

УДК 372.862

DOI 10.54835/18102883_2022_32_15

СОЦИАЛЬНОЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНА КАК ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ФАКТОР ОРГАНИЗАЦИИ ПРАКТИЧЕСКОЙ ПРОЕКТНОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ ЦИФРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ечмаева Галина Анатольевна,

кандидат педагогических наук, доцент,
g.a.echmaeva@utmn.ru

Мальшева Елена Николаевна,

кандидат педагогических наук, доцент,
el.n.malysheva@utmn.ru

Тюменский государственный университет,
Россия, 625003, г. Тюмень, ул. Володарского, 6

В статье актуализируются вопросы практико-ориентированной подготовки кадров в области мехатроники как одного из условий системного решения задачи по цифровизации экономики. Проведен анализ востребованности специалистов по мехатронике в Тюменской области, результаты сопоставлены с данными других исследований. Проведен анализ базы и условий проектной подготовки данных специалистов в Тюменской области. Выделена специфика проектной деятельности по мехатронике. Представлены методические рекомендации по организации технических учебных проектов по мехатронике (по решаемой учебной задаче, выбору тематики, технической базе, назначению проектов и др.). Рекомендации носят конкретный характер и основаны на практическом опыте авторов.

Ключевые слова: Тюменская область, социально-экономическое пространство, мехатроника, проектная деятельность, технический учебный проект, модуль линейного перемещения.

Актуальность

Отличительной чертой современного общества является повсеместная цифровизация, которая затрагивает все его сферы и институты – политические, экономические, социальные, основывается на закономерностях четверной промышленной революции (Industry 4.0) и является условием экономического рывка и стратегического развития страны [1].

Цифровая трансформация технологических процессов становится главным вектором развития предприятий. В частности, крупнейшие предприятия Тюменской области топливно-энергетической, машиностроительной, легкой, пищевой и др. промышленности внедряют наукоемкие технологии в производство и логистику. Эти процессы высвечивают основную на данном этапе проблему – нехватку IT-кадров инженерного направления, готовых проектировать, создавать и обслуживать производство нового формата – «киберфизические системы». Этот вывод подтверждают результаты российских исследований и зарубежные аналитические прогнозы [2, 3]. В частности, анализ регионального рынка труда (без учета автономных округов) в области цифрового производства выдает на на-

чало сентября 2022 г. более 250 различных актуальных вакансий для инженеров и специалистов среднего звена.

Одной из профессиональных областей, призванных обеспечить цифровое производство квалифицированными кадрами, является мехатроника и робототехника, находящаяся на стыке электротехники, механики, электроники, автоматики, кибернетики и IT-технологий. Специалисты в области мехатроники и робототехники занимаются проектированием, созданием и обслуживанием прецизионных устройств и машин с компьютерным управлением. Необходимость массовой подготовки кадров по этому направлению уже в самой краткосрочной перспективе, как условие технологической независимости России, представляет собой вызов для системы профессионального образования.

Анализ проблемы

Крупнейшие предприятия Тюменской области топливно-энергетического и газонефтеперерабатывающего комплексов (ООО «ЗапСибНефтехим», ООО «СИБУР Тобольск», ПАО «Газпром», ПАО «Транснефть», Тюменский НПЗ, АО «Транснефть-Сибирь», ООО НПП «СибБурМаш» и др.), предпри-

ятия по производству железобетонных конструкций и строительных материалов, машиностроительные и деревообрабатывающие, предприятия легкой, пищевой и полиграфической продукции, логистические центры и т. д. активно проводят цифровую трансформацию технологических процессов. Эти коренные изменения в производстве основываются на применении различных цифровых устройств управления, высокоточного оборудования и наукоемких технологий, что в свою очередь приводит к высокому росту спроса на соответствующих специалистов.

На сегодняшний день подготовка молодых специалистов в области мехатроники и робототехники в Тюменской области осуществляется как на ступенях высшего образования (бакалавриат – направление 15.03.06 «Мехатроника и робототехника», магистратура – 16.04.01 «Техническая физика» программа «Robotics and Autonomous Systems»), так и среднего профессионального (15.02.10 «Мехатроника и мобильная робототехника»). Подготовку данных специалистов осуществляют Тюменский государственный университет, Тюменский индустриальный университет, а также филиалы указанных ВУЗов в г. Тобольске.

На стимулирование интереса жителей региона к данной предметной области направлены и различные мероприятия, проводимые как в масштабах страны, так и в области: чемпионаты и конкурсы профессионального мастерства, региональные фестивали профессиональных проб, хакатоны, мейкертоны, челленджи и т. д. Так, с 2014 г. Тюменская область участвует в национальном чемпионате по сквозным рабочим профессиям WorldSkills Russia, а с 2016 г. для разных возрастных групп организует участие в компетенциях, непосредственно связанных с цифровизацией производственных процессов (мехатроника, мобильная робототехника, электроника, прототипирование, инженерный дизайн CAD, цифровой электропривод, и др.), в рамках федерального проекта «Молодые профессионалы (повышение конкурентоспособности профессионального образования)», входящего в национальный проект «Образование». В 2022 г. в перечень направлений областного фестиваля «Студенческая весна 2022» был включен турнир по инженерному творчеству – конструированию машин Голдберга с использованием элементов цифровизации

в работе устройства. Одной из приоритетных целей таких мероприятий является демонстрация достигнутого уровня и дальнейшее развитие профессиональной подготовки в системе среднего и высшего профессионального образования в области цифрового производства, актуализация образовательных программ, направленных на удовлетворение регионального рынка труда.

Необходимость массовой подготовки кадров по этому направлению уже в самой краткосрочной перспективе для развивающейся региональной промышленности и процессов внедрения в производство инновационных технологий представляет собой вызов для системы профессионального образования и соответствующего материально-технического сопровождения учебного процесса. В этом плане следует отметить, что в регионе ведется и подготовка профессионально-педагогических кадров по профилям, напрямую связанным с обучением будущих специалистов по мехатронике и робототехнике. В частности, в Тобольском педагогическом институте им. Д.И. Менделеева (филиал) Тюменского государственного университета реализуется образовательная программа (ОП) 44.03.04 «Профессиональное обучение (по отраслям)» с профилем «Сервис мехатронных систем» – практически единственная в стране образовательная программа, направленная на подготовку педагогов для среднего профессионального и дополнительного образования детей и взрослых в области мехатроники, робототехники и цифрового производства. Преподаватели дисциплин указанной предметной области также имеют высокую востребованность на региональном рынке труда – более 120 объявлений работодателей – образовательных организаций – по области без учета автономных округов на начало учебного года.

Учитывая актуальность, широкую сферу востребованности и специфику подготовки специалистов по мехатронике и робототехнике, требуется особое внимание к вопросам их подготовки.

Разработка идеи

Анализ требований работодателей на рынке труда и профессиональных стандартов показывают, что сегодня стране нужны не просто инженерно-технические кадры, способные качественно выполнять свою работу, а профессионалы-создатели (product owner¹), спо-

собные видеть поставленную задачу в целом – от «нулевого уровня» (постановки цели, определения ресурсов и т. д.) до рыночной реализации созданного продукта. В контексте данного аспекта нами проведен анализ нормативной документации организации учебного процесса в рамках подготовки студентов высшего образования (уровень бакалавриата) по направлениям и профилям, связанным с мехатроникой и робототехникой. Согласно требованиям Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) у студентов в процессе освоения ОП должны быть сформированы такие группы универсальных компетенций, как системное и критическое мышление (УК1), разработка и реализация проектов (УК2), командная работа (УК3), коммуникация (УК4), самоорганизация и саморазвитие (УК6) т. д. [4]. В ответ на эту потребность в основные ОП подготовки как инженерных, так и профессионально-педагогических кадров в области мехатроники и робототехники введены дисциплины, учебные практики и темы, связанные с изучением основ проектной деятельности в области технических наук и технического предпринимательства. Однако детальное изучение рабочих программ дисциплин и учебных практик, а также оценочных материалов показывает, что подавляющее большинство из них направлено на освоение теоретических знаний, а предлагаемые к практической проработке темы проектов реализуются исключительно на бумаге, в лучшем случае – в CAD-системах. Целью данного исследования является обсуждение вопросов организации практической работы студентов – будущих специалистов в области мехатроники и робототехники – в рамках проектной деятельности при разработке и реализации технических учебных проектов.

Следует отметить, что в отечественной и зарубежной научно-педагогической литературе основы и методология проектного обучения определены и представлены достаточно полно в исследованиях А.В. Белова, М.Ю. Бухаркиной, Дж. Дьюи, У. Килпатрика, Е. Коллинса, Н.В. Матяш, М.В. Моисеевой, Э. Паркхерст, Н.Ю. Пахомовой, Е.С. Полат и др. [5]. Специфика и опыт его применения при обучении студентов технических направлений и специальностей обсуждается в работах таких авторов, как И.С. Тулохонова, В.В. Гоман, А.Л. Умнов, Д.А. Трищенко и т. д. [6–8 и др.].

При анализе Учебных планов рассматриваемых направлений выяснено, что дисциплины, связанные с освоением проектной деятельности и их применением, изучаются в 1–3 семестрах, в то время как профильные дисциплины, без знаний которых невозможно реализовать проект в области мехатроники или робототехники (техническая механика, детали и модули мехатронных систем, электротехника и электроника, программирование контроллеров, и т. д.), изучаются позднее. В этой ситуации мы согласны с учеными (Э.Ф. Зеер, Е.А. Климов, Т.П. Коваленок, В.А. Луговский, Н.В. Самоукан и др.), утверждающими, что основу любой профессиональной деятельности, в том числе и проектной в профильной сфере, составляет информация, позволяющая эффективно организовать эту деятельность и достичь результата, т. е. всегда существует важная для деятельности категория информации, которая становится доступной только на определенном этапе подготовленности, и, если такая информация дается раньше или позже, это приводит к ухудшению результатов деятельности [5, 9 и т. д.]. При этом также следует отметить тот факт, что наилучший результат метод проектов дает только в том случае, если у обучающихся на достаточно высоком уровне сформирован навык самостоятельной работы, что у студентов 1–2 курсов проявляется не всегда. Во многом указанное выше и объясняет достаточно глубокую фундаментальную теоретическую проработку основ проектной деятельности и технического предпринимательства, при том что практическая часть студенческих проектов, непосредственно связанная со сферой профессиональной деятельности, остается лишь на уровне идеи, иногда утопичной.

В рамках изучения вопроса организации практико-ориентированной проектной деятельности студентов, чья профессиональная область связана с мехатроникой и робототехникой, нами было проанализировано технологическое оборудование, используемое на ряде промышленных предприятий региона от крупного производственного бизнеса до частного предпринимательства. Следует отметить, что сегодня под понятие «мехатронного» подпадает огромный перечень устройств: модулей, блоков, сборочных единиц и т. д., где присутствует системная интеграция электротехнических, механических, электронных и

микропроцессорных компонент. Мехатронные устройства применяются везде, где необходима автономность, точность и скорость перемещения объекта или механизма. Это конвейерные линии, роботизированные комплексы, автоматизированные сортировочные центры, станки ЧПУ, 3D-принтеры и даже автоматы с игрушками [10]. Как показали результаты исследования наиболее часто в таких устройствах применяются модули линейного перемещения различных типов: модули движения, мехатронные модули (т. е. с обратной связью) и интеллектуальные мехатронные модули.

Мехатронные модули линейного перемещения достаточно просты конструктивно, понятны по принципам работы, содержат небольшое количество механических, электронных и электротехнических компонентов. Одним из наиболее известных проектов, в основе которого лежит линейный модуль перемещения, является XY Plotter Drawing Robot, и его многочисленные аналоги: 4xiDraw, Makengelo, ArtBot и др. Подобные проекты сегодня несут именно образовательную функцию, позволяя в полной мере осуществлять практико-ориентированный междисциплинарный подход на деятельностной основе.

Методические рекомендации

В рамках данного исследования нами разработаны методические рекомендации по теме «Проектирование и разработка мехатронного модуля линейного перемещения» для организации практико-ориентированной проектной деятельности студентов, обучающихся на уровне среднего профессионального или высшего образования по специальностям, направлениям или профилям, связанным с мехатроникой и робототехникой.

Как известно, проектное обучение сегодня входит в число ключевых методов эмпирического познания и является одним из наиболее эффективных и используемых в системе профессионального образования. Для решения поставленной задачи педагог имеет возможность организовать как индивидуальную, так и в групповую проектную деятельность [11]. Разнообразие конструктивных решений таких модулей на практике позволяет использовать широкую вариативность заданий (рисунок).

Процесс проектирования, конструирования и программирования такого модуля охватывает обширную область применяемых знаний, следовательно, необходимо предварительное освоение обучающимися базовых знаний в области технической механики, электротехники, электроники, а также они должны быть знакомы с основами программирования микроконтроллеров. Исходя из этого, данный проект может быть предложен студентам в 5–8 семестрах в рамках различных учебных дисциплин (Основы проектной деятельности, Прототипирование инженерных объектов, Разработка мехатронных систем, Технологическое предпринимательство и т. д.) или учебной практики.

Данный проект позволяет интенсифицировать реализацию сразу нескольких групп целей:

- освоение современных технологии: прототипирование с формированием навыков работы в CAD/CAM и CAE-системах и технологическим оборудованием (станки лазерной резки, 3D-принтеры, учебные токарные и фрезерные станки ЧПУ); проектирование цифровых устройств, разводка, изготовление и монтаж печатных плат; отработка правил электромонтажа и цифровое управление электроприводами; изучение/закрепление навыков програм-

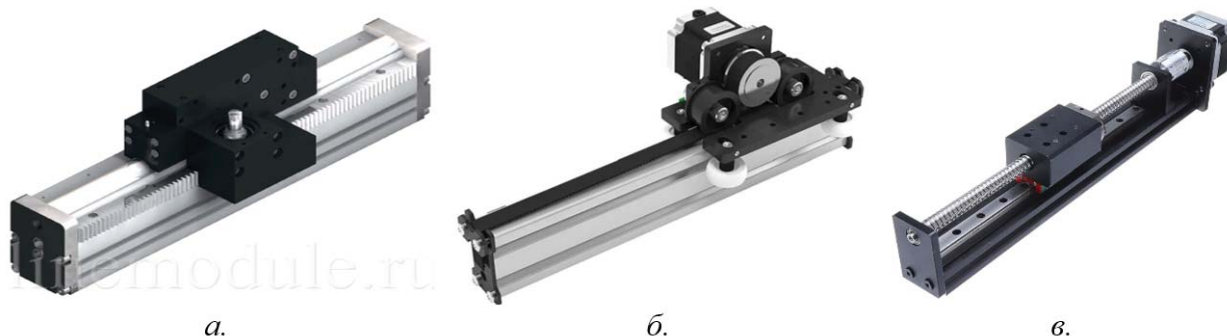


Рисунок. Примеры мехатронных модулей линейного перемещения: а) на зубчато-реечной передаче; б) на зубчато-ременной передаче; в) на шарико-винтовой передаче

Figure. Examples of mechatronic linear movement modules: а) on a rack and pinion; б) on a toothed belt drive; в) on a ball screw drive

мирования микроконтроллеров и работы электронных устройств и т. д., что является основой современных инженерных, научно-технических и технологических инноваций;

- решение прикладных производственно-ориентированных задач: работа с реальными деталями и компонентами мехатронных модулей и систем; освоение/закрепление навыков работы с аналоговыми и цифровыми датчиками, интерфейсами, исполнительными механизмами; применение знаний программирования для создания автоматизированных и автономных систем [12];
- формирование навыков командной работы: развитие предметного терминологического языка; разноплановой коммуникативной компетенции внутри группы обучающихся и налаживание внешних коммуникаций с преподавателем, руководителем практики, сотрудниками производств и центров прототипирования, представителями Интернет-сообществ; умение самостоятельно распределять роли и задачи с партнерами, организовывать эффективную работу и т. д.

Запуская такой проект, преподаватель должен провести вводную беседу о том, что такое модуль линейного перемещения, где и для чего применяется, о том, что в зависимости от сложности и характера выполняемых работ линейные модули могут создаваться на различных опорных конструкциях, оснащаться различным количеством двигателей, системами измерения и управления. Как правило, движения модулей осуществляются с помощью шаговых двигателей, синхронных/асинхронных серводвигателей или шаговых сервоприводов. Для решения специализированных задач линейные модули могут оснащаться поворотными механизмами, защитной гофрой, датчиками положения и т. д.

Примерные темы для индивидуальной или групповой проектной работы:

- Проектирование и разработка мехатронного модуля линейного перемещения на реечной передаче;
- Проектирование и разработка мехатронного модуля линейного перемещения с винтовым приводом;
- Проектирование и разработка мехатронного модуля на зубчато-ременной передаче и т. д.

Следует отметить, что, несмотря на небольшое количество видов мехатронных модулей линейного перемещения, а соответственно, и предлагаемых тем, конструктивно они имеют огромное число вариаций:

- по количеству и видам используемых направляющих;
- по разновидностям винтов и гаек (для винтовых передач);
- по размещению электродвигателей (например, для ременных передач);
- по используемым датчикам и концевым выключателям
- по средствам защиты т. д.

Таким образом, на практике двух проектов по одной теме с одинаковой реализацией в учебных группах не встречается.

Проанализируем материально-техническую базу организации практической проектной деятельности студентов в рамках рассматриваемой тематики:

1. Детали для конструирования механической передачи модуля: направляющие, радиальные и линейные подшипники, муфты, шкивы, зубчатые ремни, ходовые винты и гайки, ШВП, гибкие кабель-каналы и т. д., рекомендуем брать стандартные для станков ЧПУ.
2. Конструкция несущей платформы: полностью или частично может быть спроектирована студентами самостоятельно в САД-системе и напечатана на 3D-принтере или вырезана на станке лазерной резки. При этом студенты на практике для сопряжения типовых деталей вынужденно осваивают технологию прототипирования.
3. Привод: для приведения модулей в рабочее состояние и подходящими для учебного процесса и задач проектной деятельности в технической сфере являются шаговые двигатели (ШД), например, модели 17HS3401 (различных версий) типоразмера Nema17, обладающие оптимальным соотношением цены и мощности. Они также активно используются в мехатронных системах, в том числе и учебного назначения. Для подключения двигателя к управляющей платформе могут быть использованы различные драйверы, например Motor Shield L298 (любой версии), A4988, TB6600 или другой аналог.
4. Неизменно встает вопрос использования управляющего микроконтроллера. Для подготовки студентов по рассматриваемой

мой области профессиональной деятельности это может быть программируемое реле (ПР) или промышленный логический контроллер (ПЛК) таких производителей, как Овен, Siemens, Omron, Segnetics, Контар, или аналог. Однако для запуска предлагаемой проектной модели мощности и ресурсы ПР и ПЛК являются избыточными.

Самыми распространенными и удобными для создания учебных прототипов мехатронных модулей являются платформы на базе микроконтроллеров ATmega компании Microchip Technology Inc. Следует отметить, что сегодня есть многочисленные решения создания на базе ATmega промышленных контроллеров для задач автоматизации и роботизации технологических процессов на предприятиях малого и среднего бизнеса, например [13–15 и т. д.]:

- Industruino – бельгийский ПЛК, созданный на основе микроконтроллера ATmega32u4;
- ARDBOX, M-Duino – линейки популярных ПЛК от Industrial Shields, построенных на базе различных микроконтроллеров ATmega;
- Controllino – австрийская компания Conelcom GmbH, выпускает линейку ПЛК, построенных на базе микроконтроллеров ATmega328 и 2560;
- PLDuino – ПЛК на базе ATmega2560 от компании Digital Loggers ориентирован для использования в приложениях промышленного Интернета вещей и других приложениях заводской робототехники;
- ProductivityOpen – Arduino – совместимый OpenSource-контроллер для применения в промышленности. Позволяет легко сопрягать различные модули ввода/вывода от AutomationDirect с модуля Arduino.

В рамках предлагаемых проектов могут быть использованы платформы на базе различных микроконтроллеров: ATmega48, ATmega88, ATmega168, ATmega328, ATmega32u4, ATmega2560 или др. Все платформы обладают характеристиками и ресурсами вполне достаточными для реализации учебных проектов [16–19 и др.]. Открытая шина, наличие цифровых и аналоговых контактов входа/выхода позволяют использовать их для управления множеством разнообразных электронных устройств, в том числе и мехатронных модулей линейного перемещения.

1. Для разработки и отладки системы управления мехатронным модулем, а также создания принципиальной схемы подключения

всех электронных компонент потребуются: контактные или бесконтактные датчики (тактовые кнопки DIP, концевые переключатели для станков ЧПУ с лапкой/роликом, возможно, индуктивные или оптические датчики), резисторы различного номинала, светодиоды для панели индикации, кнопки E-stop, провода под Dupont-разъемы типа «вилка–вилка» и «вилка–розетка», макетная плата, блок питания.

Для монтажа кабельной системы мехатронного модуля могут быть использованы контактные колодки или пайка проводов. Для структуризации потребуются маркеры для проводов (например, самоклеящиеся), для изоляции кабельной системы – термоусадка, гибкая спиральная оплетка, гибкий кабель-канал.

2. Если студенты примут решение о разработке собственного коммутационного устройства, то, соответственно, потребуется оборудование для реализации технологии изготовления печатных плат (для единичных проектов это может быть ЛУТ), а также все расходные материалы для электропаяльных работ и поверхностного монтажа плат.

Как показала практика, наибольшую проблему составляет разработка управляющей программы для мехатронного модуля. Согласно международному стандарту МЭК 61131-3 для программирования ПР, ПЛК и других видов контроллеров, управляющих системами автоматизации, мехатронными модулями, роботизированными комплексами и т. д., могут быть использованы следующие языки программирования: LD (программирование с помощью линейно-контакторных схем), FBD (графический язык функциональных блочных диаграмм), ST (текстовый паскалеподобный язык), SFC (высокоуровневый графический язык на базе математического аппарата сетей Петри). Кроме того, огромное количество управляющих контроллеров сертифицировано под программирование на языках C++ или Python с использованием разнообразных библиотек.

В проекте на базе микроконтроллеров ATmega управляющая программа может быть написана как в любой среде интегрированной разработки IDE на C++, компилятор которой совместим с используемым контроллером (Arduino IDE, Programino, B4R, CodeBlocks и др.), так и в специализированных средах, поддерживающих стандарт программирования промышленных контроллеров (например, FLProg – поддерживает программирование

на языках FBD и LAD (нотация LD), LDmicro – реализует язык LD). Все предлагаемые среды являются свободно распространяемым программным обеспечением.

Техническое задание на проекты может предполагать самостоятельное изготовление отдельных деталей несущей конструкции и корпуса мехатронного модуля с помощью станка лазерной резки или 3D-принтера. Такое оборудование сегодня есть практически в каждом вузе. Самостоятельное проектирование и изготовление деталей для сопряжения, элементов корпуса и т. д. способствует формированию инженерного мышления, умению работать с технической и проектной документацией, формированию дополнительных компетенций в области современных производственных наукоемких технологий.

Выводы

Подготовка инженерных кадров, рабочих и специалистов для современного производства является одним из приоритетов государственной политики. Считается, что специалисты в области мехатроники и робототехники призваны стать флагманами развития отечественной промышленности и внедрения инноваций на основе цифровизации производственных процессов. Анализ региональных и государственных рынков труда показывает востребованность данных специалистов. Это требует подготовки

не просто молодых кадров, а конкурентоспособных профессионалов, адаптированных к современным реалиям, способных работать бок о бок с умной цифровой техникой, находить нестандартные решения проблем, готовых работать в команде и постоянно совершенствовать профессиональные компетенции. Мы считаем, что наиболее эффективно данные компетенции формируются в проектной деятельности при разработке учебных технических проектов с конкретным результатом, доведенным до состояния работающего устройства (прототипа). В частности, междисциплинарные групповые профессионально-ориентированные краткосрочные проекты по созданию модулей линейного перемещения позволяют ознакомиться с принципами организации цифрового производства, освоить компетенции по проектированию, разработке, пуско-наладке и сервису его элементов, а также получить опыт командной работы над решением конкретной инженерно-технической задачи.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Тюменской области в рамках научного проекта № 20-413-720011 «Разработка модели профессиональной ориентации, самоопределения и самореализации населения Тюменской области в условиях трансформации социально-экономического пространства».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Путин: без цифровой экономики нет будущего // Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации URL: <https://digital.gov.ru/ru/events/37031/> (дата обращения 15.05.2022).
2. Рынок требует ИТ-инженеров // COMNEWS. URL: <https://www.comnews.ru/content/221952/2022-08-31/2022-w35/rynok-trebuuet-it-inzhenerov> (дата обращения 05.09.2022).
3. Тенденции мирового ИТ-рынка // TADVISER. URL: https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A2%D0%B5%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%B8_%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%98%D0%A2-%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BA%D0%B0 (дата обращения 20.10.2022).
4. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника // ФГОС. URL: <https://fgos.ru/fgos/fgos-15-03-06-mehatronika-i-robototehnika-1046/> (дата обращения 20.02.2022).
5. Ечмаева Г.А. Формирование информационной культуры у студентов средних профессиональных образовательных учреждений сельскохозяйственного профиля: дисс. ... канд. наук. – Омск, 2006. – 202 с.
6. Тулохонова И.С. Формирование проектной деятельности студентов технического вуза в условиях предметной информационно-образовательной среды: дисс. ... канд. наук. – Чита, 2009. – 186 с.
7. Проектное обучение: практики внедрения в университетах / под общ. ред. О.В. Лешукова, Н.В. Исаевой, Л.А. Евстратовой. – М.: ИД НИУ ВШЭ, 2018. – 154 с.
8. Трищенко Д.А. Проектное обучение в вузе: направления поиска внешнего заказчика // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Педагогика. – 2020. – № 2. – С. 105–115. DOI: 10.18384/2310-7219-2020-2-105-115
9. Зеер Э.Ф. Психология профессионального образования. – М.: Изд-во «Юрайт», 2019. – 395 с.

10. Ечмаева Г.А., Гутник Ф.Е., Закшаускас А.Д. Методические рекомендации по организации учебного проектирования мехатронного модуля линейного перемещения в системе дополнительного образования школьников // Современное педагогическое образование. – 2021. – № 12. – С. 76–78.
11. Основы проектной деятельности: метод. указания / сост.: А.И. Блесман, К.Н. Полешенко, Н.А. Семенов, А.А. Теплоухов. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2021. – 38 с.
12. Четина В.В. Образовательная робототехника: опыт, проблемы, перспективы // Наука и перспективы. – 2019. – № 1. – С. 44–49.
13. Industrial automation and motion technologies // OrbisCNC. URL: <https://orbiscnc.jimdofree.com/prodotti/controllino/> (дата обращения: 28.12.2021).
14. ProductivityOpen – это OpenSource-контроллер для применения в промышленности. URL: <https://plc-arduino.ru/> (дата обращения: 28.12.2021).
15. Arduino промышленного исполнения // DOMOTICZFAQ. URL: <https://domoticzfaq.ru/arduino-promyshlennogo-ispolneniya/> (дата обращения: 28.12.2021).
16. Ечмаева Г.А., Гутник Ф.Е. Сравнительный анализ 8-32 разрядных микроконтроллеров за 2019 год // Наука. Исследования. Практика. Сборник избранных статей по материалам Международной научной конференции. Ч. 1. – СПб: ГНИИ «Нацразвитие», 2020. – С. 70–72.
17. Белов А.В. Микроконтроллеры AVR: от азов программирования до создания практических устройств. – СПб.: Наука и техника, 2016. – 544 с.
18. Конюх В.Л. Проектирование автоматизированных систем производства. – М.: КУРС: ИНФРА-М, 2019. – 312 с.
19. Кравченко А.В. 10 практических устройств на AVR-микроконтроллерах. Кн.1. – М.: МК-Пресс, 2014. – 224 с.

Дата поступления: 23.10.2022 г.

Дата принятия: 23.12.2022 г.

UDC 372.862

DOI 10.54835/18102883_2022_32_15

SOCIOECONOMIC DEVELOPMENT OF THE REGION AS A DETERMINING FACTOR IN THE ORGANIZATION OF PRACTICAL PROJECT TRAINING FOR FUTURE SPECIALISTS IN DIGITAL PRODUCTION

Galina A. Echmaeva,

Cand. Sc., associate professor,
g.a.echmaeva@utmn.ru

Elena N. Malysheva,

Cand. Sc., associate professor,
el.n.malysheva@utmn.ru

University of Tyumen,
6, Volodarsky street, Tyumen, 625003, Russia,

The article updates the issues of practice-oriented training in mechatronics as one of the conditions for a systematic solution of the task of digitalization of the economy. The demand for mechatronics specialists in Tyumen region is analyzed. The results are correlated with the data of other research. The base and conditions of project training of these specialists in Tyumen region are analyzed. The specificity of project activities in mechatronics is highlighted. Methodological recommendations on the organization of mechatronics technical training projects (in terms of the training task to be solved, choice of topics, technical basis, project assignment, etc.) are presented. The recommendations are specific and based on the authors' practical experience.

Key words: Tyumen region, socio-economic sphere, mechatronics, project activities, technical training project, linear motion module.

The study was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research and the Tyumen Region within the framework of the scientific project no. 20-413-720011 «Development of a model of vocational guidance, self-determination and self-realization of the population of the Tyumen Region in the context of the transformation of the socio-economic space».

REFERENCES

1. Putin: Bez tsifrovoy ekonomiki net budushchego [Putin: there is no future without the digital economy]. *Ministerstvo tsifrovogo razvitiya, svyazi i massovykh kommunikatsiy Rossiyskoy Federatsii*. Available at: <https://digital.gov.ru/ru/events/37031/> (accessed 15 May 2022).
2. Rynok trebuet IT-inzhenerov [The market requires IT engineers]. *COMNEWS*. Available at: <https://www.comnews.ru/content/221952/2022-08-31/2022-w35/rynok-trebuet-it-inzhenerov> (accessed 5 September 2022).
3. Tendentsii mirovogo IT-rynka [Trends in the global IT market]. *TADVISER*. Available at: https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A2%D0%B5%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%B8_%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%98%D0%A2-%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BA%D0%B0 (accessed 20 October 2022).
4. Federalny gosudarstvenny obrazovatelny standart vysshego obrazovaniya po napravleniyu podgotovki 15.03.06 Mekhatronika i robototekhnika [Federal state educational standard of higher education in the direction of training 15.03.06 Mechatronics and robotics]. *Federal State Educational Standard*. Available at: <https://fgos.ru/fgos/fgos-15-03-06-mehatronika-i-robototekhnika-1046/> (accessed 20 February 2022).
5. Echmaeva G.A. *Formirovanie informatsionnoy kultury u studentov srednikh professionalnykh obrazovatelnykh uchrezhdeniy selskokhozyaystvennogo profilya*. Diss. Kand. nauk [Formation of information culture among students of secondary vocational educational institutions of agricultural profile. Cand. Diss.]. Omsk, 2006. 202 p.
6. Tulokhonova I.S. *Formirovanie proektnoy deyatelnosti studentov tekhnicheskogo vuza v usloviyakh predmetnoy informatsionno-obrazovatelnoy sredy*. Diss. Kand. nauk [Formation of project activity of students of a technical university in the conditions of a subject information and educational environment. Cand. Diss.]. Chita, 2009. 186 p.

7. *Proektnoe obuchenie: praktiki vnedreniya v universitetakh* [Project-based learning: implementation practices in universities]. Eds. Leshukov O.V., Isaeva N.V., Evstratova L.A. Moscow, HSE Publ., 2018. 154 p.
8. Trishchenko D.A. Project-based learning in higher education institution: searching for an external customer. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seria Pedagogika*, 2020, no. 2, pp. 105–115. In Rus. DOI: 10.18384/2310-7219-2020-2-105-115
9. Zeyer E.F. *Psikhologiya professionalnogo obrazovaniya* [Psychology of vocational education]. Moscow, Yurayt Publ., 2019. 395 p.
10. Echmaeva G.A., Gutnik F.E., Zakshauskas A.D. Methodological recommendations on the organization of educational design of a linear motion mechatronic module in the system of additional education for schoolchildren. *Modern Pedagogical Education*, 2021, no. 12, pp. 76–78. In Rus.
11. *Osnovy proektnoy deyatel'nosti: metodicheskie ukazaniya* [Fundamentals of project activities: methodical instructions]. Compilers A.I. Blesman, K.N. Poleshchenko, N.A. Semenyuk, A.A. Teploukhov. Omsk, OmSTU Publ., 2021. 38 p.
12. Chetina V.V. Obrazovatel'naya robototekhnika: opyt, problemy, perspektivy [Educational robotics: experience, problems, prospects]. *Nauka i perspektivy*, 2019, no. 1, pp. 44–49.
13. Industrial automation and motion technologies. *OrbisCNC*. Available at: <https://orbiscnc.jimdofree.com/prodotti/controlino/> (accessed: 28 December 2021).
14. *ProductivityOpen – eto OpenSource-kontroller dlya primeneniya v promyshlennosti* [ProductivityOpen is an OpenSource controller for industrial applications]. Available at: <https://plc-arduino.ru/> (accessed: 28 December 2021).
15. Arduino promyshlennogo ispolneniya [Industrial Arduino]. *DOMOTICZFAQ*. Available at: <https://domoticzfaq.ru/arduino-promyshlennogo-ispolneniya/> (accessed: 28 December 2021).
16. Echmaeva G.A., Gutnik F.E. Sravnitelny analiz 8-32 razryadnykh mikrokontrollerov za 2019 [Comparative analysis of 8-32 bit microcontrollers in 2019]. *Nauka. Issledovaniya. Praktika. Sbornik izbrannykh statey po materialam Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii. Ch. 1* [Science. Research. Practice. Themed collection of papers from the international conference. P. 1]. St. Petersburg, Humanitarian National Research Institute «NATIONAL DEVELOPMENT», 2020. pp. 70–72.
17. Belov A.V. *Mikrokontrollery AVR: ot azov programirovaniya do sozdaniya prakticheskikh ustroystv* [AVR microcontrollers: from the basics of programming to the creation of practical devices]. St. Petersburg, Science and technology Publ., 2016. 544 p.
18. Konyukh V.L. *Proektirovanie avtomatizirovannykh sistem proizvodstva* [Design of automated production systems]. Moscow, KURS: INFRA-M Publ., 2019. 312 p.
19. Kravchenko A.V. *10 prakticheskikh ustroystv na AVR-mikrokontrollerakh. Kniga 1* [10 practical devices on AVR microcontrollers. B. 1]. Moscow, MK-Press, 2014. 224 p.

Received: 23 October 2022.
Reviewed: 23 December 2022.