

среду и сделать доступной и интересной для молодого поколения.

Использование инновационных методов обучения в сочетании с традиционными методами может помочь вовлечь молодежь в процессы устойчивого развития. Оно позволит сделать обучение более эффективным и интересным для молодых людей, а также повысить их осведомленность о проблемах, связанных с устойчивым развитием.

Список использованных источников

1. «Наше общее будущее»: Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию (МКОСР): Пер. с англ. / Под ред. и с послесл. С. А. Евтеева и Р. А. Перелета. – М.: Прогресс, 1989. – 48 с.
2. Повестка дня в области устойчивого развития [Электронный ресурс] // Организация Объединенных Наций. Цели в области устойчивого развития. – Режим доступа: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/about/development-agenda/>. – Дата доступа: 15.08.2023.
3. Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы [Электронный ресурс] // Указ Президента Республики Беларусь – Режим доступа: <https://economy.gov.by/uploads/files/macro-prognoz/Programma-2025-nov-red.pdf>. – Дата доступа: 15.08.2023.
4. Гончаров, С. А. Образование в интересах устойчивого развития / С. А. Гончаров // *Universum: Вестник Герценовского университета* / РГПУ. – СПб., – 2009. № 11 – с. 12–16.
5. Зинчук, Г. М. Устойчивое развитие муниципальных образований / Г. М. Зинчук, А. В. Яшкин, К. Ю. Алексахин // *Инновации и инвестиции*, 2022. № 1 – С. 224–228.
6. IADIS International Conference Mobile Learning [Электронный документ]. – Режим доступа: <http://www.mlearning-conf.org> – Дата доступа: 15.08.2023.

УДК 004.896

КОНЦЕПЦИЯ ИНДУСТРИИ 4.0 В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

**Чукасова-Ильюшкина Е.В.,
к.т.н., доц.**

Витебский государственный
технологический университет,
г. Витебск,
Республика Беларусь

Реферат. Концепция Индустрии 4.0 предполагает совершенно новый подход к процессу производства. Персонализированное производство, создаваемое в соответствии с концепцией Индустрии 4.0 позволит реализовать тотальную модификацию предприятий с возможностью управления огромными массивами данных, что существенно сократит сроки обработки информации, будет способствовать реальному диалогу между заказчиком и исполнителем и позволит сделать индивидуальное производство массовым.

Ключевые слова: Индустрия 4.0, роботизация, персонализированное производство.

Динамизм изменения модных тенденций, несомненно, имеет существенное влияние на потребности рынка обуви и кожгалантереи. Очевидно, что уникальность образа всегда будет востребованной особенностью. Стремительное развитие ИТ-технологий даёт потребителю возможность быть не только покупателем, но и реальным создателем своего неповторимого образа. Эта неповторимость должна быть подкреплена и качеством уникальных вещей. Частота и скорость изменения модных тенденций, а также многосторонний прорыв в различных отраслях производства, техники и технологии требует от предприятий текстильной и легкой промышленности необходимости перехода от стандартизированного процесса к созданию гибких персонализированных производств по выпуску разнообразного сегментированного ассортимента, что невозможно без инновационных технологических решений.

Персонализированное производство, создаваемое в соответствии с концепцией Индустрии 4.0 позволит реализовать тотальную модификацию предприятий с возможностью управления огромными массивами данных, что существенно сократит сроки обработки информации, даст возможность исключить человеческий труд из рутинных операций на всех этапах жизненного цикла продукта, будет способствовать реальному диалогу между заказчиком и роботизированным исполнителем, что, в конечном итоге, даст возможность покупателю получить свой неповторимый заказ, конкурентоспособный по исполнению, качеству и цене. Уже сейчас потребитель предпочитает выбирать в режиме онлайн все характеристики, включая дизайн изделия, его фактуру, цвет, фурнитуру и т. д.

Преимущества такого подхода следующие:

- роботизация, автоматизация и диджитализация всех процессов даёт возможность управлять операциями в реальном времени, оптимизирует затраты на производство и позволит реализовать его в том месте географического пространства, которое удобно бизнесу;
- машинное зрение, искусственный интеллект, технологии глубокого обучения приведут к высокой эффективности предприятия, уменьшению роли человека и зависимости от рисков, связанных с человеческим фактором;
- инновационные технологии позволят минимизировать отходы и сократить воздействие на окружающую среду.

Патентно-информационный поиск и исследование технического уровня техники и технологии в сфере разработки и производства оборудования для изготовления обуви позволили выявить ряд организаций, которые являются ведущими в указанной области, в том числе мировые лидеры COMELZ (Италия), АТОМ (Италия), они имеют достойные позиции в своей сфере деятельности, имеют охранные документы на технические решения с широкой географией патентования: в странах ЕС, США, Китае, причём большинство своих технических решений патентовладельцы поддерживают в силе весь срок действия.

В таблице 1 приведена сравнительная характеристика оборудования ведущих организаций по основным операциям технологического процесса производства заготовок обуви.

Проведённый анализ производственного потенциала обувных предприятий показал, что несмотря на внедрение на производстве автоматизированного оборудования по некоторым операциям (раскройные, швейные и др.) существенного роста объёмов производства не происходит, имеет место ряд неустраняемых недостатков:

- значительный удельный вес ручных работ;
- невозможность автоматизации операций для большинства видов применяемого парка технологического оборудования;
- длительный процесс переналадки и переоснастки оборудования при смене ассортимента и сезонности выпуска продукции.

Очевидно, что при существующем уровне технического оснащения достигнут максимальный производственный уровень.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика оборудования

Наименование операции	Наименование оборудования	Характеристика
1	2	3
Операция дефектовки и раскроя	COMELZ ESANEK – Leather digitizer + COMELZ CZ/M-L-XL Tilted cutting islands	<ul style="list-style-type: none"> - Анализ зон и дефектов производится визуально, которые выделяются высококвалифицированным оператором оборудования; - Операции дефектовки и раскладки деталей кроя совмещены; - Реализуется применение лазерного проектирования, существует возможность ручной и автоматической раскладки; - Возможная фиксация изображения дефектов и раскладки для точного совмещения при дальнейших операциях; - Раскрой по проекционной системе, зафиксированной в процессе дефектовки
	ATOM FLASH-CUT	<ul style="list-style-type: none"> - Отличается использованием цифровых камер для опознавания контура материала; - Применяются интерактивные проекторы для раскладки деталей реальных размеров, а также для улучшения сбора раскроенных деталей; - Технология раскроя: нож, фреза, ролик, перфорация и разметка
	SABAL Image-M + SABAL CL-1030 TESEO MOB 300 LUX + TESEO тип 260 TH	<ul style="list-style-type: none"> - Предлагаемые дефектовочно-раскройные системы и раскройные комплексы позволяют предприятиям исключить дорогостоящее производство резаков и другой технологической оснастки, которая изготавливается из высококачественной стали и, по истечению периода использования, списывается и подвергается утилизации; - Заменой резаков являются высокоточные устройства резки (ножи, дисковые ножи, фрезы и пр.), позволяющие получать полуфабрикаты высокого качества
Операция спуска края	COMELZ SS 20	<ul style="list-style-type: none"> - Автоматизированная машина, для управления используется встроенный компьютер с программой; - Может быть использовано 100 программ обработки кожаных деталей; - Оснащена направляющими нижним роликом и верхней лапкой, которые подают материал на вращающийся чашеобразный нож; - Оснащена вытяжкой и пылесборником; - Заточка ножа автоматическая, при необходимости – ручная
	FORTUNA ES 50	<ul style="list-style-type: none"> - Машина имеет электронное регулирование скорости подачи, позволяет избежать рывков, разрывов, надрезов материала, повышает производительность и сокращает время обслуживания; - На машине возможна обработка различных материалов из кожи, кожзаменителя, соединительных и искусственных материалов; - Оптимальный выбор скорости подачи, в зависимости от обрабатываемых материалов, обрабатываемого контура снижает процент брака

Окончание таблицы 1

1	2	3
Операции дублирования	Дублировочный пресс с поворотным столом SABAL M 108	Пресс служит для термофиксации деталей межподкладки обуви. Особенности конструкции: - пресс действует параллельно поворотному столу, уровень прижима устанавливается в зависимости от толщины дублируемого материала, электронное управление температурой, таймер прижима; - несколько рабочих режимов управления поворотом стола - автоматическое вращение на 180° или на 90° или ручное вращение пластины; - система использует два уровня пневматического давления: легкое давление во время начальной фазы, чтобы расплавить клей и заключительное давление во время второй фазы регулируется до максимального усилия
Механическая перфорация, тиснение, штампование	OMAC 730 FSC E (Италия)	Машина имеет систему горячей перфорации и клеймения, дополнительный модуль для клеймения и перфорации логотипов, оснащена системой механического опускания модуля, выполнена с возможностью поставки с различной мощностью в зависимости от желаний заказчика
	Saggita MARKING TABLE A	Данная машина делает отпечатки на материале, обычно в серебристом цвете, а затем отмечает путь для прострочки на швейной машине. Другие цветовые решения доступны по запросу

Таким образом определены основные пути в развитии техники и технологии обувного производства:

1. Повышение производительности оборудования и снижение брака за счёт вовлечения в производство роботизированных комплексов, позволяющих исключить ручной труд на тяжёлых, монотонных операциях, а также на операциях, требующих повышенного внимания и ответственности.

2. Повышение гибкости оборудования, его возможности к переналадке за короткий срок, что может быть достигнуто переводом большинства механизированных операций по изготовлению технологической оснастки на компьютерное моделирование.

3. Повышение производительности, приведённой на одного работающего, за счёт сокращения доли ручного труда на вспомогательных, транспортных, обслуживающих и прочих операциях, это может быть достигнуто новым подходом к управлению, внедрением внутрицеховой логистики, применением манипуляторов и создание автоматизированной линии перемещения полуфабрикатов без участия человека.

4. Повышение объёма производства в условиях дефицита квалифицированных трудовых ресурсов за счёт внедрения в производство манипуляторов и роботов.

5. Уменьшение влияния вредных факторов производства на организм человека, что может быть достигнуто переводом работников на участки с допустимыми и оптимальными условиями труда за счёт внедрения манипуляторов и роботов на участки с вредными условиями производства.

Решением такой разносторонней производственно-технической задачи может стать внедрение в производство нового технологического оборудования, использующего самые передовые решения научно-технического прогресса в области искусственного интеллекта, машинного зрения, программирования, современного проектирования автоматизированных систем, способных в автономном режиме без участия человека реализовывать следующие технологические операции:

- дефектовка материалов;
- дублирование (армирование);
- спускание края;
- перфорация;
- принтование;
- наметка/маркировка;
- раскрой и выемка заготовок.

Для реализации поставленной задачи в условиях резидента Парка высоких технологий ООО «Лацит – Лаборатория цифровых технологий» спроектирован, разработан и изготовлен комплекс производственных модулей, задействованных в единую роботизированную линию, оснащенную системой внутреннего перемещения с максимально возможным исключением ручного труда. Такая система позволяет автоматизировать процесс изготовления заготовок верха обуви от операции дефектовки кожи до комплектации кроя, повышает производительность на основных операциях и существенно сокращает время на вспомогательных, обслуживающих и транспортных операциях, является примером стратегически нового направления в развитии обувной промышленности.

Такой программно-аппаратный комплекс обеспечивает связь между планированием, организацией технологического процесса и осуществлением операций в динамическом режиме при минимальном участии человека. Оператору линии отдаётся роль наблюдателя, диспетчера, контролёра, при этом снижается напряженность и повышается качество труда.

Внедрение в обувную промышленность продукта с абсолютно новыми функциями, конструкциями, технологическим выполнением, а также применение новых производственных методов свидетельствуют о наличии признаков как продуктовой, так и процессной инновации.

Анализ уровня техники, основанный на систематически проводимых патентных исследованиях, позволяет сделать вывод о том, что в целом роботизированная линия относится к базисному виду инноваций. Базисный вид предполагает подтверждение новизны новых продуктов, процессов и методов.

В ходе разработки, проектирования, изготовления, реализации и внедрения созданы технические решения, новизна которых подтверждается наличием принятых к рассмотрению заявок на выдачу патентов на объекты промышленной собственности, успешного прохождения ряда международных экспертиз на наличие признаков патентоспособности заявленных объектов: новизны, изобретательского уровня и промышленной применимости.

Наиболее перспективным методом работы на предлагаемой роботизированной линии является *способ и система подготовки гибкого материала* к обработке, который относится к новым методам манипуляций с натуральной кожей, обеспечивающий компактность и мобильность транспортировки кожи между операциями. Компактность реализуется за счет вспомогательного транспортирующего материала, позволяющего зафиксировать на себе листовый материал уникальной формы и перемещать его с операции на операцию в виде рулонов, а двусторонний доступ к обработке достигается созданием технологического окна по уникальному контуру натуральной кожи.

Обработка осуществляется согласно плану технологических операций, которые можно выполнять на коже, не разрезая её, а сами операции выполняются роботами-манипуляторами, установленными в непосредственной близости к рабочему столу.

Транспортировка с операции на операцию осуществляется мобильными роботами.

В свою очередь, уникальный контур натуральной кожи является ориентиром для позиционирования роботов манипуляторов на опорном столе при реализации основных технологических операций, а перечень сменяемых инструментов на роботах-манипуляторах позволяет применять такую технологию практически для любого ассортимента.