

Некоммерческое акционерное общество
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»

Кафедра «Телекоммуникационные системы»

Специальность: 6М071900 «Радиотехника, электроника и телекоммуникации»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Зав. кафедрой
к.т.н., профессор Байкенов А.С.
(ученая степень, звание, ФИО)

_____ (подпись)

« _____ » _____ 2016 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ
пояснительная записка

на тему: «Исследование статистических характеристик GPS Traser в организации учебного процесса АУЭС»

Магистрант: Каби Е.К. _____ группа МТСп-14-01
(Ф.И.О.) _____ (подпись)

Руководитель: к.т.н., профессор _____ Байкенов А.С.
(ученая степень, звание) _____ (подпись) _____ (Ф.И.О.)

Рецензент _____
(ученая степень, звание) _____ (подпись) _____ (Ф.И.О.)

Консультант по ВТ: ст. преподаватель _____ Демидова Г. Д.
(ученая степень, звание) _____ (подпись) _____ (Ф.И.О.)

Нормоконтроль: ст. преподаватель _____ Кондратович А. П.
(ученая степень, звание) _____ (подпись) _____ (Ф.И.О.)

Алматы 2016

**Некоммерческое акционерное общество
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»**

Факультет: «Радиотехники и связи»

Специальность: 6М071900 «Радиотехника, электроника и телекоммуникации»

Кафедра: «Телекоммуникационные системы»

ЗАДАНИЕ

на выполнение магистерской диссертации

Магистранту: Каби Е.К.

(фамилия, имя, отчество)

Тема диссертации: «Исследование статистических характеристик GPS Traser в организации учебного процесса АУЭС»

Утверждена Ученым советом университета № ___ от «___» _____

Срок сдачи законченной диссертации «___» _____

Цель исследования: Исследование статистических характеристик GPS Traser в организации учебного процесса АУЭС

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации вопросов или краткое содержание магистерской диссертации:

1. Спутниковая система навигации
2. Система глобального позиционирования (GPS)
3. Разработка имитационной модели
4. Исследование характеристик надежности системы

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

Рисунок 1.1- Сеть навигационных спутников вокруг Земли

Рисунок 1.2 - Структурная схема спутниковой системы навигации

Рисунок 1.3 - Схема определений местоположения потребителя с координатами x , y , z

Рисунок 1.4 - Одномерное положения пользователя

Рисунок 1.5 - Двухразмерное положения пользователя

Рисунок 1.6 - Октет идеальной сферической земли

Рисунок 2.4 - Функциональная схема GPS трекера

Рисунок 3.1 - Структурная схема модели

Рисунок 3.2 – Главное окно системы GPSS World

Рисунок 3.3 – Диалоговое окно Insert GPSS Blocks

Рисунок 3.10 Зависимость быстродействия сервера от числа клиентов

Рекомендуемая основная литература

1. Parkinson, B. W., Spilker, J. J. Jr., Global Positioning System: Theory and Applications, vols. 1 and 2, American Institute of Aeronautics and Astronautics, 370 L'Enfant Promenade, SW, Washington, DC, 1996.
2. "System specification for the navstar global positioning system," SS-GPS-300B code ident 07868, March 3, 1980.

Г Р А Ф И К
подготовки магистерской диссертации

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
1. Информационный обзор согласно теме	05.10.2014	
2. Обзор систем позиционирования	14.01.2015	
3. Исследование характеристик надежности системы	02.02.2015	
4. Разработка имитационной модели	18.10.2015	
5. Анализ полученных экспериментальных и расчетных данных	10.12.2015	

Дата выдачи задания _____

Заведующий кафедрой _____ (подпись) (Байкенов А. С.)
(Ф.И.О.)

Руководитель диссертации _____ (подпись) (Байкенов А. С.)
(Ф.И.О.)

Задание принял к исполнению магистрант _____ (подпись) (Каби Е.К.)
(Ф.И.О.)

Аннотация

В данной диссертации рассматривается исследование статистических характеристик GPS Traser в организации учебного процесса АУЭС. AUPET GPS TRACER – система автоматического контроля посещаемости студентов/ учащихся, основанных на использование GPS навигаторов, комплектующих сотовые телефоны, находящиеся в индивидуальном пользование.

Посещаемость студентов регистрируется с помощью программы, установленной на смартфон студента, через определение его координат (широты и долготы) по GPS приемнику, встроенного в смартфон, и сравнении их с координатами аудитории и учебного заведения, также применяется определение координат на основе служебной информации сети GSM.

В расчетной части выполнены статистические расчеты система автоматического контроля посещаемости студентов/ учащихся.

Annotation

In this thesis research of statistical characteristics of use of GPS Tracer at introduction in AUES is considered. AUPET GPS TRACER – system of automatic control of attendance of the students / pupils based on use of the GPS navigators completing the cell phones which are in individual use. Attendance of students regisirutsya by means of the program installed on the student's smartphone, through determination of its coordinates (width and longitude) on the GPS receiver, built in the smartphone, and their comparison with coordinates of audience and educational institution, determination of coordinates on the basis of office information of the GSM network is also applied.

In settlement part statistical calculations system of automatic control of attendance of students / pupils are executed

Аңдатпа

Берілген диссертациялық жұмыста АЭЖБУ қабырғасында GPS Traser енгізу және оның статистикалық сипаттамаларын зерттеу қарастырылуда. AUPET GPS TRACER – студенттердің оқушылардың жеке қолданысындағы ұялы телефондарын қамтамасыздандаратын, GPS бағыттауышқа негізделген автоматты сабаққа қатысуды бақылаушы жүйе. Студенттердің сабаққа қатысуы бағдарлама арқылы тіркеледі, ол өздерінің ұялы телефондарына орнатылып, телефондағы GPS қабылдағыш арқылы оқу бөлмесі мен оқу орнының орналасу нүктелерін салыстырып, GSM қызметтерінің де мәліметтерін пайдаланып жұмыс істейді. Есептік бөлімде автоматты сабаққа қатысуды бақылаушы жүйесінің статистикалық есептеулері көрсетілген.

Содержание

Введение	Ошибка! Закладка не определена.
1 Основная часть	Ошибка! Закладка не определена.
_ 1.1 Спутниковая система навигации	Ошибка! Закладка не определена.
_ 1.2 Основные элементы системы.....	Ошибка! Закладка не определена.
_ 1.3 Принцип работы системы навигации.	Ошибка! Закладка не определена.
_ 1.4 Система времени	Ошибка! Закладка не определена.
_ 1.5 Навигационное сообщение.....	Ошибка! Закладка не определена.
_ 1.6 Факторы влияющие на снижение точности	Ошибка! Закладка не определена.
2 Система глобального позиционирования (GPS)	Ошибка! Закладка не определена.
_ 2.1 Краткий обзор Global Positioning System	Ошибка! Закладка не определена.
_ 2.2 Краткая история возникновения и развития системы GPS	Ошибка! Закладка не определена.
_ 2.3 Принцип работы системы GPS	Ошибка! Закладка не определена.
_ 2.4 Техническая реализация системы глобального позиционирования.	Ошибка! Закладка не определена.
_ 2.5 Радиочастотные характеристики	Ошибка! Закладка не определена.
_ 2.6 Применение GPS	Ошибка! Закладка не определена.
_ 2.7 GPS трекер	Ошибка! Закладка не определена.
_ 2.8 Классификация GPS трекеров.....	Ошибка! Закладка не определена.
_ 2.9 Использование GPS трекеров	Ошибка! Закладка не определена.
3 Исследование характеристик надежности системы	Ошибка! Закладка не определена.
4 Экспериментальная часть.....	Ошибка! Закладка не определена.
5 Расчетная часть.....	Ошибка! Закладка не определена.
Заключение	59
Список литературы	60
Приложение А	60
Приложение Б	Ошибка! Закладка не определена.
Приложение В.....	Ошибка! Закладка не определена.

Введение

Особое место в развитии систем спутниковой связи занимает возможность отслеживания местоположения объекта. Процесс отслеживания – это комплекс методов измерений, позволяющих измерить точное местоположение объекта в реальном времени. Данный комплекс методов основан на измерении расстояния от антенны на объекте, координаты которого необходимо получить, до спутников, положение которых известно с большой точностью.

В настоящее время процесс отслеживания объектов используется практически в любом направлении деятельности, в частности можно выделить наиболее значимые направления:

- отслеживание положения личного автомобильного транспорта;
- отслеживание места положения человека;
- отслеживания перевозки грузов;
- отслеживание положения военных объектов;
- наблюдения за природными явлениями;

Всемирная распространённость, техническая не совершенность системы и устройств, используемых при измерении, подчёркивают актуальность данной темы.

Одним из основных компонентов системы позиционирования является устройство, под названием GPS-tracer. Устройство осуществляет прием-передачу данных для спутникового мониторинга любых объектов, к которым оно прикрепляется, использующее глобальную и локальную систему позиционирования, для точного определения местонахождения объекта. Современная схемотехническая база позволяет реализовать данное устройство с максимальной эффективностью и простотой пользования.

Целью данной дипломной работы является исследование статистических характеристик использования GPS Tracer в организации учебного процесса АУЭС.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать методику работы спутниковых систем навигации;
- выполнить обзор систем позиционирования;
- разработать имитационную модель;
- описать логику работы;
- дать рекомендации по серверу.

Таким образом, перед нами становится задача исследование характеристик приложения для дистанционного мониторинга.

1 Основная часть

1.1 Спутниковая система навигации

Спутниковая система навигации — комплексная электронно-техническая система, состоящая из совокупности наземного и космического оборудования, предназначенная для определения местоположения, (географических координат и высоты) и точного времени, а также параметров движения (скорости и направления движения и т. д.) для наземных, водных и воздушных объектов.

Во время Второй мировой войны у флотилий США и Великобритании появился весомый козырь – навигационная система LORAN, использующая радиомаяки. По окончании боевых действий технологию в свое распоряжение получили гражданские суда «про-западных» стран. Спустя десятилетие СССР ввела в эксплуатацию свой ответ – навигационная система «Чайка», основанная на радиомаяках, используется по сей день.

Но у наземной навигации есть существенные недостатки: неровности земного рельефа становятся преградой, а влияние ионосферы негативно сказывается на времени передачи сигнала. Если между навигационным радиомаяком и судном слишком большое расстояние, погрешность определения координат может измеряться километрами, что недопустимо.

На смену наземным радиомаякам пришли спутниковые навигационные системы для военных целей, первая из которых – американская Transit (другое название NAVSAT) – была запущена в 1964 году. Шесть низкоорбитальных спутников обеспечивали точность определения координат до двух сотен метров.

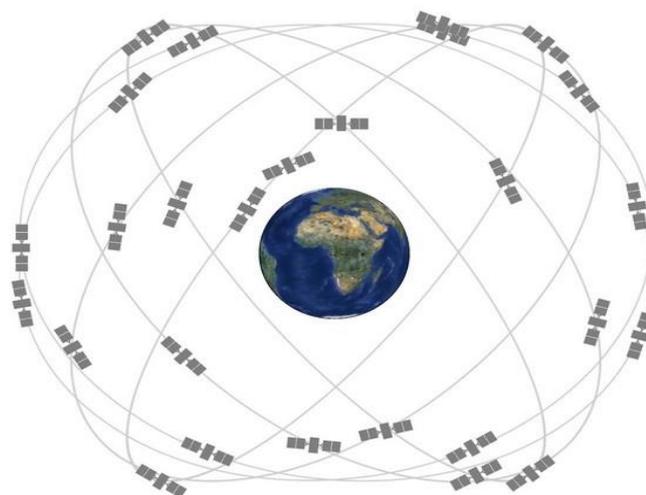


Рисунок 1.1- Сеть навигационных спутников вокруг Земли

В 1976 году СССР запустила аналогичную военную навигационную систему «Циклон», а через три года – еще и гражданскую под названием «Цикада». Большим недостатком ранних систем спутниковой навигации было то, что пользоваться ими можно было лишь короткое время на протяжении часа. Низкоорбитальные спутники, да еще и в малом количестве, были не способны обеспечить широкое покрытие сигнала.

1.2 Основные элементы навигационной системы

Основные элементы навигационной системы:

- Орбитальная группировка, состоящая из нескольких (от 2 до 30) спутников, излучающих специальные радиосигналы;
- Наземная система управления и контроля (наземный сегмент), включающая блоки измерения текущего положения спутников и передачи на них полученной информации для корректировки информации об орбитах;
- Приёмное клиентское оборудование («спутниковые навигаторы»), используемое для определения координат;
- Опционально: наземная система радиомаяков, позволяющая значительно повысить точность определения координат;
- Опционально: информационная радиосистема для передачи пользователям поправок, позволяющих значительно повысить точность определения координат.

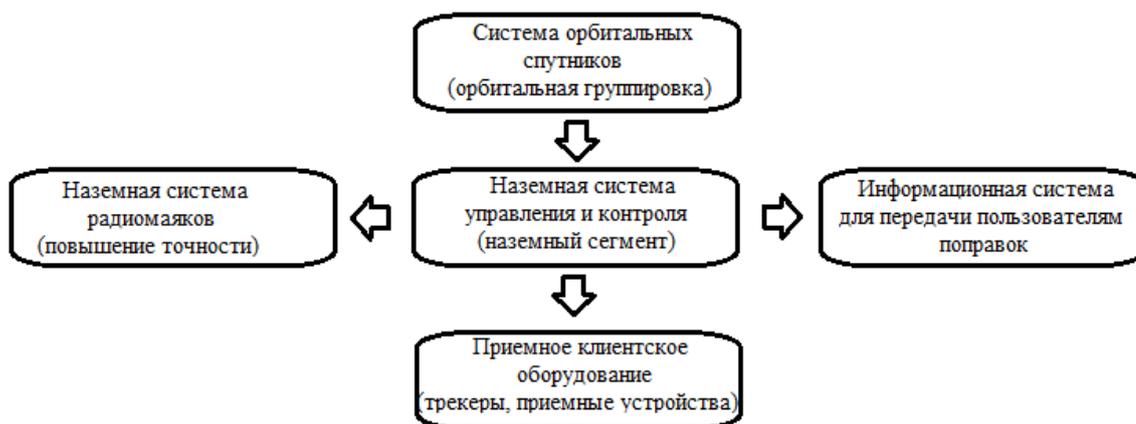


Рисунок 1.2 - Структурная схема спутниковой системы навигации

Космический сегмент, состоящий из навигационных спутников, представляет собой совокупность источников радионавигационных сигналов, передающих одновременно значительный объем служебной информации. Основные функции каждого спутника - формирование и излучение радиосигналов, необходимых для навигационных определений потребителей и контроля бортовых систем спутника.

На фоне изменений климата, глобального потепления, а также постоянного роста стоимости электроэнергии лифтостроительная промышленность приняла добровольные меры и обязалась выполнять положения директивы VDI Guideline 4707, для того, чтобы справиться с задачами повышения эффективности использования электроэнергии. Компания TUV SUD Industrie Service поддерживает деятельность владельцев и производителей подъемных лифтовых систем, направленную на повышение их экологической благоприятности и экономичности, предлагая сертификат «Энергосберегающего подъемного устройства», подтверждающий соответствие директиве VDI Guideline 4707, чтобы помочь выявить потенциал экономии энергии, сокращения расходов и выбросов, а также сбережения ресурсов.

В пользовательский сегмент входит аппаратура потребителей. Она предназначена для приема сигналов от навигационных спутников, измерения навигационных параметров и обработки измерений. Для решения навигационных задач в аппаратуре потребителя предусматривается специализированный встроенный компьютер. Разнообразие существующей аппаратуры потребителей обеспечивает потребности наземных, морских, авиационных и космических (в пределах ближнего космоса) потребителей.

1.3 Принцип работы системы навигации

Современная спутниковая навигация основывается на использовании принципа беззапросных дальномерных измерений между навигационными

спутниками и потребителем. В настоящее время директива VDI Guideline 4707 является единственным официальным документом, который дает методические указания по определению потребляемой лифтами энергии. Сертификат энергетической эффективности лифтов по стандарту VDI Guideline 4707 разработан по инициативе лифтостроительной промышленности и следует образцу Европейских директив по энергосбережению. В этой директиве описана процедура, позволяющая сравнивать эффективность использования энергии лифтами и, соответственно, классифицировать их. Директива VDI Guideline 4707, например, вводит для лифтов классы энергосбережения. Классы от А до G, которые ранее использовались для бытовой техники, теперь используются и для систем лифтов.

Целью данной директивы является введение стандартизованных критериев для оценки потребности в энергии и ее потребления лифтами. Директива 2002/91/ЕС Европейского парламента и Совета от 16 декабря 2002 года делает Сертификаты энергетических характеристик обязательными для оборудования зданий, однако это не относится к лифтам. Это означает, что уменьшение потребления электроэнергии путем повышения эффективности ее использования все еще остается добровольной мерой лифтостроительной промышленности.

На рисунке 1.3 приведена схема определений местоположения потребителя с координатами x, y, z на основе измерений дальности до четырех навигационных спутников.

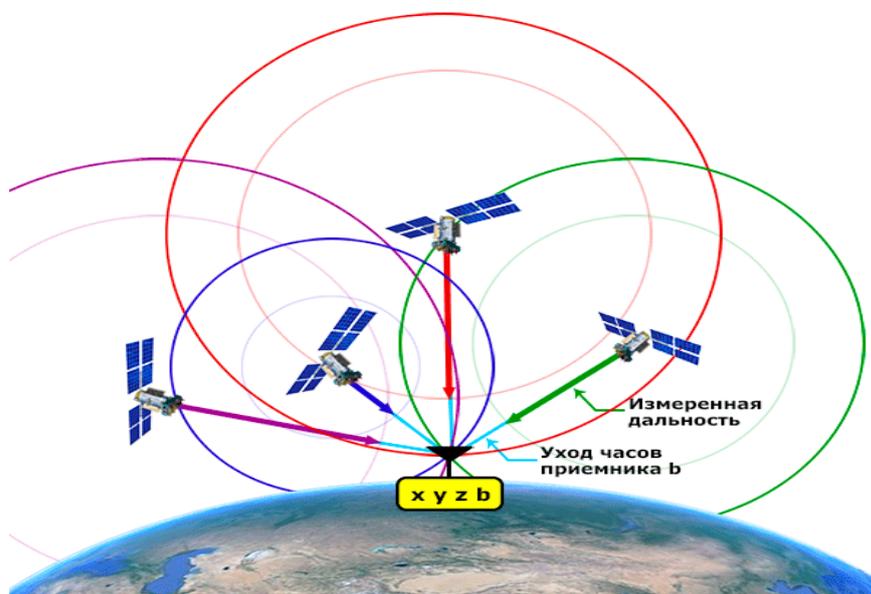


Рисунок 1.3 - Схема определений местоположения потребителя с координатами x, y, z

Системы координат, начало которых совпадает с центром масс Земли, называют геоцентрическими. Земные геоцентрические системы координат называют также общеземными или глобальными, мировыми

референцными (опорными), или условными земными системами (условными – то есть принятыми по соглашению). Общеземные системы определяются и поддерживаются при использовании измерений нескольких подсистем: измерения на радиointерферометрах со сверхдлинной базой (РСДБ), лазерная локация КА, лунная лазерная локация, доплеровские спутниковые измерения DORIS (Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite), навигационные измерения КА ГЛОНАСС и GPS.

Передаваемые каждым космическим аппаратом (КА) системы ГЛОНАСС в составе оперативной информации эфемериды описывают положение фазового центра передающей антенны данного КА в связанной с Землей геоцентрической системе координат ПЗ-90, определяемой следующим образом:

Потребляемая лифтами электроэнергия составляет существенную часть общих расходов здания на энергию. В виду растущей стоимости электроэнергии уменьшение потребления электричества приобретает все большее значение и для лифтостроительной отрасли. Для уменьшения расхода энергии и реализации потенциала энергосбережения важна детальная оценка ее потребления в лифте - например, путем установки интеллектуальной системы управления лифтом или системы освещения кабины.

Сертификация лифтов, согласно стандарту VDI Guideline 4707, обеспечивает надежное руководство для владельцев лифтов, снабженцев, строительных подрядчиков, архитекторов и планировщиков при оценке общей потребности в энергии устанавливаемых ими лифтов. Она предоставляет сертификат, документально подтверждающий эффективность использования энергии данным лифтом, и протокол, выявляющий реальный потенциал энергосбережения.

Фундаментальные геодезические константы и основные параметры общеземного эллипсоида, принятые в системе координат ПЗ-90 приведены в таблице 1.

Таблица 1. Геодезические константы и параметры общеземного эллипсоида ПЗ 90.

Угловая скорость вращения Земли	$7,292115 \times 10^{-5}$ радиан/с
Геоцентрическая константа гравитационного поля Земли с учетом атмосферы	398 $600,44 \times 10^9 \text{ м}^3/\text{с}^2$
Геоцентрическая константа гравитационного поля атмосферы Земли (fM_a)	0.35×10^9 $\text{м}^3/\text{с}^2$
Скорость света	$299\ 792\ 458$ м/с

Большая полуось эллипсоида	6 378 136 м
Коэффициент сжатия эллипсоида	$1/298,257$ 839 303
Гравитационное ускорение на экваторе Земли	978 032,8 мгал
Поправка к гравитационному ускорению на уровне моря, обусловленная влиянием атмосферы Земли	-0,9 мгал
Вторая зональная гармоника геопотенциала (J_2^0)	$1082625,7 \times 10^{-9}$
Четвертая зональная гармоника геопотенциала (J_4^0)	(- $2370,9 \times 10^{-9}$)
Нормальный потенциал на поверхности общеземного эллипсоида (U_0)	62 636 $861,074 \text{ м}^2/\text{с}^2$

Характеристики GPS устройств перечислены ниже:

1. корневая среднеквадратическая погрешность положения пользователя должна быть 10–30м.

2. Должны применяться для навигации в реальном времени по всем пользователям, включая очень динамичного пользователя, такого пользователя как в высокоскоростном самолете, обладающего гибкой маневренностью.

3. Сфера действия должна распространяться по всему миру. Таким образом, для охвата центральных регионов спутники должны быть в наклоненных орбитах.

4. До определенной степени переданные сигналы должны допускать преднамеренные помехи и непреднамеренные помехи. Например, гармоники от узкополосных сигналов не должны мешать его работе. Преднамеренные помехи сигналов GPS серьезно

сказываются на военных применениях.

5. Вовсе не требуется, чтобы в каждом приемнике GPS применялись высокоточные часы, такие как на основе атомных эталонов.

6. При первом включении приемника ему нужны минуты, а не часы для нахождения положения пользователя.

7. Размер принимаемой антенны должен быть не большим по размеру. Коэффициент затухания сигнала через пространство должен поддерживаться достаточно небольшим. Эти требования в комбинации с наличием локализации диапазона частот определяет несущую частоту устройства GPS в полосе частот L (1-2 GHz) микроволнового диапазона.

В пространстве положение определенной точки можно обнаружить с расстояния, измеренного с этой точки до определенных известных положений в пространстве. Приведем ряд примеров для показа этой точки. На рисунке 2.1

положение пользователя находится на оси - x ; это одномерный случай. Если положение спутника S_1 и расстояние до спутника x_1 известны оба, то положение пользователя может быть в двух местах, или влево или вправо от S_1 . Для определения положения пользователя следует измерить расстояние до другого спутника с известным положением. На этом рисунке положения S_2 и x_2 исключительно определяют положение пользователя U . На рисунке 2.2 представлен двухразмерный случай. Для определения положения пользователя требуются три спутника и три расстояния. След точки с постоянным расстоянием до фиксированной точки представляет собой окружность в двухразмерном случае. Два спутника и два расстояния – это два возможных решения, так как две окружности пересекаются в двух точках. Для определения положения пользователя необходима третья окружность. По подобным причинам можно было бы решить, что в трехразмерном случае нужны четыре спутника и четыре расстояния. Линия с равным расстоянием до фиксированной точки представляет собой сферу в трехразмерном случае. Две сферы пересекаются, чтобы образовать окружность. Эта окружность пересекается с другой сферой для получения двух точек. Для того, чтобы определить, какая точка является положением пользователя, необходим еще один спутник.

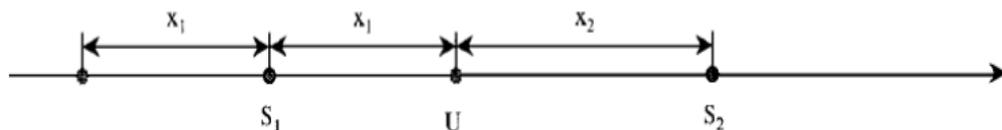


Рисунок 1.3.1 - Одномерное положение пользователя

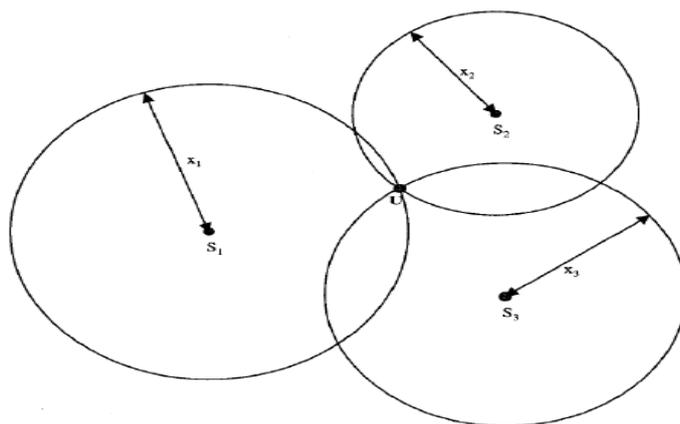


Рисунок 1.3.2 - Двухразмерное положение пользователя

В GPS положение спутника известно от эфемероидных данных, переданных спутником. Можно измерить расстояние от приемника до спутника. Поэтому, можно определить положение приемника. Как

упоминалось выше, предполагалось, что расстояние, измеренное от пользователя до спутника, было очень точным, и систематическая погрешность отсутствовала. Однако, расстояние, измеренное между приемником и спутником, содержало постоянное неизвестное смещение, так как обычно часы пользователя отличаются от часов GPS. Требуется дополнительный спутник для того, чтобы устранить погрешность смещения. Поэтому необходимо пять спутников для того, чтобы выявить положение пользователя. При использовании четырех спутников, и если применяется замеренное расстояние с систематической погрешностью, то для того, чтобы измерить положение пользователя, возможны два решения проблемы. Теоретически невозможно определить положение пользователя. Но одно из решений близко к поверхности земли, а другое находится в пространстве. Так как положение пользователя обычно располагается близко к поверхности земли, то его однозначно можно определить. Поэтому, в общем можно заявить, что для определения положения пользователя можно использовать четыре спутника, даже если в замеренном расстоянии присутствует систематическая погрешность. Метод разрешения проблемы, связанной с положением пользователя. Первоначальное положение часто выбирается в центре земли. Использование итерационного метода, скорее всего, приведет к правильному решению проблемы. В нижеследующем разделе считается, что как минимум четыре спутника требуются для нахождения положения пользователя.

При наличии более четырех спутников наиболее популярный способ разрешить проблему относительно положения пользователя - это использовать все четыре спутника. Метод решения относительно положения можно получить простым способом. При наличии n спутников, где $n > 4$, уравнение (2.6) можно записать следующим образом

$$p_i = \sqrt{(x_i - x_u)^2 + (y_i - y_u)^2 + (z_i - z_u)^2} + b_u$$

где $i = 1, 2, 3, \dots, n$. Единственной разницей между этим уравнением и уравнением (2.6) является то, что $n > 4$. Линеаризируем это уравнение и получим следующий результат

$$\begin{bmatrix} \delta p_1 \\ \delta p_2 \\ \delta p_3 \\ \delta p_4 \\ \vdots \\ \delta p_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \alpha_{13} & 1 \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & \alpha_{23} & 1 \\ \alpha_{31} & \alpha_{32} & \alpha_{33} & 1 \\ \alpha_{41} & \alpha_{42} & \alpha_{43} & 1 \\ \vdots & & & \\ \alpha_{n1} & \alpha_{n2} & \alpha_{n3} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta x_u \\ \delta y_u \\ \delta z_u \\ \delta b_u \end{bmatrix}$$

где

$$\alpha_{i1} = \frac{x_i - x_u}{p_i - b_u} \quad \alpha_{i2} = \frac{y_i - y_u}{p_i - b_u} \quad \alpha_{i3} = \frac{z_i - z_u}{p_i - b_u}$$

упражнение можно записать следующим образом

$$\delta p = \alpha \delta x$$

δp и δx являются векторами, α - есть матрица.

Рассчитанное положение пользователя в подробном вышеизложенном обсуждении проблемы находится в декартовой (прямоугольной) системе координат. Обычно желательно ее преобразовать в сферическую систему и пометить по широте, долготе и высоте, так как эти понятия используются в обычных картах. Широта земли составляет от -90 до 90 градусов при экваторе на 0 градусов. Долгота составляет -180 до 180 градусов

при меридиану по Гринвичу на 0 градусов. Высота является высотой над поверхностью земли. Как показано на рисунке 2.4, можно без труда установить положение пользователя, если земля представляет собой идеальный шар. Как видно на рисунке, расстояние от центра земли до пользователя составляет

$$r = \sqrt{x_u^2 + y_u^2 + z_u^2}$$

Широта L_c составляет

$$L_c = \tan^{-1} \left(\frac{z_u}{\sqrt{x_u^2 + y_u^2}} \right)$$

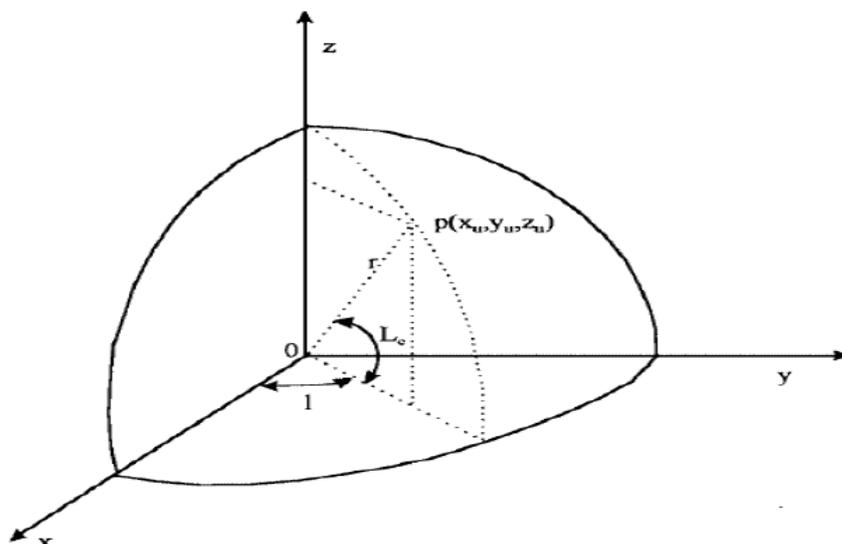


Рисунок 1.3.3 - Октет идеальной сферической земли

1.4 Система времени

В соответствии с решаемыми задачами применяются два типа систем времени: *астрономические* и *атомные*.

Системы астрономического времени основаны на суточном вращении Земли. Эталоном для построения шкал астрономического времени служат солнечные или звездные сутки, в зависимости от точки небесной сферы, по которой производится измерение времени.

Всемирное время UT (Universal Time) – это среднее солнечное время на гринвическом меридиане.

Всемирное координированное время UTC синхронизировано с атомным временем и является международным стандартом, на котором базируется гражданское время.

Атомное время (TAI) — время, в основу измерения которого положены электромагнитные колебания, излучаемые атомами или молекулами при переходе из одного энергетического состояния в другое. В 1967 году на Генеральной конференции мер и весов атомная секунда представляет собой переход между сверхтонкими уровнями $F=4, M=0$ и $F=3, M=0$ основного состояния $2S_{1/2}$ атома цезия-133, не возмущённого внешними полями, и что частоте этого перехода приписывается значение 9 192 631 770 Герц.

Спутниковая радионавигационная система является пространственно-временной системой с зоной действия, охватывающей всё околоземное пространство, и функционирует в собственном системном времени. Важное место в ГНСС отводится проблеме временной синхронизации подсистем. Временная синхронизация важна и для обеспечения заданной последовательности излучения сигналов всех навигационных спутников. Она обуславливает возможность применения пассивных дальномерных (псевдодальномерных) методов измерений. Наземный командно-измерительный комплекс обеспечивает синхронизацию шкал времени всех навигационных КА путем их сверки и коррекции (непосредственной и алгоритмической).

1.5 Навигационное сообщение

Навигационное сообщение, передаваемое каждым КА ГЛОНАСС, содержит *оперативную* и *неоперативную* навигационную информацию.

Оперативная навигационная информация относится к данному КА и содержит данные о шкале времени спутника и эфемириды.

Эфемириды – таблица данных, дающая координаты космического аппарата на ряд указанных моментов времени внутри указанного периода.

Эфемириды КА ГЛОНАСС содержат следующие данные:

Неоперативная навигационная информация содержит альманах системы.

Альманах включает в себя:

- данные о шкале времени системы;
- данные о шкале времени каждого спутника;
- данные об элементах орбит и техническом состоянии всех спутников системы.

1.6 Факторы влияющие на снижение точности

Точность передаваемых в составе альманаха параметров такова, что позволяет потребителю производить определение дальности и радиальной скорости спутника со среднеквадратическими погрешностями, зависящими от времени, прошедшего с момента передачи альманаха ("возраста" данных), как показано в таблице 2.

Таблица 2. Зависимость погрешности навигационных определений от "возраста" данных альманаха.

"Возраст" данных альманаха	СКО погрешности определения	
	дальности (км)	радиальной скорости (м/с)
1 сутки	0,83	0,33
10 суток	2,0	0,7
20 суток	3,3	4,2

В идеальном варианте, когда измерения производятся точно и показания часов спутников и потребителя совпадают для определения положения потребителя в пространстве достаточно произвести измерения до трех навигационных спутников. В действительности показания часов, которые входят в состав навигационной аппаратуры потребителя, отличаются от показаний часов на борту навигационных спутников. Тогда для решения навигационной задачи к неизвестным ранее параметрам (три координаты потребителя) следует добавить еще один - смещение между часами потребителя и системным временем. Отсюда следует, что в общем случае для решения навигационной задачи потребитель должен «видеть», как минимум, четыре навигационных спутника.

Стандарт VDI 4707 стимулирует производителей лифтов к разработке новых, более энергосберегающих мероприятий. Сертификат, то есть,

подтверждение эффективности использования энергии лифтом, полученный от незаинтересованной третьей стороны, предоставляет его владельцу преимущества в конкурентной борьбе и также является дополнительным плюсом для получения сертификатов зданий Breeam и LEED. Энергосберегающий лифт документально подтверждает ответственное отношение к потреблению ресурсов и приверженность защите окружающей среды, что благоприятно сказывается на репутации компании.

Определение эффективности использования энергии за три шага.

Экономия энергии можно начать с многих компонентов лифта. Помимо потребления энергии во время поездки, на общую потребность в энергии значительно влияет ее расход в режиме ожидания. Для идентификации удельной потребности в энергии тем или иным лифтом специалисты компании TUV SUD Industrie Service определяют эффективность использования энергии в три шага согласно стандарту VDI 4707. Эти шаги предусматривают определение категории эксплуатации, потребности в энергии в режиме ожидания и потребности в энергии при поездке.

В зависимости от условий, в которых используется лифт, эти три аспекта могут по-разному влиять на потребление энергии. Так, чем меньше используется лифт (например, по количеству поездок за день), тем важнее потребление энергии в режиме ожидания. Оценку эффективности использования энергии, согласно стандарту VDI Guideline 4707, можно провести как для новых, так и для уже действующих лифтов. Однако при сравнении полученных результатов измерения с техническими данными компании-производителя следует помнить, что колебания и небольшие расхождения в задаваемых параметрах могут привести к отклонениям до 20%. Шаг 1: Определение категории эксплуатации. Первый шаг предусматривает отнесение лифта к одной из пяти категорий эксплуатации в зависимости от ежедневного периода работы и количества рабочих циклов. Категория эксплуатации основана на интенсивности и частоте использования, и может быть от очень низкой интенсивности/очень малой частоты в категории 1 до очень высокой интенсивности/очень большой частоты в категории 5. Критическим фактором в определении категории эксплуатации служит средний период работы в часах за сутки, который можно рассчитать по среднему количеству поездок и средней продолжительности поездки.

Дифференциальное измерение (внесение дифференциальной поправки к координатам) В основе дифференциальной навигации лежит относительное постоянство значительной части погрешностей навигации во времени и в пространстве.

Дифференциальный режим навигационной спутниковой системы предполагает наличие как минимум двух навигационных приемников (контрольно-корректирующая станция и потребитель), находящихся в двух точках пространства. При этом дифференциальная контрольно-корректирующая станция (базовая станция) геодезически точно привязана к принятой системе координат. Разности между измеренными и рассчитанными

в ней значениями псевдо дальностей видимых спутников, а также разности между измеренными и рассчитанными псевдо скоростями по линии передачи данных передаются потребителю. Эти разности называются дифференциальными поправками. Потребитель, в свою очередь, вычитает полученные поправки из измеренных псевдо дальностей и псевдо скоростей. Если погрешности определения псевдо дальностей слабо изменяются во времени и пространстве, то они существенно компенсируются переданными по линии передачи данных поправками. Основными слабо меняющимися погрешностями определения псевдо дальности являются ошибки синхронизации, погрешности за счет ошибок эфемероидного обеспечения, некомпенсированные ионосферные погрешности. При полностью скомпенсированных ионосферных и эфемероидных погрешностях основными источниками ошибок остаются многолучевость, ионосфера, тропосфера и шум приемника.

2 Система глобального позиционирования (GPS)

2.1 Краткий обзор Global Positioning System

Global Positioning System — система глобального позиционирования, спутниковая система навигации, обеспечивающая измерение расстояния, времени и определяющая местоположение объекта. Позволяет в любом месте Земли (не включая приполярные области), почти при любой погоде, а также в космическом пространстве вблизи планеты определить местоположение и скорость объектов. Система разработана, реализована и эксплуатируется Министерством обороны США.

Основной принцип использования системы — определение местоположения путём измерения моментов времени приема синхронизированного сигнала от навигационных спутников до потребителя. Расстояние вычисляется по времени задержки распространения сигнала от посылки его спутником до приёма антенной GPS-приёмника. То есть, для определения трёхмерных координат GPS-приёмнику нужно иметь четыре уравнения: «расстояние равно произведению скорости света на разность моментов приема сигнала потребителя и момента его синхронного излучения от спутников»:

$$|x - a_j| = c(t_j - \tau).$$

Здесь: a_j — местоположение j -го спутника, t_j — момент времени приема сигнала от j -го спутника по часам потребителя, τ — неизвестный момент времени синхронного излучения сигнала всеми спутниками по часам потребителя, c — скорость света, x — неизвестное трехмерное положение потребителя.

2.1 Краткая история возникновения и развития системы

Идея создания спутниковой навигации родилась ещё в 50-е годы. В тот момент, когда СССР был запущен первый искусственный спутник Земли, американские учёные во главе с Ричардом Кершнером наблюдали сигнал, исходящий от советского спутника и обнаружили, что благодаря эффекту Доплера частота принимаемого сигнала увеличивается при приближении спутника и уменьшается при его отдалении. Суть открытия заключалась в том, что если точно знать свои координаты на Земле, то становится возможным измерить положение и скорость спутника, и наоборот, точно зная положение спутника, можно определить собственную скорость и координаты.

Реализована эта идея была через 20 лет. В 1973 году была инициирована программа DNSS, позже переименованная в Navstar-GPS, а, затем, в GPS. Первый тестовый спутник выведен на орбиту 14 июля 1974 г., а последний из всех 24 спутников, необходимых для полного покрытия земной поверхности, был выведен на орбиту в 1993 г., таким образом, GPS встала на вооружение. Стало возможным использовать GPS для точного наведения ракет на неподвижные, а затем и на подвижные объекты в воздухе и на земле.

В категории эксплуатации, согласно директиве VDI Guideline 4707, учитывается среднее время ожидания в часах за сутки, а также типичные виды зданий и их использование. Например, здания могут находиться в диапазоне от жилых зданий с количеством квартир не более шести или небольших офисных и административных зданий, относящихся к категории 1, до офисных и административных зданий высотой более 100 метров, относящихся к категории 5. В последнем случае демонстрируется значение потребности в энергии в режиме ожидания в общем расходе энергии системой лифта. Даже при условии, что интенсивность использования в категории 5 считается очень высокой, согласно директиве VDI Guideline 4707, суммарное время ожидания в этой категории составляет порядка 18 часов в сутки.

Шаг 2: Определение потребности в энергии в режиме ожидания. Второй шаг предусматривает идентификацию потребности в энергии в режиме ожидания путем измерения и регистрации энергии, потребляемой электрическими компонентами, которые держат лифт готовым к работе и эксплуатации во время режима ожидания. Для расчета потребности в энергии в режиме ожидания измеряются индивидуальные значения потребляемой энергии примерно через 5 минут после того, как лифт завершит свою последнюю поездку, а затем складываются. Значения потребности в энергии относятся к разным классам потребления энергии, от класса А (50 Вт и ниже) до класса G (более 1600 Вт).

При оценке потребности в энергии в режиме ожидания также учитывается энергия, потребляемая при освещении приямка и машинного помещения. Здесь потенциал экономии энергии могут дать освещение кабины и органы управления лифтом. Замена традиционных ламп на энергосберегающие люминесцентные, отключение света в пустой кабине или

установка интеллектуальной системы управления лифтом, которая активирует запрограммированный режим ожидания, служат лишь некоторыми примерами возможной экономии энергии.

Шаг 3: Определение потребности в энергии во время поездки. Третий шаг предполагает измерение общей потребности в энергии во время работы лифта. Определенный контрольный цикл предоставляет точные данные о потреблении энергии, которые сравниваются для разных систем лифтов. Контрольный цикл состоит из базовой поездки на всю высоту подъема при пустой кабине. Потребность в энергии измеряется во время движения вверх и во время движения вниз. В расчет потребности в энергии включается и работа дверей лифта.

Как и для потребности в энергии в режиме ожидания, потребность при работе лифта тоже приписывается к определенному классу эффективности использования энергии. Удельное потребление энергии лифтом рассчитывается на основе потребляемой им энергии, веса и высоты подъема. Потребляемая лифтом энергия в мВт-ч/кг*м лежит в диапазоне от 2,21 и менее для категории эксплуатации 1 и класса эффективности использования энергии А до 5,53 для категории эксплуатации 5 и класса эффективности использования энергии G.

2.2 Принцип работы системы GPS

Основу системы составляет сеть искусственных спутников земли развёрнутых в около земной орбите и равномерно покрывающих всю земную поверхность (рисунок 2). Орбиты искусственных спутников земли рассчитаны с очень высокой степенью точности, поэтому в любой момент времени известны координаты каждого спутника. Спутники, разбитые по группам, вращаются в своих орбитальных плоскостях на неизменной средневысотной орбите, на постоянном расстоянии от поверхности Земли. Для получения сигнала в любое время, в любой точке земного шара и в 100 километрах от поверхности земли требуется 24 спутника. Если разделить условно, то по 12 спутников на каждое полушарие. Радиопередатчик каждого из спутников непрерывно излучает сигналы в направлении Земли. Эти сигналы принимаются GPS-приемником, находящимся в некоторой точке земной поверхности, координаты которой нужно определить.

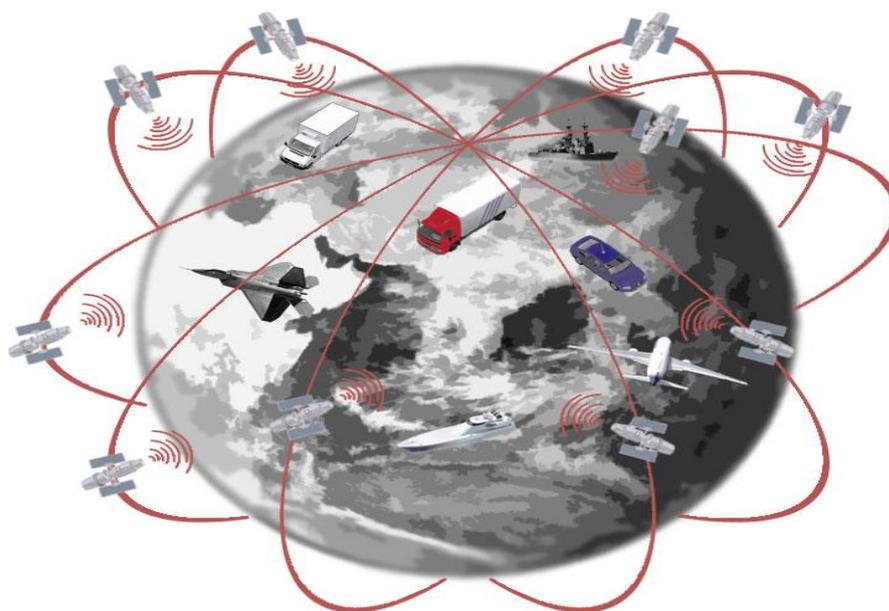


Рисунок 2.1- Принцип работы GPS

В GPS- приемнике измеряется время распространения сигнала от ИСЗ и вычисляется дальность “спутник-приемник”. Для вычисления этого расстояния пользуются тем свойством, что радиосигнал распространяется со скоростью света. Так как для определения местоположения точки нужно знать три координаты (имеются в виду плоские координаты X , Y и высоту H), то в приемнике вычисляются расстояния до трех различных ИСЗ. Очевидно, при данном методе радионавигации точное определение времени распространения сигнала возможно лишь при наличии синхронизации временных шкал спутника и приемника.

Поэтому в состав аппаратуры ИСЗ и приемника входят эталонные часы (стандарты частоты), причем точность спутникового эталона времени исключительно высока. Бортовые часы всех ИСЗ синхронизированы и привязаны к так называемому “системному времени”. Эталон времени GPS-приемника менее точен, чтобы чрезмерно не повышать его стоимость.

На практике в измерениях времени всегда присутствует ошибка, обусловленная несовпадением шкал времени ИСЗ и приемника. По этой причине в приемнике вычисляется искаженное значение дальности до спутника или псевдодальность. В результате обработки этих измерений в приемнике вычисляются координаты (X , Y и H) и точное время.

В состав системы **GPS** входят:

- созвездие ИСЗ (космический сегмент);
- сеть наземных станций слежения и управления (сегмент управления);
- собственно, GPS-приемники (аппаратура потребителей).

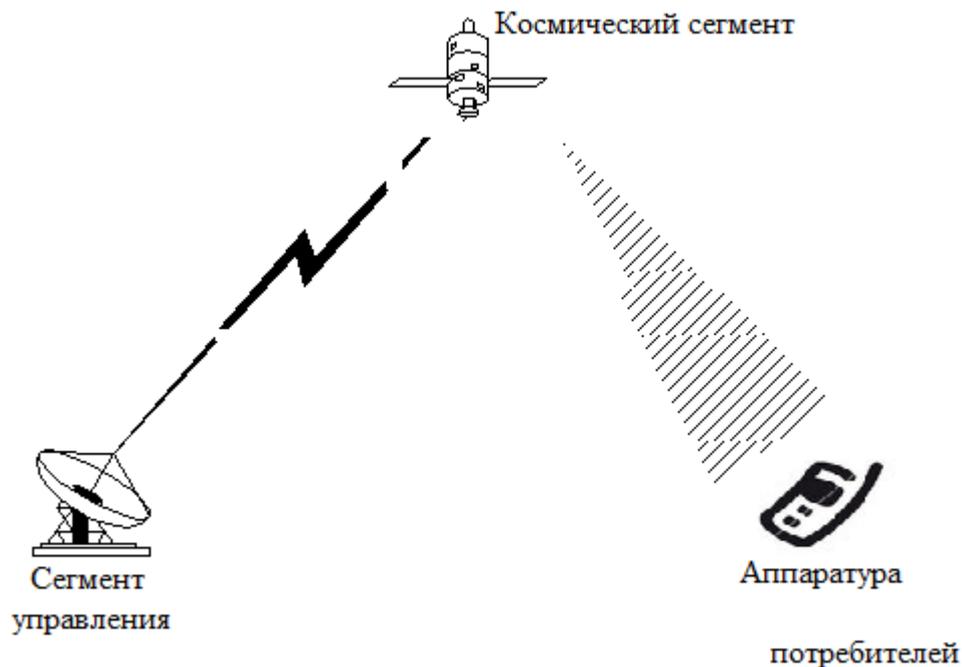


Рисунок 2.1.2 – Структурная схема системы глобального позиционирования

По разным источникам он включает в себя от 24 до 26 спутников, которые обращаются на 6 орбитах. Плоскости орбит наклонены на угол около 55° к плоскости экватора и сдвинуты между собой на 60° по долготе. Радиусы орбит составляют около 26 тыс. км, а период обращения составляет приблизительно половину звездных суток (примерно 11 ч. 58 мин.). На борту каждого спутника имеется 4 стандарта частоты (два цезиевых и два рубидиевых - в целях резервирования), солнечные батареи, двигатели коррективки орбит, приемо-передающая аппаратура, компьютер.

Передающая аппаратура спутника излучает синусоидальные сигналы на двух несущих частотах: $L1=1575,42$ МГц и $L2=1227,6$ МГц. Причем частота $L1$ модулируется двумя видами кодов: C/A-кодом (код свободного доступа) и P-кодом (код санкционированного доступа), а частота $L2$ - только P-кодом. Кроме того, обе несущие частоты дополнительно кодируются навигационным сообщением, в котором содержатся данные об орбитах ИСЗ, информация о параметрах атмосферы, поправки системного времени.

Кодирование излучаемого спутником радиосигнала преследует несколько целей:

- обеспечение возможности синхронизации сигналов ИСЗ и приемника;
- создание наилучших условий различения сигнала в аппаратуре приемника на фоне шумов (доказано, что псевдослучайные коды обладают такими свойствами);

реализация режима ограниченного доступа к GPS, когда высокоточные измерения возможны лишь при санкционированном использовании системы.

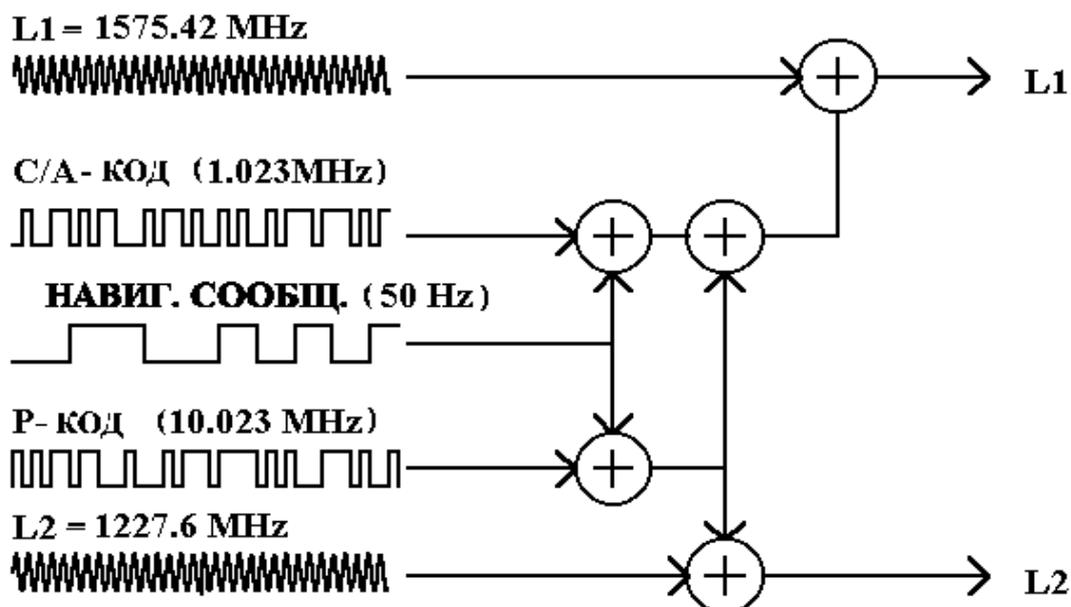


Рисунок 3 Кодирование радиосигнала

Код свободного доступа C/A (Coarse Acquisition) имеет частоту следования импульсов (иначе называемых “чипами”) 1,023 МГц и период повторения 0,001 сек., поэтому его декодирование в приемнике осуществляется достаточно просто. Однако точность автономных измерений расстояний с его помощью невысока.

Защищенный код P (Protected) характеризуется частотой следования импульсов 10,23 МГц и периодом повторения 7 суток. Кроме того, раз в неделю происходит смена этого кода на всех спутниках. Поэтому до недавнего времени измерения по P-коду могли выполнять только пользователи, получившие разрешение Министерства обороны США. Однако и это “тайное” стало “явным” в результате утечки секретной информации, после чего к P-коду получил доступ широкий круг специалистов. Американское оборонное ведомство предприняло меры дополнительной защиты P-кода: в любой момент без предупреждения может быть включен режим AS (Anti Spoofing).

При этом выполняется дополнительное кодирование P – кода, и он превращается в Y – код. Расшифровка Y-кода возможна только аппаратно, с использованием специальной микросхемы, которая устанавливается в GPS – приемнике. Полностью развернутая спутниковая система имеет также резервные спутники, по одному в каждой плоскости, для “горячей” замены (в случае выхода основного спутника из строя они могут быть оперативно введены взамен неисправного). Резервные спутники не бездействуют и также участвуют в работе системы, улучшая точность позиционирования и обеспечивая достаточную избыточность. Они также могут быть использованы и для увеличения степени покрытия отдельного региона. Спутники в ограниченных пределах могут быть перегруппированы по команде с наземной

станции управления, но в связи с ограниченным запасом топлива на борту спутника делается это только в исключительных случаях.

Важный аспект использования подхода программного обеспечения, чтобы построить приемник GPS - то, что подход может решительно отклониться от обычного подхода аппаратных средств. Например, пользователь может взять снимок данных и обработать их, чтобы найти местоположение вместо того, чтобы непрерывно отслеживать сигнал. Теоретически, 30 секунд данных достаточно, чтобы найти пользовательское местоположение. Это особенно полезно, когда данные не могут быть собраны в непрерывной манере. Так как подход программного обеспечения находится в младенческой стадии, можно исследовать много потенциальных методов. Подход программного обеспечения очень гибок. Это может обработать данные, собранные у различных типов аппаратных средств. Например, одна система может собраться, сложные данные называли совпадающее по фазе и фазу квадратуры (я и Q) каналами. Другая система может собрать реальные данные у одного канала. Данные могут легко быть изменены от одной формы до другого. Можно также произвести программы, чтобы обработать сложные сигналы из программ, обрабатывающих реальные сигналы или, наоборот, с некоторыми простыми модификациями. Программа может использоваться, чтобы обработать сигналы, переведенные в цифровую форму с различными частотами осуществления выборки. Поэтому, подход программного обеспечения можно почти рассмотреть как независимые аппаратные средства. Новые алгоритмы могут легко быть развиты, не изменяя проект аппаратных средств. Это особенно полезно для изучения некоторых новых проблем. Например, чтобы изучить помехоустойчивую проблему можно собраться, ряд переведенных в цифровую форму сигналов с пробкой сигналов представляют и используют различные алгоритмы, чтобы проанализировать это.

Стремление к обеспечению требуемой производительности лифтов и увеличение их быстродействия привело к тому, что на работу их подъемных механизмов стало оказывать влияние упругости трансмиссий и возникающие, вследствие этого, упругие механические колебания. Упругие механические колебания отрицательно сказываются на качестве управления, увеличивают динамические нагрузки на лебедку, способствуют накоплению усталостных напряжений в кинематических цепях, что приводит к преждевременным отказам и незапланированным простоям оборудования, возрастанию стоимости ремонтов и эксплуатации. Динамические усилия, возникающие в упругих элементах кинематических цепей, особенно вредны для механизмов, работающих в условиях резкопеременных нагрузок, что характерно для пассажирских лифтов. Многочисленными экспериментальными исследованиями установлено, что фактические нагрузки в элементах механизмов подъема лифтов различных конструкций превышают расчетные, что вызывает их дополнительный износ [19]. Проблема усугубляется тем, что наиболее опасные частоты, ведущие к разрушению механических конструкций, находятся в диапазоне от 1 до 10 Гц.

Экспериментально установлено, что при переходе от средних частот нагрузки 30-50 Гц к низким частотам 0,15-0,25 Гц происходит снижение долговечности работы лифтовых подъемных механизмов в 4-6 раз. Установлена прямая связь между частотой отказов деталей и упругими механическими колебаниями. На механическую часть лифтов приходится 60-65% от всех отказов. Простои, связанные с ликвидацией этих отказов, составляют 70-80% от всех простоев в аварийных ремонтах. Расходы на ремонт и обслуживание пассажирских лифтов за весь период их эксплуатации в 3-5 раз превышают их первоначальную стоимость. Поэтому устранение колебательного характера нагрузок способствует повышению долговечности и эффективности эксплуатации оборудования.

Слежение за орбитальной группировкой осуществляется с главной контрольной станции, расположенной на авиабазе ВВС США Schriever, штат Колорадо, США и с помощью 10 станций слежения, из них три станции способны посылать на спутники корректировочные данные в виде радиосигналов с частотой 2000—4000 МГц. Спутники последнего поколения распределяют полученные данные среди других спутников.

Составляющие, которые влияют на погрешность одного спутника при измерении псевдодальности, приведены ниже:

Источник погрешности	Среднеквадратичное значение погрешности (м)
Нестабильность работы генератора	6,5
Задержка в бортовой аппаратуре	1,0
Неопределённость пространственного положения спутника	2,0
Другие погрешности космического сегмента	1,0
Неточность эфемерид	8,2
Другие погрешности наземного сегмента	1,8
Ионосферная задержка	4,5
Тропосферная задержка	3,9
Шумовая ошибка приёмника	2,9
Многолучёвость	2,4
Другие ошибки сегмента пользователя	1,0
Суммарная погрешность	13,1

Суммарная погрешность при этом не равна сумме составляющих.

Коэффициент корреляции погрешностей двух рядом стоящих GPS приёмников(при работе в кодовом режиме) составляет 0,15-0,4 в зависимости от соотношения сигнал/шум. Чем больше соотношение сигнал/шум, тем

больше корреляция. При затенении части спутников и переотражении сигнала корреляция может падать вплоть до нуля и даже отрицательных величин. Также коэффициент корреляции погрешностей зависит от геометрического фактора. При PDOP < 1,5 корреляция может достигать значения 0,7. Так как погрешность GPS складывается из многих составляющих, она не может быть представлена в виде нормального белого шума. По форме распределения погрешность есть сумма нормальной погрешности, взятой с коэффициентом 0,6-0,8 и погрешности, имеющей распределение Лапласа с коэффициентом 0,2-0,4. Автокорреляция суммарной погрешности GPS падает до значения 0,5 в течение приблизительно 10 секунд.

Типичная точность современных GPS-приёмников в горизонтальной плоскости составляет примерно 6-8 метров при хорошей видимости спутников и использовании алгоритмов коррекции. На территории США, Канады, Японии, КНР, Европейского Союза и Индии имеются станции WAAS, EGNOS, MSAS и т. д. передающие поправки для дифференциального режима, что позволяет снизить погрешность до 1-2 метров на территории этих стран. При использовании более сложных дифференциальных режимов, точность определения координат можно довести до 10 см. Точность любой СНС сильно зависит от открытости пространства, от высоты используемых спутников над горизонтом.

В ближайшее время все аппараты нынешнего стандарта GPS будут заменены на более новую версию GPS IIF, которая имеет ряд преимуществ, в том числе они более устойчивы к помехам.

Но главное, что GPS IIF обеспечивает гораздо более высокую точность определения координат. Если нынешние спутники обеспечивают погрешность 6 метров, то новые спутники будут способны определять местоположение, как ожидается, с точностью не менее 60-90 см. Если такая точность будет не только для военных, но и для гражданских применений, то это приятная новость для владельцев GPS-навигаторов.

На октябрь 2011 года на орбиту выведены первые два спутника из новой версии: GPS IIF SV-1 запущен в 2010 году и GPS IIF-2 запущен 16 июля 2011 года.

Всего первоначальный контракт предусматривал запуск 33 спутников GPS нового поколения, но потом из-за технических проблем начало запуска перенесли с 2006 года на 2010 год, а количество спутников уменьшили с 33 до 12. Все они будут выведены на орбиту в ближайшее время.

Повышенная точность спутников GPS нового поколения стала возможной благодаря использованию более точных атомных часов. Поскольку спутники перемещаются со скоростью около 14000 км/ч (3.874 км/с) (первая космическая скорость на высоте 20 200 км), повышение точности времени даже в шестом знаке является критически важным для триангуляции.

2.4 Техническая реализация системы глобального позиционирования GPS

Спутниковая группировка системы NAVSTAR обращается вокруг Земли по круговым орбитам с одной высотой и периодом обращения для всех спутников. Круговая орбита с высотой порядка 20200 км является орбитой суточной кратности с периодом обращения 11 часов 58 минут; таким образом, спутник совершает два витка вокруг Земли за одни звёздные сутки (23 часа 56 минут). Наклонение орбиты (55°) является также общим для всех спутников системы. Единственным отличием орбит спутников является долгота восходящего узла, или точка, в которой плоскость орбиты спутника пересекает экватор: данные точки отстоят друг от друга приблизительно на 60 градусов. Таким образом, несмотря на одинаковые (кроме долготы восходящего узла) параметры орбит, спутники обращаются вокруг Земли в шести различных плоскостях, по 4 аппарата в каждой.

2.5 Радиочастотные характеристики

Спутники излучают открытые для использования сигналы в диапазонах: $L1=1575,42$ МГц и $L2=1227,60$ МГц (начиная с Блока IIR-M), а модели IIF будут излучать также на $L5=1176,45$ МГц. Навигационная информация может быть принята антенной (обычно в условиях прямой видимости спутников) и обработана при помощи GPS-приёмника.

Сигнал с кодом стандартной точности (C/A код — модуляция BPSK(1)), передаваемый в диапазоне $L1$ (и сигнал $L2C$ (модуляция BPSK) в диапазоне $L2$ начиная с аппаратов IIR-M), распространяется без ограничений на использование. Первоначально используемое на $L1$ искусственное загроуление сигнала (режим селективного доступа — SA) с мая 2000 года отключён. С 2007 года США окончательно отказались от методики искусственного загроуления. Планируется с запуском аппаратов Блок III введение нового сигнала $L1C$ (модуляция BOC(1,1)) в диапазоне $L1$. Он будет иметь обратную совместимость, улучшенную возможность прослеживания пути и в большей степени совместим с сигналами Galileo $L1$.

Для военных пользователей дополнительно доступны сигналы в диапазонах $L1/L2$, модулированные помехоустойчивым криптоустойчивым P(Y) кодом (модуляция BPSK(10)). Начиная с аппаратов IIR-M введён в эксплуатацию новый M-код (используется модуляция BOC(15,10)). Использование M-кода позволяет обеспечить функционирование системы в рамках концепции Navwar (навигационная война). M-код передается на существующих частотах $L1$ и $L2$. Данный сигнал обладает повышенной помехоустойчивостью, и его достаточно для определения точных координат (в случае с P-кодом было необходимо получение и кода C/A). Ещё одной особенностью M-кода станет возможность его передачи для конкретной области диаметром в несколько сотен километров, где мощность сигнала

будет выше на 20 децибел. Обычный сигнал М уже доступен в спутниках ИР-М, а узконаправленный будет доступен только при помощи спутников GPS-III.

С запуском спутника блока ИФ введена новая частота L5 (1176.45 МГц). Этот сигнал также называют safety of life (обеспечение безопасности жизни). Сигнал на частоте L5 мощнее на 3 децибела, чем гражданский сигнал, и имеет полосу пропускания в 10 раз шире. Сигнал смогут использовать в критических ситуациях, связанных с угрозой для жизни человека. Полноценно сигнал будет использоваться после 2014 года.

Сигналы модулируются псевдослучайными последовательностями (PRN) двух типов: C/A-код и P-код. C/A (Clear access) — общедоступный код — представляет собой PRN с периодом повторения 1023 цикла и частотой следования импульсов 1023 МГц. Именно с этим кодом работают все гражданские GPS-приемники. P (Protected/precise)-код используется в закрытых для общего пользования системах, период его повторения составляет $2 \cdot 10^{14}$ циклов. Сигналы, модулированные P-кодом, передаются на двух частотах: L1 = 1575,42 МГц и L2 = 1227,6 МГц. C/A-код передается лишь на частоте L1. Несущая, помимо PRN-кодов модулируется также навигационным сообщением.

Таблица 1.1 – краткие технические характеристики различных спутников системы GPS

Тип спутника	PS-II	PS-IIA	S-ИР	PS-ИРМ	S-ИФ
Масса, кг	85	500	200	2000	2170
Срок жизни	5	7	10	10	15
Бортовое время	s	s	Rb	Rb	Rb +Cs
Межспутниковая связь		+	+	+	+
Автономная работа, дней	4	80	180	80	>60
Антирадиационная защита		-	+	+	+
Антенна		-	Улучшенная	Улучшенная	Улучшенная

Возможность настройки на орбите и мощность бортового передатчика			+	++	++	+	+++
Навигационный сигнал	1:C/A+P L2:P		L 1:C/A+P L2:P	L1: C/A+P L2:P	L 1:C/A+P+M L2:C/A+P+M	L1: C/A+P+M L2:C/A+P+M L5:C	

24 спутника обеспечивают 100 % работоспособность системы в любой точке земного шара, но не всегда могут обеспечить уверенный приём и хороший расчёт позиции. Поэтому, для увеличения точности позиционирования и резерва на случай сбоев, общее число спутников на орбите поддерживается в большем количестве (31 аппарат в марте 2010 года).

2.6 Применение GPS

Несмотря на то, что изначально проект GPS был направлен на военные цели, сегодня GPS широко используются в гражданских целях. GPS-приёмники продают во многих магазинах, торгующих электроникой, их встраивают в мобильные телефоны, смартфоны, КПК и онбордеры. Потребителям также предлагаются различные устройства и программные продукты, позволяющие видеть своё местонахождение на электронной карте; имеющие возможность прокладывать маршруты с учётом дорожных знаков, разрешённых поворотов и даже пробок; искать на карте конкретные дома и улицы, достопримечательности, кафе, больницы, автозаправки и прочие объекты инфраструктуры.

- Геодезия: с помощью GPS определяются точные координаты точек и границы земельных участков;

- Картография: GPS используется в гражданской и военной картографии

- Навигация: с применением GPS осуществляется как морская, так и дорожная навигация;

- Спутниковый мониторинг транспорта: с помощью GPS ведётся мониторинг за положением, скоростью автомобилей, контроль за их движением;

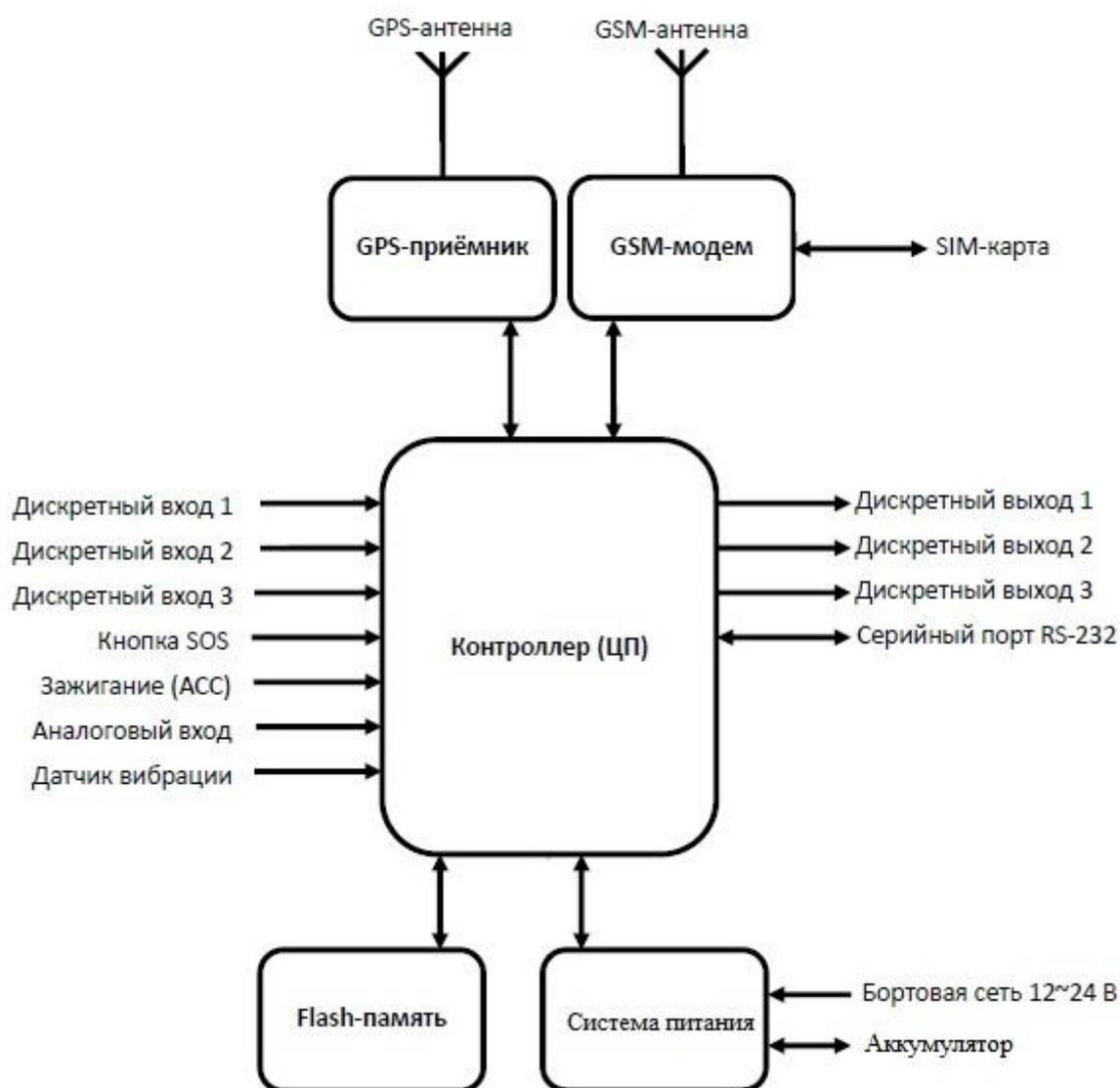
- Сотовая связь: первые мобильные телефоны с GPS появились в 90-х годах. В некоторых странах, например США это используется для оперативного определения местонахождения человека, звонящего 911.

- Тектоника, Тектоника плит: с помощью GPS ведутся наблюдения движений и колебаний плит;

- Активный отдых: есть разные игры, где применяется GPS, например, Геокэшинг и др;
- Геотегинг: информация, например фотографии «привязываются» к координатам благодаря встроенным или внешним GPS-приёмникам.

2.7 GPS – трекер

GPS-трекер содержит GPS-приёмник, с помощью которого он определяет свои координаты, а также передатчик на базе GSM, передающий данные по GPRS, SMS или на базе спутниковой связи для отправки их на серверный центр, оснащённый специальным программным обеспечением для спутникового мониторинга. Кроме GPS-приёмника и передатчика важными техническими элементами трекера является GPS-антенна, которая бывает как внешняя так и встроенная в трекер; аккумуляторная батарея; встроенная память.



Функциональная схема GPS трекера

2.8 Классификация GPS трекеров

Машины переменного тока традиционной конструкции (асинхронные, синхронные) при этом должны иметь обмотку с огромным числом полюсов, которое теоретически доходит до 150. Для размещения большого количества полюсов потребуется большой объем пространства. Снижается качество распределения магнитного поля в воздушном зазоре. Кроме этого, создание большого момента требует соответствующего увеличения сечения магнитопроводов. Габариты и масса тихоходного двигателя значительно увеличиваются. Это объясняет возможность применения безредукторных лебедок с асинхронными двигателями в высокоскоростных лифтах, с теми условиями, где требования к двигателю оказываются более приемлемыми.

Относительно пассажирских лифтов массового применения со сравнительно невысокими скоростями, проблема решается за счет создания двигателей специальных конструкций, например синхронных с возбуждением от постоянных магнитов. Постоянные магниты, которые могут иметь индукцию в несколько раз большую, чем электротехническая сталь, при небольших габаритах (полюса имеют форму пластин, изготовленных методом порошковой металлургии), позволяют упростить проблему создания многополюсной машины с высоким моментом. Реально, количество полюсов синхронных машин меньше, а скорость больше указанных в таблице 1.4. Некоторые производители разрабатывают двигатели лебедок с ротором увеличенного диаметра, но «плоской» формы. Такие машины, кроме того, что стоят достаточно дорого, так же предъявляют особые требования к их обслуживанию и эксплуатации. Другим решением проблемы может быть применение специальных конструкции вентильных двигателей постоянного тока, индукторных двигателей, разработка которых продолжается.

Для решения проблемы создания лебедок с тихоходными двигателями существует интересная подсказка: для лифта заданной грузоподъемности и со сравнительно большой скоростью, например 2,5 м/с, разрабатывается двигатель с достаточно «удобной, не очень проблемной» для проектирования скоростью, например 300 об/мин или более. Для лифта той же грузоподъемности, но со скоростью 1,6 м/с присваивают этому двигателю новую искусственную номинальную скорость 192 об/мин., а для лифта 1 м/с – соответственно 120 об/мин. Преобразователь частоты без проблем обеспечивает эти скорости. Такой подход оправдывает себя относительно габаритов и массы двигателя. Специально спроектированный двигатель с номинальной скоростью 120 об/мин. будет тяжелее двигателя с тем же моментом и номинальной скоростью 300 об/мин. С точки зрения регулирования, этот подход также является приемлемым, поскольку современные системы управления имеют большие диапазоны регулирования скорости и изменение этого диапазона в несколько раз не снижает качество регулирования. Таким образом, одному и тому же двигателю, в зависимости от требований, присваиваются разные номинальные значения скорости и

мощности. Эта ситуация напоминает аналогичную ситуацию для двигателей, которые работают в повторно – кратковременном режиме S3, когда один и тот же двигатель имеет разные номинальные данные, в зависимости от параметра продолжительности включения. Практическая польза заключается в том, что лебедка с таким двигателем, например для лифта со скоростью движения кабины 1 м/с, будет иметь намного лучшие масса – габаритные показатели сравнительно с лебедками со специально спроектированным двигателем. Другое дело относительно энергетических показателей, и здесь есть серьезный негатив. При работе с постоянным моментом снижение скорости приводит к уменьшению мощности и соответствующему уменьшению КПД. Если предположить, что при номинальном моменте при снижении скорости сохраняются номинальные потери мощности, то новое значение номинального КПД двигателя лебедки $\eta_{ин}$ имеет зависимость от диапазона снижения номинальной скорости

По конструкции и сфере использования различают два класса GPS-трекеров:

- Персональный GPS-трекер — обычно так называется GPS-трекер малых размеров. Предназначен для мониторинга за людьми или домашними животными. Функция GPS-трекинга также существует у некоторых моделей сотовых телефонов.

- Автомобильный GPS-трекер (часто называемый: Автомобильный контроллер или Автомобильный регистратор) — это стационарное устройство, которое подключается к бортовой сети автомобиля или другого транспортного средства.

2.9 Использование GPS трекеров

Используя GPS для определения местоположения объекта и различные каналы связи для доставки информации пользователю, системы мониторинга транспорта позволяют детально проследить весь маршрут следования автомобиля и контроль других многочисленных параметров.

Сферы применения GPS-мониторинга транспорта:

- транспортные компании
- службы экстренной помощи
- страховые компании
- автопарки
- охранные службы
- службы перевозки пассажиров
- службы спасения
- строительные компании
- инкассаторские службы
- сельскохозяйственные предприятия
- курьерские и почтовые службы
- коммунальные службы
- торговые компании

- таксопарки и диспетчерские службы такси
- личный автомобиль

Применяемая компоновка и технические решения традиционных лифтовых лебедок с червячными редукторами и двухскоростными АД, обеспечивает комфортность перемещения пассажиров и работу пассажирских лифтов даже при довольно ограниченных возможностях релейно-контактных станций управления [17]. Но, общеизвестны и недостатки таких лебедок, вытекающие из особенности их конструкции. Прежде всего – это низкая энергетическая эффективность [22]. Червячные редукторы имеют очень низкий (60-75%) коэффициент полезного действия. Небольшой, порядка 80% на рабочей скорости, КПД, имеет и двухскоростной асинхронный двигатель. На пониженной скорости АД его КПД едва достигает до 30-40%. Отмечается и неудовлетворительная энергетика подобных лебедок и в динамических режимах. Благодаря наличию редуктора, удельный вес полезной массы груза едва достигает до 0,1 от суммарной приведенной массы движущихся масс лифтового подъемного механизма. Это означает, что на разгон этих инерционных масс из сети тратится избыточная энергия. Надежды на возврат в сеть накопленной энергии при торможении не оправдываются из-за очень низкого эквивалентного значения КПД [22].

Лифты с традиционной редукторной лебедкой имеют ограничения и по максимальной скорости. Известно, что уже на скорости 1,6 м/с возникают проблемы с обеспечением условий перемещения. При реализации обоих способов повышения скорости кабины – за счет увеличения скорости двигателя или уменьшения передаточного числа редуктора, разработчики столкнулись с рядом проблем. При увеличении скорости АД возникли проблемы с точностью позиционирования кабины, в то же время с уменьшением передаточного числа, червячный редуктор теряет свое главное полезное качество – самоторможение [11].

Как уже было сказано, для оптимальной работы лифтов целесообразно применять лебедки с регулируемыми системами управления. Причем, при синтезе новых лифтовых лебедок, наиболее подходящими по ряду технических причин, оказываются лебедки с частотным управлением АД, которое позволяет сформировать необходимую скорость с учетом требуемых динамических ограничений. Необходимость в применении двигателя с дополнительной обмоткой пониженной скорости при этом отпадает.

Так же, при синтезе новых типов лебедок возник вопрос о необходимом отказе от червячного редуктора (применение цилиндрических или планетарных редукторов) или полном отказе от редуктора (безредукторные лебедки) – как одним из путей повышения их эффективности.

На сегодняшний день, разработкой безредукторных лебедок, в которых канатоведущий шкив (КВШ) устанавливается непосредственно на валу приводного тихоходного двигателя (пример на рисунке 1.7), занимается большинство мировых разработчиков [15].

На рисунке 1.7 показаны: 1 – направляющие кабины; 2,8 – прижимные

планки крепления лебедки; 3 – клеммная коробка; 4 – тахогенератор системы управления работой двигателя; 5 – растормаживающий электромагнит; 6 – дисковый тормоз с канатоведущим и тормозным шкивами; 7 – тяговые канаты; 9 – корпус лебедки.

Как следствие большинство исследовательских работ посвящено этому вопросу [23]. В разных работах [23], говорится о том, что при отказе от редуктора повышается суммарный КПД лебедки, соотношение массы груза и других движущихся масс перераспределяется в пользу груза, появляется возможность рекуперации значительных величин энергии, повышается надежность подъемного механизма. Отмечается [2], что безредукторные лебедки значительно компактнее своих традиционных предшественников, их проще расположить в лифтовой шахте, что уменьшает сложность монтажных работ [15].

Но, в то же время, известно, что при синтезе и применении новых безредукторных лебедок возникают и проблемы, которые не всегда афишируются разработчиками и производителями. Практические решения этих проблем зачастую достигаются за счет технических решений, не все из которых можно признать удовлетворительными. Одна из главных и принципиальных проблем состоит в необходимости иметь соответствующие по параметрам тихоходные двигатели лебедок. Серийных тихоходных двигателей с необходимыми параметрами, фактически, нет, а вопрос разработки специальных двигателей, на сегодняшний день, по-прежнему актуален. Так, известно, что при заданной мощности габариты и масса двигателя обратно пропорциональны его скорости [16]. Если изъять редуктор с передаточным числом, например 45, то номинальная скорость двигателя должна уменьшиться пропорционально, например, с 1500 об/мин до 33,3 об/мин. Уже на стадии проектирования выясняется, что такой двигатель при традиционных подходах превращается в «монстра» весом сотни, или даже тысячи килограмм. С этой точки зрения складывается парадоксальная ситуация, что спроектировать высокоскоростной лифт оказывается проще, чем низкоскоростной.

Известно, что в соответствии с классификацией, лифты относятся к механизмам с постоянным, независимым от скорости моментом. Существующая практика расчета двигателей подтверждает, что их необходимые моменты для лифтов одинаковой грузоподъемности, но различных номинальных скоростей, практически не отличаются. Причем, номинальный момент двигателя становится более информативным и более весомым параметром, чем номинальная мощность. В разных работах показано, что это свойство лифта отвечает свойствам частотно-управляемого электропривода переменного тока, в котором допустимая продолжительная нагрузка при управлении скоростью также возможна при постоянном моменте. Поэтому, часто один и тот же двигатель предлагается использовать в лебедках с разной скоростью подъема кабины. Один из предлагаемых путей,

направленных на решение проблемы – задание искусственных пониженных значений номинальных скоростей двигателям лебедок с большой номинальной скоростью [23]. Разработчики пытаются решить проблему уменьшения габаритов и массы лебедок за счет разработки новых типов двигателей, но в то же время пытаются, порой радикально, «смягчить» требования к ним за счет повышения номинальной скорости лебедки.

Во втором случае лицом, заинтересованным в порче GPS-трекера является водитель служебного автомобиля, который находится под контролем системы спутникового мониторинга. Такому водителю мониторинг не позволяет бесконтрольно использовать служебный транспорт в личных целях, блокирует большинство схем скрытого хищения материальных средств работодателя. Ко второму случаю относится персонал компаний, который работает удалённо и не хочет соблюдать трудовую дисциплину. Простои, несоблюдение маршрутов движения или отсутствие работника в указанном месте в заданное время, приписки и прямое хищение топлива не могут не отражаться на финансовых результатах работы предприятия, эффективности работы государственных организаций.

В третьем случае заинтересованное лицо желает получить материальную выгоду от невыполнения своих служебных обязанностей и при этом уйти от ответственности. Примером может служить охрана границ и периметров объектов. Как правило, в таких случаях субъект пытается отключить электропитание GPS-трекера, отключить дополнительные датчики, при помощи которых система следит за параметрами расхода топлива и далее представить ситуацию как отказ оборудования.

Чаще всего трекеры выводят из строя механически, либо путём воздействия на них высокого напряжения или электромагнитных волн.

Сертификация лифтов согласно стандарту VDI Guideline 4707. Энергосберегающие лифты приобретают все большее и большее значение. Разработка этих лифтов стимулируется, в основном, растущей конкуренцией среди производителей, растущей стоимостью электроэнергии, климатическими изменениями и ограниченностью ресурсов. В этих условиях лифтовые установки не должны использовать больше необходимого количества электроэнергии. Компания «TUV SUD Industrie Service» определяет класс энергосбережения и сертифицирует энергосберегающие лифты в соответствии с директивой Ассоциации немецких инженеров VDI Guideline 4707.

На фоне изменений климата, глобального потепления, а также постоянного роста стоимости электроэнергии лифтостроительная промышленность приняла добровольные меры и обязалась выполнять положения директивы VDI Guideline 4707, для того, чтобы справиться с задачами повышения эффективности использования электроэнергии. Компания TUV SUD Industrie Service поддерживает деятельность владельцев и производителей подъемных лифтовых систем, направленную на повышение их экологической благоприятности и экономичности, предлагая сертификат

«Энергосберегающего подъемного устройства», подтверждающий соответствие директиве VDI Guideline 4707, чтобы помочь выявить потенциал экономии энергии, сокращения расходов и выбросов, а также сбережения ресурсов.

В настоящее время директива VDI Guideline 4707 является единственным официальным документом, который дает методические указания по определению потребляемой лифтами энергии. Сертификат энергетической эффективности лифтов по стандарту VDI Guideline 4707 разработан по инициативе лифтостроительной промышленности и следует образцу Европейских директив по энергосбережению. В этой директиве описана процедура, позволяющая сравнивать эффективность использования энергии лифтами и, соответственно, классифицировать их. Директива VDI Guideline 4707, например, вводит для лифтов классы энергосбережения. Классы от А до G, которые ранее использовались для бытовой техники, теперь используются и для систем лифтов.

Целью данной директивы является введение стандартизованных критериев для оценки потребности в энергии и ее потребления лифтами. Директива 2002/91/ЕС Европейского парламента и Совета от 16 декабря 2002 года делает Сертификаты энергетических характеристик обязательными для оборудования зданий, однако это не относится к лифтам. Это означает, что уменьшение потребления электроэнергии путем повышения эффективности ее использования все еще остается добровольной мерой лифтостроительной промышленности.

Потребляемая лифтами электроэнергия составляет существенную часть общих расходов здания на энергию. В виду растущей стоимости электроэнергии уменьшение потребления электричества приобретает все большее значение и для лифтостроительной отрасли. Для уменьшения расхода энергии и реализации потенциала энергосбережения важна детальная оценка ее потребления в лифте - например, путем установки интеллектуальной системы управления лифтом или системы освещения кабины.

3. Исследовательская часть

3.1 Система автоматического контроля AUPET GPS TRACER

Современный уровень развития средств телекоммуникации систем делает возможным создание и внедрение различного рода контролирующих/регистрирующих систем. Так, известны многочисленные разновидности систем, обеспечивающих контроль движения транспорта при помощи GPS-навигации. В Казахстане в последнее время распространение получают системы контроля посещаемости школьников, основанные на использовании радиочастотных меток, встроенных в индивидуальные пропуска. Пропускная система (турникет) автоматически распознает метку и

пересылает СМС-сообщение родителям или опекунам учащегося. Аналогичные системы часто используются в вузах, на предприятиях и т.д.

Однако, системы, основанные на использовании радиочастотных меток, требуют также использования дорогостоящего дополнительного оборудования. В данной работе показано, что соответствующие функции может выполнять система, основанная на использовании мобильных коммуникаторов (смартфонов), находящихся в индивидуальном пользовании. Такой подход оправдывается широким распространением смартфонов, по крайней мере, в таких странах, как Казахстан.

3.2 Принцип работы регистрирующей системы AUPET GPS TRACER

Посещаемость студентов регистрируется с помощью программы, установленной на смартфон студента, через определение его координат (широты и долготы) по GPS приемнику, встроенного в смартфон. Измеренные значения координат сравниваются с координатами аудиторий. Внесенных в реестр конкретного учебного заведения.

Сравнение координат происходит на сервере согласно заданному алгоритму, рассматриваемому ниже. Для работы программы необходимо интернет соединение для отправки координат студента на сервер и получения подтверждения посещения занятия (или получения сообщения об отказе в регистрации). Система комплектуется сайтом, на который выносятся отчет по посещаемости (с учетом сведений о группах, списках студентов, реестре аудиторий и расписаний занятий в конкретных учебных группах), к которому обращается сервер для регистрации посещений.

3.3 Процедура регистрации в системе

Каждый студент до начала учебного года получает кодовое слово (код) для активации программы. Установленное приложение при первичном входе требует активацию с помощью этого кода. После активации пользователь задает новый пароль для своей учетной записи.

Приложение высылает на серверную часть уникальный IMEI код телефона студента и привязывает его к имени студента. Тем самым с данного телефона будет возможно отметить посещение занятий только данному студенту, что исключает попытки регистрации посещения через другие смартфоны другими пользователями (блокируются попытки передачи пароля для неадекватной регистрации).

На сайте предлагаемой программы автоматически создается учетная запись студента. При первичном входе на сайт студенту необходимо ввести свои Ф.И.О., пароль и адрес электронной почты для получения полноценных отчетов по своей посещаемости. Так же предусматривается общая учетная запись для работников деканата, для редактирования данных к которым обращается программа и сервер.

Аналогичным образом на сайте регистрируются также преподаватели.

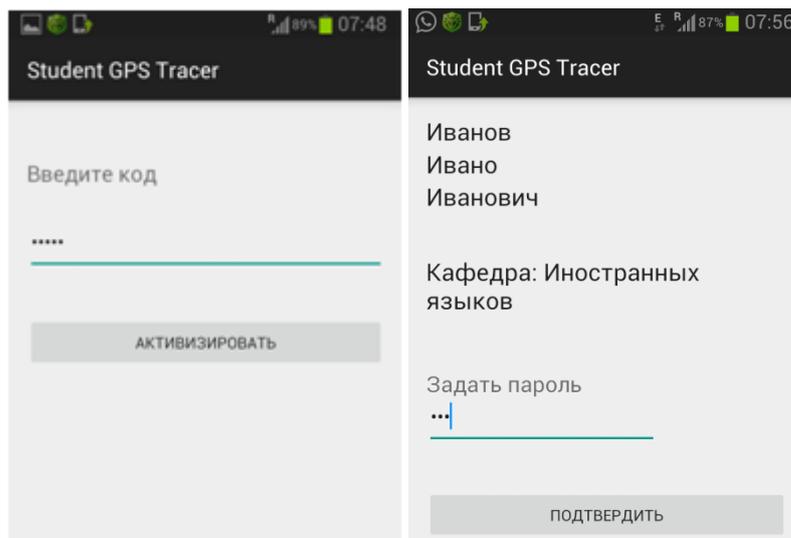


Рисунок 1 – Окно активации программы

3.4 Пользовательская часть

В данной системе обеспечивается регистрация и студентов, и преподавателей, что позволяет также вести журнал учета посещаемости в автоматическом режиме.

Регистрация преподавателей используется также для более точной координатной привязки и обеспечения соотнесения измеренных координат с истинными координатами аудитории (определение координат внутри здания часто связано с систематическими ошибками).

Преподаватель в начале занятия входит в приложение на смартфоне, после успешной авторизации (ввода пароля) и синхронизации времени с сервером (для задания общего времени для сервера и программы), он вводит название аудитории и производит «захват» координат по GPS.

Далее через мобильную сеть приложение отправляет на серверную часть идентификатор преподавателя, номер аудитории, координаты, время захвата и MAC-адрес смартфона (уникальный номер устройства в компьютерной сети). В случае успешной регистрации, преподаватель получает извещение об успешном захвате координат на экране своего смартфона, загорается статус «Аудитория №...». В противном случае выдается сообщение о неудачной попытке захвата координат.

После успешного захвата координат, смартфон преподавателя переводится в режим «Переносная точка доступа» (данный режим доступен на любом современном смартфоне на базе операционной системы “Android” и не требует создания дополнительного программного обеспечения), т.е. данный смартфон становится точкой доступа Wi-Fi.

Преподаватель сообщает пароль для данного Wi-Fi соединения. Используя его, студенты подключаются к созданной точке доступа, активизируют программу на своих смартфонах и подключаются к серверу.

Сервер по MAC-адресу шлюза (в данном случае, смартфона преподавателя) отмечает посещаемость. В случае успешной регистрации, студент получает извещение об успешном захвате координат на экране своего смартфона, загорается статус «Аудитория №...». В противном случае выдается сообщение о неудачной попытке захвата координат.

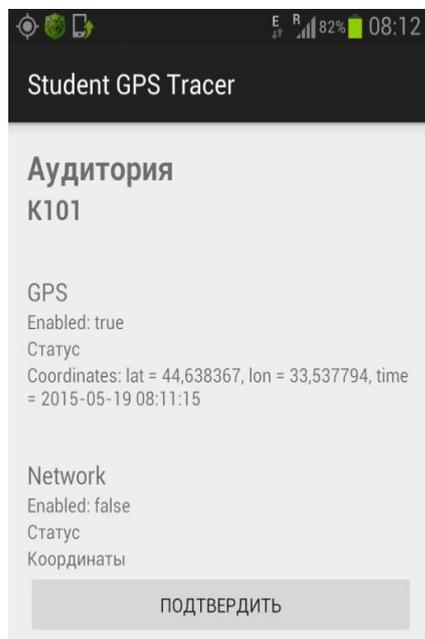


Рисунок 2 – Окно подтверждения посещения

Студенты должны успеть подтвердить свое посещение через смартфон преподавателя за определенный промежуток времени (10-15 мин), иначе сервер не будет подтверждать регистрацию.

Для окончательной регистрации посещения необходимо произвести процедуру заново к концу занятия, чтобы подтвердить факт присутствия на занятии «от начала – до конца». При успешном повторном подтверждении, сервер в базу данных заносит запись о посещении данного студента данного занятия (для повторного подтверждения не обязательно использовать смартфон преподавателя).

После прихода идентификатора студента, номера аудитории, координат и времени, сервер распознает преподавателя, распознает группу в которой проходит занятие, по времени определяет из своей базы данных в какой аудитории должны находиться студенты данной группы и сравнивает значения принятых координат с координатами из множеством значений, отвечающего данной аудитории. Множество значений координат аудитории задается следующим образом.

Значения координат округляются до 4 значений после запятой, что соответствует ошибки определения координат максимум на 14 м, далее сервер проверяет соответствие принятых координат и координат аудитории, если нет совпадения, то проверяет совпадение с соседними аудиториями,. Если есть

хотя бы одно совпадение, то попытка засчитывается как успешное подтверждение. В случае совпадения координат, в базу данных вносится соответствующая запись, а пользователь видит сообщение о успешном захвате координат. В случае несовпадения координат сервер посылает пользователю сообщение о неудачном захвате, принятые данные удаляются.

Сервер подтверждает посещение только тех студентов, которые используют в качестве точки доступа Wi-Fi смартфон преподавателя (т.к. только с его MAC-адреса возможно подтвердить регистрацию).

1) GPS приемник смартфона недостаточно точно определяет координаты по принимаемым сигналам спутников внутри помещения. Это затрудняет подтверждение посещаемости (ошибки GPS, перегрузка сервера из-за большого количества запросов (отклонений)).

Эти ошибки, в значительной мере, становятся несущественными за счет определения координат преподавателя по GPS.

Студенты используют смартфоны преподавателей как “точки Wi-Fi”, через программу подтверждают посещение (сервер принимает идентификаторы вторичных студентов только от тех, у кого в качестве точки доступа в интернет используются именно смартфоны преподавателей, сервер различает их по MAC-адресу точек доступа, они уникальны для каждого устройства).

Тем самым ускоряется весь процесс подтверждения и снимается нагрузка с сервера, т.к. уменьшается количество отказов вследствие ошибок определения GPS координат.

2) Использованный подход решает также проблему, связанную с попытками использования несовершенства системы, без ее «взлома» (встать под окнами аудитории, уйти определенному количеству студентов и попытаться подтвердить посещение).

Также необходимо задать пороговый уровень сигнала Wi-Fi соединения, при котором возможно отправить запрос через преподавателя, причем порог нужно сделать значительно выше, чем уровень сигнала после прохождения препятствий (стен, разных этажей, т.е. не прямая видимость, уровень улицы под окнами). Т.е. даже подключившись к смартфону преподавателя, если студент не будет в зоне прямой видимости (плохой уровень сигнала), то он не сможет отметиться – решается проблема соседних аудиторий, этажности, попытки обмануть систему встав под окнами аудитории.

3.5 Пользовательский интерфейс

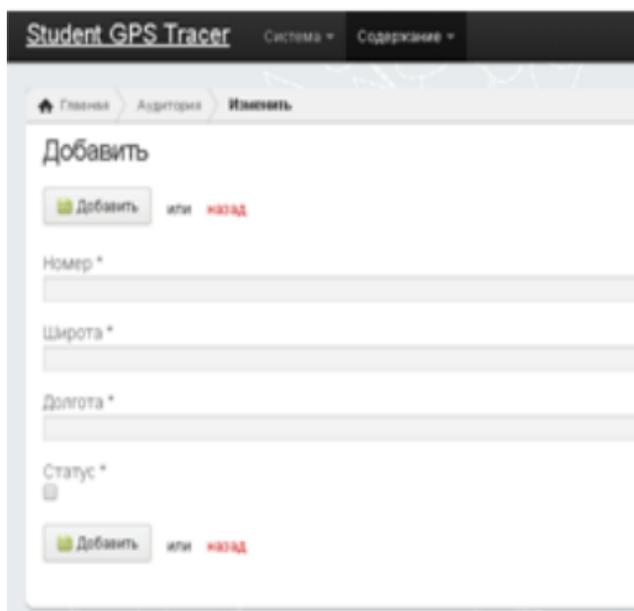
На интернет странице данной программы предусматривается несколько групп пользователей: Студент, преподаватель, деканат, администратор.

Администратор имеет доступ к полному функционалу сайта. На соответствующих страницах можно производить следующие действия:

Студенты: добавления студента, редактирования его данных, удаление.

Группы: создание групп, добавление и удаление в них студентов.

Аудитории: создание аудиторий, ввод координат аудиторий (две пары координат смежных внешних по отношению к зданию углов, далее используется алгоритм расширяющий область аудитории на 7-8 м от данной линии, или же просто задание 1-ой точки координат, если используется метод с округлением до 4-ех знаков после запятой).



The screenshot shows the 'Student GPS Tracer' web application interface. At the top, there is a navigation bar with the title 'Student GPS Tracer' and two menu items: 'Система' and 'Содержание'. Below this is a breadcrumb trail: 'Главная' > 'Аудитория' > 'Имя'. The main content area is titled 'Добавить' (Add). It contains a form with the following fields: a 'Добавить' button with a green plus icon, followed by the text 'или назад' (or back) in red; a 'Номер*' (Number*) text input field; a 'Широта*' (Latitude*) text input field; a 'Долгота*' (Longitude*) text input field; and a 'Статус*' (Status*) dropdown menu with a small square icon. At the bottom of the form, there is another 'Добавить' button with a green plus icon and the text 'или назад' (or back) in red.

Рисунок 3 – Страница добавления новой аудитории

График занятий: создание расписания занятий для каждой группы, т.е. внесения интервала времени и названия аудитории, в которой должна находиться определенная группа.

The screenshot shows the 'AUPET GPS Tracer' web application interface. At the top, there is a navigation bar with 'Главная', 'Преподаватель', and 'Изменить' tabs. The main content area is titled 'Добавить' (Add) and contains a form with the following fields:

- Кафедра ***: A dropdown menu with 'ФРПС / РЭТ' selected.
- Имя ***: A text input field.
- Фамилия ***: A text input field.
- Отчетсво ***: A text input field.
- Imei - код**: A text input field.
- Код активизации**: A text input field.
- АКТИВЕН / НЕ АКТИВЕН ***: A checkbox.

At the bottom of the form, there are two buttons: 'Добавить' (Add) and 'или назад' (or back). On the right side, there is a sidebar with a search bar, 'Найти | Отмена' (Find | Cancel) buttons, a 'Очистить кэш главной страницы' (Clear main page cache) button, and a 'Действия' (Actions) section with a back arrow and 'Преподаватель' (Teacher) link, and another back arrow and 'Добавить' (Add) link.

Рисунок 4 – Страница добавления новой записи

Посещаемость: на данной странице можно показать посещаемость в % соотношении по группам, студентам, показать все посещенные занятия студента, так же есть возможность выслать отчет на адрес электронной почты с отчетом о посещаемости по студентам и группам с фильтрами по дате, периоду.

Настройки личного кабинета: изменение пароля для входа, адреса электронной почты, запрос на изменение IMEI кода (**IMEI** (*англ. International Mobile Equipment Identity*) — международный идентификатор мобильного оборудования) — число (обычно 15-разрядное в десятичном представлении), уникальное для каждого использующего его аппарата), если возникнет необходимость в смене смартфона (утеря, кража, покупка нового).

Пользователи: добавления пользователей, соотнесение одной из групп пользователей.

AUPET GPS Tracer

Logout (admin)

Факультет
ФРТИС

Кафедра
РЭТ

Преподаватель
Аружан Багиярова Канатовна

Период [сегодня](#) / [вчера](#) / [за последние 3 дня](#)

Дата начала 18-1-2016 Дата конца 19-1-2016

Период времени посещения «Час/Минут»

Время начала 00:00 Время конца 23:30

Рисунок 5 – Страница изменения данных пользователя

Системные настройки: настройка серверной части, для наладки системы и будущих модификаций.

Группа пользователей **«деканат»** имеют доступ к таким же страницам как и администраторы, за исключением **«пользователи»**, **«системные настройки»**.

Группа **«студенты»** имеет доступ только к **«график занятий»** (только просмотр), **«Посещаемость»** (можно обозревать информацию, отчеты только персональные), **«Настройки личного кабинета»**.

Таким образом, существует сравнительно простая возможность для обеспечения автоматического контроля посещаемости, которая не требует от университета дополнительных затрат на приобретение контрольного оборудования.

Подчеркнем еще раз, представляется оправданным в силу существующих прогнозов распространения смартфонов. По имеющимся данным, в течение ближайших трех лет охват станет почти 100% (для возрастной группы, к которой относятся студенты). Можно предположить, что этот срок будет еще меньше за счет снижения стоимости смартфонов (уже сейчас она составляет порядка \$100).

3.6 Исследование статистических характеристик использования GPS Tracer при внедрение в АУЭС

AUPET GPS TRACER – система автоматического контроля посещаемости студентов/ учащихся, основанных на использование GPS навигаторов, комплектующих сотовые телефоны, находящиеся в индивидуальном пользовании. Посещаемость студентов регистрируется с

помощью программы, установленной на смартфон студента, через определение его координат (широты и долготы) по GPS приемнику, встроенного в смартфон, и сравнении их с координатами аудитории и учебного заведения, также применяется определение координат на основе служебной информации сети GSM.

Был проведен тестовый запуск программы AUPET GPS TRACER. Группе студентов 1-3 курс установили данное приложение, после данно им задание по проверке работоспособности приложения.

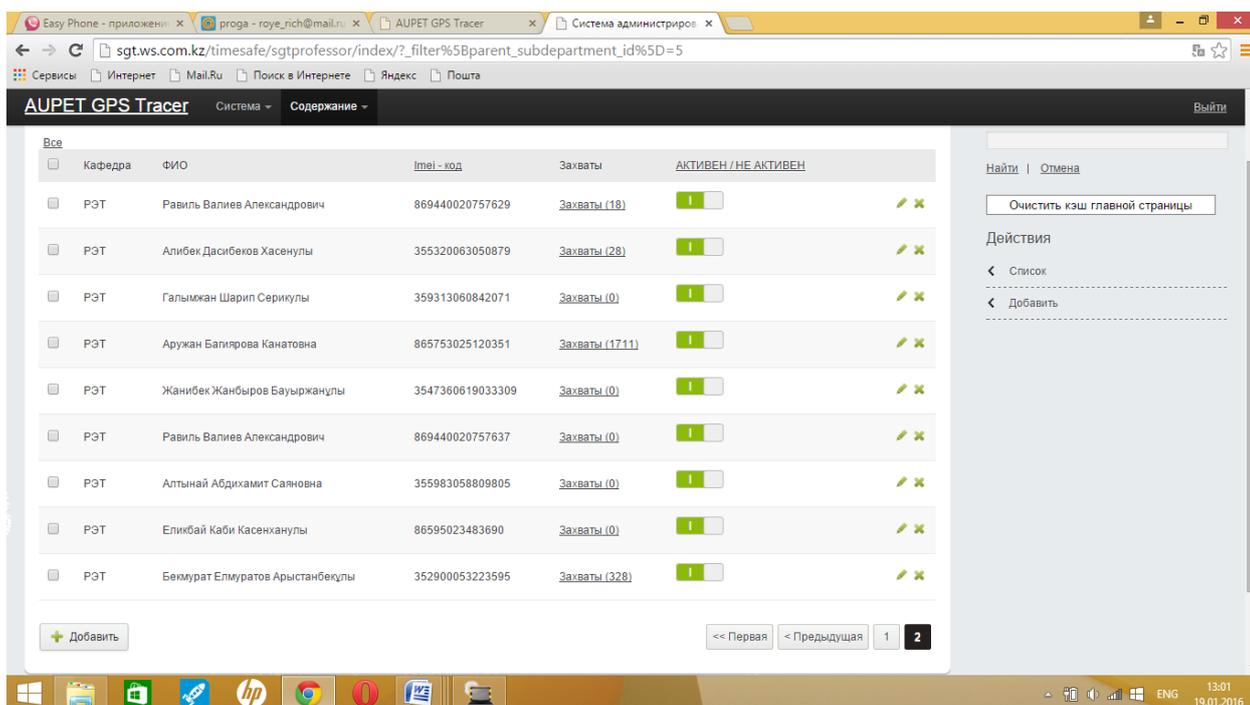


Рисунок 3.6 - Список студентов участвовавших в тестовом запуске

При тестовом запуске система зарегистрировало всех клиентов (студентов участвовавших в тестовом запуске) и подтвердила работоспособность. после получили отчеты системы о перемещение клиентов. Ниже предсавлен результаты полученные после установки и активации системы, студенты ходили запустив программу в активном режиме во время посещения занятия. Система определилила и действовала согласно программному заданию

AUPET GPS Tracer

Logout (admin)

Факультет
ФРТиС

Кафедра
РЭТ

Преподаватель
Аружан Багиярова Канатовна

Период [сегодня](#) / [вчера](#) / [за последние 3 дня](#)

Дата начала Дата конца

Период времени посещения «Час/Минут»

Время начала Время конца

Рисунок 3.6.1- Регистрация студента А в системе

AUPET GPS Tracer

Logout (admin)

Факультет
ФРТиС

Кафедра
РЭТ

Преподаватель
Бекмурат Елмуратов Арыстанбекұлы

Период [сегодня](#) / [вчера](#) / [за последние 3 дня](#)

Дата начала Дата конца

Период времени посещения «Час/Минут»

Время начала Время конца

Рисунок 3.6.2- Регистрация студента Б в системе

Журнал посещений

Факультет	Кафедра	Преподаватель	Дата (день/мес/гг)	Время (час/мин, шаг 30мин)	Тип посещения (0, 1)
ФРТиС	РЭТ	Аружан Багиярова Канатовна	18-01-2016	11:30	0
ФРТиС	РЭТ	Аружан Багиярова Канатовна	18-01-2016	12:00	0
ФРТиС	РЭТ	Аружан Багиярова Канатовна	18-01-2016	13:30	0
ФРТиС	РЭТ	Аружан Багиярова Канатовна	18-01-2016	14:00	1
ФРТиС	РЭТ	Аружан Багиярова Канатовна	18-01-2016	14:30	1
ФРТиС	РЭТ	Аружан Багиярова Канатовна	18-01-2016	15:30	0
ФРТиС	РЭТ	Аружан Багиярова Канатовна	18-01-2016	16:00	0
ФРТиС	РЭТ	Аружан Багиярова Канатовна	18-01-2016	16:30	0
ФРТиС	РЭТ	Аружан Багиярова Канатовна	18-01-2016	17:00	0
ФРТиС	РЭТ	Аружан Багиярова Канатовна	18-01-2016	18:00	0
ФРТиС	РЭТ	Аружан Багиярова Канатовна	18-01-2016	18:30	0

Рисунок 3.6.3- Журнал посещений студента А

Журнал посещений

Факультет	Кафедра	Преподаватель	Дата (день/мес/гг)	Время (час/мин, шаг 30мин)	Тип посещения (0, 1)
ФРТиС	РЭТ	Бекмурат Елмуратов Арыстанбекұлы	18-01-2016	10:00	1
ФРТиС	РЭТ	Бекмурат Елмуратов Арыстанбекұлы	18-01-2016	10:30	1
ФРТиС	РЭТ	Бекмурат Елмуратов Арыстанбекұлы	18-01-2016	11:00	1
ФРТиС	РЭТ	Бекмурат Елмуратов Арыстанбекұлы	18-01-2016	11:30	1
ФРТиС	РЭТ	Бекмурат Елмуратов Арыстанбекұлы	18-01-2016	12:00	1
ФРТиС	РЭТ	Бекмурат Елмуратов Арыстанбекұлы	18-01-2016	12:30	1
ФРТиС	РЭТ	Бекмурат Елмуратов Арыстанбекұлы	18-01-2016	13:00	0
ФРТиС	РЭТ	Бекмурат Елмуратов Арыстанбекұлы	18-01-2016	13:30	0
ФРТиС	РЭТ	Бекмурат Елмуратов Арыстанбекұлы	18-01-2016	14:30	0
ФРТиС	РЭТ	Бекмурат Елмуратов Арыстанбекұлы	18-01-2016	15:00	0
ФРТиС	РЭТ	Бекмурат Елмуратов Арыстанбекұлы	18-01-2016	15:30	0
ФРТиС	РЭТ	Бекмурат Елмуратов Арыстанбекұлы	18-01-2016	16:00	0
ФРТиС	РЭТ	Бекмурат Елмуратов Арыстанбекұлы	18-01-2016	16:30	1

Рисунок 3.6.4 - Журнал посещений студента Б

Итоги тестового запуска приложения AUPET GPS TRACER.

Приложения показало свою работоспособность, был легко установлен клиентам (студентом на смартфон), активизирован системой и получен отчет

посещаемости клиента (студента). Система определила точные координаты учебного заведения.

3.2 Разработка имитационной модели

3.2.1 Система моделирования GPSS World

Как было отмечено выше, имитационная модель представляет собой компьютерную программу. Её можно разработать на любом алгоритмическом языке, но реализация сложных моделей в этом случае становится трудоемкой, что обусловило появление специализированных языков моделирования.

Одним из первых языков моделирования, облегчающих процесс написания имитационных программ, был язык GPSS, созданный Джеффри Гордоном в фирме IBM почти сорок лет тому назад. Язык GPSS положен в основу системы моделирования GPSS World, программного продукта фирмы Minuteman Software (США), появившегося в 2000 году. Система моделирования включает в себя развитые графические оболочки для создания моделей и интерпретации выходных результатов, объектно-ориентированное программирование и мультимедийные средства.

Следует отметить, что система позволяет моделировать непрерывные и дискретные процессы, особенно эффективно моделирование СМО, в качестве которых можно рассматривать системы телекоммуникаций.

3.2.2 Главное меню GPSS

Чтобы запустить программу, дважды щелкните мышью по файлу GPSSW.exe в каталоге, в котором была установлена система. Появится главное окно системы GPSS World.



Рисунок 3.2 – Главное окно системы GPSS World

В первой строке (строке заголовка) главного окна указано название окна- GPSS World. Во второй строке располагаются пункты главного меню, в третьей – стандартная панель инструментов. Нижняя строка главного окна – строка состояния системы, в которой дается краткое описание выделенной команды.

Главное меню обеспечивает доступ ко всем средствам системы GPSS World. По своей сути главное меню является основным управляющим центром этой системы.

Рассмотрим пункты главного меню.

Меню File

Пункт File служит для работы с файлами документов. Файлы имитационных моделей в системе GPSS World записываются в окне Model и сохраняются с расширением .gps, текстовые файлы записываются в окне Text File и сохраняются с расширением .txt. Они имеют текстовый формат, поэтому их легко прочитать и модифицировать при помощи текстового редактора.

Файлы могут содержать и результаты проведенного моделирования. Эти файлы создаются после сохранения содержимого окна REPORT (отчет). При этом файл будет иметь расширение .gpr. Кроме того, можно сохранить сообщения, появляющиеся в процессе моделирования систем. Эти сообщения, выводимые в окне JOURNAL, можно сохранить в файле с расширением .sim.

Выпадающее меню пункта File содержит следующий набор пунктов:

- New...
- Open...
- Close
- Save
- Save As...
- Print...
- Internet
- Recent File
- Exit

При выборе пункта New появляется диалоговое окно Новый документ. С помощью пункта Model можно создать новый файл для моделирования и текстовый файл с помощью пункта Text File. После выбора типа файла появится соответствующее окно: для ввода моделируемой системы – Untitled Model 1 (Без названия модель 1) – или для создания текстового файла – Untitled Text File 1 (Без названия текстовый файл 1).

Меню Edit

Выбор пункта Edit вызывает выпадающее меню редактирования. Кроме известных пунктов Undo (отменить), Cut (вырезать), Copy(копировать), Paste (вставить), оно содержит следующие:

Expression Window... (окно выражения) вызывает диалоговое окно Edit Expression Window;

Plot Window...(окно графика) вызывает диалоговое окно Edit Plot Windowж

Insert GPSS Blocks... (вставить блоки GPSS) вызывает диалоговое окно, в котором можно щелчком мыши выбрать нужный блок GPSS (рисунок 3.2).



Рисунок 3.3 – Диалоговое окно Insert GPSS Blocks

Как видим из рисунка 2, в диалоговое окно входят 53 блока. Если щелкнуть по любому из них, то появится соответствующее диалоговое окно. Допустим, вы щелкнули по блоку GENERATE, на экране появится шаблон блока для ввода необходимой информации (рисунок 3.4).

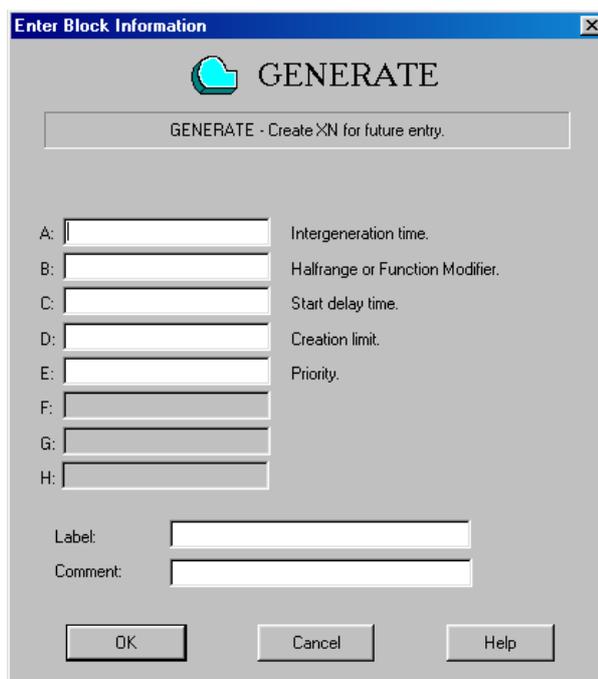


Рисунок 3.4 – Шаблон блока GENERATE

Insert Experiment (Вставить эксперимент) вызывает всплывающее меню для выбора соответствующего эксперимента.

Settings ... (Установки) вызывает диалоговое окно, в котором можно определить те или иные установки системы.

Меню Search

Выбор пункта Search (поиск) позволяет осуществить такие действия, как нахождение и исправление ошибки, переход к нужной строке, установка необходимых закладок, установление и удаление меток в тексте программы, выделение текста от курсора до установленной метки. Все указанные действия можно выполнить с помощью команд ниспадающего меню, которое появляется после выбора данного пункта.

Меню View

Выбор пункта View главного меню позволяет открывать различные окна, панели или меню:

Notices (Сообщения) вызывает окно Notices;

Toolbar (Панель инструментов);

Entity Details (Детальное представление элемента);

Simulation Clock (Часы моделирования).

Меню Command

Выбор пункта Command главного меню вызывает ниспадающее меню следующих команд:

- Create Simulation (Создать выполняемую модель) вызывает транслятор и выполняет трансляцию исходной модели с фиксацией даты и времени начала и окончания трансляции;

- Retranslate (Перетранслировать) обеспечивает перетранслирование модели;

- Repeat Last Command (Повторить последнюю команду);

- CONDUCT (Управление) дает возможность проведения эксперимента;

- START (Пуск) обеспечивает запуск оттранслированной программы;

- STEP1 (Шаг 1) обеспечивает пошаговое выполнение программы;

- HALT (Останов) прерывает процесс моделирования;

- CONTINUE (Продолжить) обеспечивает продолжение моделирования;

- CLEAR (Очистить) возвращает моделирование в первоначальное состояние;

- RESET (Сброс) осуществляет сброс статистики в начальное состояние;

- SHOW ... (Показать) показывает искомые параметры;

- Custom ... (Пользователь) обеспечивает возможность ввода команд управления пользователем.

Меню Window

Система GPSS World позволяет эффективно работать с несколькими окнами. Под каждую модель отводится отдельное окно. Одно из них является активным, то, с которым пользователь работает. Система также позволяет

работать с несколькими окнами одновременно. Выбор пункта Window главного меню позволяет управлять работой с несколькими окнами. Наряду с известными командами (Cascade, Tile), позволяющими расположить окна на рабочем столе в нужном виде, меню предлагает следующие команды:

Simulation Window (Окно моделирования) вызывает всплывающее меню, которое содержит команды для вызова нужных окон;

Simulation Snapshot (Снимок моделирования) вызывает всплывающее меню со списком окон различных снимков моделирования и окон, открытых в данный момент.

Меню Help

Выбор пункта Help (Справка) главного меню открывает меню справочной системы:

Help Topics (Вызов справки) вызывает справочную систему;

About GPSS World ... (О системе GPSS World) обеспечивает дополнительной информацией по системе.

В одноканальную систему массового обслуживания в случайные моменты поступают сообщения, если канал свободен, то сообщение поступает на обслуживание, в противном случае ждет в очереди.

На языке GPSS модель будет состоять из следующих блоков:

GENERATE A, B ; поступление транзакта

QUEUE 1 ; присоединение к очереди 1

SEIZE 2 ; занятие канала обслуживания 2

DEPART 1 ; выход из очереди 1

ADVANCE F, B ; обслуживание транзакта

RELEASE 2 ; освобождение канала обслуживания 2

TERMINATE 1 ; выход транзакта из системы

START A

Ввести данную модель в систему GPSS World, запустить процесс моделирования и получить результаты.

3.3.3 Модель на GPSS

В модели предложена дисциплина обслуживания на сервере FIFO. Все типы заявок обслуживаются по экспоненциальному закону распределения. Единица моделирования – одна миллисекунда. На 1 минуту приходится 6000 модельных единиц. Время обработки сервером примем 2 миллисекунды с возрастанием по 2 миллисекунды. Время пребывания в источнике взято 0,1 миллисекунда. Здесь производится обмен со спутником и сервером.

```
Time EQU 6000 ;Время моделирования
Stud EQU 4500;Студенты
Prep EQU 900 ;Преподаватели
Sotr EQU 100;Сотрудники
SSS QTABLE SER,0,400,20
Stud TABLE M1,0,400,20
Prep TABLE M1,0,400,20
Sotr TABLE M1,0,400,20
GENERATE 1,,,Stud
```

```

Met11 ADVANCE (Exponential (1,0,0.1))
      TABULATE      Stud
          ASSIGN    1,1
          TRANSFER  ,Met1
          GENERATE  1,,,Prep
Met22 ADVANCE (Exponential (1,0,0.1))
      TABULATE      Prep
          ASSIGN    1,2
          TRANSFER  ,Met1
          GENERATE  1,,,Sotr
Met33 ADVANCE (Exponential (1,0,0.1))
      TABULATE      Sotr
          ASSIGN    1,3
Met1  QUEUE          SER
      SEIZE          SER
      DEPART         SER
      ADVANCE        (Exponential (1,0,2))
          RELEASE   SER
          TEST E P1,1,Met2
          TRANSFER  ,Met11
Met2  TEST E P1,2,Met33
      TRANSFER      ,Met22

      GENERATE      Time
      TERMINATE     1

```

Рисунок 3.5 Модель на языке GPSS

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 5.1.1

Wednesday, January 10, 2016 21:50:45

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	6000.000	25	1	0

NAME	VALUE
MET1	15.000
MET11	2.000
MET2	22.000
MET22	7.000
MET33	12.000
PREP	900.000
SER	10005.000
SOTR	100.000
SSS	10004.000
STUD	4500.000
TIME	6000.000

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
MET11	1	GENERATE	4500	0	0
	2	ADVANCE	5990	0	0
	3	TABULATE	5990	0	0
	4	ASSIGN	5990	0	0
	5	TRANSFER	5990	0	0
	6	GENERATE	900	0	0
MET22	7	ADVANCE	2020	0	0

	8	TABULATE	2020		0	0		
	9	ASSIGN	2020		0	0		
	10	TRANSFER	2020		0	0		
	11	GENERATE	100		0	0		
MET33		12	ADVANCE	332	332	0	0	0
	13	TABULATE	332		0	0		
	14	ASSIGN	332		0	0		
MET1		15	QUEUE	8342	8342	5499	0	0
	16	SEIZE	2843		0	0		
	17	DEPART	2843		0	0		
	18	ADVANCE	2843		1	0		
	19	RELEASE	2842		0	0		
	20	TEST	2842		0	0		
	21	TRANSFER	1490		0	0		
MET2		22	TEST	1352	1352	0	0	0
	23	TRANSFER	1120		0	0		
	24	GENERATE	1		0	0		
	25	TERMINATE	1		0	0		

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY
SER	2843	1.000	2.110	1	2273	0	0	0 5499

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)
SER	5499	5499	8342	1	3742.569	2691.850	2692.173 0

TABLE	MEAN	STD.DEV.	RANGE	RETRY	FREQUENCY
SOTR	1099.261	1506.641			0
	0.000 -	400.000	170	51.20	
	400.000 -	800.000	45	64.76	
	800.000 -	1200.000	13	68.67	
	1200.000 -	1600.000	15	73.19	
	1600.000 -	2000.000	13	77.11	
	2000.000 -	2400.000	11	80.42	
	2400.000 -	2800.000	11	83.73	
	2800.000 -	3200.000	11	87.05	
	3200.000 -	3600.000	12	90.66	
	3600.000 -	4000.000	12	94.28	
	4000.000 -	4400.000	2	94.88	
	4400.000 -	4800.000	3	95.78	
	4800.000 -	5200.000	3	96.69	
	5200.000 -	5600.000	5	98.19	
	5600.000 -	6000.000	6	100.00	
PREP	1315.940	1555.013			0
	0.000 -	400.000	970	48.02	
	400.000 -	800.000	75	51.73	
	800.000 -	1200.000	103	56.83	
	1200.000 -	1600.000	120	62.77	
	1600.000 -	2000.000	111	68.27	
	2000.000 -	2400.000	114	73.91	
	2400.000 -	2800.000	117	79.70	
	2800.000 -	3200.000	105	84.90	
	3200.000 -	3600.000	100	89.85	
	3600.000 -	4000.000	99	94.75	
	4000.000 -	4400.000	14	95.45	
	4400.000 -	4800.000	18	96.34	
	4800.000 -	5200.000	26	97.62	
	5200.000 -	5600.000	30	99.11	

	5600.000	-	6000.000		18	100.00	
STUD			710.830	1431.734			0
	0.000	-	400.000		4568	76.26	
	400.000	-	800.000		77	77.55	
	800.000	-	1200.000		103	79.27	
	1200.000	-	1600.000		120	81.27	
	1600.000	-	2000.000		110	83.11	
	2000.000	-	2400.000		115	85.03	
	2400.000	-	2800.000		113	86.91	
	2800.000	-	3200.000		110	88.75	
	3200.000	-	3600.000		100	90.42	
	3600.000	-	4000.000		107	92.20	
	4000.000	-	4400.000		243	96.26	
	4400.000	-	4800.000		151	98.78	
	4800.000	-	5200.000		28	99.25	
	5200.000	-	5600.000		28	99.72	
	5600.000	-	6000.000		17	100.00	
SSS			2447.409	1362.025			0
	-	-	0.000		1	0.04	
	0.000	-	400.000		211	7.46	
	400.000	-	800.000		207	14.74	
	800.000	-	1200.000		235	23.00	
	1200.000	-	1600.000		251	31.83	
	1600.000	-	2000.000		235	40.10	
	2000.000	-	2400.000		251	48.93	
	2400.000	-	2800.000		260	58.07	
	2800.000	-	3200.000		230	66.16	
	3200.000	-	3600.000		213	73.65	
	3600.000	-	4000.000		227	81.64	
	4000.000	-	4400.000		319	92.86	
	4400.000	-	4800.000		203	100.00	

FEC XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
2273	0	6001.414	2273	18	19	1	1.000
	5502	0	12000.000	5502	0	24	

Рисунок 3.6 - Отчет работы модели

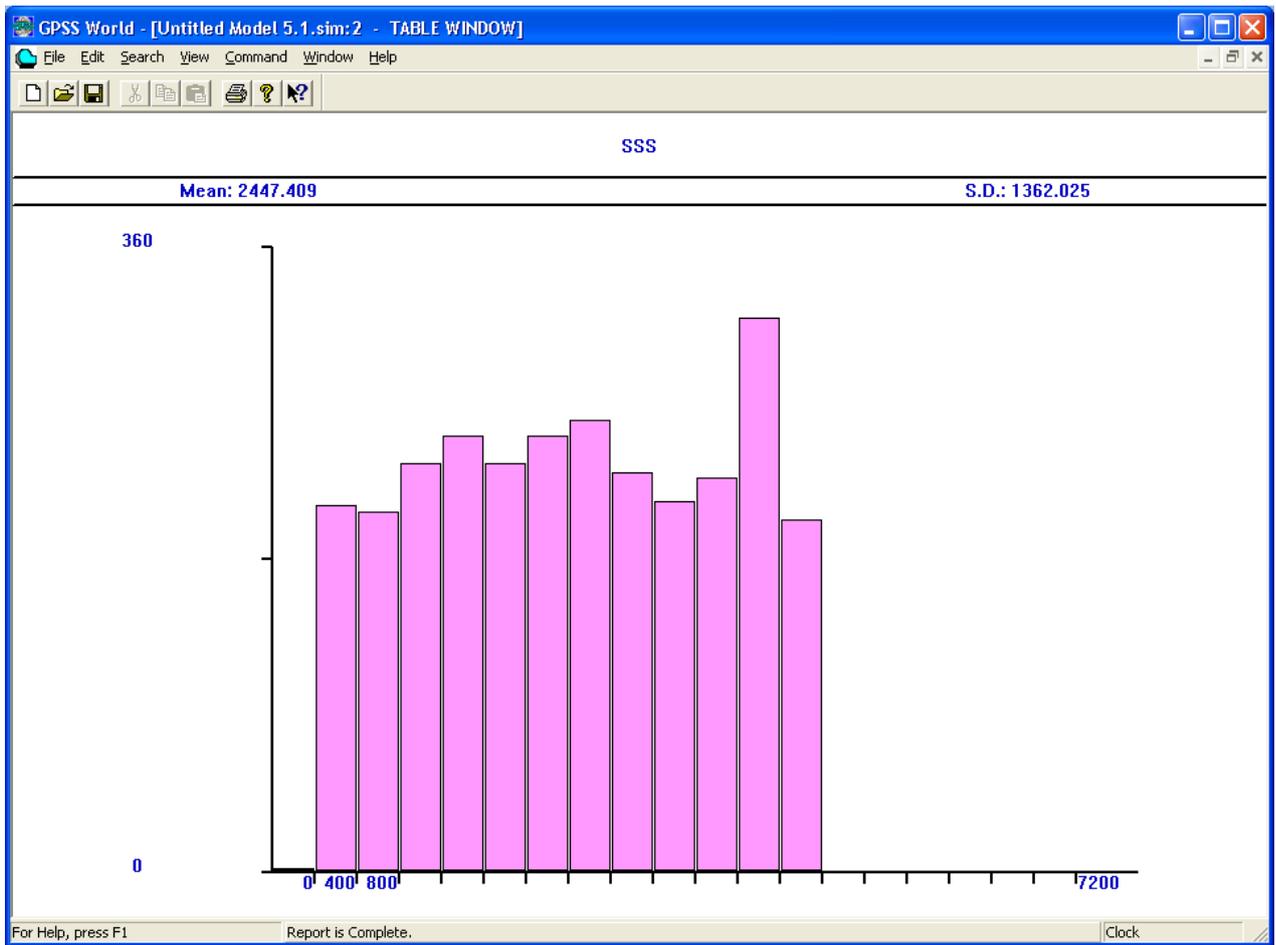


Рисунок 3.7 - Гистограмма числа заявок на сервере

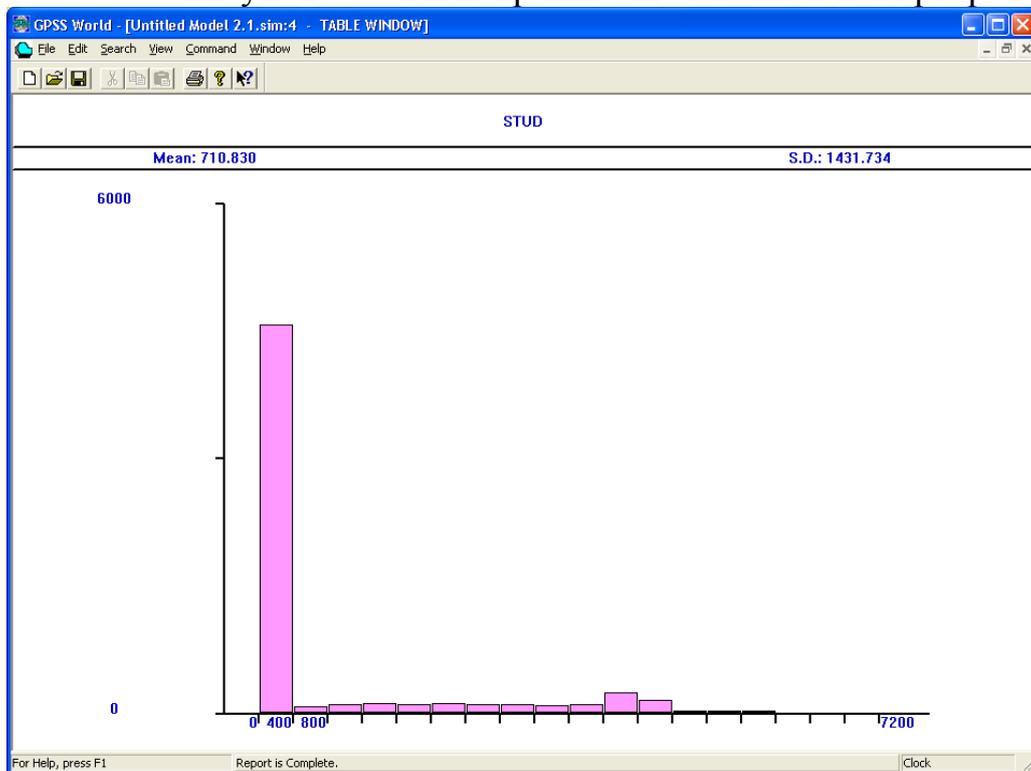


Рисунок 3.8 - Гистограмма времени пребывания заявок-студенты

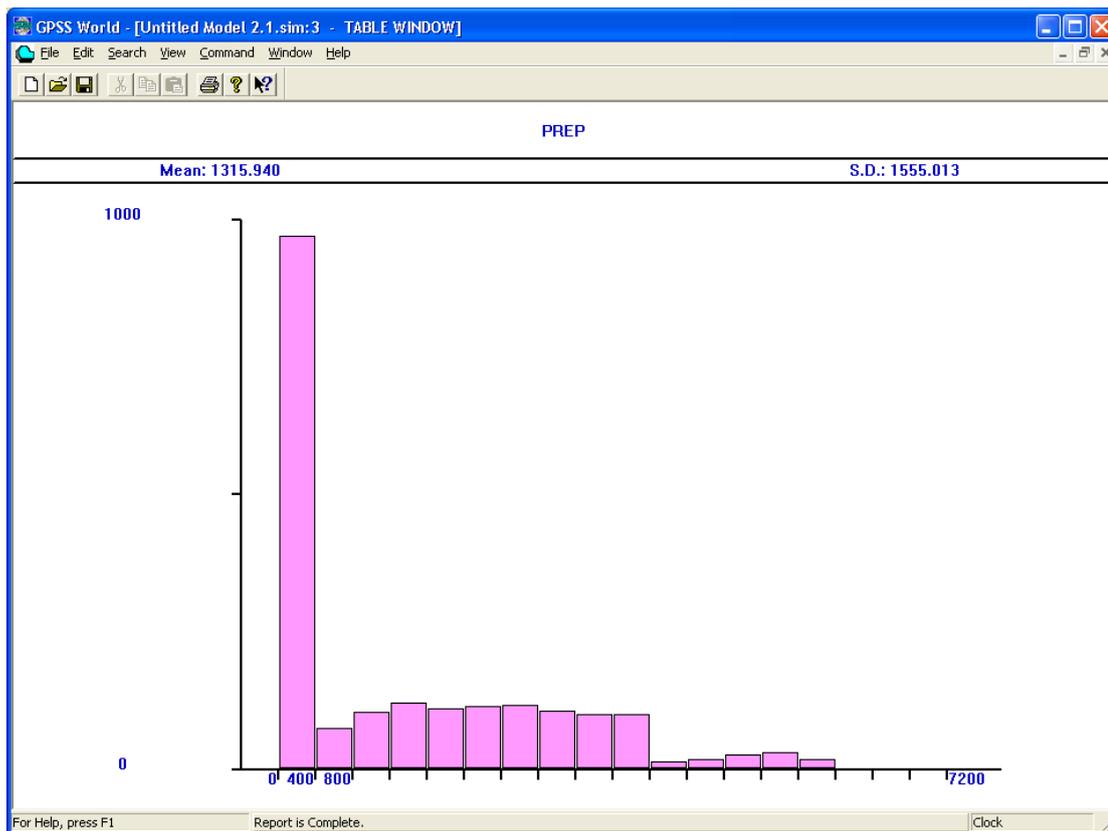


Рисунок 3.9 - Гистограмма времени пребывания заявок-преподавателей

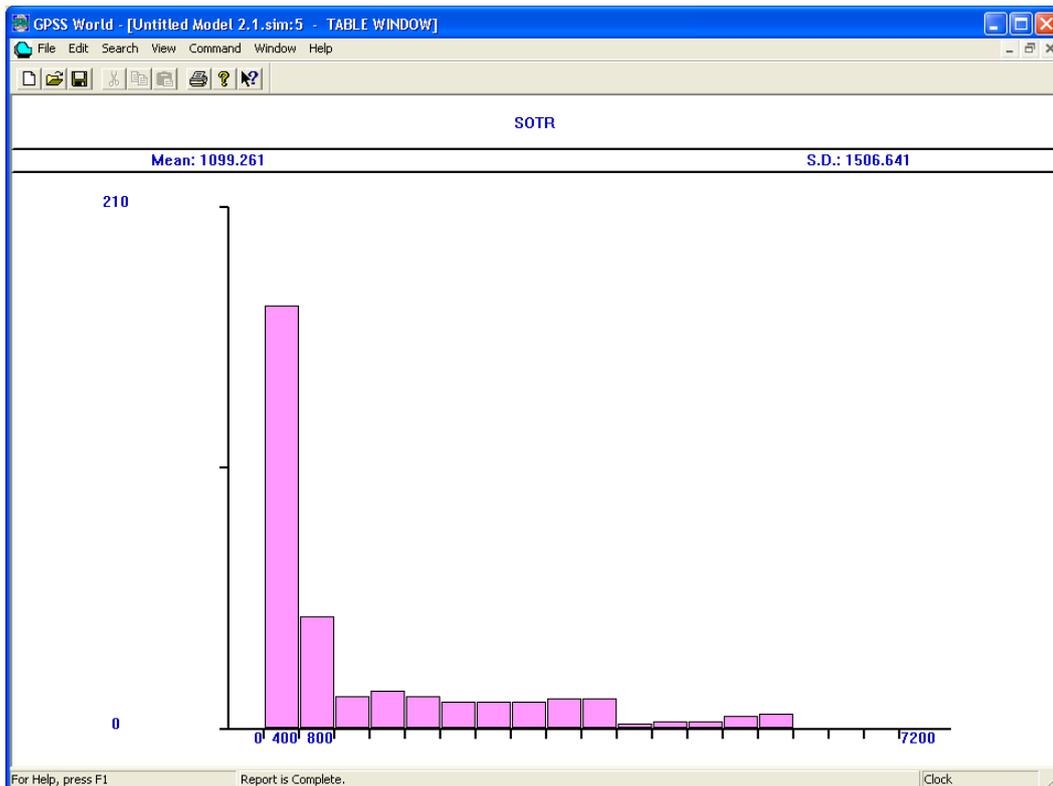


Рисунок 3.9 - Гистограмма времени пребывания заявок-сотрудников

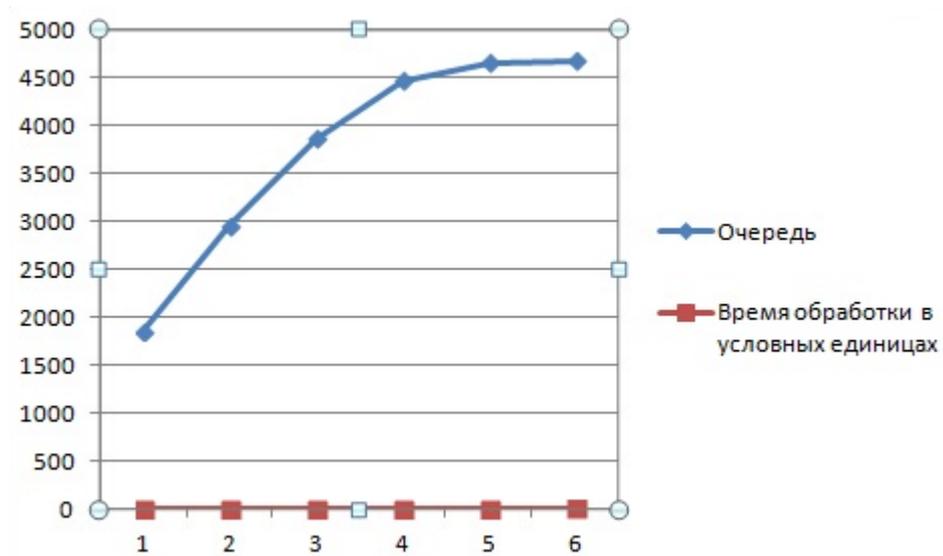


Рисунок 3.10 Зависимость быстродействия сервера от числа клиентов

Заключение

В данной диссертационной работе исследование статистических характеристик GPS Traser в организации учебного процесса АУЭС. AUPET GPS TRACER – система автоматического контроля посещаемости студентов/ учащихся, основанных на использование GPS навигаторов, комплектующих сотовые телефоны, находящиеся в индивидуальном пользование.

В основной части рассмотрена развитие систем спутниковой связи, процесс отслеживания – это комплекс методов измерений, позволяющих измерить точное местоположение объекта в реальном времени. Данный комплекс методов основан на измерении расстояния от антенны на объекте, координаты которого необходимо получить, до спутников, положение которых известно с большой точностью .

Экспериментальной части работаспособность приложения AUPET GPS TRACER – системы автоматического контроля посещаемости студентов/ учащихся, основанных на использование GPS навигаторов, комплектующих сотовые телефоны, находящиеся в индивидуальном пользование. Посещаемость студентов регистрируется с помощью программы, установленной на смартфон студента, через определение его координат (широты и долготы) по GPS приемнику, встроенного в смартфон, и сравнении их с координатами аудитории и учебного заведения, также применяется определение координат на основе служебной информации сети GSM.

В расчетной части была смоделирована модель системы автоматического контроля посещаемости студентов/ учащихся, основанных на использование GPS навигаторов, комплектующих сотовые телефоны, находящиеся в индивидуальном пользование , были проведены расчеты по пропускной способности и производительности и даны рекомендации по серверу AUPET GPS TRACER .

Список литературы

1. Parkinson, B. W., Spilker, J. J. Jr., Global Positioning System: Theory and Applications, vols. 1 and 2, American Institute of Aeronautics and Astronautics, 370 L'Enfant Promenade, SW, Washington, DC, 1996.
2. "System specification for the navstar global positioning system," SS-GPS-300B code ident 07868, March 3, 1980.
3. Spilker, J. J., "GPS signal structure and performance characteristics," Navigation, Institute of Navigation, vol. 25, no. 2, pp. 121-146, Summer 1978.
4. Milliken, R. J., Zoller, C. J., "Principle of operation of NAVSTAR and system characteristics," Advisory Group for Aerospace Research and Development (AGARD) Ag-245, pp. 4-1-4.12, July 1979.
5. Misra, P. N., "Integrated use of GPS and GLONASS in civil aviation," Lincoln Laboratory Journal, Massachusetts Institute of Technology, vol. 6, no. 2, pp. 231 -247, Summer/Fall, 1993.
6. Misra, P. N., "Integrated use of GPS and GLONASS in civil aviation," Lincoln Laboratory Journal, Massachusetts Institute of Technology, vol. 6, no. 2, pp. 231 -247, Summer/Fall, 1993.
7. "Reference data for radio engineers," 5th ed., Howard W. Sams & Co. (subsidiary of ITT), Indianapolis, 1972.
8. Bate, R. R., Mueller, D. D., White, J. E., Fundamentals of Astrodynamics, pp. 182-188, Dover Publications, New York, 1971.
9. Wells, D. E., Beck, N., Delikaraoglou, D., Kleusbery, A., Krakiwsky, E. J., Lachapelle, G., Langley, R. B., Nakiboglu, M., Schwarz, K. P., Tranquilla, J. M., Vanicek, P.,
10. Guide to GPS Positioning, Canadian GPS Associates, Fredericton, N.B., Canada, 1987.
11. "Department of Defense world geodetic system, 1984 (WGS-84), its definition and relationships with local geodetic systems," DMA-TR-8350.2, Defense Mapping Agency, September 1987.
12. "Global Positioning System Standard Positioning Service Signal Specification, 2nd ed., GPS Joint Program Office, June 1995.
13. Bate, R. R., Mueller, D. D., White, J. E., Fundamentals of Astrodynamics, Dover Publications, New York, 1971.
14. Riggins, B., "Satellite navigation using the global positioning system," manuscript used in Air Force Institute of Technology, Dayton OH, 1996.
15. К.Х.Туманбаева, Л. О. Балгабекова. Основы САПР телекоммуникационных систем. Методические указания к выполнению лабораторных работ (для студентов специальности бакалавриата 050719 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации). - Алматы: АИЭС, 2005 - 26с.

Приложение А

```
Time EQU 6000 ;Время моделирования
Stud EQU 4500;Студенты
Prep EQU 900 ;Преподаватели
Sotr EQU 100;Сотрудники
SSS   QTABLE SER,0,400,20
Stud  TABLE M1,0,400,20
Prep  TABLE M1,0,400,20
Sotr  TABLE M1,0,400,20
      GENERATE 1,,,Stud
Met11 ADVANCE (Exponential (1,0,0.1))
      TABULATE      Stud
      ASSIGN      1,1
      TRANSFER    ,Met1
      GENERATE 1,,,Prep
Met22 ADVANCE (Exponential (1,0,0.1))
      TABULATE      Prep
      ASSIGN      1,2
      TRANSFER    ,Met1
      GENERATE 1,,,Sotr
Met33 ADVANCE (Exponential (1,0,0.1))
      TABULATE      Sotr
      ASSIGN      1,3
Met1  QUEUE      SER
      SEIZE      SER
      DEPART     SER
ADVANCE (Exponential (1,0,2))
      RELEASE    SER
      TEST E P1,1,Met2
      TRANSFER  ,Met11
Met2  TEST E P1,2,Met33
      TRANSFER  ,Met22

      GENERATE Time
      TERMINATE 1
```

Рисунок 3.5 Модель на языке GPSS

Приложение Б

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 5.1.1

Wednesday, January 10, 2016 21:50:45

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	6000.000	25	1	0

NAME	VALUE
MET1	15.000
MET11	2.000
MET2	22.000
MET22	7.000
MET33	12.000
PREP	900.000
SER	10005.000
SOTR	100.000
SSS	10004.000
STUD	4500.000
TIME	6000.000

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
	1	GENERATE	4500	0	0
MET11	2	ADVANCE	5990	0	0
	3	TABULATE	5990	0	0
	4	ASSIGN	5990	0	0
	5	TRANSFER	5990	0	0
	6	GENERATE	900	0	0
MET22	7	ADVANCE	2020	0	0
	8	TABULATE	2020	0	0
	9	ASSIGN	2020	0	0
	10	TRANSFER	2020	0	0
	11	GENERATE	100	0	0
MET33	12	ADVANCE	332	0	0
	13	TABULATE	332	0	0
	14	ASSIGN	332	0	0
MET1	15	QUEUE	8342	5499	0
	16	SEIZE	2843	0	0
	17	DEPART	2843	0	0
	18	ADVANCE	2843	1	0
	19	RELEASE	2842	0	0
	20	TEST	2842	0	0
	21	TRANSFER	1490	0	0
MET2	22	TEST	1352	0	0
	23	TRANSFER	1120	0	0
	24	GENERATE	1	0	0
	25	TERMINATE	1	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY
SER	2843	1.000	2.110	1	2273	0	5499

QUEUE	MAX CONT.	ENTRY	ENTRY (0)	AVE. CONT.	AVE. TIME	AVE. (-)
SER	5499	5499	8342	1	3742.569	2691.850

Продолжение приложение Б

TABLE	MEAN	STD.DEV.	RANGE	RETRY	FREQUENCY
SOTR		1099.261	1506.641		0
	0.000	-	400.000	170	51.20
	400.000	-	800.000	45	64.76
	800.000	-	1200.000	13	68.67
	1200.000	-	1600.000	15	73.19
	1600.000	-	2000.000	13	77.11
	2000.000	-	2400.000	11	80.42
	2400.000	-	2800.000	11	83.73
	2800.000	-	3200.000	11	87.05
	3200.000	-	3600.000	12	90.66
	3600.000	-	4000.000	12	94.28
	4000.000	-	4400.000	2	94.88
	4400.000	-	4800.000	3	95.78
	4800.000	-	5200.000	3	96.69
	5200.000	-	5600.000	5	98.19
5600.000	-	6000.000	6	100.00	
PREP		1315.940	1555.013		0
	0.000	-	400.000	970	48.02
	400.000	-	800.000	75	51.73
	800.000	-	1200.000	103	56.83
	1200.000	-	1600.000	120	62.77
	1600.000	-	2000.000	111	68.27
	2000.000	-	2400.000	114	73.91
	2400.000	-	2800.000	117	79.70
	2800.000	-	3200.000	105	84.90
	3200.000	-	3600.000	100	89.85
	3600.000	-	4000.000	99	94.75
	4000.000	-	4400.000	14	95.45
	4400.000	-	4800.000	18	96.34
	4800.000	-	5200.000	26	97.62
	5200.000	-	5600.000	30	99.11
5600.000	-	6000.000	18	100.00	
STUD		710.830	1431.734		0
	0.000	-	400.000	4568	76.26
	400.000	-	800.000	77	77.55
	800.000	-	1200.000	103	79.27
	1200.000	-	1600.000	120	81.27
	1600.000	-	2000.000	110	83.11
	2000.000	-	2400.000	115	85.03
	2400.000	-	2800.000	113	86.91
	2800.000	-	3200.000	110	88.75
	3200.000	-	3600.000	100	90.42
	3600.000	-	4000.000	107	92.20
	4000.000	-	4400.000	243	96.26
	4400.000	-	4800.000	151	98.78
	4800.000	-	5200.000	28	99.25
	5200.000	-	5600.000	28	99.72
5600.000	-	6000.000	17	100.00	
SSS		2447.409	1362.025		0
	-	-	0.000	1	0.04
	0.000	-	400.000	211	7.46
	400.000	-	800.000	207	14.74
	800.000	-	1200.000	235	23.00
	1200.000	-	1600.000	251	31.83
	1600.000	-	2000.000	235	40.10
	2000.000	-	2400.000	251	48.93
	2400.000	-	2800.000	260	58.07

Продолжение приложение Б

2800.000	-	3200.000	230	66.16
3200.000	-	3600.000	213	73.65
3600.000	-	4000.000	227	81.64
4000.000	-	4400.000	319	92.86
4400.000	-	4800.000	203	100.00

FEC XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
2273	0	6001.414	2273	18	19	1	1.000
	5502	0	12000.000	5502	0	24	

Рисунок 3.6 - Отчет работы модели