Оглавление

Введение 4

1. Предпроектное обследование 8

1.1 Постановка задачи проектирования 8

1.2 Описание предметной области (термины, описание работы ультразвука, лидар, стереозрения, общие алгоритмы распознавания меток) 10

1.3 Выбор и обоснование критериев (работа при разной освещености, работа на любом расстоянии до объекта, скорость работы алгоритма) 10

1.4 Анализ аналог и прототипов (перечисление существующих алгоритмов распознавание меток и их сравнение) 10

1.5 Перечень задач, подлежащих решению в процессе разработки (большинство задач из Trello и из пункта 1.1) 10

Выводы по главе 1 10

2. Конструкторская часть 11

2.1 Общая структура аппаратно-программного комплекса 11

2.2 Разработка аппаратной части 13

2.2.1 Описание работы сенсора Kinect 14

2.2.2 Описание работы сервопривода 14

2.2.3 Описание работы Arduino 14

2.2.4 Описание работы Bluetooth модуля 14

2.3 Реализация получения информации с сенсора 15

2.3.1 Работа с потоками информации с сенсора Kinect 15

2.3.2 Хранение информации с сенсоров в памяти программы 15

2.3.3 Оптимизация обработки изображений с сенсора Kinect 16

2.4 Реализация алгоритма распознавания меток 17

2.5 Реализация алгоритма построения карты препятствий 17

2.6 Разработка протокола общения аппаратной части с программной 18

2.7 Разработка пользовательского интерфейса 19

Выводы по главе 2 19

3. Исследовательская часть 19

3.1 Исследование влияния освещенности на работу алгоритма распознавания меток 19

3.2 Исследование влияние скорости вращения на работу алгоритма распознавания меток 19

Выводы по главе 3 19

4. Технологическая часть 19

4.1 Выбор и обоснование технологических средств 19

4.2 Выбор и обоснование аппаратных средств 19

4.3 Описание программной реализации программы (блок схемы) 19

Выводы по главе 4 19

5. Организационно-экономическая часть 20

*5.1 Анализ рынка* 20

Данный продукт предназначен для замены человека в задачах построения карты местности, а так же для решения задачи построения карты местности в условиях невозможности участия человека (есть опасность для жизни, труднодоступные места с узкой шириной прохода). 20

В настоящий момент нет ни одной компании, выпускающей данный аппаратно-программный комплекс в промышленных масштабах. Все имеющиеся продукты создаются штучно и под заказ. Это объясняет их высокую стоимость и трудности производства, а так же сложности замены в случае выхода из строя. Также покупка данного продукта недоступна небольшим компаниям или частным лицам. 20

Исследование рынка показало, что есть потребность в недорогом варианте мобильной платформы с чувствительным сенсором и программном продукте, способном обрабатывать сигналы в близком к реальному времени. 20

*5.2 Смета затрат на создание прототипа* 21

Таблица. Затраты на расходные материалы. 25

Итого: 25

Итого: 26

Итого: 27

Итого: 27

5.3.12. Цена (без НДС) 32

5.3.13. Цена (с НДС) 33

Выводы главы 5 33

6.1 Обоснование необходимости обеспечения информационной безопасности 36

6.2 Объекты подлежащие защите 36

6.3 Системы защиты информации 36

Выводы по главе 6 36

Заключение 36

Список литературы 36

Приложение А. Исходный код программы 36

# Введение

Задача распознавания препятствий стоит возникает при управлении мобильными платформами любого типа. Препятствием считается любой объект, на пути следования мобильной платформы, который не позволяет продолжить движение.

Границы препятствия возможно распознавать с различной точностью. Необходимая точность выбирается исходя из требований к мобильной платформе. Стоимость решения распознавания препятствий растёт пропорционально точности.

Дешевым и распространённым механизмом для распознавания препятствий является ультразвуковой датчик измерения расстояния. Он позволяет лишь узнать расстояние до ближайшего объекта, от которого отразился ультразвуковой импульс.

Точным и дорогим механизмом для распознавания препятствий является лидар (транслитерация аббревиатуры “LIDAR” от английского “Light Identification Detection and Ranging”). Он позволяет с большой точностью строить трехмерную модель пространства.

В качестве объекта исследования данной выпускной квалификационной работы выбрана реализация системы машинного зрения с функцией распознавания известных препятствий на основе использования системы меток с использованием сенсора Kinect 2. Данный сенсор позволяет получить карту глубины, изображение в инфракрасном спектре, а также цветное изображение.

Целью является повышение эффективности распознавания препятствий и динамическое построения карты окружающей среды для решения задачи построения маршрута мобильной тележки с системой машинного зрения.

В соответствии с поставленной целью необходимо поставить и решить следующие задачи:

1. определение дальности до препятствий на основе карты глубины, полученного с системы машинного зрения;
2. обзор существующих подходов распознавания меток на основе машинного зрения и сравнение их эффективности (дальность, вычислительная сложность, память);
3. реализация алгоритма распознавания известных препятствий на основе использования системы меток;
4. построение макета мобильной тележки с системой машинного зрения;
5. построение карты окружающей среды на основе карты глубины с реализацией на платформе .NET;

Теоретическую основу дипломной работы составляют труды зарубежных ученых, таких как А. Кошан, В. Родехорст, Ф. Улупинар, Б. Розенхан и др.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка используемых источников и приложений.

Первая глава содержит описание предметной области, анализ механизмов распознавания препятствий, анализ алгоритмов распознавания меток, постановку задачи проектирования, а также выбор и обоснование критериев качества.

Вторая глава содержит разработку общей структуры системы, разработку архитектуры программного обеспечения, разработку архитектуру системы машинного зрения, а также разработку пользовательского интерфейса.

Третья глава содержит оценку качества функционирования, модели обнаружения известных препятствий, а также результаты моделирования и выводы по ним.

Четвертая глава содержит выбор и обоснование технологических и аппаратных средств, техническую реализацию системы в виде программы, техническую реализацию в виде мобильной тележки, а также описание возможных операций при работе с программой.

Пятая глава содержит организационно-экономическое обоснование разработки системы, включая расчет сметы затрат на конечное изделие.

Шестая глава содержит разработку вопросов, связанных с выработкой рекомендаций по защите информации, условиям работы пользователей и влиянию промышленного изделия на окружающую среду.

В заключении подводятся итоги исследования, формируются окончательные выводы по рассматриваемой теме, выносятся предложения по изменению и дополнению системы

# 1. Предпроектное обследование

## 1.1 Постановка задачи проектирования

В первую очередь от системы распознавания препятствий требуется знать расстояние до препятствия в общепринятых единицах измерения. В большинстве систем это достигается путем отправки импульса и замера времени до его возврата к сенсору. Также возможно определить расстояние до объектов использую стереозрение. В этом случае используются изображения с двух расположенных рядом откалиброванных видеокамер.

От более продвинутых систем также требуется знать границы всех видимых препятствий, что позволяет более точно построить маршрут в случае использования системы на мобильной платформе.

Совмещая информацию о дальности до препятствия с алгоритмами распознавания известных препятствий есть возможность предсказать невидимые в данный момент границы препятствия.

В задаче распознавания препятствия можно применить два разных подхода:

* Пытаться распознать препятствие полностью. Данный подход очень ресурсоемкий, так как требуется иметь систему обученную распознавать объекты с любых ракурсов и при любом свете;
* Использовать метки, которые навешиваются на объекты. В таком случае необходимо лишь знать положение метки на объекте и габариты самой метки. Также метки зачастую выполнятся в черно-белом цвете, что позволяет меньше зависеть от освещенности;

Для увеличения информации об окружающей среде есть возможность разместить сенсор на крутящемся механизме с целью увеличения обзора без необходимости двигать саму мобильную платформу.

При проектировании системы необходимо решить ряд задач:

* Выбрать механизм получения информации о дальности до объекта;
* Выбрать механизм получения информации о границах объекта;
* Разработать макет мобильной тележки;
* Разработать механизм вращения сенсора;
* Выбрать алгоритм распознавания известных препятствий;
* Реализовать протокол общения между программным и аппаратным обеспечением;
* Реализовать программное обеспечение передающее цветное изображение из сенсора в алгоритм распознавания известных препятствий;
* Реализовать программное обеспечение контролирующее вращение сенсора;
* Реализовать алгоритм распознавания известных препятствий на цветном изображении;
* Реализовать совмещение информации о дальности до объектов с цветным изображением объектов;
* Реализовать построение карты препятствий используя информацию о дальности до объектов, их границах и информации о габаритах известных препятствий;
* Фильтровать на карте препятствий объекты не мешающие проезду тележки использую габариты тележки и информацию о местоположении препятствий;
* Динамически перестраивать карту препятствий с учетом вращения сенсора;

## 1.2 Описание предметной области (термины, описание работы ультразвука, лидар, стереозрения, общие алгоритмы распознавания меток)

<https://ru.wikipedia.org/wiki/Ультразвук>

<http://robocraft.ru/blog/electronics/772.html>

[https://ru.wikipedia.org/wiki/Лидарhttps://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B8%D0%B4%D0%B0%D1%80](https://ru.wikipedia.org/wiki/Лидар)

<http://habrahabr.ru/post/224339> - в этом пункте взять общие сведения

## 1.3 Выбор и обоснование критериев (работа при разной освещености, работа на любом расстоянии до объекта, скорость работы алгоритма)

## 1.4 Анализ аналог и прототипов (перечисление существующих алгоритмов распознавание меток и их сравнение)

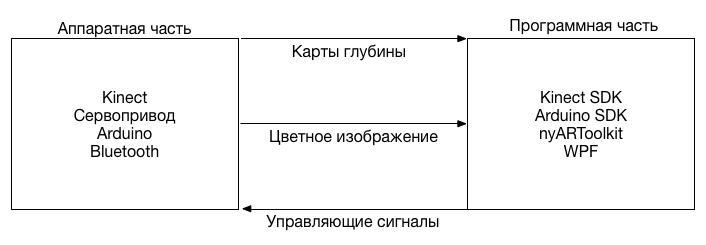
<http://habrahabr.ru/post/224339> - в этом пункте описание работы конкретных алгоритмов

## 1.5 Перечень задач, подлежащих решению в процессе разработки (большинство задач из Trello и из пункта 1.1)

## Выводы по главе 1

# 2. Конструкторская часть

## 2.1 Общая структура аппаратно-программного комплекса

Рисунок 1. Схема общей структуры аппаратно-программного комплекса

На рисунке 1 представлена общая структура системы. Слева перечислены основные компоненты аппаратного комплекса: Kinect, сервопривод, Arduino, Вluetooth. Справа перечислены основные компоненты программной части: Kinect SDK, Arduino SDK, nyARToolkit, WPF. Из аппаратной части комплекса в программную часть поступает информация содержащая в себе карту глубины и цветное изображение с сенсора Kinect. Программная часть в свою очередь шлет аппаратному комплексу управляющие сигналы.

Kinect это сенсор от компании Microsoft, который позволяет получать карту глубины и цветное изображение.

Сервопривод позволяет организовать вращение сенсора для увеличения угла обзора системы машинного зрения.

Arduino исполняет роль управляющего контроллера для сервопривода и модуля Bluetooth.

Bluetooth модуль позволяет производить общение между аппаратной и программными частями исключая провода.

Kinect SDK представляет из себя набор библиотек позволяющих интерпретировать информацию с сенсора Kinect.

Arduino SDK предоставляет базовые операции для управления модулями подключенными к Arduino.

nyARToolkit содержит в себе реализацию алгоритма распознавания меток с удобным программным интерфейсом.

WPF (Windows Presentation Foundation) является фреймворком, который позволяет создавать визуальные приложения для операционной системы Windows.

Карта глубины несёт в себе информацию о расстоянии до точек в миллиметрах.

Цветное изображение с сенсора содержит визуальное представление окружающей среды в высоком разрешении (1920 пикселей на 1080 пикселей).

Управляющие сигналы позволяют контролировать вращение сенсора и работу Arduino.

## 2.2 Разработка аппаратной части

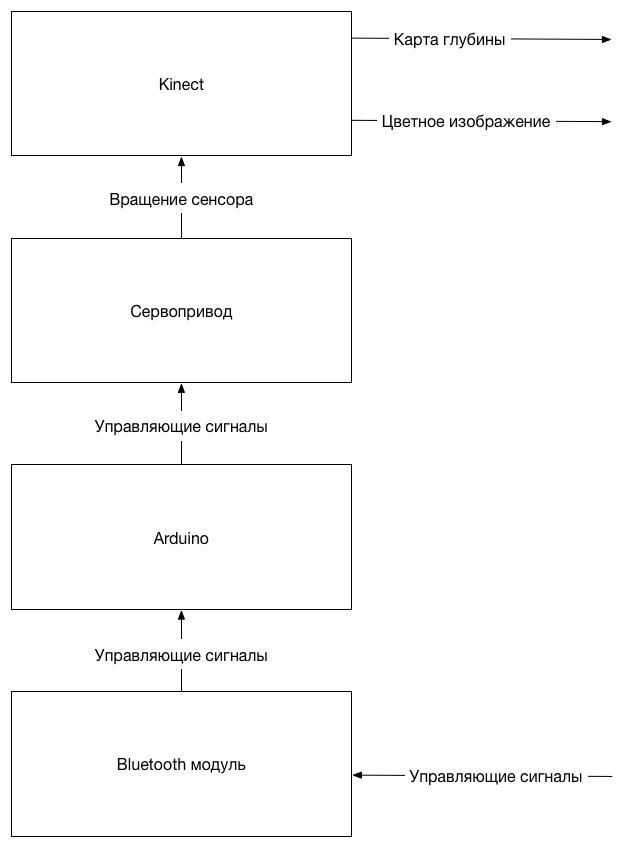


Рисунок 2. Общая структура аппратной части

На рисунке 2 представлена общая структура аппаратной части. В Bluetooth модуль поступают управляющие сигналы из программной части. Данные сигналы Bluetooth модуль передает в контроллер Arduino. Arduino декодирует поступающие сигналы и интерпретирует их в команды для вращения на сервоприводе. Kinect с установленной частотой кадров отправляет изображения в программную часть.

### 2.2.1 Описание работы сенсора Kinect

<http://users.dickinson.edu/~jmac/selected-talks/kinect.pdf>

[Human Interface Guidelines (HIG)](http://go.microsoft.com/fwlink/?LinkID=403900&clcid=0x409)

### 2.2.2 Описание работы сервопривода

<http://iarduino.ru/shop/Mehanika/mg995-pro-servo-servoprivod.html>

<http://wiki.amperka.ru/робототехника:сервоприводы>

### 2.2.3 Описание работы Arduino

<https://ru.wikipedia.org/wiki/Arduino>

<http://amperka.ru/product/arduino-mega-2560>

<http://wiki.amperka.ru/продукты:multiservo-shield> - я использую это для управления сервоприводом. Можно об этом тоже написать

### 2.2.4 Описание работы Bluetooth модуля

<http://amperka.ru/product/hc-06-bluetooth-module>

<https://ru.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>

## 2.3 Реализация получения информации с сенсора

### 2.3.1 Работа с потоками информации с сенсора Kinect

Сенсор Kinect предоставляет три потока изображений: цветной, инфракрасный, карта глубины.

Цветное изображение имеет разрешение 1920 пикселей на 1080 пикселей. Изображение обновляется 30 раз в секунду. Kinect SDK позволяет подписаться на событие получения нового изображения из потока цветных изображений. Данные изображения генерируются видеокамерой с сенсора Kinect. Каждый пиксель закодирован тремя байтами информации представляющие из себя интенсивность красного цвета, зеленого цвета и синего цвета.

Инфракрасное изображение имеет разрешение 512 пикселей на 484 пикселя. Kinect SDK позволяет подписаться на событие получения нового изображения из потока инфракрасных изображений. Данные изображения генерируются инфракрасным датчиком с сенсора Kinect.

Карта глубины имеет разрешение 512 пикселей на 484 пикселя. Kinect SDK позволяет подписаться на событие получения новой карты глубины из потока карты глубины. Данные изображения генерируются инфракрасным датчиком с сенсора Kinect. Карта глубины строится на расстоянии до 8 метров. Каждая точка на карте имеет значение от 0 до 8000 и выражается в миллиметрах.

### 2.3.2 Хранение информации с сенсоров в памяти программы

Сенсор предоставляет информацию с частотой 30 кадров в секунду. Каждый кадр содержит в себе цветное изображение и карту глубину соответствующую этому изображению. По причине необходимости совмещения цветного изображения с картой глубины, поиска известных меток на цветном изображении, а также построения карты препятствий на каждый поступающий кадр программа игнорирует каждый второй кадр. То есть итоговая частота кадров снижается до 15 кадров в секунду.

Сенсор предоставляет информацию с частотой 30 кадров в секунду. Каждый кадр содержит в себе цветное изображение и карту глубины соответствующую этому изображению. По причине необходимости совмещения цветного изображения с картой глубины, поиска известных меток на цветном изображении, а также построения карты препятствий на каждый поступающий кадр программа игнорирует каждый второй кадр. То есть итоговая частота кадров снижается до 15 кадров в секунду.

В программную часть кадры поступают перевернутыми горизонтально, но для работы алгоритмов требуется предоставить кадры в противоположном состоянии. По этой причине сохранение последнего кадра происходит лишь после изменения положения пикселей относительно горизонтальной оси.

### 2.3.3 Оптимизация обработки изображений с сенсора Kinect

Применяя стандартные подходы для работы с изображениями на платформе .NET программа теряет отзывчивость на действия пользователя и не способна обрабатывать кадры даже со сниженной частотой.

Платформа .NET является безопасной в работе с памятью, что позволяет избежать ошибок в работе с памятью, но замедляет работу. По этой причине работа с изображениями поступающими от сенсора Kinect выполняются в небезопасном режиме, в котором не происходит проверок выхода за границы массива при каждом обращении к памяти.

Также для отображения изображений в фреймворке WPF необходимо создавать объекты в памяти с понятной фреймворку структурой. В стандартном подходе эти структуры создаются для каждого изображения, которое необходимо отобразить. Это является причиной большого потребления памяти и медленной работы при создании объектов. Решением является небезопасная работа с этими объектами и запись графической информации напрямую в пиксели изображения, которое отображается конечному пользователю.

Ещё одной оптимизацией работы с изображениями является использование фоновых потоков для просчета информации. Прорисовка графического интерфейса в операционной системе Windows происходит в пределах одного исполняющего потока операционной системы. Если вычисления выполняются в пределах этого потока, то вся программа теряет отзывчивость графического интерфейса. По этой причине все обработки кадров выполняются на отдельных потоках и лишь конечный результат записывается в основном потоке на графический интерфейс программы.

## 2.4 Реализация алгоритма распознавания меток

<http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/documentation/vision.htm>

[http://m.habrahabr.ru/post/244541http://m.habrahabr.ru/post/244541/](http://m.habrahabr.ru/post/244541/)

Для распознавания известных меток в программной части используется библиотека nyARToolkit. Она использует базовый подход определения углов вместе с алгоритмом быстрой оценки позиционирования.

Изображение проходит несколько этапов до момента выделения позиции известных меток.

Первоначальное цветное изображение полученное с сенсора Kinect является перевернутым относительно горизонтальной оси. Для работы алгоритма распознавания меток данное изображение приводится в естественный вид, то есть происходит трансформация изображения посредством замены пикселей на противоположные относительно горизонтальной оси.

Следующим шагом в алгоритме является бинаризация пикселей. Все пиксели делятся на светлые и темные и благодаря этому создается черно-белое изображение. Это позволяет алгоритму распознавания меток быть более устойчивым к различным уровням освещенности.

Затем происходит определение контура объектов. Происходит оценка линий контура и выделение углов.

В итоге это позволяет определить по шаблону известные метки. Для каждой определенной метки возвращаются 4 точки, в которых располагаются углы метки. Также библиотека позволяет просчитать текущее положение метки в пространстве, угол наклона относительно наблюдателя.

## 2.5 Реализация алгоритма построения карты препятствий

Для построения карты препятствий необходимо совместить карту глубины и цветное изображение. Так как карта глубины получается инфракрасным сенсором, а цветное изображение снимает камера расположенная рядом на сенсоре Kinect, то не однозначного совпадения между этими двумя изображениями.

Для совмещения карты глубины и цветного изображения производится аффинное преобразование координат с учетом расположения инфракрасного сенсора и видеокамеры.

В дальнейшем параллельно происходит поиск известных меток на цветном изображении и первоначальное построение карты препятствий при помощи карты глубины. По завершению этих двух операций, при условии, что хотя бы одна метка была найдена, происходит наложение известных препятствий на карты препятствий с учетом размера метки, её положения в карте глубины и заранее известных габаритов препятствий соответствующего этой метке.

По причине неточного соответствия цветного изображения к карте глубины и некоторой разнице во времени получения карты глубины и цветного изображения, возможны некоторые искажения при отображении препятствия на карте.

## 2.6 Разработка протокола общения аппаратной части с программной

Общение между аппаратной частью и программной происходит посредством Bluetooth модуля. Для этого модуль Bluetooth добавляется в известные устройства операционной системы Windows, которая присваивает ему серийный порт.

С помощью графического интерфейса программы можно выбрать один из серийных портов подключенных к операционной системе. После этого программа начинает общение с контроллером Arduino используя закодированные сообщения. Сообщения содержат информацию о том, на какой угол необходимо повернуть сервопривод в текущий момент времени.

Каждое сообщение кодируется специальным образом для того, чтобы избежать несанкционированного доступа, а также отфильтровать возможные неправильные команды при общении.

Контроллер Arduino не предоставляет обратной связи о текущем угле поворота сервопривода. Поэтому программное обеспечение несколько раз в секунду поворачивает сервопривод на небольшой угол и обновляет информацию в модуле построения карты препятствий.

## 2.7 Разработка пользовательского интерфейса

## Выводы по главе 2

# 3. Исследовательская часть

## 3.1 Исследование влияния освещенности на работу алгоритма распознавания меток

## 3.2 Исследование влияние скорости вращения на работу алгоритма распознавания меток

## Выводы по главе 3

# 4. Технологическая часть

## 4.1 Выбор и обоснование технологических средств

## 4.2 Выбор и обоснование аппаратных средств

## 4.3 Описание программной реализации программы (блок схемы)

## Выводы по главе 4

## **5. Организационно-экономическая часть**

## ***5.1 Анализ рынка***

## Данный продукт предназначен для замены человека в задачах построения карты местности, а так же для решения задачи построения карты местности в условиях невозможности участия человека (есть опасность для жизни, труднодоступные места с узкой шириной прохода).

## В настоящий момент нет ни одной компании, выпускающей данный аппаратно-программный комплекс в промышленных масштабах. Все имеющиеся продукты создаются штучно и под заказ. Это объясняет их высокую стоимость и трудности производства, а так же сложности замены в случае выхода из строя. Также покупка данного продукта недоступна небольшим компаниям или частным лицам.

## Исследование рынка показало, что есть потребность в недорогом варианте мобильной платформы с чувствительным сенсором и программном продукте, способном обрабатывать сигналы в близком к реальному времени.

Таким образом, список потенциальных потребителей продукта выглядит следующим образом:

* подразделения Министерства чрезвычайных ситуаций;
* подразделения Министерства внутренних дел;
* подразделения Роскосмоса;
* исследовательские институты;
* предприятия горнодобывающей промышленности;
* частные лица.

Повысить интерес покупателей к программно-аппаратному комплексу можно следующими способами:

* наладить промышленный выпуск нескольких серий готовых образцов тележки, рассчитанных на разные условия работы;
* портировать программный продукт под различные операционные системы;
* разработать доступную техническую документацию, руководства пользователей, рекламные проспекты;
* организовать службу технической поддержки;
* принимать участие в специализированных выставках и конференциях;
* организовать регулярные встречи с потенциальными покупателями с демонстрацией продукта и преимуществ его использования в предметной области покупателя.

## ***5.2 Смета затрат на создание прототипа***

Необходимым этапом подготовки производства является освоение новой продукции, представляющей собой совокупность разнообразных процессов и работ, в процессе которых осуществляется проверка и отработка конструкций и технологии до установленных технических требований, освоение новых форм организации производства. Во время освоения новой продукции достигаются плановые объемы производства, намеченные экономические показатели и технико-экономические параметры выпускаемой продукции. Период освоения новой продукции начинается с изготовления опытного образца и завершается серийным производством продукции.

Промышленное производство характеризуется большим разнообразием применяемых методов и этапов освоения новых видов продукции.

Каждому этапу освоения соответствует определенное содержание работ, зависящее от различных производственных и организационно-экономических условий на данном предприятии.

Периоды промышленного освоения новой продукции:

1. Проверка новой конструкции представляет собой совокупность работ по проверке, отладке и доводке конструкции изделия и технологии ее изготовления с внесением необходимых уточнений и изменений с целью достижения требований, зафиксированных в технической документации на изделие.

2. Наладка производства предусматривает переход от опытного производства к серийному (массовому). Осуществляется внедрение разработанных технологических процессов, форм организации производства и труда, проводится работа по стабилизации качества изготовления деталей и сборочных единиц.

3. В период достижения проектных экономических показателей выполняются работы, связанные с доведением норм расхода материальных ресурсов, трудоемкости, себестоимости и других экономических показателей до проектного уровня за счет роста квалификации рабочих, повышения уровня оснащенности, снижения потерь от брака.

В процессе освоения выпуска новых видов продукции выделяют техническое, производственное и экономическое освоение.

Началом технического освоения считается получение производственным подразделением технической документации и опытного образца изделия одновременно с заданием приступить к его промышленному изготовлению, а окончанием - достижение технических параметров конструкции, определенных стандартом или техническими условиями.

Производственное освоение осуществляется в процессе наладки производства и завершается в условиях, когда все производственные звенья предприятия обеспечивают выполнение установленных объемов выпуска продукции при заданном качестве и необходимой устойчивости производства. В период производственного освоения устраняются "узкие" места, рабочие в полной мере осваивают трудовые операции, стабилизируется загрузка оборудования и рабочей силы.

Экономическое освоение производства новой продукции предполагает достижение основных проектных экономических показателей выпуска изделий. Как правило, затраты на производство первых изделий в несколько раз превышают затраты на серийно выпускаемую продукцию. В последующем происходит резкое снижение этих затрат. Однако с течением времени темпы снижения замедляются и затем становятся незначительными.

Экономический эффект у разработчика выступает в виде роста чистой прибыли (чистого дохода, ЧД) или чистого дисконтированного дохода (ЧДД), научно-технической организации от реализации продукта. Экономический эффект зависит от объема затрат на разработку проекта, уровня цены на разработанный программный продукт и объема продаж.

Затраты на разработку программного изделия могут быть представлены в виде сметы затрат, включающей в себя следующие статьи:

* расходные материалы;
* затраты на оборудование;
* затраты на средства разработки;
* затраты на оплату труда;
* обобщенный социальный налог;
* накладные расходы;
* услуги сторонних организаций;
* прибыль.

Выполним экономическую оценку и расчет экономического эффекта выпуска опытного образца продукта.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Статья затрат | Сумма (руб.) |
| 1 | Расходные материалы | 895 |
| 2 | Затраты на оборудование для производства | 14 745,50 |
| 3 | Затраты на компоненты продукта | 7 120 |
| 4 | Затраты на средства разработки | 50 311,86 |
| 5 | Заработная плата | 345 720 |
| 6 | Страховые отчисления | 103 734 |
| 7 | Накладные расходы | 52 258,64 |
| 8 | Себестоимость | 574 845 |
| 9 | Прибыль c налогами | 103 472,11 |
| 10 | Цена (без НДС) | 678 317,11 |
| 11 | Цена (с НДС) | 800 414,19 |

Таблица. Смета затрат на создание опытного образца.

Расчет затрат на разработку данного опытного образца проводился для уровня цен и окладов на 01.06.2015.

***5.3. Обоснование сметы затрат***

*5.3.1. Расчет затрат на расходные материалы*

К данной статье относятся расходы, перечисленные в таблице

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование | Количество | Цена за единицу |
| Бумага формата А4 (плотность 80 г/м2) | 1 упаковка (500 листов) | 170 руб. |
| Бумага формата А1 | 15 листов | 5 руб. |
| Элемент питания AA | 10 штук | 10 руб. |
| Алкалиновая батарейка «Крона» | 2 штуки | 155 руб. |
| Соединительные провода «папа-мама» | 1 упаковка 20 штук | 240 руб. |

## Таблица. Затраты на расходные материалы.

## Итого:

*5.3.2. Расчет затрат на оборудование для производства.*

Затраты на оборудование для производства - это затраты, связанныe с использованием вычислительной техники и инструментов с учетом их ремонта. При разработке образца использовалось оборудование, указанное в табл. 14.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование | Количество | Цена за единицу |
| Отвертка крестовая | 1 штука | 50 руб. |
| Ноутбук Macbook Pro | 1 штука | 104 990 руб. |
| Принтер Cannon MP220 | 1 штука | 2200 руб. |

Таблица. Стоимость оборудование для производства.

## Итого:

Длительность использования оборудования составляет 3 месяца.

При использовании ускоренных сроков амортизации, затраты на оборудование вычисляются по формуле:

где – коэффициент амортизации на год ( для ускоренной амортизации), – стоимость оборудования, – период использования оборудования в месяцах.

Таким образом, затраты на оборудование при ускоренных сроках амортизации равны 4 021,50 рублей.

Затраты на ремонт вычислительной техники составляют 10% от ее стоимости:

Таким образом, = 10 724 рублей.

Тогда затраты на оборудование с учетом ремонта составляют

14 745,50 рублей.

*5.3.3. Расчет затрат на аппаратные компоненты.*

К данной статье относятся расходы на аппаратные компоненты, предназначенные для производства опытного образца. Компоненты перечислены в таблице

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование | Количество | Цена за единицу |
| Multiservo Shield | 1 штука | 1290 руб. |
| Arduino Mega 2560 | 1 штука | 3790 руб. |
| Bluetooth-модуль HC-06 | 1 штука | 990 руб. |
| MG995 Pro Servo | 1 штука | 550 руб. |
| Макет тележки | 1 штука | 500 руб. |
| Kinect 2 Sensor | 1 штука | 7 990 руб. |
| Kinect адаптер | 1 штука | 3000 руб. |

Таблица. Затраты на аппаратные компоненты продукта.

## Итого:

*5.3.4. Расчет затрат на средства разработки.*

В этой статье учитывается годовая подписка на использование програмного обеспечения, необходимого для разработки программной части опытного образца. Данная подписка включает в себя программное обеспечение для проектирования, создания, тестирования и отладки программной части, а так же для написания документации по продукту (Таблица).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование | Количество | Цена за единицу |
| Подписка MSDN Professional | 1 штука | 50 311,86 руб. |

Таблица. Затраты на средства разработки.

## Итого:

*5.3.5. Расчет заработной платы.*

Чаще всего российские организации и предприятия применяют две основные системы начисления заработной платы - повременную и сдельную. При повременной оплате труда расчёт заработной платы зависит от фактически отработанного времени. При сдельной - от количества произведенной продукции. Дополнением к ним может стать премиальная система расчёта оплаты труда.

Трудовой кодекс Российской Федерации устанавливает, что размер зарплаты сотрудника не может быть меньше минимального размера оплаты труда. На настоящий момент величина минимального размера оплаты труда составляет 5965 рублей в месяц.

Организация расчёта заработной платы начинается со штатного расписания, положения об оплате труда, приказов о приёме на работу, трудовых договоров. На основании этих документов производится начисление зарплаты каждому работнику.

Затраты на выплату исполнителям заработной платы при повременной оплате труда в общем случае определяется следующим соотношением:

где – коэффициент квалификации исполнителя, – базовая ставка, – период работы.

Однако в подавляющем большинстве случаев расчет осуществляется на основе суммы, указанной в подписанном сторонами трудовом договоре. Далее мы будем осуществлять расчет исходя из существования такого трудового договора.

Работы по изготовлению опытного образца осуществлялись в течение трех месяцев одним человеком с квалификацией инженер-программист 1 категории (согласно документу "Квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих" (утверждено Постановлением Минтруда России от 21.08.1998 N 37) (ред. от 12.02.2014)

Должностной оклад (тарифная ставка) принята равной 85 000 рублей в месяц в соответствии со средним должностным окладом на рынке для специалиста такой категории.

Таким образом, расходы на заработную плату за полных три отработанных месяца составляет 255 000 рублей.

В соответствии с налоговым законодательством Российской Федерации, доходы физических лиц, за вычетом некоторых льгот, подлежат обязательному налогообложению (налог на доходы физических лиц). Для компенсации выплат размер  месячного оклада увеличивается, что отражено в формуле:

где – 13% налог на доходы физических лиц.

Для нашего случая рублей.

*5.3.6. Расходы на дополнительную заработную плату*

Расходы на дополнительную заработанную плату учитывают все выплаты непосредственно исполнителям за время не проработанное на производстве, но предусмотренное законодательством, в том числе: оплата очередных отпусков, компенсация за недоиспользованный отпуск, и др. Величина этих выплат составляет в среднем 20% от размера основной заработной платы:

Итоговая сумма всех выплат по заработной плате равна:

*5.3.7. Расчет социальных отчислений*

Данная статья содержит налоговые отчисления согласно федеральному закону от 24.07.2009 N 212-Ф3 (редакция от 23.05.2015) «О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации. Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования».

В 2015 году тарифы страховых взносов выглядят следующим образом: Пенсионный фонд Российской Федерации – 22%, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования – 5,1%, Фонд социального страхования Российской Федерации – 2,9%. Итоговая ставка всех страховых взносов составляет 30%.

Некоторые категории организаций вправе платить взносы по пониженному тарифу, но в данном случае рассматриваем организацию без льгот.

Таким образом, сумма страховых взносов составляет:

.

*5.3.8. Расчет накладных расходов*

В данной статье учитываются затраты на общехозяйственные расходы, внепроизводственные расходы и расходы на управление.

Накладные расходы составляют 10% от суммы остальных расходов.

*5.3.9. Расчет прочих налоговых вычетов*

В данной статье учитываются возможные дополнительные налоговые вычеты: налог на имущество и налог на транспортные средства.

Налоговые вычеты за имущество не производятся, поскольку все имеющееся в наличии имущество, включаемое в налогооблагаемую базу в соответствии с инструкцией «О порядке исчисления и уплаты в бюджет налога на имущество предприятий», используется на нужды образования, и, следовательно, налогом на имущество не облагается.

Налог на владельцев транспортных средств также не подлежит уплате в связи с отсутствием транспортных средств.

*5.3.10. Расчет себестоимости опытного образца*

Себестоимость опытного образца составляют все расходы, связанные с производством опытного образца, и рассчитывается по следующей формуле:

Таким образом, себестоимость продукта рублей.

*5.3.11. Расчет прибыли*

Чистая прибыль составляет 10% от себестоимости и равна:

рублей.

Расчет прибыли ведется с учетом отчислений в местный бюджет и налога на прибыль. Отчисления в местный бюджет составляют 4,5% от себестоимости системы и равны

рублей.

При расчет прибыли также учитывается налог на прибыль. Налог на прибыль составляет 35% от чистой прибыли и равен:

рублей.

Итого необходимая надбавка к себестоимости для достижения заданной прибыли рассчитывается следующим образом:

рублей.

### 5.3.12. Цена (без НДС)

Цена опытного образца определяется путем суммирования прибыли и себестоимости и составляет:

рублей.

### 5.3.13. Цена (с НДС)

Ввиду того, что реализация товаров и услуг на территории РФ осуществляется с налогом на добавленную стоимость (18% от цены), в цену изделия включается НДС. Тогда окончательная цена опытного образца с учетом НДС составляет:

рублей.

## **Выводы главы 5**

По результатам проведенного анализа были определены экономические показатели разрабатываемой системы.

Цена опытного образца составляет рублей.

С учетом затрат на поддержку и ремонт оборудования, ожидаемая прибыль от реализации опытного образца составляет 57 484,5 рублей.

Опытный образец изделия позволяет отработать все решения, принятые разработчиком на этапе проектирования изделия, понять удовлетворяет ли этот образец всем заявленным требованиям на конечный продукт, выявить и исправить возможные просчеты. Стоимость изготовления опытного образца существенно превышает стоимость серийного изделия ввиду ряда объективных факторов:

* стоимость покупки единичных комплектующих электронных компонентов дороже, чем стоимость покупки партии при серийном производстве;
* стоимость изготовления первого экземпляра дороже ввиду необходимости проведения этапа подготовки к производству;
* стоимость механических операций при производстве разового изделия выше, т.к. также надо осуществлять подготовку и освоение;
* в стоимость изготовления опытного образца включены все расходы на программную часть, дополнительные расходы по данной статье минимальны в случае массового производства.

Тем не менее, необходимость изготовления опытного образца очевидна, поскольку запуск в серийное производство непроверенного изделия может привести к финансовым и временным потерям. В случае просчетов на этапе опытного проектирования, изделие может не отвечать заявленным требованиям, либо не выполнять ряд функций. Если возникшие проблемы исправимы, то это влечет массовую доработку готового изделия и, соответственно, дополнительные издержки на проведение такой доработки. В противном случае, если проблема неустранима, то это приводит к прямым потерям средств на изготовленные изделия, срывов поставок и прочим неприятностям.

Специфика серийного производства состоит в массовости, которая позволяет существенно оптимизировать издержки и, за счет этого значительно сократить себестоимость изделия.

Оптимизация начинается еще на этапе проектирования изделия с выбора правильных электронных компонентов, которые должны:

* обеспечивать требуемые электрические и функциональные характеристики;
* обеспечивать надежность работы изделия в заданных условиях окружающей среды;
* по возможности, быть достаточно распространенными, для обеспечения их своевременной покупки;
* по возможности, быть дешевыми, т.к. результирующая себестоимость изделия напрямую зависит от цены на входящие в него электронные компоненты, которая может перечеркнуть возможность получения хорошей прибыли с продажи изделия за счет катастрофического роста себестоимости;
* по возможности, быть уже применяемыми в производимых изделиях. Это позволяет унифицировать компоненты, упростить и удешевить их покупку и учет. Наша компания решает этот вопрос за счет ведения базы данных широко применяемых компонентов.

Следующим этапом, на котором можно достичь ощутимой оптимизации, является закупка компонентов. За счет наработанных связей с надежными поставщиками отдел закупок имеет возможность получать значительные скидки на поставляемые компоненты, при этом получая качественные комплектующие в максимально короткий срок.

Исходя из вышеперечисленного можно сделать вывод о целесообразности и экономической выгодности разработки аппаратно-программного комплекса.

## 6.1 Обоснование необходимости обеспечения информационной безопасности

## 6.2 Объекты подлежащие защите

## 6.3 Системы защиты информации

## Выводы по главе 6

# Заключение

# Список литературы

# Приложение А. Исходный код программы