



Ссылка на статью:

// Ученые записки УлГУ. Сер. Математика и информационные технологии. УлГУ. Электрон. журн. 2019, № 2, с. 93-102.

Поступила: 25.11.2019

Окончательный вариант: 30.11.2019

© УлГУ

УДК 656.025.6

Автоматизация процесса формирования и введения электронных заявок на транспортировку материальных и трудовых ресурсов

Ярдаева М. Н.^{1,*}, Крюченкова Е. С.^{1,2}

[*yardaeva@mail.ru](mailto:yardaeva@mail.ru)

¹УлГУ, Ульяновск, Россия

²АО «Авиастар-СП», Ульяновск, Россия

В статье представлено описание процесса формирования и введения электронных заявок на транспортировку ресурсов (материальных и трудовых) внутризаводских, городских и междугородних перевозок на авиастроительном предприятии АО «Авиастар-СП». Для автоматизации рассматриваемого процесса разработано программное решение в Web-ориентированной среде, позволяющее сократить временные и стоимостные затраты на оформление и согласование электронных заявок, на принятие решения об одобрении или отказе в запрашиваемых перевозках; при необходимости имеется возможность внести изменения в содержимое заявок. Программное обеспечение разработано с использованием языков HTML, PHP, JavaScript, SQL и инструментов объектно-ориентировочного программирования. Приведенный расчет годового экономического эффекта подтверждает выгоду от использования разработанного решения и рекомендовано для внедрения в остальных подразделениях на предприятии.

Ключевые слова: автоматизация производства, цифровое производство, заявки на транспорт.

Введение

Автоматизация процессов на предприятии всегда актуальная задача, если предприятие стремится занять или удержать свои позиции на рынке. Развитие современных технологий вынуждает промышленные предприятия перестраивать не только производственные процессы, но и поддерживающие производство процессы. В настоящее время очень популярны в употреблении термины: «цифровые двойники» [1-5], «цифровой близнец» [6], «цифровое производство» [7], «индустрия 4.0» [8-9], основное назначение которых трансформировать деятельность предприятия в более гибкое, «умное» управление масштабом

производства с целью снижения издержек. Поддержка такого инструмента невозможна без «цифровых» данных, которые берут свое начало из «недр» автоматизации (баз данных). Для построения цифрового производства необходимы данные не только ключевых процессов: продаж, производства, закупок, планирования и др., но и поддерживающих производство процессов: транспортные перевозки материальных ресурсов: сырья, заготовок, полуфабрикатов, транспортные перевозки трудовых ресурсов и др.

1. Описание процесса до автоматизации

В статье рассматривается процесс оформления заявок на транспортировку ресурсов (материальных и трудовых) внутризаводских, городских и междугородних перевозок на предприятии АО «Авиастар-СП».

Поставленная задача предназначена для автоматизации рабочих мест подразделений внутренней логистики предприятия АО «Авиастар-СП» и должна решаться в диалоговом режиме.

Транспорт для перевозимых грузов (ресурсов) предоставляется не только с парка предприятия, но и сторонними организациями. Специалисты предприятия АО «Авиастар-СП» предоставляют путевые листы водителям сторонних организаций.

Легковые машины и автобусы используются для перевозки людей, грузовой транспорт: для перевозки канцтоваров, различных материальных ценностей для завода: краски для самолетов, смеси, средства измерения, инструменты, различного рода материалов вплоть до кислот.

К специальному транспорту относят мусоровоз, инкассацию, тягачи с прицепом, автовышки, трактора.

Кроме этого на предприятии АО «Авиастар-СП» имеются небольшие автокары (автомобили с помощью которых специалисты предприятия перевозят из одного цеха в другой необходимые им ресурсы, которые нецелесообразно тяжело переносить вручную), автопогрузчики (электро и дизельные машины, которые позволяют поднять тяжелый груз с поверхности пола и поставить в грузовик, печь; а также зафиксировать груз на удобной высоте), грузовики и длинномеры (позволяют перевозить элементы самолета и ступеней большой длины).

До автоматизации на предприятии АО «Авиастар-СП» процесс планирования перевозок осуществлялся вручную по заявкам подразделений-потребителей услуг. Отсутствовала возможность быстрой разработки нескольких сценариев обеспечения транспортом после внесения изменений в содержание заявок.

При необходимости в транспорте сотрудники подразделения предприятия писали служебную записку, согласовывали ее у начальника подразделения, что по статистическим данным составляло от 30-ти минут до 2-х часов рабочего времени. Далее служебную записку передавали в отдел логистики, где её прорабатывали специалисты отдела.

В случае появления изменений в содержании заявки требовалось распечатать ее вновь и собрать все согласующие подписи.

На этапе проработки служебной записки сотрудники отдела логистики определяли транспорт для выполнения данной заявки. Информацию о транспорте направляли заказчику (подразделению, запросившему транспорт).

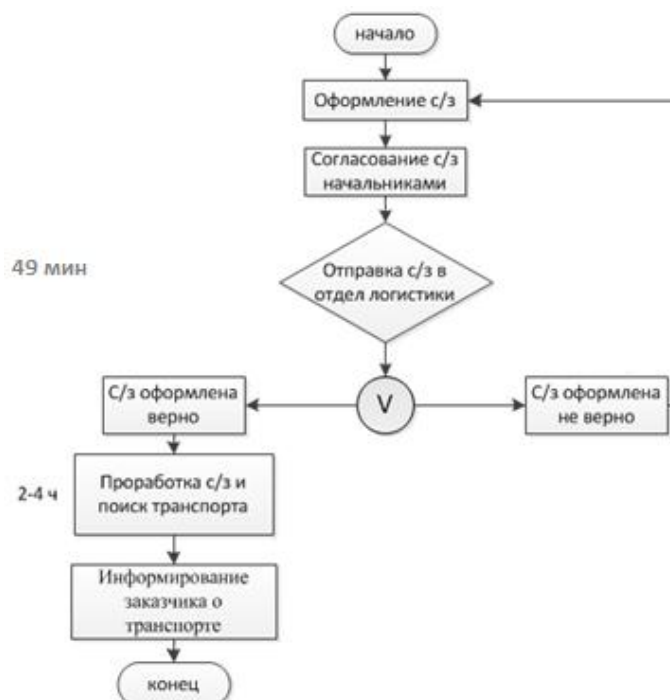


Рис.1. Процесс формирования заявки на транспорт до автоматизации

Для оценки выполнения процесса до автоматизации были выбраны подразделение и день, за который поступило максимальное количество заявок, было рассчитано среднее значение времени на оформление одной заявки, оно составило - 49 минут.

2. Разработка программного обеспечения

В рамках выполнения научной работы были автоматизированы следующие задачи для данного процесса:

- 1) планирование перевозок на период (сбор, обработка заявок, оперативная корректировка при изменении условий);
- 2) online-заказ транспорта и подбор транспорта с учетом перевозимых грузов, маршрутов перемещения;
- 3) учет затрат на транспорт, формирование аналитических и бухгалтерских отчетов;
- 4) формирование аналитической базы.

Программное обеспечение (ПО) разработано с использованием языков HTML, PHP, JavaScript, SQL и инструментов объектно-ориентировочного программирования. Для формирования интерфейсов таблицы использовалась библиотека JqGrid. Для формирования отчетов использовалась библиотека PhpExcel.

Разработанное ПО содержит меню и пять форм, каждая из которых предназначена для определённых функций.

В меню находятся:

- кнопки для выбора типа перевозки;
- новости, в которых описываются программные изменения;
- номера телефонов разработчика программы и администратора, если у пользователей возникнут вопросы;
- руководство пользователя.

Данное меню доступно пользователям предприятия, «Сим Транс» и цеху 454. Администратору и отделу логистики доступны также справочники, которые расположены в меню и доступны для актуализации в них информации.

На форме администратора доступны все пользовательские поля, а также информация: кто из пользователей и когда регистрировал заявки, статус выполнения заявки.

На форме пользователей отображены две таблицы «Заявки на доработку» и «Отправленные заявки».

Таблица «Заявки на доработку» предназначена для отображения заявок пользователя, которые необходимо откорректировать или удалить. Имеется специальная форма для подачи заявки, в которой перечислены поля обязательные к заполнению, а также приведены примеры их заполнения.

Форма подачи заявки на транспортировку продукции представлена на Рис.2.

Отправлять заявку на доработку имеет право отдел логистики. Когда пользователь откорректировал заявку, то статус «на доработку» в таблице пользователя обнуляется, и эта заявка отображается в таблице «Отправленные заявки».

Таблица «Отправленные заявки» предназначена для отображения всех заявок, которые создал пользователь. Кроме заявок со статусом «на доработку».

На форме отдела логистики отображены две таблицы «Неотправленные заявки» и «Отправленные заявки».

Таблица «Несогласованные заявки» предназначена для отображения всех заявок, которые направляет пользователь. После проработки заявок специалистами отдела логистики заявка отображается в таблице «Согласованные заявки».

Таблица «Согласованные заявки» предназначена для отображения заявок с соответствующим статусом. Статус «согласовано» проставляется тогда, когда отмечено наименование фирмы перевозчика, марка транспортного средства и государственный номер, даты погрузки и выгрузки груза.

Форма «Сим Транса» отображает и обрабатывает заявки только своего предприятия. Если отдел логистики выбрал в столбце (Наименование перевозчика) ячейку «Сим Транс», то эта заявка будет отображаться на форме Сим Транса.

Форма для 454 Цеха предназначена для просмотра согласованных заявок.

Заявка на доставку и отправку грузов по междугородним перевозкам

[<- Вернуться к перечню заявок](#)

Внимание! Поля отмеченные звездочкой * обязательны к заполнению

Внимание! Прочти!

Форма заявки предназначена для отправки одного типа груза!

Если необходимо отправить два различных типа груза одной отправкой - создайте две заявки через кнопку "копировать" большинство полей создаются автоматически!

Заявка на доставку и отправку грузов по междугородним перевозкам

[<- Вернуться к перечню заявок](#)

Внимание! Поля отмеченные звездочкой * обязательны к заполнению

Наименование груза (заводской номер) *	<input type="text" value="смесь резиновая"/>	например, отсек Ф1
Количество	<input type="text" value="200"/>	например, 10 или 10.5
Единица измерения	<input type="text" value="кг"/>	
Дата готовности груза к отгрузке	<input type="text" value="2019-08-19"/>	например, 2019-01-30
Вид упаковки	<input type="text" value="мешок"/>	
Количество тарных мест	<input type="text" value="10"/>	например, 1
Габариты груза с упаковкой (ДхШхВ), мм	<input type="text" value="100x100x100"/>	например, 280x230x100
Общий груз (брутто), кг	<input type="text" value="200"/>	например, 100
Стоимость груза, с НДС руб	<input type="text" value="100 000,00"/>	например, 130 090,99
Место погрузки груза	<input type="text" value="ООО " брус""=""/>	например, ОАО "Авиаагрегат"
Место погрузки Улица	<input type="text" value="ул. Гоголя 32"/>	например, ул. И. Казака д.37
Место погрузки Город	<input type="text" value="Москва"/>	например, Махачкала
Контактный телефон *	<input type="text" value="9-99-99 Иван Петрович"/>	например, тел.89777987654 Иванов Иван Иванович
Подразделение	<input type="text" value="023"/>	заполняется автоматически
Код затрат	<input type="text"/>	например, 01101111 писать только один
Место выгрузки груза	<input type="text" value="корп. 23"/>	например, корпус 85 склад 46706
Место выгрузки Улица	<input type="text" value="ул. Антонова"/>	например, ул. Антонова 1
Место выгрузки Город	<input type="text" value="Ульяновск"/>	например, Ульяновск
Контактный телефон получателя	<input type="text" value="9-78-78 Мария"/>	например, тел.89777987654 Петров Андрей Иванович
Основание	<input type="text" value="договор № 123"/>	например, Договор №41/18 от 01.06.18г.
Цель перевозки	<input type="text" value="доставка новой продукции"/>	
Примечание	<input type="text"/>	например, особые условия перевозки груза
Прикрепить файл:	<input type="text" value="Обзор..."/>	

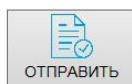


Рис.2 Форма подачи заявки на транспорт

3. Изменение процесса после автоматизации

Процесс формирования заявки на транспорт после автоматизации представлен на рис.3.

С внедрением программы время на оформление заявки составило от 5-ти до 10-ти минут. Для сравнения процессов «до» и «после» автоматизации было выбрано то же подразделение предприятия, что и до автоматизации; и за один день, рассчитано среднее время оформления одной заявки – 7 минут.

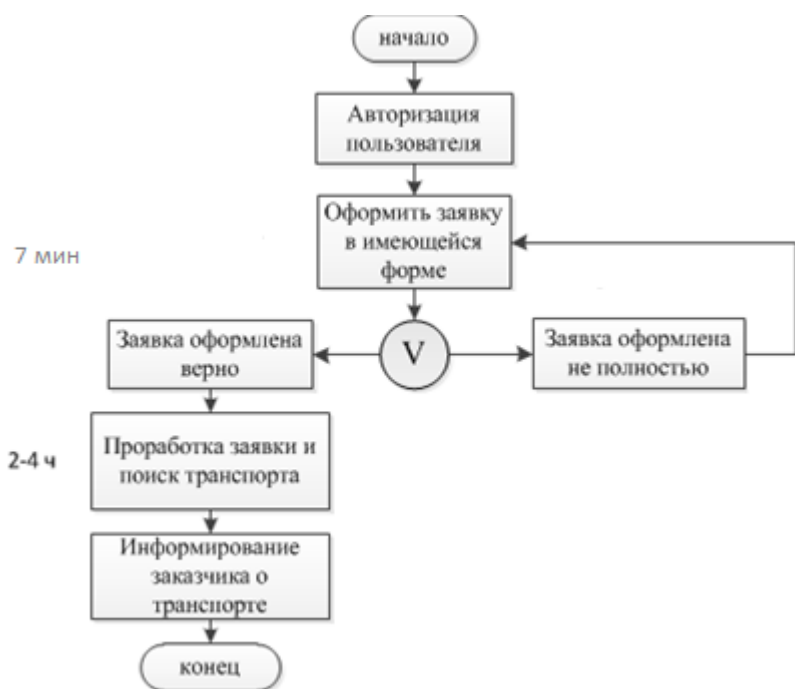


Рис.3. Процесс формирования заявки на транспорт после автоматизации

4. Расчет экономического эффекта от применения разработанного решения

Посчитаем экономический эффект от внедрения программного обеспечения.

Экономический эффект считается по формуле [10]:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_p - E_n * K_p, \quad (1)$$

где \mathcal{E}_p - годовая экономия;

E_n - нормативный коэффициент в машиностроении ($E_n = 0,25$);

K_p - капитальные затраты на проектирование и внедрение.

Годовая экономия \mathcal{E}_p складывается из показателей повышения производительности труда и экономии расходов на персонал.

Рассчитаем стоимость выполняемых работ сотрудника (оформителя заявок на транспорт) при условии, что количество рабочих дней в месяце равно 21 день по 8 часов в день, итого 168 часов в месяц на одного сотрудника. Должностной оклад сотрудника 25000 рублей. Следовательно, стоимость 1 часа работы составляет 148,8 (25000/168) руб.

Рассчитаем годовую экономию времени, обусловленную сокращением временных и стоимостных затрат на внедрение программного продукта.

Если среднее время без программы 49 минут, среднее время с внедрением программы 7 минут, то 42 ($\Delta T = 49 - 7$) минуты - выгода от внедрения программы на одну заявку, или 0,7 часа. Экономия с одной заявки 104,16 (148,8*0,7) руб. Годовая экономия с одного пользователя, при условии оформления 250 заявок в год составит 26172,5 (104,16*250) руб. Годовая экономия от всех пользователей (их примерно равно 30 чел.) предприятия составит 785 175 (26172,5*30) руб.

Эр=785 175 рублей.

Капитальные затраты на проектирование и внедрение программного обеспечения рассчитаны путем сложения сумм:

- затрат на материалы и покупные изделия;
- фонда заработной платы;
- страховых взносов;
- накладных расходов;
- затрат на машинное время (затраты на электроэнергию).

График выполнения работ по разработке ПО (см. таблицу 1).

Таблица 1 - «График выполнения работ»

Наименование работ	Длительность работы	
	Дни	Часы
Разработка технического задания	3	24
Планирование web-сайта	7	56
Рабочее проектирование web-сайта	30	240
Отладка и тестирование web-сайта	10	80
Обобщение и оценка результатов	5	35
Итого	55	435

Перечень затрат на материалы и покупные изделия приведен в таблице 2.

Таблица 2 - «Сумма затрат на материалы и покупные изделия»

Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Цена за ед. руб.	Стоимость, руб
Специальная литература	шт.	1	500	500
Карта доступа Internet	шт.	1	350	350
Канцтовары	---	2	57	114
Бумага формата А4	пачка	1	370	370

Программное обеспечение	комп. диск	1	172	172
Итого				1506

В расчет фонда заработной платы входят основная и дополнительная заработные платы. К ним относятся основная и дополнительная заработные платы разработчика ПО (программиста). Результаты расчета фонда заработной платы представлены в таблице 3.

Таблица 3 - «Расчет фонда заработной платы»

Наименование	Кол-во рабочих дней	Размер дневной заработной платы	Заработная плата за месяц
Основная заработная плата	21	998,57	20970
Дополнительная заработная плата (10% от основной)	---	---	2097
Итого фонд заработной платы	---	---	23067

Зная заработную плату и количество дней на разработку и отладку ПО, рассчитаем заработную плату Z за дни выполнения работ:

$$Z=998,57 \cdot 55=54921,35 +5492,14=60413,49 \text{ руб.}$$

Страховые взносы SV рассчитываются в размере 32,2 % от фонда заработной платы, что составит:

$$SV = Z \cdot 32,2/100 = 60413,49 \cdot 32,2/100 = 19453,14 \text{ руб.}$$

Накладные расходы, косвенные затраты – расходы, затраты, основного производства, но не связанные с ним напрямую, не входящие в стоимость труда и материалов. Накладные расходы N фирмы составляют 20 процентов.

$$N = Z \cdot 20/100 = 60413,49 \cdot 20/100 = 12082,69 \text{ руб.}$$

На разработку и последующую отладку ПО потребовалось 55 рабочих дня.

В среднем с учетом перерывов программист работает за компьютером 6 часов в день. Себестоимость одного кВт/ч электроэнергии ($C_{1\text{кВт/ч}}$) для организаций составляет 2 рубля 10 копеек. Суммарная мощность энергопотребителей для АРМ складывается из мощности, потребляемой системным блоком персонального компьютера, монитором, принтером и другим периферийным оборудованием, которая составляет 1,2 кВт. Следовательно, за 6 часов работы программиста суммарное энергопотребление за день составит:

$$E = 1,2 \cdot 6 = 7,2 \text{ кВт/ч}$$

Таким образом, стоимость машинного времени M , необходимого для разработки ПО, составит:

$$M = E \cdot D \cdot C_{1\text{кВт/ч}} = 7,2 \text{ кВт/ч} \cdot 55 \cdot 2,10 \text{ руб./кВт/ч} = 831,6 \text{ руб.},$$

Где E – электроэнергия, D - дни на разработку ПО.

Затраты на машинное время учитываются как затраты на электроэнергию.

В результате выше произведенных расчетов получили итоговые затраты на разработку ПО (см. таблицу 4).

Таблица 4 «Капитальные затраты на проектирование и внедрение»

Наименование статей расходов	Сумма, руб.
Стоимость материалов и покупных изделий	1506
Фонд заработной платы	60413,49
Отчисления на социальные нужды	19453,14
Накладные расходы 20%	12082,69
Затраты на машинное время (затраты на электроэнергию)	831,6
ИТОГО	94286,92

Тогда годовой экономический эффект составит:

$E = 785\,175 - 0,25 * 94286,92 = 785\,175 - 23572 = 761\,603$ рубля.

Расчет срока окупаемости = $94286,92 / 785\,175 = 0,12$ года.

Разработанный и реализованный программный продукт окупится менее, чем за 2 месяца, что является приемлемым в качестве срока окупаемости затрат для автоматизации рабочего процесса.

Заключение

После автоматизации в одном подразделении предприятия процесс учета, контроля и подачи заявок на транспорт происходит на 42 минуты в среднем быстрее, что позволяет задействовать персонал для выполнения других задач. Появилась возможность оперативно заказывать транспорт с учетом специфики перевозимых грузов и предполагаемых маршрутов, вести учет затрат на транспорт, формировать различные виды отчетов в MS Excel. Внедрение программного продукта на всем предприятии для всех пользователей позволит сэкономить порядка 750 000 тысяч рублей в год, что подтверждает выгоду дальнейшего внедрения и обучения пользователей.

Список литературы

1. Боровков А.И., Рябов Ю.А., Марусева В.М. «Умные» цифровые двойники - основа новой парадигмы цифрового проектирования и моделирования глобально конкуренто-

- способной продукции нового поколения // Трамплин к успеху. Цифровая экономика знаний. - 2018. - №13. - С. 13-17.*
2. Комраков А.В., Сухоруков А.И. *Концепция цифрового двойника в управлении жизненным циклом промышленных объектов // Сетевой научный журнал «Научная идея». - 2017. - №3(3) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.nauch-idea.ru>*
 3. *Как цифровые двойники помогают российской промышленности [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://rb.ru/longread/digital-twin>*
 4. Курганова Н.В., Филин М.А., Черняев Д.С., Шаклеин А.Г., Намиот Д.Е. *Внедрение цифровых двойников как одно из ключевых направлений цифровизации производства // International journal of open information technologies. – 2019. - №7(5). – С. 105-115.*
 5. Пономарев К.С., Феофанов А.Н., Гришина Т.Г. *Цифровой двойник производства – средство цифровизации деятельности организации // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении. – 2019. - №2(4). – С. 11-17.*
 6. *Два в одном: для чего заводу нужен цифровой близнец // РБК Цифровая Россия, [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://digital-russia.rbc.ru/article-page_11.html*
 7. Коновалова Г.И. *Модель оперативного управления машиностроительным предприятием в условиях цифрового производства // Вестник брянского государственного технического университета. – 2019. - №5(78). – С. 79-85.*
 8. Шеве Г., Хюзинг С., Гумерова Г.И., Шаймиева Э.Ш. *От индустрии 3.0 к индустрии 4.0: основные понятия, измерения и компоненты индустрии 4.0. // Инвестиции в России. – 2019. - №9(296). – С. 32-40.*
 9. Гурьянов А.В. *Автоматизация проектирования и производства изделий авиационного приборостроения на предприятиях индустрии 3.0. и индустрии 4.0.: учебное пособие / Гурьянов А.В., Шукалов А.В., Заколдаев Д.А., Жаринов И.О., Жаринов О.О., Костишин М.О., Нечаев В.А. // Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого". - Санкт-Петербург. - 2018. – с.80.*
 10. В.Л. Леонтьев, А. Р. Гисметулин, А.Н. Евсеев, Д.Ю. Шабалкин, А.С. Кондратьева, А.А. Емельянова *Методическое пособие по выполнению и оформлению дипломных работ для студентов направлений бакалавриата «Авиастроение», «Автоматизация технологических процессов и производств», «Системный анализ и управление», под общей ред. Ю.В. Полянского, - Ульяновск: УлГУ, 2015.-51 с.*