МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

кафедра Телекоммуникационных систем

«Допущен к защите»
Заведующий кафедрой _____

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

_____ «_____»_____ **20__ г.**
(подпись)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: Использование спутникового навигационного оборудования „Trimble" для контроля смещений жилых зданий в г. Алматы"

Специальность 5В071900 „Радиотехника, электроника и телекоммуникации"

Выполнил (а) Нурдаулет Т.А МТСу 10-2
(Фамилия и инициалы) группа

Научный руководитель ст. пр. ТКС Кондратович А.П.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)

Консультанты:

по экономической части:
Бабич А.А
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «13» июня 2014 г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности:
Мамбетова С.Е., ст. препод.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «11» 06 2014 г.
(подпись)

по применению вычислительной техники:
Сейсенова Д.О ст. препод.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «13» 06 2014 г.
(подпись)

_____
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «_____»_____ 20__ г.
(подпись)

Нормоконтролер: ст. препод. Кондратович А.П.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «16» 06 2014 г.
(подпись)

Рецензент: _____
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «_____»_____ 20__ г.
(подпись)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Факультет Заочного обучения и переподготовки специалистов
Специальность 5В071900 „Радиотехника, электроника и телекоммуникации
Кафедра Телекоммуникационных систем

ЗАДАНИЕ
на выполнение дипломного проекта

Студент Нурдаулет Тимур Алмысбайулы
(фамилия, имя, отчество)

Тема проекта Использование спутникового навигационного оборудования „Trimble" для контроля смещений земных зданий в г Алматы

утверждена приказом ректора № ___ от «___» сентября 20___ г.
Срок сдачи законченной работы «___» _____ 20___ г.
Исходные данные к проекту требуемые параметры результатов проектирования (исследования) и исходные данные объекта

Коэффициент усиления антенны 50 Дб
Стабильность фазового центра 2 мм
Количество каналов 440
GPS - сигналы L1C/A, L2C, L2F, L5

Перечень подлежащих разработке дипломного проекта вопросов или краткое содержание дипломного проекта:

Обоснование создания радионавигационной системы GPS
Описание оборудования
Экспериментальная часть
Энергетический расчёт
Бизнес-план
Безопасность жизнедеятельности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

Графическое изображение экспериментальных данных
Схема мониторинга жилого дома с применением оборудования Trimble
Анимационные модели фактических движений здания
Результат энергетического расчёта линий спутник-Земля
Основные годовые эксплуатационные расходы

Рекомендуемая основная литература

Акимов А.А., Буравлев А.Е. „Связь и навигация. Интеграция умр" журнал „Системы и средства связи" 2002г. №3,4
Спутниковая связь и вещание. Справочник под ред. Л.Я. Кантора. - М.: Радио и связь, 1997
Пузов Г.И., Сивов В.В., Притков В.И. и др. „Помехоустойчивость радиосистем со сложными сигналами. М.: Радио и связь, 1985г
Охрана труда на предприятиях связи: Учебник для ВУЗов под ред. Н.И. Баранова. - М.: 1982г

Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
Экономич. часть	Бабич А.А	28.05 - 13.06	
Вопр. тех.	Сейсенова Д.О	26.05 - 13.06.17	
БЖД	Маратбаева С.Е	23.05 - 11.06.17г.	
Основная часть	Кондратова А.А		

Г Р А Ф И К
подготовки дипломного проекта

№ п/п	Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
1.	Обзор технологии GPS		
2.	Выбор оборудования для мониторинга		
3.	Анализ контроля смещения зданий		
4.	Расчёт линии спутник-Земля		
5.	Разработка бизнес-плана		
6.	Разработка раздела БЖД		
7	Составление презентации		

Дата выдачи задания «____»_____20___ г.

Заведующий кафедрой _____ Шамшалиев Р.Р.
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Руководитель _____ Кондратович А.П.
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Задание принял к исполнению
студент _____ Пинчук Т.А.

Аңдатпа

Бұл дипломдық жобада Алматы - Спутникті навигациялық "Trimble" жабдығын Алматы Каласындагы тұрған үй ғимараттарындагы қозғалыстагы бакылау үшін қолдану организациялық сұрақтары қарастырылды. Құралдардың талдауы және таңдауы жасалынды.

Сызық жер-спутник және сызықтар спутник-жер есеп айыр қарастырылды.

Бизнес жоспар тарауында күрделі жұмсалымның абсолютті экономикалық тиімділігі және өтімділіктің мерзімі анықталды.

Адам өмірінің қауіпсіздігі тарауында оператордың және инженердің жұмыс атқару шартының сұрақтарына талдау жасалынды, жарық жүйесі және кондиционирования жүйелерінің есебі жасалды.

Аннотация

В данном дипломном проекте рассмотрены вопросы использование спутникового навигационного оборудования "Trimble" для контроля смещений жилых зданий в г Алматы. Произведен выбор и анализ оборудования.

Произведены расчеты линии Земля-спутник и линии спутник-Земля.

В разделе бизнес план проведен расчет абсолютной экономической эффективности капитальных вложений и определен срок окупаемости.

В разделе посвещённом вопросам безопасности жизнедеятельности проведен анализ условий работы операторов и инженеров, сделан расчет освещения и системы кондиционирования.

Abstract

In this thesis project examined the use of satellite navigation equipment "Trimble" to control the displacement of residential buildings in Almaty . Material selection and analysis equipment.

Calculations along the Earth - satellite and satellite -to-Earth line .

In the business plan were calculated absolute economic efficiency of capital investments and certain payback .

Section Dedicated to life safety issues analyzed conditions for operators and engineers made the calculation of lighting and air conditioning systems .

Содержание

Введение 7
1 Радионавигационная система 8
1.1Значение и обоснование создания радионавигационной системы GPS 8
1.2 Навигационная спутниковая система NAVSTAR-GPS 11
1.3 Организация системы GPS 11
1.4 Как работает GPS 12
1.5 Спутниковая дальнометрия 13
1.6 Коррекция ошибок 17
1.7 Задачи и требования к радионавигации 18
1.8 Требования потребителей к радионавигационным системам 19
1.9 Распространение радиоволн в ионосфере 20
2. Описание оборудования 26
2.1 Для реализации данного проекта предлагается аппаратура: GPS приемник серии Trimble NET R9 26
2.2 Мультичастотная GNSS-антенна Trimble Zephyr Geodetic Model 2 28
2.3 Описание способа регистрации медленных смещений крупногабаритных сооружений с помощью навигационной системы GPS29
3 Экспериментальная часть 34
3.1 Описание экспериментального обоснования выбора оборудования 34
3.2 Экспериментальные данные полученные с GPS приемника 37
3.3 Энергетический расчет 39
4 Бизнес план 42
4.1 Актуальность проекта 42
4.2 Продукт 42
4.3 Организационно - производственный план 42
4.4 Финансовый план 43
4.5 Выводы по бизнес-плану 48
5 Безопасность жизнедеятельности 49
5.1 Анализ условий труда 49
5.2 Расчет искусственного освещения 52
5.3 Проектирование защитного заземления электроустановок 54
5.4 Мероприятия по молниезащите здания 57
5.5 Расчет системы вентиляции 58
5.6 Выводы по разделу 59
Заключение 61
Список литературы 62
Приложение А. Используемые системы координат 64
Приложение Б. Изображения экспериментальных данных 66
Приложение В. Окна программы MathCAD Энергетического расчета 68

Введение

В последние годы в больших городах Казахстана, в частности в Алматы, весьма остро встала проблема нехватки земель под застройку. Застройщиками был найден вполне понятный путь решения этой проблемы в ориентировании на строительство многоэтажных зданий (свыше 75 м).

Особенностью конструкций высотных зданий является сосредоточение большой массы на малой площади, что делает их более чувствительными к различным деформирующим факторам, нежели обычные здания. По этой причине выявилась необходимость в проведении работ по их периодическому, а в некоторых случаях и непрерывному мониторингу.

И здесь возникает ряд проблем, связанных с отсутствием нормативной, технологической и методической баз, регулирующих проведение работ по мониторингу таких зданий. Одним из возможных методов проведения геодезического мониторинга высотных зданий и сооружений является метод, основанный на использовании технологии GPS-измерений. Он предполагает дискретное разбиение файлов непрерывных спутниковых наблюдений, полученных спутниковыми приемниками GPS, с определенным интервалом, например, 30 мин. В результате определяются пространственные координаты реперов, расположенных на крыше здания, на каждую тридцатиминутную эпоху в пределах интервала непрерывных измерений.

Основными достоинствами метода являются высокая точность и чувствительность, простота реализации, полная автоматизация на всех этапах работ, а также относительно низкая стоимость.

1 Радионавигационная система

1.1 Значение и обоснование создания радионавигационной системы GPS.

Глобальная спутниковая навигационная система представляет огромное значение для различных областей деятельности человека: навигация в авиации, мореплавании и автомобильном транспорте, для геодезических работ различного назначения, в строительстве, мониторинге массивов горных пород и деформаций объектов.

Вследствие воздействия природной среды на человечество, к природным катаклизмам прибавились чрезвычайные ситуации, техногенные катастрофы и экологические бедствия, с тяжелыми и опасными для жизни людей последствиями.

Горные породы, слагающие Земную кору, под влиянием глубинных и внешних воздействий изменяют свои свойства, геометрию рельефа поверхности. Землетрясения, разливы рек, оползни, сели и провалы сопровождаются человеческими жертвами, разрушениями жилых и производственных зданий и сооружений. Особенно чувствительны к различным воздействиям и деформациям сложные гидротехнические объекты (плотины, шлюзы, дамбы, мосты), подземные сооружения различного назначения (шахты, тоннели, стволы шахт, скважины, ускорители, захоронения отходов), высотные сооружения (копры, башни, трубы и вышки).

Высокая концентрация людей, зданий и сооружений, инфраструктуры городов, промышленных объектов порождает огромную нагрузку на геологическую среду, вызывая ее изменение и преобразование. В свою очередь геологическая среда «реагирует» на внешние воздействия, что негативно сказывается на состоянии зданий и сооружений и другой инфраструктуры. Наиболее распространенным видом воздействия является статические нагрузки на толщу пород от веса зданий и сооружений. Под постоянным давлением сооружения грунты в основании фундамента сжимаются, и происходит осадка фундамента. Неравномерная осадка приводит к перекосам и прогибам оснований, наклонам (кренам) верхней части сооружений. При значительной величине осадки в фундаменте и стенах зданий появляются трещины и обрушения (рис. 1.1).

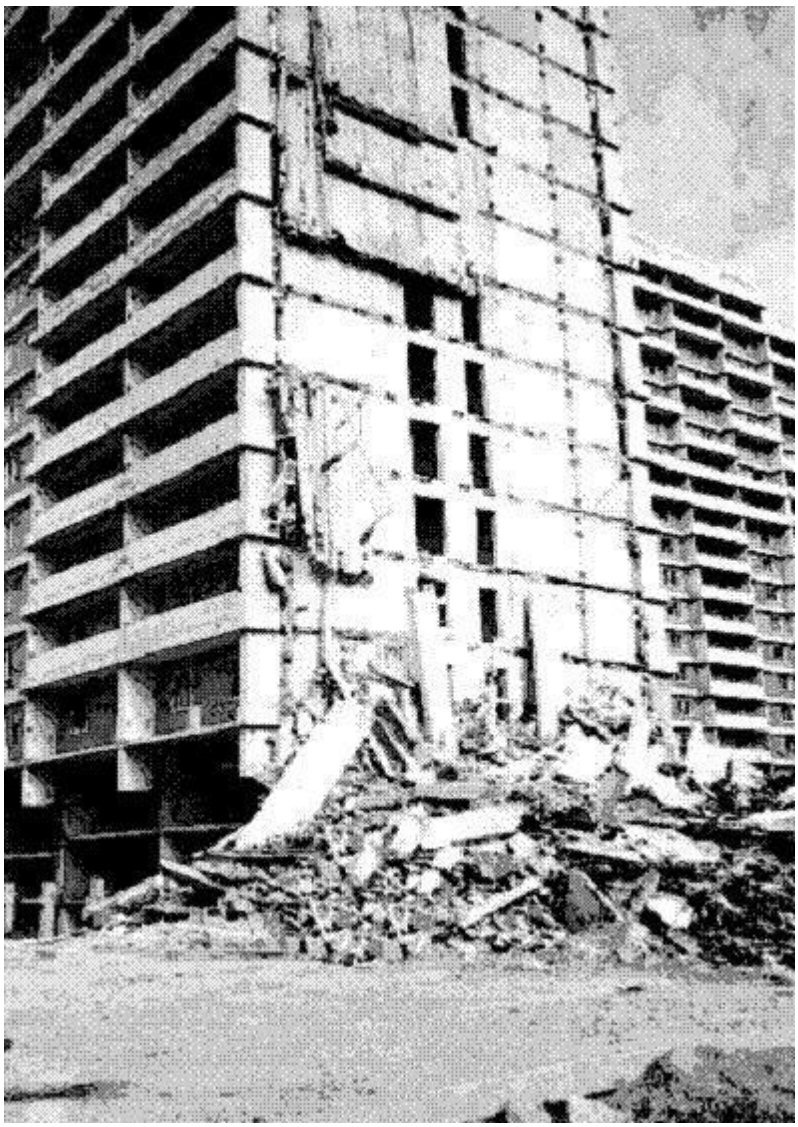


Рисунок 1.1 – Трещины и обрушения в фундаменте и стенах здания

Мощным фактором воздействия на геологическую среду городов и больших мегаполисов является строительство подземных сооружений. Возведение и эксплуатация подземных объектов ведется в условиях интенсивного водоотлива от строящихся сооружений, вызывающего снижение гидростатических напоров и статических уровней горизонтов подземных вод. Таким примером является событие, произошедшее в Караганде в сентябре 2013 года.

Анализ чрезвычайных ситуаций в строительстве показал, что сооружения во время своей эксплуатации постоянно находятся в колебательном режиме под действием вибрации, т.к. испытывают нагрузки от сезонных смещений массива горных пород, изменения гидрологического режима и от рядом стоящих объектов различного назначения.[1] Это наложило определенный отпечаток на методы контроля, точность и расчет параметров сдвижения и деформации массива горных пород, зданий и сооружений, так как массив горных пород является отдельной системой (С-1) и объектом контроля со своими

параметрами, гостами и критериями устойчивости, а здания и сооружения другой системой (С-2). Их параметры могут быть, как общими для этих систем, так и индивидуальными. Существует много средств и методов проведения диагностики деформации земной поверхности и различных сооружений. Амплитуда колебаний (смещений) различных сооружений может быть в пределах от долей мм до нескольких метров, а частота от 0,1 Гц до десятков недель. Поэтому критерием устойчивости к смещениям различного рода сооружений можно считать положение центра колебаний и допустимые амплитуду, частоту (длину волны) колебаний деформационных процессов проходящих в них, т.е. образуется случайное поле – параметры которого представляют различные множества.

Поэтому системы контроля С-1 и С-2 следует объединить в одну, общую систему. Точкой отсчета, для последующей оценки при мониторинге горнопромышленных сооружений и зданий, необходимо считать – данные контроля состояния колебаний объекта при его приеме в эксплуатацию. При единой системе контроля, мониторинг положения фундаментов зданий, сооружений и отдельных элементов позволит своевременно прогнозировать их напряженно-деформированное состояние и принять необходимые меры по обеспечению функционирования этих объектов [2].

Глобальная спутниковая навигация принципиально изменяет традиционную технологию геодезических работ. По сравнению с последней она имеет следующие преимущества:

-непрерывность измерений, что возможно и в реальном масштабе времени, и с постобработкой;

-мониторинг земной поверхности, зданий и сооружений;

результаты получаются в системе общего земного эллипсоида;

-обеспечивается полная автоматизация измерений и обработки результатов;

-высокоточное определение координат центров проектирования при космической съемке;

-исключается необходимость располагать пункты с условием обеспечения взаимной видимости между ними;

-выполнение наблюдений в любую погоду, как в дневное, так и в ночное время;

-пункты могут выбираться исходя из требований съемки, в непосредственной близости к району работ, без учета конфигурации геодезической сети;

-полевые работы могут выполняться аппаратурой, не требующей от персонала высокой квалификации;

-время наблюдений на пункте, как правило, не превышает одного-двух часов, а в том случае, когда не требуется высокая точность измерений, может быть уменьшено до 1-2 мин;

-одновременная видимость нескольких спутников позволяет исключать основные источники погрешностей в спутниковых наблюдениях, в результате чего достижима точность определения относительных координат 1*10-6 и выше, что означает возможность конкуренции с наземными методами измерений.

1.2 Навигационная спутниковая система NAVSTAR-GPS

В настоящее время действуют две спутниковые навигационные системы: NAVSTAR-GPS (Global Position System) – глобальная система позиционирования, разработанная в США и Российская ГЛОНАСС – глобальная навигационная спутниковая система.

Геодезическое спутниковое оборудование – это высокоточные приборы, которые предназначены для выполнения геодезических задач по выполнению абсолютных и относительных измерений координат пунктов. В настоящем дипломном проекте измерения координат осуществляются с помощью навигационной спутниковой системы GPS.В 80-х гг. Прошлого столетия в геодезии появилось новое средство измерений – приемники, работающие по сигналам спутниковых радионавигационных систем (СРНС): американской GPS(NAVSTAR). Для мониторинга зданий решающими оказались такие преимущества новых методов позиционирования, как высокая точность измерения смещений объекта; независимость от погоды и времени суток, от взаимной видимости между пунктами; высокий уровень автоматизации; возможность работать непрерывно (вести мониторинг явлений) и в движении.

1.3 Организация системы GPS

Каждая спутниковая радионавигационная система (СНУС) состоит из подсистемы космических аппаратов (рисунок 1.2)

Рисунок 1.2 - Космический сегмент системы GPS.

Точные координаты могут быть вычислены для места на поверхности Земли по измерениям расстояний от группы спутников (если их положение в космосе известно). В этом случае спутники являются пунктами с известными координатами. Предположим, что расстояние от одного спутника известно и мы можем описать сферу заданного радиуса вокруг него. Система Глобального Позиционирования (GPS или Global Positioning System) является спутниковой и работает под управлением Министерства Обороны США. Система является глобальной, всепогодной и обеспечивает возможность получения точных координат и времени 24 часа в сутки.

1.4 Как работает GPS

Основы системы GPS можно разбить на пять основных подпунктов:

1) Спутниковая трилатерация - основа системы
2) Спутниковая дальнометрия – измерение расстояний до спутников
3) Точная временная привязка – зачем нужно согласовывать часы в приёмнике и на спутнике и для чего требуется 4-й космический аппарат
4) Расположение спутников – определение точного положения спутников в космосе
5) Коррекция ошибок – учёт ошибок вносимых задержками в тропосфере и ионосфере

Рисунок 1.3- Спутниковая трилатерация

Точные координаты могут быть вычислены для места на поверхности Земли по измерениям расстояний от группы спутников (если их положение в космосе известно). В этом случае спутники являются пунктами с известными координатами. Предположим, что расстояние от

одного спутника известно и мы можем описать сферу заданного радиуса вокруг него. Если мы знаем также расстояние и до второго спутника, то определяемое местоположение будет расположено где-то в круге, задаваемом пересечением двух сфер. Третий спутник определяет две точки на окружности.

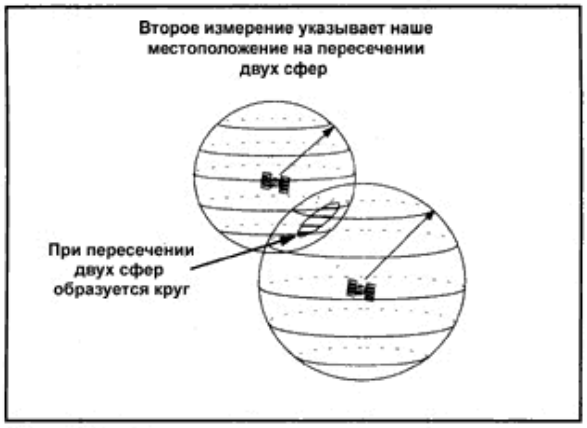


Рисунок 1.4 – Определение местоположение с помощью двух спутников.

Теперь остаётся только выбрать правильную точку. Однако одна из точек всегда может быть отброшена, так как она имеет высокую скорость перемещения или находится на или под поверхностью Земли. Таким образом, зная расстояние до трёх спутников, можно вычислить координаты определяемой точки.

1.5 Спутниковая дальнометрия.

Расстояние до спутников определяется по измерениям времени прохождения радиосигнала от космического аппарата до приёмника умноженным на скорость света. Для того, чтобы определить время распространения сигнала нам необходимо знать когда он покинул спутник. Для этого на спутнике и в приёмнике одновременно генерируется одинаковый Псевдослучайный Код.

Каждый спутник GPS передаёт два радиосигнала: на частоте L1=1575.42 МГц и L2=1227.60 МГц. Сигнал L1 имеет два дальномерных кода с псевдослучайным шумом (PRN), P-код и C/A код. “Точный” или P-код может быть зашифрован для военных целей. “Грубый” или C/A код не зашифрован. Сигнал L2 модулируется только с P-кодом. Большинство гражданских пользователей используют C/A код при работе с GPS системами. Некоторые приёмники Trimble геодезического класса работают с P-кодом.

Приёмник проверяет входящий сигнал со спутника и определяет когда он генерировал такой же код. Полученная разница, умноженная на скорость света (~ 300000 км/с) даёт искомое расстояние.

Использование кода позволяет приёмнику определить временную задержку в любое время. Кроме того, спутники могут излучать сигнал на одной и той же частоте, так как каждый спутник идентифицируется по своему Псевдослучайному коду (PRN или PseudoRandom Number code).

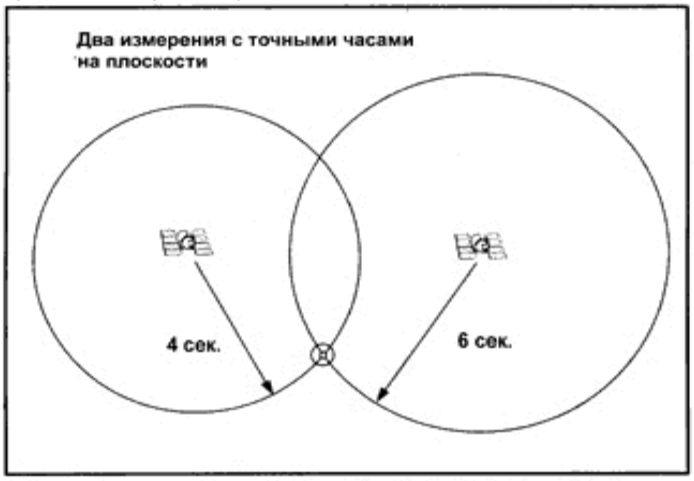


Рисунок 1.5 - Точная временная привязка с двумя спутниками.

Как видно из сказанного выше, вычисления напрямую зависят от точности хода часов. Код должен генерироваться на спутнике и приёмнике в одно и то же время. На спутниках установлены атомные часы имеющие точность около одной наносекунды. Однако это слишком дорого, чтобы устанавливать такие часы в каждый GPS приёмник, поэтому измерения от четвёртого спутника используются для устранения ошибок хода часов приёмника.

Эти измерения можно использовать для устранения ошибок, которые возникают если часы на спутнике и в приёмнике не синхронизированы. Для наглядности, иллюстрации приведённые ниже рассматривают ситуацию на плоскости, так как только три спутника необходимо для вычисления местоположения объекта.

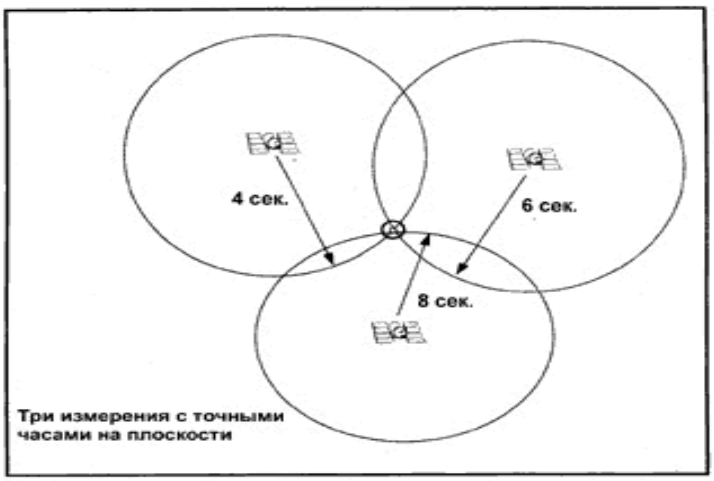


Рисунок 1.6 – Точная временная привязка с тремя спутниками.

Если часы на спутнике и в приёмнике имеют одинаковую точность хода, то точное местоположение может быть найдено по измерениям расстояния до двух спутников.

Если получены измерения с трёх спутников и все часы точные, то круг описанный радиус-вектором от третьего спутника будет пересекаться как показано на рисунке.

Однако, если часы в приёмнике спешат на 1 секунду, то картина будет выглядеть следующим образом.

Если сделать замер до третьего спутника, то полученный радиус-вектор не пересечётся с двумя другими как показано на рисунке.

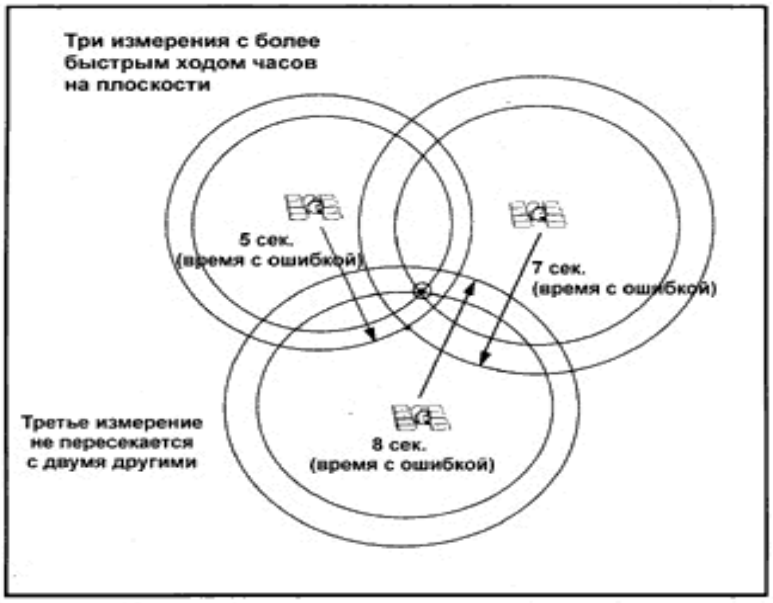


Рисунок 1.7 – Временная ошибка.

Когда GPS приёмник получает серию измерений которые не пересекаются в одной точке, то компьютер в приёмнике начинает вычитать

(или добавлять) время методом последовательных итерации до тех пор, пока не сведёт все измерения к одной точке. После этого вычисляется поправка и делается соответствующее уравнивание. Если вам требуется третье измерение, то необходим четвёртый спутник для устранения ошибок хода часов в приёмнике. Таким образом, при работе в поле вам необходимо иметь минимум четыре спутника, чтобы определить трёхмерные координаты объекта.

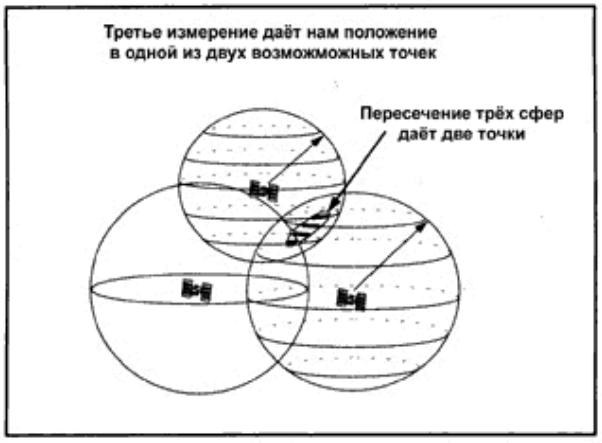


Рисунок 1.8 – Трехмерные координаты объекта.

Система NAVSTAR имеет 24 рабочих спутника с орбитальным периодом в 12 часов на высоте примерно 20200 км от поверхности Земли. В шести различных плоскостях имеющих наклон к экватору в 55° , расположено по 4 спутника. Указанная высота необходима для обеспечения стабильности орбитального движения спутников и уменьшения фактора влияния сопротивления атмосферы.

Министерство Обороны США (DoD) осуществляет непрерывное слежение за спутниками. На каждом спутнике расположено несколько высокоточных атомных часов и они непрерывно передают радиосигналы с собственным уникальным идентификационным кодом*. МО США имеет 4 станции слежения за спутниками, три станции связи и центр осуществляющий контроль и управление за всем наземным сегментом системы. Станции слежения непрерывно отслеживают спутники и передают данные в центр управления. В центре управления вычисляются уточнённые элементы

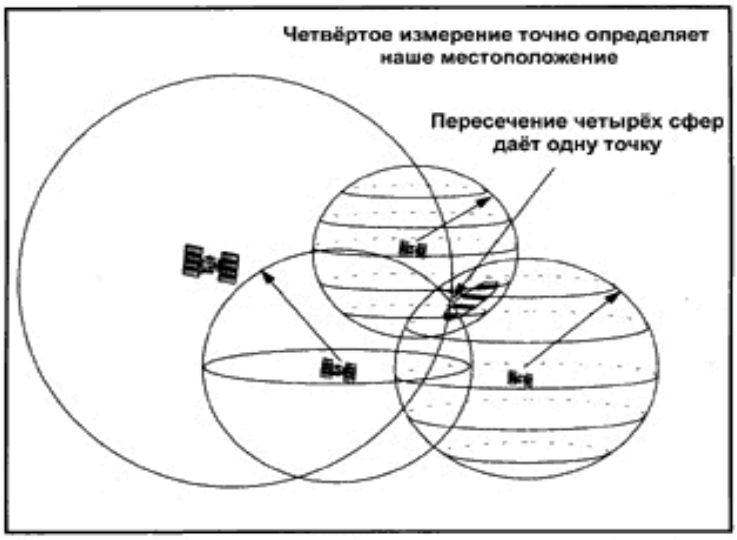


Рисунок 1.9 – Точное определение местоположения.

спутниковых орбит и коэффициенты поправок спутниковых шкал времени, после чего эти данные передаются по каналам станций связи на спутники по крайней мере один раз в сутки.

Каждый спутник GPS передаёт два радиосигнала: на частоте L1=1575.42 МГц и L2=1227.60 МГц. Сигнал L1 имеет два дальномерных кода с псевдослучайным шумом (PRN), P-код и C/A код. “Точный” или P-код может быть зашифрован для военных целей. “Грубый” или C/A код не зашифрован. Сигнал L2 модулируется только с P-кодом. Большинство гражданских пользователей используют C/A код при работе с GPS системами. Некоторые приёмники Trimble геодезического класса работают с P-кодом.

1.6 Коррекция ошибок

Некоторые источники ошибок возникающих при работе GPS являются трудно устраняемимы. Вычисления предполагают, что сигнал распространяется с непрерывной скоростью, которая равна скорости света. Однако в реальности всё гораздо сложнее. Скорость света является константой только в вакууме. Когда сигнал проходит через ионосферу (слой заряженных частиц на высоте 130-290 км) и тропосферу, его скорость распространения уменьшается, что приводит к ошибкам в измерения дальности. В современных GPS приёмниках используют всевозможные алгоритмы устранения этих задержек. Иногда возникают ошибки в ходе атомных часов и орбитах спутников, но они обычно незначительны и тщательно отслеживаются со станций слежения.

Многолучёвая интерференция также вносит ошибки в определение местоположения с помощью GPS. Это происходит, когда сигнал отражается от объектов расположенных на земной поверхности, что

создаёт заметную интерференцию с сигналами приходящими непосредственно со спутников. Специальная техника обработки сигнала и продуманная конструкция антенн позволяет свести к минимуму этот источник ошибок.

Раньше существовал ещё один источник ошибок – это избирательный Доступ (Selective Availability или S/A), искусственное снижение точности спутникового сигнала вводимое МО США. Это приводило к тому, что точность полученных координат с помощью GPS снижалась до 100 метров. Однако 1 мая 2000 года по решению президента США "Избирательный Доступ" был отключен. Кроме того, S/A можно исключить, применяя технику дифференциальной коррекции.

1.7 Задачи и требования к радионавигации.

Навигация решает следующие задачи:

- определение местоположения подвижных объектов в пространстве (космический, воздушный, водный и наземный транспорт);
- управление движением воздушного, наземного и водного транспорта;
- геодезическое обеспечение при картографии и океанографии, геологоразведке и добыче полезных ископаемых, расстановке буев и установке опорных радионавигационных станций, создании геодезических сетей, землеустройстве и т.д.;
- высшая геодезия и геодинамика: определение формы и размеров Земли, деформации ее поверхности, тектонические движения континентальных плит, предсказания землетрясений и т.п.;
- специальные задачи, в том числе поисково-спасательные работы, маневрирование при ловле рыбы, научно-исследовательские (экспериментальные) работы и др.;
- мониторинг деформаций инженерных сооружений и естественных объектов в целях предупреждения техногенных катастроф;
- высокоточные сличения эталонов времени лабораторий всего мира;
- синхронизация систем связи и энергетических систем, обеспечивающая надежность их функционирования и минимизацию энергетических потерь;
- воздушная навигация: полет по маршруту (прокладка и отображение курса, определение расстояний до пункта назначения и оценка времени прибытия в аэропорт назначения); заход на посадку (здесь в первую очередь предъявляются требования к достоверности навигационной информации и обнаружению отказов с помощью контроля целостности системы);
- навигация морских и речных судов, обеспечение безопасности плавания в узких проливах; мониторинг рыболовецких флотов, квотирование и контроль добычи морских продуктов;

- определение рельефа дна и расчистка фарватеров, отслеживание загруженности портов, береговые службы контроля прохождения грузов;

- навигация в наземных условиях и диспетчерские службы грузовых автомобильных перевозок; выбор оптимального маршрута, отслеживание местоположения грузовика, оснащенного GPS-приемником; контроль целостности груза и своевременности прибытия и т.д.;

- на железнодорожном транспорте - повышение безопасности движения, повышение эффективности работы диспетчерских служб, оптимизация режимов ведения поездов;

- гидрографические применения: постройка морских сооружений, прокладка трубопроводов, создание морских нефтяных платформ, сейсмологические исследования дна моря;

- в сельском хозяйстве - организация землепользования, оптимизация обработки посевных площадей и др.;

- массовые применения средств радионавигации бытового назначения.

Это далеко неполный перечень основных направлений использования средств глобального позиционирования.

1.8 Требования потребителей к радионавигационным системам

Основными требованиями, предъявляемыми в РНС, являются 7 параметров:

1) размер рабочей зоны;
2) точность определения местоположения объектов;
3) доступность;
4) целостность;
5) непрерывность обслуживания;
6) дискретность определения местоположения объектов;
7) пропускная способность.

Дадим краткие определения каждому параметру.

Рабочая зона – область пространства, где обеспечивается возможность определения координат своего местоположения.

Точность определения местоположения есть величина абсолютной значение разности между измеренными и истинными значениями координат или их среднеквадратичное отклонение.

Доступность РНС - это вероятность получения достоверной информации о своем местоположении.

Целостность РНС - это способность систем обнаруживать свое неправильное функционирование, исключать использование и оценивается вероятностью оповещения потребителей при нарушении работы системы в пределах допустимого интервала времени.

Непрерывность обслуживания - это вероятность безотказной работы системы и характеризуется пороговым интервалом времени.

Дискретность определения местоположения - это минимальный интервал времени, через который возможно новое определение местоположения.

Пропускная способность - это максимальное количество одновременно обслуживаемых пользователей.

Любая радиосистема связи, коммуникации, навигации и локации может быть организована с разрешения Международных организаций, согласно установленными ими правилами и законами. Главной организацией в этой системе является Международный союз электросвязи (МСЭ), при нём функционируют: Международная комиссия по радиочастотам (МКРЧ), занимающаяся распределением, выделением и присвоением рабочих частот; Международная консультативная комиссия по радиочастотам (МККР), занимающаяся разработкой рекомендаций и других документов. Список всех руководящих, разрешительных, предписывающих документов периодически публикуется в документе, носящем название Регламент Связи. В нем также определены радионавигационные службы: воздушная радионавигационная, морская радионавигационная, морская подвижная (бедствие и вызов), подвижная (сигналы бедствия и вызова), радионавигационная и спутниковая радионавигационная, а также дается перечень диапазонов частот и волн, выделенные для использования в этих системах. Службы радиолокации и радионавигации, определенные Регламентом Связи.

1.9 Распространение радиоволн в ионосфере

Распространение радиоволн в ионосферной плазме, находящейся в магнитном поле Земли, имеет сложный характер. Наиболее важными параметрами ионосферы, влияющими на распространение электромагнитных волн, являются электронная концентрация и частота соударений электронов с нейтральными частицами атмосферного газа.

В справочниках для связистов даются весьма утрированные представления о распространении радиоволн в ионосфере, значительно упрощены важные соотношения.

Так, показатель преломления радиоволны дается выражением:

$$N = \sin\theta_1/\sin\theta_2 = (\varepsilon_2/\varepsilon_1)^{1/2}, \qquad (1.1)$$

Диэлектрическая проницаемость ионосферной плазмы определяется выражением:

$$\varepsilon_{\text{г}} = 1\text{-}80{,}8\, N_e / f^2, \qquad (1.2)$$

где Ne – электронная концентрация;

f – рабочая частота радиосигнала.

Удельная проводимость плазмы σ , как:

$$\sigma = 7{,}2\cdot 10^{-10}\cdot N_e\ \nu/f^2. \qquad (1.3)$$

Рассмотрим эти выражения в более точном приближении.

Одним из наиболее часто используемых приближений для расчетов распространения радиоволн в ионосфере является условие, при котором вектор магнитного поля лежит в плоскости распространения.

Вариации характеристик сигнала в ионосфере определяются комплексной диэлектрической проницаемостью ε′, связанной с показателем преломления n и поглощения k следующим выражением:

$$\varepsilon' = (n\text{-}i æ)^2 = (n^2 - æ^2) - i2n\ æ. \qquad (1.4)$$

При этом выражение для комплексной диэлектрической проницаемости ε′ принимает вид:

$$\varepsilon' = 1 - \frac{2v(1 - is - v)}{2(1 - is)(1 - v - is) - u\sin\alpha \pm \sqrt{u^2\sin^4\alpha + 4u(1 - is - v)^2\cos^2\alpha}} \qquad (1.5)$$

Где знак «+» - перед корнем в знаменателе выражения (1.5)
дает решение для обыкновенной;
знак «-» - для необыкновенной компонент радиосигнала;
α - угол между направлением распространения
электромагнитной волны и вектором магнитного поля Земли.

Аналитическое решение уравнения (1.5) очень сложно и поэтому прибегают к численным расчетам. Ниже мы покажем, что уравнение (1.5) можно свести к виду (1.4), которое решается аналитически, гораздо проще и удобно для программирования.

$$\varepsilon' = 1 - [vc(b^2+s^2)]/(c^2+d^2) - i[vd(b^2+s^2)]/(c^2+d^2). \qquad (1.6)$$

Откуда, разделяя действительную и мнимую части, получим:

$$\varepsilon = 1 - [vc(b^2+s^2)]/(g^2+d^2),$$

$$4\pi\sigma/\omega = [vd(b^2+s^2)]/(g^2+d^2). \qquad (1.7)$$

Уравнения (1.6) и (1.7) получены следующими подстановками и заменами переменных:

b = 1-v, a = 1/2 u $\sin^2\alpha$;

c = 2 actg2α;

l = a2(b2-s2) + c (b2+s2) = p cosφ;

m = 2a2bs = p sinφ;

φ = arc tg (l /m);

g = b2+s2-ab+$\sqrt{p}$ cos (φ/2);

d = s (b2+s2+a) -$\sqrt{p}$ sin (φ/2).

Показатели преломления *n* и поглощения æ радиоволны в ионосферной плазме рассчитываются из данных диэлектрической проницаемости ε и проводимости σ плазмы с помощью следующих уравнений:

$$n_i = \sqrt{\frac{\varepsilon}{2} + \sqrt{\left(\frac{\varepsilon}{2}\right)^2 + \left(\frac{2\pi\sigma}{\omega}\right)^2}},$$

$$æ = \sqrt{-\frac{\varepsilon}{2} + \sqrt{\left(\frac{\varepsilon}{2}\right)^2 + \left(\frac{2\pi\sigma}{\omega}\right)^2}}, \qquad (1.8)$$

Которые используются для расчетов траектории распространения радиосигнала в диспергирующей среде через закон Снеллиуса:

$$\sin\theta_i / \sin\theta_{i+1} = n_{i+1} / n_i \qquad (1.9)$$

И для поглощения энергии радиоволны:

$$E = E_0 \exp\left\{-\int_s^{s_1} æ ds\right\} \qquad (1.10)$$

Отражение радиоволны будет происходить в области, где величина $\sin\theta_i$+1 станет равной единице. Полагая, что на поверхности земли n_i=1, а в области отражения излученного с земли радиосигнала $\sin\theta_i$+1 =1, то нетрудно убедиться, что отражение радиосигнала от ионосферы

происходит на высоте, где показатель преломления равен синусу вертикального угла зондирования

$$N = \sin \theta_0 . \qquad (1.11)$$

Высотный профиль электронной концентрации в ионосфере получают экспериментально или задают какой-либо моделью. Наиболее распространенным способом получения высотного профиля электронной является пересчет высотно-частотных характеристик (ионограмм или ВЧХ) при вертикальном зондировании. Пример такой ионограммы, типичной для полуденного времени суток на средних широтах, приведен на рисунке 1.2 а и б.

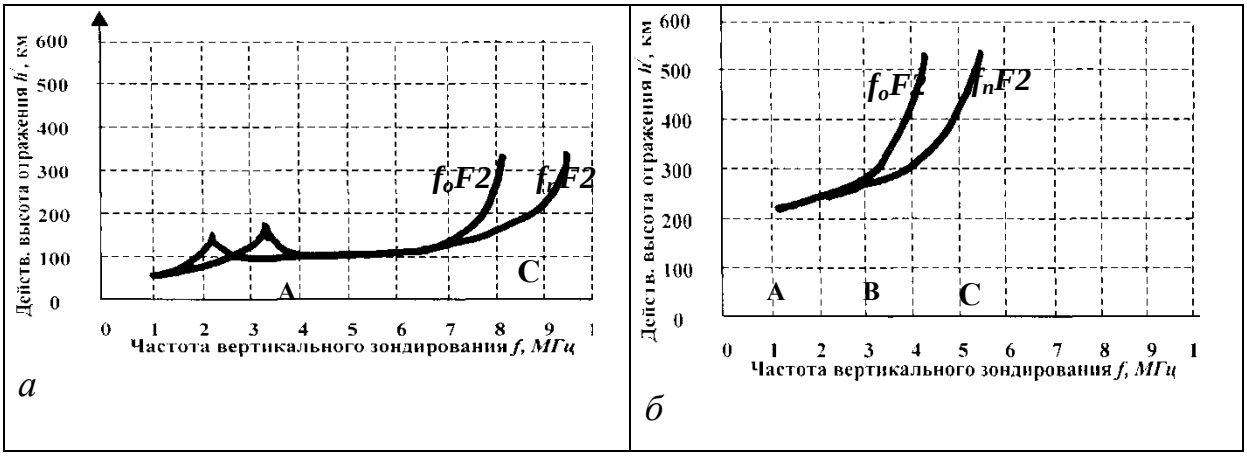


Рисунок 1.10 - Типичные среднеширотные ионограммы вертикального зондирования: а) дневная, б) ночная

По оси абсцисс отложена частота зондирующего сигнала f , в МГц, по оси ординат h' – действующая высота отражения, которая несколько больше истинной высоты отражения h, поскольку рассчитывается по времени запаздывания отраженного сигнала относительно момента его излучения и при постоянной скорости распространения радиоволны, равной скорости света в свободном пространстве. Из ионограммы видно, что ионосфера представляет собой слоистую структуру. С увеличением рабочей частоты высота отражения увеличивается. На участке А-В сигнал не претерпевает расслоения на обыкновенную и необыкновенную компоненты. Этот диапазон частот удобен для радиосвязи. На участке частот В-С наблюдается расщепления сигнала, мы имеем два отражения. Максимальные частоты отражения называются критическими частотами. Частоты выше критических значений не отражаются, и радиоволна проходит сквозь ионосферу. Диапазон между критическими частотами

обыкновенной f_oF2 и необыкновенной f_nF2 волны также удобен для радиосвязи. Середина этого участка называется оптимальной частотой радиосвязи. На самом деле при наклонном зондировании частота отражения выше критической частоты вертикального зондирования. Максимальная частота отражения при наклонном и вертикальном излучении связаны соотношением:

$$f_{oi}=f_{ov} \sec \theta_0, \qquad (1.12)$$

где θ_0 – вертикальный угол зондирования у поверхности Земли.

Для высокочастотного сигнала, удовлетворяющего соотношению

$$\omega >> \nu, \qquad (1.13)$$

где ν - эффективная частота соударений электронов с нейтральными молекулами атмосферного газа, можем записать:

$$\varepsilon = 1 - \frac{4\pi e^2 N_e}{m\omega^2} = 1 - 3{,}18 \cdot 10^9 \frac{N_e}{\omega^2} = 1 - 8{,}06 \cdot 10^7 \frac{N_e}{f^2},$$
$$\sigma \approx \frac{e^2 N_e \nu}{m\omega^2} = 2{,}53 \cdot 10^8 \frac{N_e \nu}{\omega^2} = 6{,}42 \cdot 10^6 \frac{N_e \nu}{f^2} \qquad (1.14)$$

Радиосигнал, имеющий частоту, меньшую вертикальной критической мертвой зоны не создает.

Высотный профиль частоты соударений электронов с нейтральными молекулами атмосферного газа $\nu(h)$ задается суммой столкновений с атомарными составляющими атмосферы. Ниже приведем эти значения.

В таблице 1.1 $[N_2]$, $[O_2]$ – концентрации молекул азота и кислорода, [O], [H], [He] – концентрации атомов кислорода, водорода и гелия, см$^{-3}$, а T_e – температура электронов. Итак, для определения эффективной частоты соударений электронов необходимо знание (хотя бы модельное) высотного распределения этих компонент. Данные для некоторых составляющих атмосфере для ионосферных высот представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.1 - Функции частоты соударений электронов с нейтральными молекулами атмосферного газа от температуры

Компонент	Частота соударений электронов с молекулами, ν, с$^{-1}$
N_2	$2{,}33\cdot10^{-11}[N_2](1-1{,}21\cdot10^{-4}T_e)T_e$
O_2	$1{,}82\cdot10^{-10}[O_2](1+3{,}6\cdot10^{-2}T_e^{1/2})T_e^{1/2}$
O	$2{,}8\cdot10^{-10}[O]\ T_e^{1/2}$
H	$4{,}5\cdot10^{-9}[H](1-1{,}35\cdot10^{-4}\ T_e)\ T_e^{1/2}$
He	$4{,}6\cdot10^{-10}[He]\ T_e^{1/2}$

Таблица 1.2 - Высотное распределение основных компонент атмосферы

h, км	Десятичные логарифмы				
	ρ, г/см^3	[M]	[N_2]	[O_2]	[O]
		см$^{-3}$			
50	-5,98	16,34	16,30	15,70	
60	-6,50	15,82	15,80	15,20	10,70
70	-7,07	15,26	15,20	14,60	10,80
80	-7,72	14,60	14,50	14,00	10,90
90	-8,45	13,80	13,80	13,20	11,10
100	-9,30	12,98	13,00	12,50	11,70
120	-10,60	11,69	12,30	11,60	10,88
150	-11,70	10,66	9,88	10,10	10,10
200	-12,50	9,86	9,80	8,92	9,52
250	-13,10	9,30	9,26	8,31	9,18
300	-13,60	8,92	8,81	7,81	8,91

Нетрудно убедиться, что наибольшее поглощение радиоволна испытывает в областях, где её рабочая частота ω равна частоте соударений ν электронов с нейтральными молекулами атмосферного газа (не отклоняющее поглощение) и где ω близка к плазменной частоте ω_0 (отклоняющее поглощение).

В практических расчетах применяют и другие более грубые приближения. К ним относятся распространение радиоволн вдоль или поперек магнитного поля, пренебрежение частотой соударений электронов с нейтральными молекулами. В таких случаях выражение (1.9) значительно упрощается.

Поскольку ионосферная плазма является магнитоактивной, и магнитное поле влияет на распространение радиоволн, приведем некоторые сведения о магнитном поле Земли.

О том, что наша планета представляет собой огромный магнит, стало известно с начала 17 века. Сообщение об этом сделал Уильям Гильберт в 1600 году. В 1702 году Эдмунд Галлей опубликовал первые карты магнитного поля Земли. С середины 19 века начались непрерывные измерения напряженности геомагнитного поля.

На расстояниях вплоть до удалений, превышающих несколько земных радиусов, магнитное поле Земли (МПЗ) можно представить полем диполя. Условились полюса МПЗ называть северным и южным, но иногда встречаются названия положительный и отрицательный полюс.

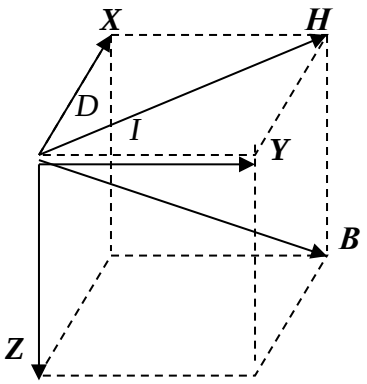


Рисунок 1.11 - Векторное представление напряженности магнитного поля Земли

Вектор МПЗ (рисунок 1.10) принято представлять ориентированными по направлениям составляющими. Если модуль вектора *B*, то его составляющими компонентами будут вектора, направленные в горизонтальной плоскости на географические север и восток, и в вертикальной плоскости к центру Земли. Угол *D* образован направлением на север и горизонтальной составляющей *H* вектора *B*, *I* – угол между *B* и *H*. *D* Считается положительным, если *H* отклоняется к востоку, *I* положительно при отклонении *B* вниз от горизонтальной плоскости. Величина *D* называется магнитным склонением, а *I*– наклонением. Вертикальная плоскость, проходящая через *H*, называется (местной) магнитной меридиональной плоскостью. Все компоненты магнитного поля Земли измеряются в Тл·10^{-9} или нТл.

2. Описание оборудования

2.1 Для реализации данного проекта предлагается аппаратура: GPS приемник серии Trimble NET R9

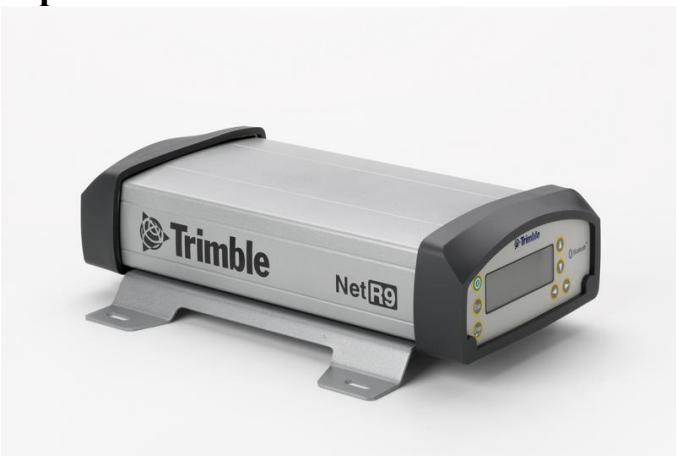


Рисунок 2.1 – GPS приемник серии Trimble NET R9

Базовый GNSS приёмник Trimble Net R9 позволяет принимать сигналы спутниковых группировок GPS, Глонасс, Galileo. Применяется для использования в качестве референцной станции в постоянно действующих спутниковых сетях. Приёмник имеет внутреннюю память 8Гб и встроенный аккумулятор, поддерживает температурные датчики и датчики наклона. К сферам его применения относятся высокоточное позиционирование в сетях референцных станций. Благодаря применению технологии питания через Ethernet можно использовать один кабель как для питания, так и для Ethernet соединения. Приёмник имеет высокий класс защиты IP67.

Таблица 2.1 - основные технические характеристики Trimble NetR9

Количество каналов	440
GPS сигналы	L1C/A, L2C, L2E (способ слежения за L2P, разработанный компанией Trimble), L5
ГЛОНАСС сигналы	L1 и L2 – ПТ и нешифрованный вариант ВТ кодов
SBAS.	L1C/A, L5, поддержка WAAS, EGNOS, MSAS
Galileo.	GIOVE-A, GIOVE-B
L-Band.	OmniSTAR службы VBS, HP и XP
Дифференциальная кодовая GPS-съемка:	
В плане	±0,25 м +1 мм/км СКО
По высоте.	±0,50 м +1 мм/км СКО
Статическая и быстростатическая GPS-съемка:	
В плане	±3 мм +0,1 мм/км СКО
По высоте.	±4 мм +0,1 мм/км СКО
Кинематическая съемка:	
В плане	±8 мм +1 мм/км СКО
По высоте.	±15 мм +1 мм/км СКО
Форматы дифференциальных поправок.	CMR, CMR+, CMRx. RTCM 2.1, RTCM 2.2, RTCM 2.3, RTCM 3.0, RTCM 3.1
Форматы записи файлов	TO2, RINEX v2.11, RINEX v3.0, BINEX, Google Earth KMZ
Форматы измерений	RT17, RT27, BINEX, RTCM 3.x

2.2 Мультичастотная GNSS-антенна Trimble Zephyr Geodetic Model 2

Рисунок 2.2 Антенна Trimble Zephyr Geodetic Model 2

Антенна Trimble Zephyr Geodetic Model 2 подходит для выполнения высокоточного мониторинга зданий.

Таблица 2.2 - технические характеристики Trimble Zephyr Geodetic Model 2

Частоты:	L1/L2/L5/G1/G2/OmniSTAR/SBAS/E1/E2/E5 ab/E6
Питание:	постоянное напряжение 3.3-12 В, ток до 100 мАч
Схема подачи питания:	4-х точечная
Стабильность фазового центра:	2 мм
Коэффициент усиления:	50 дБ ± 2 Дб
Контактный разъем для кабеля:	TNC
Крепление:	резьба 5/8" - 11
Диапазон рабочих температур:	от -40 ° С до +70 ° С
Диапазон температур хранения:	от -55 ° С до +85 ° С
Виброустойчивость:	стандарт MIL-810-F, глава 514.5c-17 (уровень вибрации по каждой оси)
Ударопрочность:	выдерживает падение с высоты 2 м
Влажность:	100%, полная герметичность, выдерживает погружение в воду на глубину 1 м
Габариты:	34,3 см (диаметр) × 7,9 см
Вес:	1,36 кг

2.3 Описание способа регистрации медленных смещений крупногабаритных сооружений с помощью навигационной системы GPS.

Методика комплексного мониторинга высотных сооружений предусматривает инструментальное определение частот собственных колебаний по различным формам, измерение временных рядов смещений характерных точек конструкции, вычисление линейных и крутильных деформаций и напряжений вдоль высотного профиля и превышение их критических значений.

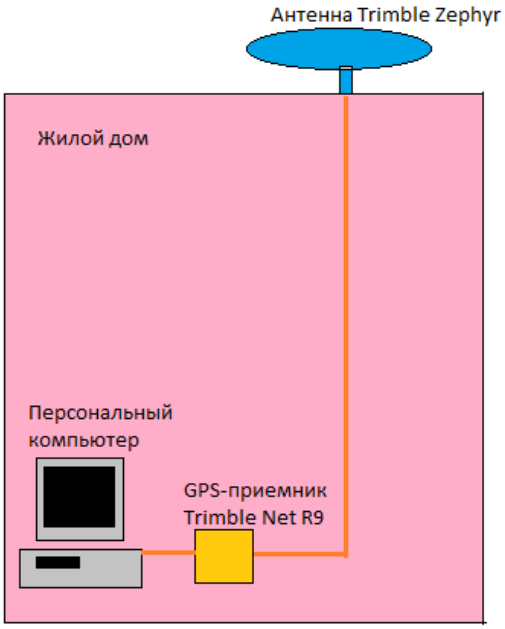


Рисунок 2.3 Схема мониторинга жилого дома с применением оборудования Trimble.

Для решения этих задач проектируется сеть измерительных точек, решается проблема обеспечения оптимальных условий приема спутниковых сигналов GPS+Глонасс (GNSS), выполняется мониторинг достаточной длительности, выполняются обработка и целевой анализ данных GNSS с построением динамических моделей реального поведения объекта при переменных ветровых воздействиях. Крепление антенн на объекте и на базисных станциях выполняется на жесткие короткие штыри, исключающие смещения-помехи (рисунок 2.4).

Рисунок 2.4 Антенна Trimble Zephyr Geodetic Model 2 закрепленная на крыше жилого дома.

Обработка данных выполняется по программам Trimble, с применением универсальных, а также вспомогательных собственных утилит.

Рисунок 2.5 GPS приемник серии Trimble NET R9 закрепленный в техническом помещении

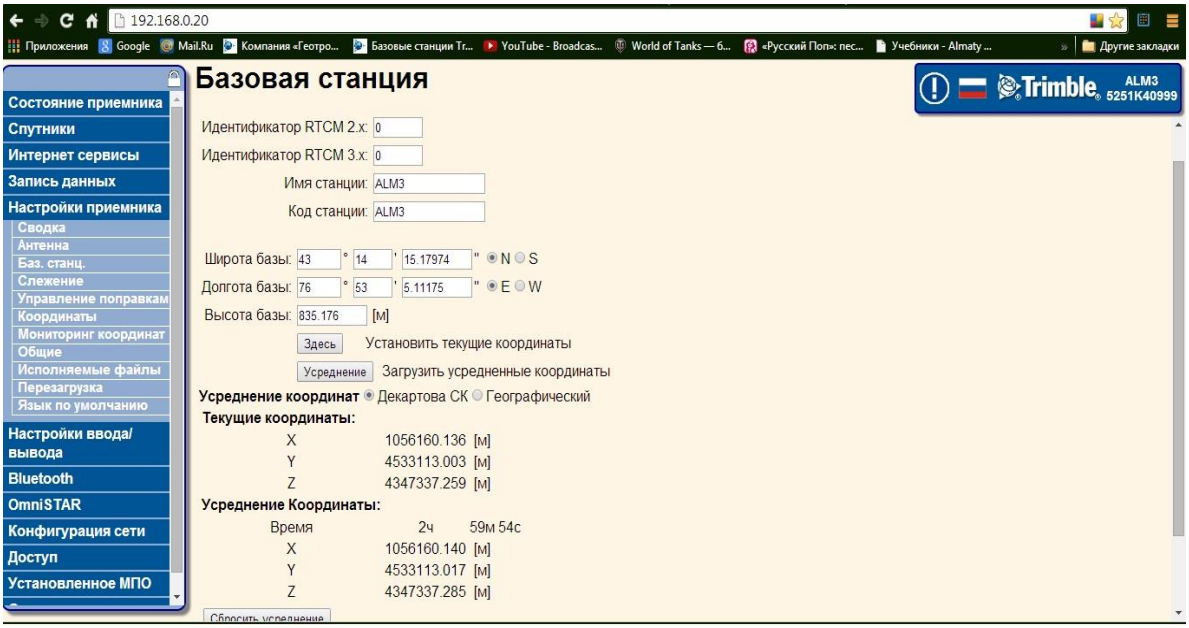


Рисунок 2.6 Скриншот с ПК на рабочем месте оператора мониторинга.

Полученные временные ряды смещений точек наблюдательной сети позволяют создать ряд анимационных моделей фактических движений конструкции. Примеры анимационных динамических моделей демонстрируются в презентации.

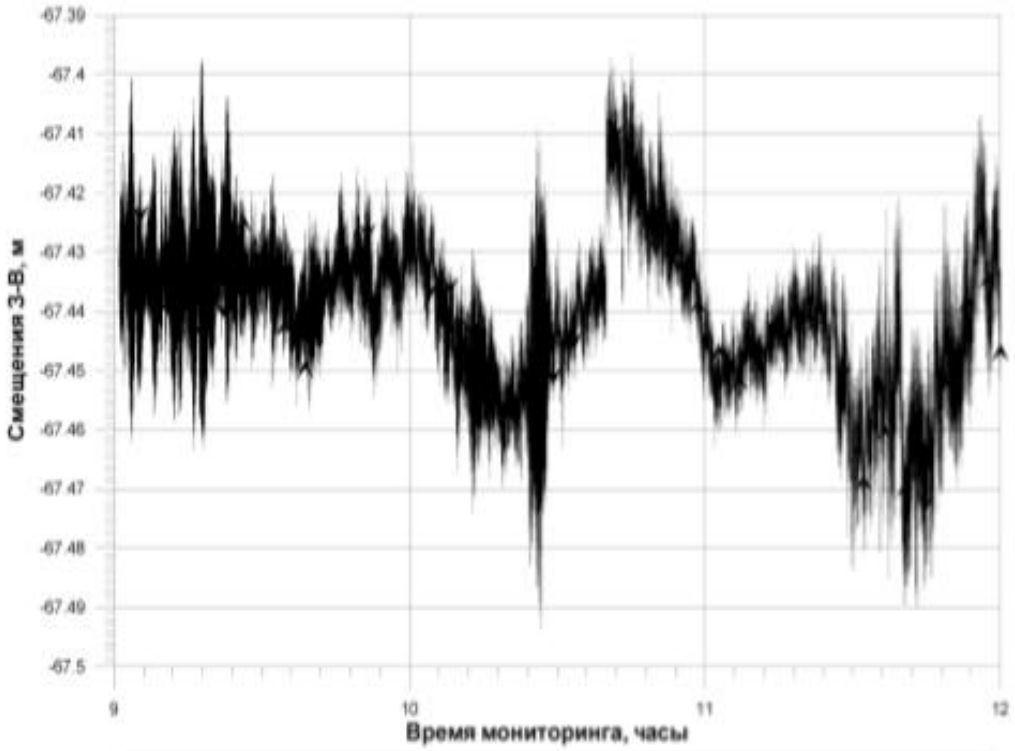


Рис. 2.7 Пример длительного временного ряда смещений З-В

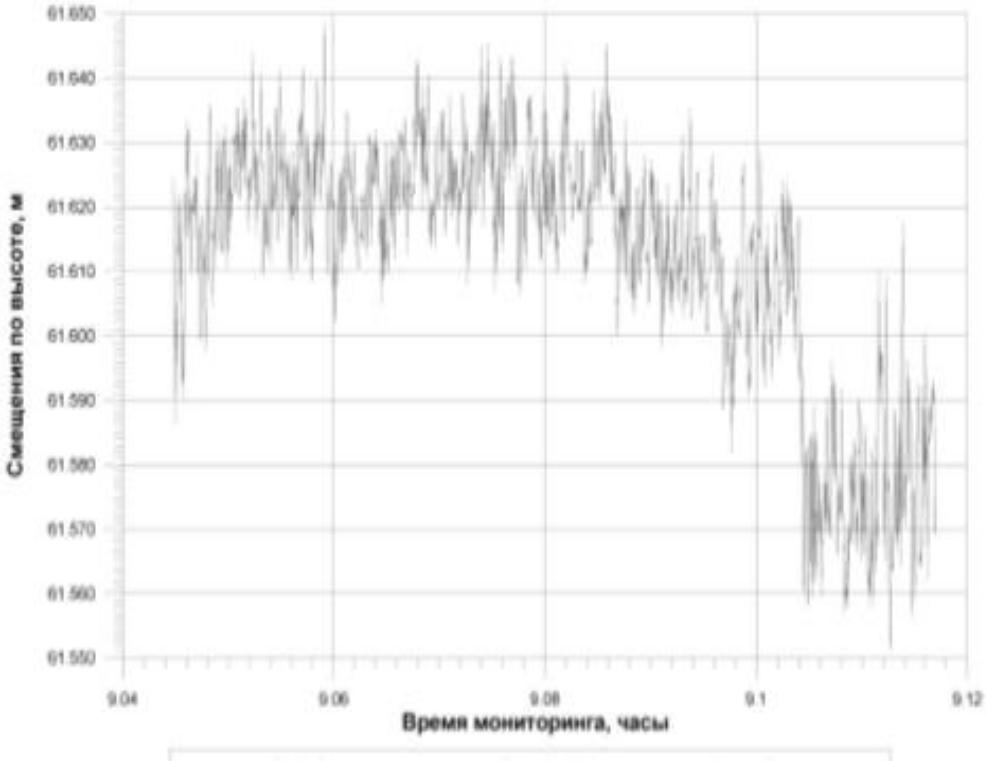


Рис. 2.8 Изменение высоты конструкции в процессе колебаний

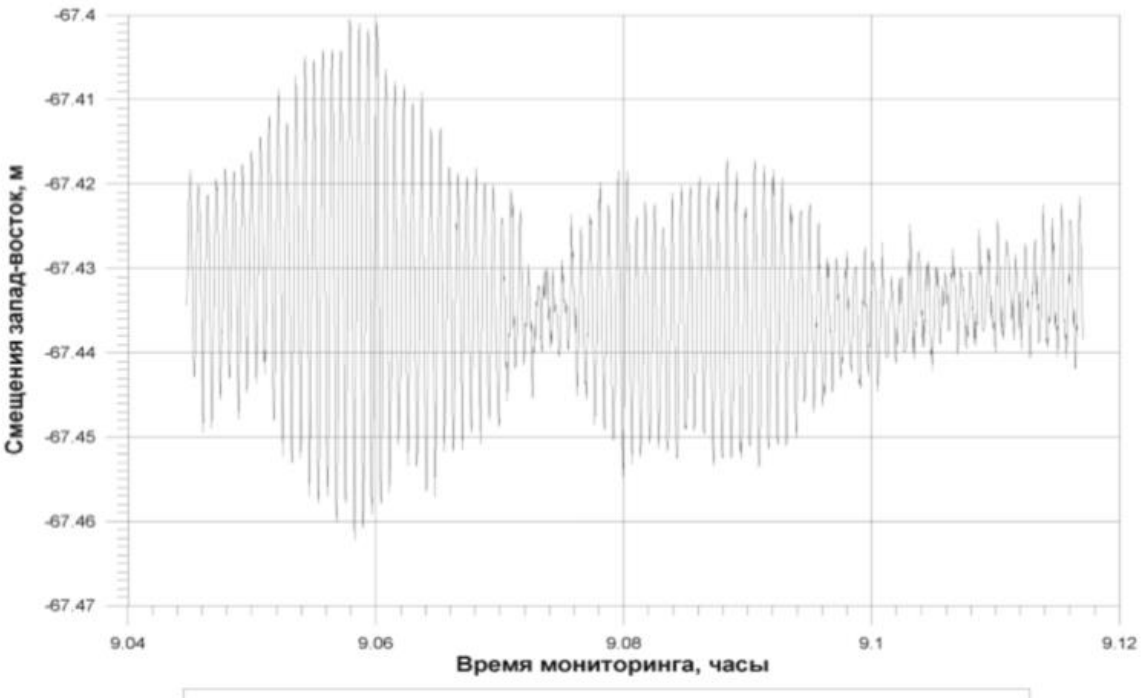


Рис. 2.9 Пример детального временного ряда смещений (антенна на высоте 75 м). Колебания с частотой 0,4 Гц

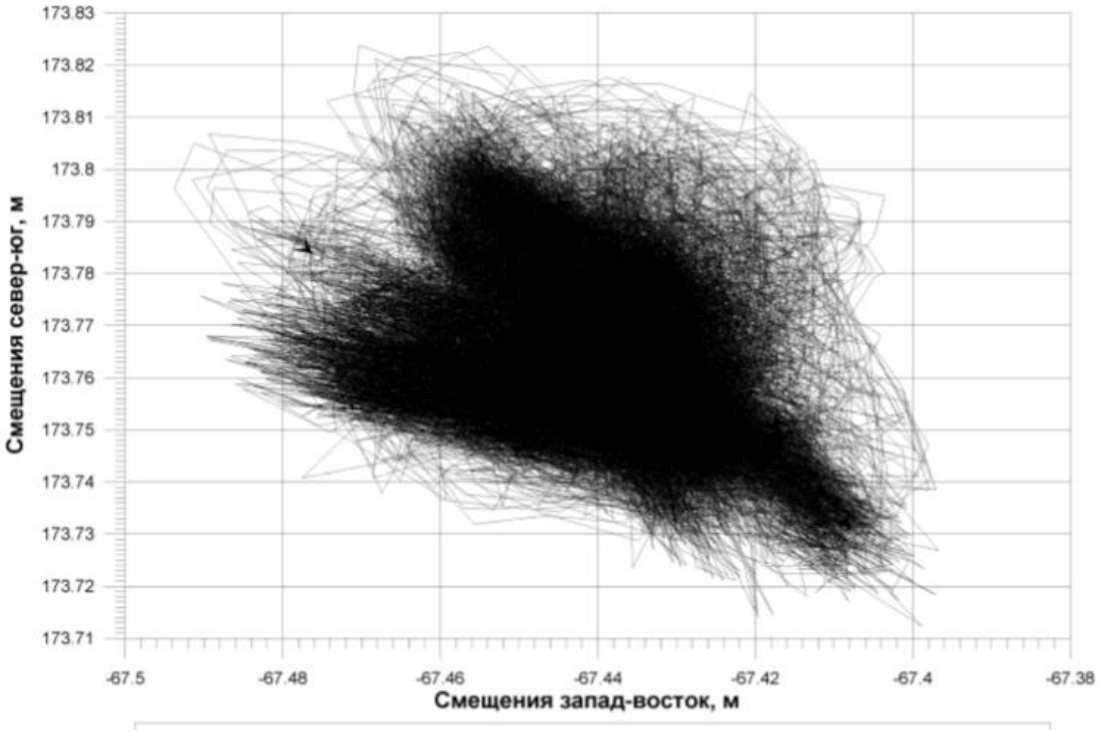


Рис. 2.10 Пример типичного роя горизонтальных смещений для антенны на высоте 75 м

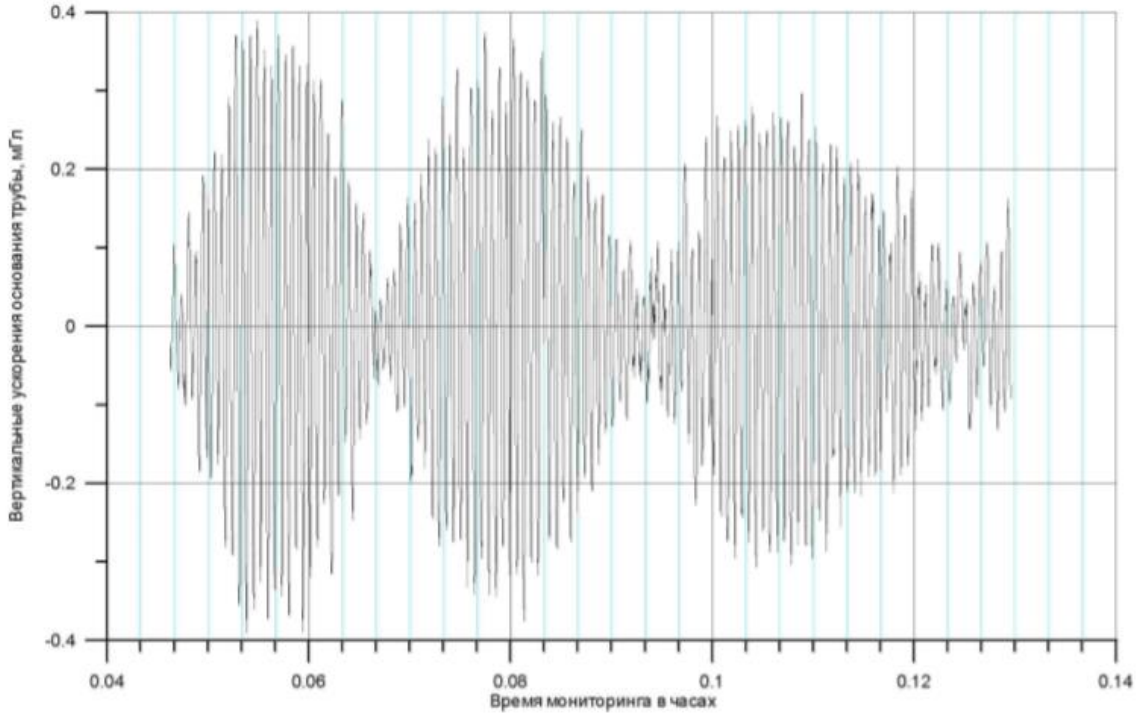


Рис. 2.11 Измеренные ПО Trimble вертикальные ускорения основания жилого дома дают частоту собственных колебаний 0,4 Гц, совпадающую с данными GNSS

3 Экспериментальная часть

3.1 Описание экспериментального обоснования выбора оборудования

Метод, основанный на использовании технологии GPS-измерений предполагает дискретное разбиение файлов непрерывных спутниковых наблюдений, полученных спутниковыми приемниками GPS, с определенным интервалом, например, 30 мин. В результате определяются пространственные координаты реперов, расположенных на крыше здания, на каждую тридцатиминутную эпоху в пределах интервала непрерывных измерений. Основными достоинствами метода являются высокая точность и чувствительность, простота реализации, полная автоматизация на всех этапах работ, а также относительно низкая стоимость. Специалистами были проведены исследования по оценке эффективности данного метода, реализуемого с помощью измерительно-вычислительного комплекса Trimble Navigation (США), в состав которого входят:

- приемник GPS Trimble NET R9;
- антеннf Zephyr Geodetic;
- контроллер Trimble TSCe;
- программное обеспечение Trimble Total Control;

- дополнительный программный модуль Motion Tracker.

Trimble Total Station NET R9 является фазовым двухчастотным приемником с низким энергопотреблением и технологией обработки сигнала Maxwell 4. В качестве встроенной памяти он использует карты формата Compact Flash, что позволяет непрерывно регистрировать «сырые» L1/L2 GPS данные большого объема (в режиме «Статика»). Для обработки результатов измерений использовалось программное обеспечение Trimble Total Control, которое является базовой платформой для программного модуля Motion Tracker, предназначенного для обработки данных временных и постоянно действующих GPS-станций, объединенных в единую сеть с целью осуществления анализа и контроля за деформациями. Данное ПО применяется в различных областях для определения деформаций дамб, плотин, мостов, высотных зданий и сооружений и т. д.; отслеживания предвестников землетрясений; площадного мониторинга больших территорий; наблюдений за осадками зданий и сооружений.

Основными задачами, которые планировалось решить по результатам исследований, были:

-определение минимального шага по времени при уравнивании измерений;

-определение точности регистрации перемещений при различной дискретности измерений;

-разработка методики наблюдений и ее проверка.

В апреле — мае 2014 г. было проведено несколько серий измерений. Они включали моделирование перемещений антенны спутникового приемника в плане и по высоте с помощью специального измерительного столика с непрерывным определением пространственных координат.

Наблюдения выполнялись следующим образом: на одном из жестко закрепленных пунктов (астростолб), выполняющем функцию базовой станции (рисунок 3.1), устанавливалась антенна приемника, а на другом - измерительный столик (рисунок 3.2) с неподвижно закрепленной сверху антенной другого приемника.

Рисунок 3.1 Измерения на базовой станции

Рисунок 3.2 Измерительный столик

3.2 Экспериментальные данные полученные с GPS приемника.

С помощью измерительного столика моделировались перемещения в плане в направлениях Север-Юг и Восток-Запад в диапазоне 10 мм с периодичностью 1 мм в единицу времени. Интервал времени между последовательными установками менялся от 1 до 10 мин. «Сырые» данные измерений экспортировались в программное обеспечение Trimble Total Control, где с помощью модуля Motion Tracker осуществлялась их обработка. Полученные результаты в виде таблиц, содержащих величины смещений, и графиков перемещений сравнивались с соответствующими величинами, заданными в процессе измерений.

Далее проводился анализ полученных результатов и формулирование выводов. По данной методике было выполнено исследование по нахождению минимального значения шага по времени при уравнивании. После обработки полученной информации был сделан вывод, что комплекс обеспечивает надежное решение с вероятностью 0,955–0,997 при установке шага по времени при уравнивании 5 мин и более. Если же шаг по времени будет составлять меньшую величину, результаты будут содержать плавающие решения, что объясняется ограниченными возможностями комплекса разрешать неоднозначность на малых временных интервалах.

На рисунке Б1 в приложении Б представлены результаты обработки измерительной информации с помощью Motion Tracker для установки шага по времени при уравнивании 5 мин.

Точностные характеристики измеренных величин при различной дискретности измерений представлены в таблице и на рис. 3. 3.

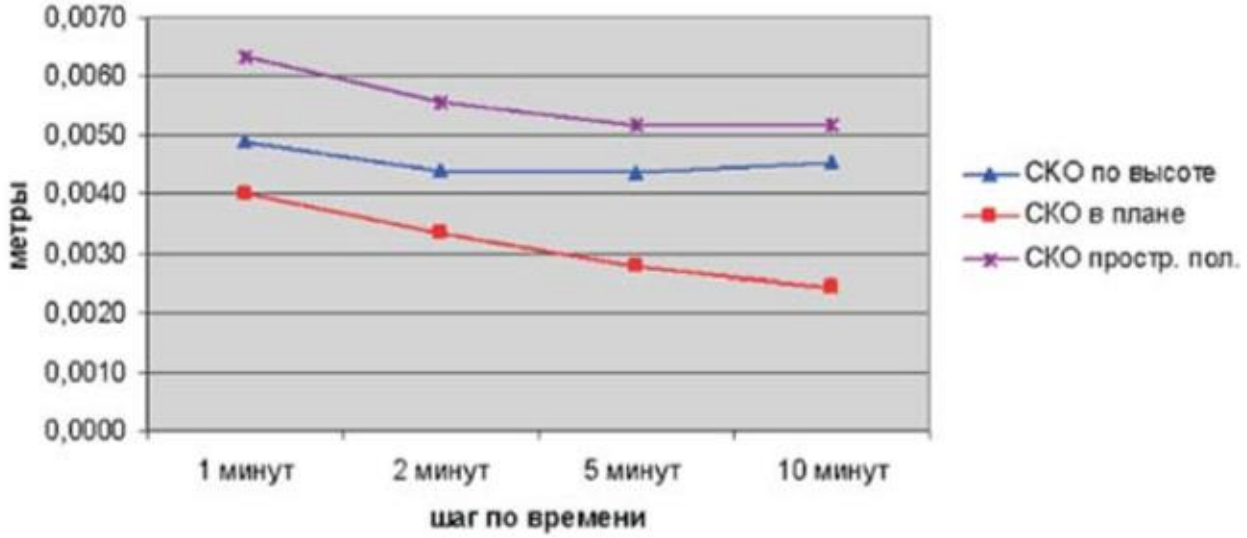


Рис. 3.3 Графики зависимости СКО однократного определения положения пункта от устанавливаемого в ходе обработки шага по времен

Используя полученные результаты, была разработана методика наблюдений, которая была опробована при мониторинге высотного, 26-этажного здания. Задача эксперимента заключалась в отслеживании возможных смещений и колебательных движений здания и их интерпретации. В результате обработки двух сессий наблюдений по 6 ч, выполненных с недельным интервалом, каких-либо изменений в положении здания порядка чувствительности комплекса обнаружено не было.

Однако возможно наличие колебательных движений здания с амплитудой порядка 1,5 см, о чем свидетельствует характер расположения точек на графиках составляющих смещений, но для подтверждения или опровержения этого предположения необходимы более длительные наблюдения.

Таким образом, проведенные исследования позволяют заключить, что измерительно-вычислительный комплекс Trimble Navigation может стать эффективным и недорогим средством проведения геодезических работ при мониторинге высотных зданий и сооружений.

Таблица 3.1. Средние квадратические ошибки (СКО) однократного определения положения пункта в зависимости от устанавливаемого в ходе обработки шага по времени

Шаг	СКО Север=Юг, м	СКО Восток= Запад, м	СКО по высоте, м	СКО в плане, м	СКО пространственного положения, м
1 мин	0,0031	0,0025	0,0049	0,0040	0,0063
2 мин	0,0028	0,0018	0,0044	0,0034	0,0055
5 мин	0,0021	0,0018	0,0044	0,0028	0,0052
10 мин	0,0018	0,0016	0,0045	0,0024	0,0052

3.3 Энергетический расчет

Произведем энергетический расчет линий спутник-Земля и Земля-спутник. Расчет будет производиться в децибелах.

Линия Земля-спутник.

$$P_{прд\cdot зс} = L_0 + P_ш + L_д + L_a + \left(\frac{P_c}{P_ш}\right)_{вхб} - G_{прд\cdot зс} - G_{прм\cdot кс} - \eta_{кс} - \eta_{зс}, дБ$$

1. Вычислим расстояние от земной станции спутниковой связи до спутника.

$$d = 42644 \cdot \sqrt{1 - 0.2954 \cdot \cos(\psi)}, \text{км}$$

где $\cos(\psi) = \cos(\phi_{зс}) \cdot \cos(\beta_{зс} - \beta_{кс})$.

$$\cos(\psi) = \cos(43.265 \cdot deg) \cdot \cos(0 \cdot deg) = 0.73$$

$$d = 42644 \cdot \sqrt{1 - 0.2954 \cdot 0.73} = 20200\text{км}$$

2. Рассчитаем основное затухание на частоте 14 ГГц.

$$L_0 = 20(\log(f) + \log(d)) + 32.45, \text{дБ}$$

где f = 14.205 ГГц – несущая частота, а значение d (км) вычислено выше.

Подставим значения.

$$L_0 = 20\left(\log\left(14.205 \cdot 10^3\right) + \log\left(38 \cdot 10^3\right)\right) + 32.45 = 147.05(\text{дБ})$$

3. Для расчетов также необходимы значения усиления сигналов и коэффициентов полезного действия передатчика земной станции и приемника на спутнике.

Коэффициент усиления земной станции по передаче составляет 59.1дБ, коэффициент усиления приемника на борту спутника равен 18 дБ.

Коэффициенты полезного действия передатчика земной станции и приемника на борту примем равными 0.9 (1.23 дБ) и 0.8 (1.202 дБ) соответственно.

4. Оценим затухание сигнала в гидрометеорах.

$$L_д = l_з(L_д)^1, \text{дБ}$$

где $(L_Д)^1$ – коэффициент погонного поглощения,

$l_З$ – эквивалентная длина пути сигнала, км.

В данном случае поглощение зависит от вида гидрометеоров, интенсивности осадков, размеров зоны их выпадения и распределения интенсивности по зоне, а также от распределения размеров частиц гидрометеоров. Эти факторы влияют как на коэффициент погонного поглощения, так и на эквивалентную длину пути сигнала.

3.3.1 Значения эквивалентной длины пути сигнала, вычисленные для различных интенсивностей дождя с учетом пространственной локализации дождевой зоны.

При интенсивности дождя ε = 50 мм/ч, частоте f=14 ГГц и угле места 39,67° эквивалентная длина пути сигнала составляет $l_З$ = 2 км.

3.3.2 Усредненные на основании многочисленных измерений и рекомендованные МККР значения погонных коэффициентов поглощения в дожде различной интенсивности.

При интенсивности дождя ε = 50 мм/ч и частоте f=14 ГГц погонный коэффициент поглощения в дожде $(L_Д)^1$= 1,2 дБ/км.

3.3.3 Подставляя значения рассчитываем поглощение в дожде с интенсивностью ε = 50 мм/ч.

$$L_д = 2 \cdot 1.2 = 2.4(дБ)$$

Вычислим поглощение радиоволн в атмосфере.

Для количественной оценки воспользоваться следующим выражением представленным:

$$L_a = \left(L_{O_2}\right)^1 \cdot l_1 + \left(L_{H_2O}\right)^1 \cdot l_2, дБ$$

где $\left(L_{H_2O}\right)^1$ и $\left(L_{O_2}\right)^1$ - коэффициенты погонного поглощения (дБ/км) в кислороде и водяных парах; l_1 и l_2 – эквивалентная длина пути сигнала в этих средах соответственно.

Исходя из частоты f = 14 ГГц получаем следующие значения:

$$\left(L_{O_2}\right)^1 = 0.008 \frac{дБ}{км} \qquad \left(L_{H_2O}\right)^1 = 0.01 \frac{дБ}{км}$$

Эквивалентная длина пути сигнала зависит не только от эквивалентной толщины атмосферы, но и от угла места земной антенны β и высоты земной станции над уровнем моря:

$$l_1 = \frac{\left(h_{O_2}\right)^1 - h_3}{\sin(\beta)} \qquad l_2 = \frac{\left(h_{H_2O}\right)^1 - h_3}{\sin(\beta)}$$

Зададимся значениями эквивалентной толщины слоя кислорода и водяных паров, а также высоты земной станции над уровнем моря:

$$\left(h_{O_2}\right)^1 = 5.3км \qquad \left(h_{H_2O}\right)^1 = 2.1км \qquad h_3 = 1.16км$$

Угол места земной антенны: β = 76,53°.

Используя значения, которыми мы задались, рассчитываем

$$l_1 = \frac{5300 - 1160}{\sin(76.53deg)} = 4.268(км) \qquad l_2 = \frac{2100 - 1160}{\sin(73.53deg)} = 0.969(км)$$

Подставляем вычисленные значения эквивалентной длины пути сигнала и взятые из графиков значения коэффициентов погонного поглощения.

$$L_a = 0.008 \cdot 4.258 + 0.01 \cdot 0.969 = 0.04(дБ)$$

5. Шумовая мощность.

Шумовая мощность приемника на борту определяется:

$$P_ш = k \cdot T_{шΣ} \cdot \Delta f, Вт$$

Где k = -228.6 дБ – коэффициент Больцмана, Δf – излучаемый диапазон частот, Гц, $T_{ш\Sigma}$ - шумовая температура, которая определяется формулой:

$$T_{ш\Sigma} = T_a + T_{ш\text{-}прм}, К$$

$$T_{ш\Sigma} = 30 + 90 = 120К$$

Тогда:

$$P_ш = 1.38 \cdot 10^{-23} \cdot 120 \cdot 8.4 \cdot 10^6 = 0.014пкВт$$

или $P_ш = 10 \cdot \log\left(0.014 \cdot 10^{-12}\right) = -138.539дБ$

6. Найдем отношение сигнал-шум на конце линии Земля-Спутник.

$$\left(\frac{P_c}{P_ш}\right)_{вхб} = a + \left(\frac{P_c}{P_ш}\right)_{\Sigma}$$

Зададимся значением коэффициента запаса для линии Земля-Спутник: $a = 7дБ$.

Отношение сигнал шум:

$$\left(\frac{P_c}{P_ш}\right)_{\Sigma} = 9дБ$$

Вычисляем значение отношения сигнал-шум на конце линии Земля-спутник в разах:

$$\left(\frac{P_c}{P_ш}\right)_{вхб} = 7 + 9 = 16дБ$$

В результате необходимая мощность передатчика земной станции:

$$P_{прд\text{-}зс} = 207.094 - 138.539 + 2.4 + 0.09 + 16 - 59.1 - 18 - 1.23 - 1.202 = 7.513дБ$$

или

$$P_{прд\text{-}зс} = 10 \cdot \log(7.513) = 8.758$$

Энергетический расчет выполнен в программе MathCAD (Приложение В).

4 Бизнес план

4.1 Актуальность проекта.

4.1.1 Сущность и характеристика проекта.

Цель проекта:

Главной темой дипломного проекта является – «Использование спутникового навигационного оборудования Trimble для контроля смещений жилых зданий в г. Алматы».

4.1.2 Обоснование создания новой продукции.

В данном дипломном проекте была разработана система контроля смещений жилых зданий. В связи с высоким ростом строительства жилых зданий на территории г. Алматы, появляется необходимость контроля за высокими сооружениями, поскольку имеется множество факторов влияющих на крупногабаритные сооружения такие как усадка грунта и др.

Данная система ведет круглосуточное отслеживание за изменением координат объекта. Появляется возможность вовремя отследить изменение (отклонение) и принять меры по его исправлению.

Основными достоинствами системы контроля за крупногабаритными сооружениями, разработанной в данном дипломном проекте, является:

- высокая точность;
- простота установки и эксплуатации;
- высокая помехоустойчивость;
- невысокая стоимость;
- возможность сборки в республике Казахстан.

4.2 Продукт.

В данном дипломном проекте рассматривается вариант построения качественной и не дорогой системы контроля за жилыми зданиями но основе одноканальных GPS приемников.

В спроектированной системе слежения используется эффективные алгоритмы обработки информации полученные с GPS приемника.

Оборудование, входящее в состав системы слежения за крупногабаритными сооружениями делает её несложной в установке и эксплуатации, помехоустойчивой, независимой от местоположения.

4.3 Организационно - производственный план

Для организации контроля с использованием радио навигационных систем необходимо определить финансовые, материальные и трудовые ресурсы.

Состав средств представлен в таблице 4.4. капитальные вложения на оборудование составляет 9535273 тенге.

Качественно-количественная характеристика персонала представлена в таблице 4.1:

Таблица 4.1 – Состав обслуживающего персонала

Занимаемая должность	Количест -во, чел	Образование	Опыт работы, кол-во лет	Предполагаемая з/п, тг/мес
Сменный Инженер-связист	4	Высшее техническое	1	50000
Инженер-электронщик	2	Высшее техническое	5	70000
Электро монтажник	1	Высшее техническое	2	60000
Итого:				180000 тг/мес
Средне месячная заработная плата				57142 тг/мес

Суммарный уровень затрат на заработную плату будет 180000 тыс. тенге в месяц. Общее количество задействованных – 7 человек.

4.4 Финансовый план.

В данном разделе необходимо произвести расчет капитальных вложений, которые включают в себя стоимость основного и дополнительного оборудования. Далее необходимо будет определить текущие затраты на эксплуатацию данной системы контроля.

4.4.1. Определение объема инвестиций.

Капитальные вложения для внедрения системы включают стоимость необходимого оборудования с программным обеспечением, транспортными и инсталляционными расходами, т.е.:

$$К_{вл} .= З_{приоб.} + З_{тр.} + З_{устан.обор-е} + З_{нематер.акт.}, \qquad (4.1)$$

где $К_{вл.}$ – объем инвестиций, тенге;

$З_{приоб}$ – стоимость технического оборудования, тенге;

$З_{тр.}$ – транспортные расходы по доставке оборудования, тенге;

$З_{устан.обор-я}$ – инсталляционные работы по монтажу и вводу оборудования, тенге;

$З_{нематер.акт.}$ – стоимость нематериальных активов, тенге.

Для определения объема инвестиций оборудования систем контроля было сравнено оборудование нескольких фирм производителей, такие как Trimble, Samsung, LG, HEWLETT PACKARD, DELL, Canon, BENEFON. В основу сравнения входили такие критерии как качество, цена, надежность, совместимость с другим оборудованием. Основным критерием является

подбор оборудования по техническим характеристикам каждого блока в отдельности. Например, приведем несколько характеристик по GPS - приемным устройствам. Это время определения координат, скорость обновления данных, точность определения координат, динамические нагрузки.

В стоимость оборудования включены затраты по приобретению, доставке и хранении оборудования, а также таможенные пошлины. Кроме того, поставляемое оборудование обеспечивается всеми необходимыми программными продуктами и лицензиями.

Затраты на установку оборудования учитывают все виды инсталляционных работ.

Таблица 4.2 - Определение потребности в производственных ресурсах

Наименование оборудования	Кол-во	Сумма, тыс. тенге			
		1 вариант комплектации		2 вариант комплектации	
		стоимость	Страна производитель	стоимость	Страна производитель
GPS приемник	2	65000	США	67000	США
Системный блок	3	132000	Япония	135000	Россия
Монитор	3	113000	Япония	115000	Казахстан
Принтер	1	13000	Япония	11000	КНР
Стоимость неучтенного оборудования (10%)		32300		32800	
Всего ОПФ по пункту		355300		360800	
Инсталляционные работы (15% от ОПФ)		53295		54120	
Итого по центру обработки:		763895		775720	
Единовременные затраты ЗС					
Нематериальные активы (сертификация)	1	40000			
Прочие единовременные затраты (регистрация)	1	65000			
Неучтенные затраты (10%)		10500			
Всего ОПФ по пункту		115500			
Итого инвестиции:		994895		1006720	

Отличие второго варианта от первого заключается в использовании оборудования других брендов, с аналогичными техническими характеристиками. Схема сравнения оборудования приведена в приложении Б.

4.4.2 Определение годовых эксплуатационных расходов

Текущие издержки состоят из амортизационных отчислений, затрат на оплату труда и взносов с ФОТ в бюджетные и внебюджетные фонды, техническое обслуживание оборудования, операционных расходов аппаратной, в числе которых расходы на содержание помещения, расходы на энергопотребление, затраты на приобретение расходных материалов (картриджей для принтера, бумаги и др.).

Эксплуатационные расходы на содержание и обслуживание оборудования определяется по формуле:

$Э_р = ФОТ_{год} + О_{сн} + А_о + З_{тех.обсл.} + З_{опер.оф.}$, (4.2)

где $ФОТ_{год}$ – затрат на оплату труда и (ФОТ), тыс.тенге;

$О_{сн}$ – взнос с ФОТ в бюджетные и внебюджетные фонды, тыс.тенге;

$А_о$ – затраты на амортизацию оборудования, тыс.тенге;

$З_{тех.обсл}$ – техническое обслуживание оборудования, тыс.тенге;

$З_{опер.оф}$ – затраты на приобретение расходных материалов, тыс.тенге.

Расходы на оплату труда определяются исходя из среднемесячной заработной платы персонала в размере 57 142 тенге, т.е.

$ФОТ_{год} = ЗП_{ср.мес} \cdot Ч_{пер} \cdot 12$, (4.3)

где ФОТ – годовой фонд оплаты труда, тенге;

$Ч_{пер}$ – численность рабочего персонала, чел;

$ЗП_{ср.мес}$ – среднемесячная зарплата персонала, тенге/чел.;

12 – число месяцев в году, мес.

В нашем случае расходы на оплату труда:

$ФОТ_{год} = 57142 \cdot 12 = 685704$ тенге (на одного рабочего).

$ФОТ_{год} = 57142 \cdot 7 \cdot 12 = 4799928$ тенге (на 7 чел.).

Результаты расчёта сводим в таблицу (таблица 4.3).

Таблица 4.3 – Трудовые ресурсы и ФОТ

Обслуживающий персонал	Количество работников, чел	На одного работника (тенге)	Сумма (тенге)
З/П работников, тыс.тенге	7	57142	399994
Фонд оплаты труда, тенге/год	7	685704	4799928

Отчисления на социальные нужды составляют 11% от ФОТ за вычетом отчислений в пенсионный фонд:

$О_{сн} = 0{,}11 \cdot (ФОТ – ПФ)$, (4.3)

где $О_{сн}$ – отчисления на социальные нужды, тенге;

ФОТ – фонд оплаты труда, тенге;

ПФ – отчисления в пенсионный фонд, тенге, равны 10% от З/П

ПФ = 0,1 · 4799928 = 479992 тенге.

В итоге отчисления на социальные нужды составляют:

$О_{сн}$ = 0,11 · (4799928 – 479992) = 0,11 · 4319930= 475192 тенге.

Амортизационные отчисления для ОПФ и нематериальные активы определяются по установленной ставке как для спутниковых радиолинии, которые составляют в среднем 15 % в год от общей суммы капитальных вложений. И тогда:

$А_о$ = 0,15 · $Ф_{инв.}$, тенге, (4.4)

где $А_о$ – годовые амортизационные отчисления, тенге;

$Ф_{инв.}$ – затраты на инвестиции, тенге.

Амортизационные отчисления по первому варианту:

$А_о$ = 0,15 · 994895 = 149234 тенге.

Амортизационные отчисления по второму варианту:

$А_о$ = 0,15 · 1006720 = 151008 тыс.тенге.

Командировочные расходы на обслуживание оборудования, с учетом проезда и проживания специалиста, сроком 3 дня рассчитаны укрупненным методом и определены его размерами в бюджете в пределах 5,0% от ФОТ и составляет:

$З_{тех.об.}$ = 0,05 · $ФОТ_{год}$, (4.5)

где $З_{тех.об}$ – командировочные расходы на обслуживание оборудования, тенге;

$ФОТ_{год.}$ – годовой фонд оплаты труда, тенге.

В нашем случае командировочные расходы на обслуживание оборудования:

$З_{тех.об.}$ = 0,05 · 4799928 = 239996 тенге.

Операционные расходы по офису определяются укрупненным методом и составляют 76,5 % от $ФОТ_{год}$, т.е.:

$З_{опер.оф.}$ = 0,765 · $ФОТ_{год}$, (4.6)

где $З_{опер.оф}$ – Операционные расходы по офису, тенге;

$ФОТ_{год.}$ – годовой фонд оплаты труда, тенге.

Таким образом:

$З_{опер.оф.}$ = 0,765 · 4799928 = 3671944 тенге.

Эксплуатационные расходы на содержание и обслуживание оборудования по первому варианту:

$Э_р$ = 4799928 + 475192 + 149234 + 239996 + 3671944 = 9336294 тенге.

Эксплуатационные расходы на содержание и обслуживание оборудования по второму варианту:

$Э_р$ = 4799928 + 475192 + 151008 + 239996+ 3671944 = 9338068 тенге.

Полученные результаты сведены и представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Эксплуатационные расходы

	1 вариант комплектации		2 вариант комплектации	
Наименование затрат	Сумма за период, тысяч тенге	Удель-ный вес, %	Сумма за период, тысяч тенге	Удель-ный вес, %
Фонд оплаты труда	4799928	51.41	4799928	51.41
Отчисления на социальные нужды	475192	5.2	475192	5.1
Амортизационные отчисления	149234	1.5	151008	1.6
Командировочные расходы	239996	2.57	239996	2.57
Операционные расходы	3671944	39.32	3671944	39.32
ИТОГО:	9336294	100	9338068	100

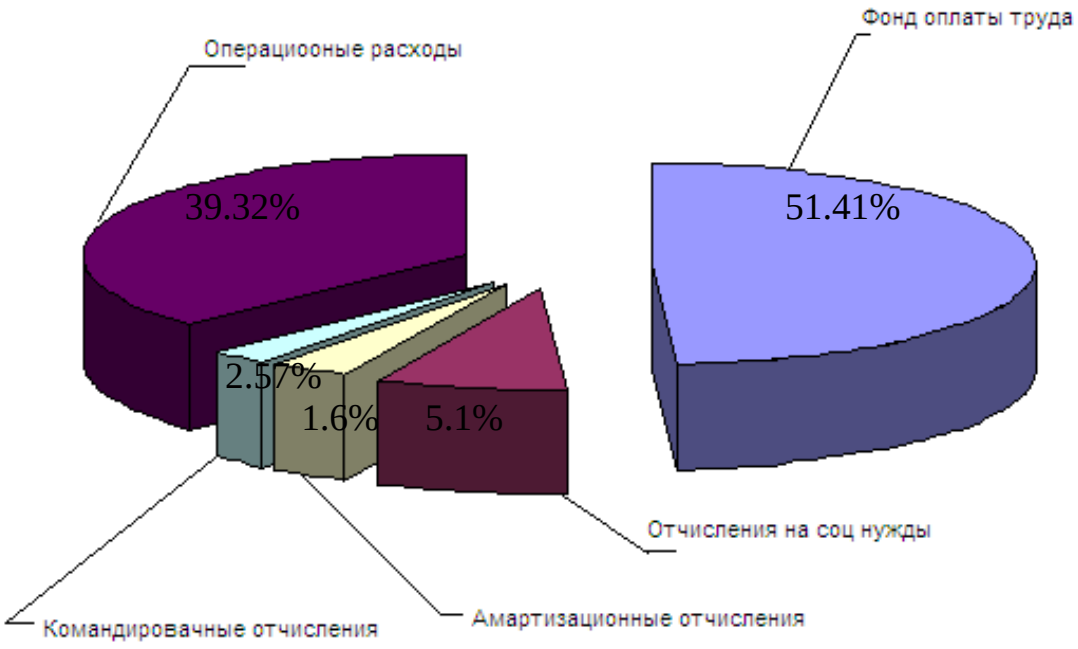


Рисунок 4.1 – Эксплуатационные расходы

4.4.3 Экономическая эффективность капитальных вложений.

Критерием является минимум приведенных затрат. Приведенные затраты по каждому варианту представляют собой сумму эксплуатационных расходов $Э_р$ и удельных капитальных вложений $К_{вл}$, приведенных к годовой к годовой размерности в соответствии с нормативным коэффициентом сравнительной эффективности $Е_н$.

$ПЗ = Э_р + Е_н \cdot К_{вл} \rightarrow$ минимум, (4.7)

где ПЗ - приведенные затраты;

$Э_р$ - эксплуатационные расходы;

$Е_н$ - нормативный коэффициент сравнительной эффективности;

$К_{вл}$ - капитальные вложения.

Нормативный коэффициент сравнительной эффективности чаще всего принимается в размере 0,2 и является наиболее распространенным в международной практике расчетов по экономическому обоснованию оптимального варианта.

Приведенные затраты по первому варианту:

ПЗ = 9336294 + 0,2 · 994895 = 9535273 тенге.

Приведенные затраты по второму варианту:

$ПЗ_2$ = 9338068 + 0,2 · 1006720 = 9539412 тыс.тенге.

Экономический эффект от внедрения системы контроля при реализации первого варианта комплектации оборудования:

$Э_{год} = ПЗ_2 - ПЗ_1$. (4.8)

$Э_{год}$ = 9539412 - 9535273 = 4139

Таблица 4.5. Технико – экономические показания проекта.

Наименования	Значение показателей	
	1–вариант комплектации	2–вариант комплектации
1Кап вложения млн/тг.	994895	1006720
2Число обслуж персонала	7	7
3 Эксплуатац. расходы	9336294	9338068
4 Приведен. расходы	9535273	9539412
5 Год. экономический эффект, тыс/тенге.	4139	

4.5 Выводы по бизнес-плану

В данном проекте рассматривался вариант построения качественной и недорогой системы контроля смещений жилых зданий с помощью спутникового навигационного оборудования Trimble.

Доказана актуальность проекта, составленный бизнес план полностью удовлетворяет нынешним условиям рынка и является приемлемым по объему инвестиций, учитывая то, насколько важна эта система для города Алматы.

5 Безопасность жизнедеятельности

5.1 Анализ условий труда инженера-оператора в рабочем помещении.

Центр обработки информации о смещениях жилого здания с помощью спутникового навигационного оборудования Trimble расположен в городе Алматы.

На существующем центре обработки информации возможна установка дополнительного оборудования. Помещение для инженера-оператора находится на втором этаже многоэтажного здания и имеется возможность только бокового освещения.

В помещении инженеров находится вычислительная техника, ЭВМ и GPS-приемник Trimble NET R9.

Работа с вычислительной техникой (ВТ) по вредности относится к безопасным (риск смерти на человека в год составляет менее 0.0001). Тяжесть труда у операторов вычислительной техники также минимальна, так как уровень психической нагрузки по этому роду деятельности предусматривает энергозатраты 2000...2400 ккал в сутки. Условия труда (УТ) оператора принадлежат к классу I (оптимальные), так как отклонения параметров микроклимата от гигиенических нормативов в данном случае минимальны.

Таблица 5.1
Оптимальные нормы микроклимата помещений с ПК

Период года	Категория работ	Температура воздуха, ° С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Легкая - 1а Легкая - 1б	22-24 21-23	40-60 40-60	0,1 0,1
Теплый	Легкая - 1а Легкая - 1б	23-25 22-24	40-60 40-60	0,1 0,2

К категории 1а относятся работы, производимые сидя и не требующие физического напряжения, при которых расход энергии составляет до 120 кДж/ч; к категории 1б относятся работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением, при которых расход энергии составляет от 120 до 150 кДж/ч.

Работа инженера-оператора связана с восприятием изображения на экране, необходимостью постоянного слежения за динамикой изображения, различением текста рукописных или печатных материалов, выполнением машинописных, графических работ и других операций.

Деятельность инженера-оператора, работающего с ВТ, требует напряжения воли для обеспечения необходимого уровня внимания, что

заставляет прилагать большие усилия и сопровождается последующим истощением энергетических ресурсов организма.

Вредное воздействие на работающих на ВТ оказывает статистическое электричество, электромагнитное излучение.

Так как ЭВМ являются электроустановками, в помещении с ними возникают аварийные ситуации: короткое замыкание, возгорание проводки и оборудования, поражение операторов электротоком.

Таким образом, условия труда инженера-оператора ЭВМ, несмотря на отсутствие явных вредностей, нуждаются в оптимизации.

Важное место в комплексе мероприятий по охране труда и оздоровлению условий труда работающих с ВТ занимает создание оптимальной световой среды, то есть рациональная организация естественного и искусственного освещения помещения и рабочих мест.

Для освещения рабочих мест инженера-оператора ВТ применяется комбинированное освещение (общее + местное), хотя более предпочтительно (по субъективным оценкам работающих) общее освещение из-за большого перепада яркостей на рабочем месте при использовании светильников местного освещения несовершенной конструкции.

5.1.1 Анализ поражения электрическим током и разработка мер защиты.

Одним из опасных факторов, которые воздействуют на человека, является электрический ток. Число травм, вызванных электрическим током, невелико (составляет 0,1-1% от общего числа несчастных случаев на производстве), но из общего числа смертельных несчастных случаев 10-20% происходит в результате поражения электрическим током. В мире от действия электрического тока погибает ежегодно до 25 тыс. человек. Поэтому вопросам электробезопасности следует уделять большое внимание.

Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает механическое, термическое, электролитическое и биологическое действие.

При эксплуатации электрических производственных сетей из всех средств коллективной защиты наибольшее распространение получили: защитное заземление, защитное зануление и защитное отключение.

Защитное заземление применяется в сетях переменного тока с изолированной нейтралью и с напряжением до 1000 В. Оно заключается в соединении нетоковедущих металлических частей электроустановок с землей. Заземление подключают к электрооборудования посредством заземляющего проводника, поэтому при конструировании оборудования и приборов, которые питаются от сетей переменного тока, предусмотрены болты, клеммы или винты для заземления. Основным элементом защитного заземления является заземляющее устройство.

Было отмечено, что воздействие электромагнитных волн зависит от их частоты и мощности. Данные исследования легли в основу ряда норм, ограничивающих уровни излучаемых мощностей, либо ограничивающие минимальные расстояния от рабочих мест до источников излучения.

Такие нормы установлены практически во всех странах. В тех странах, где специальные исследования не проводились, за базовые приняты нормы, разработанные в одной из промышленно развитых стран.

В соответствии с требованиями стандарта на частотах до 300 МГц поля следует оценивать по напряженности их электрической и магнитной составляющих, а выше 300 МГц – по плотности потока энергии и энергетической нагрузке. Под энергетической нагрузкой понимается произведение плотности потока энергии на время воздействия этой энергии на человека.

На частотах свыше 300 МГц допустимая энергетическая нагрузка не превышает, кроме ряда случаев, величины 2 Вт·ч/м2. А максимальное значение плотности потока энергии не превышает 10 Вт/м2 (1000мкВт/см2). То есть, если на рабочем месте плотность потока мощности составляет 0,5 Вт/м2, то на таком рабочем месте допускается нахождение персонала не боле чем 2 (Вт·ч/м2)/0,5 (Вт/м2) = 4 часа в сутки.

Таблица 5.2 - Допустимые уровни напряженности полей

Диапазон частот	Электрическая составляющая, В/м	Магнитная составляющая, А/м
60 кГц…3 МГц	50	
3 МГц…30 МГц	20	
30 МГц…50 МГц	10	
50 МГц…300 МГц	5	
60 кГц…1,5 МГц		5
1,5 МГц…50 МГц		0,3

Вредное воздействие электромагнитных полей.

Электромагнитное поле *большой* интенсивности приводит к перегреву тканей, воздействует на органы зрения и органы половой сферы. *Умеренной* интенсивности: нарушение деятельности центральной нервной системы; сердечно-сосудистой; нарушаются биологические процессы в тканях и клетках. *Малой* интенсивности: повышение утомляемости, головные боли; выпадение волос.

Нормирование электромагнитных полей.

По ГОСТу 12.1.006-84 нормируемым параметром электромагнитного поля в диапазоне частот 60 кГц-300 МГц является

предельно-допустимое значение составляющих напряженностей электрических и магнитных полей.

$$E_{пд} = \sqrt{\frac{ЭН_{епд}}{T}}, \text{ В/м} \qquad (5.1)$$

$$H_{пд} = \sqrt{\frac{ЭН_{нпд}}{T}}, \text{ А/м} \qquad (5.2)$$

где $ЭН_{ЕПД}$ - предельно-допустимая энергетическая нагрузка составляющей напряженности электрического поля в течение рабочего дня, (В/м)2·ч;

$ЭН_{НПД}$ - предельно-допустимая энергетическая нагрузка составляющей напряженности магнитного поля в течение рабочего дня, (А/м)2·ч;

Т - время действия, ч [2]

5.2 Расчет искусственного освещения.

При размещении осветительных приборов в помещении для операторов учтены следующие основные условия: создание нормируемой освещенности наиболее экономичным путем (применение газоразрядных ламп), соблюдение требований к качеству освещения; безопасный и удобный доступ для обслуживания; наименьшая протяженность и удобство монтажа групповой сети; надежность крепления.

Разряд зрительной работы – 4,Размеры помещения: длина - 5 метров; ширина - 4 метра; высота - 4 метра

Коэффициент отражения по 4 разряду зрительных работ примем равными исходя из условий: ρ пот = 70% (при свежепобеленном потолке); ρ ст. = 50% (при свежепобеленных окнах без штор); ρ пол.= 30% Нормируемая освещенность - 200 лк (таблица 5.2).

В помещении принята система общего освещения люминесцентными лампами II группы ЛД, мощностью 40 Вт и световым потоком Фл=2340лм.

Таблица 5.3 - Технические характеристики газоразрядных ламп низкого давления

Номинальная мощность, Вт	Номинальный световой поток, лм, ламп типа					Размеры лампы, мм.	
	ЛДЦ	ЛД	ЛХБ	ЛТБ	ЛБ	диаметр	Длина по штырькам
40	2100	2340	3000	3000	3120	40	1213,6

Рабочая поверхность находится на высоте 1 м. от пола, высота свеса ламп– 0,5 м. Тогда расчетная высота подвеса h будет равна:

h = 4 - (1+ 0,5) = 2,5 ,м (5.3)

Наивыгоднейшее расстояние межу светильниками определим как:

$$L = \lambda \times h \qquad (5.4)$$

где λ – расстояние между соседними светильниками равное 1,2 м

$$L = 1{,}2 \times 2{,}5 = 3(\text{ì}\ ) \qquad (5.5)$$

Определим индекс помещения по формуле:

$$I = \frac{A \times B}{h \times (A + B)} = \frac{5 \times 4}{2{,}5 \times (5 + 4)} = 0{,}9 \qquad (5.6)$$

Таблица 5.4 – Значения коэффициента светового потока

Тип светильника	Коэф. отражения %			Коэффициент использования, %, при индексе помещения						
				0,9	1	1,25	1,5	2	2,5	3
Светильники с люминесцентными лампами										
II группа	70	50	30	47	50	56	61	68	73	76

Коэффициент использования η = 47% [1]

Коэффициент запаса Кз = 1,5 [1]

n=2 [1]

Определим необходимое количество люминесцентных ламп по формуле:

$$N = \frac{E \times \text{к}_{\text{з}} \times S \times I}{n \times \Phi_{\text{л}} \times \eta} \qquad (5.7)$$

$$N = \frac{200 \times 1{,}5 \times 20 \times 1{,}1}{2 \times 2340 \times 0{,}47 \times 1} = 6(\textit{светильников})$$

Размещаем по 3 лампы в 2 ряда с расстоянием между ними по 0,18 м (учитывая, что длина лампы 1213 мм).

Всего для создания нормируемой освещенности 200 лк необходимо 6 ламп мощностью 40 Вт. Размещение светильников в помещении для операторов показано на рисунке 5.1.

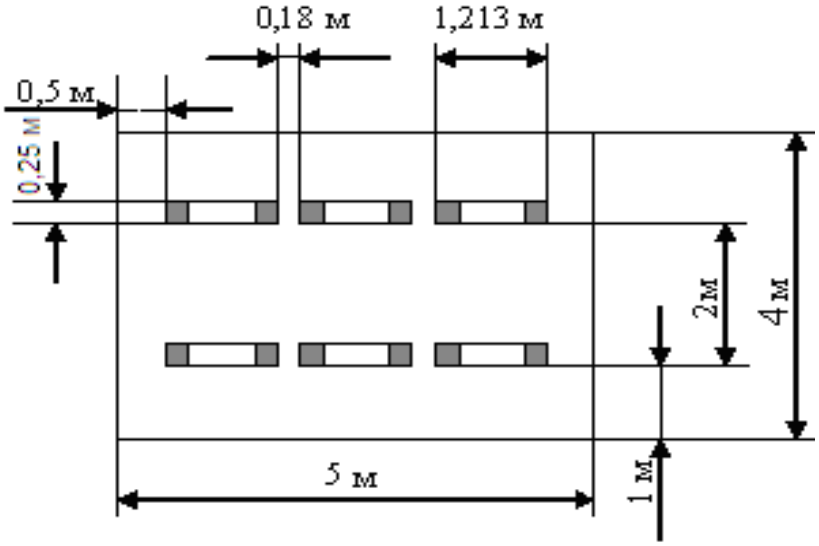


Рисунок 5.1 – Размещение светильников в помещении для работы инженеров-операторов [3]

5.3 Проектирование защитного заземления электроустановок.

В помещении предназначенном для слежения приема/передачи сигналов, стоят непосредственно автоматизированные рабочие места, размещены ЭВМ, дисплеи, графопостроители и вспомогательное электрооборудование (кондиционеры, вентиляторы, светильники и тому подобное). Их снабжают электроэнергией через сеть напряжением 380/220 В. При таком напряжении возникает электротравма (в том числе и со смертельным исходом), не соблюдаться регламентированные требования электробезопосности.

Рассчитаем совмещенное ЗУ для трансформаторной подстанции 6/0,4 кВ, подсоединенной к электросети с изолированной нейтралью. Подстанция размещена в отдельно стоящем одноэтажном кирпичном здании.

При этом примем: разомкнутый контур ЗУ, в качестве вертикального электрода – уголок шириной $b_в$ = 16 мм; *в* = 50 м, горизонтальный электрод – $S_г$ = 40 мм^2; $d_г$ = 12 мм. В качестве естественного заземлителя использован грунт каменистый.H0 = 5 м; lвоз= 15 км – общая длина подключенных к сети ЛЭП; lкаб = 60 км – общая длина подключенных к сети кабельных линий; nв = 6 шт – количество вертикальных электродов;
lв = 2,5 м – длина электродов; ав = 5 м – расстояние между электродами;
Re = 15 Ом – расчетное сопротивление растеканию.

Расчет:

Расчетный ток замыкания на землю:

$$J_з = \frac{U_л \cdot (35 \cdot l_{каб} + l_{воз})}{350} = \frac{6 \cdot (35 \cdot 60 + 15)}{350} = 36{,}3\ A \qquad (5.8)$$

где $U_л$ – линейное напряжение сети, кВ;

Определение расчетного удельного сопротивления грунта:

$$\rho_{расч} = \rho_{табл} \cdot \psi = 700 \cdot 1{,}3 = 910\ Ом \cdot м \qquad (5.9)$$

где $\rho_{табл.}$=700 Ом · м – измеренное удельное сопротивление грунта

ψ=1,3 – климатический коэффициент.

Определение искусственного заземлителя и вычисление его требуемого сопротивления.

Сопротивление ЗУ $R_з^н$ выбирается в зависимости от U ЭУ и $\rho_{расч}$ в месте сооружения ЗУ (Заземляющей установки), а также режима нейтрали данной электросети:

$$R_з^н = \frac{0.25\rho}{J_з} = \frac{0.25 \cdot 910}{36{,}3} = 6{,}3\ Ом \leq 100\ Ом \qquad (5.10)$$

$R_е > R_з^н$, $\Rightarrow$ искусственный заземлитель. Его заземление:

$$R_и \leq \frac{R_е \cdot R_з^н}{R_е - R_з^н} \leq 10.9 Ом \qquad (5.11)$$

где $R_и$ – сопротивление искусственного заземлителя, Ом;

$R_в$ – сопротивление вертикального электрода, Ом;

Определение длины горизонтальных электродов для разомкнутого контура ЗУ:

$$l_г = nв \cdot aв = 6 \cdot 5 = 30 м \qquad (5.12)$$

где $a_в$ - расстояние между вертикальными электродами $n_в$.

Расчетное значение сопротивления вертикального электрода:

$$H = H_0 + 0{,}5 \cdot l_в = 05 + 0{,}5 \cdot 2{,}5 = 1{,}75\ м$$

$$R_в = \frac{\rho_{расч}}{2 \cdot \pi \cdot l_в} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l_в}{d_в} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot H + l_в}{4 \cdot H - l_в} \right) = \qquad (5.13)$$

$$= \frac{910}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 2{,}5} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 2{,}5}{0{,}016} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 1{,}75 + 2{,}5}{4 \cdot 1{,}75 - 2{,}5} \right) = 354\ Ом$$

Расчетное значение сопротивления горизонтального электрода по:

$$R_г = \frac{\rho_{расч}}{2 \cdot \pi \cdot l_г} \cdot \ln \frac{l_г^2}{d_г \cdot H_0} =$$

$$= \frac{910}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 30} \cdot \ln \frac{30^2}{0{,}012 \cdot 0{,}5} = 57\ Ом \qquad (5.14)$$

Коэффициенты использования для вертикальных и горизонтальных электродов равны: $\eta_в$ = 0,73, $\eta_г$ = 0,48.

Расчетное сопротивление группового заземлителя:

$$R = \frac{R_в \cdot R_г}{R_в \cdot \eta_г + R_г \cdot \eta_в \cdot n_в} = \\ = \frac{354 \cdot 57}{354 \cdot 0{,}48 + 57 \cdot 0{,}73 \cdot 6} = 48\ Ом \qquad (5.15)$$

$R > R_и$, значит увеличиваем количество электродов

Принимаем n = 25.

lг = 125 м

Rг = 17,2 Ом

ηв = 0,63, ηг = 0,32

R = 15.84

R >Ru

nв = 45

lг = 225 м

Rг = 10,3 Ом

ηв = 0,58, ηг = 0,29

R = 10,8 Ом

$R_к = R_е \cdot R/(R_е + R) \le R^м_з$

$R_л = 15 \cdot 10{,}8/(15+10{,}8) = 6{,}27$ Ом $\le$ 6,3 Ом

где $R_к$ – общее сопротивление комбинированного ЗУ, Ом;

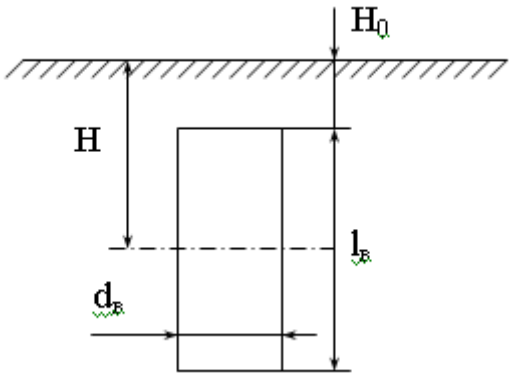


Рисунок 5.2 - Вертикальный электрод

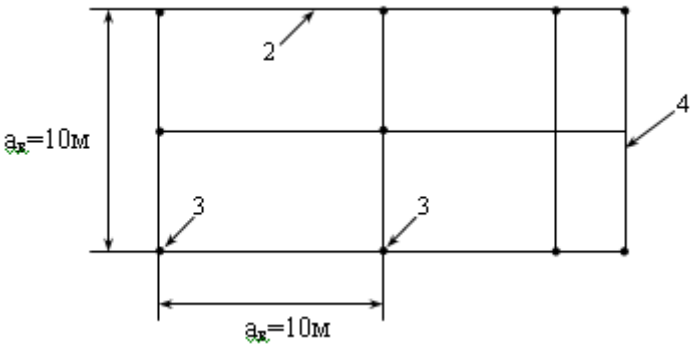
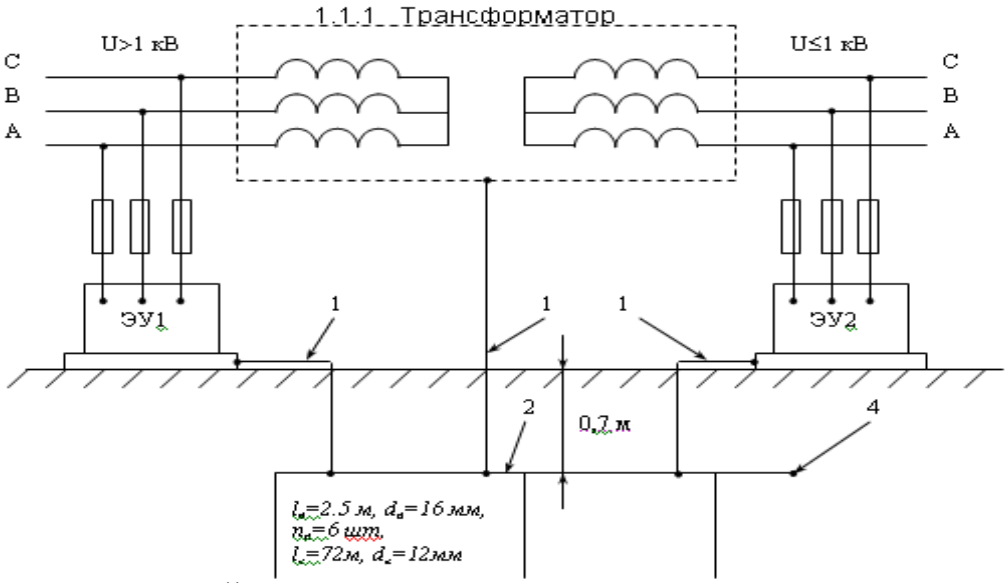


Рисунок 5.3 – План комбинированного ЗУ Ri



1 – заземляющий проводник;
2 – горизонтальный заземлитель;
3 – вертикальный заземлитель;
4 – естественный заземлитель (пруток) с Re = 15 Ом;
ЭУ1 – высоковольтная ЭУ;
ЭУ2 – низковольтная ЭУ.

Рисунок 5.4 - Схема использования освещенного ЗУ в системе защитного ЭУ напряжением до и свыше 1 кВ [5]

5.4 Мероприятия по молниезащите здания.

Здание по молниезащите отнесли к категории 2, как здание, помещения в которых относятся к классу В-1б.

Ожидаемое число поражений молнией в год зданий и сооружений высотой не более 60м, не оборудованных молниезащитой, определяют по формуле:

$$N = \frac{((S + 6 \cdot h) \cdot (L + 6 \cdot h) - 7{,}7 \cdot h^2) \cdot n}{10^6}, \qquad (5.16)$$

где S –ширина защищаемого здания, м;

h –высота здания по его боковым сторонам, м;

L – длина защищаемого здания, м;

n – среднее число поражений молнией на 1кв.км. земной пов. за год;

В нашем случае имеем *S=20 м; L=70 м; h=50 м; n=2;* (так как годовая продолжительность гроз для Алматы – 20-40 часов, что соответствует двум поражениям на 1кв.км. за год).

Тогда

$$N = \frac{((20 + 6 \cdot 50) \cdot (70 + 6 \cdot 50) - 7{,}7 \cdot 50^2) \cdot 2}{10^6} = 0{,}2$$

Теперь определим количество прорывов молнии в год на защищаемое сооружение:

$$B = Y \cdot N, \qquad (5.17)$$

где Y – допускаемая вероятность прорыва молнии (по Казахстану Y = 0,001).

Отсюда:

$B = 0{,}001 \cdot 0{,}2 = 0{,}0002$

Надежность молниезащиты определяется количеством лет её работы без поражения молнией защищаемого сооружения:

$$m = \frac{1}{B}, \text{ год} \qquad (5.18)$$

$$m = \frac{1}{0{,}0002} = 5000 \quad лет$$

Таким образом, здание относится к категории 2, а ожидаемое число поражений молнией в год *N<1*.

Здание защищено от прямых ударов молнии электростатической и электромагнитной индукции и заноса высоких потенциалов через наземные и подземные металлические коммуникации, в частности, с помощью стержневых или тросовых молниеотводов на крыше здания. Используются сетчатые молниеотводы. Защита здания от электростатической индукции обеспечивается присоединением всего оборудования и аппаратов, находящихся в здании к защитному заземлению оборудования.[2]

5.5 Расчет системы вентиляции.

Найдём требуемое количество подаваемого воздуха по фактору «тепловыделение». Оно рассчитывается по формуле:

$$L = \frac{Q_{ИЗБ}}{C_B \cdot \Delta t \cdot \gamma_B}, \qquad (5.19)$$

где Δt = $t_{УДАЛ} - t_{ПОСТ}$,

$t_{УДАЛ}$ – температура удаляемого воздуха;

$t_{ПОСТ}$ – температура поступающего воздуха;

C_B – теплоемкость воздуха, C_B = 0,24 ккал/кг*^{0}С;

γ_B - удельная масса приточного воздуха, γ_B = 1,206, кг/м^3.

$Q_{ИЗБ}$ – избыточное тепло.

Избыточное тепло найдем из выражения:

$Q_{ИЗБ}=Q_{ОБ}+Q_Л+Q_Р-Q_{ОТД}$, (5.20)

где $Q_{ОБ}$ – тепло, выделяемое офисным оборудованием;

$Q_Л$ – тепло, выделяемое людьми;

$Q_Р$ – тепло, вносимое солнечной радиацией;

$Q_{ОТД}$ – теплоотдача в окружающую среду.

Значения $Q_Р$ и $Q_{ОТД}$ примерно равны и взаимно компенсируются. Поэтому избыточное тепло образуется только за счёт людей и оборудования.

Тепло, выделяемое людьми, найдём по формуле:

$$Q_Л = K_Л \cdot (q - q_{ПОГЛ}), \qquad (5.21)$$

где $K_Л$ – количество людей в помещении, $K_Л = 3$;

q – тепло, выделяемое одним человеком, $q = 250$ ккал/ч;

$q_{ПОГЛ}$ – тепло, поглощаемое одним человеком, $q_{ПОГЛ} = 140$ ккал/ч.

Отсюда находим:

$$Q_Л = K_Л \cdot (q - q_{ПОГЛ}) = 3 \cdot (250 - 140) = 330 \text{ ккал/ч.}$$

Рассчитаем количество тепла, выделяемого офисным оборудованием. В зале расположено 4 персональных компьютера. Каждый компьютер имеет мощность 230 Вт. Общая мощность компьютеров составляет 4×230=920 Вт = 0,92 кВт. Также имеется один принтер с потребляемой мощность 50 Вт. Общая потребляемая мощность офисной техники равна 0,97 кВт.

Тепло, выделяемое офисным оборудованием рассчитаем по формуле:

$$Q_{ОБ} = 860 \cdot P_{ОБ} \cdot \eta, \qquad (5.22)$$

где 860 – тепловой эквивалент 1 кВт/час;

$P_{ОБ}$ – потребляемая мощность, $P_{ОБ} = 0{,}97$ кВт;

η – коэффициент перехода тепла в помещение, η = 0,95.

Подставив все значения в формулу, находим:

$$Q_{ОБ} = 860 \cdot P_{ОБ} \cdot \eta = 860 \cdot 0{,}97 \cdot 0{,}95 = 742{,}49 \text{ ккал/ч.}$$

Рассчитаем теплонапряженность воздуха по формуле :

$$Q_Н = \frac{Q_{ИЗБ}}{V_П}, \qquad (5.23)$$

где $V_П$ – объем помещения, $V_П = 150$ м^3.

$Q_{ИЗБ} = Q_Л + Q_{ОБ} = 330 + 742{,}49 = 1072$, ккал/ч.

Таким образом, подставив все данные в формулу, получим:

$$Q_Н = \frac{Q_{ИЗБ}}{V_П} = \frac{1072}{150} = 7{,}147 \text{, ккал/м}^3.$$

Т.к. $Q_Н < 20$ ккал/м^3, то $\Delta t = 6\ ^0$С.

Найдём требуемое количество подаваемого воздуха:

$$L = \frac{Q_{ИЗБ}}{C_В \cdot (t_{УДАЛ} - t_{ПОСТ})} = \frac{1072}{0{,}24 \cdot 6 \cdot 1{,}206} = 617{,}28 \text{, м}^3\text{/ч.}$$

Рассчитаем кратность воздухообмена по формуле .

$$K = \frac{L}{V}, \qquad (5.24)$$

где L – требуемое количество подаваемого воздуха, $L = 617.28$, м^3/ч;

V – объем помещения, $V = 150$ м^3.

Таким образом, кратность воздухообмена равна:

$$K = \frac{L}{V} = \frac{617{,}28}{150} = 4{,}1 \approx 4 \text{ 1/час.}$$

Т.о. нам необходим кондиционер, создающий воздухообмен 617,28 $м^3$/ч.

Установим в операторском зале один настенный кондиционер DELONGHI CP 30, рассчитанный на 130 $м^2$. Данный кондиционер создает воздухообмен 600 $м^3$/ч, создает в помещении воздушную среду с температурой 17-26 ^{0}С и влажность 40-70%, удаляет из помещения избыточную влагу и тепло, снабжен таймером, термостатом, бактерицидным фильтром и автоматическим климат контролем. Электропитание кондиционера 230 В, 5 А, 50 Гц; максимальный уровень шума 38 дБ; внутренний блок: длина 810 мм, высота 300 мм, глубина 200 мм; внешний блок: длина 650 мм, высота 500, глубина 210 мм .[4]

5.6 Список использованной литературы

1.Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю. Б. Айзенберга. 3-е изд. перераб. и доп. — М.: Знак. 2006.— 972 с.

2. Долин П. А. Основы техники безопасности в электроустановках. Издание 2-е, переработанное и дополненное. – М.: Энергоатомиздат, - 1984.

3. Зотов Б. И. Безопасность жизнедеятельности на производстве: Учебник для студентов вузов. Издание 2-е, переработанное и дополненное. - М.: Колос, - 2003.

4.СНиП 2.09.04-87. Общие строительные нормы и правила устройства систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Административные и бытовые здания. Москва. Стройиздат, 1990.

5.Белов С.В. Безопасность Жизнедеятельности. Москва. Высшая школа, 2007. - 616 с.

5.7 Выводы по разделу

В начале данного раздела мы рассчитывали искусственное освещение рабочего помещения. Для искусственного освещения помещения, исходя из расчетов, получили, что используются 6 светильников мощностью 40 Вт.

В следующей задаче мы произвели расчет системы кондиционирования помещения. Для создания оптимального микроклимата помещения был выбран кондиционер марки DELONGHI CP 30, основные преимущества которого были приведены выше.

Заключение

В данном дипломном проекте было разработано использование спутникового навигационного оборудования "Trimble" для контроля смещений жилых зданий в г Алматы.

В основу дипломного проекта положен процесс выделения спутниковых сигналов полученных в результате эксперимента. В качестве системы получения экспериментальных данных использован GPS приемник Trimble NET R9 на который с помощью спутниковой системы GPS,поступал сигнал.

Был произведен анализ экспериментальных данных, энергетический расчет спутниковой линии. На основе проделанных расчетов была выполнена программа энергетического расчета спутниковой линии.

Также была проведена комплексная оценка рабочего помещения с учетом эргономических, санитарных и противопожарных требований, произведен расчет защитного заземления.

С учетом расчетов, проделанных в бизнес-плане, можно сделать вывод, что проект является экономически эффективным.

Таким образом измерительно-вычислительный комплекс Trimble Navigation может стать эффективным и недорогим средством проведения работ при мониторинге жилых зданий и сооружений в Алматы.

Список литературы

1 Акимов А. А. Буравин А.Е. "Связь и навигация. Интеграция услуг //журнал Системы и средства связи 2000 г. № 3-4.

2 Астафьев Г.П., Шебшаевич В.С., Юрков Ю.А. Радиотехнические средства навигации летательных аппаратов. // М.: Сов. радио, 1962, 963 с.

3 Белавин О.В. Основы радионавигации. // М.: Сов. радио, 1977, 320 с.

4 Беляевский Л.С., Новиков В.С., Олянюк П.В. Основы радионавигации. // М.: «Транспорт», 1982, 287 с.

5 Борсоев В.А., Зеленков В.Е., Козин И.Д. и др. Совершенствование одночастотных приемников GPS и «ГЛОНАСС» для учета ионосферных поправок. //САКС-2001. Материалы Международной научно-практической конференции 1-4 декабря 2001 г., Красноярск 2001, т.1, с. 26 –27.

6 Васильев И.В., Козин И.Д., Козин В.И., Федулина И.Н.. Концепция глобального мониторинга ионосферы. //Известия НАН РК, серия физико-математическая, 2004 №4, с. 139-144.

7 Материалы ГП Морсвязьспутник HTTP:\\www.marsat.ru

8 Овчаренко Л. А., Поддубный В. Н. Помехоустойчивость приема фазоманипулированных сигналов на фоне наиболее неблагоприятных помех // Радиотехника, 1992, № 7-8, с.13-19.

9 Одинцов В.А. Радионавигация летательных аппаратов. // М.: Машиностроение, 1968, 408 с.

10 Одуан К., Б. Гино. Измерение времени. Основы GPS. //Москва: Техносфера, 2002, 400 с.

11 Соловьев Ю.А. Системы спутниковой навигации. /М.: Эко-Трендз, 2000, 260 с.

12 Спутниковая связь и вещание. //Справочник, под ред. Л.Я. Кантора. - М.: Радио и связь, 1997.

13 Тузов Г. И., Сивов В. В., Прытков В. И. и др. Помехоустойчивость радиосистем со сложными сигналами //М.: Радио и связь, 1985.

14 Финк Л. М. Сигналы, помехи, ошибки... Заметки о некоторых неожиданностях и заблуждениях в теории связи //М.: Радио и связь, 1984.

15 Экстремальная радионавигация *Под ред. Р.И. Полонникова и В.П. Тарасенко. //*Наука, Гл. редакция физико-математической литературы, М., 1978, 280 с.

16 Shingo O, Hiromutsu W, Seiichiro Kawase “Mobile Satellite Communications” Artech House inc. 1998 isbn 0-89006-843-7

17 Джангозин А.Д. Фирменный стандарт. Общие требования к оформлению текстового и графического материала. Алматы: Издание АИЭС, 2002. – 34с.

18 Охрана труда на предприятиях связи: Учебник для вузов / Под.ред. Н.И. Баклашова. – М.:1982.

19 Кошулько Л.П., Суляева Н.Г., Генбач А.А. Производственное освещение.

20 Методические указания к выполнению раздела «Охрана труда» в дипломном проекте – Алматы: РУМК,1989. – 40с.

21 Акинчев Н.В. Общеобменная вентиляция цехов с тепловыделениями. М.Стройиздат,1984. – 144 с.

22 Экономика связи. /Под ред. О.С. Срапионова – М.: Радио и связь, 1992.

Приложение А.

Используемые системы координат.

Навигатор работает со следующими системами координат:
Признак системы координат название системы координат используемый эллипсоид dX dY dZ.
0 ПЗ-90 PZ-90
1 СК-42 SK-42
2 WGS-84 WGS-84 0 0 0
3 User User* 0 0 0
4 Adindan (Ethiopia, Mali, Senegal & Sudan) Clarke 1880 -162 -12 206
5 ARC 1950 (SW & SE Africa) Clarke 1880 -143 -90 -294
6 ARC 1960 (Kenya, Tanzania) Clarke 1880 -160 -8 -300
7 Australian Geodetic Datum 1966 Australian
National -133 -48 148
8 Australian Geodetic Datum 1984 Australian
National -134 -48 149
9 Bukit Rimpah (Indonesia) Bessel 1941 -384 664 -48
10 Camp Area Astro (Antarctica) International 1924 -104 -129 239
11 Chatum 1971 (New Zealand) International 1924 175 -38 113
12 Carthage (Tunisia) Clarke 1880 -263 6 431
13 CAPE (South Africa) Clarke 1880 -136 -108 -292
14 Djakarta (Indonesia) Bessel 1941 -377 681 -50
15 Old Egyptian Helmert 1906 -130 110 -13
16 European 1950 International 1924 -87 -98 -121
17 European 1979 International 1924 -86 -98 -119
18 G. Segara (Kalimantan – Indonesia) Bessel 1941 -403 684 41
19 Geodetic Datum 1949 (New Zealand) International 1924 84 -22 209
20 Great Britain 1936 (Ordnance Survey) Airy 1830 375 -111 431
21 Guam 1963 (Guam Island) Clarke 1866 -100 -248 259
22 Hawaiian Hawaii (Old) International 1924 89 -279 -183
Продолжение Приложения А.
23 Hawaiian Kauai (Old) International 1924 45 -290 -172
24 Hawaiian Maui (Old) International 1924 65 -290 -190
25 Hawaiian Oahu (Old) International 1924 56 -284 -181
26 Heart North (Afghanistan) International 1924 -333 -222 114
27 Hjorsey 1955 (Iceland) International 1924 -73 46 -86
28 Hong Kong 1963 International 1924 -156 -271 -189
29 Hu-Tzu-Shan (Taiwan) International 1924 -634 -549 -201
30 Indian (India, Nepal, Bangladesh) Everest (EA) 289 734 257
31 Ireland 1965 Modified Airy 506 -122 611
32 Kertau 1948 (West Malaysia and Singapore) Everest (ED) -11 851 5
33 Kandawala (Sri Lanka) Everest (EA) -97 787 86

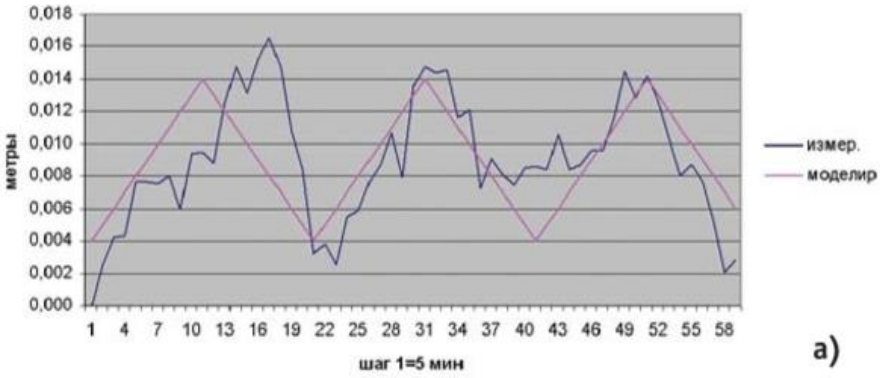
34 Liberia 1964 Clarke 1880 -90 40 88
35 Luzon (Philippines excluding Mindanoa Is.) Clarke 1866 -133 -771 -51
36 Mindanoa Island Clarke 1866 -133 -70 -72
37 Merchich (Morocco) Clarke 1880 31 146 47
38 Nahrwan (Saudi Arabia) Clarke 1880 -231 -196 482
39 N. American 1983 (Includes Areas 40-45) GRS-80 0 0 0
40 N. American Canada 1927 Clarke 1866 -10 158 187
41 N. American Alaska 1927 Clarke 1866 -5 135 172
42 N. American Conus 1927 Clarke 1866 -8 160 176
43 N. American Caribbean Clarke 1866 -7 152 178
44 N. American Mexico Clarke 1866 -12 130 190
45 N. American Central America Clarke 1866 0 125 194
46 Nigeria (Minna) Clarke 1880 -92 -93 122
47 Oman Clarke 1880 -346 -1 224
48 Puerto Rica and Virgin Islands Clarke 1866 11 72 -101
49 Qornoq (South Greenland) International 1924 164 138 -189
50 Rome 1940 Sardinia Island International 1924 -255 -65 9
51 South American Chua Astro (Paraguay) International 1924 -134 229 -29
Продолжение Приложения А.
52 South American (Provisional 1956) International 1924 -288 175 -376
53 South American 1969 S. American 1969 -57 1 -41
54 South American Campo Ischauspe
(Argentina)
International 1924 -148 136 90
55* South American Corrego Alegre (Brazil) International 1924 -206 172 -6
56 South American Yacare (Uruguay) International 1924 -155 171 37
57 Tananarive Observatory 1925 (Madagascar) International 1924 -189 -242 -91
58 Timbalai (Brunei and East Malaysia) 1948 Everest (EB) -689 691 -46
59 Tokyo (Japan, Korea and Okinawa) Bessel 1941 -128 481 664
60 Tristan Astro 1968 (Tristan du Cunha) International 1924 -632 438 -609
61 Viti Levu 1916 (Fiji Islands) Clarke 1880 51 391 -36
62 Wake-Eniwetok (Marshall Islands) Hough 1960 101 52 -39
63 WGS-72 WGS-72 0 0 4.5
64 Zanderidj (Surinam) International 1924 -265 120 -358

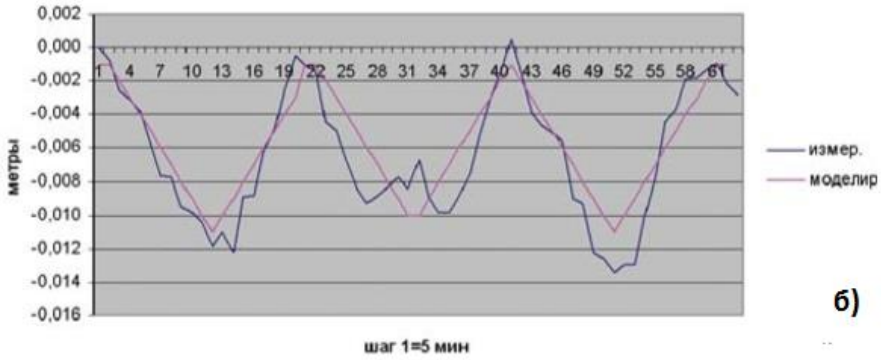
Параметры эллипсоидов.

Название эллипсоида a (метры) 1/f
Airy 1830 6377563.396 299.3249647
Modified Airy 6377340.189 299.3249647
Australian National 6378160.0 298.25
Bessel 1841 6377397.155 299.1528128
Clarke 1866 6378206.4 294.9786982
Clarke 1880 6378249.145 293.465
Everest (EA) (India 1830) 6377276.345 300.8017
Everest (EB) (Brunei & E. Malaysia) 6377298.556 300.8017

Приложение Б.

Графическое изображение экспериментальных данных.





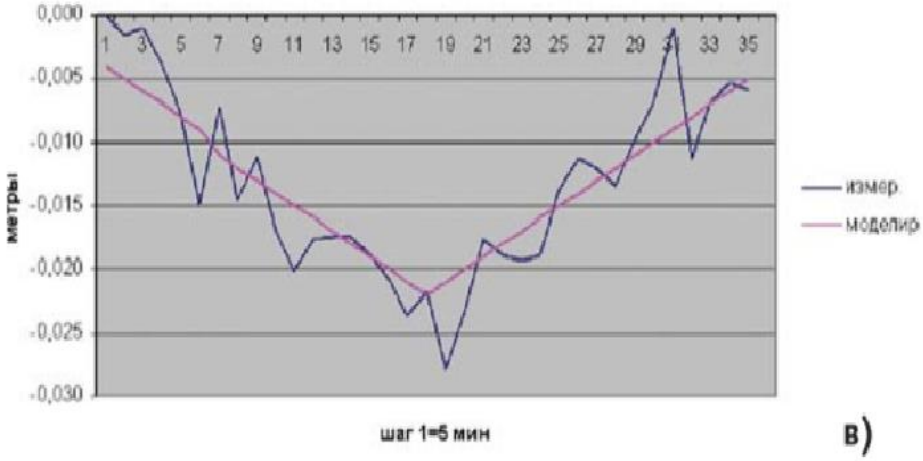


Рисунок Б1 Результаты обработки измерительной информации с помощью Motion Tracker для установки шага по времени при уравнивании 5 мин.

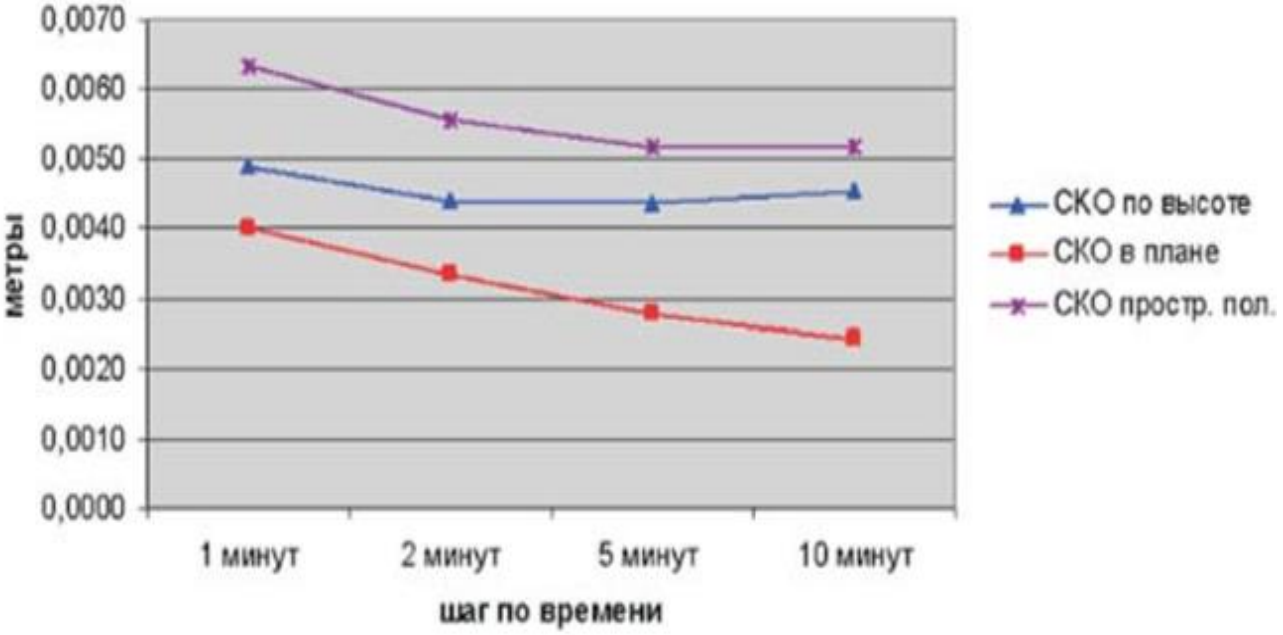


Рисунок Б2 Графики зависимости СКО однократного определения положения пункта от устанавливаемого в ходе обработки шага по времен

Приложение В

Окна программы MathCAD Энергетического расчета.

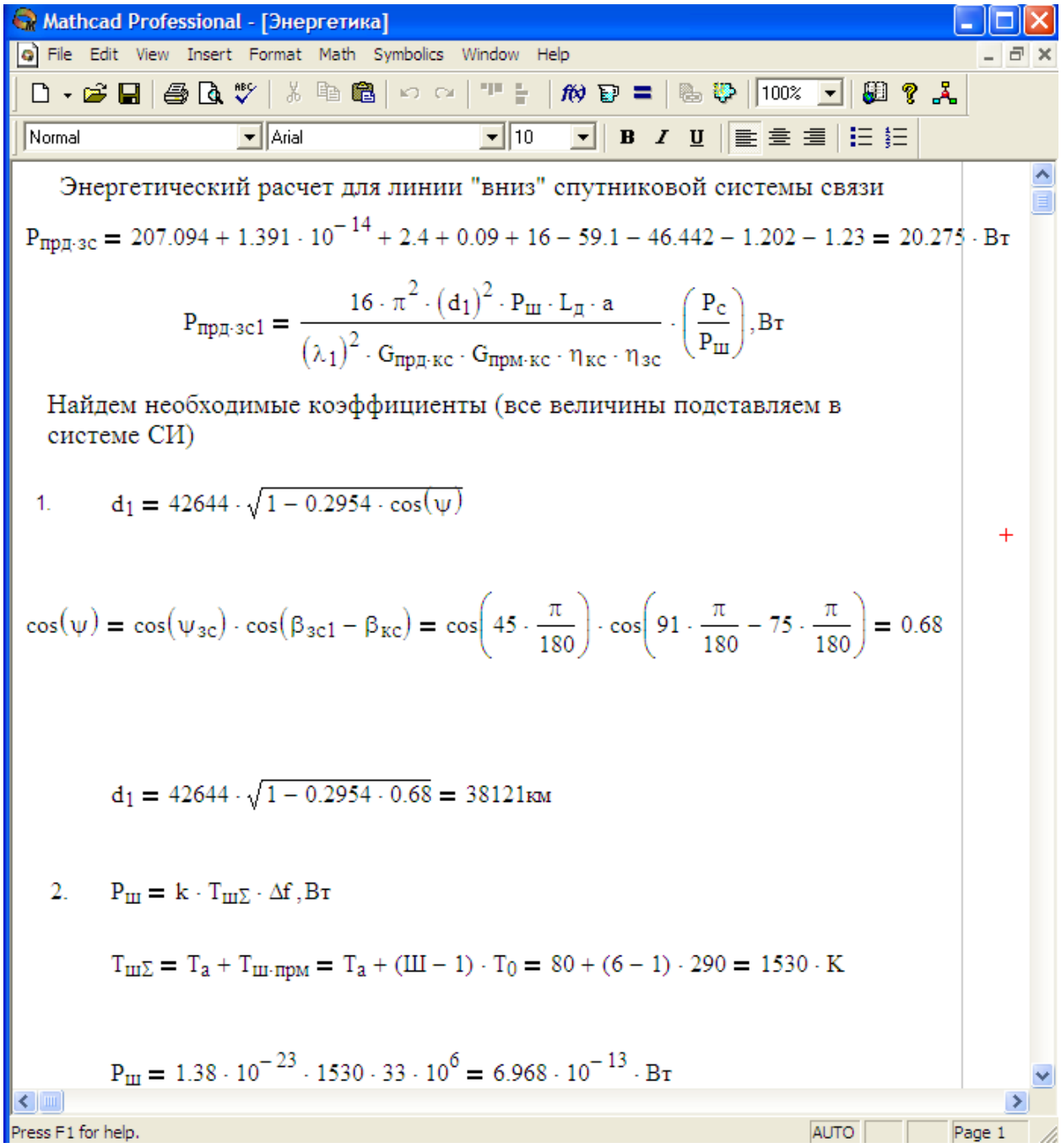


Рисунок В1 Окно программы MathCad

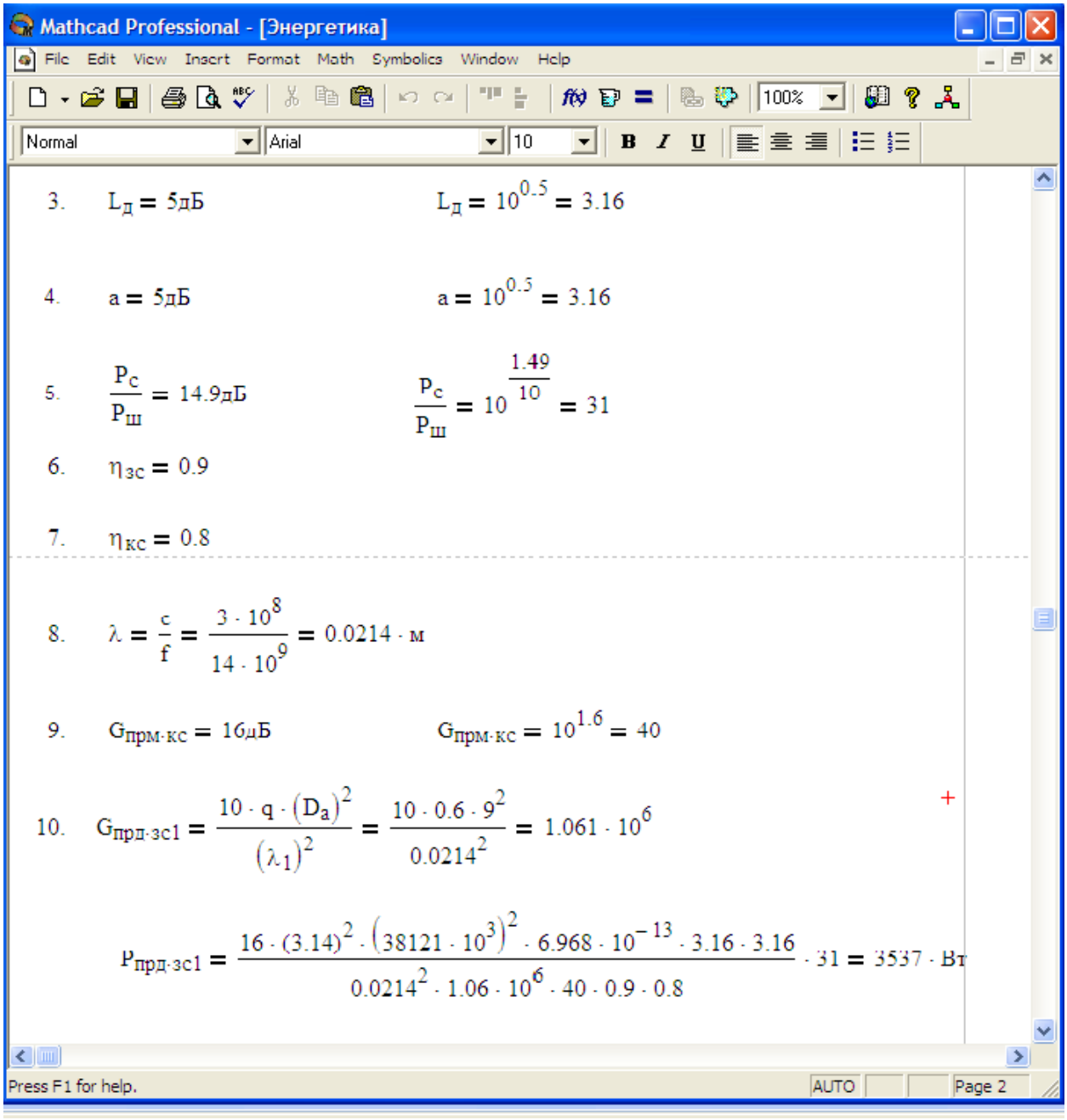


Рисунок В2 Окно программы MathCad

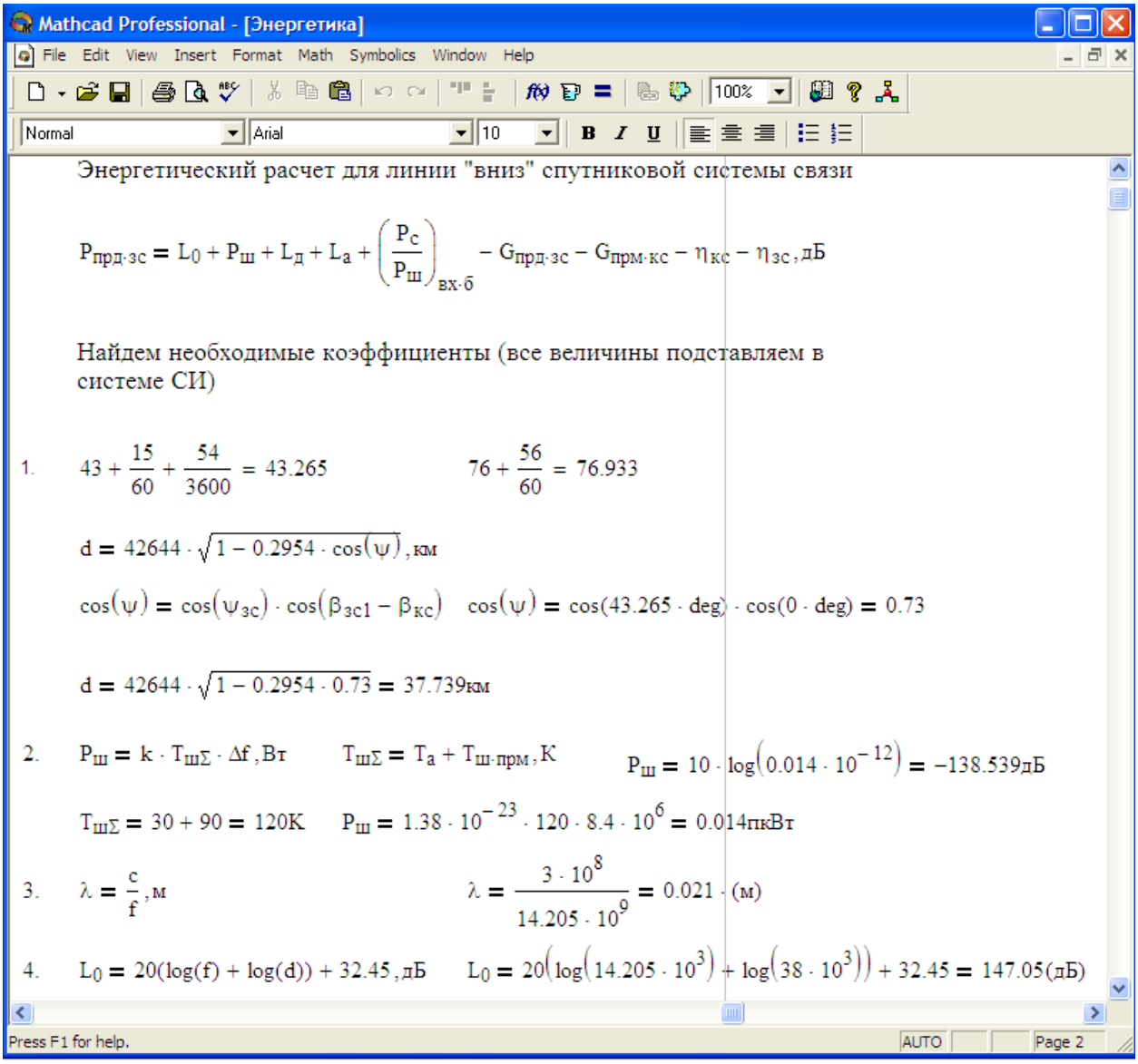


Рисунок В3 Окно программы MathCad

Продолжение Приложения В.

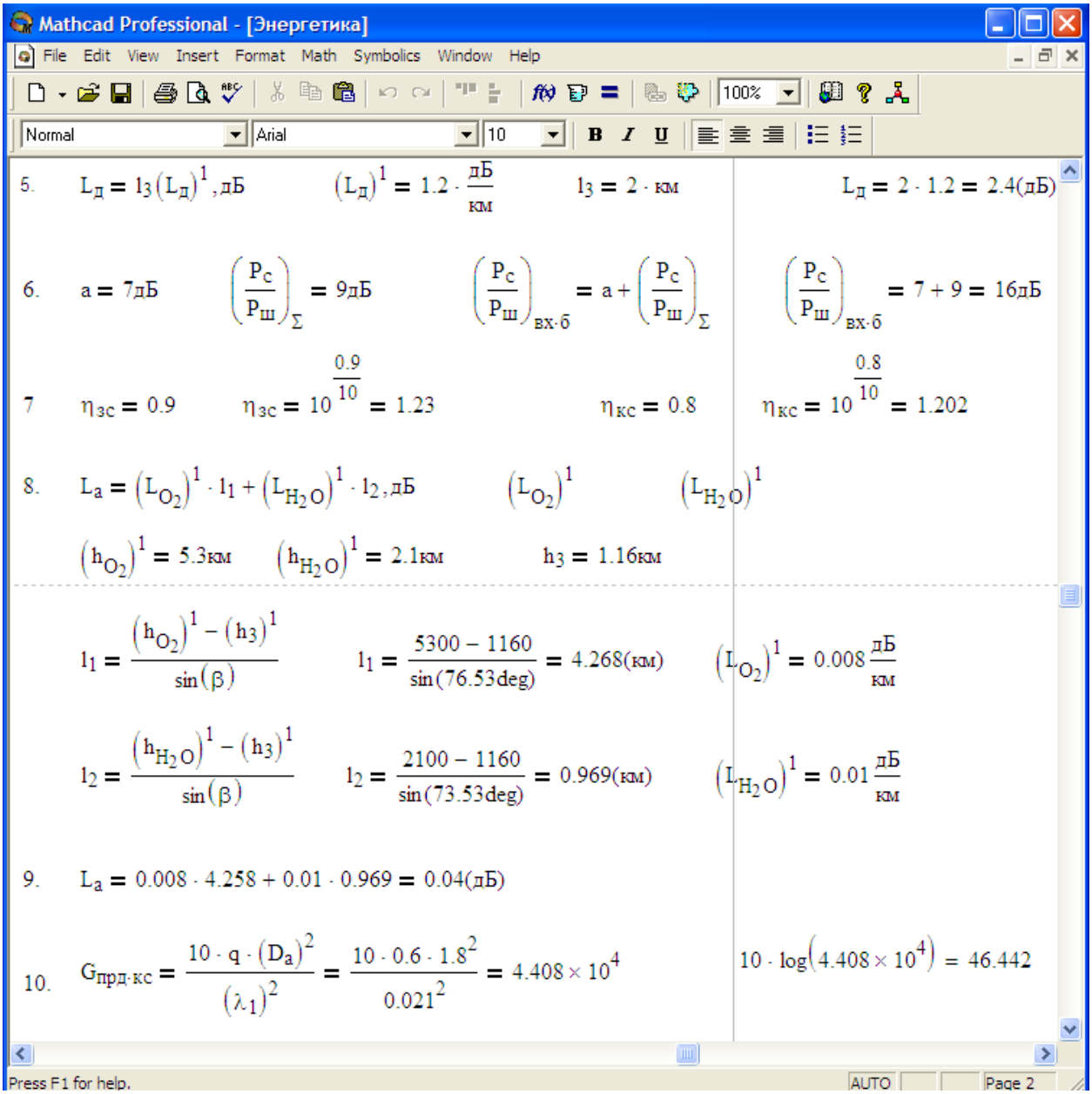


Рисунок В4 Окно программы MathCad

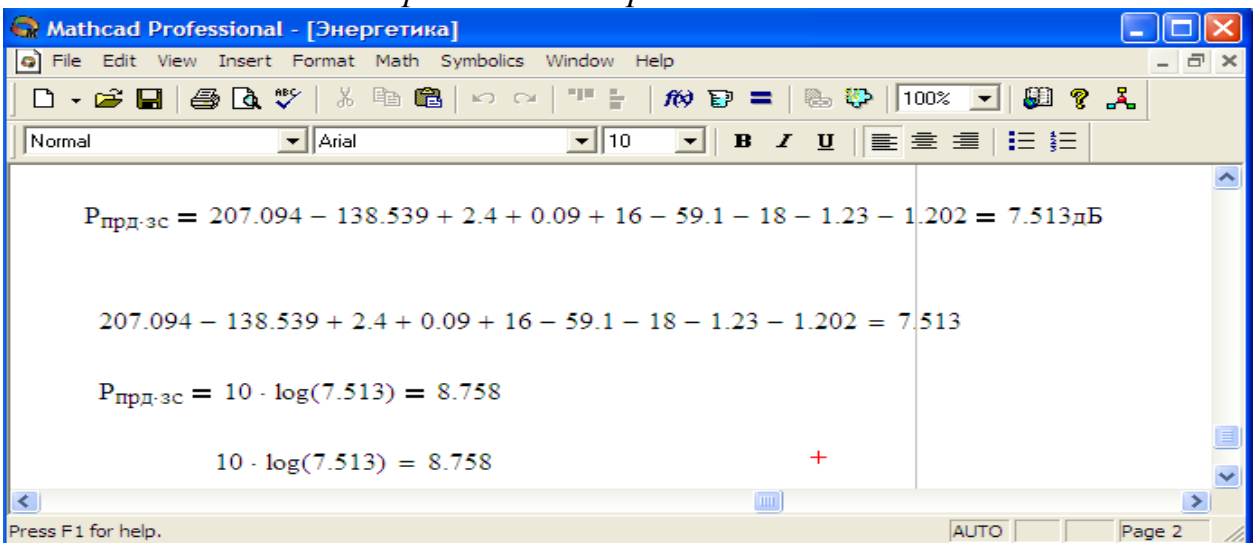


Рисунок В5 Окно программы MathCad