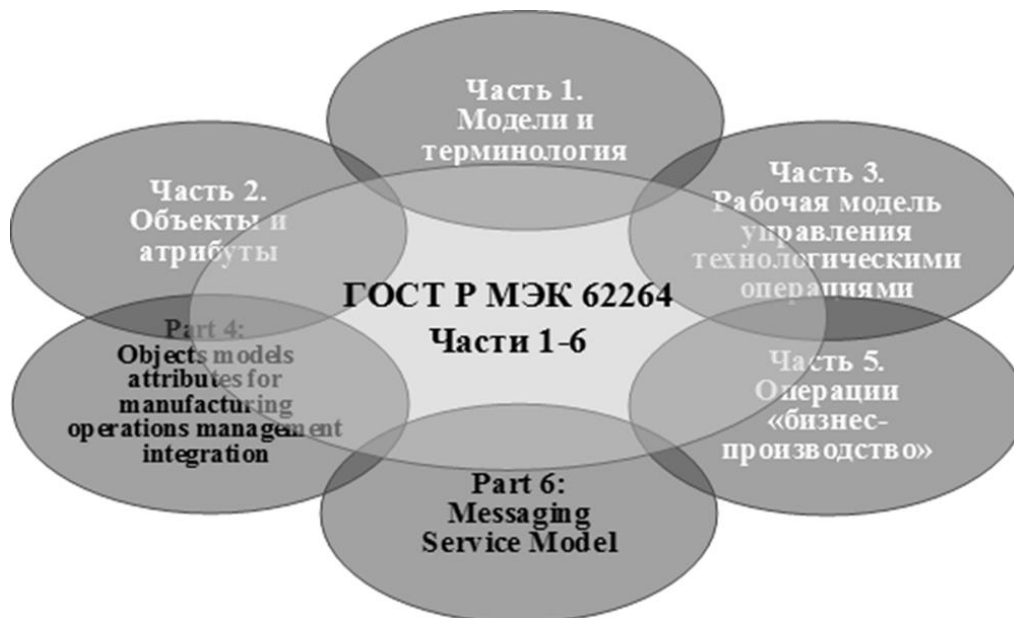


рис. 3 – Стандарты ГОСТ Р МЭК 62264 – основа интеграция систем управления цифровыми предприятиями (ERP, MES, CAD, CAE, CAPP, PDM, PLM и др.)

Потребности промышленности в высококвалифицированных ИТ-кадрах для цифрового производства требуют создания практико-ориентированных программ для реализации основных образовательных программ (ООП) по различным направлениям подготовки (УГСН) высшего образования в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами (ФГОС). Однако новый классификатор направлений подготовки не соответствует квалификациям, принятым в профессиональных стандартах. Кроме того, при разработке указанных профессиональных стандартов не в полной мере соблюдены перспективные потребности промышленного сектора. Поэтому при разработке практико-ориентированных образовательных программ требуется гармонизация требований двух указанных видов стандартов и соблюдение преемственности программ для многоуровневой подготовки (бакалавриат, магистратура и аспирантура). К сожалению подготовка специалистов (инженеров) в настоящее время осуществляется в очень ограниченных масштабах.

Использование комплексов международных стандартов ITLET (Information Technology for Learning, Education and Training – Информационные технологии в обучении, образовании и подготовке) и национальных стандартов по информационно-коммуникационным технологиям в образовании (ИКТО) необходимо для поддержки корпоративной подготовки и переподготовки кадров непосредственно на предприятии и во взаимодействии с университетами на основе электронного обучения.

Реализация образовательных программ должна осуществляться, преимущественно, в форме электронного обучения, что связано с необходимостью значительных финансовых и интеллектуальных затрат на создание информационно-образовательных сред и многочисленных электронных образовательных ресурсов в соответствии с требованиями международных (ITLET) и национальных (ГОСТ Р) стандартов. На национальном уровне разработку стандартов обеспечивает Технический комитет 461 «Информационно-коммуникационные технологии в образовании» (ИКТО), созданный в 2004 г. и объединяющий в четырех подкомитетах более 100 высококвалифицированных экспертов из образовательных и научно-исследовательских учреждений, ведущих отечественных ИТ-компаний и других заинтересованных организаций. В Институте информационных систем и технологий МГТУ «СТАНКИН» в рамках направления 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» разработаны перечисленные ниже профили магистерских образовательных программ, ориентированных на подготовку ИТ-кадров для создания цифровых предприятий:

- Методы и средства проектирования информационных систем.
- Интегрированные системы управления цифровыми производствами и предприятиями.
- Имитационное моделирование в среде виртуального предприятия.
- Управление программными продуктами и проектами.
- Инженерная геометрия и компьютерная графика.
- Компьютерное моделирование сложных технических систем.
- Системы менеджмента корпоративных знаний.

Для практической реализации указанных образовательных программ в настоящее время создаётся полигон «Виртуальное машиностроительное предприятие» на платформе 1С:Предприятие 8.3 с использованием технологии 1С:Fresh. [11]

В общей тематике создания цифровых предприятий первоочередное значение имеет обоснование потребности многоуровневой подготовки высококвалифицированных кадров в рамках университетских образовательных программ основного (бакалавриат, специалитет, магистратура, аспирантура) и дополнительного образования по широкому спектру направлений: информационные системы и технологии; прикладная информатика; информационная безопасность; конструкторско-технологическое проектирование; экономика и организация производства; менеджмент и др. Содержание образовательных программ по этим укрупненным группам специальностей и направлений регламентируется десятками ФГОСов и профстандартов, содержащих сотни компетенций, обобщенных трудовых функций, трудовых функций и трудовых действий.

Системная разработка новых нормативных документов в соответствии со спецификой цифровой экономики и потребностью в цифровых компетенциях представляется проблемой, которую необходимо решить в первоочередном

порядке. Необходимо обосновать и сформулировать цифровые компетенции метауровня, которые позволят систематизировать образовательные программы в содержательном плане с учетом применения унифицированных цифровых платформ и приобретения обучающимися разных профилей навыков практического взаимодействия в унифицированной среде виртуального предприятия.

Развитие концепции «Индустрия 4.0» и промышленного интернета вещей обуславливают необходимость разработки и эффективного применения новых подходов к архитектуре управления цифровыми предприятиями, обеспечению интероперабельности применяемых систем автоматизации и информационных моделей (продукции, оборудования, производственных площадок), созданию цифровых двойников и моделированию процессов жизненного цикла продукции в среде виртуальных предприятий. Для эффективной подготовки и переподготовки кадров необходимо создание современных информационно-образовательных сред, основанных на облачных технологиях и позволяющих реализовать процесс обучения с применением перспективных отечественных импортозамещающих систем класса ERP, MES, CRM, MDM, PDM, PLM, CAD, CAE, CAPP и др. При этом практико-ориентированный характер обучения может быть обеспечен на основе реальной проектной деятельности по тематике, определяемой предприятиями.

Предложенные новые подходы в области автоматизации и управления цифровыми предприятиями учитывают основополагающие требования государственной политики в области цифровой экономики и представляют научный и практический интерес для выполнения перспективных проектных работ по технологическому перевооружению и обеспечению конкурентоспособных цифровых машиностроительных производств.

Литература

1. Шваб К. Четвертая промышленная революция / К. Шваб – М.: «Эксмо», 2016 – (Top Business Awards). 138 с.
2. Роджерс Д.Л. Цифровая трансформация. Практическое пособие / Дэвид Л. Роджерс : Пер. с англ. – М.: Издательская группа «Точка», 2017. – 344 с.
3. Боровков А.И. Цифровое производство. Методы, экосистемы, технологии. Рабочий доклад департамента корпоративного обучения Московской школы управления СКОЛКОВО. М.: 2017. – 84 с.
4. Липкин Е. Индустрия 4.0: Умные технологии – ключевой элемент в промышленной конкуренции. М.: ООО «Остек-СМТ», 2017. – 224 с.
5. Бирбраер Р.А., Альтшулер И.Г. Основы инженерного консалтинга: Технология, экономика, организация. – 3-е изд. М.: Дело, 2011. – 232 с., ил.
6. Григорьев С.Н., Мартинов Г.М., Чадеев В.М., Аристова Н.И. Цифровое машиностроение: тенденции и перспективы развития. // Автоматизация в промышленности. – 2017, №5. М. ИПУ РАН. С. 3-4.
7. Кривошеев О.В. Система полного жизненного цикла «Цифровое предприятие». / Сборник докладов VI Международного Форума «Информационные технологии на службе оборонно-промышленного комплекса». – М: Connect, 2017. С. 22.
8. Гарбук С.В. Цифровое производство в контексте Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации. / Сборник докладов VI Международного Форума «Информационные технологии на службе оборонно-промышленного комплекса». – М: Connect, 2017. С. 48-49.
9. Новиков Д.А., Бурков В.Н., Ивушкин А.А., Мышляев Л.П., Сазыкин Г.П. Проблемы и перспективы создания систем автоматизации управления промышленными комплексами // Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов. 2017. №3. С. 271-273.
10. Ковалёв С.П., Толоч А.В. Модельно-ориентированный подход к управлению жизненным циклом сложных технических изделий / Тезисы докладов 14-й Международной конференции «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта» (CAD/CAM/PDM-2014, Москва). М.: ООО "Аналитик", 2014. С. 13.
11. Позднеев Б.М. О создании научно-образовательного полигона «Виртуальное машиностроительное предприятие // Новые информационные технологии в образовании: Сборник научных трудов 18-й международной научно-практической конференции «Новые информационные технологии в образовании» (Применение технологий «1С» для развития компетенций цифровой экономики) 30-31 января 2018 г. /Под общей редакцией проф. Д.В. Чистова. Часть 2. – М.: ООО «1С Пабблишинг», 2018. С. 255–257.
12. Позднеев Б.М, Овчинников П.Е., Куприяненко И.А., Шароватов В.И. Компьютерный менеджмент качества и развитие персонала в условиях цифрового машиностроения. / Сборник докладов I Научно-практического Форума «Вопросы качества продукции военного и гражданского назначения организаций оборонно-промышленного комплекса». – М: Connect, 2018. С. 100-101.