

Журнал включен в Перечень ведущих периодических изданий, рекомендованных ВАК для публикации результатов диссертационных исследований.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Главный редактор

Емельянов А. А., докт. экон. н., проф., Национальный исследовательский университет «МЭИ»; Национальное общество имитационного моделирования, Санкт-Петербург

Сопредседатели редакционного совета

Рубин Ю. Б., докт. экон. н., проф., чл.-корр. РАО, ректор Университета «Синергия», зав. кафедрой Теории и практики конкуренции

Мешалкин В. П., докт. техн. н., проф., академик РАН, директор Института логистики ресурсосбережения и технологической инноватики, РХТУ им. Д. И. Менделеева

Члены редакционного совета

Брекис Эд., докт. экон. н., оес., ассоциированный проф., зав. кафедрой Эконометрики и бизнес-информатики, Латвийский Университет, Рига, Латвия

Волкова В. Н., докт. экон. н., проф., кафедра Системного анализа и управления Института информационных технологий и управления, СПбГПУ

Дли М. И., докт. техн. н., проф., зав. кафедрой МИТЭ, зам. директора Филиала НИУ «МЭИ» в Смоленске

Козлов В. Н., докт. техн. н., проф., зав. кафедрой Системного анализа и управления Института информационных технологий и управления, СПбГПУ

Краковский Ю. М., докт. техн. н., профессор, кафедра Информационных систем и защиты информации, Иркутский государственный университет путей сообщения

Пецольдт К., докт. экон. н., проф., проректор по международному сотрудничеству с Восточной Европой, Технологический Университет Ильменау, Германия

Росс Г. В., докт. техн. н., докт. экон. н., проф., академик РАН, кафедра «Системный анализ в экономике», Финансовый университет при Правительстве РФ

Стоянова О. В., докт. техн. н., доцент, кафедра Информационных систем в экономике, СПбГУ

Сухомлин В. А., докт. техн. н., проф., зав. лабораторией Открытых информационных технологий, факультет ВМК, МГУ им. М. В. Ломоносова

Халин В. Г., докт. экон. н., проф., зав. кафедрой Информационных систем в экономике, Экономический факультет СПбГУ

Шориков А. Ф., докт. физ.-мат. н., проф., кафедра Прикладной математики УралЭНИИ, Уральский Федеральный Университет им. Первого Президента России Б. Н. Ельцина

Штельцер Д., докт. техн. н., рег. pol., проф., Глава Департамента информации и управления знаниями, Технологический Университет Ильменау, Тюрингия, Германия

Юсупов Р. М., докт. техн. н., проф., чл.-корр. РАН, директор Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации РАН, президент Национального общества имитационного моделирования «НОИМ»

Заместители главного редактора

Власова Е. А., научная редакция Университета «Синергия»

Прокимов Н. Н., канд. техн. н., доцент, кафедра Информационных систем, Университет «Синергия»

Журнал выходит с 2006 г. Периодичность издания — 6 раз в год.

Журнал индексируется в российских и зарубежных базах научной периодики eLIBRARY (РИНЦ), Russian Science Citation Index (RSCI) на платформе Web of Science, ВИНТИ, Ulrich's Periodicals Directory

Учредитель и издатель: **Негосударственное образовательное частное учреждение высшего образования «Московский финансово-промышленный университет «Синергия»**

Адрес редакции и издателя:

129090, Москва, ул. Мещанская, д. 9/14, стр.1 (юрид.)
125190, Россия, Москва, Планетная ул., д. 36, оф. 301, 302.

Тел.: +7 (495) 987-43-74 (доб. 33-04); e-mail: appliedinformaticsjournal@gmail.com; www.appliedinformatics.ru

© Университет «Синергия»

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief

A. Emelyanov, Dr of Economics, Professor, National Research University MPEI; Executive board member of NC «National Society for Simulation Modelling», St. Petersburg

Co-Chairs of the Editorial Board

Yu. Rubin, Dr of Economics, Professor, Corresponding Member of the Russian Education Academy, Head of the Theory and Practice of Competition Chair, Rector of the Moscow University for Industry and Finance «Synergy»

V. Meshalkin, Dr of Technique, Professor, Academician of Russian Academy of Sciences (RAS), Director of the Institute of Logistics and Resource Technology Innovation, D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow

Members of the Editorial Board

Ed. Brēķis, Dr. Ec., Assoc. professor, Head of The Econometrics and Business Informatics Chair, Faculty of Economics and Management, Rīga, University of Latvia

M. Dli, Dr of Technique, Professor, Head of The MITE Chair, Deputy Director of the National Research University MPEI Branch in Smolensk

V. Hulin, Dr of Economics, Professor, Head of The Economic Information Systems Department, St. Petersburg State University

V. Kozlov, Dr of Technique, Professor, Head of System analysis and management Chair, Institute of Information technologies and management, St. Petersburg State Polytechnical University

Krakovskiy Yu., Dr of Technique, Professor, Information Systems and Information Security Department, Irkutsk State Railway Transport Engineering University

K. Pezoldt, Dr of Economics, Professor, Deputy Rector for International Cooperation with Eastern Europe, Ilmenau University of Technology, Germany

G. Ross, Dr. of Technique, Dr. of Economics, Professor, Academician of Russian Academy of Natural Sciences (RANS), System Analysis in Economics Department, Financial University under the Government of the Russian Federation

A. Shorikov, Dr. of Physics & Mathematics, Professor of The Applied Mathematics Chair, Ural Power Institute of El'cin Ural Federal University (Ekaterinburg)

O. Stoyanova, Dr. of Technique, Asoc. Professor, Economic Information Systems Department, St. Petersburg State University

V. Sukhomlin, Dr of Technique, Professor, Faculty of Computational Mathematics and Cybernetics, Lomonosov Moscow State University

D. Stelzer, Dr., rer. pol., Professor, Head of The Information and Knowledge Management Department of Ilmenau University of Technology (TU Ilmenau), Germany

V. Volkova, Dr of Economics, Professor, System analysis and management Chair, Institute of Information technologies and management, St. Petersburg State Polytechnical University

R. Yusupov, Dr of Technique, Professor, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences (RAS), Director of the Saint Petersburg RAS Institute of Informatics and Automation, President of NC «National Society for Simulation Modeling», St. Petersburg

Deputy Chief Editors

E. Vlasova, Scientific Edition Department, Moscow University for Industry and Finance «Synergy»

N. Prokimnov, PhD in Technique, Associate Professor, the Information Systems Chair, Moscow University for Industry and Finance «Synergy»

Published since 2006. Periodicity: six times a year.

The journal is indexed in

Russian Science Citation Index (RSCI) on Web of Science platform, VINITI (Russian Academy of Sciences), Ulrich's Periodicals Directory

Publisher: Moscow University for Industry and Finance «Synergy»

Publisher address: 9/14 s.1, Meshchanskaya str., Moscow, 129090, Russia

Editorial office address: of. 301; 36, Planetnaya st., Moscow, 125319, Russia

Tel: +7 (495) 987-43-74 (ext. 33-04); e-mail: appliedinformaticsjournal@gmail.com; www.appliedinformatics.ru

© Moscow University for Industry and Finance «Synergy»

ИТ-БИЗНЕС

Управление эффективностью

М. И. Дли, Н. А. Салов

Управление жизненным циклом экономической информационной системы с применением теории децентрализованных приложений 5

О. П. Култыгин

Применение экономико-математических методов в управлении локомотивными бригадами на Московском метрополитене 13

Стратегическое планирование

К. В. Максимов

Планирование деятельности ИТ-компании в условиях неопределенности с учетом использования облачных сервисов 25

Автоматизированные системы управления

М. А. Ключков

К вопросу информационной поддержки систем управления технологическим процессом 32

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Гуманитарная информатика

М. А. Лаптева, Е. А. Гордеева

Digital Humanities в России: перспективы развития 44

Виртуальная реальность

А. М. Энтина, Е. Г. Энтина

Концепция инновационного проекта «Виртуальный музей будущего». С чего начать разработку? 52

ИТ И ОБРАЗОВАНИЕ

Образовательное пространство

А. А. Лиштван, В. С. Кацуба

Особенности разработки современного электронно-образовательного ресурса для математических дисциплин 64

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА

Модели и алгоритмы

Б. Х. Зено

Валидация лиц с помощью обнаружения глаз, рта и цвета кожи 69

В. М. Деундяк, Е. А. Позднякова

Защита от символьных стираний в случайных линейных сетях 82

Технологии разработки программного обеспечения

С. О. Мясников, Д. Е. Намиот

Инструменты нагрузочного тестирования 92

Е. Р. Алексеев, П. А. Демин, Н. Ю. Болтачева

Новые технологии разработки высокоэффективных и параллельных приложений на современном Фортране 103

ЛАБОРАТОРИЯ

Модели и методики

А. К. Абд Эльрахим, В. А. Шихин

Решение по мультиагентному представлению субъектов в задачах оптимального управления микроэнергосистемой 121

А. Е. Сулаво

Тестирование нейронов для распознавания биометрических образов при различной информативности признаков 128

IT BUSINESS

Performance Management

M. Dli, N. Salov

Economical information system lifecycle management based on decentralized application theory 5

O. Kulygin

The application of economic and mathematical methods in the management of locomotive brigades on the Moscow metro . . . 13

Strategic planning

K. Maksimov

Planning of activities in the IT-company in conditions of uncertainty taking into account the use of cloud services 25

Automated control systems

M. Klochkov

To the question of informational support of manufacturing execution system 32

DIGITAL TECHNOLOGIES

Humanitarian Informatics

M. Lapteva, E. Gordeeva

Digital Humanities in Russia: development prospects 44

Virtual reality

A. Entina, E. Entina

Concept of innovative project «Virtual Museum of the Future». Where to start the development? 52

IT AND EDUCATION

Education environment

A. Lishtvan, V. Katsuba

Features of the development of modern electronic educational resources for mathematics 64

TOOLS

Models and algorithm

B. H. Zeno

Face validation using skin, eyes and mouth detection 69

V. Deundyak, E. Pozdnyakova

Symbolic erasure-correcting codes in random linear networks 82

Software development technologies

S. Myasnikov, D. Namiot

On load testing tools 92

E. Alekseev, P. Demin, N. Boltacheva

New technologies for developing high-performance and parallel applications on modern Fortran 103

LABORATORY

Models and methods

A. K. Abd Elraheem, V. Shikhin

Decision on multi-agent representation of the subjects for the microgrid optimal control 121

A. Sulavko

Testing of neurons based on statistical functionals for verifying biometric images in feature space with different informativeness 128

М. А. Клочков, канд. физ.-мат. наук,
Удмуртский государственный университет,
г. Ижевск, mike919@udmlink.ru

К вопросу информационной поддержки систем управления технологическим процессом

В статье подводятся итоги выполнения работы по созданию информационной системы управления технологическими процессами на конкретном промышленном предприятии по производству металлического профиля. Предлагается оригинальное решение задачи улучшения качества технологических процессов путем автоматизации процесса составления сменного задания (СЗ) для производственного цеха, повышения оперативности взаимодействия между различными отделами предприятия, использования специального технологического интерфейса, обеспечивающего наилучшую управляемость производством.

Ключевые слова: система управления производственными процессами, производство анодированного металлического профиля, автоматизация технологического процесса, технологический интерфейс.

Введение

На Ижевском заводе анодирования (<http://www.izan.ru>) производятся различные виды металлического профиля, которые используются в самых разных изделиях: шкафах-купе, торговом и холодильном оборудовании и прочих видах оборудования. Производство анодированного алюминиевого профиля представляет собой сложный технологический процесс, включающий работу менеджеров с заявками клиентов, составление сменного задания технологом, контроль выполнения сменного задания в цехах, упаковку и отгрузку готовой продукции клиентам, анализ и управление производственными процессами в целом. Необходимо также отметить, что выпуск готовой продукции возможен путем нанесения анодированного покрытия на профиль, изготавливаемый и поставляемый заказчиком, либо возможно изготовить профиль на заводе.

Для решения задач, связанных с обеспечением непрерывности организации технологического процесса производства анодированного профиля, необходимо было разработать информационную систему управления технологическим процессом на данном предприятии. Специфика требований к разрабатываемой системе заключалась в выполнении следующих условий: создание отдельной информационной системы типа *MES* (от англ. *manufacturing execution system*, система управления производственными процессами) без интеграции с имеющейся *1С*:Предприятие, проектирование базы данных и реализация взаимодействия по стандартной модели «клиент-сервер», создание нескольких автоматизированных рабочих мест, автоматизация работы технолога по составлению и контролю исполнения сменного задания.

Цель создания системы — увеличение объемов выпуска готовой продукции с одно-

временным повышением качества и оперативности исполняемых заявок клиентов.

До проведения работ по автоматизации информационных процессов управления производством на предприятии имелся «традиционный» набор проблем: ведение документации и анализ затрат на основе бумажных отчетов, плохо налаженное взаимодействие между отдельными подразделениями, территориальная распределенность производства, использование в качестве основного средства обработки данных программных средств *MS Office*. Перечисленные проблемы приводили к повышению трудоемкости производственных операций, увеличению объема бракованной продукции, нарушениям сроков поставок. Таким образом, разработка и внедрение информационной системы является важной и актуальной задачей.

Практическая значимость работы заключается в применении создаваемой системы на предприятии, где была поставлена текущая задача.

Работа прошла апробацию в виде внедрения в опытную эксплуатацию на Ижевском заводе анодирования в 2016 г.

В техническом задании на основе предоставленных заказчиком баз данных по видам продукции, контрагентам, стоимости продукции требовалось создать информационную систему с централизованной базой данных, имеющую шесть автоматизированных рабочих мест для администратора системы, менеджера, технолога, ответственных за работу в цехе по навеске и разгрузке профиля, ответственных за упаковку готовой продукции.

Были поставлены следующие задачи:

- хранение и редактирование основной и дополнительной информации о товарах, клиентах, рабочих бригадах, менеджерах, упаковке с дополнительными функциями поиска и фильтрации;

- создание текущих итоговых отчетов по выполнению заказов клиентов, размещению заказов в сменном задании, результатов работы рабочих бригад;

- автоматизация составления и учета заказов клиентов на изготовление продукции, включение/отключение отображения товаров в списке по фильтру, построение отчета по результатам выполнения заказов с указанием количества продукции по следующим категориям: количество в сменном задании, количество брака, навески, разгрузки, упакованной продукции;

- экспорт всех заказов в документы формата *MS Excel*;

- автоматизация составления и редактирования сменного задания с учетом имеющихся в системе заказов и их статуса, при этом необходимо контролировать количество размещаемой продукции, так как количество навесов на балку ограничено;

- создание и экспорт в документы формата *MS Excel* отчетов по выполнению сменного задания, включающих следующие данные: наименование клиента, продукции, указание количества, цвета, длины, дроби, навески, разгрузки и брака;

- для мастера в цехе — возможность добавления информации в выполняемое сменное задание, а именно: фактическая навеска/разгрузка профиля, номер балки, запись дополнительной информации в примечание, при выполнении перечисленных действий мастер имеет возможность просмотра всех доступных сменных заданий;

- создание и удаление сменного задания непосредственно мастером в цехе без обращения за помощью к технологу;

- внесение дополнительной информации в выполненные заказы о количестве упакованного товара и для контроля технологом о количестве поступившего брака;

- проектирование и заполнение централизованной базы данных с сетевым доступом, разработка и тестирование экранных форм, защита от неправильно введенной информации.

Разработка программного обеспечения велась параллельно с уточнением требований заказчиком.

Анализ особенностей проектирования технологических интерфейсов

Для дальнейшего описания информационного процесса разработки системы управления технологическим процессом понадобится определение технологического интерфейса, служащего для сопряжения элементов технологического процесса с помощью стандартного, унифицированного представления информации на каждом этапе. Оптимальный выбор способа представления информации в информационной системе (ИС) не только определяет удобство работы пользователя, но и вносит определяющий вклад в достижение результата. Все основные методологии проектирования ИС используют различные формы графической нотации, таким образом, достижение результата в процессе моделирования некоторой задачи или системы возможно при наличии некоторого ее визуального представления. Даже применяя чисто аналитические методы, разработчик использует формулы и другие обозначения, являющиеся также визуальным представлением модели.

В рассматриваемой предметной области основную роль выполняет технолог, который должен хранить и обрабатывать достаточно большой объем производственной информации, основные источники которой представлены на рис. 1.

В условиях, когда номенклатура товаров превышает 20 тысяч единиц, а количество за-

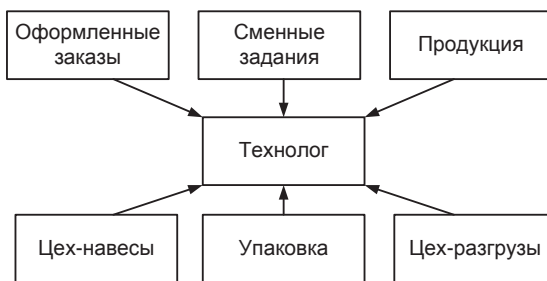


Рис. 1. Источники информации для технолога
Fig. 1. Information sources for the technologist

казчиков — 190, невозможно обойтись без надежной информационной системы, которая поможет технологу в принятии решений при составлении нового сменного задания. Если не упорядочить ввод и обработку информации через технологический интерфейс, поддерживающий логику выполнения всех технологических операций, это приведет к ситуации «хаоса исходных данных».

Ситуация с обработкой данных для технолога до начала работ по автоматизации выглядела следующим образом: вся необходимая информация вносилась в документы MS Excel, как показано на рис. 2.

Представленный документ содержит 23 столбца, содержащих атрибутивный аспект информации, и на рис. 2 изображен небольшой его фрагмент. В среднем за одну смену технолог использует до 50 товарных позиций, составляющих текущий план производства. Важен раздел «Примечание», в котором необходимо кратко дать точные указания цеховому мастеру.

№ п/п	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н	К	Л	М	Н	О	Р
7	№п/п	Номер заказа	Заказчик	Поставщик	Наименование профиля	дробь	длина	цвет	кол-во на балку	МКМ	примечание	№ балки	дата навески	№ Бригады навески
8	10.12.2014 2 смена													
9	1	12	МАК	МАК	0477-01	др	6,2	ХМ	70	10	Е) контакт строго по середине, пропускаем только световые полосы, остальные дефекты по согласованию с Катаевым А.А.	13	10.12.2014	Мастер 4
10	2	21	ВПК	ВПК	ПА-103 (8507023)	др	6,05	ХМ	11	10	берем все	14	10.12.2014	Мастер 4
11	3		шкаф	лайт	МВ2	др	5,4	ХМ	24	10		5	10.12.2014	Мастер 4
12	4	27	альменс	альменс	ИП-211	нет	4,5	ХМ	36	10		18	10.12.2014	Мастер 4

Рис. 2. Фрагмент сменного задания
Fig. 2. The sheet of MS Excel «AS-IS»

В рассматриваемой предметной области имеется обширный набор данных, из которого необходимо создавать специализированный документ — сменное технологическое задание, обладающее выраженной производственной спецификой, не относящейся к области офисных или бухгалтерских документов. Для решения поставленных задач предлагается разрабатывать и использовать технологический интерфейс, объединяющий визуальное представление данных и бизнес-логику технологического процесса производства.

В настоящее время на рынке в России имеется множество ИС типа *MES*, например «Галактика АММ» (<http://www.galaktika.ru/amm/>), «1С: Предприятие 8. MES Оперативное управление производством» (<http://solutions.1c.ru/catalog/mes/features>), «Интегрированная система оперативного управления производством «ФОБОС»» (<http://www.fobos-mes.ru/>), «*Plant Acquis iT*» (<https://www.proleit.ru/>), «*Malahit: MES*» (<http://www.malahitsoft.ru/>).

Указанные ИС представляют собой разработки высокого уровня, некоторые из них оснащены дополнительными модулями для аналитической обработки данных, трехмерной визуализацией, модулями для интеграции с различным оборудованием. Также приводятся успешные примеры внедрения данных ИС в производственный цикл.

Выделим общие недостатки предлагаемых программных решений:

- «перегруженный» функционал приложений, большое количество автоматизированных рабочих мест, например, на рассматриваемом производстве металлического профиля не выполняются функции конструктора;
- различные графики и аналитика, интегрированная в систему, не имеет большого смысла, так как либо уровень подготовки управляющего персонала может быть средним, либо имеющиеся вид и форма вывода информации не используются в данном технологическом процессе. Проще использо-

вать, например, продукт «*Microsoft Business Intelligence*»;

- в процессе производства всегда используется различное оборудование, но совсем не обязательна автоматизированная система управления им;

- не уделяется должного внимания вопросу создания технологического интерфейса, предлагается использовать либо типовой интерфейс пользователя, например, как в продуктах компании 1С, либо привязанный к используемому оборудованию, например ИС «ФОБОС», или рассматривается некоторая интуитивная операторская среда, построенная с учетом всех самых современных стандартов удобства использования (*Usability-Standards*), что делает эквивалентными понятия пользовательского и технологического интерфейса;

- не приводятся оценки эргономичности предлагаемых программных продуктов и соответствующих технологических интерфейсов, в них не отражается специфика конкретного технологического процесса, как будто нет разницы, в какой предметной области функционирует система — машиностроение или сфера общественного питания.

На основании данных утверждений сформулируем следующие выводы:

- универсальная ИС типа *MES* всегда будет являться неэффективной;

- использование на практике типовых решений всегда сопряжено с их доработкой под нужды предприятия, иногда этот процесс может быть сравним по времени с созданием новой системы, так как в процессе изменяются требования заказчика;

- низкая квалификация персонала не позволяет использовать слишком сложные аналитические модели и алгоритмы управления производством, зачастую на «земле» персонал умеет работать с макросами и не более;

- любая автоматизация связана с визуальным представлением информации, и если специфика предметной области в реализации концепции технологического интерфейса бу-

дет учитываться, то данная ИС будет более востребована и эффективна в использовании.

Описание специфики процесса проектирования базы данных

Для множества задач, которые решаются в сложных системах управления, подобных рассматриваемой, наибольшее распространение получил способ ведения данных, основанный на концепции баз данных. Именно такой подход обеспечивает многоуровневую организацию данных, когда в процессе проектирования данных задействованы как заказчики-пользователи, так и разработчики-программисты. В зависимости от уровня семантической интерпретируемости выделяют следующие модели баз данных (БД):

1. *Концептуальная модель (CDM — Conceptual Data Model)* позволяет представить структуру БД в наиболее абстрактном виде. В рамках данной модели можно задавать сущности, их атрибуты и связи между сущностями.

2. *Логическая модель (LDM — Logical Data Model)* позволяет представить структуру БД в несколько менее абстрактном виде, чем *CDM*. В частности, в сущности добавляются атрибуты внешних ключей для связей с другими сущностями. *LDM*, как и *CDM*, совершенно не зависит от системы управления базами данных (СУБД), на которой в дальнейшем будет реализовываться БД.

3. *Физическая модель (PDM — Physical Data Model)* позволяет представить структуру БД с учетом особенностей выбранной СУБД. Сущности заменяются таблицами, для некоторых связей также создаются таблицы. Можно задать необходимые частные ограничения целостности. Для одной *LDM* можно создать произвольное число независимых *PDM* для разных СУБД.

Исходными являются следующие данные для создания БД:

1. Информация о выпускаемой продукции, включающая наименование, физические

параметры, цены, графический эскиз, производителя профиля.

2. Информация по заказам клиентов, включающая номер заявки, дату, ФИО менеджера, статус заявки, примечание, список выбранной продукции.

3. Учетные данные зарегистрированных пользователей системы: администратора, менеджеров, бригадиров, упаковщиков.

4. Информация для сменного задания (СЗ): идентификатор, дата, номер смены, создатель, статус, список продукции, включенной в задание.

5. Различная вспомогательная информация о рабочих бригадах, группах сложности продукции, производителях, менеджерах, типах упаковки и пр.

Процесс проектирования происходил с использованием программы *Sybase PowerDesigner*, которая позволяет существенно ускорить данный процесс и повысить его качество. Результаты моделирования приведены на рис. 3–4.

Таким образом, физическую модель базы данных можно представить как совокупность следующих связанных таблиц:

1) Таблица «Клиент»

• *id_kompanii* — ID производителя, *id_manager* — ID менеджера, *kompania* — наименование компании клиента;

2) Таблица «Продукция»

• *id_tovara* — ID продукции, *id_kompanii* — ID производителя, *Cnu_id_spisok* — внешний ключ для списка продукции, *Cnu_id_spisok2* — внешний ключ для списка продукции в СЗ, *tovar* — наименование продукции, *ves_pm* — вес погонного метра, *kol_na_balku* — количество навески профиля на одну балку, *cenaanoda* — цена анодирования, *soglasovan* — согласование характеристик продукции, *eskiz* — эскиз продукции, *prim* — примечание;

3) Таблица «Заявка»

• *id_zakaz* — ID заявки, *id_kompanii* — ID производителя, *id_manager* — ID менеджера, *Cnu_id_spisok* — внешний ключ для списка

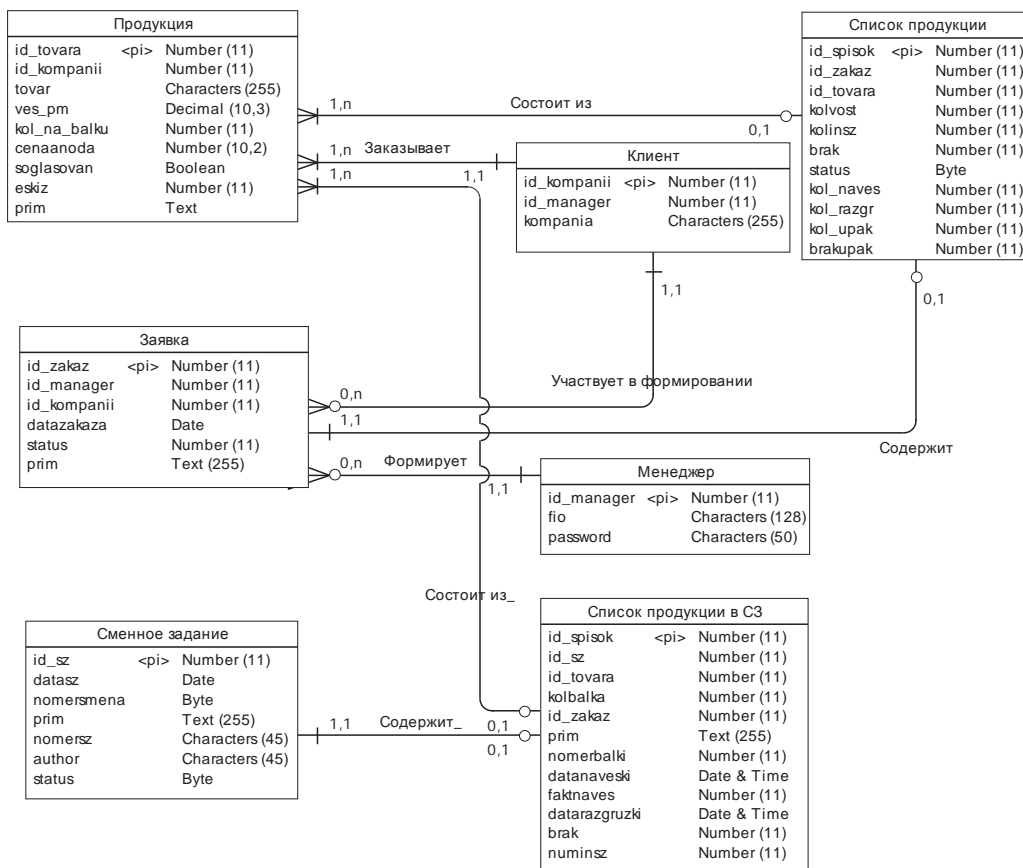


Рис. 3. Концептуальная модель базы данных

Fig. 3. Conceptual data model of the database

продукции, *datazakaza* — время составления заявки, *status* — статус заявки, *prim* — примечание;

4) Таблица «Менеджер»

- *id_manager* — ID менеджера, *fio* — ФИО менеджера, *password* — пароль к учетной записи;

5) Таблица «Сменное задание»

- *id_sz* — ID продукции, *Cnu_id_spisok* — внешний ключ для списка продукции в СЗ, *datasz* — дата СЗ, *nomersmena* — номер смены, *nomersz* — номер СЗ, *author* — автор, *status* — статус, *prim* — примечание;

6) Таблица «Список продукции»

- *id_spisok* — ID списка, *id_zakaz* — ID заявки, *id_tovara* — ID продукции, *kolvost* — количество продукции в остатке, *kolinsz* —

количество продукции в сменном задании, *brak* — количество брака, *status* — статус, *kol_naves* — количество навески, *kol_razgr* — количество разгрузки, *kol_upak* — количество упакованной продукции, *prim* — примечание, *brakupak* — количество брака упаковки;

7) Таблица «Список продукции в СЗ»

- *id_spisok* — ID списка, *id_sz* — ID СЗ, *id_tovara* — ID продукции, *kolbalka* — количество продукции на балке, *id_zakaz* — ID заявки, *nomerbalki* — № балки, *datanaveski* — время навески, *faktnaves* — фактическое количество навески, *datarazgruzki* — время разгрузки, *brak* — количество брака, *numinsz* — № п/п, *prim* — примечание.

Таким образом, в результате анализа предметной области была построена структура

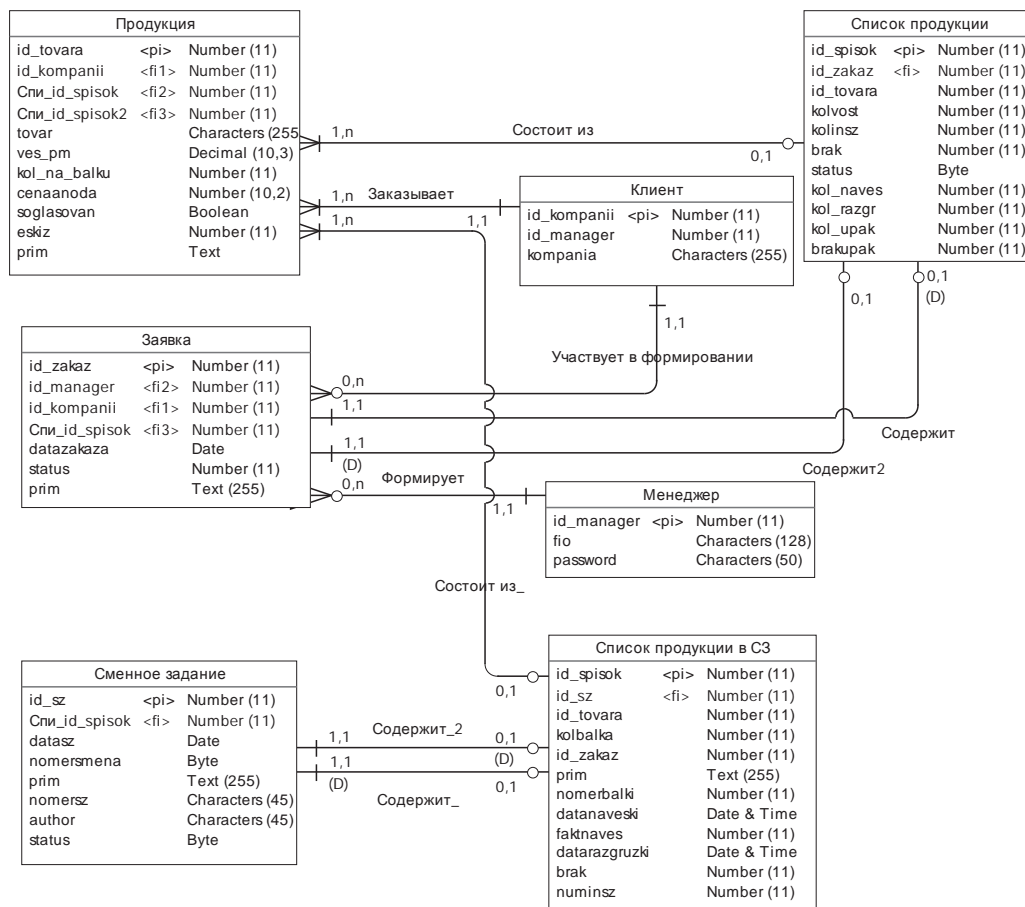


Рис. 4. Логическая модель базы данных

Fig. 4. Logical data model of the database

базы данных, позволяющая хранить и обрабатывать всю необходимую информацию, относящуюся к производственно-технологическим процессам.

Описание технологического интерфейса для автоматизации процесса изготовления анодированного металлического профиля

В соответствии с поставленными задачами в рамках единого программного приложения было создано несколько автоматизированных рабочих мест (АРМ), а именно: администра-

тора системы, менеджера, технолога, мастера цеха, упаковщика. В зависимости от выбора типа учетной записи и введенного пароля выводятся соответствующие экранные формы с указанием возможных действий для выбранного рабочего места, например для технолога (рис. 5 и 6).

Главная особенность работы технолога в информационной системе заключается в необходимости формирования сменного задания — основного документа, определяющего порядок и условия выпуска готовой продукции. Для этого технолог просматривает открытые заявки клиентов и добавляет информацию из них в СЗ. При этом необходимо автоматически отслеживать суммарное

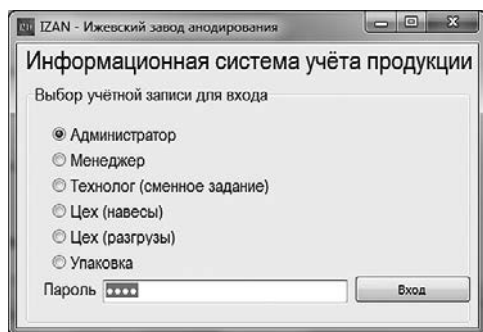


Рис. 5. Главное окно информационной системы

Fig. 5. Main application form

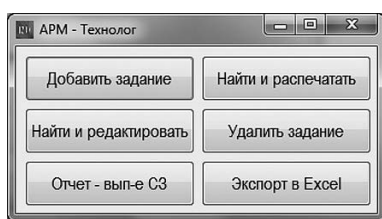


Рис. 6. Основные возможности APM «Технолог»

Fig. 6. The main opportunities for «Technologist»

количество продукции в заявках и СЗ, учитывать статус заявки: «открытые», «в работе», «все товары размещенные в СЗ», «закрытые», «повторно открытые менеджером», также необходимо учитывать ограничения по навеске профиля на балки. Следовательно, необходимо создание оптимизированных SQL-запросов, которые содержат все необходимые проверки и ограничения предметной области. Экранная форма для составления и редактирования сменного задания представлена на рис. 7 и 8.

Следует отметить, что в нижней части экранной формы на рис. 8, где выводятся товарные позиции, в столбце «Товар» отображается сводная информация о продукции в одной строке с использованием символа «|» в качестве разделителя, например «Наименование продукции» | «Длина» | «Вид дробы» | «Группа сложности». Цвет строки означает категорию размещения данной продукции в заявке относительно сменных заданий.

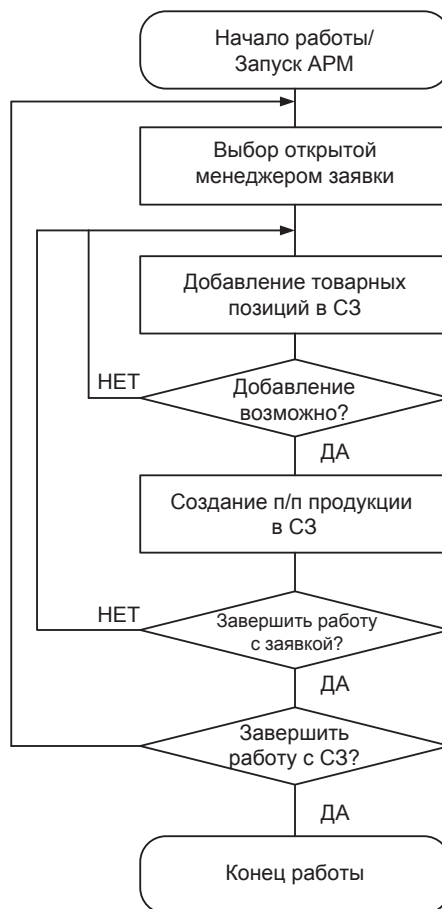


Рис. 7. Алгоритм составления СЗ

Fig. 7. Algorithm of drawing up a technological task

Данная экранная форма содержит семь функциональных частей:

1. «Поиск СЗ» — содержит инструменты навигации либо инструменты для выбора конкретного СЗ по наименованию или по датам.
2. «Список активных заявок» — содержит все открытые на данный момент времени менеджерами заявки.
3. «Общая информация о СЗ» — включает инструменты навигации по СЗ, отображает номер смены, дату составления СЗ, номер СЗ.
4. «Фильтр для поиска активных заявок» обеспечивает навигацию по заявкам.
5. «Цв. обозначения» — дает расшифровку цвета текстовых сообщений.

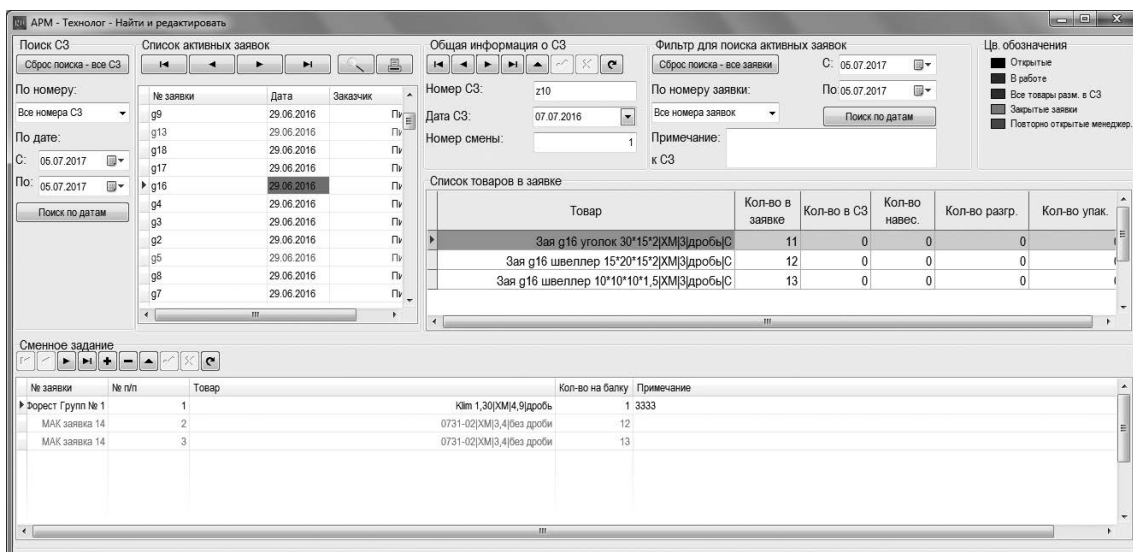


Рис. 8. Экранная форма для редактирования сменного задания через АРМ «Технолог»
Fig. 8. The application form for technological task via programming module «Technologist»

6. «Список товаров в заявке» — дает возможность выбора размещаемой в СЗ продукции.

7. «Сменное задание» — служит для добавления продукции непосредственно в СЗ с указанием ее порядкового номера и навески.

Для удобства работы важно получение сводной информации путем формирования различных видов отчетов. Технолог также может формировать отчет по результатам выполнения СЗ, также имеется возможность изменять статус СЗ — «Закрыть» и «Открыть повторно».

С точки зрения координации всех работ на этапах технологического цикла производства важную роль играет руководитель, в данном случае — администратор системы, имеющий максимальные права на отображение и корректировку всей информации, хранящейся в единой базе данных.

Функции администратора системы наглядно представлены на рис. 9. Имеющиеся вкладки на экранной форме служат для выполнения следующих задач:

- вкладка «Товары» — для отображения и редактирования информации о выпускае-

мой продукции: наименовании, параметрах, эскизе, стоимости производства и пр.;

- вкладка «Производители» позволяет редактировать их данные, закреплять за каждым производителем персонального менеджера;

- вкладка «Pitch» используется для группировки продукции по типам сложности производства, что позволяет выполнять предварительную сортировку продукции внутри технологического цикла для его ускорения;

- вкладка «Заявки — обработка заказов» дает возможность контролировать работу менеджеров;

- вкладки «Отчет — заявки в СЗ» и «Отчет — вып. по бригаде» позволяют управлять исполнением заявок клиентов предприятия, контролировать сроки и объемы выполнения плана выпуска продукции;

- вкладка «Импорт данных в БД» позволяет загружать информацию о продукции в имеющуюся базу данных из файла формата *MS Excel* в определенном формате;

- вкладка «Экспорт данных в Excel» служит для экспорта данных о сменных заданиях за определенный период.

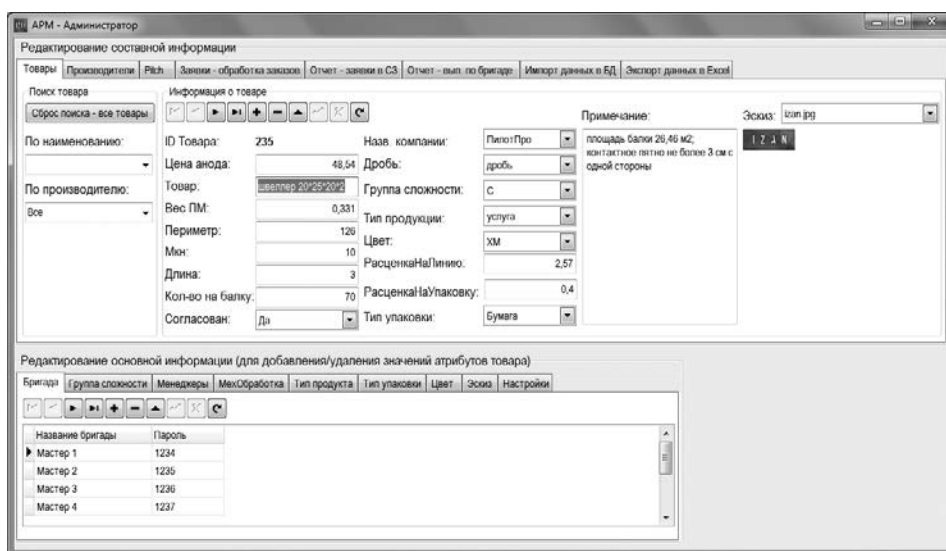


Рис. 9. Экранная форма для АРМ «Администратор»

Fig. 9. The application form for «Administrator»

В контексте реализации функций администратора необходимо отметить особую роль информационной вкладки «Примечание», постоянно используемой в технологическом интерфейсе. Обычно в «Примечании» представлена слабо структурированная информация о дополнительных характеристиках продукции и способе ее изготовления, даются инструкции для цехового мастера, информация об упаковке. В процессе усовершенствования информационной системы предполагается уменьшить частоту использования «Примечаний» путем более детального исследования технологического процесса и изучить влияние «дополнительной» технологической информации, размещаемой в «Примечаниях», на результат производства. По сути эта информация является технологическими знаниями, передаваемыми исполнителям, и ее структурирование и автоматизация представляются отдельной задачей исследования.

Также важной производственной задачей является организация работ в цехе по навеске и разгрузке продукции на балки для дальнейшего нанесения на них анодированного покрытия. Для автоматизации данного технологического процесса в рассматриваемой сис-

теме имеется АРМ для бригад и разработана экранная форма интерфейса, также представленная на рис. 10.

Заключение

В результате выполнения работ по автоматизации производственно-технологического цикла выпуска анодированного металлического профиля на Ижевском заводе анодирования была разработана и внедрена оригинальная информационная система для поддержки информационных процессов управления производством в целом и технологическим процессом в частности. Было определено и реализовано шесть различных автоматизированных рабочих мест, содержащих все необходимые функциональные средства управления, электронные отчеты и технологические интерфейсы, представленные в виде рисунков.

Данная информационная система принципиально не связана с имеющейся на предприятии бухгалтерской информационной системой 1С:Предприятие с целью, чтобы не перегружать ее дополнительным функционалом.

Для удобства работы используется цветная индикация текстовых полей информа-

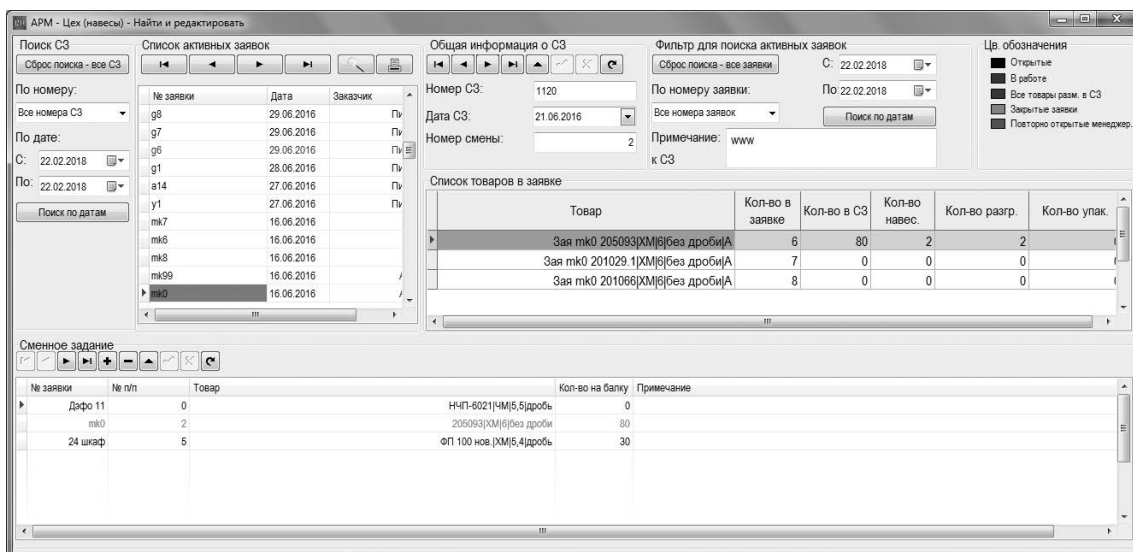


Рис. 10. Экранная форма для АРМ «Цех-Навесы»
 Fig. 10. The application form for the «Workshop - hang on beam»

ции, выводимой в экранных формах, что позволяет ускорить составление всех используемых электронных документов, в частности, сменного задания.

Автором реализован механизм защиты информации через установку дополнительных информационных атрибутов технологом или администратором системы путем установки или снятия электронной подписи.

Информация, приведенная в данной статье, полезна для улучшения процессов проектирования и создания подобных информационных систем на аналогичных производственных предприятиях.

Список литературы

1. Карминский А. М., Черников Б. В. Информационные системы в экономике. Учеб. пособие в 2 ч. М.: Финансы и статистика, 2006.
2. Вдовин В. М., Суркова Л. Е., Шурупов А. А. Предметно-ориентированные экономические информационные системы. Учебное пособие. М.: Дашков и К, 2013. — 388 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/14619.html>. — ЭБС «IPRbooks».
3. Меняев М. Ф., Кузьминов А. С., Планкин Д. Ю. Информационные системы управления предприятием. Ч. 2. Учебное пособие. М.: Московский государственный технический университет имени Н. Э. Ба-

- умана, 2013. — 72 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/31413.html>. — ЭБС «IPRbooks».
4. Вичугова А. А. Этапы, методы и средства конфигурирования информационных систем // Прикладная информатика. 2015. Т. 10. №3 (57). С. 88–99.
5. Кутикова К. В., Ильина Н. В. Методика проектирования информационных систем для сферы государственных и муниципальных услуг // Прикладная информатика. 2014. №6 (54). С. 24–36.
6. Салмин С. П. Информационное обеспечение процессов управления // Прикладная информатика. 2007. №5 (11). С. 62–92.
7. Прокимнов Н. Н. Структурно-функциональное моделирование деловых процессов // Прикладная информатика. 2011. №5 (35). С. 25–38.
8. Копцов Е. С. Основные задачи этапа обследования в рамках проектов автоматизации // Прикладная информатика. 2010. №6 (30). С. 10–17.
9. Кондрашина Е. С., Кравченко А. В., Старых А. А. Проблемы решения задач планирования и учета в информационных системах предприятия // Прикладная информатика. 2011. №2 (32). С. 17–25.
10. Сергеев С. Ф. Методологические вопросы пользовательского интерфейса информационных систем // Программная инженерия. 2014. №4. С. 42–48.

References

1. Karminskij A. M., Chernikov B. V. *Informacionnyye sistemy v jekonomike* [Information systems in economics]. Moscow, Finansy i statistika Publ., 2006.

2. Vdovin V. M. *Predmetno-orientirovannye jekonomicheskie informacionnye sistemy* [Subject-oriented economics information systems]. Moscow, Dashkov i K Publ., 2013. 388 p. Available at: <http://www.iprbookshop.ru/14619.html> (accessed 11.11.2017).
3. Menjaev M. F. *Informacionnye sistemy upravlenija predpriyatijem. Chast' 2* [Enterprise management system. Part 2]. Moscow, MGTU Publ., 2013. — 72 p. Available at: <http://www.iprbookshop.ru/31413.html> (accessed 11.11.2017).
4. Vichugova A. A. *Jetapy, metody i sredstva konfigurirovanija informacionnyh sistem* [Stages, methods and tools for customization information systems] *Prikladnaya Informatika* — Journal of Applied Informatics, 2015, vol. 10, no. 3 (57), pp. 88–99 (in Russian).
5. Kutikova K. V., Il'ina N. V. *Metodika proektirovanija informacionnyh sistem dlja sfery gosudarstvennyh i municipal'nyh uslug* [Applied method for government and municipal services information system development]. *Prikladnaya Informatika* — Journal of Applied Informatics, 2014, no. 6 (54), pp. 24–36 (in Russian).
6. Salmin S. P. *Informacionnoe obespechenie processov upravlenija* [Information support of management processes]. *Prikladnaya Informatika* — Journal of Applied Informatics, 2007, no. 5 (11), pp. 62–92 (in Russian).
7. Prokimnov N. N. *Strukturno-funkcional'noe modelirovanie delovyh processov* [Structurally functional model operation of business processes]. *Prikladnaya Informatika* — Journal of Applied Informatics, 2011, no. 5 (35), pp. 25–38 (in Russian).
8. Kocpejuh E. S. *Osnovnye zadachi jetapa obsledovanija v ramkah proektov avtomatizacii* [Main problems of a stage of inspection within projects of automation]. *Prikladnaya Informatika* — Journal of Applied Informatics, 2010, no. 6 (30), pp. 10–17 (in Russian).
9. Kondrashina E. S., Kravchenko A. V., Staryh A. A. *Problemy reshenija zadach planirovanija i ucheta v informacionnyh sistemah predpriyatija* [Problems of question solving of scheduling and account in enterprise information systems]. *Prikladnaya Informatika* — Journal of Applied Informatics, 2011, no. 2 (32), pp. 17–25 (in Russian).
10. Sergeev S. F. *Metodologicheskie voprosy pol'zovatel'skogo interfejsa informacionnyh sistem* [Methodological problems of the user interface information systems]. *Programmaja inzhenerija* — Software Engineering, 2014, no. 4, pp. 42–48.

M. Klochkov, Udmurt State University, Izhevsk, Russia, mike919@udmlink.ru

To the question of informational support of manufacturing execution system

This article contains the description of process of creation of an information system for the production enterprise. A key feature of this enterprise is the organization of technological process for production of the metal anodized profile. Problem definition included carrying out the following types of works: creation of several automated jobs for the administrator, the manager, the technologist, workers of the shop, packing and a warehouse, realization of the intelligent technological interface, the automated formation of reports and export of data to MS Excel. In the considered subject domain the main role is carried out by the technologist who has to store and process rather large volume of production information the main sources of which are: the issued orders, removable tasks, results of work in shops and on the site of packing of finished goods. In conditions when the nomenclature of goods exceeds 20 thousand units, the number of customers more than 190 it is impossible to do without reliable information system which helps the technologist with a decision making by drawing up a new removable task. As a result of performance of work on automation of a production cycle of release of the anodized metal profile at the Izhevsk plant of anodizing the original information system for support of informational processes of management of production in general and technological process in particular was developed and introduced.

Keywords: manufacturing execution system, production of the anodized metal profile, automation of technological process, technological interface.

About authors: M. Klochkov, PhD in Physics & Mathematics, Head of HPC Laboratory from UdSU

For citation: Klochkov M. To the question of informational support of manufacturing execution system. *Prikladnaya informatika* — Journal of Applied Informatics, 2018, vol. 13, no. 1 (73), pp. 32–43 (in Russian).