

Проектирование и разработка автоматизированной информационной системы учета параметров технологического процесса производства промышленного предприятия

Д.А. Скоробогатченко, В.Ю. Наумов, А.Н. Наумова

Волгоградский государственный технический университет

Аннотация: Статья посвящена созданию узкоспециализированной автоматизированной информационной системы учета параметров технологического процесса производства промышленного предприятия. Разработка подобных программных продуктов позволит упростить и ускорить работу технологов и уменьшить влияние человеческого фактора при сборе и обработке данных.

Ключевые слова: автоматизированная информационная система, система учета параметров технологического процесса производства, диаграмма Раммлера-Брейча, ролевая система доступа к данным.

В деятельности промышленного предприятия генерируется масса оперативной информации, в том числе, отражающей ход тех или иных технологических процессов. Зачастую эта работа распределена между разными структурными подразделениями, обеспечивающими свою часть операций или фиксирующими параметры процессов, полуфабрикатов и готовой продукции, выполняется большим количеством сотрудников, в том числе с использованием объектов и средств автоматизации технологического процесса.

Можно выделить три основных вида образующихся артефактов: рукописные записи в журналах мастеров, записи баз данных, отчеты информационных систем в виде электронных документов табличного и текстового форматов. Несмотря на то, что эти системы хранения и обработки информации позволяют решать текущие вопросы оперативного учета, задачи объединения и систематизации таких данных сопряжены с большим количеством ручного труда технологов и сопряжены с появлением ошибок, связанных с рутинностью обработки большого количества однотипных данных и человеческим фактором.

Описанных выше проблем можно избежать, построив

автоматизированную систему обработки информации с выделенными автоматизированными рабочими местами операторов, отвечающих за ввод блоков информации, и подсистемами экспорта данных из существующих информационных систем и отчетов.

Таким образом, целью разработки информационной системы является автоматизация процесса сбора технологической информации, чтобы сократить объем выполняемых оператором действий, сократить влияние человеческого фактора на собираемые данные и снизить количество ошибок ввода данных.

В качестве примера решения поставленной задачи будет использован бизнес-процесс обработки параметров технологического процесса производства промышленного предприятия, но, чтобы избежать компрометации чувствительных для технологического процесса предприятия параметров, будем описывать решения в общем виде без указания наименований и значений измеряемых и контролируемых параметров.

Функциональная модель «AS IS» [1] бизнес-процесса «Сбор технологической информации» представлена в графической нотации IDEF приведена на рисунке 1.

На вход подаются сведения о новом производственном процессе. Управляется процесс участвующими в нем сотрудниками: мастерами, технологами и лаборантами. Регулируется регламентами технологического процесса и требованиями отчетности. В результате получают: журнал мастеров, отчет производства, данные лаборатории и данные технологического процесса.

На основании проведенного анализа основной процесс можно разделить на подпроцессы [2]: регистрация данных, анализ сырья, процесс производства, анализ готовой продукции, подготовка отчетности.

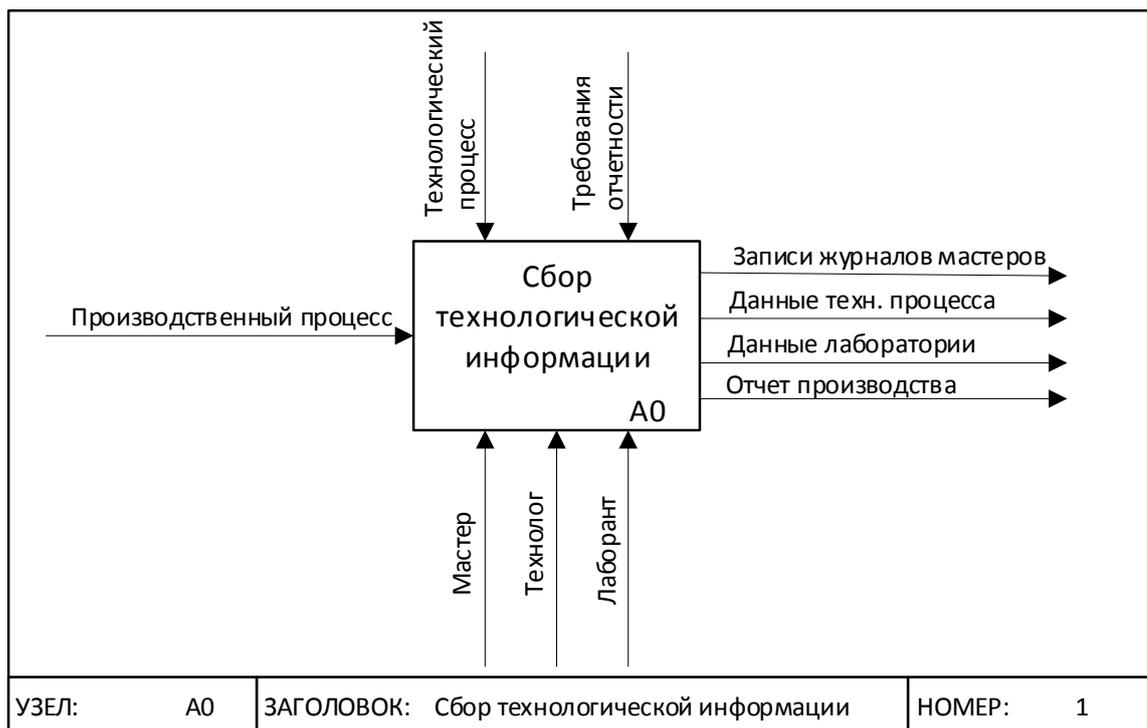


Рис. 1. - Контекстная диаграмма бизнес-процесса «Сбор технологической информации»

Диаграмма декомпозиции IDEF0 модели «как есть» представлена на рисунке 2.

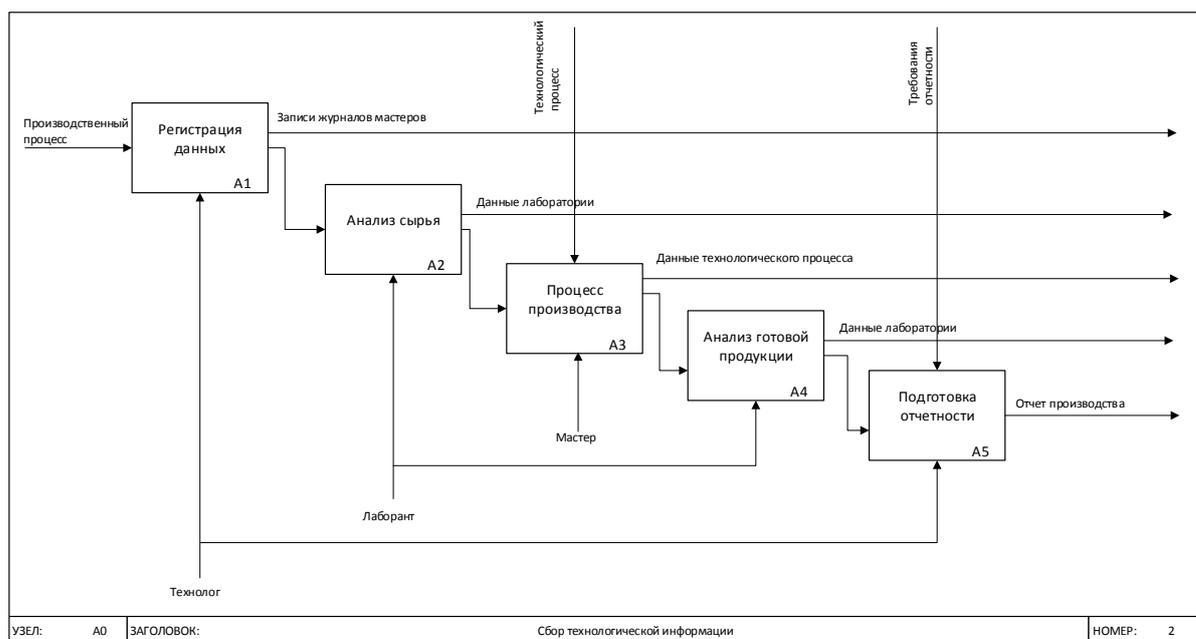


Рис. 2. - Контекстная диаграмма «как есть» бизнес-процесса «Сбор технологической информации»

В результате анализа бизнес-процесса было принято решение об объединении всей получаемой в процессе производства технологической информации: после заполнения технологом исходных данных в системе она должна импортировать данные из других информационных систем и файлов отчетов, а также формировать отчет производства по законченным процессам. Диаграмма Раммлера-Брейча (функциональная схема) [3, 4] модели «как будет» представлена на рисунке 3.

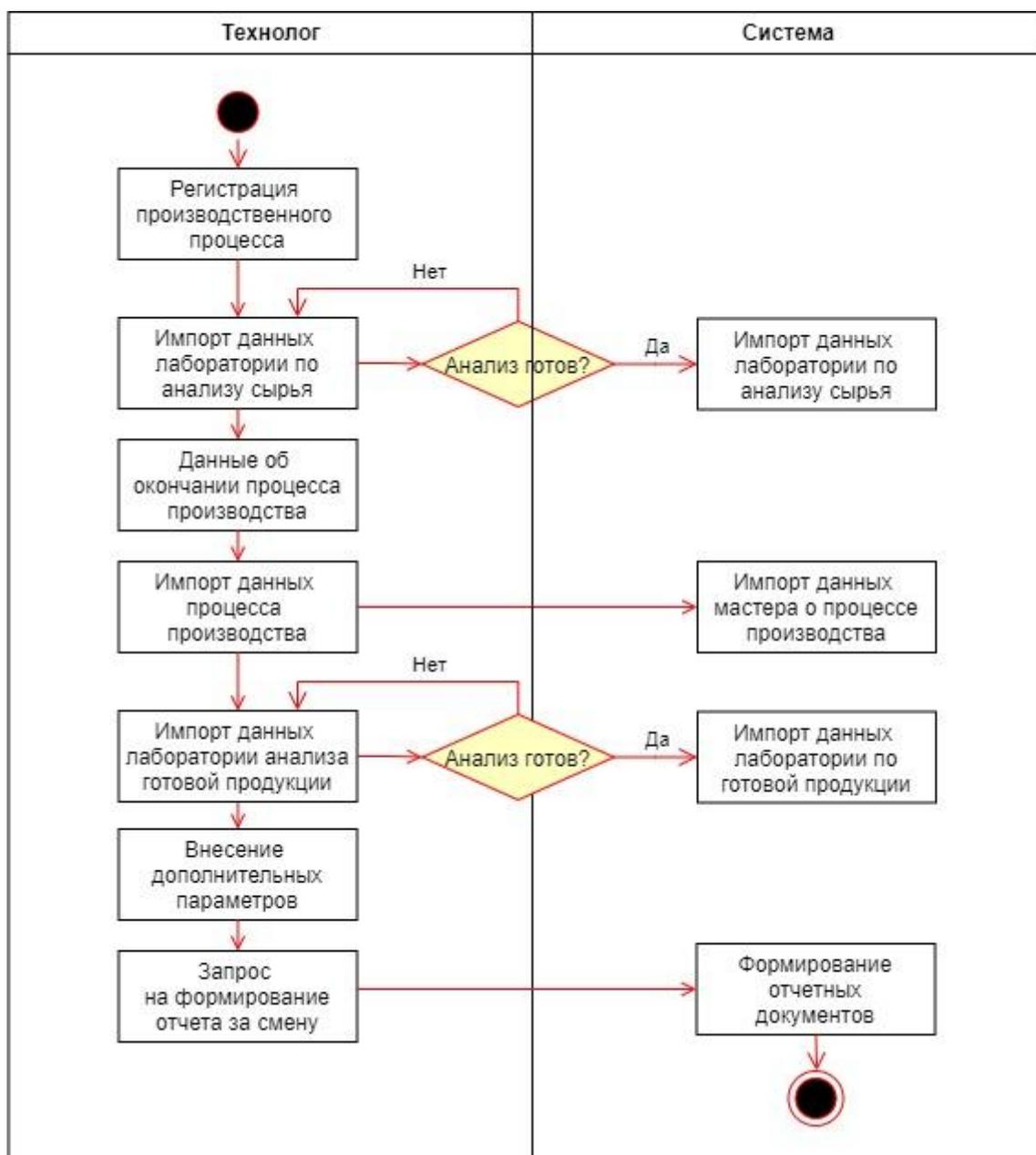


Рис. 3. – Функциональная схема «как будет»

На диаграмме (рис. 3) определен порядок действий технолога в системе, структурирована последовательность операций и обозначены функции импорта данных.

На основании схемы можно выделить базовый вариант использования системы [5]: пользователь входит в систему, на экране отображаются сведения по завершенным производственным процессам для их обработки и анализа, он может проанализировать имеющиеся данные или добавить новые. Добавление данных начинается с регистрации нового производственного процесса, при этом задаются известные на данный момент параметры, вводимые вручную. Затем он может импортировать данные физико-химической лаборатории по составу сырьевых материалов, при этом система анализирует даты начала процессов и заполняет все строки, в которых еще нет данных лаборатории, если данных по текущим процессам еще нет, то они будут заполнены (при их появлении) при следующей попытке импорта. После завершения производственного процесса пользователь проставляет дату и время завершения и импортирует данные из системы мастера производства, так как процесс завершен, данные в системе производства есть всегда. Затем он может импортировать данные физико-химической лаборатории результатов анализа готовой продукции, при этом система анализирует даты окончания процессов и заполняет все строки, в которых еще нет данных лаборатории, если данных по какой-то части готовой продукции еще нет, то они будут заполнены (при их появлении) при следующей попытке импорта. В завершение процесса пользователь может добавить необходимые данные в доступные ему поля и завершить работу по сбору данных, сформировав отчет за смену.

На основании разобранного прецедента можно выделить основные функциональные требования к разрабатываемой системе:

- по дате начала производственного процесса получать данные
-

физико-химической лаборатории по составу сырьевых материалов;

- по дате и времени окончания производственного процесса получать данные из системы мастера производства, отражающие основные технологические параметры процесса;

- по дате окончания производственного процесса получать данные физико-химической лаборатории анализа готовой продукции;

- логирование всех операций и возможность просмотра логов за день или по конкретному сотруднику;

- фильтрация данных по столбцам с ограничением отбора в глубину по времени и фильтрация отображаемых столбцов;

- контроль повторной загрузки данных;

- регистрация и авторизация пользователей в системе с учетом ролевой модели;

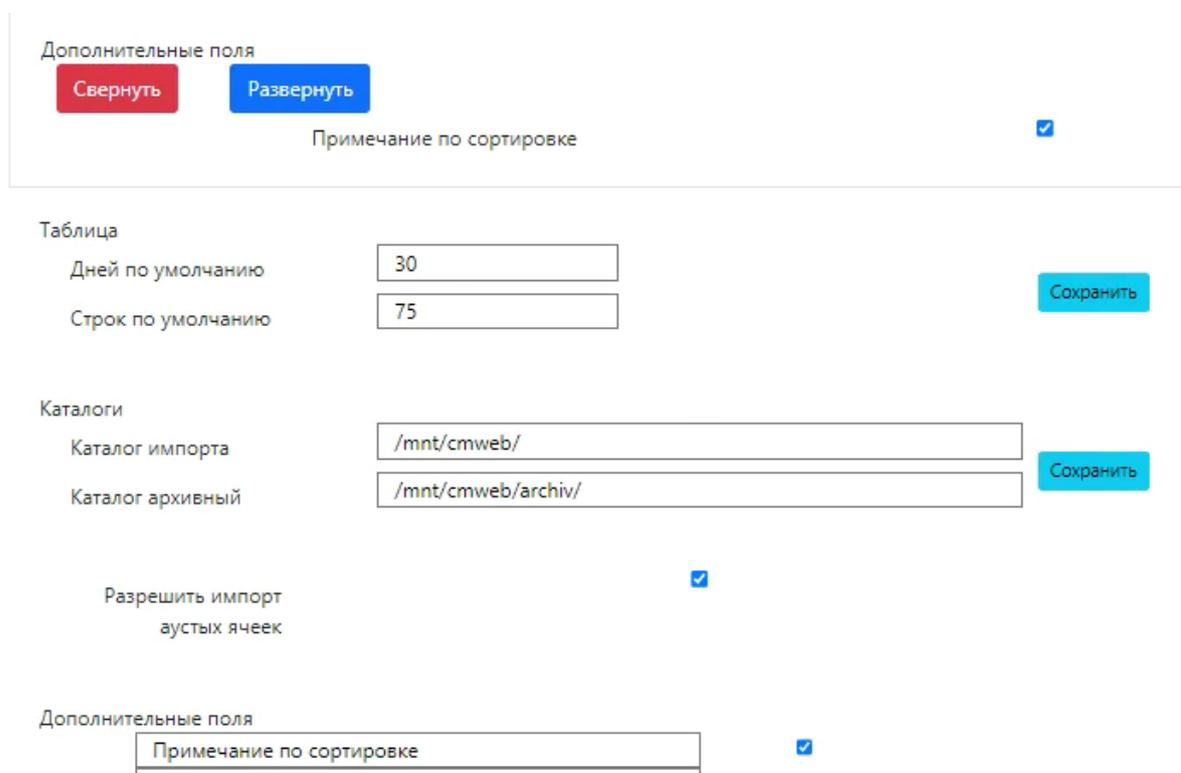
- экспорт отчетности в pdf и xls форматах с возможностью построения графиков зависимости параметров.

В процессе анализа инструментальных средств разработки были приняты следующие решения [6]: программная платформа для веб-разработчиков, позволяющая запускать полноценные веб-серверы в среде Windows - Open Server Panel, СУБД MySQL, так как данные формализованы и хорошо ложатся на реляционную модель баз данных, для администрирования базы данных и отладки запросов – PhpMyAdmin, язык программирования Python, так как такая реализация позволит проще перейти к аналитике данных с использованием нейросетевых решений [7].

UI/UX решения: система будет функционировать в одноэкранном режиме без модальных окон, элементы системы, такие, как основная таблица данных, справочники системы, отчетности и графики, логи и настройки администратора будут вынесены на отдельные вкладки, чтобы проще было управлять ролями пользователей [8].

В системе будет реализована клиент-серверная архитектура, что позволит логику системы, работу с базой данных и в перспективе сложные аналитические расчеты вынести в серверную часть, а пользовательские функции и работу с интерфейсом вынести в клиентскую часть приложений пользователей, что снизит требования к клиентским станциям и увеличит общее быстродействие реализуемой системы.

В результате анализа необходимых в системе функций было выделено три роли [9]: администратор системы - отвечает за настройки подключений к сторонним информационным системам (рис. 4), добавление новых сотрудников и определение их ролей, общие настройки системы, технолог – осуществляет внесение исходных данных и импорт данных из других систем, формирует отчетность, проводит анализ эффективности технологического процесса, начальник отдела – будет обладать возможностью удалить ошибочно внесенные данные или изменить их, а также всеми правами технолога.



Дополнительные поля

Свернуть Развернуть

Примечание по сортировке

Таблица

Дней по умолчанию

Строк по умолчанию

Сохранить

Каталоги

Каталог импорта

Каталог архивный

Сохранить

Разрешить импорт пустых ячеек

Дополнительные поля

Примечание по сортировке

Рис. 4. – Панель администратора при настройке системы

Для дополнительной защиты данных [10] администратор может завести пользователя, указав ему группу доступа, но не может видеть его пароль, чтобы не было возможности скомпрометировать данные войдя под другим пользователем. Если пользователь забыл пароль, он может его сбросить, обратившись к администратору, при этом система потребует изменить пароль при первом входе в систему (рис. 5).

Пользователи

Логин	
adminadmin (Администратор Администратор)	<input type="radio"/>
Denisenko_YA ()	<input type="radio"/>
Kolesnikov_AS ()	<input type="radio"/>
Korneeva_YN ()	<input type="radio"/>
KucheroVA_KV ()	<input type="radio"/>
Pekalyuk_OV ()	<input checked="" type="radio"/>
Rusakov_OV ()	<input type="radio"/>
Shalaboda_VV ()	<input type="radio"/>
Shamianova_TD ()	<input type="radio"/>
tech (Технолог Технолог)	<input type="radio"/>
Urikh_NG ()	<input type="radio"/>
Vashchenikin_AS ()	<input type="radio"/>
Zhapbasbaeva_LM ()	<input type="radio"/>

ежим: добавление

Логин	<input type="text" value="Логин"/>
Группа	<input type="text" value="Администраторы"/>

Рис. 5. – Панель администратора при управлении пользователями

Все действия пользователя в системе записываются, и начальник отдела или администратор может обратиться к записи лога действий пользователя при возникновении спорных ситуаций (рис. 6).

Основная таблица Графики **Логи** Печи Справочники Настройки

Дата: 01.04.2024

Дата/время	Пользователь	Операция	Раздел	Комментарий
2024-04-01 15:37	Shamianova_TD ()	Добавление	Комментарий	УК-99, К-40x80, P=30МВТ-3,7, 3,0
2024-04-01 15:36	Shamianova_TD ()	Добавление	Комментарий	УК-99, К-40x80, P=2,5-2,8
2024-04-01 15:35	Shamianova_TD ()	Добавление	Комментарий	УК-99, К-40x80, P=2,4-2,6
2024-04-01 11:50	Shamianova_TD ()	Импорт	ЭПУ №1	Данные за 30.03.2024, КЧМ удачно импортированы.
2024-04-01 11:50	Shamianova_TD ()	Импорт	ЭПУ №1	Данные за 30.03.2024, КМК удачно импортированы.
2024-04-01 11:50	Shamianova_TD ()	Импорт	ЭПУ №1	Данные за 30.03.2024, КЗМ удачно импортированы.

Рис. 6. – Часть лог-файла с действиями пользователей

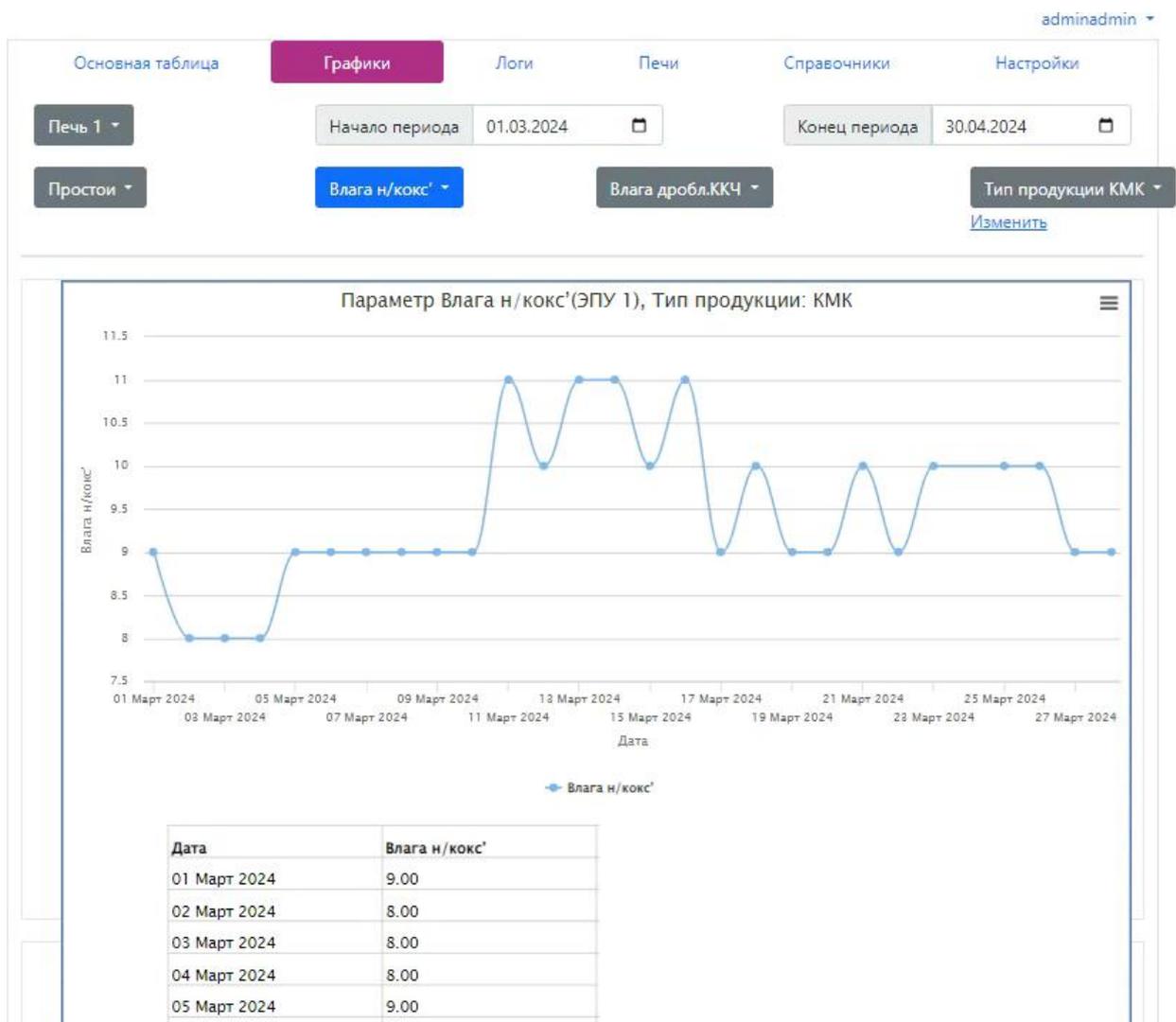


Рис. 7. – Пример построенного графика по данным системы

В ходе проделанных работ была спроектирована и разработана информационная система сбора технологических данных производственного процесса промышленного предприятия, позволяющая не только упорядочить ввод данных технологических процессов, но и автоматически рассчитывать ряд параметров по ранее заданным нормам, импортировать данные из сторонних систем, с защитой от повторного заполнения, формировать отчетные документы по работе смены, а также анализировать данные, в том числе в графической форме (рис. 7).

Использование разработанной системы позволило повысить эффективность сбора и обработки технологических данных на 17-20%, снизить количество ошибок, обусловленных человеческим фактором на 7%. Кроме того, следующим этапом развития системы запланировано использование нейросетей для создания системы поддержки принятия решений технолога для управления технологическим процессом на основании данных, накопленных за время использования системы.

Литература

1. Котлинский С.В. Разработка моделей предметной области автоматизации: учебник для вузов. СПб.: Лань, 2021. 412 с.
2. Moore C., Bilodeau N., Vitkus P., Powell E. BPM СВОК: version 3.0. Publisher: АВРМР, 2013. 446 p.
3. Fowler M. UML Distilled: A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language. Publisher: Pearson Education, 2018. 208 p.
4. Буч Г., Рамбо Дж., Якобсон И. Язык UML. Руководство пользователя. Москва : Академия АйТи, ДМК Пресс, 2022. 494 с.
5. Завьялов А. В. Диаграммы UML для анализа и проектирования информационных систем: учебно-методическое пособие. М.: РТУ МИРЭА, 2021. 65 с.

6. Семичевская Н.П., Юсупова Л.Р. Проектирование и разработка автоматизированной информационной системы учета проектных решений для организации // Инженерный вестников Дона, 2023, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2023/8352.

7. Феннер М. Машинное обучение с помощью Python для всех. Руководство по созданию систем машинного обучения: от основ до мощных инструментов. М: Бомбора, 2024. 672 с.

8. Игнатьева О.В. Архитектурные приемы при разработке программного обеспечения, зависимого от интерфейса пользователя // Инженерный вестник Дона, 2022, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2022/7478.

9. Яловой И.О. Анализ требований и управление изменениями программных проектов // Инженерный вестник Дона, 2008, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2008/102.

10. Зараменских Е.П., Кудрявцев Д.В., Арзуманян М.Ю. Архитектура предприятия 2-е изд., пер. и доп. Учебник для вузов. М.: Юрайт, 2024. 436 с.

References

1. Kotlinskij S.V. Razrabotka modelej predmetnoj oblasti avtomatizacii: uchebnik dlya vuzov [Development of automation domain models]. SPb.: Lan', 2021. 412 p.

2. Moore S., Bilodeau N., Vitkus P., Powell E. BPM СВОК: version 3.0. Publisher: АВРМР, 2013. 446 p.

3. Fowler M. UML Distilled: A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language. Publisher: Pearson Education, 2018. 208 p.

4. Buch G., Rambo Dzh., YAkobson I. YAzyk UML. Rukovodstvo pol'zovatelya [UML language. User guide]. Moskva: Akademiya AjTi, DMK Press, 2022. 494 p.



5. Zav'yalov A. V. Diagrammy UML dlya analiza i proektirovaniya informacionnyh sistem: uchebno-metodicheskoe posobie [UML Diagrams for Information Systems Analysis and Design]. M.: RTU MIREA, 2021. 65 p.
6. Semichevskaya N.P., YUsupova L.R. Inzhenernyj vestnik Dona, 2023, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2023/8352.
7. Fenner M. Mashinnoe obuchenie s pomoshch'yu Python dlya vsekh. Rukovodstvo po sozdaniyu sistem mashinnogo obucheniya: ot osnov do moshchnyh instrumentov [Machine learning with Python for everyone. A Guide to Building Machine Learning Systems: From Basics to Powerful Tools]. M: Bombora, 2024. 672 p.
8. Ignat'eva O.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2022, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2022/7478.
9. YAlovoj I.O. Inzhenernyj vestnik Dona, 2008, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2008/102.
10. Zaramenskih E.P., Kudryavcev D.V., Arzumanyan M.YU. Arhitektura predpriyatiya 2-e izd., per. i dop. Uchebnik dlya vuzov [Enterprise Architecture]. M.: YUrajt, 2024. 436 p.

Дата поступления: 16.05.2024

Дата публикации: 26.06.2024