Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт космических и информационных технологий
Кафедра «Информационные системы»

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой ИС
_____ С.А. Виденин
« 23 » 06 2016 г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

230102.65 Автоматизированные системы обработки информации и управления

Разработка алгоритмов специального ПО наземных командно-измерительных систем для проведения сеансов связи с космическим аппаратом в автоматическом режиме

Пояснительная записка

Руководитель _____ Н.В. Молокова
подпись, дата инициалы, фамилия

Выпускник _____ С.В. Михайлов
подпись, дата инициалы, фамилия

Нормоконтролер _____ Е.С. Троценко
подпись, дата инициалы, фамилия

Красноярск 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 7
1 Предметная область и постановка задачи 10
1.1 Краткая характеристика предприятия 10
1.2 Производственная ситуация 11
1.3Выводы по разделу 16
2 Проектный раздел 17
2.1 Характеристика функциональной структуры СПО НКИС третьего поколения 17
2.2 Архитектура СПО НКИС третьего поколения 21
2.3 Режимы работы СПО НКИС третьего поколения 28
2.4 Проектирование логики автоматического сеанса связи 37
2.5 Программа сеанса связи с КА в автоматическом режиме 42
2.6 Алгоритм проведения сеанса связи с КА в автоматическом режиме 46
2.7 Выводы по разделу 49
3 Разработка имитатора модуля СПО НКИС, для проведения сеанса связи с КА в автоматическом режиме 50
3.1 Выбор средств разработки 50
3.2 Работа имитатора ЦУП 50
3.3 Работа имитатора «модуль автоматического проведения сеанса связи с КА» 53
3.4 Выводы к разделу 56
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 60
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 62
ПРИЛОЖЕНИЕ А 64
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Техническое задание 65

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт космических и информационных технологий
институт
Информационные системы
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ С.А. Виденин
подпись инициалы, фамилия
« 23 » 03 2016 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме _____дипломного проекта_____
бакалаврской работы, дипломного проекта, дипломной работы, магистерской диссертации

Студенту Михайлову Сергею Витальевичу
фамилия, имя, отчество

Группа 10-08-01 Направление 230102.65
номер код

Автоматизированные системы обработки информации и управления
наименование

Тема выпускной квалификационной работы
Разработка алгоритмов специального ПО наземных командно-измерительных систем для проведения сеансов связи с космическим аппаратом в автоматическом режиме

Утверждена приказом по университету № 4201/С от 28.0316

Руководитель ВКР
Н.В. Молокова. Доцент. к.т.н. кафедра ИКИТ СФУ
инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Перечень разделов Предметная область и постановка задачи, проектный раздел, разработка имитатора модуля СПО НКИС, для проведения сеанса связи с КА в автоматическом режиме, экономическое обоснование.

Перечень графического материала; тема; цель

- слайд 1 – тема дипломного проекта ;
- слайд 2 – цель работы, объекты исследования ;
- слайд 3 – наземный комплекс управления ;
- слайд 4 – асу НКИС первого поколения ;
- слайд 5 – асу НКИС второго поколения ;
- слайд 6 – асу НКИС третьего поколения ;
- слайд 7 – подсистемы управления нкис ;
- слайд 8 – подсистема управления модулями НКИС ;
- слайд 9 – режимы работы спо НКИС ;
- слайд 10 – алгоритм спо НКИС в режиме «сеанс - автомат» ;
- слайд 11 – алгоритм спо НКИС в режиме «сеанс - автомат» ;
- слайд 12 – команда управления ;
- слайд 13 – программа сеанса связи с КА ;
- слайд 14 – формирование плана сеанса в имитаторе ЦУП ;
- слайд 15 – имитатор модуля автоматического проведения сеанса связи с КА ;
- слайд 16 – выводы .

Руководитель ВКР _____ Н.В. Молокова
подпись инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению _____ С.В. Михайлов
подпись инициалы и фамилия студента

« 29 » 03 2016 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка алгоритмов специального программного обеспечения наземных командно-измерительных систем для проведения сеансов связи с космическим аппаратом в автоматическом режиме» содержит 66 страниц текстового документа, 1 приложение, 14 использованных источников, 16 листов графического материала.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, НАЗЕМНАЯ КОМАНДНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА, КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ, КОМАНДА УПРАВЛЕНИЯ, СЕАНС СВЯЗИ С КОСМИЧЕСКИМ АППАРАТОМ В АВТОМАТИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ.

Объектом исследования является наземные комплексы управления космическими аппаратами АО ИСС

Предметом исследования является программное обеспечение, позволяющее проводить сеансы связи с КА в автоматическом режиме

Цели и задачи исследования:

Целью работы является разработанный алгоритм, который будет использоваться работниками сектора проектирования наземных комплексов управления и автоматизированных систем управления, как входные данные для разработки АСУ НКИС третьего поколения.

Задачи:

- ознакомление с видами АСУ КИС по типу управления;
- изучение логики режимов работы СПО КИС;
- разработка алгоритмов модуля СПО КИС для проведения сеансов связи с КА в автоматическом режиме;
- создание имитатора для отработки алгоритмов

Актуальность работы заключается в разработке алгоритма, с помощью которого можно проводить сеансы связи с КА и обеспечивать необходимую гибкость при планировании сеанса связи.

ВВЕДЕНИЕ

Достижения в исследовании и эксплуатации космоса – это важнейшие показатели уровня развития страны. В российской космической отрасли одной из важнейших задач, является создание космических аппаратов (КА) и наземных комплексов управления (НКУ).

Одним из направлений деятельности предприятия АО «ИСС» им. академика М.Ф. Решетнёва является разработка наземных комплексов управления (НКУ) и их составных частей: автоматизированных систем управления (АСУ) орбитальными группировками, системами КА, а также программных и аппаратных средств для них (включая пункты и земные станции контроля и управления).[7]

НКУ предназначен для обеспечения непрерывного круглосуточного контроля и управления КА при летных испытаниях и штатной эксплуатации.

В состав НКУ входят:

– Центр управления полетом (ЦУП);
– Командно-измерительная система (КИС);
– Система связи и передачи данных (ССПД).

ЦУП предназначен для обеспечения непрерывного круглосуточного контроля и управления КА.

ССПД предназначена для обмена информацией между ЦУП, НКИС и внешними абонентами (в зависимости от задач КА).

НКИС предназначена для организации канала управления КА, и обеспечения проведения измерения текущих навигационных параметров (ИТНП) КА.

– Назначение НКИС и решаемые задачи:
– приём из ЦУПа по ССПД технологической, командно-программной информации и целеуказаний для проведения сеансов связи с КА;
– выдача на КА разовых команд и массивов КПИ и т.д.;

– прием с КА телеметрической информации и выдача ее в ЦУП

– измерение дальности до КА и выдача результатов измерений в ЦУП;

– измерение угловых координат КА в азимутально-угломестной системе и выдача результатов в ЦУП[6];

НКИС состоит из аппаратной и программной частей. Выбор характеристик аппаратной и программной частей, напрямую зависит от целевого назначения КА, а так же его бортовых систем.

С момента запуска первого космического аппарата (КА), развитие наземных комплексов управления (НКУ) не стоит на месте. Постоянно реализовываются новые алгоритмы управления КА, совершенствуется аппаратная часть, а так же разрабатывается новое, более совершенное программное обеспечение (ПО)[5].

Разработка современного СПО НКИС, позволит перейти на более качественный уровень в создании новых и доработке уже существующих НКИС.

С каждым годом развитие космических технологий переходит на более новый уровень, требования, поступающие от заказчиков, к разрабатываемому СПО НКИС становятся на порядок выше.

На предприятии ОАО «ИСС» им. академика М.Ф. Решетнева, была поставлена задача разработать программное обеспечение, позволяющее проводить сеансы связи с КА в автоматическом режиме, что позволило бы избежать ошибок связанных с человеческим фактором и в значительной мере повысить надежность НКИС.

Разработке алгоритмов модуля СПО НКИС для проведения сеансов связи с КА в автоматическом режиме посвящен данный дипломный проект.

Целью данного дипломного проекта является разработка алгоритмов СПО НКИС для проведения сеансов связи с КА в автоматическом режиме.

Исходя из цели дипломного проекта были поставлены следующие задачи:

- Ознакомление с видами АСУ КИС по типу управления;
- Изучение логики режимов работы СПО КИС;
- Разработка алгоритмов модуля СПО КИС для проведения сеансов связи с КА в автоматическом режиме;
- Создание имитатора для отработки алгоритмов

1.1 Краткая характеристика предприятия

Данный дипломный проект выполнялся на предприятии ОАО «Информационные спутниковые системы» им. академика М.Ф. Решетнёва. Предприятие было образовано в 1959 г. как восточный филиал ОКБ-1 С.П. Королёва в г. Красноярске-26. Его руководителем был назначен М.Ф. Решетнёв.

Направление деятельности:

– создание космических аппаратов, систем и комплексов всех видов спутниковой связи;

– создание бортовых систем ориентации, коррекции (управления движением), терморегулирования, электропитания, систем управления, механических и антенно-фидерных систем космических аппаратов (КА), а также бортовых приборов, узлов и агрегатов для них;

– разработка, создание и использования при эксплуатации КА наземных комплексов управления (НКУ).[9]

Основными заказчиками ОАО «ИСС» являются такие крупные организации как «Федеральное космическое агентство» и Министерство обороны. Эти организации заказывают проведение научных исследований ОАО «ИСС». Результатом этих исследований становится техническое задание на разработку соответствующей системы. Заказчиками космических комплексов также являются Министерство связи и информационных технологий РФ и Государственное Предприятие «Космическая Связь».[9]

1.2 Производственная ситуация

1.2.1 Характеристика производственной деятельности проектирования НКУ и их составных частей

Основными видами производственной деятельности предприятия в области проектирования наземных комплексов управления и автоматизированных систем управления (АСУ) является:

– Проектирование автоматизированных систем управления (АСУ), наземных комплексов управления (НКУ) и их элементов;

– Разработка и выдача в смежные организации технических зданий (ТЗ) на проектирование и создание АСУ и ее элементов;

– Разработка и выдача в смежные организации ТЗ на создание НКУ и его элементов;

– Разработка методик испытаний элементов АСУ и НКУ;

– Разработка и создание программного обеспечения НКУ и АСУ;

– Разработка и создание технических средств и программного обеспечения станций управления.[9]

1.2.2 Описание существующего программного обеспечения

На сегодняшний день, по типу управления АСУ НКИС можно условно поделить на три поколения:

В первом поколении АСУ НКИС процесс проведения сеанса связи с КА полностью обеспечивается оператором НКИС. Вследствие чего, допускается использовать оборудование, как с ручным, так и с дистанционным (программным) управлением. Классическая структурная схема АСУ НКИС первого поколения представлена на рисунке 1.1

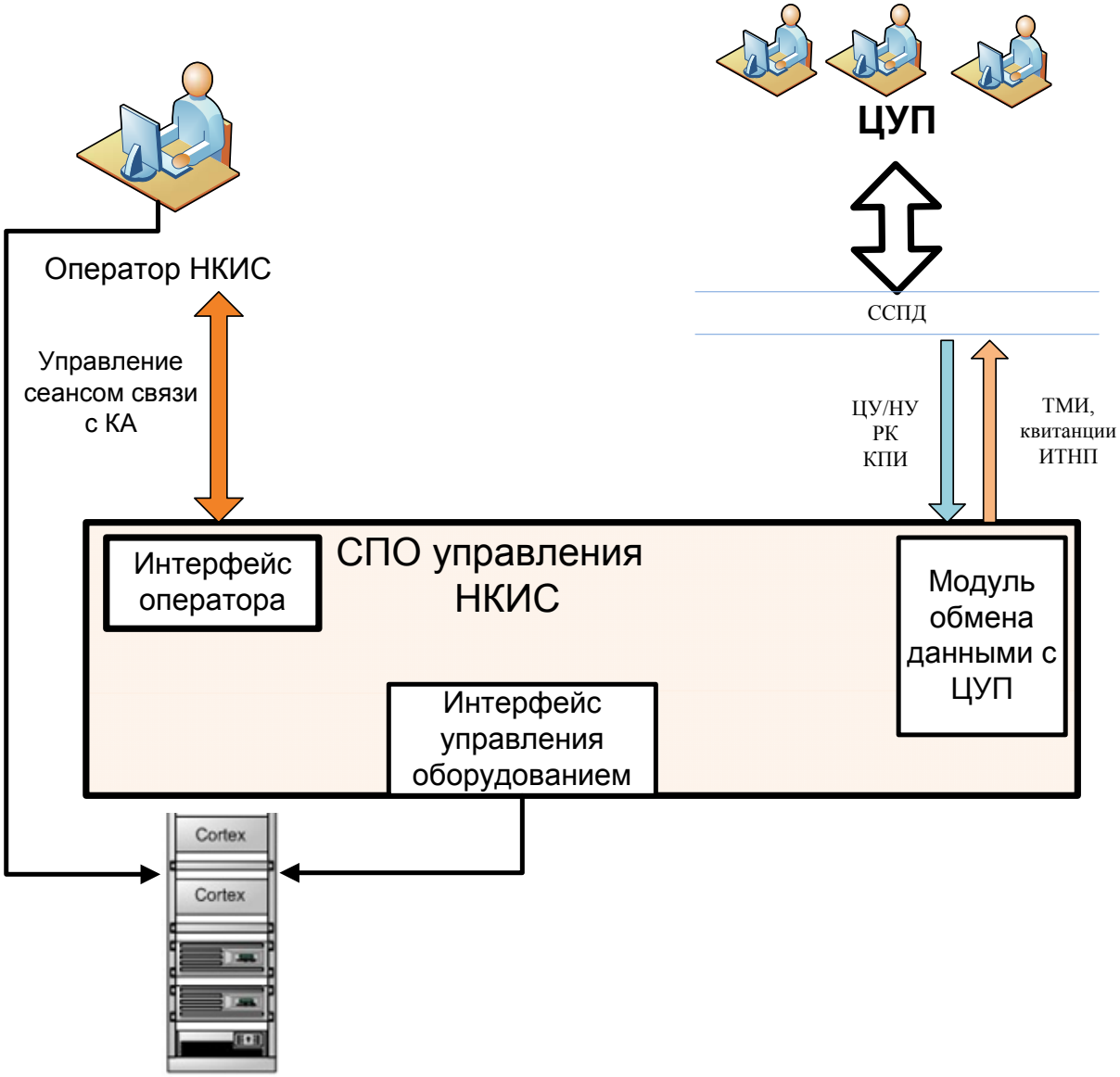


Рисунок 1.1 – АСУ НКИС первого поколения

На схеме представлены элементы, которые являются классическими для АСУ НКИС первого поколения:

- интерфейс оператора;
- интерфейс управления оборудованием;
- модуль обмена данными с ЦУП.

Минусами АСУ НКИС первого поколения можно считать наличие постоянного штата операторов, затраты на обучение персонала, ошибки при проведении сеансов связи, связанные с человеческим фактором.

В АСУ НКИС второго поколения помимо режима управления оператором, управление оборудованием НКИС и режимами работы АСУ НКИС может осуществляться напрямую из ЦУП в режиме реального времени. В связи с этим НКИС второго поколения оснащается оборудованием, имеющим как ручной интерфейс управления, так и дистанционный (программный). Программное обеспечение в АСУ НКИС второго поколения строится на тех же принципах, как и в АСУ НКИС первого поколения. Отличие состоит в том, что в системах второго поколения присутствует дополнительный модуль – интерфейс удаленного управления, который обеспечивает доступ к отдельным функциям главного модуля СПО управления НКИС средствами протокола удаленного управления напрямую из ЦУП[7]. Системы второго поколения вполне могут обходиться без постоянного присутствия оператора НКИС во время сеанса. На сегодняшний день это самая распространенная реализация НКИС. Структурная схема такой АСУ НКИС представлена на рисунке 1.2

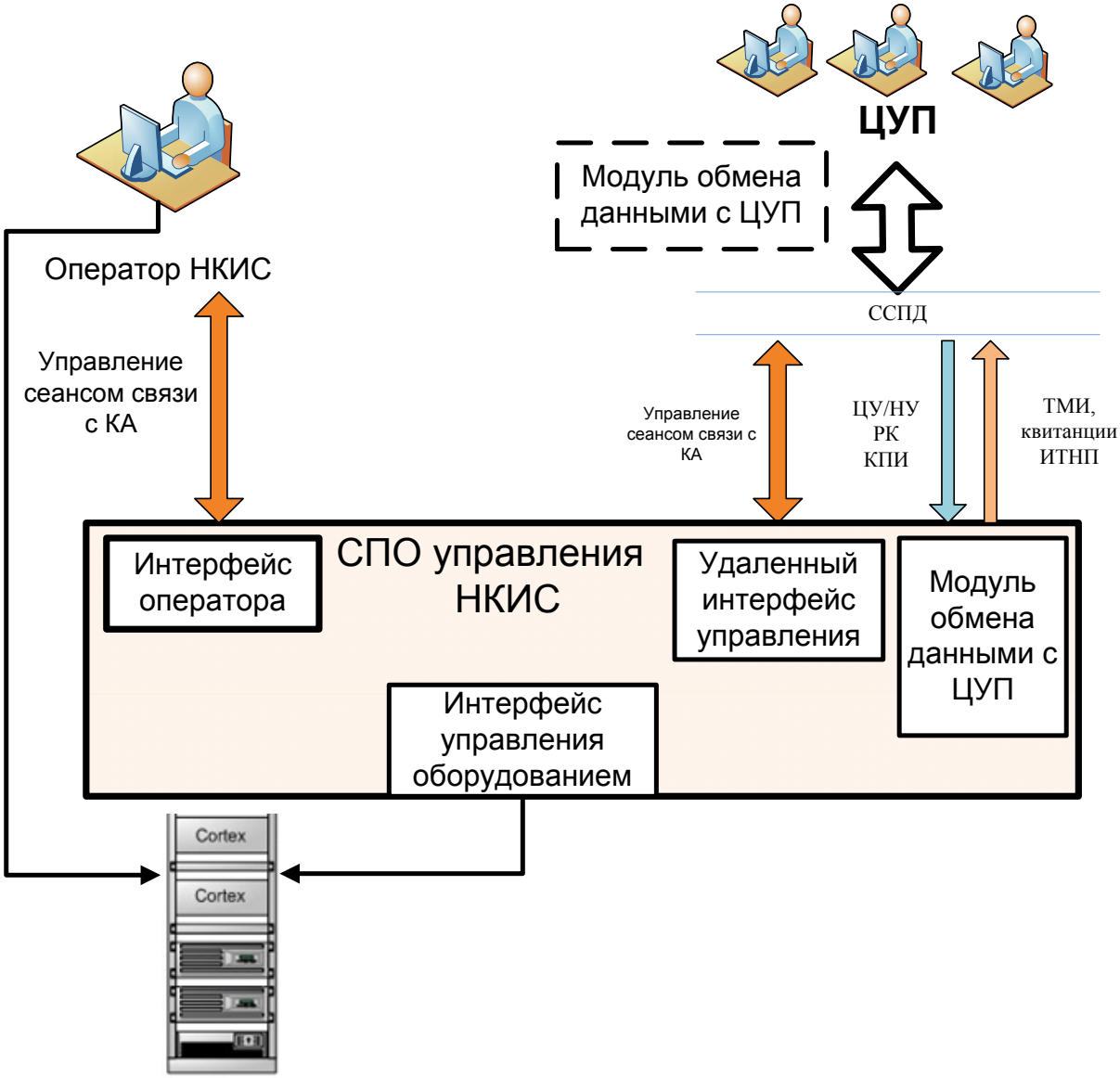


Рисунок 1.2 – АСУ КИС второго поколения

На структурной схеме АСУ НКИС представлены элементы:

– интерфейс оператора;
– интерфейс управления оборудованием;
– модуль обмена данными с ЦУП;
– удаленный интерфейс управления.

Минусами НКИС второго поколения можно считать требование к наличию постоянного высокоскоростного резервированного канала связи между ЦУП и НКИС, стоимость аренды такого канала приводит к

удорожанию эксплуатации всей системы в целом. И даже в этом случае существует вероятность отказа одного из каналов связи. Переход на резервный канал управления, как правило, влечет кратковременный разрыв соединения между ЦУП и НКИС, что приводит к сбою в управлении НКИС[7].

К третьему поколению отнесем АСУ НКИС, объединяющие возможности управления свойственные системам первого и второго поколения, а так же имеющие режим автоматического проведения сеанса связи с КА по заранее заложенной программе из ЦУП. Структурная схема такой АСУ НКИС представлена на рисунке 1.3

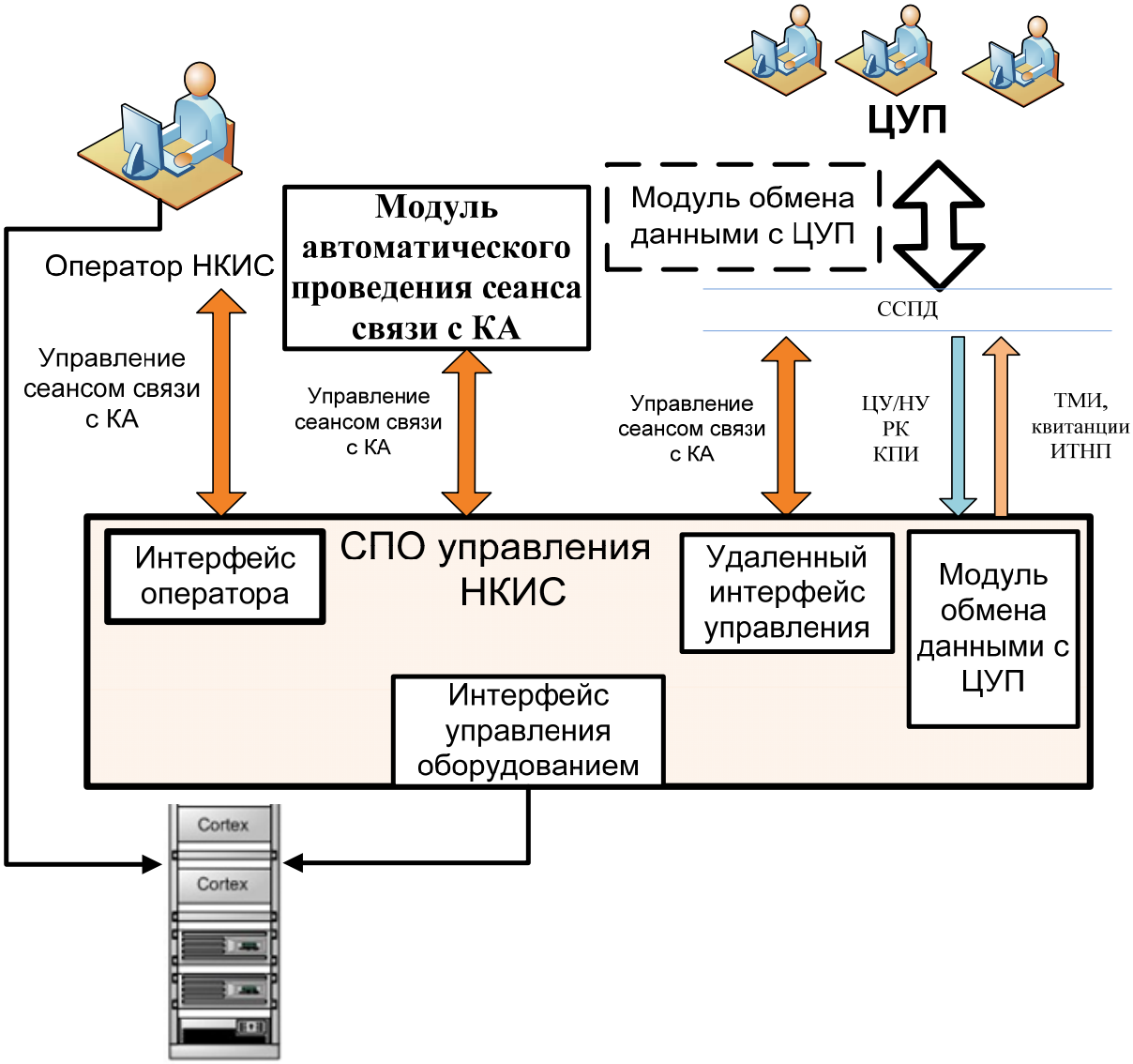


Рисунок 1.3 – АСУ КИС третьего поколения

На структурной схеме АСУ НКИС представлены элементы:

- интерфейс оператора;
- интерфейс управления оборудованием;
- модуль обмена данными с ЦУП;
- удаленный интерфейс управления;
- модуль автоматического проведения сеанса связи с КА.

1.3 Выводы по разделу

В данном разделе описана краткая характеристика деятельности предприятия, на котором выполнялся данный дипломный проект и проанализированы автоматизированные системы управления наземными командно-измерительными системами существующие на данный момент. Выявлены недостатки существующих АСУ НКИС и предложено разработать АСУ НКИС третьего поколения, способное устранять недостатки существующего ПО.

В следующем разделе будет рассмотрено функциональная структура и описана архитектура АСУ НКИС третьего поколения. Разработаны и описаны алгоритмы переходов между режимами.

Затем спроектирована логика автоматического сеанса связи. Выделены основные аспекты для разработки алгоритма автоматического проведения сеанса связи, описана структура КУ сеанса связи и основные сценарии проведения сеансов связи с КА.

Разработан и описан алгоритм проведения сеанса связи с КА в автоматическом режиме.

2 Проектный раздел

Основанием для разработки является задание на дипломное проектирование. Тема: «Разработка алгоритмов специального программного обеспечения наземных командно-измерительных систем для проведения сеансов связи с космическим аппаратом в автоматическом режиме». Данные алгоритмы описывают проведение сеанса связи с КА в автоматическом режиме. В дальнейшем разработка СПО НКИС третьего поколения, способного поддерживать эти алгоритмы позволит уменьшить штат операторов, затраты на обучение персонала, ошибки при проведении сеансов связи, связанные с человеческим фактором.

Алгоритмы СПО НКИС нового поколения будут обеспечивать необходимую гибкость при проведении сеанса связи с КА.

2.1 Характеристика функциональной структуры СПО НКИС третьего поколения

Система управления НКИС это объект управления, представляющий собой совокупность программных и аппаратных средств, предназначенных для выполнения целевой задачи НКИС.

СПО НКИС построено по модульному принципу и разделено на две системы по назначению:

– Специальное программное обеспечение Системы Управления НКИС (СПО СУ НКИС) - предназначено для автоматизированного или автоматического управления процедурами проведения сеансов связи с КА и процедурами диагностики и калибровки оборудования НКИС на пункте эксплуатации НКИС.

– Специальное программное обеспечение Системы Удаленного Управления НКИС (СПО СУУ НКИС) - предназначено для управления СУ НКИС в удаленном режиме из ЦУП.

Каждая система (СПО СУ НКИС, СПО СУУ НКИС) состоит из двух исполняемых модулей – логического модуля системы и модуля интерфейса управления.

Схема построения СПО НКИС обеспечивает следующие характеристики:

– Управление СУ НКИС на месте эксплуатации НКИС средствами локального интерфейса в ручном режиме.

– Управление СУ НКИС из ЦУП средствами дистанционного интерфейса в ручном режиме.

– Управление СУ НКИС из ЦУП средствами ЦУП в ручном режиме.

– Управление СУ НКИС в автоматическом режиме по заранее заложенной программе из ЦУП

Функциональная схема СПО НКИС, его составных частей представлена на рисунке 2.1

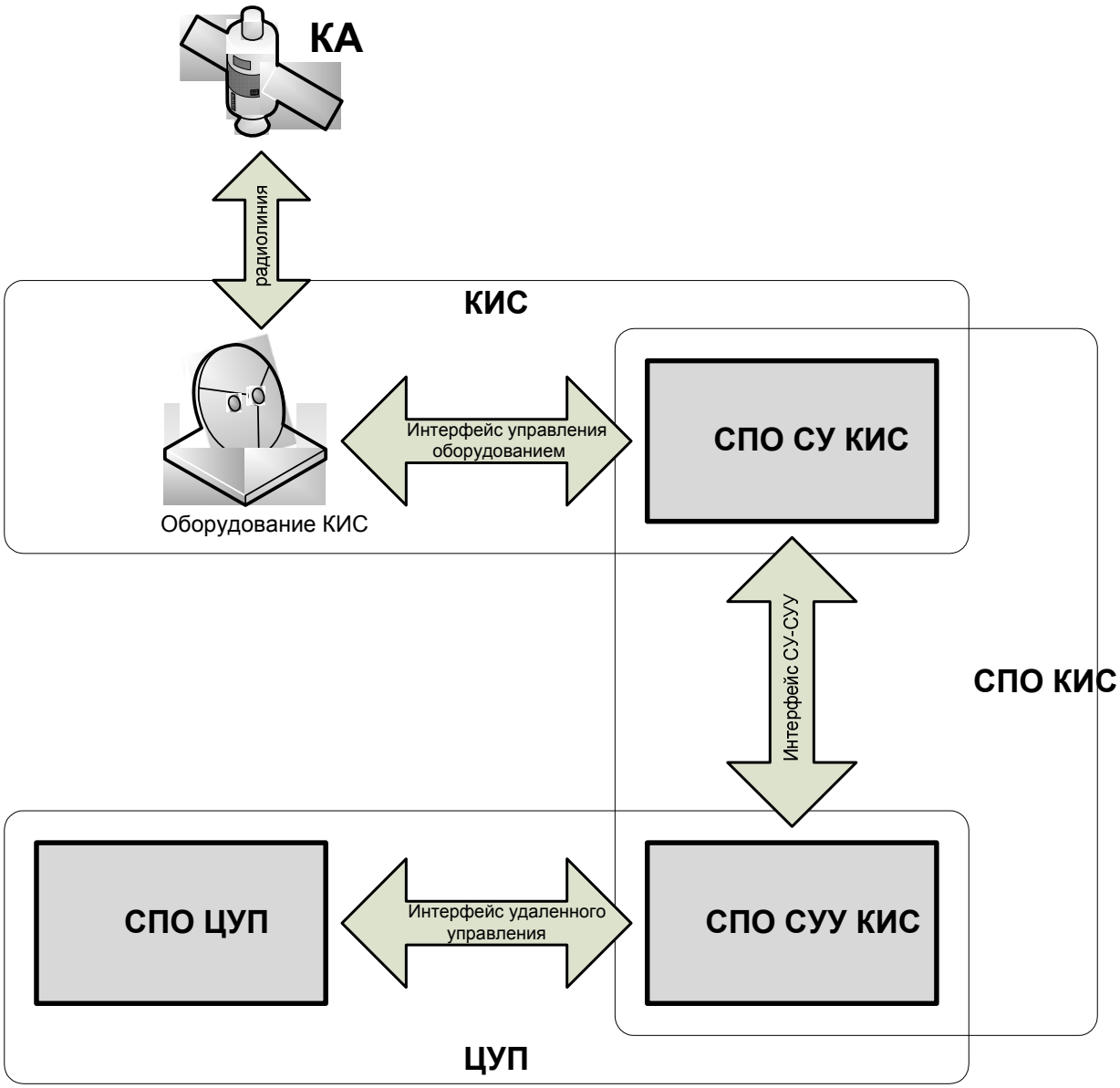


Рисунок 2.1 – Функциональная схема СПО НКИС

СПО Системы Управления НКИС:

СПО Системы Управления НКИС предназначено для автоматизированного или автоматического управления процедурами проведения сеансов связи с КА и процедурами диагностики и калибровки оборудования НКИС на пункте эксплуатации НКИС.

СПО СУ НКИС состоит из двух исполняемых модулей:

– Логический модуль СУ НКИС.

– Модуль локального интерфейса СУ НКИС

Логический модуль СУ НКИС:

Логический модуль СПО СУ НКИС - главный модуль системы. В состав логического модуля СУ НКИС входит непосредственно сам логический модуль СУ, так и подчиненные ему динамические библиотеки, организованные в подсистемы по назначению.

В состав логического модуля СУ НКИС входят следующие подсистемы:

– Подсистема управления оборудованием, обеспечивает управление оборудованием, а так же обработку ТМИ, РК, КПИ средствами данного оборудования.

– Подсистема управления БД – обеспечивает доступ к системе БД в части чтения, записи и удаления технологических данных и данных отчетов по проведенным сеансам связи с КА.

– Подсистема управления обменом данных с КА – обеспечивает прием информации по обратным каналам, выдачу информации в прямой канал радиолинии и проведение процедур ИТНП.

– Подсистема управления оборудованием – обеспечивает доступ к отдельным параметрам каждого блока приемо-передающего оборудования НКИС в части чтения и изменения текущих значений параметров данного оборудования.

Подсистема связи и обработки данных – обеспечивает поддержку канала управление СУ НКИС с модулем локального интерфейса СУ НКИС, средствами СУУ НКИС, а так же автоматический режим управления СУ НКИС.

Модуль локального интерфейса СУ НКИС:

Модуль локального интерфейса – исполняемый модуль графического представления данных НКИС на пункте эксплуатации НКИС.

Модуль локального интерфейса реализует интерфейс «человек –

машина» в части управления техническими и программными средствами НКИС на пункте эксплуатации НКИС.

В состав модуля локального интерфейса входит непосредственно сам модуль локального интерфейса, так и подчиненные ему динамические библиотеки, организованные в подсистему связи и обработки данных.

Подсистема связи и обработки данных обеспечивает поддержку канала управления между логическим модулем и подсистемами СПО СУ НКИС и модулем локального интерфейса и подсистемы СПО СУ НКИС.

2.2 Архитектура СПО НКИС третьего поколения.

Структурная схема СПО НКИС представлена на рисунке 2.2

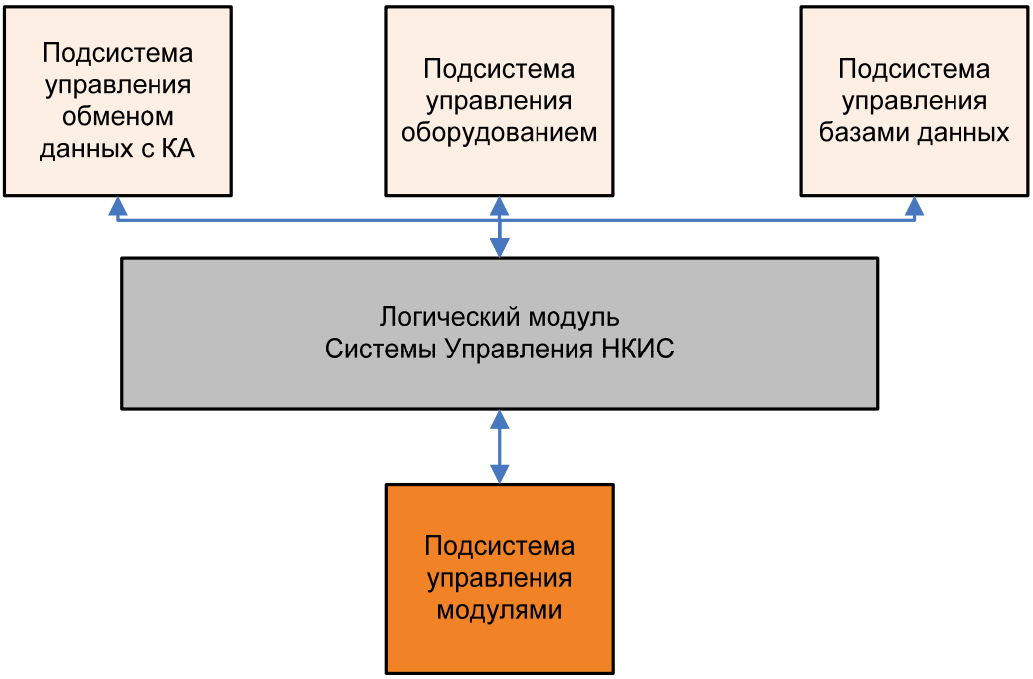


Рисунок 2.2 – Структурная схема СПО НКИС

Подсистема управления модулями это группа динамических библиотек, которая предоставляет два внешних интерфейса управления и один внутренний.

Внешние интерфейсы управления предназначены для организации следующих каналов управления:

– между логическим модулем СУ и модулем интерфейса оператора СУ (локальный интерфейс управления).

– между логическим модулем СУ и СУУ (удаленный интерфейс управления).

Управление приоритетностью локального или удаленного интерфейса управления осуществляется средствами модуля интерфейса оператора СУ.

Внутренний интерфейс управления предназначен для организации автоматической работы СУ НКИС по ранее заложенной программе из ЦУП.

Функциональная схема подсистемы управления модулями представлена на рисунке 2.3

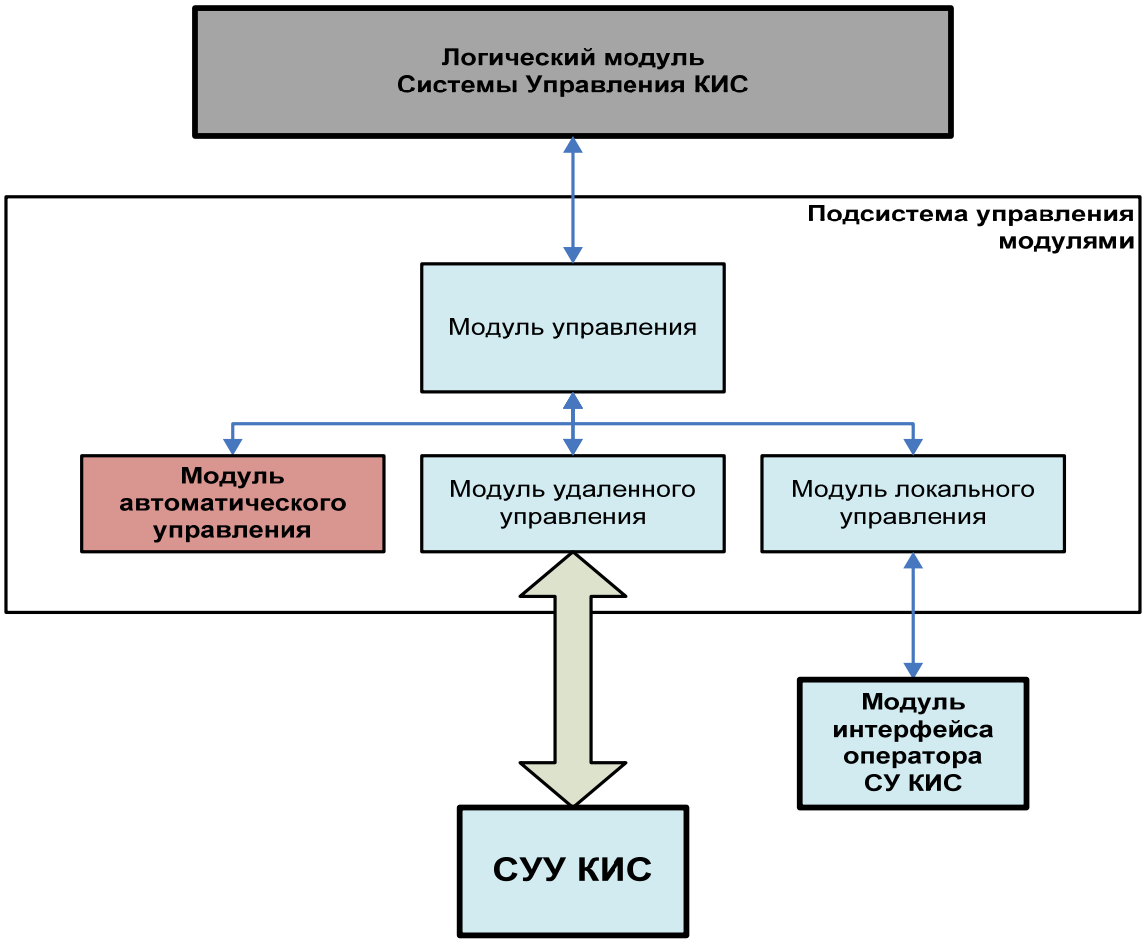


Рисунок 2.3 – Функциональная схема подсистемы управления модулями

Подсистема управления модулями состоит из следующих программных модулей:

– Модуль управления – главный модуль в подсистеме управления, обеспечивает централизованное управление подсистемой.

– Модуль локального управления – обеспечивает организацию канала управления и обмена данными с модулем интерфейса оператора СУ НКИС, средствами которого осуществляется ручное управление СУ НКИС на пункте эксплуатации НКИС.

– Модуль удаленного управления – обеспечивает организацию канала управления и обмена данными с Системой Удаленного Управления НКИС, средствами которой осуществляется ручное управление СУ НКИС в удаленном режиме из ЦУП.

– Модуль автоматического управления – обеспечивает автоматическую работу СУ НКИС по ранее заложенной программе из ЦУП.

Подсистема управления оборудованием это группа динамических библиотек, которая обеспечивает единый интерфейс для контроля и управления всем оборудованием приемо-передающего комплекса НКИС, входящим в состав НКИС.

Функциональная схема подсистемы управления оборудованием представлена на рисунке 2.4

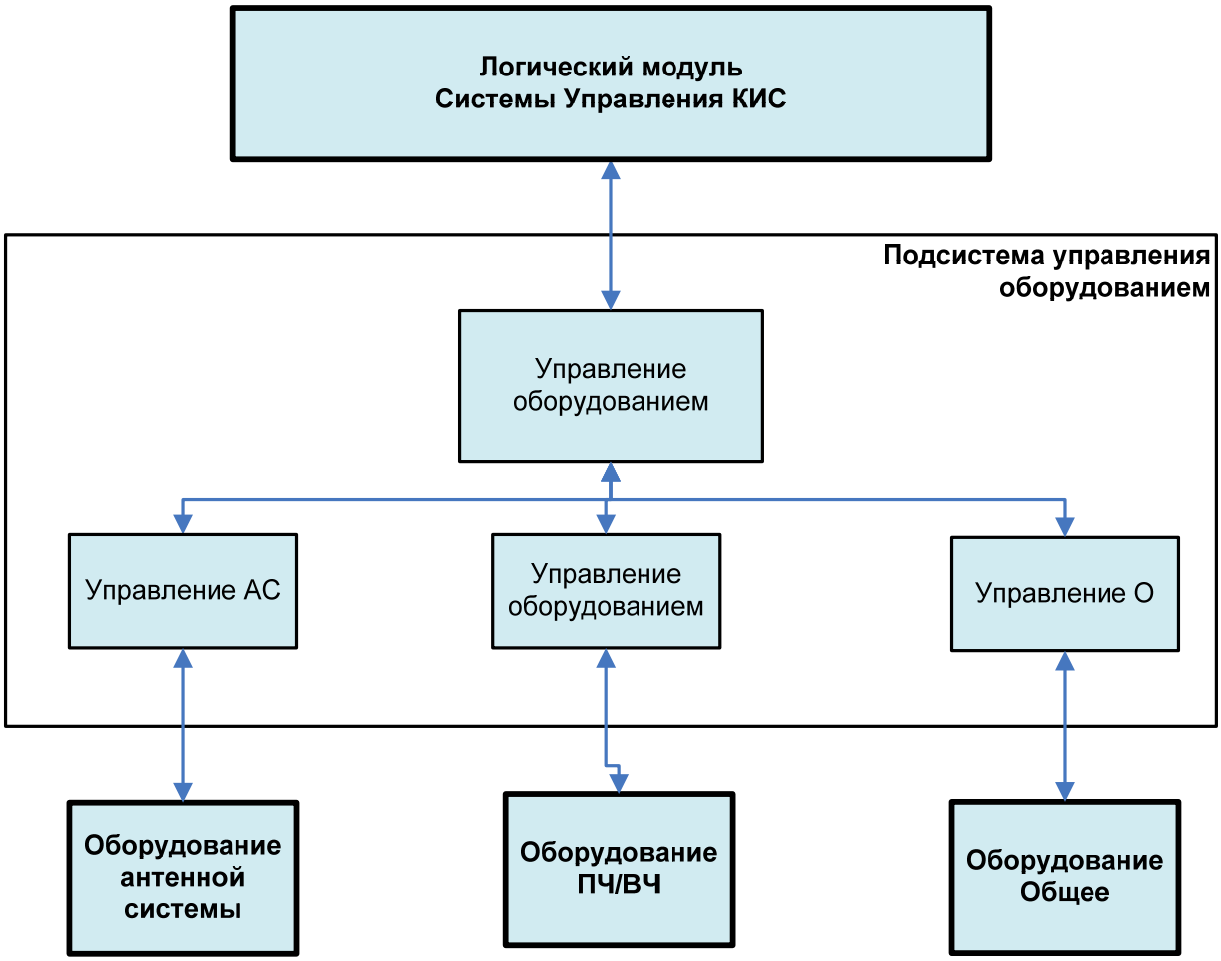


Рисунок 2.4 – Подсистема управления оборудованием

Подсистема управления оборудованием состоит из следующих программных модулей:

– Модуль управления оборудованием – главный модуль в подсистеме управления оборудованием, обеспечивает централизованное управление подсистемой.

– Модуль управления АС – обеспечивает контроль и управление оборудованием антенной системы НКИС.

– Модуль управления оборудованием – обеспечивает контроль и управление оборудованием ВЧ и ПЧ НКИС.

– Модуль управления О – обеспечивает контроль и управление общим оборудованием ППК НКИС, таким как источники бесперебойного питания всего оборудования НКИС, коммуникационное и вычислительное

оборудование, блоки модуляции, демодуляции и обработки полезного сигнала в части управления параметрами оборудования.

Подсистема управления обменом данных с КА это группа динамических библиотек, которая обеспечивает формирование данных прямого и обратного канала радиолинии по правилам протокола взаимодействия ЦУП – КА на транспортном уровне, а так же обеспечивает формирование результатов ИТНП и спектра принимаемого сигнала радиолинии.

Архитектура подсистемы управления обменом данных с КА представлена на рисунке 2.5

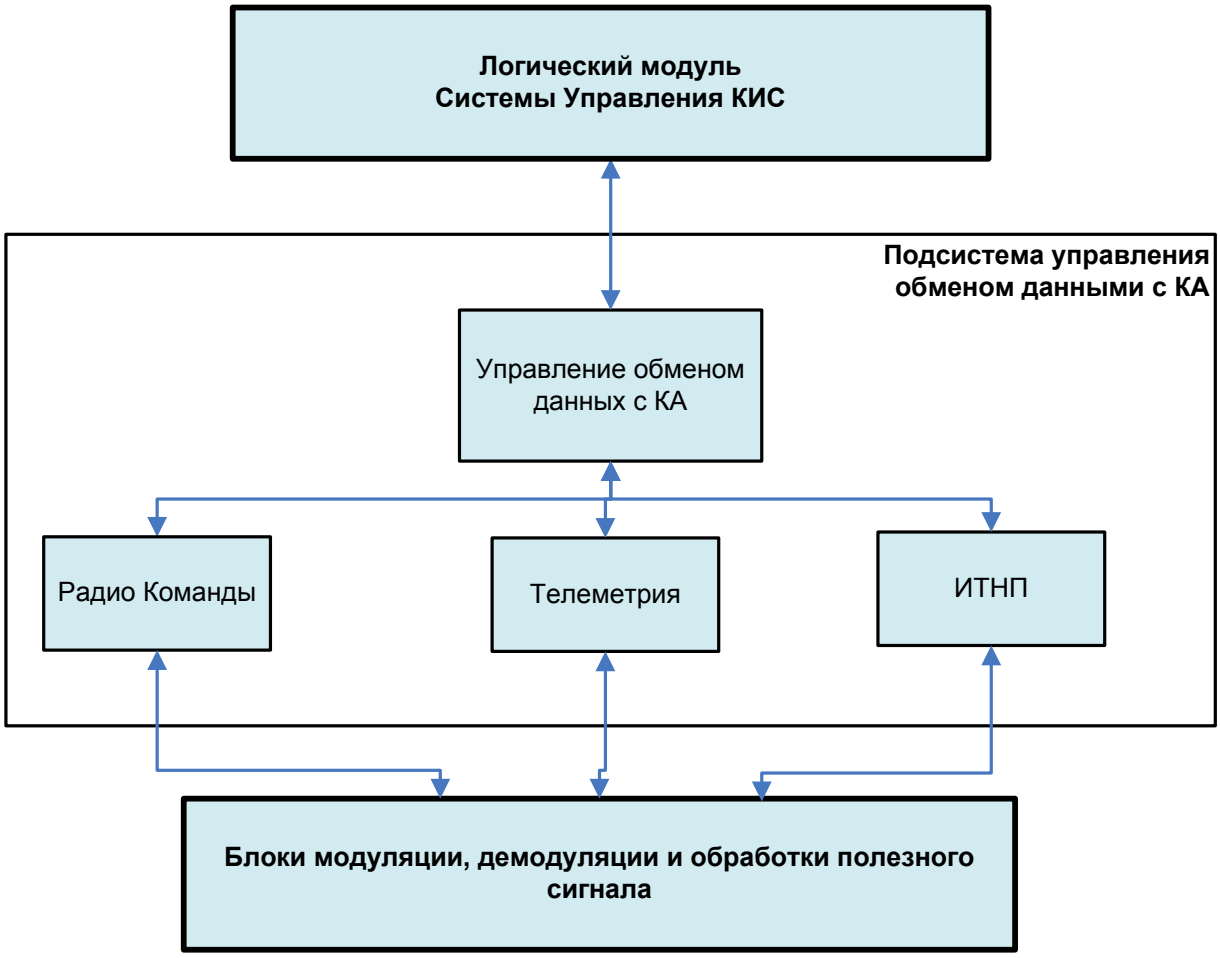


Рисунок 2.5 – Архитектура подсистемы управления обменом данных с КА.

Подсистема управления обменном данных с КА состоит из следующих программных модулей:

– Модуль управления обменом данных с КА – главный модуль в подсистеме управления обменом данных с КА, обеспечивает централизованное управление подсистемой.

– Модуль РК – обеспечивает формирование данных (РК, КПИ) для модуляции их в прямой канал радиолинии.

– Модуль ТМ – обеспечивает получение данных (ТМИ) из обратного канала радиолинии.

– Модуль ИТНП – обеспечивает получение спектра принимаемого сигнала, а так же получение и обработку результатов проведения процедур ИТНП.

Подсистема управления базой данных (БД) это группа динамических библиотек, которая обеспечивает доступ к БД (основной и резервной копиям БД) в части чтения данных из БД, записи данных в БД и удаления данных из БД.

Функциональная схема подсистемы управления базы данных представлена на рисунке 2.6

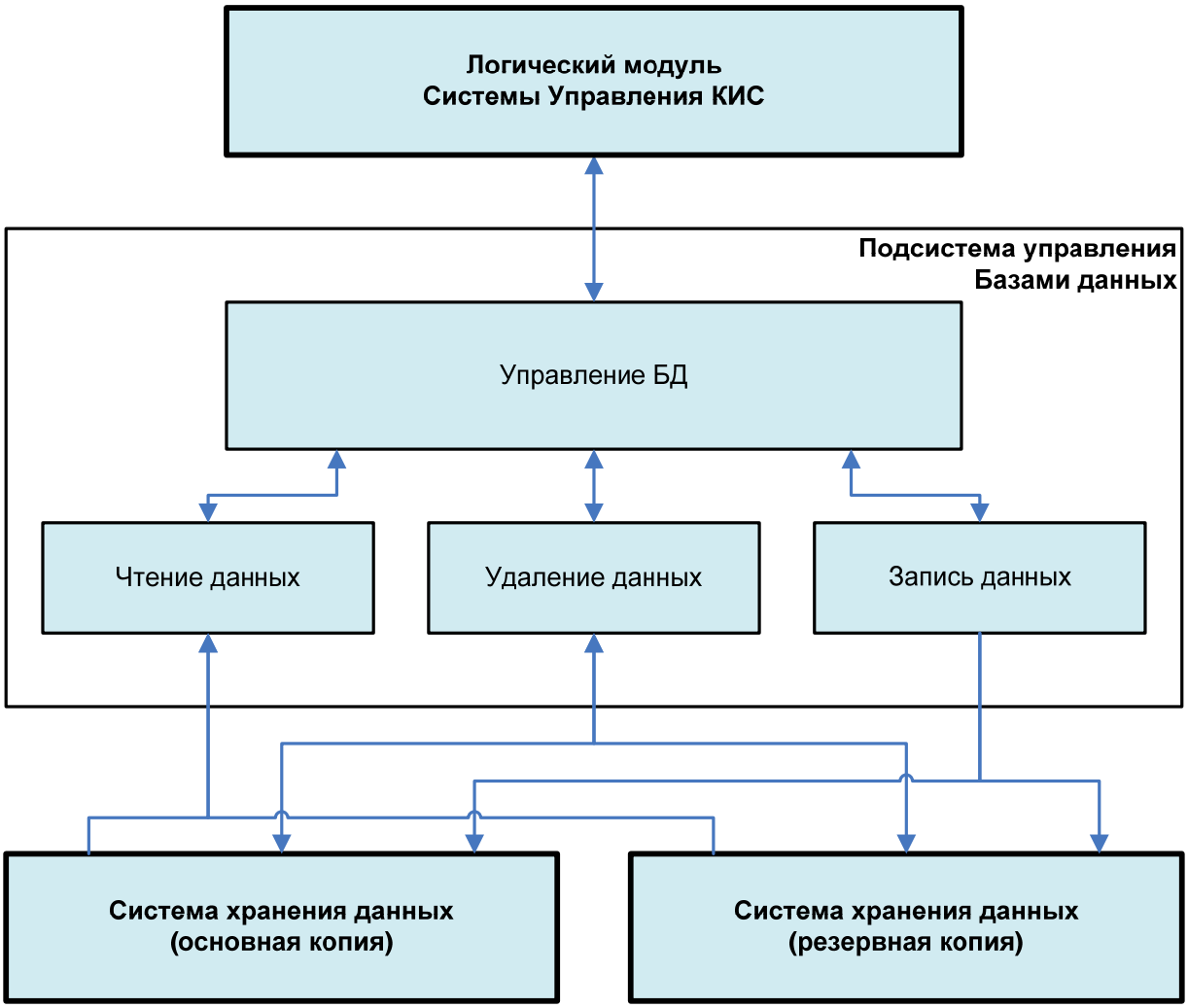


Рисунок 2.6 – Функциональная схема управления БД

Подсистема управления БД состоит из следующих программных модулей:

– Модуль управления БД – главный модуль в подсистеме управления БДД, обеспечивает централизованное управление подсистемой, поддерживает целостность и непротиворечивость данных в БД.

– Модуль чтения данных – обеспечивает поиск и чтение запрошенных данных из БД.

– Модуль удаления данных – обеспечивает поиск и удаление данных из БД.

– Модуль записи данных – обеспечивает запись новых данных в БД[5]

2.3 Режимы работы СПО НКИС третьего поколения.

Существует несколько режимов работы наземной КИС. При проектировании СПО НКИС третьего поколения вводится режим проведения сеанса связи с КА в автоматическом режиме, т.е. «Режим сеанс-автомат», который позволяет проводить сеанс связи с КА по заранее заложенной программе из ЦУП и переключаться в другие режимы по команде оператора.

Диаграмма режимов работы СПО НКИС третьего поколения приведена на рисунке 2.7

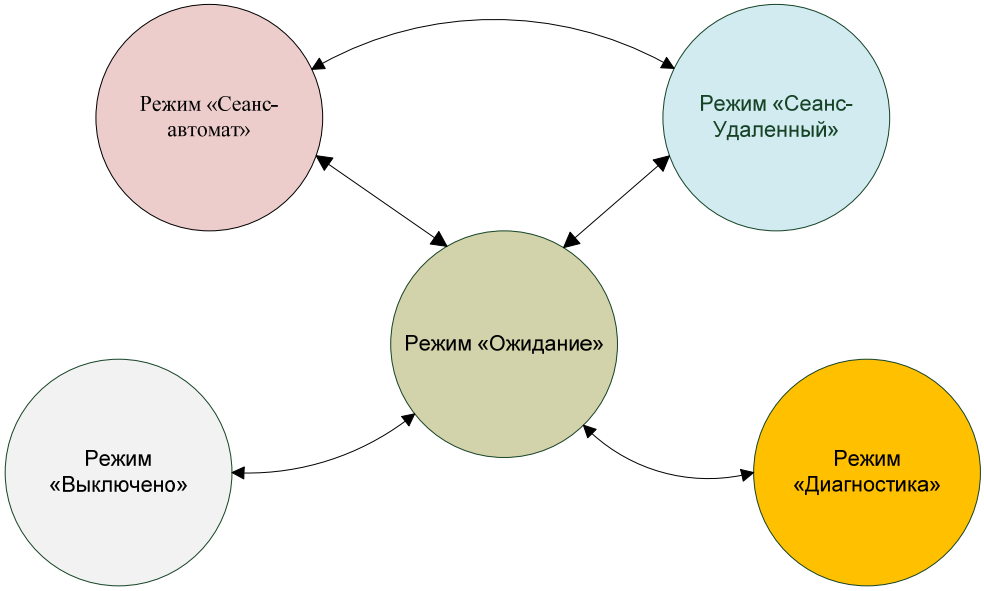


Рисунок 2.7 – Диаграмма режимов работы СПО НКИС

Режим «Выключено»:

Данный режим используется при длительном простое НКИС, при интервалах между сеансами связи с КА более 48 часов, а также для проведения регламентных работ по техническому обслуживанию НКИС

Переходы из других режимов в режим «Выключено»:

– Переход из режима «Ожидание» в режим «Выключено» осуществляется обслуживающим персоналом НКИС в ручном режиме.

– Производится выключение оборудования, визуальный контроль состояния оборудования, завершение работы СПО НКИС, визуальный контроль процесса завершения СПО управления НКИС, выключение рабочих станций, выключение оборудования ССПД.

Режим «Ожидание»:

Данный режим используется при интервалах между сеансами связи с КА длительностью до 48 часов. В данном режиме все оборудование НКИС включено (передатчик находится в режиме разогрева).

В режиме «Ожидание» существует два состояния (два подрежима) СПО НКИС:

– Подрежим «Автомат».
– Подрежим «Удаленный».

Каждый из подрежимов «Автомат» и «Удаленный» определяют свою логику функционирования СПО НКИС.[7]

Алгоритм функционирования СПО НКИС в режиме «Ожидание» приведен на рисунке 2.8

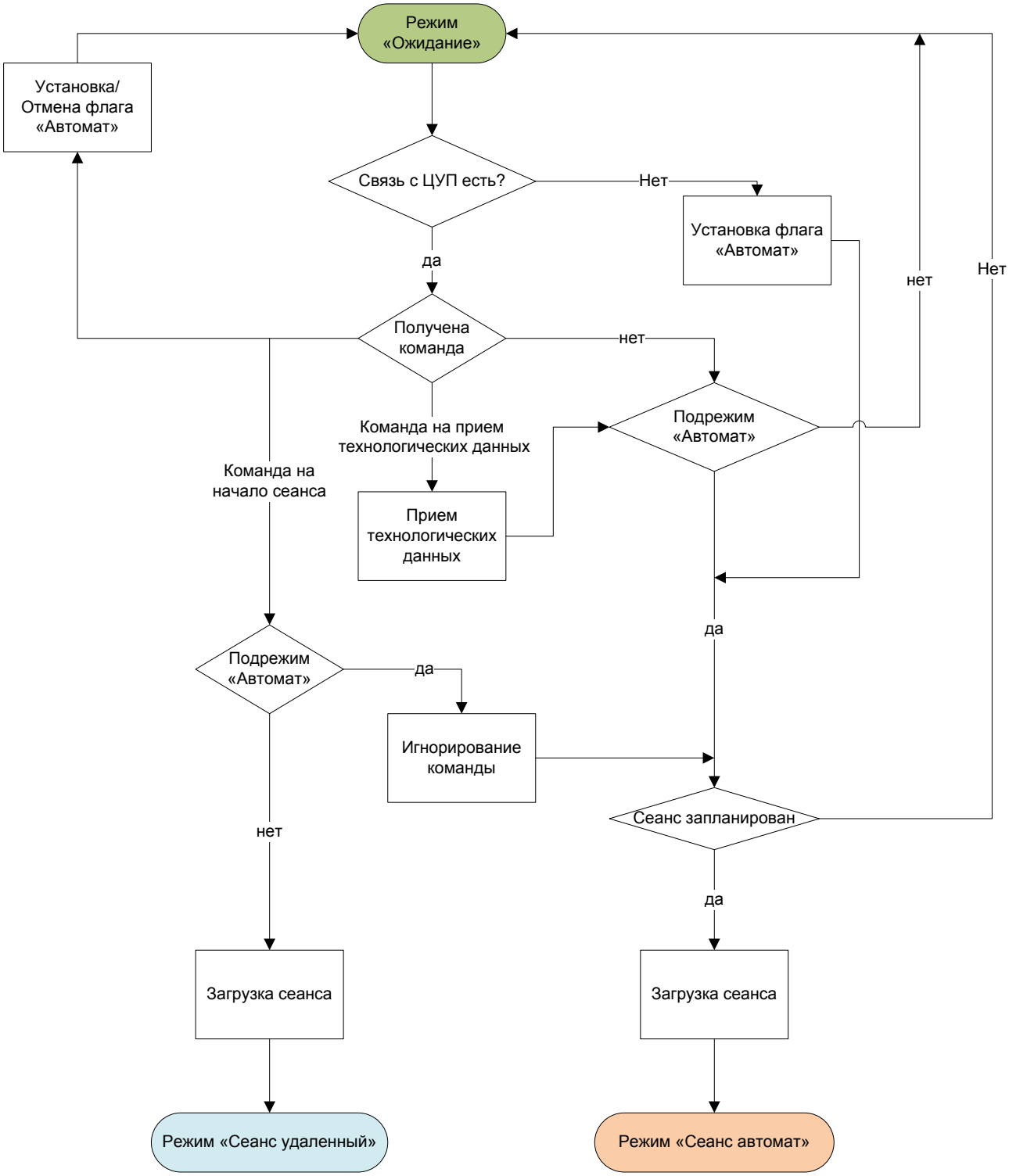


Рисунок 2.8 – Алгоритм функционирования СПО НКИС в режиме «Ожидание»

Текущий подрежим СПО НКИС определяется состоянием флага «автомат». Установленный флаг «автомат» соответствует подрежиму «Автомат». Снятый флаг «автомат» соответствует подрежиму «Удаленный».

Переключение между режимами «Автомат» и «Удаленный» осуществляется с помощью команды управления и заключается в установке либо снятии флага. В случае отсутствия связи с ЦУПом, СПО НКИС устанавливает флаг «автомат» (переходит в подрежим «Автомат») автоматически.

В подрежиме «Автомат» СПО НКИС запрашивает из БД информацию о наличие ближайшего сеанса связи с КА и если таковой есть, то выполняется переход в режим «Сеанс - автомат».

В подрежиме «Удаленный» СПО НКИС не контролирует наличия ближайшего сеанса связи с КА. Переход в режим «Сеанс - удаленный» осуществляется по команде из ЦУПа.

В направлении ЦУП – НКИС передается следующая информация:

– Технологические данные для проведения сеансов связи с КА.

– Запросы на выдачу ТМИ, результатов ИТНП, целевой информации, полученной в Х-диапазоне, и отчетов по ранее проведенным сеансам связи.

– Команды управления НКИС.

– В направлении НКИС – ЦУП передается следующая информация:

– Квитанции о получении технологических данных для проведения сеансов связи с КА.

– ТМИ, результаты ИТНП, целевая информация, полученная в Х-диапазоне, и отчеты по ранее проведенным сеансам связи с максимально возможной скоростью.

– Квитанции на команды управления НКИС.

Только в режиме «Ожидание» возможна передача таких видов информации как: ТМИ, результаты ИТНП, целевая информация, полученная в Х-диапазоне, и отчеты по ранее проведенным сеансам связи (по запросу из ЦУПа).

Переходы из других режимов в режим «Ожидание»:

– Переход из режима «Выключено» в режим «Ожидание» осуществляется обслуживающим персоналом НКИС в ручном режиме. Производится включение оборудования, визуальный контроль состояния оборудования, включение рабочих станций, загрузка СПО НКИС, визуальный контроль процесса загрузки СПО НКИС, включение оборудования ССПД.

– Переход из режима «Сеанс - автомат» в режим «Ожидание» осуществляется автоматически (по окончании сеанса связи с КА) под контролем СПО НКИС.

– Переход из режима «Сеанс - удаленный» в режим «Ожидание» осуществляется по команде из ЦУПа и под контролем СПО НКИС.

– Переход из режима «Диагностика» в режим «Ожидание» осуществляется по команде из ЦУПа и под контролем СПО НКИС. Если в режиме «Диагностика» возникает обрыв связи с ЦУПом, то СПО НКИС автоматически завершает режим «Диагностика» и переходит в режим «Ожидание».

Необходимым условием корректной работы СПО НКИС является полная и корректная технологическая информация для проведения сеанса связи с КА. Технологическая информация для проведения сеанса связи с КА (любом режиме) должна включать:

– Время начала сеанса связи с КА. Для успешного проведения процедуры начала сеанса связи с КА – время начала сеанса следует планировать не менее чем за 4 мин до начала зоны радиовидимости. Это обуславливается тем, что необходимо произвести перенацеливание АС на первую точку ЦУ и загрузить базовые настройки для оборудования НКИС.

– Данные для подсистемы наведения АС.

– План сеанса связи с КА, состоящий из списка инструкций и времени выполнения каждой инструкции.

– Время конца сеанса.

Режим «Сеанс-удаленный»:

Данный режим используется для автоматизированного проведения сеанса связи с КА. Все процедуры: старт сеанса, получение ТМИ, съём целевой информации, проведение ИТНП, выдача РК и массивов КПИ, оперативные изменения значений параметров оборудования НКИС, а так же завершение сеанса связи с КА осуществляются по командам из ЦУП.

Алгоритм функционирования СПО НКИС в режиме «Сеанс-удалённый» приведена на рисунке 2.9

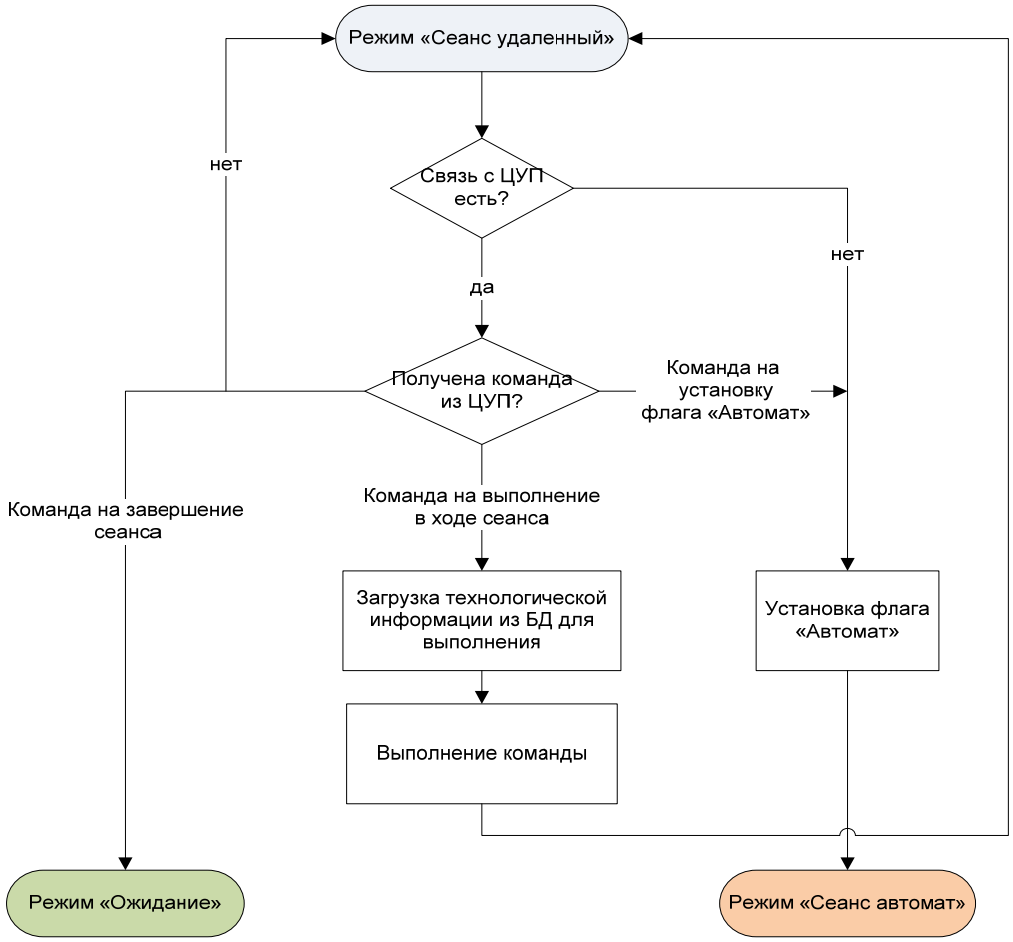


Рисунок 2.9 – Алгоритм функционирования СПО НКИС в режиме «Сеанс-удалённый»

В направлении ЦУП – НКИС передается следующая информация:

– Команды управления НКИС

– В направлении НКИС – ЦУП передается следующая информация:

– ТМИ, результаты ИТНП, квитанции о прохождении РК и массивов КПИ на КА в реальном режиме времени.

– Квитанции на команды управления НКИС.

ЦУП вправе прервать выполнение сеанса в режиме «удаленный» и перевести выполнение сеанса в режим «автомат» на любом этапе выполнения сеанса. СПО НКИС продолжит выполнение сеанса связи с КА согласно плана, полученного в режиме «Ожидание».

Переходы из других режимов в режим «Сеанс - удаленный»:

– Переход из режима «Ожидание» в режим «Сеанс - удаленный» осуществляется по команде управления из ЦУП и под контролем СПО НКИС.

– Переход из режима «Сеанс - автомат» в режим «Сеанс - удаленный» осуществляется по команде управления из ЦУП и под контролем СПО НКИС

Режим «Диагностика»:

Данный режим используется для решения следующих задач:

– проведение калибровочных процедур моноимпульсной системы наведения антенны;

– проведение калибровочных процедур измерения дальности;

– проверка ВЧ/ПЧ трактов;

– проверка прохождения АС по заданным ЦУ.

– Следующие задачи могут решаться одновременно:

– проведение калибровочных процедур измерения дальности;

В режиме «Диагностика» в направлении ЦУП – НКИС передается следующая информация:

– Команды управления НКИС.

– В направлении НКИС – ЦУП передается следующая информация:

– Квитанции на команды управления НКИС.

– Отчет о состоянии НКИС.

ЦУП вправе прервать выполнение режима «Диагностика» и перевести НКИС в режим «Ожидание» на любом этапе выполнения диагностических процедур.

Переходы из других режимов в режим «Диагностика»:

Переход из режима «Ожидания» в режим «Диагностика» осуществляется по команде управления из ЦУП и под контролем СПО НКИС.

Режим «Сеанс-автомат»:

Данный режим используется для автоматического проведения сеанса связи с КА. Все процедуры: старт сеанса, получение ТМИ, съём целевой информации, проведение ИТНП, выдача РК и массивов КПИ, оперативные изменения значений параметров НКИС и ее режимов работы, а так же завершение сеанса осуществляются согласно плана сеанса связи с КА (полученного в режиме «Ожидание»).[6]

Алгоритм функционирования СПО НКИС в режиме «Сеанс-автомат» приведена на рисунке 2.10

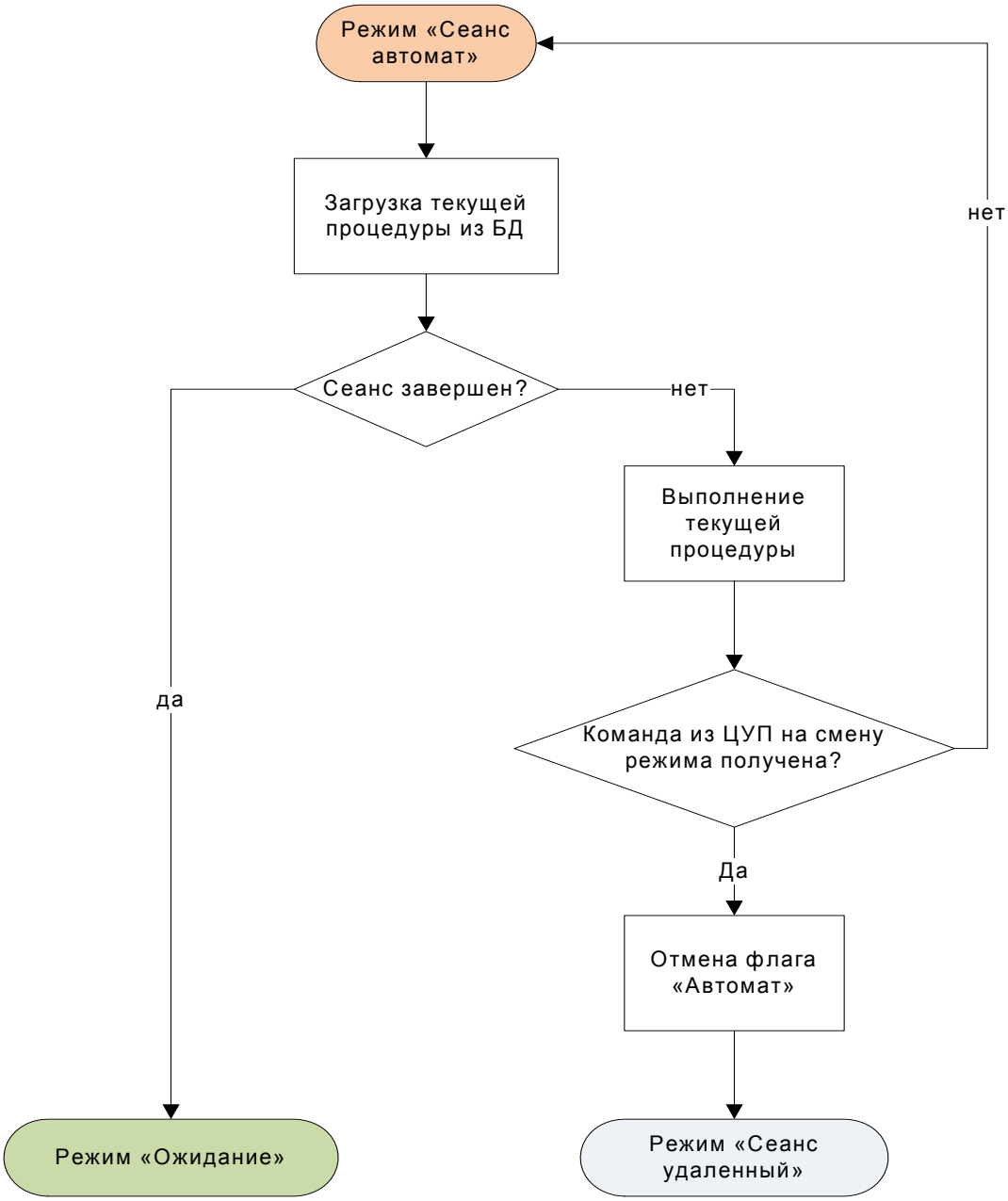


Рисунок 2.10 – Алгоритм функционирования СПО НКИС в режиме «Сеанс-автомат»

В направлении ЦУП – НКИС передается следующая информация:

– Команды управления НКИС на смену режима проведения сеанса связи с КА.

– В направлении НКИС – ЦУП передается следующая информация:

– ТМИ, результаты ИТНП, квитанции о прохождении РК и массивов КПИ на КА в реальном режиме времени.

– Квитанции на команды управления НКИС, заложенные в план сеанса связи.

ЦУП вправе прервать выполнение сеанса в режиме «Автомат» и перевести выполнение сеанса в режим «Удаленный» на любом этапе выполнения плана сеанса.

Если, при получении команды на смену режима проведения сеанса с «Автомат» на «Удаленный» СПО НКИС находилось в процессе выполнения текущей процедуры, то переход режима с «Автомат» на «Удаленный» будет произведен по окончании выполнения текущей процедуры.

Переходы из других режимов в режим «Сеанс - автомат»:

– Переход из режима «Ожидания» в режим «Сеанс - автомат» осуществляется автоматически под контролем СПО НКИС.

– Переход из режима «Сеанс - удаленный» в режим «Сеанс - автомат» осуществляется по команде управления из ЦУП под контролем СПО НКИС.[6]

2.4 Проектирование логики автоматического сеанса связи

Для того чтобы описать логику автоматического сеанса связи с КА, необходимо ввести некоторые понятия и обозначения.

Под командой управления (КУ) будем понимать:

– Воздействие на аппаратуру НКИС, направленное на изменение параметров оборудования НКИС либо режима работы АСУ НКИС.

– Выдача информации в прямой канал радиолинии, причем фрейм может содержать как РК так и часть массива КПИ, фиксированного размера, ограниченного транспортным уровнем протокола радиолинии.

– Старт / стоп процедуры приема ТМИ

– Старт / стоп процедуры ИТНП

Выполнение любой команды управления завершается определенным результатом. Результатами выполнения команд управления можно считать:

– Положительный результат (+), КУ выполнена, получена положительная квитанция.

– Отрицательный результат (-), КУ выполнена, получена отрицательная квитанция.

– Нулевой результат (0), КУ была пропущена в ходе выполнения сеанса.

Таким образом, сеанс связи с КА можно рассматривать как запланированную, последовательно выполняемую последовательность КУ, где каждая выполненная КУ имеет результат.

Первый аспект, который надо учитывать при проведении сеанса связи с КА, это возможная зависимость команд управления друг от друга. То есть, в зависимости от результата выполнения текущей КУ, набор последующих КУ может отличаться. Таким образом, программа автоматического выполнения сеанса связи с КА должна поддерживать алгоритм ветвления. Диаграмма представлена на рисунке 2.11

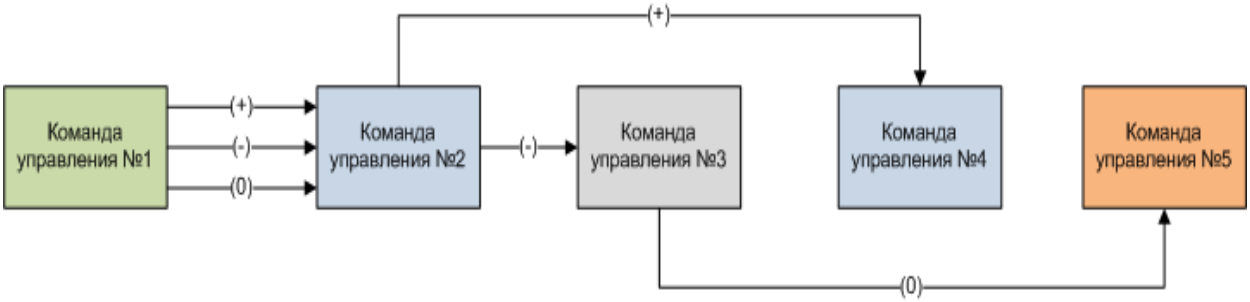


Рисунок 2.11 – Диаграмма зависимости КУ от результата предыдущей КУ

Согласно данной схемы, план сеанса состоит из пяти КУ:

– первая КУ выполняется всегда, так как она первая в программе сеанса и не зависит от других.

– вторая КУ выполняется не зависимо от результата первой

– третья КУ выполняется только в случае отрицательного результата второй

– четвертая КУ выполняется только в случае положительного результата второй

– пятая КУ выполняется только в случае, если третья была пропущена в ходе сеанса связи.

Второй аспект, который надо учитывать при проведении сеанса связи с КА – это организация повтора одной и той же КУ в случае получения отрицательной квитанции.

В рамках сеанса связи с КА необходимо выдавать на КА РК и в случае отрицательной квитанции организовывать до трех повторов выдачи этой же РК либо до получения положительной квитанции, либо по окончанию максимального количества повторов. Диаграмма организации повторов представлен на рисунке 2.12

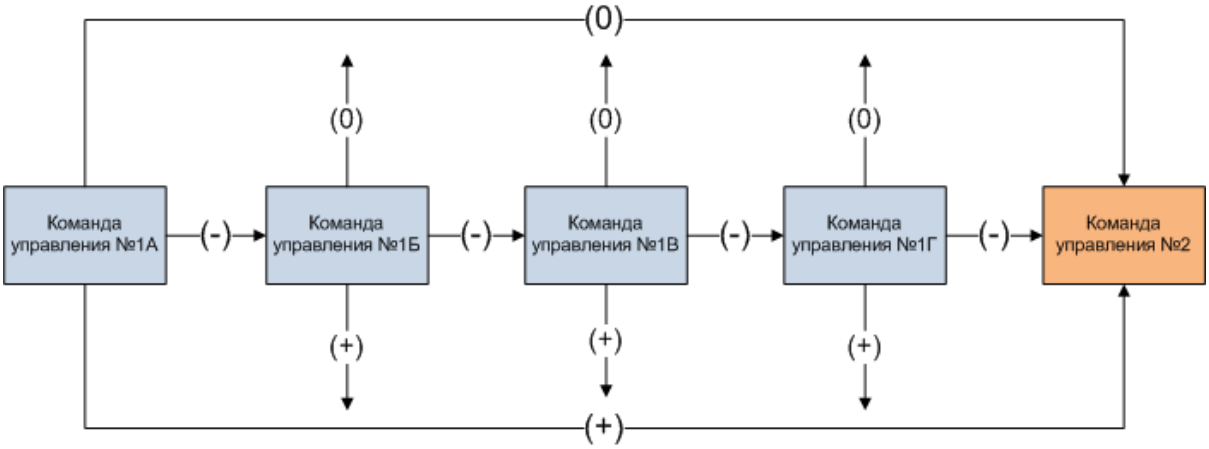


Рисунок 2.12 – Диаграмма организация повтора одной и той же КУ в случае получения отрицательной квитанции.

КУ 1А, 1Б, 1В и 1Г – содержат в себе одну и туже РК. В случае отрицательного результата выполнения КУ 1А будет организован повтор (КУ 1Б).В случае отрицательного выполнения КУ 1Б будет организован повтор (КУ 1В) и т.д.

На данной схеме показан частный случай организации выполнения одной КУ 1А до трех повторов (1Б, 1В, 1Г).

– Если КУ 1А была выполнена успешно, то КУ 1Б, 1В, 1Г помечаются как пропущенные и осуществляется переход к КУ 2.

– Если КУ 1А была выполнена с отрицательным результатом, а повтор 1Б с положительным, то:

1А – помечается отрицательным результатом

1Б – помечается положительным результатом

1В и 1Г – помечаются как пропущенные.

Третий аспект, который надо учитывать при проведении сеанса связи с КА – это время выполнения КУ, которую можно выполнить:

– В темпе – как только выполнилась предыдущая КУ;

– По времени – в строго указанное время.

Диаграмма организации выполнения КУ в темпе и по времени показан на рисунке 2.13

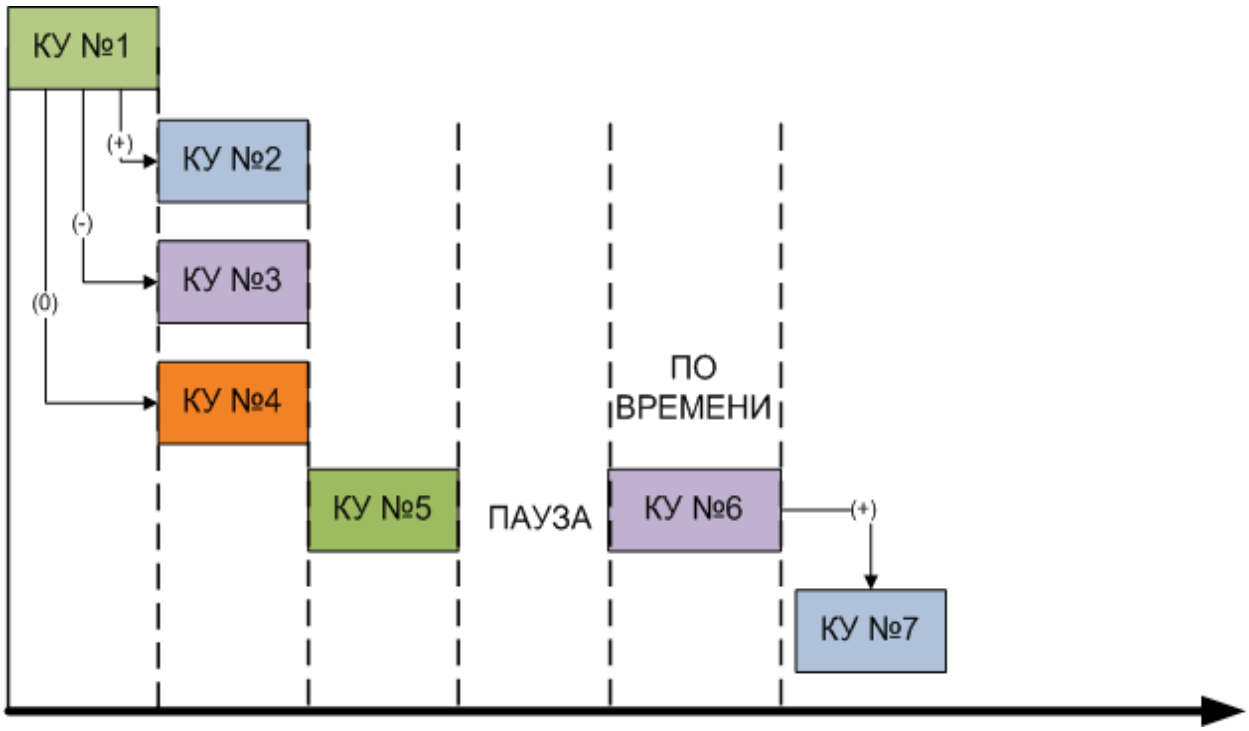


Рисунок 2.13 – Диаграмма организации выполнения КУ в темпе и по времени.

В рамках такого сеанса связи необходимо выполнить пять КУ, из которых КУ №6 выполняется строго по времени, остальные выполняются в темпе.

КУ №1 управления выполняется всегда, команды №2, №3, №4 выполняются в зависимости от результата КУ №1, команда №5 выполняется не зависимо от результата предыдущих команд. Команда № 6 выполняется в строго отведенное ей время, команда №7 выполняется в темпе после получения квитанции с положительным результатом КУ №6.

Применение совокупности описанных алгоритмов обеспечивает необходимую гибкость при планировании сеансов связи практически с любым с КА.

2.5 Программа сеанса связи с КА в автоматическом режиме.

Программа сеанса - отдельный вид технологической информации, содержит в себе список структур команд управления, которые необходимо выполнить в рамках сеанса связи с КА. Программа сеанса реализует алгоритмы ветвления, повтора и времени выдачи команд управления.

Структура команды управления – один элемент программы сеанса, содержит в себе код и параметры одной команды управления и условия ее выполнения.

Программный модуль автоматического проведения сеанса связи – программный модуль, выполненный в виде отдельного приложения, класса или динамической библиотеки, способный читать программу сеанса и выполнять отдельные КУ с учетом алгоритмов ветвления, повторов и времени выполнения КУ.

Пример структуры команды управления представлен на рисунке 2.14

№	Время	Команда управления		Условия выполнения	
		Код команды управления	Параметры команды управления	Номер зависимой команды управления	Результат зависимой команды управления

Рисунок 2.14 – Структура команды управления

Структура команды управления:

– Номер КУ - уникальный номер, который присваивается команде управления в рамках сеанса связи (используются положительные целые числа);

– Время – количество секунд от начала сеанса связи с КА. Если указан ноль, то КУ выполняется в темпе, если указано положительное целое

число, то текущая КУ выполняется через указанное количество секунд относительно начала сеанса связи с КА;

– Код КУ – число, однозначно определяющее, какое действие необходимо произвести в рамках сеанса связи с КА;

– Параметры КУ – дополнительные данные, необходимые для выполнения текущей КУ;

– Номер зависимой КУ – это уникальный номер предыдущей КУ от результата выполнения которой, зависит выполнение текущей КУ, если указан ноль, то текущая КУ не зависит от результатов выполнения предыдущих КУ;

– Результат зависимой КУ – набор логических значений (+, -, 0), который в совокупности с предыдущим параметром является условием выполнения текущей КУ.

Программа сеанса связи будет состоять из нескольких структур КУ.

Пример программы сеанса связи представлен на рисунке 2.15

1	0	Прием ТМИ	0	---
2	0	Выдать РК 1	0	---
3	0	Выдать РК 1	2	-
4	0	Выдать РК 1	3	-
5	0	Выдать РК 1	4	-
6	0	Выдать РК 2	5	+,0
7	0	Включить режим ИТНП	0	---
8	ВРЕМЯ	Выключить режим ИТНП	7	+
9	ВРЕМЯ	Выключить прием ТМИ	1	+

Рисунок 2.15 – Программа сеанса связи

Данный пример описывает программу сеанса связи с КА, в рамках которой следует выполнить следующие действия:

- принять ТМИ на всей запланированной зоне радиовидимости
- выдать на КА две РК
- провести ИТНП

В рамках представленного сеанса связи должен вестись непрерывный прием телеметрии. Поэтому, с момента вхождения КА в расчетную зону

радиовидимости, выполняется КУ №1 – включение приема ТМИ. Затем следует блок повторов выдачи РК 1, который включает в себя КУ под номерами 2,3,4,5. В случае получения отрицательной квитанции выполнения КУ № 2, будет организовано ее повторение до трех раз. Выдача второй РК происходит только в том случае, если была получена квитанция с положительным результатом на выдачу первой РК. Не зависимо от результата выполнения КУ № 6, включается режим ИТНП – КУ № 7. Режим ИТНП и прием ТМИ должны быть отключены.. Выключение режима ИТНП происходит после выполнения КУ № 8, которая, согласно плана сеанса связи, выполняется в установленное время, а так же в случае успешного выполнения КУ № 7. Для выключения приема ТМИ выполняется КУ № 9, происходит это в конце расчетной зоны радиовидимости, в заданное время.

В ходе сеанса связи с КА возможны следующие сценарии:

– Операторы ЦУП перед сеансом связи закладывают технологические данные необходимые для проведения сеанса связи с КА. Далее сеанс связи с КА полностью проходит в автоматическом режиме. Вся полученная телеметрическая информация и данные ИТНП поступают в ЦУП непосредственно в ходе сеанса.

– Может возникнуть ситуация, когда план сеанса составлен так, что часть команд выдается оператором ЦУП в режиме реального времени, а часть команд выдается в автоматическом режиме. В таком случае модуль автоматического проведения сеансов связи с КА начинает свою работу параллельно с работой оператора ЦУП, отслеживая выдачу РК и получение квитанций их прохождении. После проведения оператором ЦУП всех запланированных операций, сеанс будет продолжен в автоматическом режиме.

– В ходе автоматического проведения сеанса, может возникнуть необходимость выдать на КА не запланированные ранее РК. В таком случае, оператор ЦУП, по средствам удаленного доступа, имеет возможность

вмешаться в ход сеанса связи. Не смотря на это, модуль автоматического проведения сеансов связи с КА не отключается, а продолжает отслеживать и фиксировать прохождение РК.

– В ходе проведения сеанса связи с КА в режиме реального времени, существует вероятность потери связи между ЦУП и НКИС. В этом случае модуль автоматического проведения сеансов связи с КА автоматически подхватит управление НКИС. Благодаря этому сеанс связи будет продолжен, а полученная телеметрия будет сохранена и передана в ЦУП после восстановления связи.

Для каждого из предложенных сценариев, необходимо строгое соблюдение всех логических операций в ходе сеанса связи. В противном случае сеанс связи может оказаться под угрозой срыва.

2.6 Алгоритм проведения сеанса связи с КА в автоматическом режиме.

Алгоритм позволит обеспечивать необходимую гибкость при проведении сеанса связи с КА. Алгоритм проведения сеанса связи с КА в автоматическом режиме с учетом всех алгоритмов ветвления, повтора КУ и зависимости от времени, выполнения КУ, представлен на рисунке 2.16

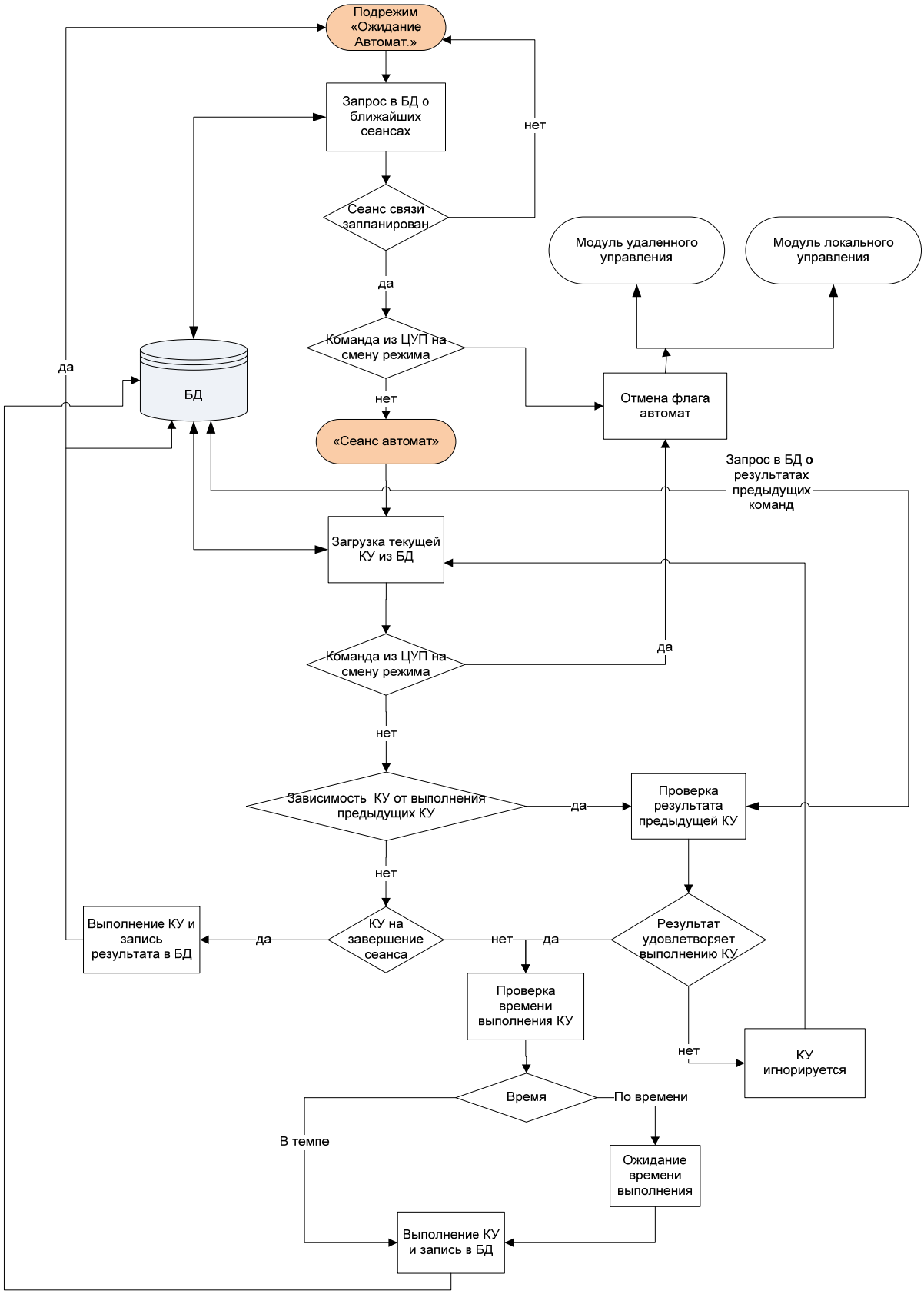


Рисунок 2.16 – Алгоритм проведения сеанса связи с КА в автоматическом режиме.

При проведения сеанса связи в подрежиме «Автомат», СПО НКИС запрашивает из БД информацию о наличие ближайшего сеанса связи с КА и если таковой есть то выполняется проверка условия была ли команда на смену режима от модулей удаленного и локального управления. Если была команда на смену режима то выполняется отмена флага автомат и управление сеансом переходит в руки оператора ЦУП или КИС.

В режиме «Сеанс - автомат» из базы данных загружается текущая команда управления:

а) если команда из ЦУП на смену режима, устанавливается отмена флага автомат и переход в режим «Сеанс - удаленный», иначе выполняется проверка зависимости выполнения КУ от предыдущих КУ.

б) проверка зависимости:

1) при проверки зависимости выполнения КУ от предыдущих КУ делается запрос в БД о выполнении предыдущих КУ если результат удовлетворяет выполнению текущей КУ то проводится проверка времени выполнения.
2) при проверки зависимости выполнения КУ от предыдущих КУ делается запрос в БД о выполнении предыдущих КУ если результат не удовлетворяет выполнению текущей КУ, команда управления игнорируется и загружается следующая в плане КУ.

в) если команда на завершение сеанса связи, то она выполняется, результат записывается в БД и осуществляется переход в подрежим «Ожидание - автомат».

г) проверка времени выполнения КУ: если время выполнения КУ в темпе, то она срезу выполняется, иначе если время выполнения КУ по времени, то ожидается начало выполнения КУ и она выполняется.

д) после выполнения КУ, результат записывается в БД и загружается очередная КУ.

2.7 Выводы к разделу

В данном разделе был разработан алгоритм проведения сеанса связи с КА в автоматическом режиме, для этого были рассмотрены архитектура и функциональная структура СПО НКИС третьего поколения, описаны режимы работы СПО НКИС третьего поколения, а также составлена логика автоматического сеанса связи и описана программа сеанса связи с КА.

Для разработки автоматического сеанса связи с КА были выделены основные аспекты, которые нужно учитывать при проведении сеанса связи. А так же были рассмотрены все возможные сценарии проведения сеанса связи.

Далее на основе алгоритма автоматического проведения сеанса связи будет разработан и описан имитатор модуля СПО НКИС, для проведения сеанса связи с КА в автоматическом режиме, который будет учитывать основные аспекты проведения сеансов связи.

3 Разработка имитатора модуля СПО НКИС, для проведения сеанса связи с КА в автоматическом режиме.

3.1 Выбор средств разработки

На ОАО «ИСС» не ограниченое множество средств и методов разработки для инженера-программиста. Для создания имитатора был выбран Borland Builder C++ версия 6.0 .

C++Builder один из самых популярных на сегодняшний день инструментов для создания информационных систем, благодаря сочетанию удобства разработки пользовательских интерфейсов, компонентной архитектуры и однотипности доступа к разнообразным базам данных.[11]

3.2 Работа имитатора ЦУП

Для имитирования формирования плана сеанса было разработано приложение «имитатор ЦУП» Его задачей является составление плана проведение сеанса связи с КА.

Главное окно имитатора представлено на рисунке 3.1

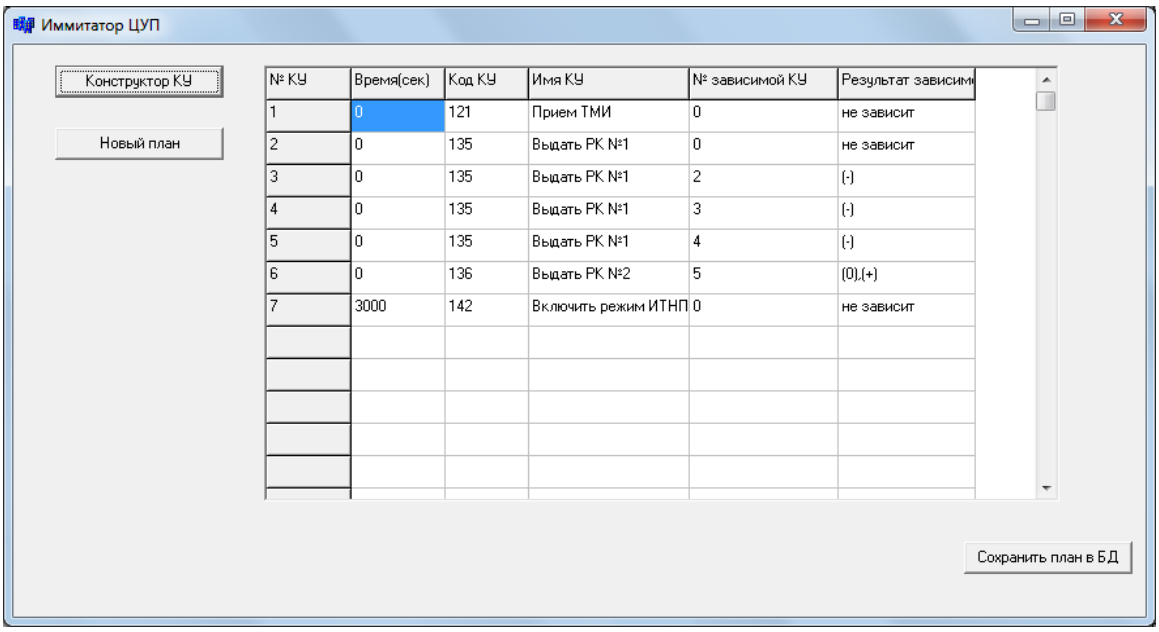


Рисунок 3.1 – Главное окно имитатора ЦУП

С помощью конструктора КУ создаются КУ и описываются зависимости выполнения между КУ и время их включения относительно начала сеанса.

Конструктор команд управления представлен на рисунке 3.2

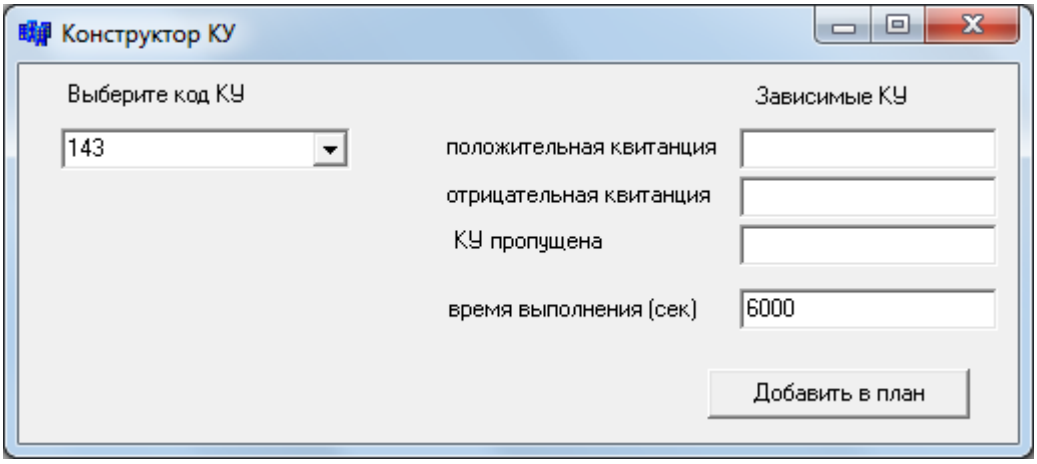
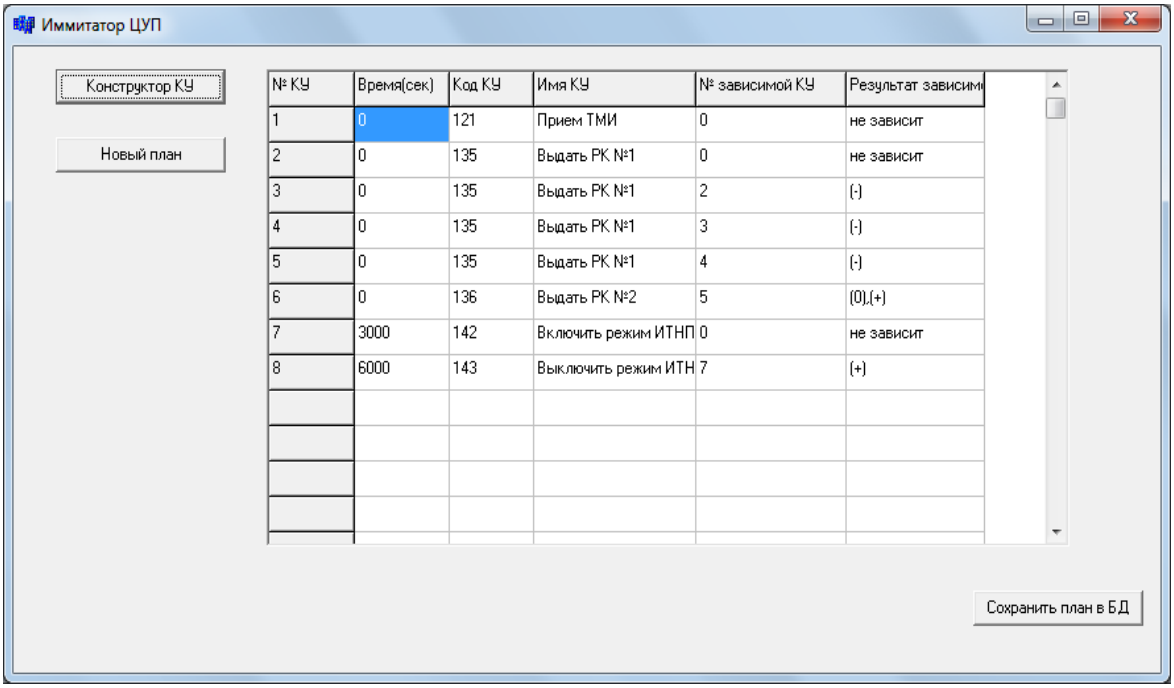


Рисунок 3.2 – Окно конструктора команд управления имитатора ЦУП

Таким образом оператор ЦУПа формируется полный план сеанса связи, который оператор может видеть в на главном окне имитатора.

Главное окно имитатора, после добавления новой КУ представлено на рисунке 3.3



№ КУ	Время(сек)	Код КУ	Имя КУ	№ зависимой КУ	Результат зависим
1	0	121	Прием ТМИ	0	не зависит
2	0	135	Выдать РК №1	0	не зависит
3	0	135	Выдать РК №1	2	(-)
4	0	135	Выдать РК №1	3	(-)
5	0	135	Выдать РК №1	4	(-)
6	0	136	Выдать РК №2	5	(0),(+)
7	3000	142	Включить режим ИТНП	0	не зависит
8	6000	143	Выключить режим ИТН	7	(+)

Рисунок 3.3 – Главное окно имитатора ЦУП

Для хранения сформированного плана оператор на ЦУП сохраняет его в базу данных MS Access в таблицу «План сеанса» с добавлением системной даты, при нажатии на кнопку «Сохранить в БД» на главном окне имитатора

Пример заполнения таблицы в БД приведен на рисунке 3.4

05_06_2014_14:00_План сеанса

Код	Время КУ	Код КУ	Имя КУ	Номер зависимой КУ	Результат зависимой КУ
1	0	121	Прием ТМИ	0	нет зависимости
2	0	135	Выдать РК №1	0	нет зависимости
3	0	135	Выдать РК №1	2	(-)
4	0	135	Выдать РК №1	3	(-)
5	0	135	Выдать РК №1	4	(-)
6	0	136	Выдать РК №2	5	(0),(+)
7	3000	142	Включить режим ИТНП	0	нет зависимости
8	6000	143	Выключить режим ИТНП	7	(+)
9	0	122	Выключить прием ТМИ	1	(+)

Рисунок 3.4 – Пример заполненной таблица из ЦУП.

3.3 Работа имитатора «модуль автоматического проведения сеанса связи с КА»

Для выполнения сформированного плана сеанса на имитаторе ЦУПа, было разработано приложение «Модуль автоматического проведения сеанса связи с КА» (МАПСС). Которое, при выполнении плана сеанса учитывает основные аспекты, описанные в пункте 2.4. Главное окно имитатора представлено на рисунке 3.5

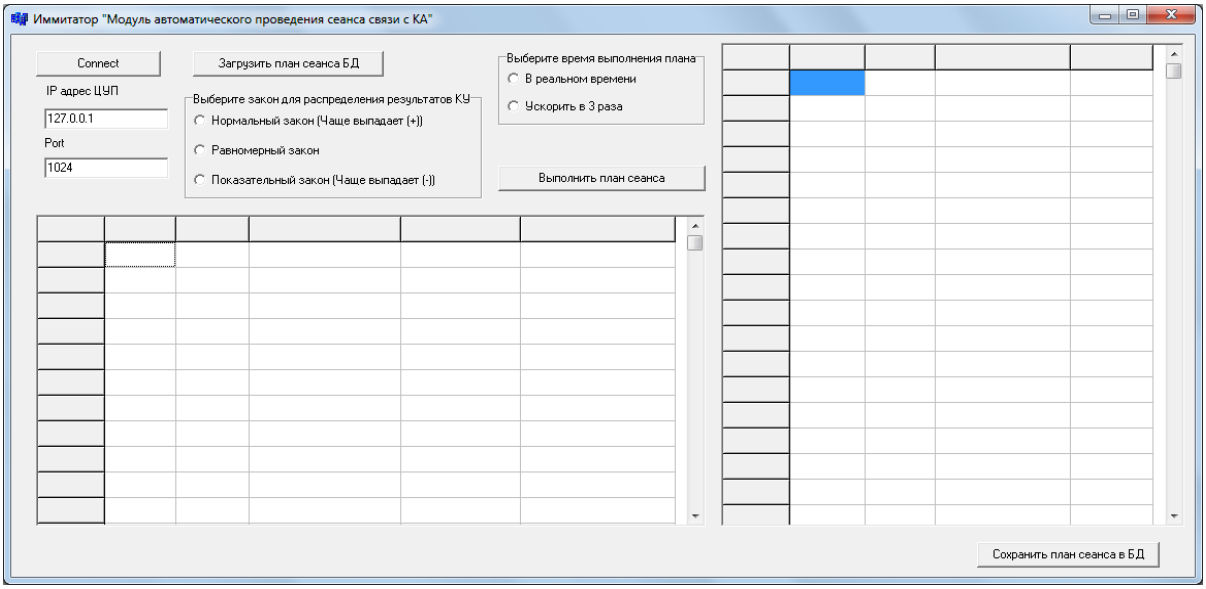


Рисунок 3.5 – Главное окно имитатора МАПСС

Его задачей является просмотр базы данных с планами сеанса на наличие актуального плана на текущий момент времени и если таковой был найден, то он загружается в данный модуль.

МАПСС с загруженным планом сеанса, представлен на рисунке 3.6

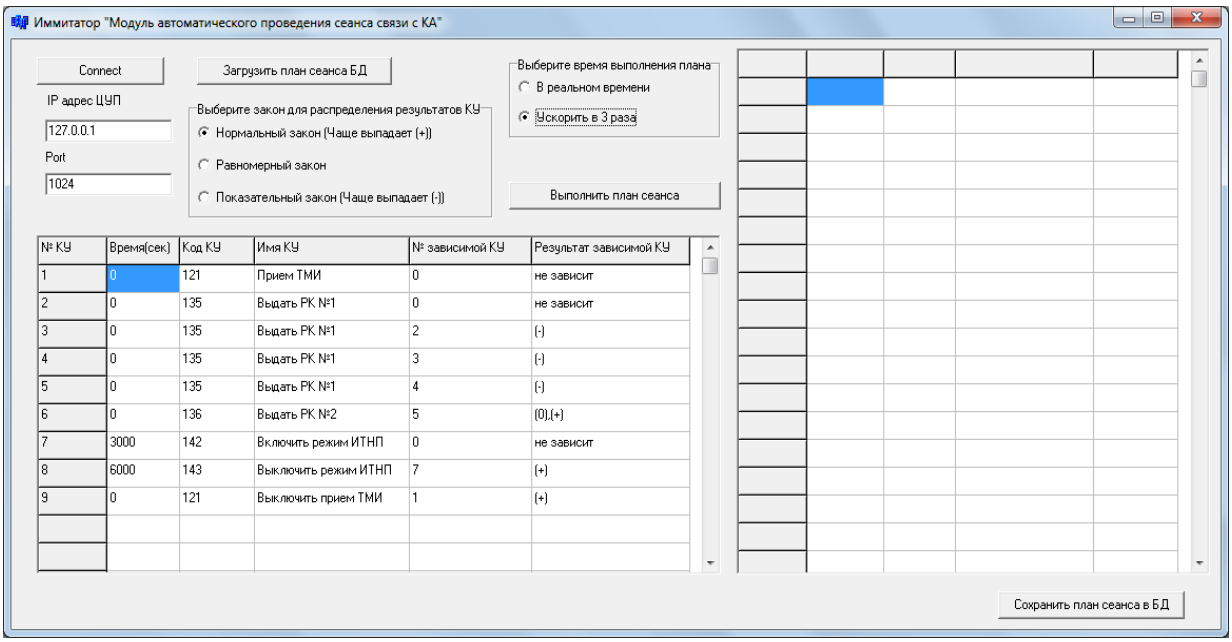


Рисунок 3.6 – Главное окно имитатора МАПСС

Оператор имеет возможность рассматривать разные сценарии выполнения КУ в плане сеанса, управлять результатом выполнения КУ, при помощи законов распределия случайных величин, представленных на главном окне имитатора. По мимо этого оператор может выполнять план сеанса в режиме реального времени и проверить как выполняется план, либо ускорить выполнения плана сеанса в 3 раза, тем самым быстрее просмотреть окончательный результат сеанса связи.

Оператор выбрает закон по которому будет определяться результат выполнения КУ и время выполнения плана, после нажатием на кнопку «Выполнить план сеанса» включает выполнение загруженного плана из базы данных. Выполнение плана представленно на рисунке 3.7

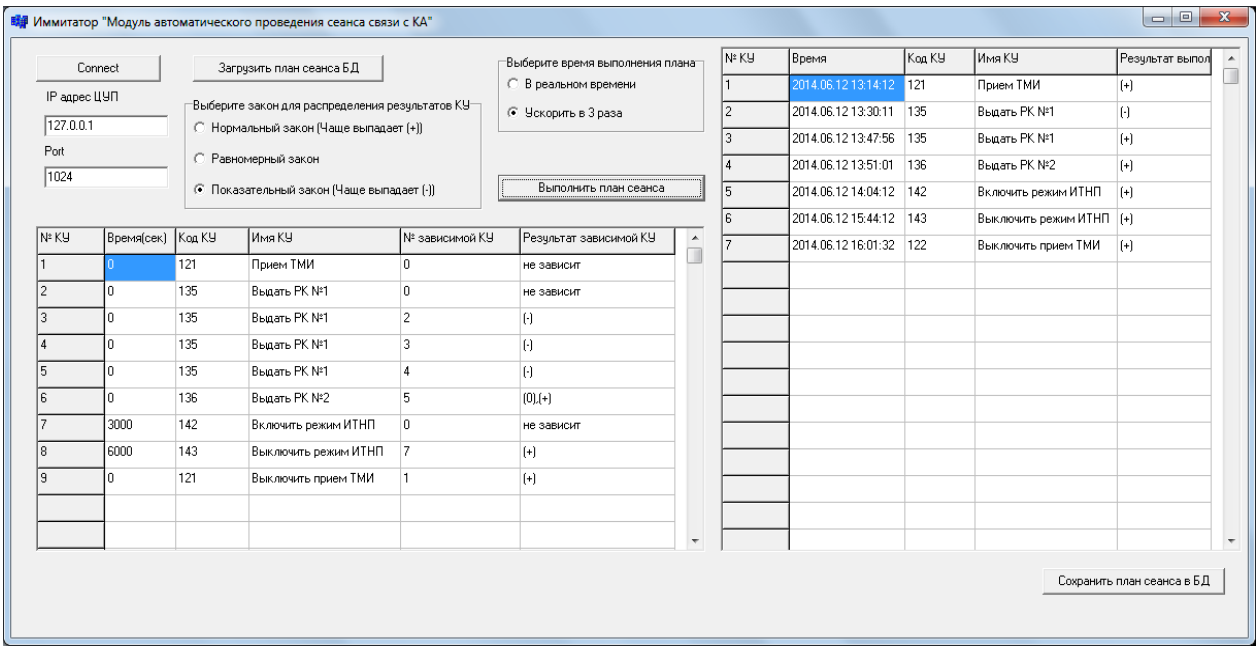


Рисунок 3.7 – Главное окно имитатора МАПСС с выполненным планом

После выполнения плана формируется отчет о проведенном сеансе с результатами, выполненных КУ. После чего эти результаты будут записаны в базу данных в таблицу «Результат» с добавлением системной даты из таблицы с текущим планом сеанса. Пример сохраненной таблице приведен на рисунке 3.8

05_06_2014_14:00_Результат

Код	Время	Код КУ	Имя КУ	Результат КУ
1	2014.06.12 13:14:12	121	Прием ТМИ	(+)
2	2014.06.12 13:30:11	135	Выдать РК №1	(-)
3	2014.06.12 13:47:56	135	Выдать РК №1	(+)
4	2014.06.12 13:51:01	136	Выдать РК №2	(+)
5	2014.06.12 14:04:12	142	Включить режим ИТНП	(+)
6	2014.06.12 15:44:12	143	Включить режим ИТНП	(+)
7	2014.06.12 16:01:32	122	Выключить прием ТМИ	(+)

Рисунок 3.8 – Пример сохраненной таблицы

3.4 Выводы к разделу

В данном разделе описана работа имитатора ЦУП и имитатора модуля проведения сеанса связи с КА в автоматическом режиме. Имитатор, который составляет и выполняет план сеанса с КА в соответствии с аспектами, описанными в проектном разделе. Описано их функционирование с базой данных и представлен интерфейс приложений.

В следующем разделе будет описано экономическое обоснование данного дипломного проекта, посчитан экономический эффект и экономическая эффективность.

4 Экономическое обоснование

На сегодняшний день управление сеансом связи с КА полностью обеспечивается оператором НКИС либо управление оборудованием НКИС и режимами работы АСУ НКИС может осуществляться напрямую из ЦУП в режиме реального времени.

Разрабатываемые алгоритмы, позволят проводить сеанс связи с КА в автоматическом режиме, без участия оператора.

Необходимость проведения работы обусловлена следующими причинами:

- наличие постоянного штата операторов в районах, где нет квалифицированного населения (например, на севере);
- затраты на обучение персонала;
- затраты на создание условий для проживания персонала;
- ошибки при проведении сеансов связи, связанные с человеческим фактором, приводящие к большим финансовым потерям.

Эти причины несут за собой очень большие финансовые потери для предприятия.

Созданный алгоритм и разработанный в будущем модуль автоматического проведения сеанса связи будет использоваться в повседневной работе наземных командно-измерительных станций.

4.1 Экономический эффект

Под экономическим эффектом подразумевается абсолютная величина, характеризующая материальную выгоду от внедрения в процесс производства новой системы.[10]

Экономический эффект от использования модуля складывается из оптимизации штата операторов КИС, один оператор будет способен обслуживать несколько станции одновременно.

В данном случае, экономический эффект от использования АСУ КИС третьего поколения складывается из экономии денежных средств на заработную плату и на обучение оператора КИС.

На данный момент на предприятии для каждой станции выделено несколько смен операторов для обеспечения непрерывной работы станции. Для примера возьмем 5 станций, расположенных в одном месте.

Таблица 1 – Расчет основных затрат на обслуживание станции

	Кол-во станции	Кол-во операторов	З/п опрераторов в мес.	Трудоемкость работ, мес.	Размер север.коэф-та 30%, руб.	Сумма в руб. в год.
До внедрения	5	25	875000	12	262500	13650000
После внедрения	5	5	175000	12	52500	2730000

Прогнозируется, что денежные средства, выделенные на заработную плату операторам уменьшится в 5 раз. Тогда сэкономленные средства рассчитаем по формуле по формуле:

$$A=R-R/5 \qquad (4.1)$$

где R – количество денежных средств в год, затрачиваемое предприятием на заработную плату операторов;

A – количество денежных средств, выделяемых предприятием в течении года на заработную плату операторов, при внедрении станции третьего поколения.

Определим значение А по формуле (4.1):

$$A=13650000 – 13650000/5 = 10920000$$

После года эксплуатации АСУ КИС третьего поколения предприятие использующие это разработку, сэкономит 10920000 руб., это экономия только на заработной плате операторов. Если учитывать что в отдаленных районах, таких например как север, очень трудно найти высокопрофессиональных специалистов, предприятию приходиться вести их из других районов страны. Обеспечивать жильем и тратить средства на их обучение.

Экономический эффект будем складываться из экономии денежных средств, затрачиваемых предприятием на заработную плату операторов.

4.2 Экономическая эффективность

Под экономической эффективностью понимается отношение экономического эффекта к средствам, затраченным на разработку.[14] Экономическая эффективность рассчитывается по формуле:

$$R = A/Z, \tag{4.2}$$

где A – экономический эффект, руб.;

Z – затраты на разработку, руб.;

R – коэффициент экономической эффективности.

Данная работа выполняется за счёт средств ОАО «ИСС» имени академика М. Ф. Решетнёва и для определения экономической эффективности, необходимо вычислить затраты. Они складываются из средств, затрачиваемых в течение 5-ти месяцев на заработную плату студенту, проходящему преддипломную практику и дипломное проектирование на предприятии, а так же средств, выплаченных инженерам программистам и разработчикам, которые в течении 12 месяцев будут разрабатывать модуль автоматического проведения сеанса связи с КА. Таким образом затраты на разработку будем определять по формуле:

$$Z = L*5 + K*12, \quad (4.3)$$

где L – заработная плата студента, проходящего преддипломную практику и дипломное проектирование на предприятии, руб.;

K – средства, выплачиваемые остальным разработчикам в течение 12 месяцев, руб.;

Z – то же, что и в формуле (4.2).

Таблица 2 – Затраты на разработку

Наименование должности	Должностной месячный оклад руб.	Размер север. коэф-та 30% руб.	Трудоемкость работ, мес.	Сумма, руб.
Техник-дипломник	4500	1350	5	29250
Инженеры разработчики (5 чел)	12500	3750	12	975000
Итого				1004250

По формуле (4.3) можно рассчитать затраты на разработку АСУ третьего поколения:

$$Z = (4000 + 1350)*5 + (12500+3750)*12 = 1004250$$

Теперь можно определить экономическую эффективность по формуле (4.2), она составляет:

$$R = 10920000 / 1004250 = 10,87 = 10,87*100\% = 1087\%.$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы над дипломным проектом были разработаны алгоритмы специального программного обеспечения наземных командно-измерительных систем для проведения сеансов связи с космическим аппаратом в автоматическом режиме.

В процессе разработки алгоритма были решены следующие задачи:

- произведён анализ предметной области;
- поставлены цели и задачи, которые должны решаться;
- описаны основные аспекты для разработки алгоритма;
- описаны основные режимы работы АСУ НКИС;
- разработаны алгоритмы автоматического проведения сеанса связи с КА;
- разработан имитатор для отработки алгоритмов;
- произведён экономический расчёт.

Разработанный алгоритм будет применяться на ОАО «ИСС» им. академика М.Ф. Решетнева, при создания АСУ НКИС третьего поколения.

При создании АСУ НКИС третьего поколения будут устранены недостатки, которые имеются в АСУ КИС первого и второго поколения. Такие как, наличие постоянного штата операторов, затраты на обучение персонала, ошибки при проведении сеансов связи, связанные с человеческим фактором и наличие постоянного высокоскоростного резервированного канала связи между ЦУП и НКИС.

Стоит понимать, что такая НКИС не становится полностью автоматической, так как в случае не штатных ситуаций, связанных с управлением КА, решение будет приниматься человеком. Но для работы уже не требуется большое количество персонала. Один подготовленный сотрудник будет в состоянии обслуживать несколько станций. Такой подход позволит удешевить обслуживание станции, а так же избежать ошибок

связанных с человеческим фактором, что позволит в значительной мере повысить надежность НКИС.

А в связи с тем, что логика выполнения сеанса связи не зашивается в код СПО управления НКИС, а представляет собой отдельный вид технологических данных, то создание систем третьего поколения и доработка существующих систем второго поколения, до третьего может осуществляться с минимальными затратами, так как изменения классической существующей архитектуры СПО управления НКИС, являются незначительными.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Стандарт организации: Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной и научной деятельности; Ротапринт – СФУ, 2014. – 60 с.

2 Организация, планирование и управление промышленным производством и научно–технической деятельностью: метод. указ. к выполнению курс. работ; КГТУ, 2002. – 34 с.

3 ГОСТ Р 19.701-90 Схемы алгоритмов, программ данных и систем. – Введ. 01.01.1992. – Москва : Стандартинформ, 2012. – 17 с.

4 Стандарт по разработке программного обеспечения ESA PSS-05-0 Выпуск 2, 1991. – 155 с.

5 Материалы эскизного проекта Енисей А1, Железногорск, 2009. – 142 с

6 СТО ОЗС 13 01 v10 Описание программ – тех. зад., Железногорск, 2009. – 15 с.

7 СТО ОЗС 90 01 v10 Описание автоматизированных функций – тех. зад., Железногорск, 2009. – 21 с.

8 Рекомендации по планированию и корректировке проведения сеансов ИТНП план проведения сеанса ИТНП [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.bestreferat.ru/referat-398465.html

9 Сайт ОАО «ИСС» им. академика М.Ф. Решетнев [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.iss-reshetnev.ru

10 Экономическая эффективность [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.referatbank.ru/referat/preview/10198/diplom-ekonomicheskaya-effektivnost.html

11 Borland C++ Builder 6 : Руководство разработчика / Холингворт, Джаррот, Скворт, Боб, Кэшмэн, Марк, Густавсон, Поль – Москва : Издательский дом «Вильямс», 2004. – 976 с

12 Никита Культин. Программирование в C++ Builder : учебник / Никита Культин – БХВ-Петербург, 2008. – 464 с.

13 Хомоненко, А. Д. Базы данных: учебник. / А. Д. Хомоненко, В. М. Цыганков, М. Г. Мальцев. – Санкт-Петербург: КОРОНА ПРИНТ 2003. – 665с

14 Т.К. Велби, Экономическая теория: учебник / Т.К. Велби – Москва : Изд-во Проспект, 2005. – 544 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Список сокращений

Таблица А.1 – Используемые сокращения

Сокращение	Наименование
КУ	Команда управления
НКУ	Наземный комплекс управления
ЦУП	Центр управления полетом
НКИС	Наземная командно-измерительная станция
ССПД	Система связи и передачи данных
КА	Космический аппарат
АСУ	Автоматизированная система управления
СПО	Специальное программное обеспечение
СУ	Система управления
СУУ	Система удаленного управления
ТМИ	Телеметрическая информация
КПИ	Командно-программная информация
РК	Радио команда
БД	База данных
ИТНП	Измерение текущих навигационных параметров
ЦУ	Целеуказание
АС	Антенные системы
МАПСС	Модуль автоматического проведения сеанса связи

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Техническое задание

Настоящее техническое задание содержит требования к автоматизированной системе в АО «ИСС», а именно:

- назначение разработки системы;
- требования к программному продукту;
- требования к составу и параметрам технических средств;
- требования к программной совместимости;
- требования к носителю программного продукта;
- требования к документации;
- порядок внесения изменений в техническое задание.

А.1 Основание для разработки системы

Основанием для разработки автоматизированной системы учета договоров в АО «ИСС», является потребность заказчика в оптимизации процесса проведения сеансов связи с космическим аппаратом в автоматическом режим.

Исполнителем проекта является студент группы ЗКИ 10-08-1 ИКИТ СФУ Михайлов Сергей Витальевич. Проекту, разрабатываемому на основании данного технического задания, присваивается наименование «Разработка алгоритмов специального ПО наземных командно-измерительных систем для проведения сеансов связи с космическим аппаратом в автоматическом режиме

А.2 Назначение и цель разработки

Целью создания данного программного изделия является разработка алгоритмов специального программного обеспечения наземных командно-измерительных систем для проведения сеансов связи с космическим аппаратом в автоматическом режиме. Результатом работы должен стать программный продукт, обеспечивающий необходимую гибкость при планировании сеанса связи.

А.3 Технические требования к программе или программному издели

А.4 Безопасность при эксплуатации ПЭВМ

Перед началом работы с электроизмерительными приборами пользователь должен ознакомиться с инструкцией по безопасности. Должна быть произведена классификация помещения по взрывоопасности, по степени огнестойкости, по степени поражения электрическим током.

А.5 Стадии и этапы разработки:

- техническое задание;
- техническое предложение;
- эскизное проектирование;
- техническое проектирование;