

Содержание

1	Конструкторская часть	4
1.1	Разработка технического задания	4
1.1.1	Постановка задачи проектирования	4
1.1.2	Описание предметной области	4
1.1.3	Выбор критериев качества	11
1.1.4	Анализ аналогов и прототипов	12
1.1.5	Перечень задач, подлежащих решению в процессе разработки	20
1.2	Проектирование подсистемы	21
1.2.1	Разработка структуры подсистемы	21
1.2.2	Разработка формата и структуры данных	22
1.2.3	Разработка алгоритмов обработки информации	22
2	Экономическая часть	23
2.1	Обоснование сметы затрат на разработку программного продукта ПАОПО	23
2.1.1	Расчет затрат на расходные материалы	23
2.1.2	Расчет затрат на оборудование	24
2.2	Определение трудоемкости выполнения проекта	25
2.3	Расчет затрат на оплату труда	26
2.3.1	Расчет затрат на страховые взносы	28
2.3.2	Расчет затрат на услуги сторонних организаций	29
2.3.3	Расчет затрат на накладные расходы	30
2.3.4	Расчет прочих расходов	30
2.3.5	Итог затрат для заказчика	31
2.4	Основные сметы затрат на тестирование, внедрение и эксплуатацию системы	31
2.4.1	Тестирование	31
2.4.2	Внедрение и эксплуатация	32
2.5	Итого. Расходы на разработку и тестирование.	33
3	Промышленная эргономика и безопасность	34

3.1	Анализ опасных и вредных факторов, возникающих при работе на ПЭВМ	34
3.1.1	Помещение для работы с ПЭВМ	34
3.1.2	Рабочее место оператора и положение за рабочим местом	35
3.1.3	Освещение	43
3.1.4	Расчёт освещения	45
3.2	Утилизация и списание аппаратных комплектующих	50
3.2.1	Стандартная процедура списания и утилизации техники	51

Введение

В ходе создания подвижных автономных систем возникает задача организации ее навигации в пространстве. Данную задачу можно разделить на две:

- определение текущего местоположения объекта в пространстве;
- прокладывание дальнейшего маршрута к точке назначения.

Данная работа посвящена решению первой задачи, так как она является первоочередной в построении системы навигации автономных систем.

Для определения текущего положения объекта можно использовать различные методы, основанные на глобальном позиционировании в географической системе координат с использованием позиционирования по спутникам (GPS, ГЛОНАСС), или методы, основанные на определении перемещения от стартовой позиции. При этом у данных методов разные сферы применения. Так, например, при позиционировании внутри помещения использование спутниковых систем позиционирования становится невозможным по причине слабого сигнала или его полного отсутствия, а так же из-за недостаточной точности в рамках навигации внутри интерьера помещения. Так же не стоит забывать про актуальность систем навигации в космической отрасли, где использование спутников является невозможным в принципе. Вторую группу методов принято называть методами одометрии, которые могут быть основаны на:

- на вращении колес;

- использовании инерциальных измерительных приборов;
- компьютерном зрении.

Каждый из них обладает своими плюсами и минусами [1], но развитие вычислительной техники и алгоритмов компьютерного зрения дало мощный толчок к более широкому применению визуальной одометрии. Данный подход позволяет получать один видеоряд через видеокамеру и на его основе получать разные сведения об окружающей среде. Тем не менее он не лишен недостатков. Для борьбы с ними применяется комбинация нескольких методов одометрии.

1 Конструкторская часть

1.1 Разработка технического задания

1.1.1 Постановка задачи проектирования

Целью разработки подсистемы автономного определения перемещения объекта является предоставления удобного с точки зрения интеграции компонента для встраивания во многие бытовые автономные автоматические системы, в то же время дешевого и не требующего специализированных устройств для своей работы.

1.1.2 Описание предметной области

1.1.2.1 Естественнo-языковое описание процесса.

В ходе создания подвижных автономных систем возникает задача определения текущего местоположения объекта в пространстве.

Для этого можно использовать различные методы, основанные на глобальном позиционировании в географической системе координат с использованием позиционирования по спутникам (GPS, ГЛОНАСС), или методы, основанные на определении перемещения от стартовой позиции. При этом у данных методов разные сферы применения. Так, например, при позиционировании внутри помещения использование спутниковых систем позиционирования становится невозможным по причине слабого сигнала или его полного отсутствия, а так же из-за недостаточной точности в рамках навигации внутри интерьера помещения. Так же не стоит забывать про актуальность систем навигации в космической отрасли, где использование спутников является невозможным в принципе. Вторую группу методов принято называть методами одометрии, которые могут быть основаны на:

- на вращении колес;
- использовании инерциальных измерительных приборов;
- компьютерном зрении.

Каждый из них обладает своими плюсами и минусами [1], но развитие вычислительной техники и алгоритмов компьютерного зрения дало мощный толчок к более широкому применению визуальной одометрии. Данный подход позволяет получать один видеоряд через видеокамеру и на его основе получать разные сведения об окружающей среде. Тем не менее он не лишен недостатков. Для борьбы с ними применяется комбинация нескольких методов одометрии.

Одним из вариантов соещения методов является использование метода визуальной одометрии и инерционных измерительных устройств.

При таком гибридном методе данные с видеокамеры и данные с инерционных измерительных устройств обрабатываются параллельно и независимо. В результате получаются два независимых рассчитанных положения носителя, после чего они сопоставляются, и из них выбираются наиболее правдоподобные.

Таким образом, в процессе функционирования спроектированного модуля визуальной одометрии происходит следующий бесконечный процесс. На вход модуля непрерывно подается видео поток и данные об угловых скоростях и ускорении объекта относительно трех взаимноперпендикулярных осей. Эти данные обрабатываются параллельно в соответствующих модулях, на выходе каждого из которых получаем смещение объекта относительно предыдущего положения и его поворот. Далее эти данные совмещаются и выбираются наиболее правдоподобные, которые затем прибавляются к положению и углу поворота, высчитанным на предыдущей итерации.

1.1.2.2 Графическое представление процесса

Графическое представление процесса представлено на рисунке 1.

1.1.2.3 Вычисление оптического потока.

Оптический поток — это изображение видимого движения объектов, поверхностей или краев сцены, получаемое в результате перемещения наблюдателя (глаз или камеры) относительно сцены[2].

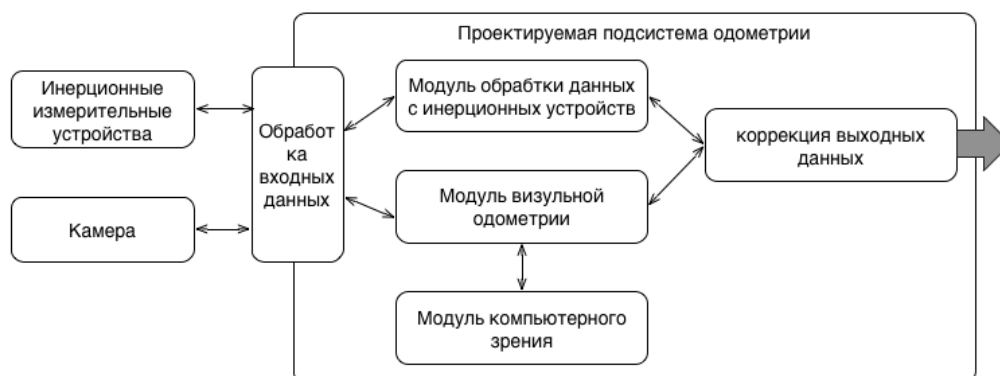


Рис. 1: Графическое представление процесса.

Существует несколько подходов к определению смещений между двумя соседними кадрами. Например, можно для каждого небольшого фрагмента (скажем, 8 на 8 пикселей) одного кадра найти наиболее похожий фрагмент на следующем кадре. В этом случае разность координат исходного и найденного фрагментов даст нам смещение. Основная сложность тут состоит в том, как быстро отыскать нужный фрагмент, не перебирая весь кадр пиксель за пикселем. Различные реализации этого подхода так или иначе решают проблему вычислительной сложности. Некоторые настолько успешно, что применяются, например, в распространенных стандартах сжатия видео. Платой за скорость естественно является качество. Мы же рассмотрим другой подход, который позволяет получить смещения не для фрагментов, а для каждого отдельного пикселя, и применяется тогда, когда скорость не столь критична. Именно с ним в литературе часто связывают термин “оптический поток”.

Данный подход часто называют дифференциальным, поскольку в его основе лежит вычисление частных производных по горизонтальному и вертикальному направлениям изображения. Как мы увидим далее, одних только производных недостаточно чтобы определить смещения. Именно поэтому на базе одной простой идеи появилось великое множество методов, каж-

дый из которых использует какую-нибудь свою математическую пляску с бубном, чтобы достичь цели. Сконцентрируемся на методе Лукаса-Канаде (Lucas-Kanade), предложенном в 81 году Брюсом Лукасом и Такео Канаде. Данный метод является наименее ресурсоемким [3] при этом обеспечивает приемлемое качество вычисления оптического потока.

С математической точки зрения данный алгоритм можно описать следующим образом. Пусть даны два изображения $F1$ и $F2$, и нам требуется найти смещение точки с координатой x . Рассматривая два последовательных изображения можно сказать:

$$f_2(x) = f_1(x - d)$$

Обратите внимание, что f_1 и f_2 при желании можно записать и в общем виде: $f_1(x) = I(x, y, t)$; $f_2(x) = I(x, y, t + 1)$.

Свяжем известные значения со смещением d . Для этого запишем разложение в ряд Тейлора для $f_1(x - d)$:

$$f_1(x - d) = f_1(x) + df'_1(x) + O(d^2 f''_1)$$

Предположим, что $f_1(x - d)$ достаточно хорошо аппроксимируется первой производной. Сделав это предположение, отбросим всё что после первой производной:

$$f_1(x - d) = f_1(x) + df'_1(x)$$

Смещение d — это наша искомая величина, поэтому необходимо преобразовать $f_1(x - d)$. Как мы условились ранее, $f_2(x) = f_1(x - d)$, поэтому просто перепишем:

$$f_2(x) = f_1(x) - df'_1(x)$$

Отсюда следует:

$$d = \frac{f_1(x) - f_2(x)}{f'_1(x)}$$

Следует отметить, что выше был рассмотрен одномерный случай и были сделаны несколько грубых допущений. Но описание алгоритма Лукаса-Канаде для двумерного случая только усложняет математические выводы и понимание сути.

Для снижения погрешности вызванной отбрасыванием старших производных смещение для каждой пары кадров (назовём их F_i и F_{i+1}) можно вычислять итеративно. В литературе это называется искажением (warping). На практике это означает, что, вычислив смещения на первой итерации, мы перемещаем каждый пиксель кадра F_{i+1} в противоположную сторону так, чтобы это смещение компенсировать. На следующей итерации вместо исходного кадра F_{i+1} мы будем использовать его искаженный вариант F_{i+1}^1 . И так далее, пока на очередной итерации все полученные смещения не окажутся меньше заданного порогового значения. Итоговое смещение для каждого конкретного пикселя мы получаем как сумму его смещений на всех итерациях [4].

Так же следует отметить, что данный алгоритм плохо работает на однотонных изображениях. Данный недостаток является самым критичным.

1.1.2.4 Одометрия с использованием инерциальных измерительных устройств

Навигационные решения надлежащего качества могут быть получены именно в результате взаимодействия или последующей совместной обработки данных от двух источников - визуальной одометрии и инерциальной системы.

В наиболее общей форме можно определить инерциальную систему как ортогональную триаду гироскопов и акселерометров, выполняющих непосредственные геопространственные измерения и вычислительный блок, осуществляющий алгоритмические преобразования данных непосредственных измерений.

Следует отметить, что гироскоп любого типа позволяет определять ориентацию в геодезическом пространстве в любой момент времени независимо от местоположения, скорости и других параметров носителя. Точность поставляемых гироскопом данных во всех случаях подвержена деградации («ухода») с течением времени. Величина «ухода» значительна и может составлять до нескольких градусов в час [5].

Акселерометры предназначены для измерения линейных ускорений. В равной степени они пригодны для измерений сил, так как согласно ньютоновской механике сила и ускорение есть разные проявления одного и того

же физического явления.

В общем случае в системах навигации следует определять следующие показатели:

- **Рыскание** — угловые движения летательного аппарата, судна, автомобиля относительно вертикальной оси (см. также вертикальная ось самолёта), а также небольшие изменения курса вправо или влево, свойственные судну [6];
- **Крен** — поворот объекта (судна, самолёта, фундамента) вокруг его продольной оси [7];
- **Тангаж** — угловое движение летательного аппарата или судна относительно главной (горизонтальной) поперечной оси инерции [8].

С учетом сделанных замечаний рассмотрим основные процедуры, выполняемые в навигационном комплексе на базисном уровне.

Вычисление крена и тангажа посредством акселерометров

Обладая чувствительностью к земной гравитации, акселерометры обеспечивают измерение долговременных значений крена и тангажа по схеме, изображенной на рисунке 2. Рассмотрим акселерометр, рабочая ось которого совпадает со строительной осью OX носителя.

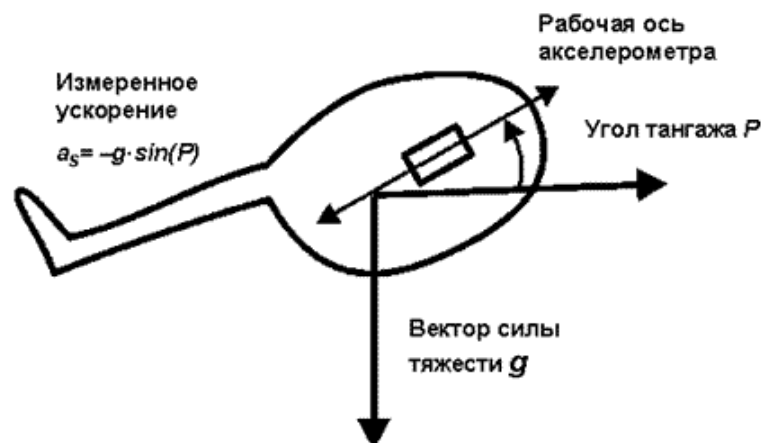


Рис. 2: Измерения величин крена и тангажа посредством акселерометров.

Полагая ускорение носителя равным нулю, мы можем вычислить угол тангажа как:

$$P = \arcsin(-a_s/g)$$

Аналогично вычисляется угол крена. Таким образом, два из трех углов, определяющих угловую ориентацию, могут быть определены только за счет использования акселерометров. Это совершенно очевидный результат, принимая во внимание то обстоятельство, что углы крена и тангажа по изначальным определены по отношению к вертикали, которая в нашем случае соответствует вектору тяжести. Однако, здесь следует признать, что описанный метод не может быть использован на практике сам по себе, так как в описанной схеме существенно состояние покоя, в котором должна находиться система. Если это условие не соблюдается, то совершенно очевидно, что отсутствует принципиальная возможность выделить вектор ускорения свободного падения из суммы всех ускорений, которую испытывает система.

Вычисление изменений ориентации с использованием гироскопов

Как отмечено выше, в конструкции навигационного комплекса используются оптические гироскопы, обладающие чувствительностью к изменениям ориентации т.е. к величине угловой скорости. Интегрирование (численное суммирование) значений, измеренных гироскопами, обеспечивает определение кратковременных угловых перемещений в физическом пространстве.

Для корректного расчета угла поворота должны быть учтены внутренние ошибки гироскопа – дрейф, ошибка масштабного коэффициента, случайный шум.

При этом внутренние ошибки гироскопа полностью смешаны с истинными значениями и не могут быть отделены от них на базисном информационном уровне. В процессе дальнейшей обработки эта смесь подвергается интегрированию, в результате чего возникает ошибочное угловое смещение, которое, таким образом, приобретает долговременный характер (рис. 3). Точная оценка величины ошибочного углового смещения и его устранение осуществляется при генерации навигационного решения на последующем навигационном уровне.

Определение координат пространственного положения с помощью акселерометров.

Наличие акселерометров позволяет определять величины линейных ускорений, которые испытывает система. Положим, что ориентация систе-

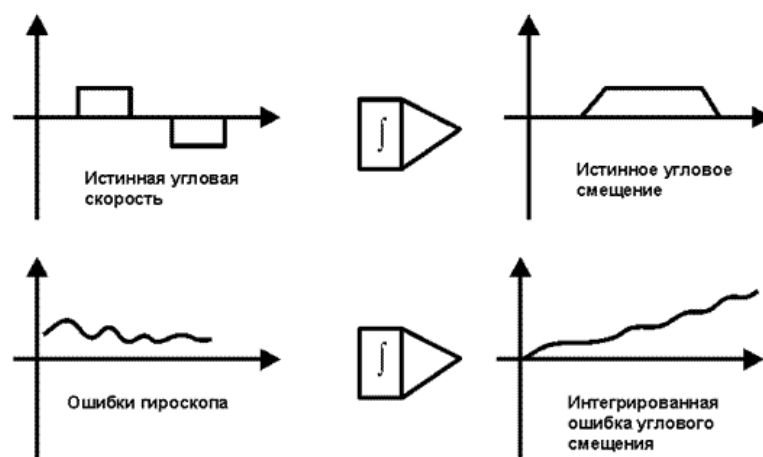


Рис. 3: Схема определения углового смещения.

мы в физическом пространстве определена точно с помощью методов, описанных выше. Тогда имеется возможность выделить вектор силы гравитации среди всей суммы векторов сил, приложенных к системе и, следовательно, оценить величину ускорения. Численное интегрирование ускорения позволяет перейти к скорости, а повторное интегрирование к перемещению. Таким образом, с учетом представленных выше замечаний и правилах перехода из физического пространства в географическое, появляется принципиальная возможность оценить геодезические координаты системы в любой момент времени.

1.1.2.5 Корректировка выходных данных

1.1.2.6 Анализ функций, подлежащих автоматизации

1.1.3 Выбор критериев качества

Выделим основные критерии, по которым следует оценивать разрабатываемую подсистему.

- **Необходимость в специальном оборудовании** - исходя из задачи, предполагается использование проектируемого модуля в низкобюджетных системах. В связи с этим необходимо обеспечить корректную работу подсистемы с неспециальным оборудованием таким, как бытовые камеры.
- **Стоимость необходимого оборудования** – исходя из предыдущего

пункта, следует обеспечивать поддержку наиболее дешевого оборудования.

- **Сложность интеграции** – в современном мире наличия многих конкурентов и налогов одним из ключевых факторов при выборе между ними является простота использования продукта. В связи с этим необходимо снизить время, необходимое на интеграцию с разрабатываемой подсистемой, путем предоставления удобного в использовании API.
- **Точность** – данный критерия является важным для задач определения положения в пространстве априори, так как при низкой точности использование систем данного рода становится бессмысленным. Тем не менее в рамках многих задач обеспечение чрезмерно высокой точности является избыточным.
- **Возможность свободного использования** – нередко разработчики программных или аппаратных продуктов накладывают ограничение в виде разного рода лицензий распространения, которые ограничивают пользователей в распространении и использовании своих продуктов. В связи с этим важным является свобода использования продукта в любых целях, не противоречащих законодательству стран, где происходит его использование.

1.1.4 Анализ аналогов и прототипов

1.1.4.1 ROS Odometry

ROS (Robot Operating System) — Операционная система для роботов — это фреймворк для программирования роботов, предоставляющий функциональность для распределённой работы. ROS был первоначально разработан в 2007 году под названием *switchyard* в Лаборатории Искусственного Интеллекта Стэнфордского Университета для проекта (STAIR). В 2008 году развитие продолжается в Willow Garage, научно-исследовательском институте/инкубаторе робототехники, совместно с более чем двадцатью начинающими институтами.

ROS обеспечивает стандартные службы операционной системы, такие как: аппаратную абстракцию, низкоуровневый контроль устройств, ре-

ализацию часто используемых функций, передачу сообщений между процессами, и управление пакетами. ROS основан на архитектуре графов, где обработка данных происходит в узлах, которые могут получать и передавать сообщения между собой. Библиотека ориентирована на Unix-подобные системы (Ubuntu Linux включен в список «поддерживаемых» в то время как другие варианты, такие как Fedora и Mac OS X считаются «экспериментальными»).

ROS имеет две основные «стороны»: стороны операционной системы `ros`, как описано выше и `ros-pkg`, набор поддерживаемых пользователями пакетов (организованных в наборы, которые называются стек), которые реализуют различные функции робототехники: SLAM, планирование, восприятие, моделирование и др.[9]

В состав ROS так же входят различные пакеты одометрии, наиболее приемлемым является пакет LIBVISO2 [10].

LIBVISO2 (библиотека для визуальной одометрии, версия 2) является очень быстрой кроссплатформенной библиотекой, написанной на C++ с MATLAB оберткой для использования. Основная цель библиотеки – вычисление 6 DOF движения движущейся моно/стерео камеры. Не будем подробно рассматривать стереоверсию библиотеки, так как этот класс одометрии лежит в другой плоскости. Монокулярная версия на данный момент еще находится в статусе экспериментальной и использует 8-ми точечный алгоритм для фундаментальной оценки матрицы. Кроме того, он предполагает, что камера движется при известной и фиксированной высоте над землей (для оценки масштаба).

Чтобы оценить масштаб движения, моноодометр использует горизонтальную плоскость и, следовательно, нуждается в информации о z -координате и углу наклона камеры.

В общем случае, монокулярная одометрия и SLAM-системы не могут оценить движение или положение на метрической шкале. Libviso2 разрешает эту неопределенность через фиксированный переход от плоскости земли к камере. Для этого и необходимо знать параметры `camera height` и `camera pitch` (высота камеры и ее угол наклона). Эти значения должны быть оценены и введены в систему вручную при каждой установке камеры на объект[11].

Кроме того, существует еще одна проблема: когда камера выполняет только чистое вращение, матрицы для решения СЛАУ вырождаются, и, даже если система очень мощная, алгоритм пересает корректно работать.

1.1.4.2 Project Tango

Небольшая группа инженеров АТАР (Advanced Technology and Projects) в компании Google занимается разработкой перспективных технологий. Сегодня она представила свой новый проект Tango. Это очень красивая технология построения 3D-модели окружающего пространства с помощью смартфона.

Группа АТАР сконструировала 5-дюймовый смартфон, оснащённый стереокамерой, сенсорами и программным обеспечением, которые отслеживают положение смартфона в 3D-пространстве, а также сканируют окружающий мир в реальном времени со скоростью 250 тыс. измерений в секунду. Всё это объединяется в единую 3D-модель с помощью уникального процессора Myriad 1, разработанного стартапом Movidius.

Когда модель готова, телефон может постоянно определять своё местоположение внутри неё. На базе этой модели можно создавать интересные игры, когда виртуальные объекты в смартфоне совмещаются с реальными объектами окружающей действительности. Например, вы можете играть на смартфоне в футбол, отбивая мячик от стены собственной квартиры. Или управлять настоящим роботом в соседней комнате, двигая его по 3D-модели этой комнаты. Или играть в прятки с анимированным персонажем в своём собственном доме. В общем, возможности открываются невероятные.

В ближайшие месяцы АТАР намерены выпустить SDK для создания программ на новом оборудовании. Первые 200 устройств разошлют разработчикам после 14 марта. Чтобы принять участие в программе, нужно придумать интересное приложение в сфере навигации внутри помещений, игр для одного или нескольких игроков или алгоритмы обработки данных с сенсоров Tango.

Телефон работает под Android, так что API для доступа к информации об ориентации, позиционировании и расстоянии до объектов можно использовать со стандартными Android-приложениями, написанными на

Java, C/C++, а также на игровом движке Unity. Первые версии алгоритмов и API скоро закончат, но проект и после этого останется в статусе эксперимента [12][13].

1.1.4.3 SMP Robotics

Компания SMP Robotics занимается созданием беспилотных транспортных средств и в их роботах серии «SRX» реализован принцип визуального определения местоположения робота.

Назначение роботов этой серии — езда по известному маршруту, особенности которого хранятся в бортовом компьютере робота в виде карты со множеством характеристик условий путей проездов. Более того, робот, многократно проезжая по одним и тем же участкам, может уточнять и накапливать данные о них на протяжении дня и ночи, сезонных или погодных изменениях окружающего ландшафта.

Всё это позволило успешно применить алгоритм визуального определения местоположения робота на основе анализа и последующего сравнения видеоизображений, полученных при первичном и последующем проездах. Первичный проезд можно рассматривать как обучающий, в нём формируется набор ключевых кадров, которые позволяют сформировать базу данных, описывающую взаиморасположение устойчивых структур. При последующем автоматическом движении характеристики текущего изображения проверяются на тождественность описаний, хранящихся в базе данных, и, при их совпадении, осуществляется привязка к текущему местоположению.

В условиях циклических проездов робота по одному и тому же маршруту появляется возможность автоматического пополнения и уточнения базы данных взаиморасположения устойчивых структур на видео с курсовой камеры. Накопленные данные будут коррелировать со сменой дня и ночи, сезонными изменениями ландшафта, особыми погодными условиями. Расширенная база данных позволяет произвести достоверное сопоставление большому количеству текущих кадров видеоизображения к ранее обработанным и сохранённым кадрам известной траектории движения, тем самым достигнуть точного определения местоположения на большинстве участков траектории движения и, соответственно, повысить скорость авто-

матического проезда по известному маршруту.

Используемый метод визуального определения местоположения и управления движением позволяет переносить накопленную информацию о маршруте движения от одного робота к другому. Робот, проехавший по маршруту много раз, сформирует достаточно полную базу данных о его характеристиках. База данных может быть установлена на новый робот, который еще ни разу не проходил по данному маршруту, и он успешно проедет по нему с достаточной точностью и предельно возможной скоростью. Возможность копирования и обмена данными о маршруте, накопленными алгоритмом визуального определения местоположения, особенно полезна при проездах по значительным территориям. На начальном этапе несколько роботов накапливают информацию на локальных участках, при достижении её достаточного качества, все данные объединяются в единую базу данных и представляют собой информацию о маршруте в целом. Объём этих данных позволяет каждому из роботов проехать все участки маршрута, не смотря на то, что конкретно этот робот там никогда не ездил. Информация о маршруте длительное время остается достоверной. Несмотря на естественные изменения ландшафта, адаптивность алгоритма позволяет скорректировать массив данных даже при значительных изменениях окружающей обстановки, а при последующих проездах снова пополнить его новыми данными.

Метод визуального определения местоположения позволяет обойтись без внешних, по отношению к движущемуся роботу, компонентов системы. Информации, полученной в результате обработки изображения окружающего ландшафта, достаточно для достоверного принятия решения о выборе пути движения. И это — коренное отличие описываемого подхода по сравнению с известным методом высокоточного вождения по данным от дифференциального приемника спутниковой навигационной системы. Такая система требует не только прямой видимости на спутниковую группировку, но и базовой корректирующей станции в зоне радиовидимости робота. В реальных условиях эксплуатации каналы связи, как со спутниками, так и с базовой станцией нельзя считать надежным. Даже в городском лесопарке с низкой плотностью деревьев получить достоверные данные от спутниковой навигационной системы практически невозможно, кроме то-

го, существуют зоны радио тени, обусловленные застройкой. Высокочастотный спутниковый сигнал подвержен серьезному ослаблению даже во время незначительных осадков, мокрая листва деревьев вносит достаточное ослабление, чтобы сделать спутниковую группировку радио невидимой. В целом, метод высокоточного вождения по данным от дифференциального приемника спутниковой навигационной системы, хорош в условиях, для которых он и разрабатывался — для автоматического вождения сельскохозяйственной техники в чистом поле и, желательно, без дождя.

Управление движением посредством анализа видеоизображений окружающей обстановки и визуального определения местоположения обеспечивает полную автономность движения наземного робота. И, в отличие от других рассмотренных методов, не требует ни внешней инфраструктуры, ни устойчивых каналов связи с дополнительным оборудованием [14].

1.1.4.4 Сравнительный анализ

Для сравнения представленных вариантов воспользуемся методом взвешенной суммы. Данный метод позволяет объединить ряд критериев сравнения в один интегральный показатель, по которому затем выбирается наилучший вариант, соответствующий максимальному значению этого интегрального показателя. Метод взвешенной суммы можно представить следующим образом:

$$Y = \max_{j \in m} \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot K_{ij},$$

где $\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$

По этому критерию проводится сравнение j ($j = 1, 2, \dots, m$) вариантов по i ($i = 1, 2, \dots, n$) показателям, где:

n – количество показателей сравнения;

m – количество вариантов сравнения.

K_{ij} – нормированный коэффициент соответствия i -ого параметра j -ого варианта эталонному значению, т.е. для j -ого варианта:

$$K_{ij} = \frac{\max_j X_{ij}}{X_{ij}},$$

$$0 < K_{ij} < 1$$

Соответствие систем-аналогов выбранным критериям качества представлено в Таблице 1.

Таблица 1: Сравнение аналогов. Лингвистические оценки.

Критерий	Проектируемая подсистема	Аналоги		
		ROS odometry	Project tango	SMP Robotics
Необходимость в специальном оборудовании.	Нет	Нет	Да	Да
Стоимость необходимого оборудования	Низкая	Средняя	Средняя	Высокая
Сложность интеграции.	Низкая	Высокая	Низкая	Средняя
Точность.	Средняя	Высокая	Высокая	Высокая
Возможность свободного использования.	Есть	Есть	Есть	Нет

Для сравнений необходимо перевести качественные оценки в количественные. Метод перевода для каждого из критериев представлен в таблицах ниже.

Таблица 2: Сравнение аналогов. Лингвистические оценки.

Описание	Для функционирования системы необходимы специфические устройства, или устройства с повышенными точностями	Система может функционировать на любом оборудовании и это оборудовании не сложно найти
Лингв. оценка	Да	Нет
Балл	0,4	1

Учтём весовой коэффициент. Для этого каждому критерию зададим весовой коэффициент, кратный x - минимальному весовому коэффициенту.

Таблица 3: Перевод качественных оценок в количественные для критерия «Стоимость необходимого оборудования»

Описание	Стоимость необходимого оборудования исчисляется десятками тысяч рублей	Стоимость оборудования лежи в диапазоне от 5 000 до 20 000 рублей	Стоимость оборудования составляет менее 5 000 рублей
Лингв. оценка	Высокая	Средняя	Низкая
Балл	0,1	0,6	1

Таблица 4: Перевод качественных оценок в количественные для критерия «Сложность интеграции»

Описание	Данную систему сложно интегрировать с другими системами, потребуются серьезные доработки	Данную систему можно интегрировать с другими системами, но для этого необходимы доработки обеих систем	Данную систему легко интегрировать с другими системами, стоимость и время доработок низкие
Лингв. оценка	Высокая	Средняя	Низкая
Балл	0,1	0,6	1

Таблица 5: Перевод качественных оценок в количественные для критерия «Точность»

Описание	Точность ограничена лишь точностью используемого оборудования, со временем увеличение ошибки не наблюдается.	Используемые алгоритмы допускают определенную погрешность, со временем возможно увеличение ошибки	Точность вычислений крайне низкая, со временем наблюдается накопление ошибки
Лингв. оценка	Высокая	Средняя	Низкая
Балл	1	0,6	0,1

Таблица 6: Перевод качественных оценок в количественные для критерия «Возможность свободного использования»

Описание	Исходные коды откры- ты, допускается свобод- ное использование	Система является про- приетарной
Лингв. оценка	Да	Нет
Балл	1	0,4

ту:

1. Необходимость в специальном оборудовании – $3x$
2. Стоимость необходимого оборудования – $3x$
3. Сложность интеграции – $2x$
4. Точность – $2x$
5. Возможность свободного использования – $1x$

Сумма весовых коэффициентов по всем критериям качества равна 1.

$$3x + 3x + 2x + 2x + 1x = 11x \Rightarrow x = 0,0909$$

Таким образом, можно составить сравнительную таблицу, содержащую количественные и качественные оценки и подсчитать итог, методом взвешенной суммы. Итоговое сравнение с учетом весового коэффициента и количественных оценок приведены в Таблице 7.

1.1.5 Перечень задач, подлежащих решению в процессе разработки

Исходя из приведенного выше первичного анализа предметной области можно сформировать список задач, подлежащих решению.

Необходимо решить следующие задачи:

1. разработка структуры и архитектуры подсистемы системы;
2. разработка требований к формату и структуре передаваемых данных;

Таблица 7: Сравнение аналогов. Количественные оценки, весовой коэффициент.

Критерий	Вес. коэф.	Проектируемая подсистема	Аналоги		
			ROS odometry	Project tango	SMP Robotics
Необходимость в специальном оборудовании.	0,2727	1	1	0,4	0,4
Стоимость необходимого оборудования	0,2727	1	1	0,4	0,4
Сложность интеграции.	0,2727	1	1	0,4	0,4
Точность.	0,2727	1	1	0,4	0,4
Возможность свободного использования.	0,2727	1	1	0,4	0,4

3. разработка алгоритмов обработки информации;
4. выбор и обоснование КТС, необходимого для реализации системы;
5. разработка графа диалога и набора экранных форм;
6. оценка предполагаемого качества функционирования системы;
7. организационно-экономическое обоснование разработки;
8. рекомендации по охране труда.

1.2 Проектирование подсистемы

1.2.1 Разработка структуры подсистемы

1.2.1.1 Определение состава компонентов

Исходя из анализа функций структурно в подсистеме можно выделить следующие основные части:

- **модуль обработки входных данных** (преобразует входные данные в удобоваримый вариант для последующей обработки);
- **модуль компьютерного зрения** (позволяет обрабатывать изображения и производить их анализ для построения визуальной одометрии);
- **модуль визуальной одометрии** (высчитывает перемещение и угол поворота камеры на основе последовательности изображений);
- **модуль обработки данных с инерционных приборов** (производит математическую обработку показаний датчиков и на ее основе вычисляет перемещение объекта);
- **модуль сопоставления и вывода данных** (сравнивает показания двух предыдущих модулей и на их основе выводит наиболее правдоподобное положение объекта).

1.2.1.2 Определение структуры компонентов

1.2.1.3 Описание процессов

1.2.1.4 Математическое обеспечение

1.2.2 Разработка формата и структуры данных

1.2.3 Разработка алгоритмов обработки информации

1.2.3.1 Общий алгоритм работы

1.2.3.2 Алгоритм вычисления оптического потока

1.2.3.3 Алгоритм обработки данных с ИИУ

1.2.3.4 Алгоритм сопоставления и корректировки выходных данных

2 Экономическая часть

2.1 Обоснование сметы затрат на разработку программного продукта ПАОПО

Процесс разработки сложного программного продукта сопровождается необходимостью решения многих экономических проблем. Одна из важных экономических проблем – определение стоимости программного продукта (ПП), т.е. сметной стоимости затрат на его разработку.

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

- расходные материалы;
- затраты на оборудование;
- затраты на оплату труда;
- накладные расходы;
- услуги сторонних организаций;
- прочие расходы;

Расчет затрат на разработку данного программного продукта проводился для уровня цен и окладов на 22.04.2014г.

2.1.1 Расчет затрат на расходные материалы

В статье учитываются суммарные затраты на расходные материалы, приобретаемые для разработки данного программного продукта (ПП), которые указаны в Таблице 8.

Получаем, что затраты на расходные материалы составляют СМ=24 242 руб.

Таблица 8: Стоимости расходных материалов и инструментов

Наименование	Кол-во	Цена
Win Home Basic 7 SP1 32-bit Russian	2	2 464 руб
Visual Studio Professional 2012	1	13 998 руб
IntelliJ IDEA 13	1	7 500 руб
IntelliJ IDEA 13	1	7 500 руб
канцелярские товары		
писчая бумага А4 (пачка)	1	140 руб
ручки, карандаши, ластики		100 руб
CD – RW диск	1	40 руб
Итого: 24 242 руб		

2.1.2 Расчет затрат на оборудование

В статье учитываются суммарные затраты на использование оборудования.

$$C_{\text{ЭВМ}} = \frac{\Pi_{\text{ЭВМ}} \cdot T_{\text{ЭВМ}}}{T_{\text{АМР}}} = \frac{12000 \cdot 3}{5 \cdot 12} = 600 \text{ руб}$$

где,

$C_{\text{ЭВМ}}$ — затраты на использование (аренду) ПЭВМ для разработки программного продукта

$\Pi_{\text{ЭВМ}}$ — покупная цена вычислительной техники: $\Pi_{\text{ЭВМ}} = 12\,000$ руб

$T_{\text{ЭВМ}}$ — время использования ПЭВМ для разработки данного программного продукта в месяцах (3 месяца)

$T_{\text{АМР}}$ — срок амортизации вычислительной техники, составляет 5 лет.

Тогда $T_{\text{АМР}} = 5 \text{ лет} = 5 \cdot 12 = 60$ месяцев.

Затраты на ремонт вычислительной техники составляют 5% от стоимости ее использования и равны:

$$C_{\text{рем}} = 0,05 \cdot C_{\text{ЭВМ}} = 30 \text{ руб}$$

Получаем, что затраты на оборудование с учетом его ремонта составляют: $C_{\text{ОБ}} = C_{\text{ЭВМ}} + C_{\text{РЕМ}} = 600 + 30 = 630$ руб.

2.2 Определение трудоемкости выполнения проекта

Трудоемкость разработки проекта по каждому участнику может быть определена как сумма величин трудоемкости выполнения участниками отдельных стадий.

В соответствии с ГОСТ 19.102-94 “Стадии разработки” процесс разработки ПОАПО разбивается на пять стадий: разработка ТЗ, эскизное проектирование, техническое проектирование, рабочее проектирование и внедрение. Этот ГОСТ допускает в технико-обоснованных случаях исключать стадии эскизного и технического проектов, то есть объединять техническое и рабочее проектирование. Трудоемкость каждого этапа указывается в часах и приведена в Таблице 9.

Для определения трудоемкости разработки проекта по каждому участнику в человеко-днях, используем следующую формулу:

$$T_{\text{рд}} = T_{\text{час}}/t_{\text{рд}},$$

где $T_{\text{час}}$ – время на разработку в часах, $t_{\text{рд}}$ – коэффициент, показывающий количество рабочих часов в одном дне. Для дальнейших расчетов примем $t_{\text{рд}} = 8$ час

Для аналитика $T_{\text{рд}} = T_{\text{час}}/t_{\text{рд}} = 480/8 = 60$ дней.

Для разработчика $T_{\text{рд}} = T_{\text{час}}/t_{\text{рд}} = 300/8 = 38$ дней.

Или, суммарно, – 98 рабочих дней.

Для определения времени реализации проекта требуется перевести рабочие дни в календарные дни (КД). Для перевода используется следующая формула:

$$T_{\text{кд}} = \frac{T_{\text{рд}} \cdot (1 + d)}{g},$$

где d – доля дополнительных работ, порученных другой группе работников попутно с основной работой (от 0,1 до 0,3). В нашем случае проект ведётся самостоятельно, $d = 0$, g – коэффициент перевода (в зависимости от выходных и праздничных дней) – 0,73.

Для аналитика: $T_{\text{кд}} = T_{\text{рд}} \cdot (1 + d)/g = 60/0,73 = 83$ календарных дня.

Для разработчика: $T_{\text{кд}} = T_{\text{рд}} \cdot (1 + d)/g = 38/0,73 = 52$ календарных дня.

Таблица 9: Трудоемкость по этапам проектирования

Стадия	Этап	Трудоёмкость (часы)	
		Аналитик	Разработчик
1. Разработка ТЗ	1.1 Формулировка и уточнение задания.	20	–
	1.2. Исследование и анализ ПО.	80	–
	1.3. Разработка и утверждение ТЗ.	40	–
2. Рабочее проектирование	2.1. Техническое проектирование (разработка моделей данных и алгоритмов).	200	20
	2.2. Рабочее проектирование (кодирование и тестирование программных модулей).	20	160
	2.3. Тестовые испытания системы.	20	100
	2.4. Разработка программной документации.	60	-
3. Внедрение	3.1. Подготовка проекта к внедрению.	40	20
Итого по участникам:		480	300
Итого:		780	

Или, суммарно, – 135 календарных дней.

2.3 Расчет затрат на оплату труда

В данную статью включается заработная плата исполнителей, непосредственно связанных с разработкой программного продукта, с учетом их должностного оклада и времени участия в разработке.

Основная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{осн}} = T_{\text{д}} \cdot L_{\text{ср.дн.}},$$

где $T_{\text{д}}$ – трудоемкость, календарные дни, $L_{\text{ср.дн.}}$ – среднедневной заработок работника.

Для определения средней заработной платы аналитика-руководителя небольшого проекта и программиста-разработчика проведен анализ основных ресурсов, предоставляющих сервисы для поиска работы и дающих возможность оценить размер компенсации труда. Такой подход позволяет оценить максимально приближенную к реальности рыночную стоимость труда.

Использованные ресурсы:

- портал поиска предложений по трудоустройству HeadHunter. Адрес: www.hh.ru
- портал поиска предложений по трудоустройству Job.ru. Адрес: www.job.ru.

В результате в качестве средней заработной платы аналитика-руководителя проекта было взято 50 тыс. руб., программиста – 60 тыс. руб.

Тогда среднедневной заработок находится по формуле:

$$L_{\text{ср.дн.}} = L_0 / F,$$

где L_0 – среднемесячная заработная плата, F – среднее количество рабочих дней в месяце. F вычисляется по следующей формуле:

$$F = \frac{\sum N_{\text{раб}}}{n} = \frac{18 + 19 + 22}{3} = 19,$$

где $N_{\text{раб}}$ – количество рабочих дней в месяце, n – число месяцев.

В данном случае $n = 3$.

Тогда, для аналитика $L_{\text{ср.дн.}} = 50000 / 19 = 2631 \text{руб.}$ и расходы на основную зарплату составят: $ЗП_{\text{осн}} = 2631 \cdot 60_{\text{дней}} \approx 158000 \text{руб.}$

Тогда, для разработчика $L_{\text{ср.дн.}} = 60000 / 19 = 3157 \text{руб.}$ и расходы на основную зарплату составят: $ЗП_{\text{осн}} = 3157 \cdot 38_{\text{дней}} \approx 120000 \text{руб.}$

Дополнительная заработная плата.

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 20% от размера основной заработной платы:

$$C_{зид} = 0,2 \cdot C_{зпо} = 0,2 \cdot 278\,000 = 55\,600 \text{ руб}$$

В результате получаем, что затраты на оплату труда составляют:

$$C_{зпи} = C_{зпо} + C_{зид} = 278\,000 + 55\,600 = 333\,600 \text{ руб.}$$

2.3.1 Расчет затрат на страховые взносы

В данной статье затрат учитываются отчисления на социальные нужды, производимые в фонды социального страхования, обязательного медицинского страхования и пенсионный фонд. Расчет производится с учетом законов, принятых с 1 января 2012 года (отдельные положения вступают в иные сроки):

Федеральный закон от 24.07.2009 №212 ФЗ (ред. от 28.12.2013) «О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования и территориальные фонды обязательного медицинского страхования»;

Федеральный закон от 24.07.2009 №213 ФЗ (ред. от 07.05.2013) «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу отдельных законодательных актов (положений законодательных актов) Российской Федерации в связи с принятием Федерального закона «О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования и территориальные фонды обязательного медицинского страхования».

С 1-го января 2006 года согласно федеральному закону РФ №158-ФЗ от 6.12.2005 года величина единого социального налога рассчитывается по

формуле:

$$C_{\text{CH}} = K^{\text{CH}} \cdot C_{\text{ЗП}},$$

где K^{CH} – коэффициент, учитывающий социальный налог, $C_{\text{ЗП}}$ – заработная плата (руб.)

Плательщиками страховых взносов являются страхователи, определяемые в соответствии с федеральными законами о конкретных видах обязательного социального страхования, к которым относятся:

1. лица, производящие выплаты и иные вознаграждения физическим лицам:
 - организации;
 - индивидуальные предприниматели;
 - физические лица, не признаваемые индивидуальными предпринимателями;
2. индивидуальные предприниматели, адвокаты, нотариусы, занимающиеся частной практикой, и иные лица, занимающиеся в установленном законодательством Российской Федерации порядке частной практикой (далее - плательщики страховых взносов, не производящие выплаты и иные вознаграждения физическим лицам), если в федеральном законе о конкретном виде обязательного социального страхования не предусмотрено иное. (в ред. Федерального закона от 03.12.2011 №379-ФЗ). Для страхователей, перечисленных выше, предусмотрены следующие ставки:

ПФР	ФСС	ФФОМС
22%	2,9%	5,1%

Отсюда $K^{\text{CH}} = 0,3$ и таким образом затраты на единый социальный налог составляют: $C_{\text{CH}} = 0,3 \cdot 333\,600 \text{ руб} = 100\,080 \text{ руб}$.

2.3.2 Расчет затрат на услуги сторонних организаций

В статье учитываются затраты на выполнение сторонними организациями работ, непосредственно связанных с разработкой программного продукта.

При разработке данного продукта потребовались услуги сторонних организаций по изготовлению 10-ти плакатов формата А1 и печати на принтере 300 листов РПЗ формата А4. Стоимость распечатки плакатов (СПЛ) и листов РПЗ (СЛ) соответственно рассчитываются по формулам:

$$C_{\text{ПЛ}} = 10 \cdot C_{\text{А1}} = 10 \cdot 150 = 1500 \text{ руб.},$$

где $C_{\text{А1}}$ – стоимость распечатки одного плаката формата А1. $C_{\text{А1}} = 150 \text{руб.}$.

$$C_{\text{Л}} = 300 \cdot C_{\text{А4}} = 300 \cdot 2 = 600 \text{ руб.},$$

где $C_{\text{А4}}$ – стоимость распечатки одного листа формата А4. $C_{\text{А4}} = 2 \text{ руб.}$

Получаем, что затраты на услуги сторонних организаций составляют $C_{\text{ИЗГ}} = C_{\text{ПЛ}} + C_{\text{Л}} = 2100 \text{ руб.}$

2.3.3 Расчет затрат на накладные расходы

В данной статье учитываются затраты на общехозяйственные расходы (это плата за здание, в котором идет разработка, его ремонт, плата за энергоресурсы), непроизводственные расходы и расходы на управление. Накладные расходы составляют 12,5% + 25% от уровня ФОТ.

$$C_{\text{НР}} = (0,125 + 0,25) \cdot (C_{\text{М}} + C_{\text{ОБ}} + C_{\text{ЗП}} + C_{\text{СН}} + C_{\text{ИЗГ}})$$

Таким образом, затраты на накладные расходы составляют: $C_{\text{НР}} = (0,125 + 0,25) \cdot (18\,480 + 630 + 333\,600 + 100\,080 + 2\,100) = 170\,583,75 \text{руб.}$

2.3.4 Расчет прочих расходов

Данная статья расходов учитывает налог на имущество и налог на транспортные средства. Налог на имущество в данном случае не платится, так как все 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 не платится, в связи с отсутствием транспортных средств.

2.3.5 Итог затрат для заказчика

Итог затрат для заказчика рассчитывается как сумма по всем вышеперечисленным статьям затрат и составляет:

$$\Pi = 24\,242 + 630 + 333\,600 + 100\,080 + 2100 + 170\,583 = 625\,473 \text{руб.}$$

Смета затрат на разработку программного продукта приведена в Таблице 10.

Таблица 10: Стоимости расходных материалов и инструментов

№п/п	Статья затрат	Сумма статьи (руб.)
1	Расходные материалы	24 242
2	Затраты на оборудование	630
3	Затраты на оплату труда	333 600
4	Услуги сторонних организаций	2 100
5	Накладные расходы	170 583
6	Прочие расходы	-
7	Цена	631 315

2.4 Основные сметы затрат на тестирование, внедрение и эксплуатацию системы

Далее рассчитаем затраты на внедрение и эксплуатацию программного продукта ПАОПО.

2.4.1 Тестирование

Для тестирования разрабатываемой подсистемы необходимо выполнить следующие пункты:

- сопрячь ПАОПО с видеокамерой;
- сопрячь ПАОПО с инерциальными измерительными приборами;
- провести тестирование ПАОПО, фиксируя перемещения с помощью GPS-трекера;
- наложить полученные с помощью ПАОПО данные на данные, полученные с помощью GPS-трекера.

Таким образом необходимо закупить следующее оборудование:

- видеокамера с разрешением 720*1080;
- трехосевой гироскоп;
- трехосевой акселерометр;
- GPS-трекер;

Данное оборудование установлено во всех современных смартфонах, работающих под управлением ОС Android, стоимость которых в настоящее время составляет 6 000 рублей и более. Например, телефон HTC Sensation, удовлетворяющий всем требованиям стоит 6200 рублей.

Для проведения сопряжения полученных данных с ПАОПО необходимо написать простое приложение, фиксирующее все данные в нужном формате для анализа разрабатываемой подсистемы, разработка которого займет до двух рабочих дней Android-разработчика.

Согласно приведенным выше данным стоимость одного дня разработчика составляет 3 157 рублей. С учетом дополнительных расходов и отчислений в страховые фонды затраты на создание приложения составят:

$$3157,2 \cdot 1,3 \cdot 2 = 9\,849 \text{ руб}$$

Таким образом затраты на тестирование составят 16 149 рублей.

2.4.2 Внедрение и эксплуатация

В рамках создания ПАОПО не предусмотрены внедрение и эксплуатация, так как подсистема может работать лишь в составе другой автономной системы.

ПАОПО является кроссплатформенной, что позволяет в кратчайшие сроки интегрировать ее в любую другую систему. При этом разработчику этой системы необходимо согласовать вход и выход ПАОПО, корректно предоставляя и получая данные в/из подсистемы. Суммарные затраты на проведение интеграции могут занимать до двух рабочих дней разработчика. Согласно приведенным выше данным стоимость этой работы составит не более 6 314 рублей.

Однако данные затраты не относятся к стоимости создания ПАОПО, а перекладываются на ее потребителей.

2.5 Итого. Расходы на разработку и тестирование.

Таблица 11: Итого. Расходы на внедрение и эксплуатацию системы.

№п/п	Статья затрат	Сумма статьи (руб.)
1	Расходные материалы	24 242
2	Затраты на оборудование	630
3	Затраты на оплату труда	333 600
4	Услуги сторонних организаций	2 100
5	Накладные расходы	170 583
6	Прочие расходы	-
7	Тестирование	16 149
		Итого: 647 646

3 Промышленная эргономика и безопасность

3.1 Анализ опасных и вредных факторов, возникающих при работе на ПЭВМ

Для обеспечения комфортных условий труда сотрудника организации, рабочее место которого включает ПЭВМ, необходимо выполнение следующие требования[15]:

1. требования к ПЭВМ, установленные в СанПин 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»;
2. требования к помещениям для работы с ПЭВМ;
3. требования к организации и оборудованию рабочих мест с ПЭВМ;
4. требования к микроклимату помещения, установленные в СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»;
5. требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ
6. требования к уровням шума и вибрации на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ;
7. требования к режиму труда и отдыха.

3.1.1 Помещение для работы с ПЭВМ

Ниже приведены основные требования, предъявляемые к помещениям, предназначенным для работы сотрудников с ПЭВМ.

Помещения для эксплуатации ПЭВМ должны иметь естественное и искусственное освещение. Эксплуатация ПЭВМ в помещениях без естественного освещения допускается только при соответствующем обосновании и наличии положительного санитарно-эпидемиологического заключения, выданного в установленном порядке.

Окна в помещениях, где эксплуатируется вычислительная техника, преимущественно должны быть ориентированы на север и северо-восток. Оконные проемы должны быть оборудованы регулируемыми устройствами типа: жалюзи, занавесей, внешних козырьков и др.

Для внутренней отделки интерьера помещений, где расположены ПЭВМ, должны использоваться диффузно-отражающие материалы с коэффициентом отражения для потолка – 0,7 - 0,8; для стен – 0,5 - 0,6; для пола – 0,3 - 0,5.

Полимерные материалы используются для внутренней отделки интерьера помещений с ПЭВМ при наличии санитарно-эпидемиологического заключения.

Помещения, где размещаются рабочие места с ПЭВМ, должны быть оборудованы защитным заземлением (занулением) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации.

3.1.2 Рабочее место оператора и положение за рабочим местом

3.1.2.1 Общие требования

При размещении рабочих мест с ПЭВМ расстояние между рабочими столами с видеомониторами (в направлении тыла поверхности одного видеомонитора и экрана другого видеомонитора), должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов не менее 1,2 м.

Рабочие места с ПЭВМ в помещениях с источниками вредных производственных факторов должны размещаться в изолированных кабинах с организованным воздухообменом.

Рабочие места с ПЭВМ при выполнении творческой работы, требующей значительного умственного напряжения или высокой концентрации внимания, рекомендуется изолировать друг от друга перегородками 1,5 – 2,0 м.

Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600-700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.

Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное раз-

мещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей, характера выполняемой работы.

При этом допускается использование рабочих столов различных конструкций, отвечающих современным требованиям эргономики. Поверхность рабочего стола должна иметь коэффициент отражения 0,5 – 0,7.

Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПЭВМ, позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления. Тип рабочего стула (кресла) следует выбирать с учетом роста пользователя, характера и продолжительности работы с ПЭВМ.

Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья, при этом регулировка каждого параметра должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надежную фиксацию.

Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула (кресла) должна быть полумягкой, с нескользящим, слабо электризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнений.

3.1.2.2 Требования к значениям параметров рабочего места

Значения параметров рабочего стола приведены в таблице 12.

Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПЭВМ, позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления. Тип рабочего стула (кресла) следует выбирать с учетом роста пользователя, характера и продолжительности работы с ПЭВМ.

Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья, при этом регулировка каждого параметра должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надежную

Таблица 12: Значения параметров рабочего стола

Параметры рабочего стола	Значения, мм
Высота рабочей поверхности	регулировка 680-800, или фиксировано 725
Ширина рабочей поверхности	1200
Глубина рабочей поверхности	800
Высота пространства для ног	750
Ширина пространства для ног	900
Глубина пространства для ног на уровне колен	900
Глубина пространства для ног на уровне вытянутых ног	900

фиксацию.

Конструкция рабочего стула должна обеспечивать поверхность сиденья с закругленным передним краем, а также соответствие значений параметров приведённым в таблице 13.

Рабочее место пользователя ПЭВМ следует оборудовать подставкой для ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20 градусов. Поверхность подставки должна быть рифленой и иметь по переднему краю бортик высотой 10 мм.

Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100 – 300 мм от края, обращенного к пользователю или на специальной, регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы.

3.1.2.3 Микроклимат

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, со-

Таблица 13: Значения параметров рабочего стула (кресла)

Параметры рабочего стула (кресла)	Значения
Ширина и глубина поверхности сиденья	не менее 400 мм
Высота поверхности сиденья	400 – 550 мм
Угол наклона поверхности сиденья вперед (назад)	до 15 (5) градусов
Высота опорной поверхности спинки	280 – 320 мм
Ширина опорной поверхности спинки	не менее 380 мм
Радиус кривизны горизонтальной плоскости спинки	400 мм
Угол наклона спинки в вертикальной плоскости	± 30 градусов
Расстояние спинки от переднего края сиденья	260 – 400 мм
Длина подлокотников	не менее 250 мм
Ширина подлокотников	50 – 70 мм
Высота подлокотников над сиденьем	200 – 260 мм
Внутреннее расстояние между подлокотниками	350 – 500 мм

здают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

В помещениях, в которых работа с использованием ПЭВМ является основной и связана с нервно-эмоциональным напряжением, должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата.

В санитарных нормах СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 установлены величины параметров микроклимата, создающие комфортные условия[16]. Эти нормы устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения (значительные или незначительные тепловыделения). В данном дипломном проекте рассматриваются условия труда пользователей ПЭВМ, которые относятся к категории Ia, (интенсивность энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), работа, производимая сидя и сопровождающиеся незначительным физическим на-

пряжением). Величины микроклиматических параметров приведены в таблице 14.

Таблица 14: Оптимальные параметры микроклимата в помещении

Период года	Категория работ по уровню	Температура воздуха, °C	Температура поверхностей, °C	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22-24	21-25	60-40	0,1
Теплый	Ia (до 139)	23-25	22-26	60-40	0,1

Перепады температуры воздуха по высоте и по горизонтали, а также изменения температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2 °C.

3.1.2.4 Аэроионный состав воздуха

В связи с тем, что разработка данного дипломного проекта производилась в помещении, в отделке и (или) мебелировке которых используются синтетические материалы или покрытия, способные накапливать электростатический заряд; а так же - в которых эксплуатируется оборудование, способное создавать электростатические поля, включая видеодисплейные терминалы и прочие виды оргтехники, то необходимо учесть действующие «Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений» (СанПиН 2.2.4.1294-03), а именно:

1. Нормируемые показатели аэроионного состава воздуха

1.1. Аэроионный состав воздуха устанавливается в зависимости от процессов ионизации и деионизации.

1.2. Нормируемыми показателями аэроионного состава воздуха производственных и общественных помещений являются:

- концентрации аэроионов (минимально допустимая и максимально допустимая) обеих полярностей p^+ , p^- , определяемые как ко-

личество аэроионов в одном кубическом сантиметре воздуха (ион/см³);

- коэффициент униполярности Y (минимально допустимый и максимально допустимый) определяемый как отношение концентрации аэроионов положительной полярности к концентрации аэроионов отрицательной полярности.

1.3. Минимально и максимально допустимые значения нормируемых показателей определяют диапазоны концентраций аэроионов обеих полярностей и коэффициента униполярности, отклонения от которых могут привести к неблагоприятным последствиям для здоровья человека.

1.4. Значения нормируемых показателей концентраций аэроионов и коэффициента униполярности приведены в таблице 15.

Таблица 15: Нормируемые показатели аэроионов и коэффициенты униполярности

Нормируемые показатели	Концентрация n^+ (ион/см ³)	Концентрация n^- (ион/см ³)	Коэффициент униполярности Y
Минимально допустимые	$n^+ \geq 400$	$n^- \geq 400$	$0,4 \leq Y \leq 1,0$
Максимально допустимые	$n^+ < 50000$	$n^- < 50000$	

1.5. В зонах дыхания персонала на рабочих местах, где имеются источники электростатических полей (видеодисплейные терминалы или другие виды оргтехники) допускается отсутствие аэроионов положительной полярности.

1.6. Степени вредности отклонений от означенных диапазонов концентрации аэроионов и коэффициента униполярности определяются в соответствии с классификацией условий труда по аэроионному составу воздуха.

1.7. В лечебных целях могут применяться другие показатели аэроионного состава воздуха если это предусмотрено утвержденными в уста-

новленном порядке методиками лечения или применения аэроионизаторов.

2. Требования к проведению контроля аэроионного состава воздуха

2.1. Контроль аэроионного состава воздуха осуществляется в следующих случаях:

- в порядке планового контроля не реже одного раза в год;
- при аттестации рабочих мест;
- при вводе в эксплуатацию оборудования либо материалов, способных создавать или накапливать электростатический заряд (включая видеодисплейные терминалы и прочие виды оргтехники);
- при оснащении рабочих мест аэроионизаторами или деионизаторами.

2.2. Проведение контроля аэроионного состава воздуха помещений следует осуществлять непосредственно на рабочих местах в зонах дыхания персонала и в соответствии с утвержденными в установленном порядке методиками контроля.

3. Требования к способам и средствам нормализации аэроионного состава воздуха

3.1. Если в результате контроля аэроионного состава воздуха выявляется его несоответствие нормированным показателям, рекомендуется осуществление его нормализации.

3.2. Осуществление нормализации аэроионного состава воздуха рекомендуется производить на протяжении всего времени пребывания человека на рабочем месте.

3.3. Для нормализации аэроионного состава воздуха следует применять соответствующие, прошедшие санитарно-эпидемиологическую оценку и имеющие действующее санитарно-эпидемиологическое заключение аэроионизаторы или деионизаторы предназначенные для использования в санитарно-гигиенических целях.

3.4. Санитарно-эпидемиологическая оценка и эксплуатация аэроионизаторов и деионизаторов осуществляется в установленном порядке.

3.1.2.5 Шум и вибрация

На рабочем месте пользователя ПЭВМ источниками шума, как правило, разговаривающие люди, внешний шум, компьютер, принтер, вентиляционное оборудование. Основными источниками внешнего шума являются транспортные потоки на улицах и дорогах.

Нормируемыми параметрами постоянного шума являются уровни звукового давления L , дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 и 8000 Гц. Для ориентировочных расчетов допускается использование уровней звука L_A , дБА.

Допустимые уровни звукового давления, уровня звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах должны соответствовать требованиям СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

Показатели нормируемых уровней шума для помещений офисов, рабочих помещений и кабинетов административных зданий (помещения, где могут располагаться рабочие места сотрудников – разработчиков и эксплуататоров проектируемой системы) приведены в таблице .

Основным из механических факторов производственной среды является вибрация. Она не только вредно действуют на организм, но и мешают человеку выполнять как мыслительные, так и двигательные операции.

Таблица 16: Параметры производственного шума

Уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами									Уровни звука в дБА
31,5 Гц	63 Гц	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1000 Гц	2000 Гц	4000 Гц	8000 Гц	
86 дБ	71 дБ	61 дБ	54 дБ	49 дБ	45 дБ	42 дБ	40 дБ	38 дБ	50

Шум считают в пределах нормы, когда он как по эквивалентному, так и по максимальному уровню не превышает установленные нормативные

значения. Допустимые уровни шума от внешних источников в помещениях установлены при условии обеспечения нормативного воздухообмена, т.е. при отсутствии принудительной системы вентиляции или кондиционирования воздуха, должны выполняться при условии открытых форточек или иных устройств, обеспечивающих приток воздуха.

Защита от шума строительными-акустическими методами должна обеспечиваться:

- рациональным архитектурно-планировочным решением здания;
- применением ограждающих конструкций, обеспечивающих нормативную звукоизоляцию;
- применением звукопоглощающих облицовок в помещении здания;
- применением глушителей шума в системах принудительной вентиляции и кондиционирования воздуха;
- виброизоляцией инженерного и санитарно-технического оборудования зданий.

3.1.3 Освещение

3.1.3.1 Общие требования

Ниже приведены основные требования, предъявляемые к освещению помещений, предназначенных для работы сотрудников с ПЭВМ.

Рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы видеодисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева.

Искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ПЭВМ должно осуществляться системой общего равномерного освещения. В производственных помещениях, в случаях основной работы с документами, можно применять системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов).

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 – 500 лк. Освещение не должно создавать бликов

на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк.

Следует ограничивать прямую блескость от источников освещения, при этом яркость светящихся поверхностей (окна, светильники и др.), находящихся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/м².

Следует ограничивать отраженную блескость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура и др.) за счет правильного выбора типов светильников и расположения рабочих мест по отношению к источникам естественного и искусственного освещения, при этом яркость бликов на экране ПЭВМ не должна превышать 40 кд/м² и яркость потолка не должна превышать 200 кд/м².

Яркость светильников общего освещения в зоне углов излучения от 50 до 90 градусов с вертикалью в продольной и поперечной плоскостях должна составлять не более 200 кд/м², защитный угол светильников должен быть не менее 40 градусов.

Светильники местного освещения должны иметь не просвечивающий отражатель с защитным углом не менее 40 градусов.

Следует ограничивать неравномерность распределения яркости в поле зрения пользователя ПЭВМ, при этом соотношение яркости между рабочими поверхностями не должно превышать 3:1 – 5:1, а между рабочими поверхностями и поверхностями стен и оборудования 10:1.

В качестве источников света при искусственном освещении следует применять преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ. При устройстве отраженного освещения в производственных и административно-общественных помещениях допускается применение металлогалогенных ламп. В светильниках местного освещения допускается применение ламп накаливания, в том числе галогенные.

Для освещения помещений с ПЭВМ следует применять светильники с зеркальными параболическими решетками, укомплектованными электронными пуско-регулирующими аппаратами. Допускается использование многоламповых светильников с электромагнитными пуско-регулирующими аппаратами, состоящими из равного числа опережающих и отстающих ветвей.

Применение светильников без рассеивателей и экранирующих решеток не допускается. При выполнении работы использовались лампы с экранирующими решетками.

Общее освещение при использовании люминесцентных светильников следует выполнять в виде сплошных или прерывистых линий светильников, расположенных сбоку от рабочих мест, параллельно линии зрения пользователя при рядном расположении видеодисплейных терминалов.

Коэффициент запаса (Кз) для осветительных установок общего освещения должен приниматься равным 1,4.

Коэффициент пульсации не должен превышать 5%.

Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещениях для использования ПЭВМ проводится чистка стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и своевременную замену перегоревших ламп.

3.1.4 Расчёт освещения

3.1.4.1 Искусственное освещение

Так как минимальным объектом различения при работе с ПЭВМ является пиксель, размер которого составляет 0.28мм, то выполняемый вид работ считаем зрительной работой очень высокой точности[17].

Нормы для искусственного освещения приведены в таблице 17.

При работе оператора разрабатываемой подсистемы предполагается работа при среднем контрасте и светлом фоне. Таким образом, нормированная минимально-допустимая освещенность при общем освещении составляет 300 лк.

Основным методом расчета общего равномерного освещения при горизонтальной рабочей поверхности является метод светового потока (коэффициента использования). Необходимый световой поток $\Phi_{\text{л}}$ (лм) от одной лампы накаливания или группы ламп светильника при люминесцентных лампах рассчитывают по формуле 1.

$$\Phi_{\text{осв}} = \frac{E_{\text{н}} \cdot S \cdot z \cdot k}{N_{\text{с}} \cdot \eta}, \quad (1)$$

где $E_{\text{н}}$ – нормированная минимально-допустимая освещенность (лк),

Таблица 17: Нормы для искусственного освещения

Характеристика зрительной работы	Размер объекта различения, мм	Контраст объекта с фоном	Фон	Освещенность, лк	
				Комбинированное освещение	Общее освещение
Очень высокой точности	0,15 - 0,30	малый	темный	4000	-
		малый	средний	3000	750
		средний	темный	2500	600
		малый	светлый	2000	500
		средний	средний	1500	400
		большой	темный		
		средний	светлый	1000	300
		большой	светлый	750	200
		большой	средний		

которая определяется нормативом (см. таблицу 17); S — площадь освещаемого помещения (м^2); z — коэффициент неравномерности освещения, который зависит от типа ламп (для ламп накаливания и дуговых ртутных ламп — 1,15, для люминесцентных ламп — 1,1); k — коэффициент запаса, согласно [18] равен 1,4; N_c — число светильников в помещении; η — коэффициент использования светового потока ламп, учитывающий долю общего светового потока, приходящуюся на расчетную плоскость, и зависящий от типа светильника, коэффициента отражения потолка $\rho_{\text{п}}$ и стен $\rho_{\text{с}}$, высоты подвеса светильников, размеров помещения, определяемых индексом i помещения. Индекс помещения определяется по формуле 2

$$i = \frac{A \cdot B}{H_c \cdot (A + B)}, \quad (2)$$

где A и B — длина и ширина помещения, м; H_c — высота подвеса светильников над рабочей поверхностью.

Коэффициент использования светового потока ламп определяют по таблицам, приводимым в СНиП 23—05—95 в зависимости от типа светильника, $\rho_{\text{п}}$, $\rho_{\text{с}}$ и индекса i . По полученному в результате расчета по формуле 1 световому потоку по ГОСТ 2239-79* и ГОСТ 6825-91 выбирают ближай-

шую стандартную лампу и определяют ее необходимую мощность. Умножив электрическую мощность лампы на количество светильников N_c , можно определить электрическую мощность всего освещения помещения.

Расчет освещения от светильников с люминесцентными лампами целесообразно выполнять, предварительно задавшись типом, электрической мощностью и величиной светового потока ламп. С использованием этих данных необходимое число светильников определяют по формуле 3.

$$N_c = \frac{E_n \cdot S \cdot z \cdot k}{\Phi_{осв} \cdot N_p \cdot \eta}, \quad (3)$$

Проведем расчет и определим тип и мощность используемых ламп для помещения со следующими параметрами:

- Ширина $a = 6\text{м}$;
- Длина $b = 4\text{м}$;
- Высота потолков $h = 4\text{м}$;
- Высота стола $h_c = 0,8\text{м}$;
- Высота подвеса $h_p = h - h_c = 3,2\text{м}$.

Этапы расчета:

1. Вычислим индекс помещения:

$$i = \frac{6 \cdot 4}{3,2 \cdot (4 + 6)} = 0,75,$$

2. Число светильников N определим исходя из того, что будет установлено 3 ряда светильников по одному светильнику в ряду:

$$N = 3 \cdot 2 = 6\text{шт.}$$

3. Определим коэффициент использования светового потока по таблицам, приводимым в СНиП 23-05-95, как:

$$\eta = 0,4$$

- коэффициента отражения потолка $\rho_{\text{п}} = 70\%$;
- коэффициента отражения стен $\rho_{\text{с}} = 50\%$;

4. Определим общий необходимый световой поток при условиях:

- Коэффициент неравномерности освещения для люминесцентных ламп $z = 1,1$;
- Нормированная минимально-допустимая освещенность для общего освещения равна $E_{\text{Н}} = 300 \text{ лк}$;
- Площадь помещения $S = a * b = 4 * 5 = 20 \text{ м}^2$;
- Коэффициент запаса согласно рекомендуемым в нормативах Сан-ПиН 2.2.2/2.4.1340-03 – $K_3 = 1,4$;

$$\Phi_{\text{осв}} = \frac{300 \cdot 20 \cdot 1,1 \cdot 1,4}{0,4} = 23\,100 \text{ лк}$$

5. Определим световой поток, приходящийся на один светильник:

$$\Phi_{\text{св}} = \Phi_{\text{осв}} / N = 23\,100 / 3 = 7\,700 \text{ лк}$$

6. Определим световой поток, приходящийся на одну лампу (в применяемых светильниках используется две лампы):

$$\Phi_{\text{л}} = \Phi_{\text{св}} / 2 = 3\,850 \text{ лк}$$

7. Определим тип лампы по таблице:

Для значения светового потока $\Phi_{\text{л}} = 3850 \text{ лм}$ подходит два типа ламп:

- ЛД, 80 Вт, 4070 лм;
- ЛБ, 65 Вт, 4550 лм.

С точки зрения минимизации расхода электроэнергии, выберем второй вариант, т.к. он более экономичный. Суммарный выигрыш в мощности ламп на указанное помещение составит:

Таблица 18: Световой поток наиболее распространенных люминесцентных ламп напряжением 220 В

Тип лампы	Световой поток, лм, при мощности, Вт					
	15	20	30	40	65	80
ЛДЦ	500	820	1450	2100	3050	3560
ЛД	540	920	1640	2340	3575	4070
ЛХБ	675	935	1720	2600	3820	4440
ЛБ	760	1180	2100	3000	4550	5220

$$\Delta = (80 - 65) \cdot 3 \cdot 2 = 120 \text{ Вт}$$

Сравнение теоретических и практических результатов представлено в таблице 19.

Таблица 19: Сравнение теоретических и практических результатов

	Теоретические (расчетные) значения	Практические значения
Световой поток от одной лампы	3850 лм	4550 лм
Количество ламп	12	12
Световой поток от всех ламп	23 100 лм	27 300 лм

Приведенный расчет показал, что практическое значение светового потока больше теоретического на 4200 лм (15%).

Вывод

В результате проведенных расчетов для рассматриваемого помещения определено:

- Общее количество светильников – 3 штук;
- Общее количество ламп – 6 штук (т.к. в каждом светильнике по две лампы);

- Тип лампы – ЛБ;
- Мощность лампы – 65 Вт;
- Общий световой поток искусственного освещения – 27 300 лм.

3.1.4.2 Схема расположения светильников в помещении операторов ПЭВМ

Светильник скомпонован из двух ламп. Светильники расположены в три ряда по одному светильнику в каждом ряду. Тип используемых ламп – ЛБ–65 (люминесцентная лампа дневного света, мощность 65 Вт).

Схема расположения светильников в помещении изображена на рис. 4

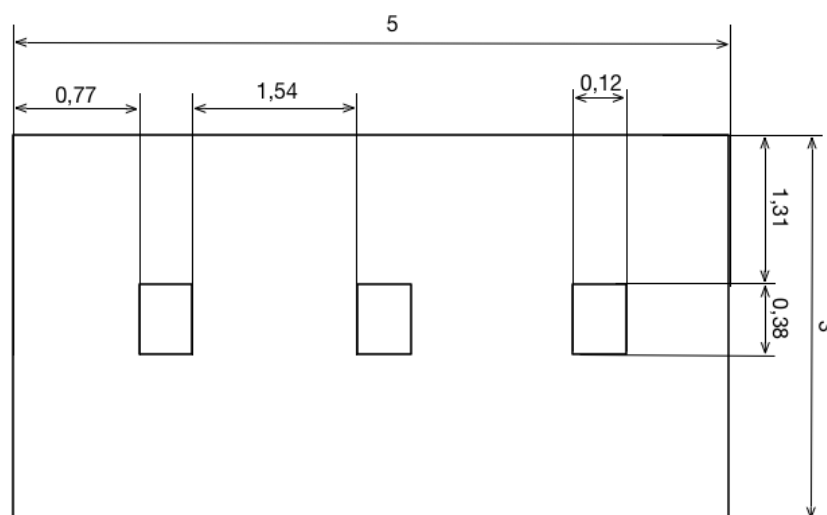


Рис. 4: Схема расположения светильников в помещении операторов ПЭВМ.

3.2 Утилизация и списание аппаратных комплектующих

Списание техники организация должна проводить, подтверждая факт утилизации компьютеров и оргтехники. Для организаций эта норма предписана Федеральным законом "Об отходах производства и потребле-

ния. То есть, списанная, но не утилизированная техника – это серьезное нарушение закона, не говоря уже об угрозе окружающей среде.

3.2.1 Стандартная процедура списания и утилизации техники

Стандартный процесс списания техники и утилизации компьютерного оборудования включает в себя следующие шаги:

- Компания, перед которой стоит цель списания техники, создает специальную внутреннюю комиссию. Ее основной задачей будет принятие коллегиального решения о том, какую именно технику уже пора списывать.
- Решение о списании компьютеров и оргтехники данной комиссии непременно должно базироваться на экспертном заключении. Эксперт может быть как штатным сотрудником компании (обязательно иметь подтверждающие документы по образованию в сфере обслуживания/ремонта данной техники), так и привлеченным извне независимым специалистом. Обязательно потребуется акт технической экспертизы компьютеров или оргтехники, проведенной компанией-производителем, либо другой компанией, имеющее разрешение на обслуживание и ремонт данной техники. Такой акт технической экспертизы компьютеров и оборудования документально подтверждает, что техника неисправна, ее ремонт нецелесообразен и ей пора на покой. Можно списывать и утилизировать старую технику.
- Чтобы окончательно завершить списание оргтехники и компьютеров и забыть о них, придется предоставить еще и документальное подтверждение того, что он действительно был правильно утилизирован, а не продолжил уничтожать нашу экосистему, распадаясь на тяжелые металлы и ядовитые соединения.

Очевидно, что данная процедура списания компьютеров и утилизации оборудования очень долгая и сложная. Правильней было бы заключить договор на утилизацию и поручить утилизацию оборудования специализированной компании.

Компании предлагают услугу вывоза и утилизации компьютерной техники и оргтехники, которая поможет быстро, законно и с минимальными затратами сил и времени избавиться от старой техники.

После заключения договора, специализированная компания несет ответственность за то, чтобы провести правильное списание оргтехники и корректно выполнить вывоз и утилизацию компьютеров и прочей старой техники. При утилизации старых компьютеров происходит их разбо­ротк а на фракции: металлы, пластмассы, стекло, провода, штекеры. Из одной тонны компьютерного лома получают до 200 кг меди, 480 кг железа и нержавеющей стали, 32 кг алюминия, 3 кг серебра, 1 кг золота и 300 г палладия.

Переработку промышленных отходов производят на специальных полигонах, создаваемых в соответствии с требованиями СНиП 2.01.28-85 и предназначенных для централизованного сбора обезвреживания и захоронения токсичных отходов промышленных предприятий, НИИ и учреждений.

Список литературы

1. Р.В. Жуков. Методы оценки положения объекта в пространстве // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана Электрон. журн. 2012. № 10. 2012. Режим доступа: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/636938.html> [Дата обращения 05.11.2013].
2. Оптический поток. Свободная энциклопедия Википедия. Режим доступа: http://en.wikipedia.org/wiki/Optical_flow. [Дата обращения 10.03.2014].
3. То, что вы хотели знать про оптический поток, но стеснялись спросить. Коллективный блог Habrahabr. Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/201406/>. [Дата обращения 14.03.2014].
4. Вычисление оптического потока методом Лукаса-Канаде. Теория. Коллективный блог Habrahabr. Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/169055/>. [Дата обращения 14.03.2014].

5. Медведев Е.М. Данилин И.М. Мельников С.Р. ЛАЗЕРНАЯ ЛОКАЦИЯ ЗЕМЛИ И ЛЕСА [Электронный ресурс] // электронная версия книги. Режим доступа: <http://www.laserlocation.ru/chapter4.4.htm>. [Дата обращения 21.10.2013].
6. Рыскание. Свободная энциклопедия Википедия. Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%8B%D1%81%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5>. [Дата обращения 10.05.2014].
7. Крен. Свободная энциклопедия Википедия. Режим доступа: http://en.wikipedia.org/wiki/Angle_of_list. [Дата обращения 10.05.2014].
8. Тангаж. Свободная энциклопедия Википедия. Режим доступа: [http://en.wikipedia.org/wiki/Pitch_\(aviation\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Pitch_(aviation)). [Дата обращения 11.05.2014].
9. ROS (операционная система). Свободная энциклопедия Википедия. Режим доступа: http://en.wikipedia.org/wiki/Robot_Operating_System. [Дата обращения 11.05.2014].
10. Geiger Andreas, Ziegler Julius, Stiller Christoph. StereoScan: Dense 3d Reconstruction in Real-time // Intelligent Vehicles Symposium (IV). 2011.
11. Kitt Bernd, Geiger Andreas, Lategahn Henning. Visual Odometry based on Stereo Image Sequences with RANSAC-based Outlier Rejection Scheme // Intelligent Vehicles Symposium (IV). 2010.
12. Project Tango от Google: смартфон с 3D-сканером пространства. Коллективный блог Habrahabr. Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/213381/>. [Дата обращения 13.05.2014].
13. Project Tango. Project official site. Режим доступа: <https://www.google.com/atap/projecttango/>. [Дата обращения 13.05.2014].
14. Визуальное определение местоположения робота. SMP robotics. Режим доступа: <http://www.smprobotics.ru/technologies/vizualnoe-opredelenie-mestopolozheniya-robota/>. [Дата обращения 13.05.2014].

15. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы".
16. 2. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПин 2.2.4 1294-03 "Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений".
17. СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*».
18. Расчет искусственного освещения: Методическое пособие по разделу "Охрана труда" в дипломных проектах. МГТУ им.Баумана. М, 1976.