

ОБУЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОМУ МЕНЕДЖМЕНТУ И ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА В ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Мингалеев Г.Ф.¹, Бердник А.В.², Бабушкин В.М.¹, Галямов Р.А.¹

¹ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», Казань, e-mail: kafedra@eupkai.ru;

²АО «КМПО», Казань, e-mail: andrey_trialzooi@mail.ru

Рассмотрен специализированный учебно-производственный комплекс, разработанный, спроектированный и изготовленный для формирования навыков в области организации производства и производственного менеджмента. В качестве одной из возможных образовательных технологий исследована деловая игра, позволяющая участникам в процессе обучения приобретать навыки, компетенции и практический опыт в области ключевых технологий цифровой экономики. Рассмотрены отечественные и зарубежные программные средства, дающие возможность команде инженеров, менеджеров, экономистов, маркетологов и прочих специалистов оперативно вносить соответствующие изменения в конструкцию, технологию, производственные и сопутствующие процессы, расчеты эффективности в зависимости от рыночной конъюнктуры и производственной ситуации. Предложен подход по развитию деловой игры с применением систем управления полным жизненным циклом и рассмотрен пример реализации на этапе проектирования изделия на цифровом предприятии с помощью системы автоматизированного проектирования Siemens NX. Предложенный подход к реализации данной игры с применением современных программных средств управления жизненным циклом изделия позволяет в условиях цифровой трансформации вывести на новый уровень формирование и развитие профессиональных компетенций обучающихся, не ограничиваясь только традиционными формами их формирования.

Ключевые слова: картирование потока создания ценности, деловая игра, жизненный цикл изделия, образовательный процесс, цифровой двойник.

TRAINING OF PRODUCTION MANAGEMENT AND PRODUCTION ENGINEERING AT THE TECHNICAL UNIVERSITY IN TERMS OF DIGITAL TRANSFORMATION

Mingaleev G.F.¹, Berdnik AV.², Babushkin M.V.¹, Galyamov R.A.¹

¹FSBEI HE «KNRTU-KAI», Kazan, e-mail: kafedra@eupkai.ru;

²AO KMPO JSC, Kazan, e-mail: andrey_trialzooi@mail.ru

A specialized training and production complex developed, designed and manufactured for the formation of skills in the field of production organization and production management is considered. As one of possible educational technologies the business game allowing participants to acquire skills, competences and practical experience in the field of key technologies of digital economy is considered. The article considers domestic and foreign software tools that allow a team of engineers, managers, economists, marketers and other specialists to promptly make appropriate changes to the design, technology, production and related processes, efficiency calculations depending on the market situation and the production situation. An approach to the development of the business game with the use of full life cycle management systems is proposed and an example of implementation at the stage of product design in a digital enterprise using the Siemens NX computer-aided design system is considered. The proposed approach to the implementation of this game with the use of modern software tools for product life cycle management allows in the conditions of digital transformation to bring to a new level the formation and development of professional competencies of students, not limited to traditional forms of their formation.

Keywords: value stream mapping, business game, product lifecycle, educational process, digital counterpart.

В современном образовательном процессе важна ориентация на специфику аудитории. Например, у обучающегося, обладающего развитым тактильным восприятием, лучше формируется комплекс необходимых навыков для работы как в реальной, так и в виртуальной среде. И наоборот: ученик, имеющий значительный опыт компьютерных игр, чувствует себя как рыба в воде в виртуальных деловых играх.

Разумное сочетание реального и виртуального в зависимости от специфики аудитории (рис. 1) – наиважнейшая задача подготовки специалистов для цифровой экономики.

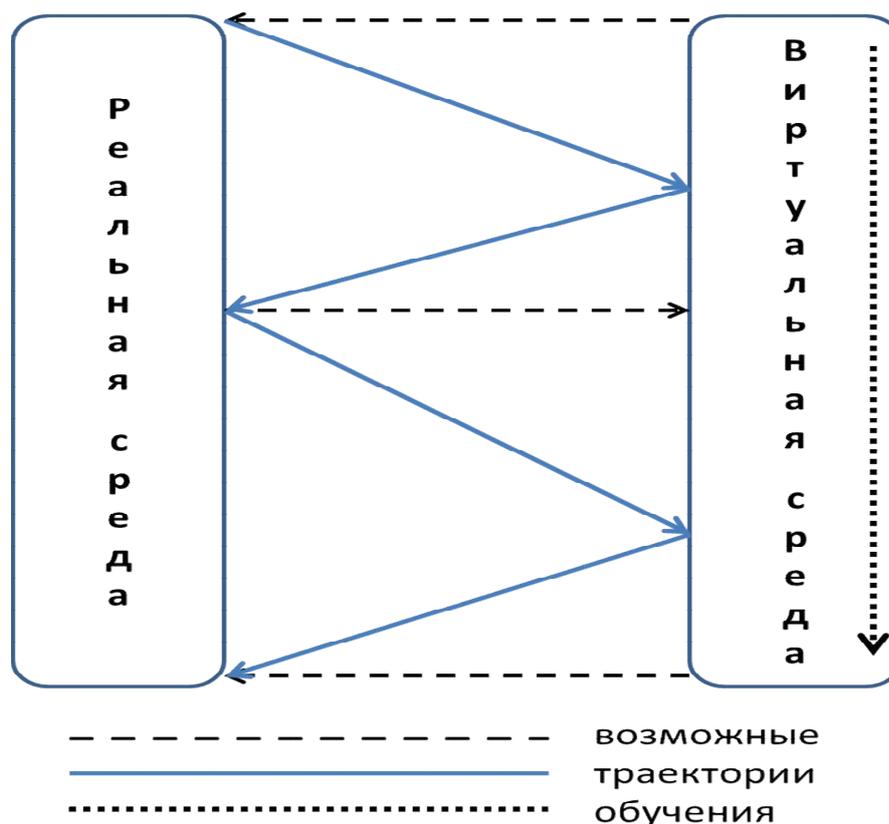


Рис. 1. Траектории обучения в реальной и виртуальной среде

Обучение необходимо проводить в реальных условиях, в то же время принимая во внимание прогрессирующие процессы цифровой трансформации в производственной и непромышленной сферах, с точки зрения натуральных условий.

В настоящее время обучение ведется в специализированном учебно-производственном комплексе, разработанном, спроектированном и изготовленном для формирования навыков в области организации производства и производственного менеджмента. В частности, при обучении методам так называемого бережливого производства для оценки всех видов потерь используется деловая игра по сборке топливного насоса.

Цель исследования заключается в определении роли современных инфокоммуникационных технологий в формировании и развитии профессиональных компетенций обучающихся в области производственного менеджмента и организации производства с применением имитационных образовательных технологий.

Материал и методы исследования

Деловая игра позволяет участникам получать навыки, компетенции и практический опыт в процессе обучения.

Она предназначена для обучения:

- студентов учреждений среднего и высшего образования;
- работников предприятий различных сфер деятельности.

Деловая игра прошла апробацию в рамках повышения квалификации инженерно-технических работников предприятий и обучения студентов инженерных и экономических направлений подготовки.

Системный подход, присутствующий в деловой игре, позволяет применять в обучении элементы игрового процесса, которые при правильном балансе с обучающими задачами повышают эффективность образовательных результатов.

Сценарий развивается в искусственно созданной среде, и участнику предлагается принять индивидуальное или командное обоснованное решение о том, как действовать в конкретной ситуации. В течение всего обучения через определенные промежутки времени обеспечивается обратная связь.

Игра имеет ряд преимуществ:

- безрисковая зона – ошибки в игре не приведут к краху бизнеса;
- смена масштаба – возможность занимать различные позиции в иерархии компании: от рабочего до руководителя;
- повышение грамотности – получение новых знаний в инновационном формате;
- командная работа – улучшение навыков коммуникаций и взаимодействия в коллективе.

Деловая игра направлена на:

- 1) получение практических навыков применения инструментов и методов бережливого производства [1];
- 2) изменение представления о традиционных подходах к организации и управлению производством.

Задача участников игры – за определенное количество раундов (не меньше 3) достичь плановых показателей по сборке топливных насосов.

В первом раунде участники начинают играть в жестко заданных условиях. Действия каждого участника определены персональной инструкцией. В процессе первого раунда запрещено вносить изменения в ход игры. За соблюдением регламента и правил следит модератор. Цель первого раунда – осознание недостатков традиционной системы производства.

По окончании первого раунда модератор совместно с участниками анализирует полученные данные. Проводится сопоставление с целями. В процессе опроса участников

выявляются проблемы в процессе (определяются потери) и строится карта потока создания ценности текущего состояния.

Для детального рассмотрения выявленных проблем проводится дополнительное обучение по смежным темам. С использованием полученных знаний обучающиеся разрабатывают варианты улучшения (кайдзен-предложения) процесса.

Для внедрения кайдзен-предложений на своих рабочих местах участникам дается время. Главное правило – внедрять можно только то, что записано на доске кайдзен-идей.

Целью второго раунда является определение значительной разницы в эффективности процесса, организованного с применением базовых инструментов бережливого производства. При применении метода картирования потока создания ценности обучающиеся более детально анализируют процесс сборки для внедрения предложенных мероприятий, и процесс сборки изделия повторяется, но с учетом переработанных студентами инструкций [2].

По итогам второго раунда модератор вместе с участниками, а также с менеджерами по улучшению анализирует полученные данные. Проводится повторное сопоставление с поставленными целями. В процессе опроса участников вновь выявляются проблемы (потери) и фиксируются идеи по улучшению процесса. На карте потока создания ценности текущего состояния в виде «облаков кайдзен» отображаются участки, на которых запланировано проведение мероприятий по улучшению.

Для формирования компетенций по внедрению данных улучшений для студентов проводится дополнительное обучение методам и инструментам бережливого производства («Балансировка», «Вытягивание»). На основе полученных знаний разрабатываются варианты реализации сборочного процесса.

Если в процессе внедрения появляются новые кайдзен-предложения, они могут быть внедрены при согласии всей группы.

Целями третьего раунда являются достижение плановых показателей, демонстрация эффективности методов и инструментов бережливого производства по сравнению с традиционными методами.

По окончании третьего раунда строится карта потока создания ценности будущего состояния и формируется отчет.

При подведении итогов игры происходит сравнение ситуаций 1-го, 2-го и 3-го раундов, включая анализ причин достижения поставленных целей и получение обратной связи от участников обучения.

Деловая игра проводится в специализированном Лин-классе, оснащенный рабочими местами (верстаками), средствами индивидуальной защиты, учебно-методическими материалами и инструкциями.

Результаты исследования и их обсуждение

Очевидно, что без применения новых информационных систем, имитирующих особенности производственного процесса, обучение превращается в кустарный образовательный урок. В связи с этим необходимы методы, позволяющие инженерам, менеджерам, экономистам, маркетологам и другим смежным специалистам по проекту оперативно вносить соответствующие изменения в конструкцию, технологию, расчеты эффективности в зависимости от рыночной конъюнктуры и производственной ситуации [3].

Современные системы управления жизненным циклом (PLM) позволяют создавать приложения для цифровых производств, которые дают возможность разработчикам и системным интеграторам работать в единой среде для параллельного, совместного описания продукта и производственного процесса [4, 5]. Примером может служить программный продукт компании Siemens – Teamcenter, позволяющий взаимодействовать одновременно с программными пакетами и производственными группами.

Реализация наибольшего количества задач в параллельных процессах вносит свой вклад в преодоление критических фаз жизненного цикла продукта. Благодаря использованию PLM-системы появляется возможность сокращения количества прототипов, управления сложностью проектирования и взаимодействием заинтересованных сторон и, как следствие, повышения производительности всех видов ресурсов предприятия и перехода к ускоренному изготовлению и поставке продукта конечному потребителю [6].

В настоящее время существует и активно развивается отечественный аналог PLM-системы Siemens – система управления полным жизненным циклом – цифровое предприятие.

Данная система является новой цифровой платформой создания высокотехнологичной продукции и одним из основных компонентов цифровой экономики Российской Федерации. Цифровое предприятие состоит из ряда подсистем:

- сквозного 3D-проектирования;
- управления предприятием;
- управления производством;
- нормативно-методологического обеспечения;
- программно-аппаратной платформы.

Основными задачами, решаемыми цифровым предприятием, являются следующие:

- реализация сквозных процессов создания и эксплуатации высокотехнологичной продукции, управления предприятием и производством;

- обеспечение управления качеством и стоимостью продукции;
- обработка и сертификация информации, обеспечение требований российского законодательства;
- соответствие всем классам информационных систем.

Развитие платформы сопряжено с тем, что в системе управления полным жизненным циклом в качестве первого этапа выступает цифровое проектирование.

Проектирование изделия в цифровом предприятии проводится с помощью CAD-системы [7]. Работу со сборками в системе автоматизированного проектирования (в нашем случае используется Siemens NX) можно выполнять различными способами.

На начальном этапе все входящие детали уже смоделированы, остается лишь задать их положение друг относительно друга. Поэтому работа со сборкой начинается с создания нового файла сборки. Далее в сборку добавляются все входящие компоненты. Для удобства работы детали загружаются как отдельные объекты (рис. 2).

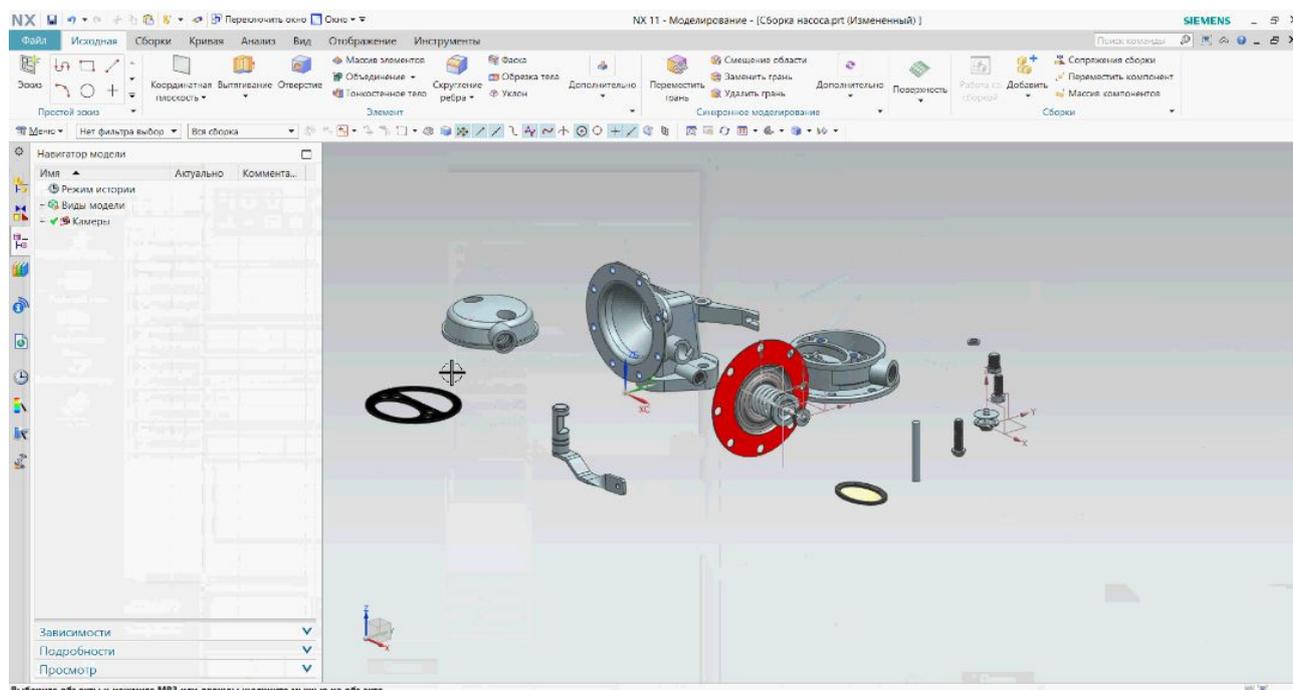


Рис. 2. Набор деталей в NX

Сам процесс сборки начинается с фиксации основного корпуса в пространстве. Как и при реальной сборке, сборка в NX осуществляется путем установки компонентов на основной корпус. Отметим, что цифровая среда позволяет производить сборку в любой последовательности, игнорируя имеющиеся инструкции [8]. Однако стоит выбирать такую последовательность, при которой сборка будет максимально приближена к реальности. Поэтому вначале устанавливаются клапаны, а уже затем подсборка вместе с клапанами присоединяется к основному корпусу.

Стоит также отметить, что для симуляции реального процесса сборки с учетом физических ограничений существуют специальные программные средства [9].

Расположение компонентов в сборке задается через команду «Сопряжения сборки» в меню «Сборки». Для присоединения сборки мембраны ее необходимо выровнять по оси, затем выровнять по касанию с торцом основного корпуса и совместить оси отверстий. Аналогично была установлена и подсборка.

В зависимости от ситуации могут быть применены различные типы ограничений. Можно жестко зафиксировать один элемент относительно другого или оставить элементу несколько степеней свободы. К примеру, винт не должен вращаться или перемещаться вдоль своей оси, а клапан должен сохранять подвижность. Далее устанавливаются фильтр, резиновая прокладка и крышка.

В отличие от реального процесса цифровую модель сборки можно вращать под любым углом для удобства просмотра.

Затем устанавливаются винты. В некоторых случаях, когда крепежных элементов много и они расположены с определенной периодичностью, можно воспользоваться командой «Массив компонентов», которая позволяет выстроить выбранные компоненты в определенной последовательности (например, по кругу).

Чтобы установить рычаг, который приводит в движение клапан, сначала нужно задать положение самого рычага, а уже потом установить его ось. Ось устанавливается по центру корпуса, а винты-заглушки – по обе стороны до касания. В конце производится установка стопора, ограничивающего работу насоса путем лимитирования хода рычага.

Чтобы убедиться в правильности сборки (рис. 3) или задать ограничения компонентам, которые невозможно произвести снаружи, в программной среде можно создавать сечения в различных плоскостях.

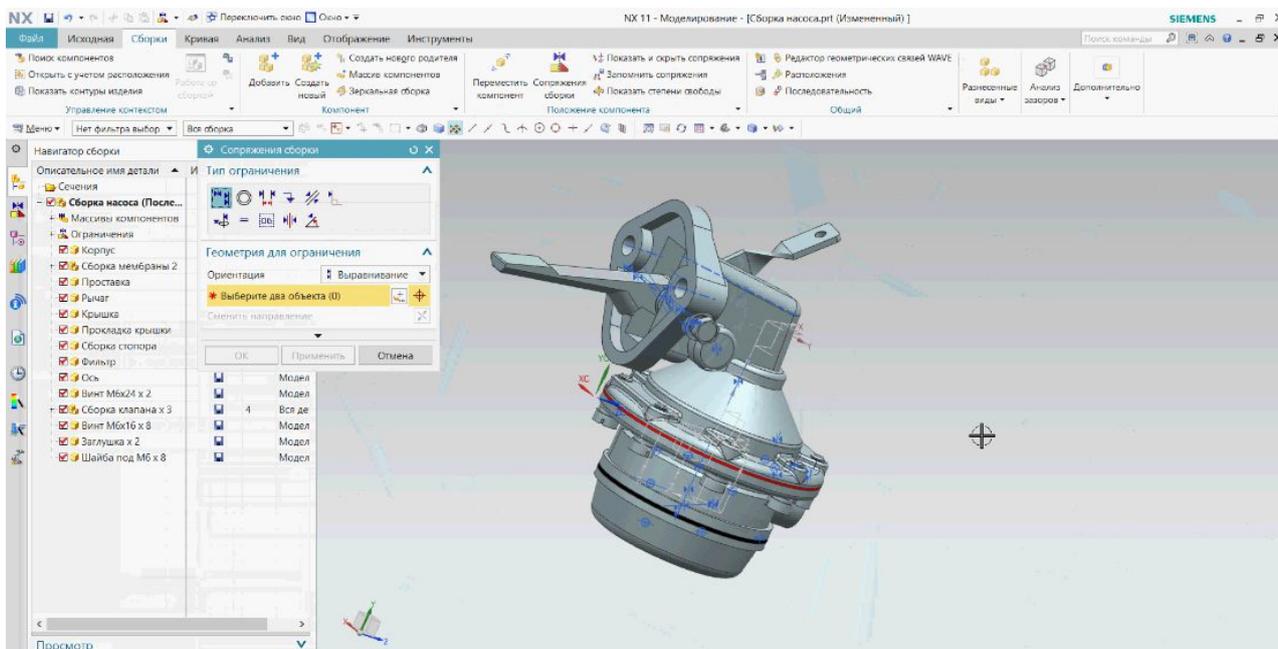


Рис. 3. Готовое изделие

Производя сборку в программном средстве, пользователь (обучающийся) может сразу отметить для себя различные особенности сборки и учитывать их в дальнейшем, при оформлении конструкторско-технологической документации на изделие. Закончив проектирование изделия, можно переходить к проектированию цифрового двойника предприятия, включающего все основные и сопутствующие процессы производства.

Заключение. Применение современных инфокоммуникационных технологий в образовательном процессе в условиях цифровой трансформации способствует формированию качественно нового кадрового обеспечения реального сектора страны, преодолению разрыва в области разработки и реализации ключевых технологий Индустрии 4.0 между Россией и развитыми европейскими странами [10]. Метод одновременного реального и виртуального обучения позволяет решить ряд новых образовательных задач, что отвечает современным вызовам:

- 1) выбрать алгоритм обучения в зависимости от специфики аудитории;
- 2) проводить занятия как в реальной, так и в виртуальной среде.

Реализация данного подхода к обучению производственному менеджменту и организации производства в техническом университете позволяет получить позитивные результаты в освоении профессиональных компетенций обучающихся, не ограничивающихся только традиционными формами их формирования.

Список литературы

1. Ахмадиев Р.Я., Мингалеев Г.Ф., Гарифуллин Р.Ф. Применение принципов бережливого производства в формализации бизнес-процессов в техническом университете // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2015. Т. 71. № 1. С. 148-152.
2. Гарифуллин Р.Ф., Бабушкин В.М., Зилянева О.Е. Применение методики выездного экспресс-аудита для оценки состояния производственных процессов предприятия // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2015. Т. 71. № 3. С. 101-106.
3. Шарафеев И.Ш. Теория представлений в системах автоматизации технологического назначения // Научное обозрение. Технические науки. 2019. № 1. С. 54-61.
4. Телишев А.М., Гарифуллин Р.Ф., Зилянева О.Е. Разработка рекомендаций по совершенствованию информационной среды промышленного предприятия // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2016. Т. 72. № 3. С. 74-77.
5. Костерин А.В., Мингалеев Г.Ф., Бабушкин В.М., Силенов М.А. Реализация методов бережливого производства с применением трехмерной графики для конкретной производственной задачи // Вестник Технологического университета. 2015. Т. 18. № 4. С. 238-241.
6. Бакеев Б.В., Бакеева Й.Р., Корнилин А.В., Судников В.В., Нефедова Ю.В. Совершенствование производственных процедур на основе принципов организации производства // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2017. Т. 73. № 4. С. 124-129.
7. Фаттахов Х.И., Нефедова Ю.В., Гарифуллин Р.Ф. Системы управления организационными структурами в цифровой экономике // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2017. Т. 73. № 4. С. 119-123.
8. Гарифуллин Р.Ф., Николаенко Ю.В. Алгоритм технического перевооружения на основе методов планирования инноваций // Вестник экономики, права и социологии. 2012. № 2. С. 22-27.
9. Гарифуллин Р.Ф., Антропова Т.Г., Сафиуллин А.Р., Валитов Ш.М. Проблемы и ограничения внедрения системы организации и рационализации рабочего места на промышленном предприятии // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2015. Т. 71. № 4. С. 63-66.