

УДК 37

DOI: 10.25688/2072-9014.2021.58.4.04

**С. Г. Григорьев,  
М. В. Курносенко**

## **STEM-проектирование в подготовке магистров по профилю «Мехатроника, робототехника и электроника в образовании»**

В статье рассмотрен опыт использования образовательных STEM-проектов в области мехатроники и робототехники для подготовки магистров педагогического направления. Реализация подобных STEM-проектов может быть осуществлена не только с использованием различных робототехнических конструкторов, но и с помощью виртуальных сред моделирования. Полученные при моделировании в виртуальных средах знания позволяют повысить эффективность очных практических занятий с реальным конструктором. Применение виртуальных сред моделирования в сочетании с использованием реальных конструкторов обеспечивает взаимосвязь дистанционной и очной форм обучения.

Ключевые слова: STEM; Fischertechnik; образовательная робототехника; мехатроника; виртуальные среды.

### **Введение**

**S**TEM-проекты все шире внедряются в сферу образования. Большинство из них основано на решении практических задач, непосредственно связанных с изучением таких предметов, как мехатроника, электроника, робототехника. Особенно эффективным является применение STEM-проектов в системе дополнительного образования, ориентированного на решение актуальных практических задач [1].

Имеют место следующие составные компоненты учебной деятельности при STEM-проектировании [1]:

- обобщение и интеграция знаний из информатики, физики, математики и других учебных предметов;
- самостоятельная постановка задачи участниками проекта;
- планирование и выполнение работ согласно утвержденному плану;
- работа в команде;
- самостоятельное распределение ролей и индивидуальных задач внутри команды;
- обучение эффективному общению во время работы над проектом;

- работа над реальными задачами с достижением конечного результата в определенный срок.

Обучение в школе основано на взаимодействии преподавателя и обучающихся. И хотя существуют разные модели такого взаимодействия, однако в подавляющем большинстве случаев основа сводится к непосредственной передаче знаний. В рамках STEM-проектирования большое значение приобретает самостоятельная работа обучающихся. Преподаватель становится одновременно тренером, экспертом, арбитром и контролером, что отражено на рисунке 1.

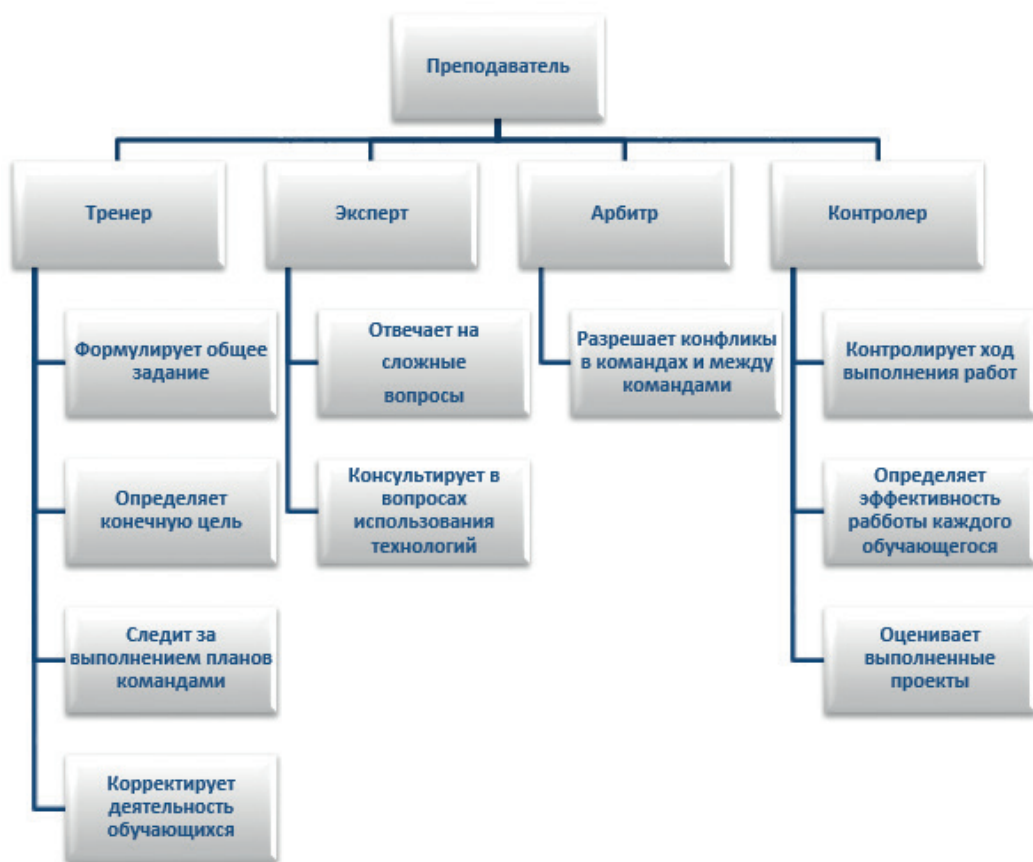


Рис. 1. Функции преподавателя при выполнении STEM-проектов

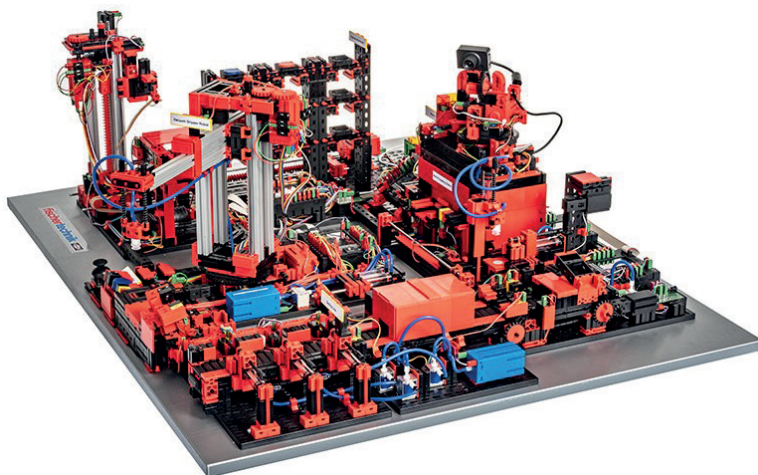
Одним из многочисленных преимуществ обучения с использованием STEM-проектов является применение межпредметных учебных программ. Это позволяет обучающимся в процессе учебы понять взаимосвязь предметов. Для того чтобы STEM-проект был эффективен, он должен быть основан на интеграции различных предметов. Это помогает обучающимся ответить на вопросы «Зачем мне это нужно знать?» и «Где я этим воспользуюсь?». Программа обучения, построенная на основе STEM-проекта, позволяет глубоко изучить проблему.

Проект разрабатывается различными группами обучающихся, ими создаются разные решения конкретной проблемы. Сам процесс предполагает планирование, организацию и проведение исследований. Обучающиеся используют свои исследования при проектировании, создании прототипов, тестировании, проработке и оценке полученного решения проблемы.

Термин «инженерия», входящий в акроним STEM, подразумевает математическую оценку проекта. Эта оценка позволяет обучающимся создавать математические модели, которые могут как формировать решения, так и увеличивать скорость принятия решения. По выполнению начального анализа можно создать и оценить прототип, после чего данные накапливаются и систематизируются, а по результатам их анализа вносятся изменения в проект.

По достижении приемлемого проектного решения обучающийся создает отчетную документацию по проекту. Она включает эскизы, чертежи, заметки, результаты исследований, анализ данных и все, что требуется для оформления результатов проекта. Необходимость объяснить проектное решение повышает уровень обучения.

Примером сложного STEM-проекта может служить приведенная ниже тема из конструктора Fischertechnik (рис. 2), связанная с проектированием и макетированием промышленного производства из раздела Индустрия 4.0<sup>1</sup>.



**Рис. 2.** Комплексный макет цифрового производства (Industry 4.0) 9В с контроллером TXT

Технический учебный макет используется для изучения комплекса технологий «Индустрия 4.0» в школах, колледжах и вузах, а также для исследований, обучения и развития в технологических компаниях и IT-подразделениях.

<sup>1</sup> Комплексный макет цифрового производства (Industry 4.0) [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании «Пакпак». URL: <https://pacpac.ru/product/551584-training-factory-industry-4-0/> (дата обращения: 10.07.2021).

Комплексный макет демонстрирует следующие этапы современного производственного бизнеса:

- размещение нового заказа клиентом;
- производство;
- хранение;
- отгрузку заказа клиенту.

Макет состоит из нескольких технологических модулей, среди которых:

- участок загрузки материалов и выгрузки готовых заказов;
- участок хранения;
- роботизированный внутренний материальный транспорт;
- участок термической обработки;
- участок механической обработки;
- участок сортировки;
- станция мониторинга окружающей среды;
- система видеонаблюдения.

### Технологический процесс

После размещения заказа на приборной панели заготовки проходят через соответствующие заводские модули, причем на приборной панели сразу же отображается текущее состояние дел. Встроенный датчик окружающей среды выдает значения температуры, влажности, давления воздуха и качества воздуха. Камера видит всю систему через вертикальный и горизонтальный сектора панорамирования и таким образом может использоваться для организации удаленного технического обслуживания через Интернет.

Движение отдельных деталей отслеживается с помощью технологии NFC (Near Field Communication): каждой детали присваивается уникальный идентификационный номер (ID). Это позволяет проследить текущее состояние заготовок в процессе обработки.

### Система управления

Макет управляется шестью контроллерами ТХТ (9 В), они объединены в сеть на фабрике и связываются друг с другом через MQTT (телеметрический транспорт сообщений) — открытый протокол сообщений, который позволяет передавать данные в виде сообщений между устройствами.

Программное приложение написано на языке С++ и загружено в контроллер в состоянии готовности к запуску. Соответствующая библиотека С++ и API опубликованы. Эта библиотека может использоваться для написания индивидуальных программ на С++.

Доступ к приборной панели и управление ею можно осуществлять через мобильные устройства, такие как планшеты и смартфоны, а также ноутбук или ПК. Это позволяет отображать платформы с трех разных интерфейсов: «Клиент», «Поставщик», «Производство». В интерфейсе клиента отображается окно интернет-магазина с корзиной для покупок, где можно заказать заготовку и отследить текущий статус заказа. Процесс заказа сырья отображается в интерфейсе поставщика. Состояние производства, производственный процесс, запасы товаров/сырья, значения NFC/RFID и датчиков можно найти в производственном интерфейсе. Кроме того, отсюда можно управлять камерой, которой контролируется производственная линия. Все эти функции активируются и используются через меню.

Если в процессе производства возникает неисправность, то она подтверждается соответствующей кнопкой, после идет устранение ее причины и запуск продолжения производства. Отдельные этапы изготовления визуально упрощаются с помощью подключенных узлов и представляются в интерфейсе производства. Текущий активный производственный модуль подсвечен зеленым или красным цветом: когда соответствующий этап процесса обрабатывается нормально в реальном времени, то горит зеленый цвет, если возникает ошибка с ожиданием ее исправления, то горит красный цвет. Каждая деталь имеет свой ID. В совокупности система отображает следующие данные: состояние, цвет и метку времени от доставки до отправки. Камера также управляется через интерфейс производства, здесь же можно просмотреть считанные значения датчика окружающей среды.

В связи с широким использованием дистанционной формы обучения, актуализирован вопрос проведения практических работ, требующих методик и средств обучения, сохраняющих преемственность изложения материала и позволяющих по завершении виртуальных дистанционных занятий быстро перейти к практике реализации реальных проектов.

Разумеется, к столь сложному макетированию невозможно приступить без предварительной подготовки. В данном случае решение лежит на пути макетирования более простых устройств, которые впоследствии могут стать элементами сложного макета. На рисунке 3 показана отдельная модель автоматизированного склада, который входит в общую цепочку производственных процессов.

Описанные выше методики были применены при проведении занятий в МГПУ со студентами различных профилей педагогического направления обучения. Были решены следующие дидактические задачи:

1. Обеспечение непрерывности учебного процесса.
2. Реализация преемственности в изложении учебного материала.
3. Обеспечение единства теории и практики.

Оборудование немецкой компании Fischertechnik (рис. 4) отличается системным подходом и четкой STEM-специализацией. Общая идея такова: многие элементы, которые составляют номенклатуру большинства моделей

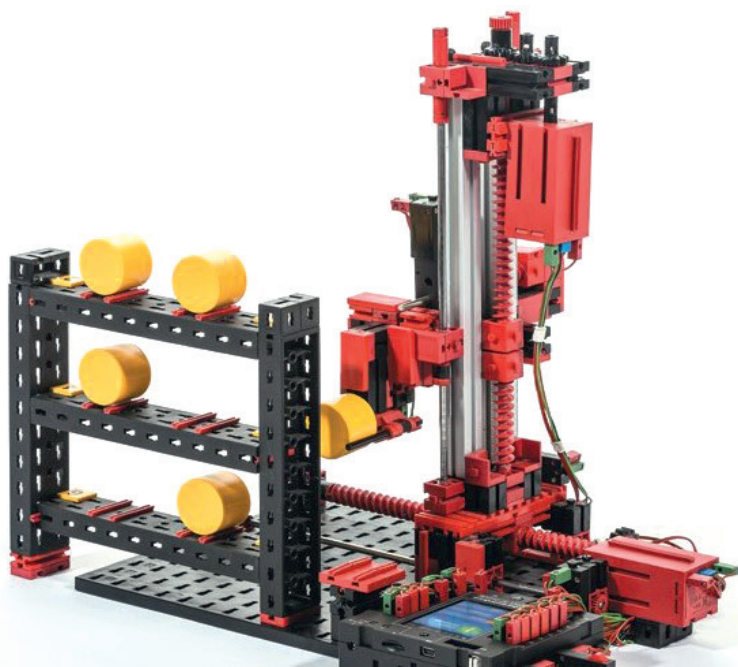


Рис. 3. Модель автоматизированного склада на контроллере ТХТ



Рис. 4. Конструктор для STEM-проектов от Fischertechnik

(конструкторов), присутствуют в этих конструкторах с учетом различных возрастных групп, от детского сада до вуза, постепенно усложняясь. Особое внимание уделяется формированию инженерного подхода при конструировании: возможны работа с проектной документацией, изучение различных типов соединений сборочных единиц, изучение дизайнерских и конструкторских

(функциональных) решений — нужно иногда самому додумать решение, документация не всегда полно, и это сделано намеренно, представляет сборочный узел. Такой подход выгодно отличает системы Fischertechnik от оборудования других фирм.

Для STEM-проектирования имеется следующая линейка конструкторов (систем) из образовательного раздела.

- **ВТ Стартовый набор 2.0.** Программируемый контроллер ВТ Smart с четырьмя входами для подключения датчиков и двумя выходами для моторов и ламп имеет интерфейсы USB и Bluetooth 4.0. Для программирования используется учебная среда ROBO Pro Light, которая позволяет быстро и интуитивно составлять алгоритмы для управления моделями. Также есть возможность составлять программы на планшете (с ОС Android). ВТ Стартовый набор — конструкторский набор для начальной и средней школы.

- **Учебная рабочая станция.** Это конструкторский набор для старших классов средней школы. Он включает в себя полный ассортимент датчиков, с помощью которых робот может измерять расстояние до препятствий, следовать по линии, реагировать на свет, измерять температуру и многое другое. В конструктор входит рабочая тетрадь, которая содержит инструкцию по сборке двух штатных наборов «ROBO TX Исследователь» и «ТХТ Набор первооткрывателя». Из деталей, входящих в комплект набора, можно собрать робота на двух типах шасси — гусеничном или колесном. Изучение программирования с данным набором происходит по принципу «от простого к сложному»: сначала программируем простые модели (светофор, сушилка для рук и др.), потом переходим на более высокий уровень и программируем мобильные автоматические устройства. Также есть возможность создания самостоятельного проекта, большое количество деталей и компонентов набора практически не ограничивает область экспериментов с ним. Это конструкторский набор для старших классов средней школы.

- **ТХТ Продвинутый уровень.** Материал набора позволяет раскрыть следующие темы: измерения, управление и регулирование с помощью различных исполнительных устройств и датчиков, работа с контроллером ТХТ и программным обеспечением ROBO Pro, программирование мобильных роботов и автоматических устройств<sup>2</sup>.

- **Электропневматика.** Материал набора позволяет раскрыть следующие темы: измерения, управление и регулирование с помощью различных исполнительных устройств и датчиков, программирование приближенных к реальности электропневматических машин и роботов<sup>3</sup>;

- **Промышленные роботы.** Материал набора позволяет раскрыть следующие темы: измерения, управление и регулирование с помощью программируемых

<sup>2</sup> ТХТ Продвинутый уровень [Электронный ресурс] // Официальный сайт Fischertechnik. URL: <https://fischertechnik.ru/education/533018-robotics-txt-advanced> (дата обращения: 10.07.2021).

<sup>3</sup> Электропневматика [Электронный ресурс] // Официальный сайт Fischertechnik. URL: <https://fischertechnik.ru/computing/516186-robo-tx-electropneumatic> (дата обращения: 10.07.2021).

контроллеров, датчиков и исполнительных устройств, углубленное изучение технологии программирования промышленных роботов, практикум по программированию на базе учебных моделей промышленных роботов<sup>4</sup>.

Все вместе три последних конструкторских набора составляют набор «STEM Инженерный»<sup>5</sup>.

«STEM PREP 2.0 Физика, Робототехника, Экотехнологии (9 в 1)» — конструкторский набор для средней школы (рис. 4).

Материал набора позволяет раскрыть следующие темы:

- проектная деятельность на базе STEM;
- эскизы и документация;
- преобразование и хранение энергии;
- простые машины;
- механизмы;
- основы электричества;
- знакомство с системами автоматического управления;
- знакомство с принципом работы пневматического привода;
- знакомство с датчиками;
- взаимодействие между устройством и пользователем.

Особенно успешно системы фирмы Fischertechnik демонстрируют работу мехатронных устройств, где соединены механические и электронные (электрические) компоненты, и в этом плане они незаменимы в технологическом образовании, так как выгодно отличаются от других подобных систем. Проекты, выполненные на базе систем фирмы Fischertechnik, стимулируют изучение обучающимися в первую очередь таких разделов физики, как «Механика», «Электричество», «Физические процессы в жидкостях и газах» в связи с другими разделами, в числе которых будут «Простые механизмы и машины», «Электрические приводы и электронные приборы», «Пневматика», «Гидравлика», «Физика твердого тела».

Работа с системами фирмы Fischertechnik постепенно подводит обучающегося к овладению навыками работы с реальными промышленными системами, так как эти системы, за исключением разве что реальных своих размеров, будут полностью им идентичны.

Особо следует отметить, что конструкторы Fischertechnik наиболее полно отвечают идеологии STEM, позволяют реализовать демонстрацию не только прикладных возможностей инженерии, но и фундаментальных законов физики, математики и информатики, а также организовать полноценную проектную инженерную деятельность обучающихся различных возрастных групп.

<sup>4</sup> Промышленные роботы [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании «Пакпак». URL: <http://pacpac.ru/product/533020-robotics-in-industry/> (дата обращения: 10.07.2021).

<sup>5</sup> STEM Инженерный [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании «Пакпак». URL: <http://pacpac.ru/product/519341-stem-engineering/> (дата обращения: 10.07.2021).



### Литература

1. Григорьев С. Г., Садыкова А. Р., Курносенко М. В. STEM-технологии в подготовке магистров педагогического направления // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Информатика и информатизация образования». 2018. № 3 (45). С. 8–13.

### Literatura

1. Grigor`ev S. G., Sady`kova A. R., Kurnosenko M. V. STEM-texnologii v podgotovke magistrrov pedagogicheskogo napravleniya // Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya «Informatika i informatizaciya obrazovaniya». 2018. № 3 (45). S. 8–13.

**S. G. Grigoriev,  
M. V. Kurnosenko**

#### **Stem-Designing in the Training of Masters in the Profile «Mechatronics, Robotics and Electronics in Education»**

The article discusses the experience of using educational STEM projects in the field of mechatronics and robotics in the preparation of masters of the pedagogical direction. The implementation of such STEM projects can be carried out not only using various robotic constructors, but also using virtual modeling environments. The knowledge obtained during modeling in virtual environments makes it possible to increase the efficiency of face-to-face practical classes with a real designer. The use of virtual modeling environments in combination with the use of real constructors provides a relationship between distance and face-to-face learning.

Keywords: STEM; Fischertechnik; educational robotics; mechatronics; virtual environments.