

УДК 658.512

ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В СВЯЗИ С ПЕРЕХОДОМ К ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ

© 2022 А.Д. Килимова^{1,2}

¹ Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения, Санкт-Петербург, Россия

² Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С. М. Кирова,
Колледж автоматизации лесопромышленного производства, Санкт-Петербург, Россия

Статья поступила в редакцию 15.05.2022

В статье рассматриваются современные способы применения технологий ИИ, цифровизации и автоматизации на производствах легкой промышленности, благодаря которым можно существенно увеличить экономические показатели, сократить издержки производства и снизить необходимое количество человеческого труда. Проанализированы проблемы производств легкой промышленности до появления решений с применением технологий автоматизации и цифровизации массивов данных. Объясняется необходимость интегрированного подхода к реализации улучшений и внедрению новых технологий с учетом конкуренции на мировом рынке. Технологический процесс производства швейных изделий, как главная составляющая производства, разделен на этапы. Для модернизации каждого из которых предложены свои технологии искусственного интеллекта. Выявлено, что основная часть этапов осуществляется по технологическим схемам, которые составляются технологами на производстве. Этот процесс трудоемкий и занимает много времени. Для решения этой задачи предложена схема программы и содержание ее модулей в рамках создания экспертной рекомендательной системы для составления технологических последовательностей технологами на швейном производстве. Такая система может предлагать технологические операции опираясь на предыдущий опыт (базу знаний), в ответ на введенные ключевые слова выдавая наиболее релевантные, по ее мнению, результаты (логический вывод). Задачи технолога в случае применения такой системы будут сводиться к введению ключевых слов, проверке выданных результатов и, если нужно, их коррекции. Автором последовательно описаны этапы создания такой системы. В статье предложена схема и модули экспертной рекомендательной системы для работы технологов на предприятии. В случае реализации в качестве модели с использованием искусственного интеллекта это может существенно сократить время, затрачиваемое на составление технологических карт для пошива новых моделей одежды на предприятии легкой промышленности. В контексте швейного производства это повысит производительность и высвободит ресурсы на такую работу, которую пока искусственный интеллект не может взять на себя.

Ключевые слова: легкая промышленность, искусственный интеллект, цифровизация, автоматизация производств, процессы производства швейных изделий, организация производства, технологические последовательности.

DOI: 10.37313/1990-5378-2022-24-2-42-47

В современном быстро меняющемся мире в условиях цифровизации процессов невозможно не говорить об их влиянии на экономику.

На производстве текстильных изделий до периода цифровизации было невозможно:

1. Сделать партию меньшего размера.
2. Настроить отдельные параметры под конкретного клиента.
3. Контролировать качество процессов производства на каждом его этапе;

Благодаря цифровизации вышеприведенные проблемы превращаются в задачи, которые можно решить, используя современные методы и технологии.

Минимальный размер партии сегодня можно обеспечить благодаря тому, что снижаются затраты на разработку лекал, снижается участие человека в процессах производства, благодаря использованию методов автоматизации, а также за счет применения 3D-принтеров в производстве, когда одежда печатается. Плюсом такого вида производства является скорость и снижение затрат за счет отсутствия отходов.

В классическом варианте, даже если месторасположение лекал на ткани определяется при помощи компьютерных программ, все равно порядка 10–15% ткани в процессе производства становится отходами. Каждый год во всем мире производится более 2 миллиардов джинсов. Это требует более 3 миллиардов метров джинсовой ткани. От 10 до 15 процентов от этого числа отправляется в отходы, а это означает, что более

Килимова Анна Дмитриевна, ассистент кафедры бизнес-информатики и менеджмента, аспирант, преподаватель цикловой комиссии «Информационные системы». E-mail: kilimovaa@bk.ru

400 миллионов метров ткани просто оказываются ненужными. Такого количества достаточно, чтобы 11 раз обернуть её вокруг земного шара [1].

Конечно, современные экологичные технологии позволяют производить ткань из отходов, даже из таких необычных, как, например, из пакетов-маек. Однако, обычно для вторичного производства используется регенерированное волокно – измельченная одежда. Ею набивают матрасы и тюфяки. Из волокна делают нетканый материал, который хорош для звукоизоляции [2]. Но такое производство, как правило, штучное, требует затрат энергии и человеческих ресурсов, чем, опять же проигрывает производству одежды и текстильных изделий с помощью 3D-принтера.

Кастомизация решает вопрос настройки параметров под клиента, благодаря чему происходит индивидуализация продукции в соответствии с запросами конкретного человека. При этом часть параметров может быть задана, а вариативная часть в таком случае будет в зоне ответственности разработчика.

Контроль качества процессов на производстве можно производить благодаря использованию методов искусственного интеллекта и внедрению систем, способных анализировать, использовать методы машинного обучения и компьютерного зрения для оценки качества произведенных работ на каждом этапе производства.

Цель работы: выявить процессы в швейном производстве, которые можно улучшить, применяя технологии искусственного интеллекта, для повышения конкурентоспособности отечественных предприятий легкой промышленности.

Цифровая трансформация процессов невозможна без надежных и гибких инструментов управления и планирования деятельности предприятия.

Проектирование цифровых процессов на предприятиях легкой и текстильной промышленности необходимо строить на новых организационных условиях.

Возрастают требования к качеству процессов, так как они в итоге влияют на ассортимент изделий. Таким образом, в проектировании цифровых процессов необходимо предусмотреть качество.

В условиях высокой конкуренции с иностранными компаниями уже сейчас необходимо стремиться к цифровизации информации, следованию современным трендам, гибкости при внедрении современных технологий.

Необходимо применять интегрированный подход, в рамках которого должны затрагиваться все структурные элементы компании, начиная от использования цифровой платформы для коммуникации внутри компании, с внешним

окружением (клиентами, поставщиками) (CRM), автоматизации отдельных бизнес-процессов и заканчивая внедрением искусственного интеллекта, который способен в разы повысить операционную эффективность, позволяя бизнесу извлекать максимум пользы из данных [3].

МЕТОДЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЦЕССАХ ПРОИЗВОДСТВА ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Технологический процесс массового изготовления швейных изделий состоит из последовательно осуществляемых стадий обработки:

1. Подготовка тканей к раскрою.
2. Раскрой.
3. Обработка отдельных деталей и сборочных единиц.
4. Соединение отдельных деталей и сборочных единиц.
5. Отделка.

Подготовка тканей к раскрою осуществляется в подготовительных производствах швейных предприятий. Основное содержание этой технологической стадии составляют процессы измерения тканей и выявления их дефектов [4].

Для решения этой задачи могут использоваться технологии машинного обучения и компьютерного зрения. Специалисты из СПбПУ, ИВГПУ и НИУ ВШЭ получили грант на создание САКК – системы автоматического контроля качества. Задача такой системы – распознавание дефектов и фиксация их в цифровом виде, что позволит значительно снизить долю ручного труда на операциях контроля качества и уменьшить количество брака [5].

На стадии раскроя лекал используются станки с числовым программным управлением (так называемые ЧПУ станки, станки с ЧПУ) (рис. 1), благодаря которому появляется возможность разработки шаблонов, преобразования данных, автоматической маркировки и редактирования выходных изображений. Пользователи могут отслеживать траекторию резания, оценивать время процесса, обновлять ход выполнения задания [6].

Станок для автоматического создания УП – эта функция позволяет специалистам разрабатывать техпроцесс обработки для каждой отдельной заготовки независимо от модели станка и способа её закрепления. Например, после выбора инструмента и стратегии обработки ИИ (искусственный интеллект) автоматически адаптирует, упорядочит и оптимизирует список задач, которые необходимо выполнить, перед созданием УП для станка с ЧПУ [7].

Следующие три стадии технологического процесса массового производства швейных

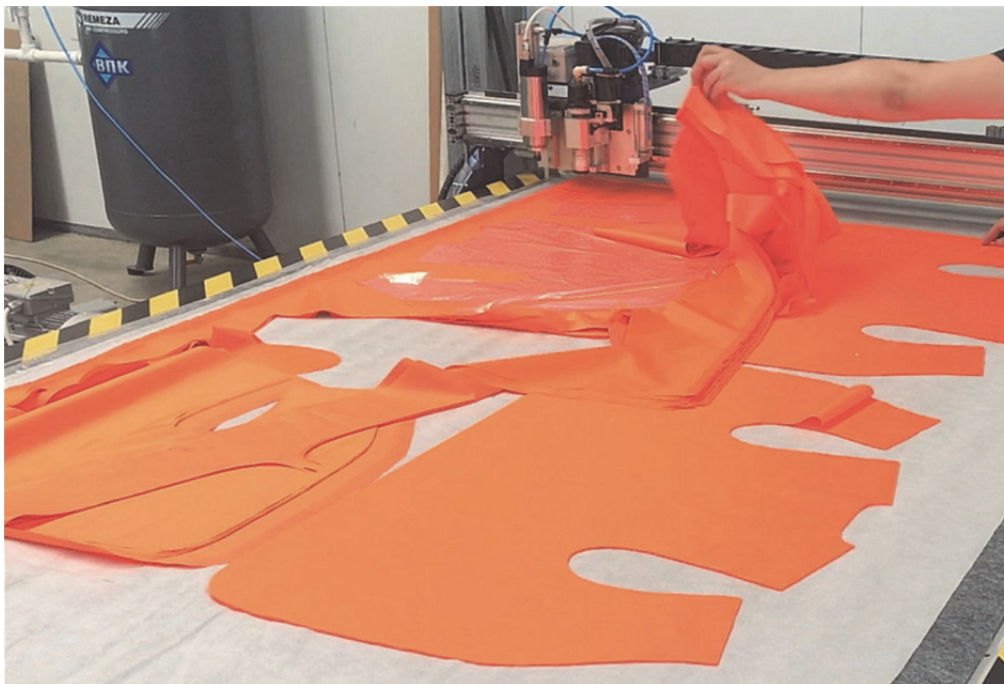


Рис. 1. Планшетный режущий плоттер с ЧПУ

изделий проводятся по специальным технологическим картам, которые составляются непосредственно на каждую отдельную модель одежды технологами на швейном производстве.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ПОШИВА МОДЕЛЕЙ ОДЕЖДЫ

Само составление технологических карт тоже может быть автоматизировано, это будет способствовать ускорению выполнения рабочих задач. С помощью искусственного интеллекта можно прописать ключевые слова, которые программа будет распознавать в описании модели и предлагать операции на основе данных из предшествующих этой технологических карт.

Например, если для пошива выбирается модель мужского однобортного пальто прямого силуэта с карманами в боковых швах и воротником стойкой – программа сможет предложить те операции, которые соответствуют процессу пошива однобортного пальто с подобным воротником и карманами.

Для создания подобной системы необходимо иметь данные из технологических карт и прописать ключевые слова для ИИ. В целом такая система может упростить задачи технолога и ему останется только проверить предложенную ИИ готовую технологическую карту на наличие несоответствий и ошибок с целью внести необходимые изменения.

Такая система будет называться производственной, а продукция будет рассматриваться как

совокупность данных (имя продукции, условие применимости, оператор). В нашем случае для продукции можно принять обозначение в виде импликации: $\alpha \rightarrow \beta$, а если требуется раскрыть более подробно условие применимости, то можно использовать запись следующего вида:

$$P1 \wedge P2 \wedge \dots \wedge Pn \rightarrow B,$$

где $P_i (i = 1, 2, \dots, n)$ – условия применимости, образующие конъюнктивную форму; B – заключение, которое может трактоваться и как действие (что существенно отличает такие продукции от импликаций).

Такая программная система будет состоять из трех модулей:

- глобальная база данных (просто база, или Б-Модуль);
- множество правил-продукций (П-Модуль);
- система управления или интерпретатора (У-Модуль).

Связь модулей в производственной системе как в динамической показана на рисунке 2.

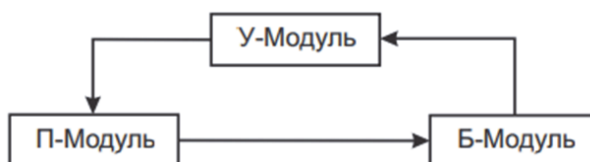


Рис. 2. Связь модулей

Глобальная база данных – это некая рабочая зона базы данных, которую можно рассматривать как динамическую систему, изменяющую свое состояние $x(t)$ под воздействием правил-продукций.

Множество правил-продукций (П-Модуль)

представляет собой базу знаний системы. Из П-Модуля система управления выбирает по определенной стратегии нужные продукции для воздействия на глобальную базу данных и перевода ее из состояния $x(t)$ в состояние $x(t + 1)$.

Стимулом действия систем управления является различие между текущим $x(t)$ и терминальным состоянием (когда система останавливается, потому что задача решена).

Таким образом, формально функционирование производственной системы можно записать следующим образом:

$$x(t + 1) = f(x(t), ui(x)),$$

где $u \in U$; U — множество правил-продукций.

В общем случае производственная система включает следующие компоненты:

- базу производственных правил;
- базу данных (рабочую память);
- интерпретатор.

Рабочая память (глобальная база данных) отражает конкретные ситуации (состояния, условия), возникающие во внешней среде. Информационная структура, представляющая конкретную ситуацию внешней среды в рабочей памяти, называется образом. Интерпретатор реализует логический вывод. Процесс вывода является циклическим и называется поиском по образцу.

Образец — это некоторая информационная структура, определяющая обобщенную информацию (условие, состояние и т. д.) окружающей действительности, при которой активизируется правило [8].

Таким образом, для разработки экспертной рекомендательной системы для составления технологической последовательности пошива моделей одежды необходимо:

1. Собрать базу данных (рабочую память), которая будет включать в себя описание технологических последовательностей пошива моделей одежды с ключевыми словами.

2. Составить базу правил, которая будет со-

держат соотношение ключевых слов и рекомендуемых операций.

3. Прописать алгоритм для вывода рекомендуемых операций по ключевым словам.

4. Разработать интерфейс для ввода ключевых слов, вывода рекомендаций и их редактирования технологом.

Процесс вывода в производственной системе на основе поиска по образцу представлен на рисунке 3.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование методов оптимизации технологических процессов в условиях промышленного предприятия подразумевает под собой решение управленческих задач, повышение конкурентоспособности предприятия, грамотную организацию труда, невозможную без равномерного распределения нагрузки между работниками, повышения загрузки оборудования [3].

Применение ИИ при составлении технологического процесса в швейном производстве облегчает работу конструктора и технолога, ускоряет процесс расчета стоимости обработки изделия, временных затрат, норм выработки, расчетной и фактической численности рабочих и других показателей [9].

Предложенный план проектирования экспертной рекомендательной системы для составления технологических схем пошива одежды может быть успешно реализован на отечественных предприятиях, таким образом, поставленная в работе цель достигнута.

Внедрение подобных подходов поможет достичь одной из главнейших целей в процессах, связанных с автоматизацией производства и цифровой трансформацией – уменьшения количества человеческого труда, что непосредственно приведет к снижению затрат, а снижение затрат в кризис может стать тенденцией и необходимым бизнес-условием для существования производств.

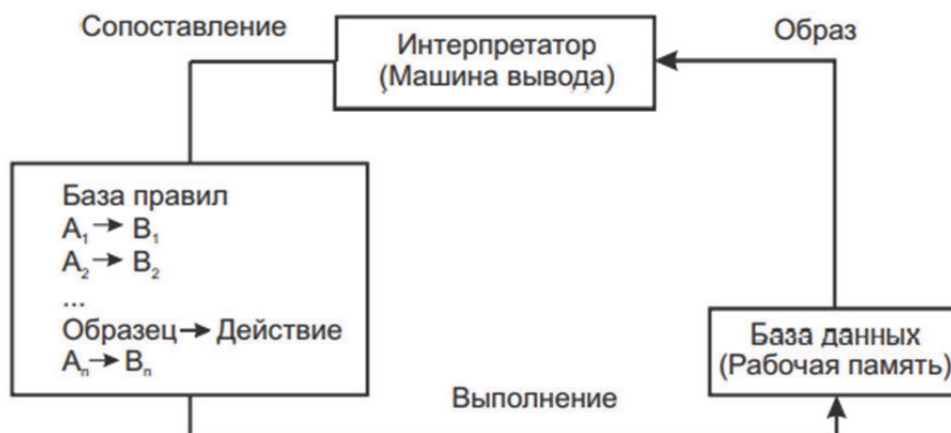


Рис. 3. Производственная система

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кантор, В. Как в Финляндии делают одежду из текстильного мусора / В. Кантор. – URL: <https://recyclemag.ru/article/vtorsyre-futbolki> (дата обращения: 16.09.2021).
2. Антонова, Е. Оденьтесь: модный мусор. Кроссовки из кофейной гущи и сумка из противогаса: в Петербурге открылась выставка «Recycle&Trash to Fashion» / Е. Антонова. – URL: <https://novayagazeta.ru/articles/2021/09/14/odentes-modnyi-musor> (дата обращения: 16.09.2021).
3. Голуб, А. Искусственный интеллект для моды / А. Голуб. – М.: Дискурс, 2019. – 352 с.
4. Наимова, Д.Н. Этапы технологического процесса изготовления швейных изделий / Д.Н. Наимова // Молодой ученый. – 2016. – № 9 (113). – URL: <https://moluch.ru/archive/113/28985/> (дата обращения: 29.10.2021).
5. Официальный сайт лаборатории ПСПОД Центра НТИ СПбПУ. Проекты: Программно-аппаратный комплекс для обнаружения и классификации дефектов тканей. – URL: <https://spbpu.com/proekty/programmno-apparatnyj-kompleks-dlya-obnaruzheniya-i-klassifikaczii-defektov-tkanej/tech/> (дата обращения: 29.10.2021).
6. Официальный сайт компании ЧПУ Моделист. – URL: <https://cncmodelist.ru/kollektsiya-rabot.html> (дата обращения: 29.10.2021).
7. Повысьте уровень программирования станков с ЧПУ с помощью Искусственного Интеллекта // Международный информационно-технический журнал «Оборудование и инструмент для профессионалов». Серия «Металлообработка». – 2021. – №3 (233).
8. Павлов, С.Н. Системы искусственного интеллекта / С.Н. Павлов Томск: Эль Контент, 2011. – 176 с.
9. Килимова, А.Д. Оптимизация процессов производства швейных изделий (цифровизация в легкой промышленности) / А.Д. Килимова, М.А. Труевцева // Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. – 2019. – № 3. – С. 37–43.

TRANSFORMATION OF LIGHT INDUSTRY PRODUCTION IN CONNECTION WITH THE TRANSITION TO THE DIGITAL ECONOMY

© 2022 A. D. Kilimova^{1,2}

¹ Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Saint-Petersburg, Russia

² Saint-Petersburg State Forestry University,
College of Automation of Forestry Manufacture, Saint-Petersburg, Russia

The article discusses modern ways of using AI technologies, digitalization, and automation in light industry, thanks to which it is possible to significantly increase economic indicators, reduce production costs and reduce the required amount of human labor. The problems of light industry production before the advent of solutions using automation technologies and digitalization of data arrays are analyzed. It explains the need for an integrated approach to the implementation of improvements and the introduction of new technologies, taking into account competition in the global market. The technological process of sewing production, as the main component of production, is divided into stages. For the modernization of each of which its own artificial intelligence technologies are proposed. It is revealed that the main part of the stages is carried out according to technological schemes that are compiled by technologists in production. This process is time-consuming and takes a lot of time. To solve this problem, the scheme of the program and the content of its modules are proposed as part of the creation of an expert recommendation system for the compilation of technological sequences by technologists in the garment industry. Such a system can offer technological operations based on previous experience (knowledge base), in response to the entered keywords, giving out the most relevant, in its opinion, results (logical conclusion). The tasks of the technologist in the case of using such a system will be reduced to the introduction of keywords, checking the results and, if necessary, correcting them. The author consistently describes the stages of creating such a system. The scheme and modules of the expert recommendation system proposed in the article for the work of technologists at the enterprise, if implemented as a model using artificial intelligence, can significantly reduce the time spent on drawing up technological maps for sewing new clothing models at a light industry enterprise. In the context of sewing production, this will increase productivity and free up resources for such work that artificial intelligence cannot yet take over.

Keywords: light industry, artificial intelligence, digitalization, automation of production, textile production processes, organization of production, technological sequences.

DOI: 10.37313/1990-5378-2022-24-2-42-47

REFERENCES

1. *Kantor, V.* Kak v Finlyandii delayut odezhdu iz tekstil'nogo musora / V. Kantor. - URL: <https://recyclemag.ru/article/vtorsyre-futbolki> (data obrashcheniya: 16.09.2021).
2. *Antonova, E.* Oden'tes': modnyj musor. Krossovki iz kofejnoj gushchi i sumka iz protivogaza: v Peterburge otkrylas' vystavka «Recycle&Trash to Fashion» / E. Antonova. - URL: <https://novayagazeta.ru/articles/2021/09/14/odentes-modnyi-musor> (data obrashcheniya: 16.09.2021).
3. *Golub, A.* Iskusstvennyj intellekt dlya mody / A. Golub. - M.: Diskurs, 2019. - 352 s.
4. *Naimova, D.N.* Etapy tekhnologicheskogo processa izgotovleniya shvejnyh izdelij / D.N. Naimova // Molodoj uchenyj. - 2016. - № 9 (113). - URL: <https://moluch.ru/archive/113/28985/> (data obrashcheniya: 29.10.2021).
5. Oficial'nyj sajt laboratorii PSPOD Centra NTI SPBPU. Proekty: Programmno-apparatnyj kompleks dlya obnaruzheniya i klassifikacii defektov tkanej. - URL: <https://spbpu.com/proekty/programmno-apparatnyj-kompleks-dlya-obnaruzheniya-i-klassifikacii-defektov-tkanej/tech/> (data obrashcheniya: 29.10.2021).
6. Oficial'nyj sajt kompanii CHPU Modelist. - URL: <https://cncmodelist.ru/kollektsiya-rabot.html> (data obrashcheniya: 29.10.2021).
7. Povys'te uroven' programirovaniya stankov s CHPU s pomoshch'yu Iskusstvennogo Intellekta // Mezhdunarodnyj informacionno-tekhnicheskij zhurnal «Oborudovanie i instrument dlya professionalov». Seriya «Metalloobrabotka». - 2021. - №3(233).
8. *Pavlov, S.N.* Sistemy iskusstvennogo intellekta / S.N. Pavlov. - Tomsk: El Kontent, 2011. - 176 s.
9. *Kilimova, A.D.* Optimizaciya processov proizvodstva shvejnyh izdelij (cifrovizaciya v legkoj promyshlennosti) / A.D. Kilimova, M.A. Truevceva // Vestnik molodyh uchenyh Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologii i dizajna. - 2019. - № 3. - S. 37-43.