



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(СПБГУ)

Факультет информатики и прикладной математики  
Кафедра информатики

**ОТЧЕТ ПО ПРОЕКТУ**

по дисциплине: «Конвергентные технологии создания и  
совершенствования информационной среды в условиях цифровой  
трансформации»

на тему: «Роботизация процессов производства и хранения  
металлоконструкций»

Выполнили: студенты 2 курса  
группы ПИ-2141

Бабкин И.А., Курдюкова А.А.,  
Меньщикова Т.Ю.,

Проверила: д.э.н., профессор кафедры Кораблёва О.Н.

Санкт-Петербург

2022

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. Анализ деятельности отдела металлообработки, бизнес-процессов, обоснование необходимости автоматизации .....	4
2. Описание проекта, определение сроков реализации .....	6
3. Моделирование автоматизированных процессов в программе Visual Components .....	8
4. Анализ экономической эффективности внедрения робототехнических решений в деятельность производства .....	14
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	17

## ВВЕДЕНИЕ

Цель проекта: определение роботизированных и цифровых решений, позволяющих оптимизировать процессы создания уникальной металлоконструкции для процессов добычи на удаленных месторождениях с целью сокращения время цикла создания продукта.

Задачи проекта:

1. Анализ деятельности отдела металлообработки, бизнес-процессов обоснование необходимости автоматизации;
2. Описание проекта, определение этапов и сроков реализации;
3. Моделирование автоматизированных процессов в программе Visual Components;
4. Анализ экономической эффективности внедрения робототехнических решений в деятельность отдела производства.

Зоны ответственности:

Курдюкова А. А. – анализ бизнес-процессов работы отдела и моделирование БП.

Бабкин И. А. – определение сроков проекта (MS project), реализация проекта в программе Visual Components.

Меньщикова Т. Ю. – расчет экономических показателей проекта, анализ экономической эффективности проекта и сроков окупаемости.

## 1. Анализ деятельности отдела металлообработки, бизнес-процессов, обоснование необходимости автоматизации

Производство металлических изделий – обширная сфера деятельности, охватывающая изготовление строительных конструкций, деталей для машиностроения, сельхозтехники и инвентаря, деталей и заготовок для бытовых нужд.

Производство металлоизделий и заготовок делится на определенные этапы, на каждом из которых применяется конкретный способ металлообработки. При изготовлении изделий на заказ, помимо стандартных этапов производства, необходимо учитывать время и нюансы согласования эскизов и чертежей.

Выпуску готовых металлических изделий предшествует проведение определенных технологических операций, придающих продукции необходимые характеристики.

Для получения нужных деталей металлопрокат подвергают механической обработке. Готовая продукция должна соответствовать требованиям ГОСТа и других стандартов, поэтому при выполнении необходимых технологических процессов важно строгое соблюдение определенных правил. Их нарушение может стать причиной производства металлических изделий с внешними или внутренними дефектами.

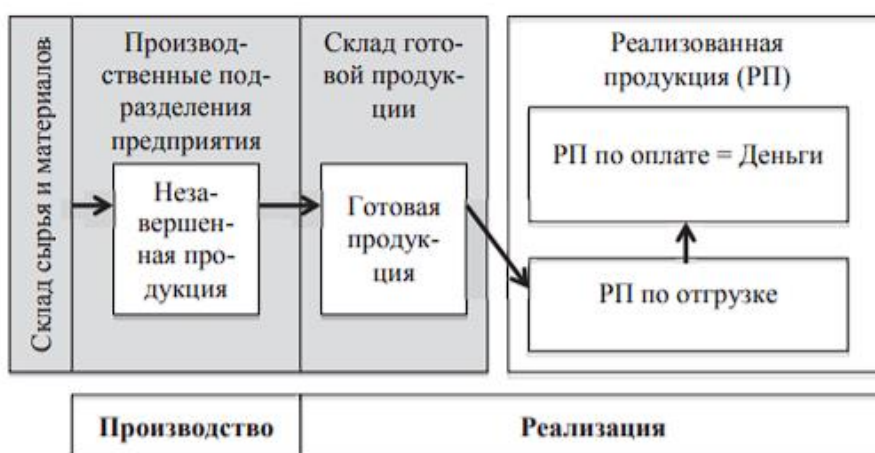


Рисунок 1 – продукция по стадиям готовности и этапам производства и реализации

Все бизнес-процессы делятся на:

- основные;
- вспомогательные;
- управляющие.

Бизнес-процессы производства и обработки металлических изделий относятся к вспомогательной деятельности и отвечают за функционирование всего предприятия, поэтому важно проанализировать эти бизнес-процессы.

Наиболее наглядно и детально можно проследить за деятельностью отдела металлообработки с помощью диаграмм. В качестве средства моделирования выбрана нотация BPMN для отображения логических отношений между процессами и subprocessами отдела. (рис. 1)

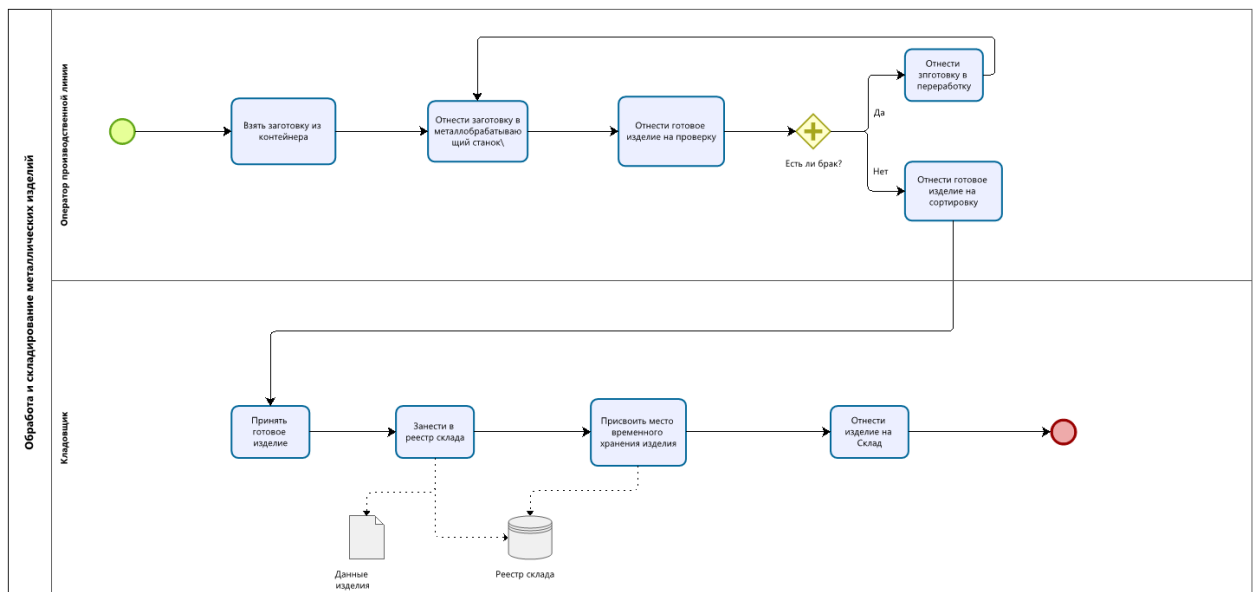


Рисунок 2 – Процесс обработки и складирования металлических деталей

Основными критериями оценки эффективности работы отдела производства являются:

- скорость обработки деталей;
- организация безопасного для сотрудников процесса работы.

При анализе бизнес-процессов отдела металлообработки выявлено несколько недостатков, влияющих на эффективность работы:

1. Процесс обработки деталей занимает большое количество времени, что влияет на производительность предприятия.
2. Процесс обработки и перемещения продукта производится работниками вручную, что увеличивает риск получения производственных травм.

Для решения выявленных слабых зон проведен анализ на рынке информационных продуктов с целью выяснения наилучшего способа автоматизации и повышения работоспособности отдела. Одним из способов автоматизации работы металлообрабатывающего отдела является робототехническое решение.

## **2. Описание проекта, определение сроков реализации**

Целью проекта является роботизация процессов производства и хранения металлоконструкций.

Основные задачи, реализуемые при таком способе автоматизации:

1. Сокращение времени, на производство и обработку продукта.
2. Автоматическое перемещение в зонах изготовления продукции.
3. Полностью автономный процесс изготовления металлоконструкций.
4. Система технического зрения для направления на складские помещения.

Вопрос оптимизации производственного цикла важен, прежде всего, при серийном выпуске продукции, и возникает он на предприятиях, в основном, в двух ситуациях: при запуске в производство нового изделия и в попытке снизить производственные издержки давно выпускаемого изделия.

Рынок средств автоматизации предлагает множество продуктов, предназначенных для оперативного планирования производства и позволяющих выстроить описание имеющихся мощностей и рассчитать, и для наглядности представить в виде диаграммы Ганта календарный план реализации проекта. Для описания этапов проекта используется программа MS Project.

Этапы проекта можно разделить на 8 основных этапов:

1. Формирование требований.
2. Разработка концепции РС.
3. Разработка тех. задания.
4. Эскизный проект.
5. Разработка тех. проекта.
6. Рабочая документация
7. Ввод в действие РС.
8. Сопровождение РС.

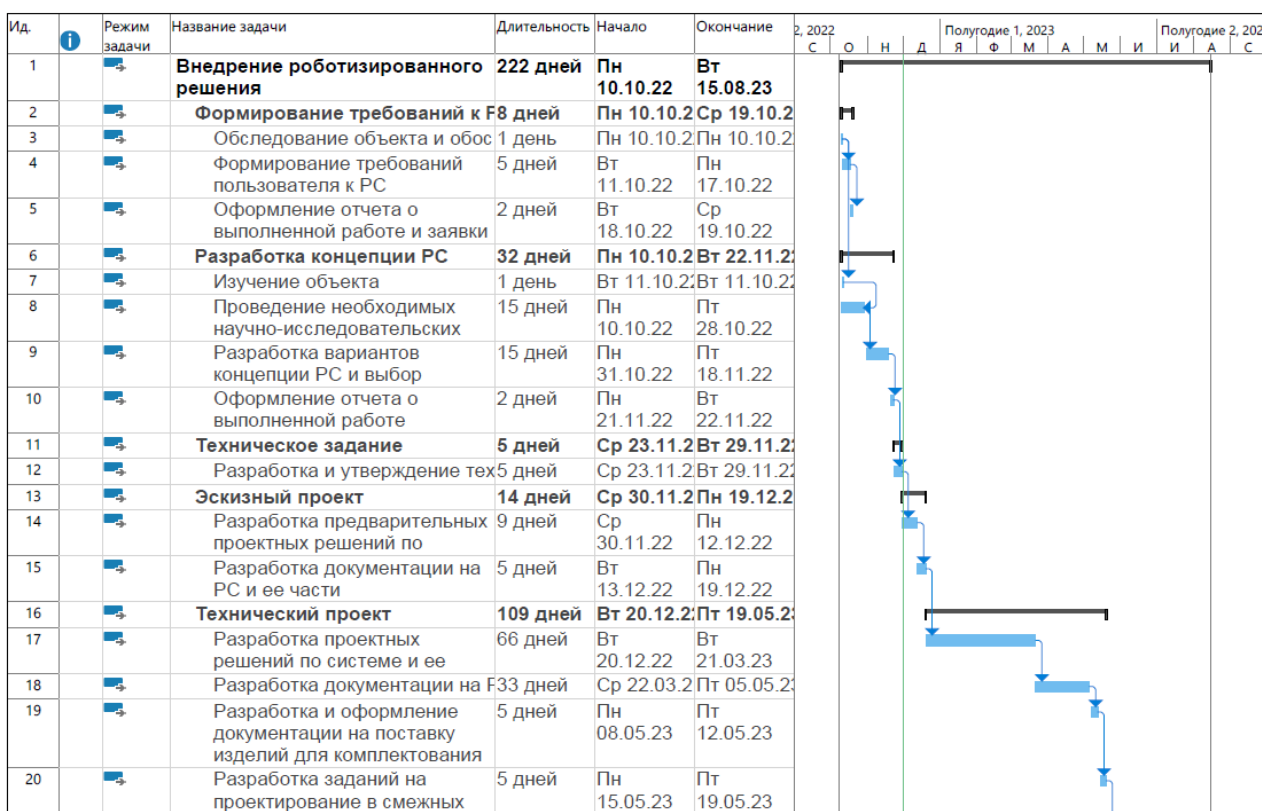


Рисунок 3 – Описание этапов проекта MS Project

21		<b>Рабочая документация</b>	<b>25 дней</b>	<b>Пн 22.05.2</b>	<b>Пт 23.06.2</b>
22		Разработка рабочей документ	10 дней	Пн 22.05.2	Пт 02.06.2
23		Разработка или адаптация про	15 дней	Пн 05.06.2	Пт 23.06.2
24		<b>Ввод в действие</b>	<b>35 дней</b>	<b>Пн 26.06.2</b>	<b>Пт 11.08.2</b>
25		Подготовка объекта автоматизации к вводу РС в	5 дней	Пн 26.06.23	Пт 30.06.23
26		Подготовка персонала	3 дней	Пн 03.07.2	Ср 05.07.2
27		Комплектация АС поставляемая изделиями (программными и	4 дней	Чт 06.07.23	Вт 11.07.23
28		Строительно-монтажные рабо	10 дней	Ср 12.07.2	Вт 25.07.2
29		Пусконаладочные работы	3 дней	Ср 26.07.2	Пт 28.07.2
30		Проведение предварительных	3 дней	Пн 31.07.2	Ср 02.08.2
31		Проведение опытной эксплуат	5 дней	Чт 03.08.2	Ср 09.08.2
32		Проведение приемочных испы	2 дней	Чт 10.08.2	Пт 11.08.2
33		<b>Сопровождение РС</b>	<b>2 дней</b>	<b>Пн 14.08.2</b>	<b>Вт 15.08.2</b>
34		Выполнение работ в соответствии с гарантийными	1 день	Пн 14.08.23	Пн 14.08.23
35		Послегарантийное обслужива	1 день	Вт 15.08.2	Вт 15.08.2

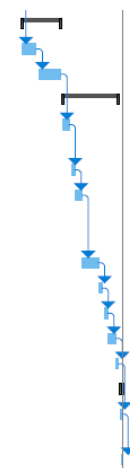


Рисунок 4 - Описание этапов проекта MS Project

Детальное описание каждого этапа проекта можно увидеть на рисунках 3-4.

Длительность проекта составляет 222 дня.

### 3. Моделирование автоматизированных процессов в программе Visual Components

Моделирование автоматизированного процесса металлообработки и хранения продукции реализуется в программе Visual Components.

Visual Components – комплектация программного обеспечения, содержащая всю функциональность, которая позволяет:

- построить 3D-модель - “цифровые двойники” в парадигме Индустрии 4.0-производственно-логистических комплексов, используя как eCatalog готовых компонентов, так и создавая уникальные, собственными силами;
- проводить симуляцию и оптимизацию производственных, логистических и пр. процессов;
- собирать и анализировать аналитические показатели по процессам;
- создать и отладить в оффлайн режиме CNC программы для автоматизированного оборудования с ЧПУ и роботов.



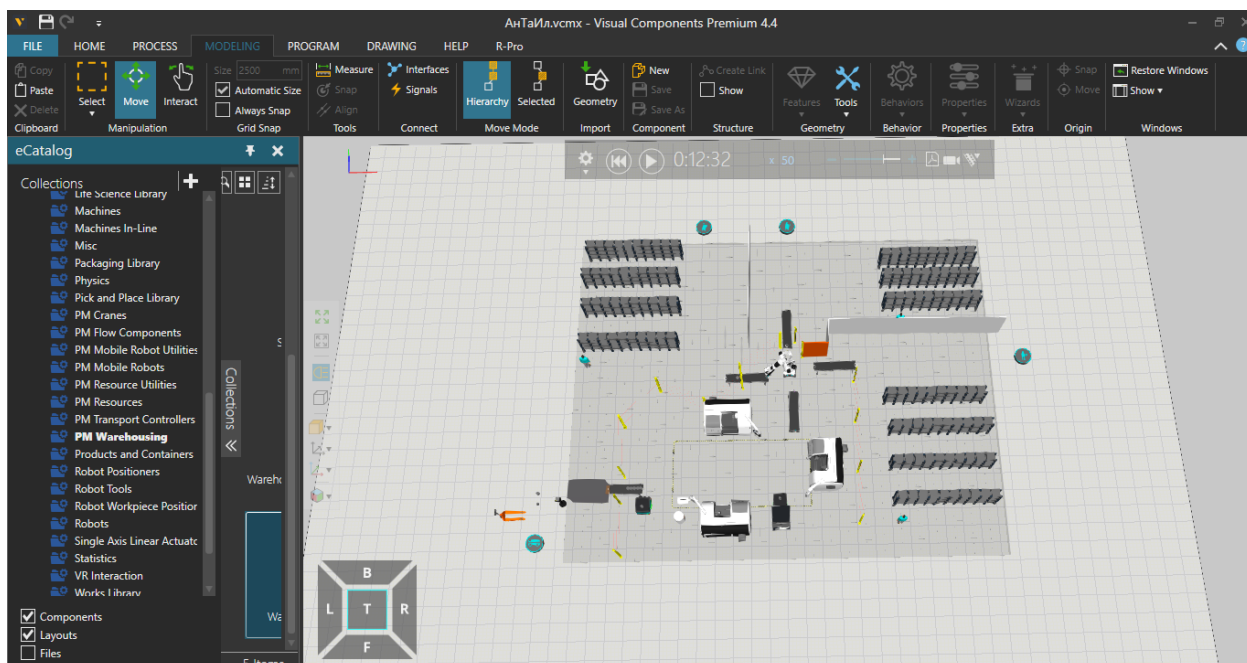


Рисунок 5 – Интерфейс программы Visual Components

Основные робототехнические решения для автоматизации отдела металлообработки представлены в таблице №1.

Таблица 1 - Оборудование

№	Операции	Приоритетная технология	Наименование оборудования	Стоимость 1 ед. (руб)	Стоимость итого (руб)
2	Мобильные работы	Мобильная тележка	Ronavi Robotics M500	1 500 000	4 500 000
3	Контроль технической пригодности	Координатно-измерительная машина	Координатно-измерительная машина КИМ-500 «Лапик»	4 000 000	4 000 000
4	Точное перемещение материалов в помещении	Конвейер	Ленточный конвейер компании «Российские конвейеры»	250 000	1 250 000
5	Распределение заготовок	Манипулятор	Манипулятор, дооснащенный системой технического зрения, Kawasaki BX3001	3 800 000	3 800 000
6	Изготовление металлоконструкций по модели	Роботизированная ячейка для токарной и фрезерной обработки	Hurco Vm1	2 400 000	7 200 000
7	Обеспечение безопасности сотрудников	Защитные ограждения оборудования	Защитные ограждения для оборудования завод периметральных ограждений «Егоза»	8 000	48 000
<b>Итого</b>					<b>20 798 000</b>

На рисунках 6 – 9 представлены модели оборудования, реализующиеся в программе VC.

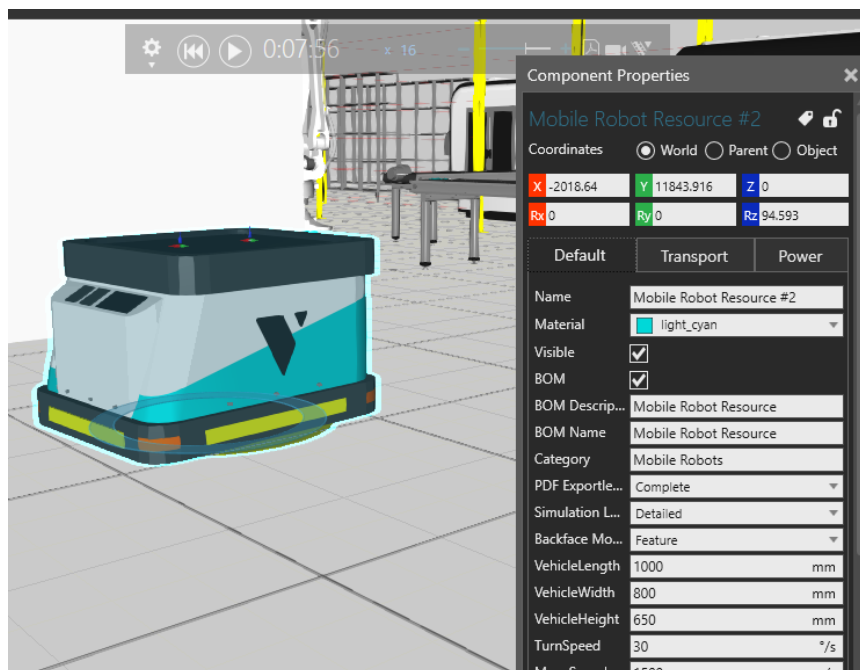


Рисунок 6 - Ronavi Robotics M500

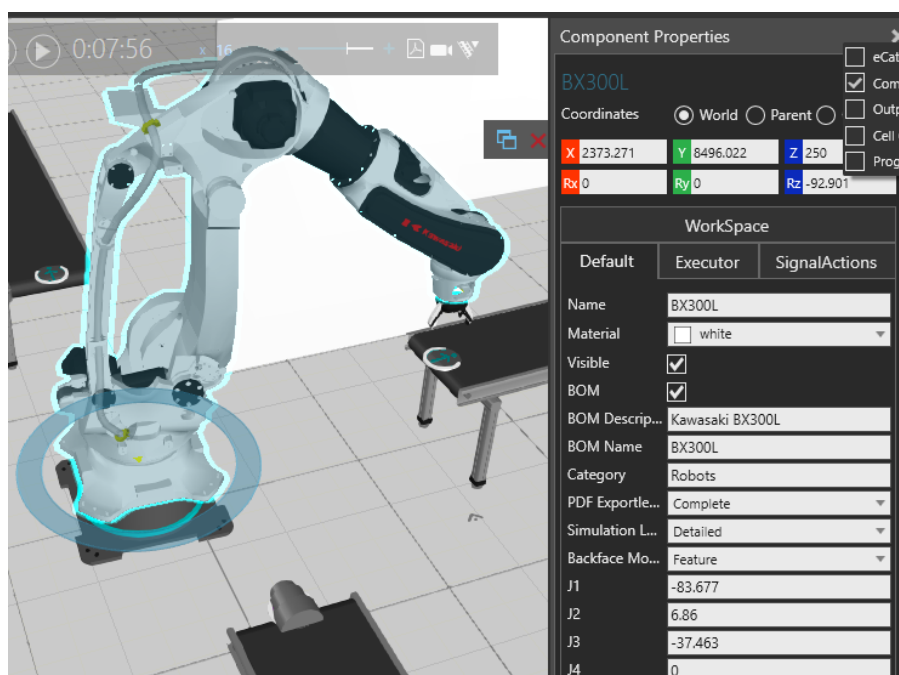


Рисунок 7 – Манипулятор, оснащенный системой технического зрения, Kawasaki BX300L

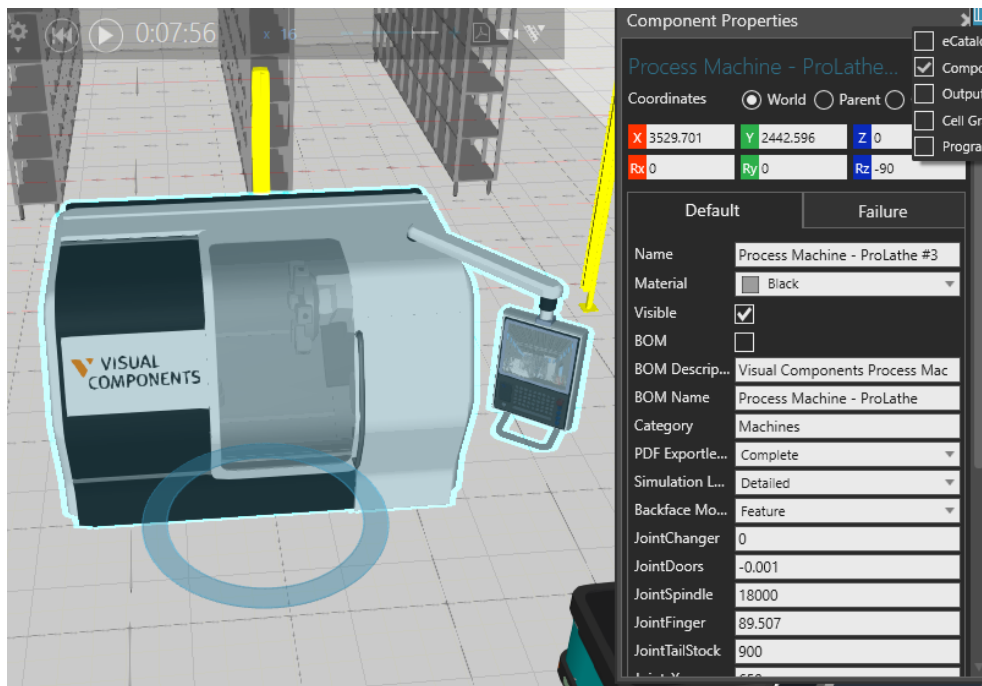


Рисунок 8 - Роботизированная ячейка для токарной и фрезерной обработки

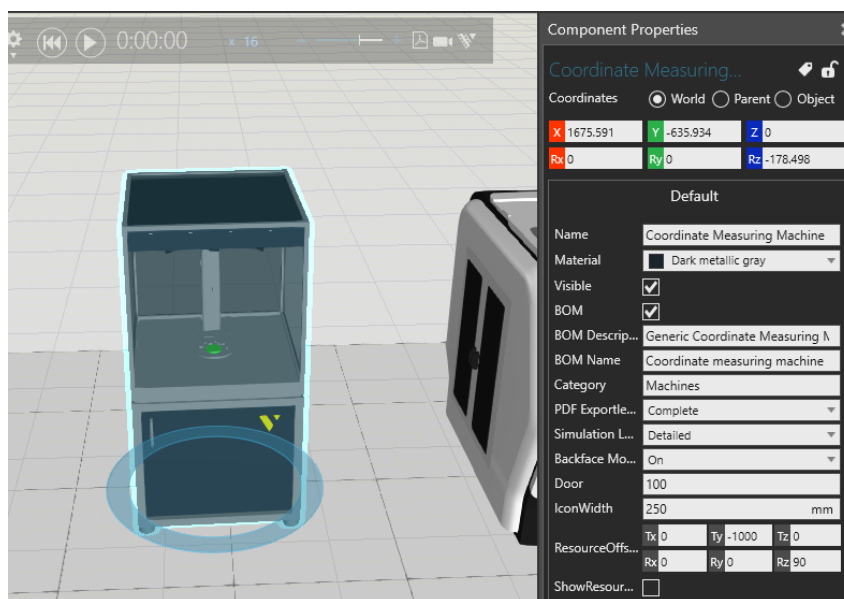


Рисунок 9 - Координатно-измерительная машина

Для того чтобы детально рассмотреть и проанализировать бизнес-процессы производства с внедренными робототехническими решениями, необходимо создать модель отдела.

На рисунке 10 представлена модель процесса металлообработки с последующей отправкой готовой продукции на хранение.

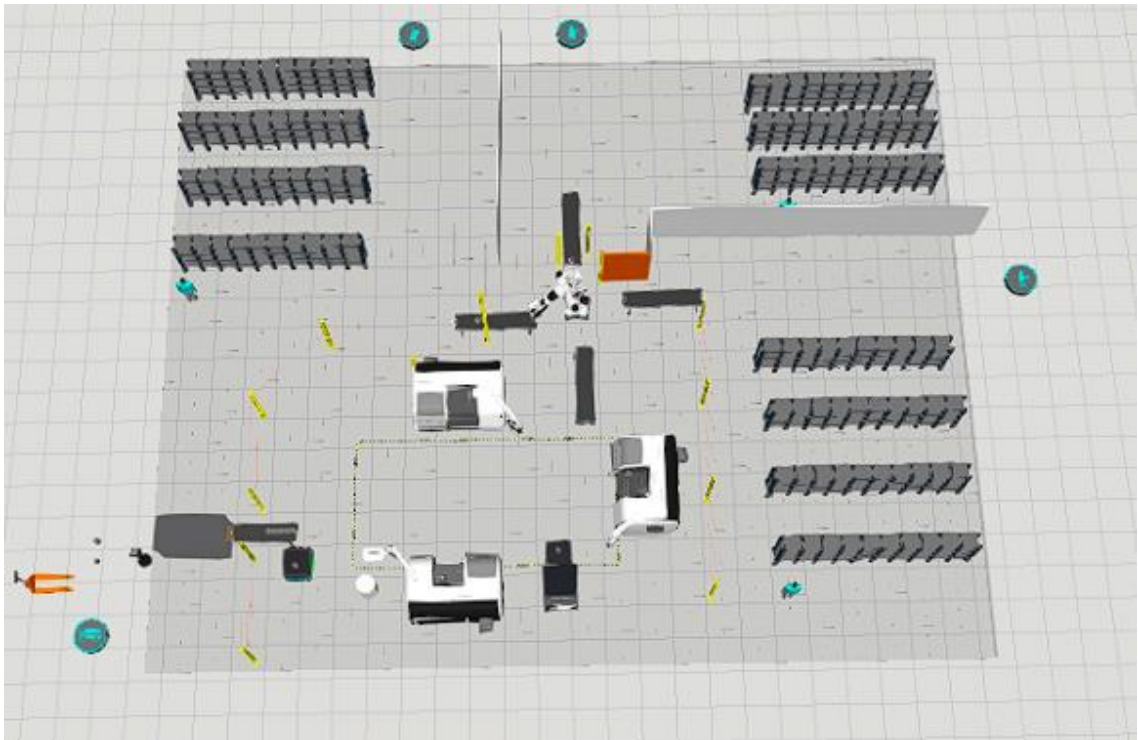


Рисунок 10 – модель отдела металлообработки и хранения продукции  
Описание смоделированного автоматизированного процесса:

1. Мобильная тележка принимает заготовку, отвозит ее в роботизированную ячейку для токарной и фрезерной обработки.

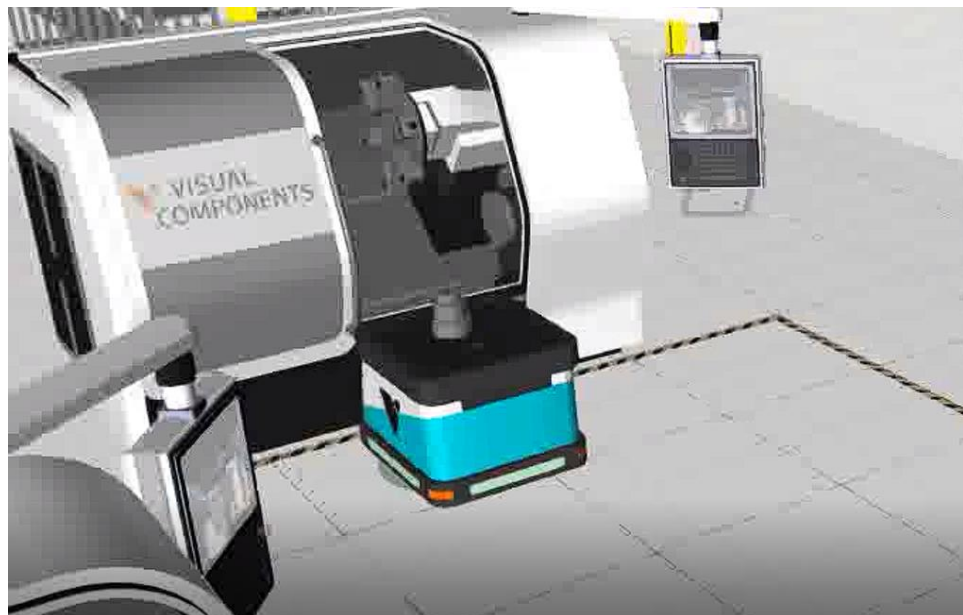


Рисунок 11 – процесс приемки и обработки заготовки

2. Готовое изделие отвозится в координатно-измерительная машину для проверки пригодности изделия.



Рисунок 12 – процесс проверки изделия

3. После проверки робот отвозит изделие на ленточный конвейер, где Манипулятор, дооснащенный системой технического зрения, распределяет по типу продукции на склад для хранения.

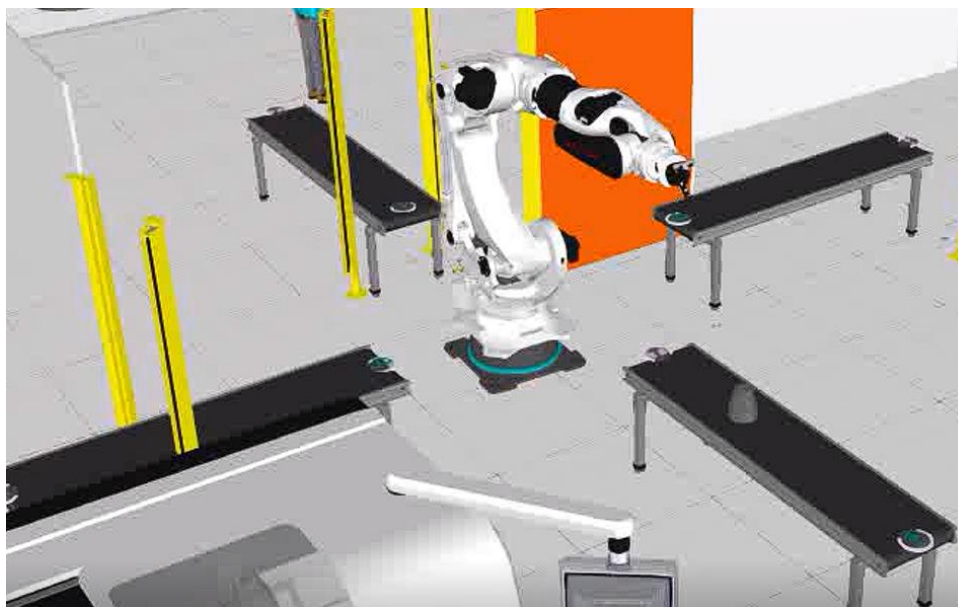


Рисунок 14 – Процесс распределения изделия на склад

4. Процесс завершается, когда сотрудники склада относят продукт на хранение.

#### 4. Анализ экономической эффективности внедрения робототехнических решений в деятельность производства

На рисунке 15 представлен процесс работы отдела после внедрения цифровых двойников.

Модель построена в нотации BPMN в ППП Bizagi Modeler. Выбор данной методологии обоснован возможностью процессного отображения этапов автоматизированного процесса, с указанием входных-выходных данных, регламентов, ограничений, участников процесса.

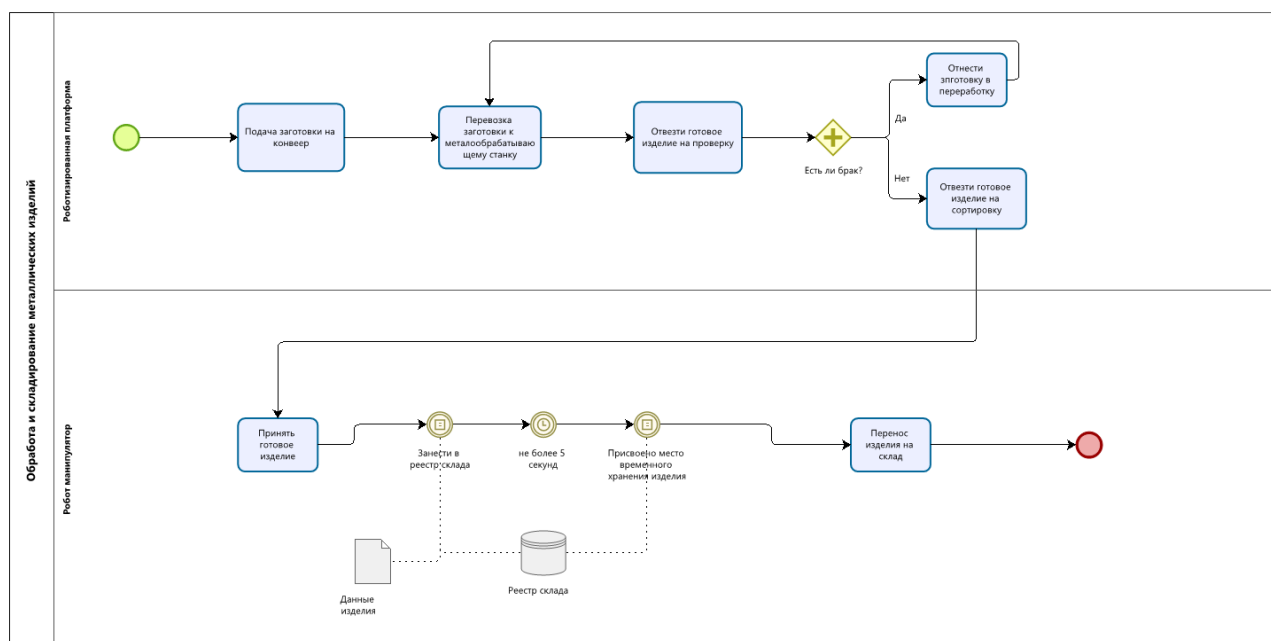


Рисунок 15 – Процесс обработки и складирования деталей ТО ВЕ

На модели ТО ВЕ показано как преобразится бизнес-процесс с точки зрения временных и трудозатрат.

Процесс полностью авторизирован, все подпроцессы являются автоматическими задачами и регламентируются временем исполнения.

Основные затраты на реализацию проекта представлены в таблицах 1–3.

Таблица 2 - Капитальные затраты

	<b>Капитальные затраты (руб)</b>	<b>Итого без НДС (20%) (руб)</b>	<b>Итого с НДС (руб)</b>
1	Проектирование, согласования и экспертиза проекта	1 500 000	1 800 000
2	Строительно-монтажные работы	4 000 000	4 800 000
3	Закупка оборудования	20 798 000	24 957 600
4	Пуско-наладочные работы, приемка объекта	3 800 000	4 560 000
5	Инвестиционные ОПЕХ	400 000	480 000
<b>Итого</b>			<b>36 597 600</b>

Таблица 3 - Операционные затраты на персонал

<b>№</b>	<b>Должность</b>	<b>Численность</b>	<b>Зарботная плата (руб) в месяц</b>	<b>Зарботная плата в месяц (руб)</b>	<b>Годовая зарботная плата (руб)</b>	<b>Пенсионные отчисления</b>
1	Руководитель проекта	1	100 000	100 000	1 200 000	360 000
2	Консультант по внедрению	2	70 000	140 000	1 680 000	504 000
3	Инженер-программист	4	70 000	280 000	3 360 000	1 008 000
4	Технический эксперт	2	80 000	160 000	1 920 000	576 000
5	Мастер монтажник	5	50 000	250 000	3 000 000	900 000
<b>Итого</b>			<b>370 000</b>	<b>930 000</b>	<b>11 160 000</b>	<b>3 348 000</b>

На рисунке 16 представлены изменения бизнес-процессов до и после автоматизации с точки зрения временных затрат на обработку и складирования изделий.

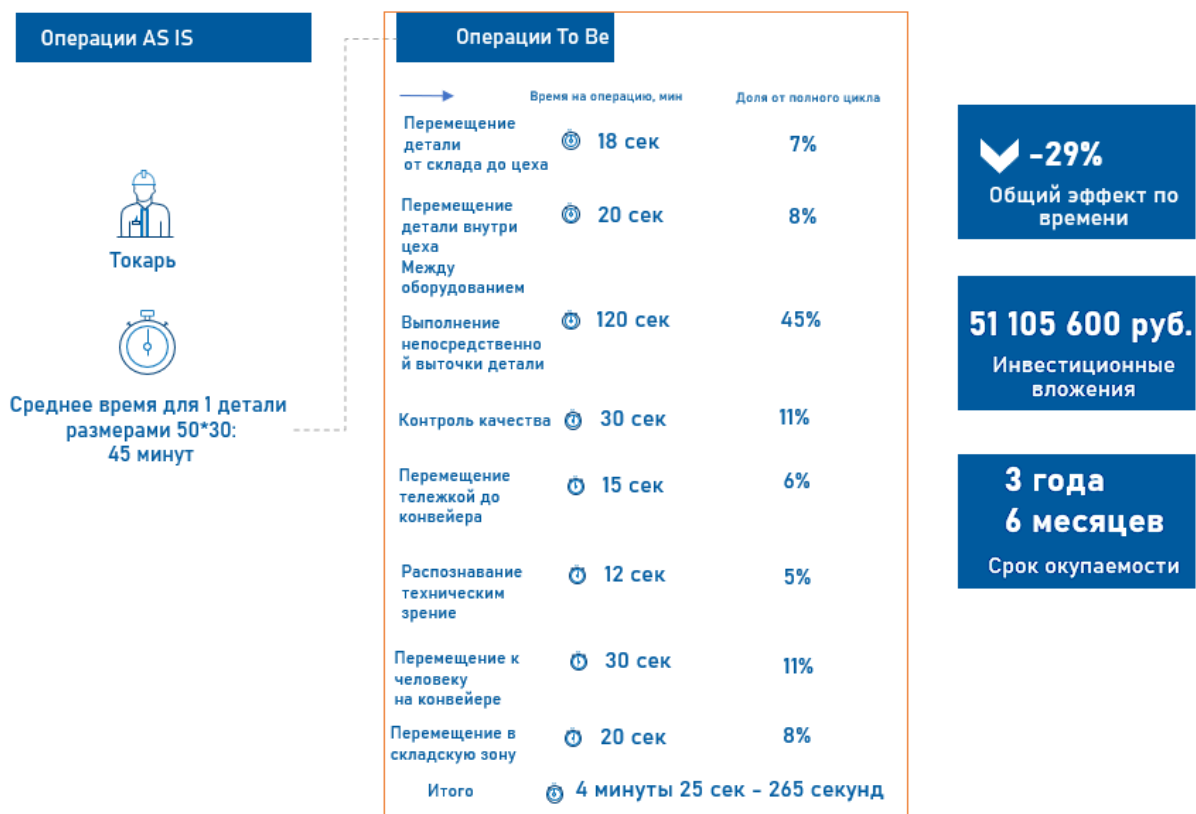


Рисунок 16 – Изменение бизнес-процессов после автоматизации с точки зрения временных затрат.

Сумма инвестиционных вложений составляет 51 105 600 рублей.

Срок окупаемости проекта: 3,5 года



## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

При выполнении проекта была проанализирована деятельность металлообрабатывающей организации.

Рассмотрены основные бизнес-процессы и выделены слабые стороны деятельности предприятия.

В первом разделе проведен анализ основных бизнес-процессов отдела металлообработки и выделены те, которые отвечают за функционирование предприятия. Выявлены слабые процессы организации и обоснована необходимость их автоматизации.

Во втором разделе проведено описание проекта, определены основные этапы реализации и сроки выполнения работ.

В третьем разделе реализовано моделирование автоматизированной работы отдела в программе Visual Components. В заключении проводится расчёт экономической эффективности и оценка целесообразности разрабатываемого проекта.