

УДК 600-662

## **АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ НА ПРИМЕРЕ МЕХАНОСБОРОЧНОГО ЦЕХА.**

Ж.А. Барабаш, А.В. Молчанский

### **Аннотация.**

Объектом исследований в настоящей конкурсной работе является адаптивная система управления, автоматизирующая документооборот в механосборочном цехе.

Целью исследований является построить адаптивную систему управления бизнес-процессами в механосборочном цехе (далее система) с возможностью контроля и оценки результатов работы каждого участника бизнес-процесса, включая рабочих.

В работе представлены основные этапы построения системы. Обоснован выбор программного обеспечения, выбранного для написания системы. Приведены алгоритм и требования к тестированию системы. А также приведены расчеты об экономической целесообразности внедрения и применения данной системы для автоматизации процессов документооборота в цехе.

**Ключевые слова:** системы управления, open source, бизнес-процесс

### **Введение.**

Управление цехом – это непрерывный контроль над прохождением производственного процесса, рациональным использованием материальных и трудовых ресурсов.

В настоящий момент, не используя современные технологии управления невозможно выпускать конкурентоспособную продукцию. Наличие компьютеров и вычислительной сети не достаточно для достижения оптимального результата. Необходимо программное обеспечение, позволяющее синхронизировать действия трудовых, программных и производственных ресурсов. Анализ существующего программного обеспечения показал его недостаточность для единичного производства. Всегда на гребне научно-технического прогресса находятся экономическая и банковская сферы, которые включают в себя новейшие информационные и программные разработки. Адаптация этих разработок для производства нерентабельна, несмотря на схожесть моделей бизнес-процессов.

В свете вышесказанного актуальной является задача:

Построить адаптивную систему управления бизнес-процессами в механосборочном цехе (далее систему) с единовременной возможностью контроля и оценки результатов работы каждого участника бизнес-процесса, включая рабочих.

При реализации задачи необходимо учитывать ограничения:

1. Тип производства: единичное и опытное.
2. Тип программного обеспечения: open source.
3. Техническое обеспечение: построение системы на базе существующей ЛВС цеха (персональные компьютеры с центральными процессорами от P3 до Intel Core 2 и сетью Ethernet).
4. Квалификация пользователей: пользователи системы не имеют специального образования, связанного с использованием ПК. Возраст пользователей от 18 до 75 лет.
5. Не менять имеющийся документооборот, а упростить его.

### **1. Анализ бизнес-процессов цеха.**

При создании системы необходимо построить модели бизнес-процессов (под процессом (от лат. processus — продвижение) мы будем понимать совокупность последовательных действий для достижения какого-либо результата) и описать их. Данная схема не информативна для написания системы, так как есть неопределенность при описании процессов. Необходимо описать бизнес-процесс управления механосборочным цехом при помощи специального языкового средства.



Цели - Процессы - Оргструктура – Данные. Но для построения бизнес-процессов цеха система слишком масштабна и очень рафинирована.

UML (Unified Modeling Language) - объектно-ориентированный графический язык для визуализации, специфицирования, конструирования и документирования систем, где большая роль отводится описанию бизнес-процессов в информационных системах. Имеется несколько программных средств, поддерживающих язык UML, Rational Rose, Visio и др. В частности в системе Rational Rose генерируются коды программ (C++, Smalltalk, PowerBuilder, Ada, SQLWindows и ObjectPro).

Учитывая вышесказанное и понимая, что модели бизнес-процессов необходимы нам для создания адаптивной системы управления бизнес-процессами цеха, лучше всего бизнес-процессы описывать на языке UML.

### **3. Взаимодействия системы с пользователями.**

При анализе бизнес-процессов были выявлены внешние пользователи разрабатываемого программного обеспечения, а также перечень отдельных аспектов их поведения, которые названы «вариантами использования». Цель варианта использования заключается в том, чтобы определить законченный аспект или фрагмент поведения некоторой сущности без раскрытия её внутренней структуры. Диаграмма вариантов использования представлена на рисунке 2. Вариант использования описывает типичное взаимодействие между пользователем и системой. В простейшем случае вариант использования определяется в процессе обсуждения с пользователем тех функций, которые он хотел бы реализовать.

Для разрабатываемой системы можно выделить три ключевых действующих лица:

- Администратор, который обращается к системе либо для ввода новых данных, либо для просмотра, редактирования или удаления введенных ранее данных, которые должны сохраняться в хранилище, либо для редактирования прав доступа пользователей, либо для редактирования справочников.
- Работник цеха, который обращается к системе для ввода новых данных, либо для поиска или модификации данных, сохраненных в базе.
- Начальник цеха, который обращается к системе для поиска и просмотра данных, сохраненных в базе.



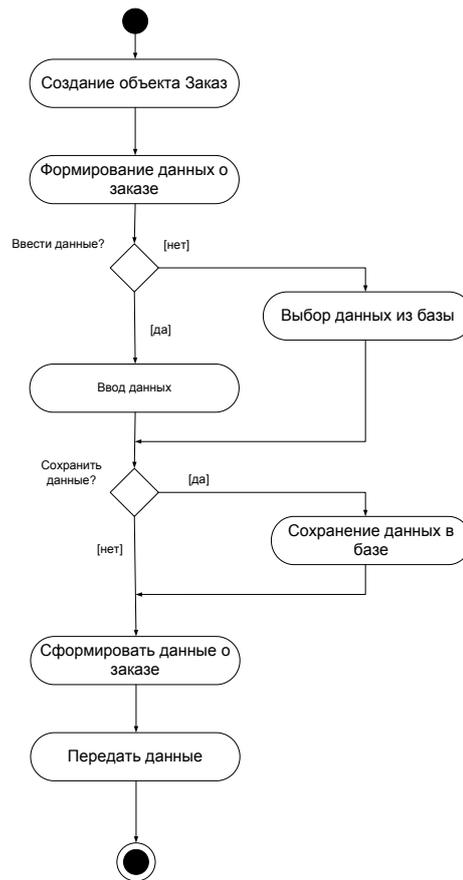


Рисунок 3. Диаграмма деятельности, уточняющая вариант использования «Формирование данных о заказе».

#### 4.2. Выбор программных продуктов для создания системы.

Для реализации системы необходимо выбрать систему управления базами данных (СУБД) для хранения данных о бизнес-процессах. Единая управляющая система позволяет эффективно организовать одновременный доступ к данным многих пользователей, предотвращая конфликты между ними.

СУБД для хранения данных системы была выбрана СУБД MySQL, имеющая следующие характеристики:

1. Является продуктом Open Source.
2. Простота администрирования.
3. Возможность подключения к Web.
4. Быстродействие и функциональные возможности механизма сервера СУБД.
5. Наличие средств удаленного доступа.

Для ввода и вывода данных из СУБД будем использовать архитектуру веб-приложения, распределенную между сервером и клиентом, хранение данных осуществляется на сервере, обмен информацией происходит по имеющейся локальной вычислительной сети.

Одним из преимуществ такого подхода является тот факт, что клиенты не зависят от конкретной операционной системы пользователя, поэтому веб-приложения являются межплатформенными сервисами. Для написания кода программы был выбран скриптовый язык программирования общего назначения PHP, интенсивно применяемый для разработки веб-приложений. Язык и его интерпретатор разрабатываются в рамках проекта с открытым кодом. PHP работает практически на всех распространённых операционных системах, поэтому не нужно беспокоиться, какая операционная система стоит на сервере или клиенте. Итоговая схема работы механосборочного цеха с использованием системы представлена на рисунке 4.

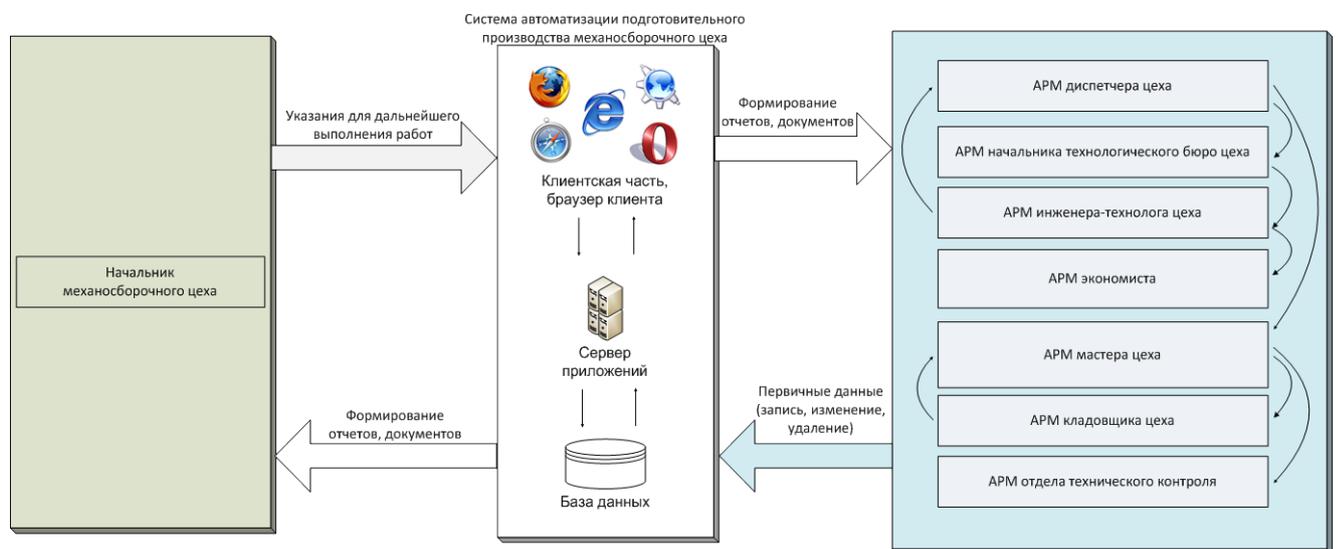


Рисунок 4. – Схема взаимодействия служб механосборочного цеха с использованием системы.

## 4.2. Реализация и тестирования системы.

Результатом работы над системой является написание и тестовая эксплуатация модулей системы (рисунки 5-7). Одновременно с разработкой системы необходимо её тестирование по мере создания модулей.

Например, выбор оценочных тестов для программной системы модуля Диспетчера основывается на следующих требованиях:

1. система должна обладать удобным интерфейсом пользователя;
2. система должна работать на различных аппаратно-программных платформах;
3. система должна быть надёжной и исключать несанкционированный доступ к данным.

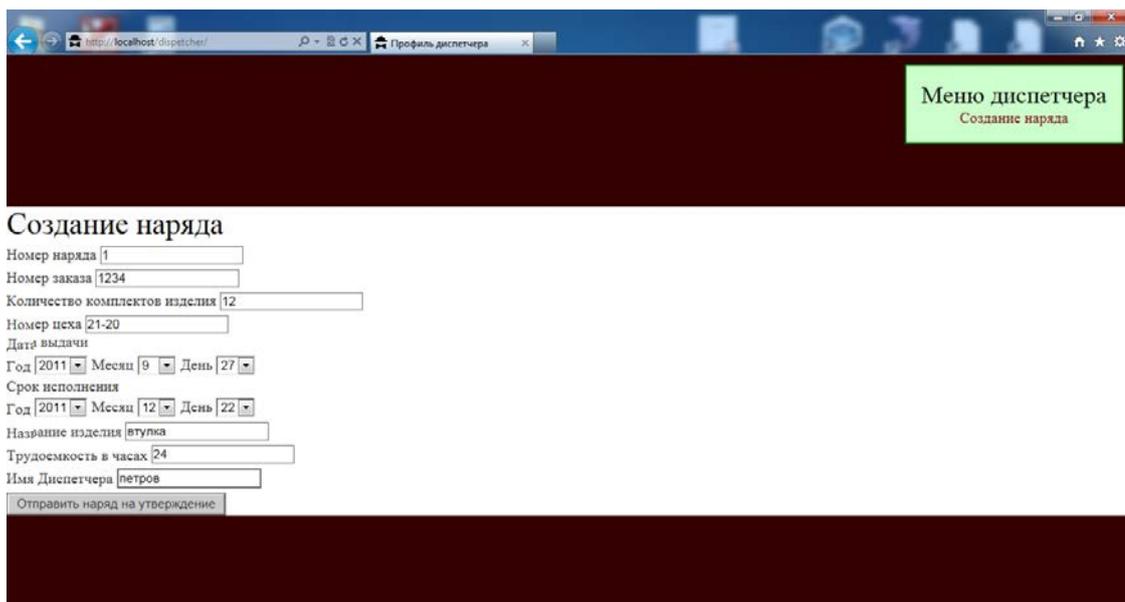


Рисунок 5. Интерфейс модуля «Диспетчер».

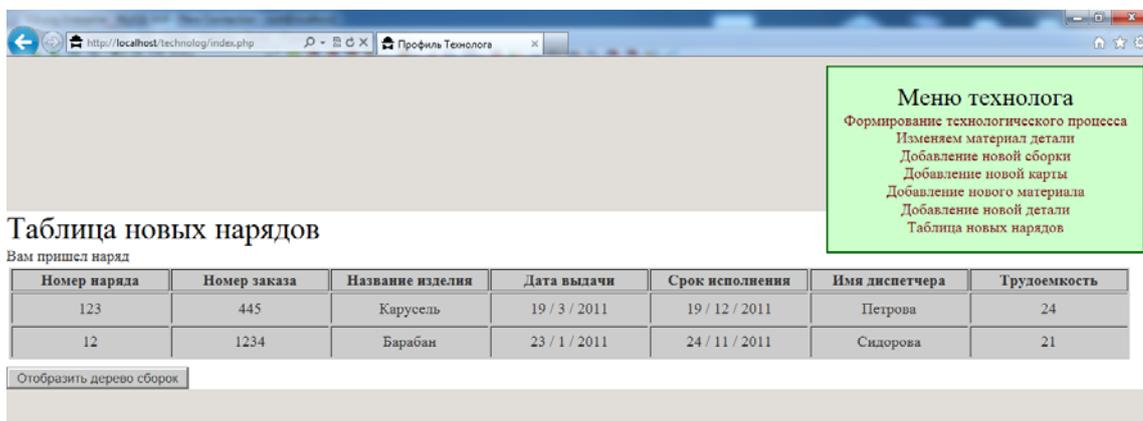


Рисунок 6. Интерфейс модуля «Технолог» (пришли новые наряды).

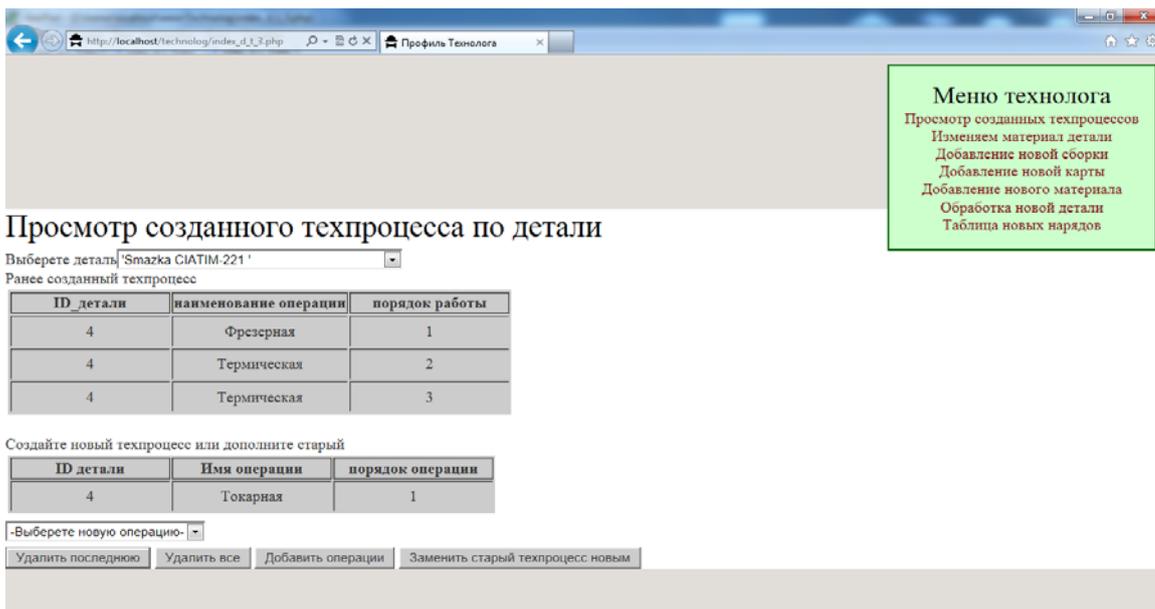


Рисунок 7. Интерфейс модуля «Диспетчер» (заменяется старый техпроцесс).

Исходя из вышеперечисленных требований, было решено тестировать систему на быстрдействие, удобство эксплуатации, надёжность, совместимость и защищённость.

Алгоритм тестирования разрабатываемой программной системы должен включать следующие стадии тестирования:

1. ручной контроль;
2. автономное тестирование алгоритмов;
3. комплексное тестирование модулей комбинированным подходом;
4. оценочное тестирование.

При обнаружении ошибок, на какой либо стадии тестирования необходимо выполнить их исправление. Схема алгоритма тестирования программной системы диспетчерского контроля прохождения заказов показана на рисунке 8.

Материально-техническое обеспечение должно быть подготовлено к началу проведения тестирования.

Исполнитель обеспечивает:

- комплектом эксплуатационных документов;
- комплектом ненормативных документов, разработанных для системы;
- нормативной документацией, включая:
  - РД 50-34.698-90;
  - стандарты ЕСКД;
  - стандарты ЕСТД;
  - комплекс стандартов на АС.

Сроки тестирования данной системы уменьшаются за счет параллельности процессов разработки и тестирования системы. На данный момент разработано и проходят тестирование четыре модуля: диспетчера, начальника технологического бюро, инженера-технолога, кладовщика (материал).

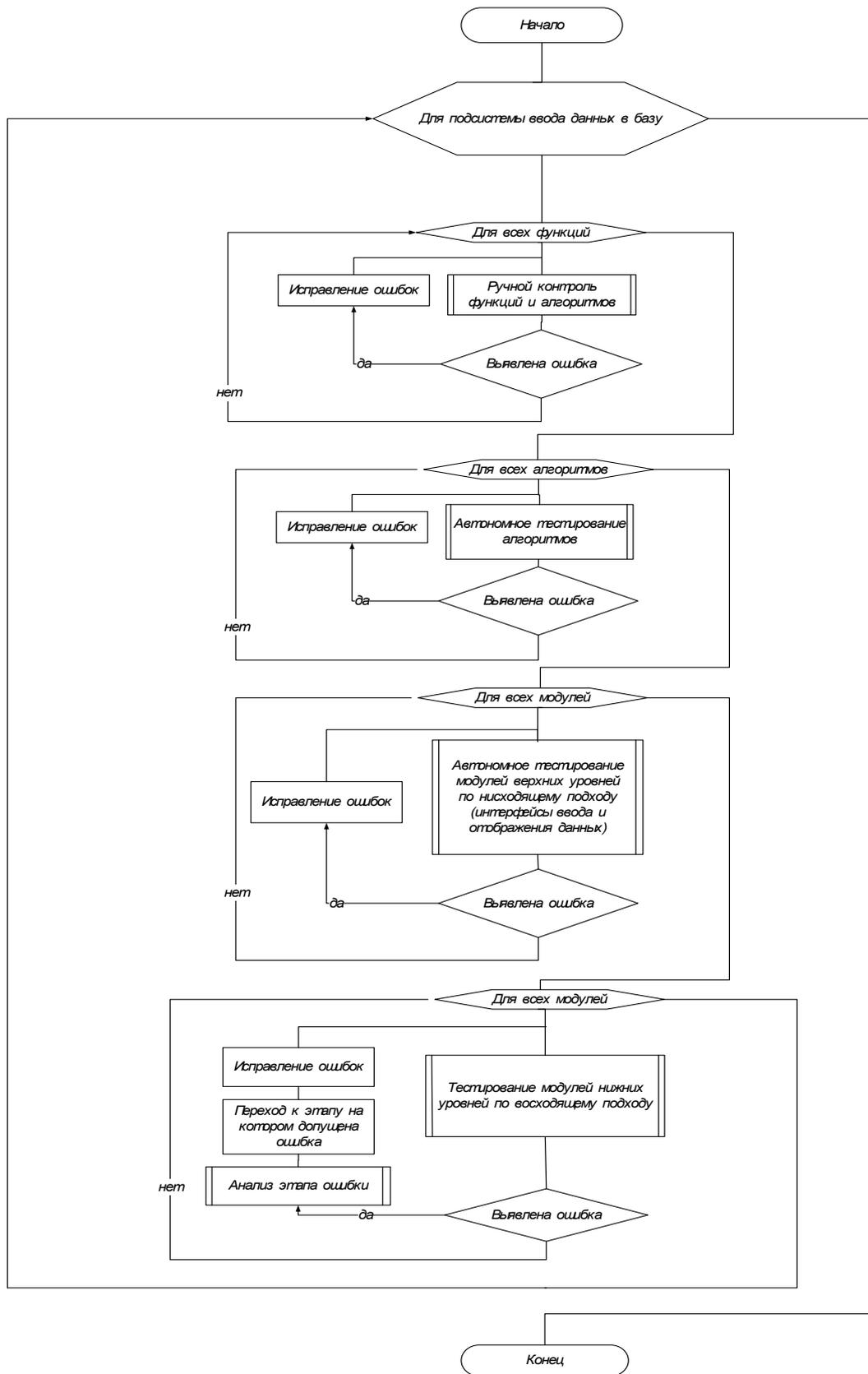


Рисунок 8. Схема алгоритма тестирования программной системы

## **5. Экономическое обоснование необходимости внедрения системы.**

Рассчитаем экономическую эффективность от внедрения системы. Напомним, при внедрении используется существующее техническое обеспечение, и документооборот не меняется, просто частично автоматизируется.

Возьмем для примера цех со следующей структурой:

Общее число сотрудников – 50 человек.

Административно-управленческий персонал: начальник, заместитель начальника по производству, заместитель начальника по подготовке производства, мастер (2чел.), диспетчер (2чел.), экономист, кладовщик по выдаче материала, кладовщик по выдаче инструмента

ИТР: инженеры-технологи (4чел), начальник технологического бюро.

ИТОГО = 15 чел.

Пусть на сегодняшний момент документация ведется частично вручную, частично на компьютере. Идет многократный повтор ввода информации.

Например, номер наряда указывается на следующих документах:

1. Журнал регистрации нарядов.
2. Старший кладовщикский журнал.
3. Операционная карта обработки детали.
4. Требование-накладная на выдачу материала.
5. Требование-накладная на выдачу инструмента.
6. Служебная записка при заказе управляющих программ (при обработке детали на станке с ЧПУ).
7. В нарядах рабочих столько раз, сколько операций в операционных картах (в среднем 6-7 раз).
8. Накладная на сдачу детали.
9. Журнал регистрации накладных.
10. Рапорт в ПДО.
11. Ожидаемый объем выполнения работ (подается 15 числа каждого месяца для улучшения планирования денежных средств).
12. Отчет о выполненных работах.
13. Отчет о расходовании материалов.

Простой подсчет показывает, что номер наряда в цехе записывается 18-19 раз.

Составим эмпирический временной интервал различных работ в день для каждого сотрудника (кроме рабочих). И рассчитаем трудозатраты по следующей формуле 1:

$$\sum P = \sum_{i=1}^k N \cdot T, \quad (1)$$

где

$\sum P$  - Трудозатраты на решение задачи,

N - Количество сотрудников, привлекаемых к решению задачи

T [1..8] – время, затрачиваемое на решение поставленной задачи одним работником, с учётом восьми часового рабочего дня.

Например, время, затрачиваемое инженерами-технологами на оформление сопроводительных карт и служебных записок (занесение информации в различные документы - регистрация информации) равняется трем часам, подбор материально-комплектовочных ведомостей и чертежей (поиск работ) – трём часам, решение различных технологических вопросов с конструкторами и рабочими (прочие) – двум часам.

№	Наименование должности	Кол-во чел.	Регистрация информации (час.)	Поиск документов (час.)	Мониторинг работ (час.)	Прочие (час.)
1	Начальник цеха	1			4	4
2	Зам. нач. цеха	2	2	2	2	2
3	Мастер	2	3		3	2
4	Экономист	1	4	3		1
5	Диспетчер	2	2	2	2	2
6	Кладовщик	2	2	1		5
7	Нач. техбюро	1	3	3		2
8	Инженер-технолог	4	3	3		2
	Суммарные трудозатраты в день	15	37	28	18	37

При введении в электронном виде в системе достаточно занести 1 раз.

С применением созданной системы:

- время на ввод информации сокращается в 7 раз (учитывая многократное количество повторов),
- время на поиск документов в 4 раза,
- мониторинг работ (отслеживание состояние деталей в реальном времени) будет занимать 20 мин. в день. По формуле трудоемкость мониторинга будет  $7*0,33=2,4$  часа в день на весь административно-управленческий персонал,
- время на поиск информации сокращается в 7,5 раз.

Итого на весь административно-управленческий персонал (АУП):

1. Занесение информации =  $37/7= 5.3$  часа.
2. Поиск документов  $28/4=7$  часов.
3. Мониторинг работ 2,4 часа.
4. Прочие 37 часов.

Общие трудозатраты для всего АУП=51,7 часов. Экономия трудозатрат составляет 68,3 часа. С учетом восьми часового рабочего дня можно сократить 8 человек, но адекватно оценив состав АУПа, понимаем, что сокращению подлежат следующие должности:

- Один диспетчер.
- Экономист.
- Мастер.
- Один заместитель начальника цеха.
- Два технолога.

Итого 6 человек.

При средней зарплате в цехе 30000 рублей высвобождаемые средства составят  $6*30=180$  тыс. рублей в месяц. Или  $180*12=2160$  тыс. рублей в год.

Создаваемая система по своим функциям близка к MES системам, поэтому сравним экономический расчет сроков окупаемости по внедрению MES систем с разрабатываемой системой.

По информации с официальных сайтов производителей MES систем в среднем время окупаемости составляет 1,3 года. Следует заметить, что эти цифры не могут соответствовать действительности в условиях реального производства, так как время внедрения любой MES системы минимально составляет 2,5 года. Из них порядка 7-8 месяцев идет наполнение базы данных, 6 месяцев тестирование и адаптация системы под данное производство, остальное время занимает опытная эксплуатация, обучение сотрудников и непосредственно внедрение.

Создаваемая система не претендует на такие сроки окупаемости, она просто демонстрирует руководителю возможность сокращения денежных средств за счёт более правильного использования человеческих ресурсов, что подтверждено приведенным выше расчетом.

#### **6. Ожидаемые результаты от внедрения системы:**

- Автоматизация документооборота.
- Прозрачность в управление бизнес - процессами цеха.
- Синхронизация производственных бизнес-процессов.
- Сокращение времени на документооборот.
- Сокращение количества административного персонала за счет улучшения управляемости
- Создание базы данных о времени цикла изготовления изделия.
- Формирование базы данных механосборочного цеха (содержащую чертежи, инструмент, оснастку и т.д.)
- Обеспечение безопасности хранимых данных.
- Обработка данных производственного процесса.
- Разграничение доступа пользователей.
- Протоколирование действий пользователей с системой.
- Создание отчетной документации.
- 

#### **Список использованных источников:**

1. Parsaye K. A Characterization of Data Mining Technologies and Processes // The Journal of Data Warehousing. -1998.-№ 1.
2. Сахаров А. А. Концепция построения и реализации информационных систем, ориентированных на анализ данных // СУБД. - 1996. - № 4. - С. 55-70.
3. Евланов А. Г. Теория и практика принятия решений. — М.: Экономика, 2004. — с. 63
4. Фатхутдинов Р.А. Стратегический менеджмент: Учебное пособие. – М.: Интел-Синтез, 2003. – с.109
5. Герчикова И.Н. Процесс принятия и реализации управленческих решений. //Менеджмент в России и за рубежом, 2003. № 12. – с. 39-42

#### Сведения об авторах

БАРАБАШ Жанна Александровна, зам. начальника цеха, аспирант, ОАО «ВПК «НПО Машиностроения», тел.:+7 (917) 500-16-66

.МОЛЧАНСКИЙ Андрей Валентинович, инженер, аспирант, ОАО «ВПК «НПО Машиностроения», тел.:+7 (985) 431-32-41, e-mail:molchanskii@pochta.ru