Руководство оператора

специального программного обеспечения удалённого управления и регистрации данных имитатора ИЦ-МСУ

проект

**Оглавление**

[1. Назначение программы 3](#_Toc476158518)

[2. Условия выполнения программы 3](#_Toc476158519)

[3. Описание программы 4](#_Toc476158520)

[4. Условные обозначения 7](#_Toc476158521)

[Приложение 1 8](#_Toc476158522)

[Приложение 2 21](#_Toc476158523)

# Назначение программы

## СПО предназначено для

* программной реализации «Протокола информационного обмена с ИЦ-МСУ по интерфейсу Ethernet» (далее «Протокол…»);
* удалённого конфигурирования и контроля исправности ИЦ-МСУ по сети Ethernet;
* удалённого программного управления ИЦ-МСУ по сети Ethernet в реальном времени;
* отображения в реальном времени выборочных параметров информационного обмена с ИЦ-МСУ;
* регистрации информационного обмена с ИЦ-МСУ по сети Ethernet в реальном времени;
* обработки, анализа и хранения зарегистрированной информации.

# Условия выполнения программы

## Управляющий компьютер, на котором функционирует СПО, должен быть оснащён сетевым контроллером Ethernet, поддерживающим скорость обмена не менее 100 Мбит/сек. На управляющем компьютере должна быть установлена ОС Microsoft Windows 7 или более поздняя версия.

## Все четыре имитатора ИЦ-МСУ и управляющий компьютер должны быть соединены по сети Ethernet с помощью сетевого коммутатора, а также иметь уникальные IP-адреса внутри сети.

## СПО представляет собой исполняемый файл «SPO\_IC\_MSU.exe» и набор динамически подключаемых библиотек Qt.

# Описание программы

## Графический интерфейс пользователя СПО разработан посредством фреймворка Digia Qt и содержит типовые элементы пользовательского интерфейса, такие как: меню, кнопки, выпадающие списки, таблицы, диалоговые окна и др. Графический интерфейс пользователя представлен на рисунке 1.

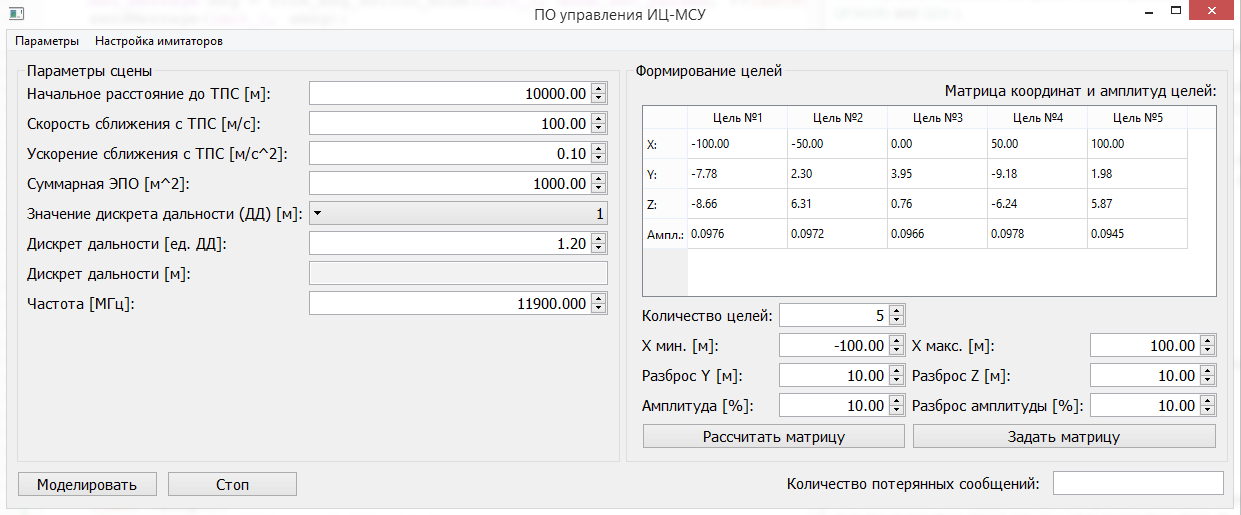


Рисунок 1. Главное окно графического интерфейса пользователя.

## В главном окне графического интерфейса пользователя находится область параметров сцены, где могут быть заданы различные параметры точки привязки сцены (ТПС), суммарная ЭПО, частота излучения, а также дискрет дальности. В области формирования целей находится таблица, с помощью которой может быть задана матрица координат и амплитуд целей, входящих в имитируемую сцену. Координаты целей задаются относительно ТПС в нормальной системе координат (НСК). Ниже таблицы находится область, в которой можно задать количество имитируемых целей, а также параметры для автоматической генерации матрицы целей. Генерируемые цели будут иметь относительные координаты X, равноудалённо распределённые между Xmin и Xmax, относительные координаты Y и Z, равномерно распределённые в пределах указанных разбросов координат относительно нуля, и амплитуды, имеющие указанное среднее значение и разброс относительно среднего значения. Генерация целей производится нажатием кнопки «Рассчитать матрицу». Чтобы отображённая матрица целей была загружена в имитируемую сцену, необходимо нажать кнопку «Задать матрицу».

## Для управления имитаторами ИЦ-МСУ необходимо предварительно произвести настройку сетевых параметров имитаторов. Для этого в главном меню необходимо нажать кнопку «Настройка имитаторов» → «Сетевые параметры», в результате чего откроется диалоговое окно «Изменение сетевых параметров имитаторов». Диалоговое окно изображено на рисунке 2.

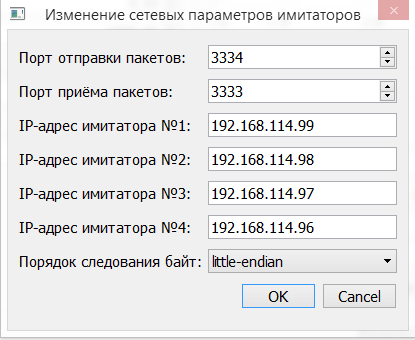


Рисунок 2. Диалоговое окно изменения сетевых параметров имитаторов.

## В диалоговом окне изменения сетевых параметров имитаторов необходим ввести номер порта отправки информационных пакетов, номер порта приёма ответных информационных пакетов, уникальные IP-адреса четырёх имитаторов и порядок следования байт. Для сохранения изменений необходимо нажать кнопку «OK». Для отмены изменений необходимо нажать кнопку «Cancel». Сетевые параметры имитаторов хранятся в файле «settings.ini». При первом запуске СПО будут заданы сетевые параметры по-умолчанию и сгенерирован файл «settings.ini». При последующих запусках СПО будут загружаться сетевые параметры из файла. Содержимое файла «settings.ini» представлено на рисунке 3.

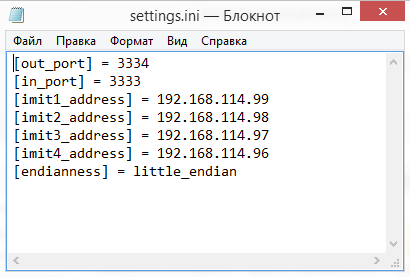


Рисунок 3. Содержимое файла «settings.ini».

## Для запуска процесса моделирования сцены и управления имитаторами ИЦ-МСУ необходимо нажать кнопку «Моделировать» в главном окне графического интерфейса пользователя. Для остановки процесса моделирования необходимо нажать кнопку «Стоп».

## Все информационные пакеты, отправленные или полученные по сети Ethernet, сохраняются в текстовых файлах, название которых имеет следующий формат: «ГГГГ.ММ.ДД\_чч:мм:сс.txt», где

* ГГГГ – год запуска моделирования;
* ММ – месяц запуска моделирования;
* ДД – день запуска моделирования;
* чч – час запуска моделирования;
* мм – минута запуска моделирования;
* сс – секунда запуска моделирования.

# Условные обозначения

* СПО – специальное программное обеспечение;
* ИЦ-МСУ – имитатор сигнала цели лаборатории многоканальных систем управления;
* ТПС – точка привязки сцены;
* ЭПО – эффективная поверхность отражения.

Приложение 1

**Протокол информационного обмена**

**ИЦ-МСУ и АРМ-ИОС**

***с изменениями от 19.09.2016***

**1. Общая структура информационного пакета**

Обмен между ИЦ-МСУ и АРМ-ГСН осуществляется по сети Ethernet по про­токолу UDP. Появление в сети Ethernet ИЦ-МСУ – АРМ-ГСН сторонних пакетов, не предусмотренных данным протоколом, не допускается.

Информационная посылка от АРМ-ГСН и ответ ИЦ-МСУ являются пакетами бинарных дан­ных, состоящих из:

а) Заголовок;

б) Поле данных;

в) Номер пакета.

Структура пакета представлена на рисунке 1.

Заголовок пакета состоит из двух 16 битных слов: первое слово – идентификатор пакета, уникальный для типа передаваемых данных; второе слово – длина поля данных в байтах.

Данные

Идентификатор пакета

Длина поля данных в байтах

31 16 15 0

Номер пакета

Заголовок

Поле данных

Рисунок 1 - Структура информационного пакета

Размер поля данных определяется вторым словом заголовка пакета, для пакетов, не содержащих данные, например некоторые управляющие пакеты, значение второго слова должно быть равно 0, а за заголовком пакета следует номер пакета. Номер пакета 32 бита, произвольное число, передаваемое и возвращаемое в ответном пакете типа **0x04** .

**2. Идентификатор пакета**

Структура идентификатора пакета представлена на рисунке 2.

Тип пакета

Тип данных

15 12 11 8 7 0

НИ

Рисунок 2. Идентификатор пакета

Поле НИ «Номер имитатора» задает номер имитатора, для которого пере­даются данные:

0b0001 – первый имитатор;

0b0010 – второй имитатор;

0b0100 –третий имитатор;

0b1000 – четвертый имитатор;

Допускается передача пакетов нескольким имитаторам одновременно путем объединения битового поля.

Содержимое и структура данных передаваемых в поле данных определяется идентификатором пакета. В таблице 1 приведены возможные значения идентификатора пакета и передаваемые данные.

Таблица 1. Возможные значения идентификатора пакета

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип пакета | Тип данных | Функциональность | Содержимое передаваемых данных |
| 0x01 | 0x01 | Режим имитации сцены | нет |
| 0x02 | Режим калибровка | нет |
| 0x03 | Режим установки параметров | нет |
| 0x04 | Режим имитации работы АРМ-ГСН | нет |
| 0x05 | Режим самоконтроля | нет |
| 0x11 | Запуск режима | нет |
| 0x12 | Останов режима | нет |
| 0x02 | 0x01 | Загрузка параметров имитируемой сцены | Параметры имитируемой сцены |
| 0x02 | Загрузка параметров имитируемых целей | Параметры имитируемых целей |
| 0x03 | Установка Ф параметра | Параметр Ф |
| 0х04 | Установка постоянных параметров | Постоянные параметры |
|  | 0x05 | Установка дискрета по дальности | Значение дискрета по дальности внутри сцены |
| 0x03 | 0x01 | Запрос параметров имитируемой сцены | нет |
| 0x02 | Запрос параметров имитируемых целей | Номера целей |
|  | 0x03 | Запрос Ф параметра | нет |
|  | 0x04 | Запрос постоянных параметров | нет |
|  | 0x05 | Запрос дискрета по дальности | нет |
|  | 0x06 | З**апрос статуса** | нет |
|  | 0x07 | Запрос результатов калибровки | нет |
|  | 0x08 | Запрос результатов самодиагностики | нет |
| 0x04 | 0x01 | Текущие параметры имитируемой сцены | Параметры имитируемой сцены |
| 0x02 | Текущие параметры имитируемых целей | Параметры имитируемых целей |
| 0x03 | Значение Ф параметра | Параметр Ф |
| 0x04 | Значения постоянных параметров | Постоянные параметры |
| 0x05 | Значение дискрета по дальности | Значение дискрета по дальности внутри сцены |
| 0x06 | Текущий статус | Состояние имитатора |
| 0x07 | Выдача результатов калибровки | Результат калибровки |
| 0x08 | Выдача результата самодиагностики | Результат самодиагностики |
| 0x10 | Ошибка: контрольная сумма | нет |
| 0x11 | Ошибка: недопустимый пакет | нет |
| 0x12 | Ошибка: недопустимый набор параметров | нет |

**3. Описание структуры поля данных пакета**

Пакеты с типом **0x01** изменяют режимы работы имитатора.

Значения идентификатора пакета:

**0x0101** Данный тип пакета служит для переключения из предыдущего режима работы имитатора в режим имитации сцены.

**0x0102** Данный тип пакета служит для переключения из предыдущего режима работы имитатора в режим калибровка.

**0х0103** Данный тип пакета служит для переключения из предыдущего режима работы имитатора в режим установки параметров.

**0х0104** Данный тип пакета служит для переключения из предыдущего режима работы имитатора в режим имитации работы АРМ-ГСН.

**0х0105** Данный тип пакета служит для переключения из предыдущего режима работы имитатора в режим самоконтроля.

**0x0111** Данный тип пакета служит сигналом запуска выбранного режима работы.

**0x0112** Данный тип пакета служит сигналом останова запущенного режима работы.

На все пакеты с типом 0х01 имитатор выдает ответ пакетом 0х0406.

Пакеты с типом **0x02** задают параметры имитируемой обстановки.

**0x0201** Данный пакет содержит текущие значения параметров имитируемой сцены. Структура поля данных приведена в таблице 2. Для инициализации начальных параметров имитируемой сцены, до запуска процесса имитации, поле «текущее время» должно быть установлено в 0.

Таблица 2. Структура поля данных пакета установки параметров сцены

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип | Значение | Размерность |
| float | *Т* — Текущее время | с |
| float | *R*тпс – Расстояние до точки привязки сцены (ТПС) | м |
| float | *V*тпс – Радиальная скорость сближения с ТПС | м/с |
| float | *a*тпс – Радиальное ускорение сближения с ТПС | м/с2 |
| float | *σ∑ =* i – Суммарная ЭПО всех целей входящих в имитируемую сцену | м2 |

Типы данных (int, float, short и т.п.) соответствуют типам компилятора языка Си для ПК на базе х86 процессора, поля данных в байтовом потоке переда­ются в таком же порядке, что и хранятся в памяти ПК[[1]](#footnote-1)), т.е. сначала идут младшие байты, затем старшие.

**0x0202** Информация об требуемых изменениях имитационных параметров целей внутри имитиру­емой сцены передается в поле данных пакета, структура записи которого приведена, на рисунке 3. Для изменения параметров нескольких целей пакет может со­держать несколько таких записей идущих последовательно.

Номер цели

Расстояние

31 16 15 0

Амплитуда *Aic*

Амплитуда *Ais*

Скорость

Ускорение

Резерв

Резерв

Рисунок 3. Структура поля данных пакета изменения параметров имитируемых целей

Поле «Номер цели» задает номер цели (до 64 по дальности и до 256 на одном расстоянии): диапазон 0...16384.

Поле «Расстояние» задает расстояние от ТПС до имитируемой цели в единицах дискрета по дальности внутри сцены: диапазон 0...64.

Поля «Амплитуда *Aic* » и «Амплитуда *Ais* » задают квадратурные амплитуды сигнала отраженного от цели относительно корня квадратного из суммарного ЭПО всех целей имитируемой сцены, диапазон -215…215-1. Если значение в поле «Амплитуда *Aix*» равно 0, то цель считается отсутствующей.

Поле «Скорость» задает скорость движения цели относительно ТПС: цена разряда 0,1 м/с, диапазон -32,7... 32,7 м/с.

Поле «Ускорение» задает ускорение имитируемой цели относительно ТПС: цена разряда 0,01 м/с2, диапазон -3,27... 3,27 м/с2.

В режиме имитации сцены частота следования пакетов 0х0201 и 0х0202 должна быть от 9 до 10 Гц.

**0x0203** Данный тип пакета используется для изменения параметра «Ф». Параметр задаётся в явном виде, без смещения. Цена разряда «1.0» в единицах, принятых в пункте 3.2.9 ТЗ на имитатор. Значение «0x0000» в шестнадцатеричной системе счисления или «0» в десятичной системе счисления соответствует значению 0 Гц. После включения устройства, значение параметра принудительно обнуляется, и синтезатор гетеродина переводится в режим ожидания загрузки параметра. В этом режиме сигнал на выходе синтезатора отсутствует. Время установления нового значения параметра составляет не более 5мс после приема команды.

Допустимый диапазон изменения параметра: 11900..13500.

Структура записи данного пакета представлена на ри­сунке 4.

Резерв

Параметр «Ф»

31 16 15 0

Рисунок 4. Структура поля данных пакета изменения параметра «Ф».

**0x0204** Данный тип пакета используется для изменения постоянных параметров, используемых для установки требуемой мощности сигнала излучаемого имитатором. Структура данного пакета представлена на ри­сунке 5.

Резерв

Параметр F

Qpr0

Qprd0

Резерв

Резерв

31 16 15 0

Рисунок 5. Структура поля данных пакета постоянных параметров.

Поле «Параметр F» -коэффициент . «Параметр F» рассчитывается и вводится один раз для конкретной РЛС. Цена разряда 0.1, диапазон 0...100.

Поле «Qpr0» служит для ввода затухания в приемном канале при полностью открытом аттенюаторе приемника. Цена разряда 1 дБ, диапазон 0...20. Вводится один раз для конкретного имитатора.

Поле «Qprd0» служит для ввода затухания в передающем канале при полностью открытом аттенюаторе передатчика. Цена разряда 1дБ, диапазон 0...20. Вводится один раз для конкретного имитатора.

**0x0205** Пакет «Значение дискрета по дальности внутри сцены» задает число дискретов по дальности между двумя смежными целями. Допустимые значения: 1, 4, 8,16. Структура данного пакета представлена на ри­сунке 6.

Резерв

Значение дискрета

31 16 15 0

Рисунок 6. Структура поля данных 0х0205

На все пакеты с типом 0х02 имитатор выдает ответ пакетом 0х0406.

Пакеты с типом **0х03** служат для запроса параметров имитируемой сцены установленных параметров и текущего состояния имитатора.

**0x0301** Данный тип пакета служит для запроса текущих параметров имитируемой сцены. Ответ типом пакета **0х0401.**

**0x0302** Данный тип пакета служит для запроса текущих параметров имитируемых целей. Поле данных данного пакета содержит количество целей для вычитывания и номера этих целей. Количество полей «номер цели» в данном случае равно количеству целей. В случае нечетного количества целей последнее поле считается нулевым. Структура данных такого пакета представлена на рисунке 7. Ответ типом пакета **0х0402.**

Резерв

Количество целей

31 16 15 0

Номер цели

Номер цели

\* \* \*

Рисунок 7. Структура поля данных пакета 0x0302

**0х0303** Данный тип пакета служит для запроса значения установленного параметра «Ф». Ответ типом пакета **0х0403.**

**0х0304** Данный тип пакета служит для запроса значений установленных постоянных параметров. Ответ типом пакета **0х0404.**

**0х0305** Данный тип пакета служит для запроса значения установленного дискрета по дальности. Ответ типом пакета **0х0405.**

**0x0306** Данный тип пакета служит для запроса текущего состояния имитатора. Ответ типом пакета **0х0406**.

Пакеты с типом **0x04** являются информационной посылкой от ИЦ-МСУ в АРМ-ГСН и могут содержать статус, значения установленных параметров или код ошибки, формируемый имитатором в от­вет на соответствующие запросы со стороны АРМ-ГСН.

**0х0401** Данный тип пакета выдает текущие параметры имитируемой сцены. Структура поля данных представлена в таблице 2.

**0х0402** Данный тип пакета выдает текущие параметры имитируемых целей. Структура поля данных представлена на рисунке 3.

**0х0403** Данный тип пакета выдает значение параметра Ф. Структура поля данных представлена на рисунке 4.

**0х0404** Данный тип пакета выдает значения постоянных параметров. Структура поля данных представлена на рисунке 5.

**0х0405** Данный тип пакета выдает значение текущего дискрета по дальности. Структура поля данных представлена на рисунке 6.

**0х0406** Данный тип пакеты выдает текущее состояние имитатора. Структура поля данных представлена на рисунке 8.

Резерв

Режим

31 28 27 20 19 7 6 5 4 3 0

З

С

К

Тип данных

Тип пакета

Рисунок 8. Данные пакета Статус

Поле режим отображает текущий режим работы имитатора. Допустимые значения режимов представлены в таблице 3.

Таблица 3. Допустимые значения режимов.

|  |  |
| --- | --- |
| 0x01 | Режим имитации сцены |
| 0x02 | Режим калибровка |
| 0x03 | Режим установки параметров |
| 0x04 | Режим имитации работы АРМ-ГСН |
| 0x05 | Режим самоконтроля |

Бит «З»: 1- режим запущен. 0 - режим остановлен.

Бит «С» устанавливается в единицу, в результате успешного выполнения режима самоконтроля. Бит автоматически сбрасывается при переходе в любой другой режим или при новом запуске режима самоконтроля.

Бит «К» устанавливается в единицу, в результате успешного выполнения режима калибровки. Бит автоматически сбрасывается при переходе в любой другой режим или при новом запуске режима калибровки.

Поля «Тип данных», «Тип пакета» соответствуют полям «Тип данных», «Тип пакета» пакета на который производится ответ.

**0х0407** Данный тип пакета выдает значения, полученные в результате калибровки имитатора. Структура поля данных представлена на рисунке 9. Точные значения полей, а также их количество определяются в процессе разработки.

Значение 1

31 0

Значение 2

Значение k

\* \* \*

Рисунок 9. Поле данных пакета Выдачи результатов калибровки

**0х0408** Данный тип пакета выдает значения, полученные в результате самодиагностики имитатора. Структура поля данных представлена на рисунке 10. Точные значения полей, а также их количество определяются в процессе разработки.

Значение 1

31 0

Значение 2

Значение k

\* \* \*

Рисунок 10. Поле данных пакета Выдачи результатов самодиагностики

**0x0410** Данный тип пакета резервный.

**0x0411** Данный тип пакета формируется при принятии пакета с параметрами не соот­ветствующими текущему режиму работы.

**0x0412** Данный тип пакета формируется при принятии пакета с недопустимым набо­ром параметров. Поле «Номера пакета» для этого пакета содержит нулевое значение.

Приложение 2

**Протокол обмена пакетами между**

**ИЦ-МСУ и АРМ-ИОС**

АРМ-ИОС и ИЦ-МСУ обмениваются пакетами, формат которых описан в «Протоколе информационного обмена ИЦ-МСУ с изменениями от 12.10.2016». Предусмотрены следующие режимы работы ИЦ-МСУ:

1. Самоконтроль имитатора.
   1. АРМ-ИОС переводит имитатор в режим самоконтроля имитатора с помощью пакета 0x0105, АРМ-ИОС ожидает пакет 0x0406.
   2. АРМ-ИОС запускает режим самодиагностики командой 0x0111, ИОС ожидает пакет 0x0406
   3. АРМ-ИОС периодически запрашивает статус имитатора командой 0x0306, и анализирует ответ 0x0406, ожидая окончания самодиагонстики.
   4. АРМ-ИОС завершает процесс самодиагностики командой 0x0112, ИОС ожидает пакет 0x0406
   5. По окончании процесса самодиагностики АРМ-ИОС запрашивает результаты калибровки пакетом 0x0308, АРМ-ИОС ожидает пакет 0x0408
2. Калибровка имитатора
   1. АРМ-ИОС переводит имитатор в режим калибровки (пакет 0x0102). Перед посылкой пакета изделие должно излучать максимально возможную мощность, АРМ-ИОС ожидает пакет 0x0406.
   2. АРМ-ИОС запускает режим калибровки командой 0x0111, АРМ-ИОС ожидает пакет 0x0406
   3. АРМ-ИОС периодически запрашивает статус имитатора командой 0x0306, и анализирует ответ 0x0406, ожидая окончания калибровки.
   4. АРМ-ИОС завершает процесс калибровки командой 0x0112, АРМ-ИОС ожидает пакет 0x0406
   5. По окончании процесса калибровки АРМ-ИОС запрашивает результаты калибровки пакетом 0x0307, ответ 0x0407
3. Установка параметров имитатора
   1. АРМ-ИОС переводит имитатор в режим установки параметров командой 0x0103, АРМ-ИОС ожидает пакет 0x0406
   2. АРМ-ИОС запускает режим установки параметров командой 0x0111, АРМ-ИОС ожидает пакет 0x0406
   3. Установка рабочей частоты имитатора (параметр Ф) командой 0x0203, АРМ-ИОС ожидает ответ 0x0406
   4. Установка дискрета по дальности командой 0x0205, АРМ-ИОС ожидает пакет 0x0406
   5. Установка постоянных параметров командой 0x0204, АРМ-ИОС ожидает пакет 0x0406
   6. АРМ-ИОС завершает процесс установки командой 0x0112, АРМ-ИОС ожидает пакет 0x0406
4. Режим имитации
   1. АРМ-ИОС переводит имитатор в режим имитации командой 0x0101, АРМ-ИОС ожидает пакет 0x0406
   2. Установка исходных параметров имитируемых целей командой 0x0202, АРМ-ИОС ожидает пакет 0x0406
   3. Установка исходных параметров имитируемой сцены командой 0x0201, АРМ-ИОС ожидает пакет 0x0406
   4. АРМ-ИОС запускает режим имитации командой запуск режима 0x0111, АРМ-ИОС ожидает пакет 0x0406
   5. Периодическая коррекция параметров имитируемых целей и имитируемой сцены с периодом не более 110 мсек :
      1. Коррекция параметров имитируемых целей командой 0x0202, АРМ-ИОС ожидает пакет 0x0406. – один или более пакетов.
      2. Коррекция параметров имитируемой сцены командой 0x0201, АРМ-ИОС ожидает пакет 0x0406.
   6. АРМ-ИОС завершает процесс имитации командой 0x0112, АРМ-ИОС ожидает пакет 0x0406

Контроль параметров имитатора. Вне зависимости от режима работы АРМ-ИОС может запрашивать следующие параметры:

* 1. Запрос параметры имитируемой сцены 0x0301, ИОС ожидает пакет 0x0401
  2. Запрос параметров имитируемых целей 0x0302, , ИОС ожидает пакет 0x0402
  3. Запрос Ф параметра 0x0303, ИОС ожидает пакет 0x0403
  4. Запрос постоянных параметров 0x0304, , ИОС ожидает пакет 0x0404
  5. Запрос дискрета по дальности 0x0305, , ИОС ожидает пакет 0x0405
  6. Запрос статуса 0x0306, ИОС ожидает пакет 0x0406

1. В байтовом представлении адресуемой памяти [↑](#footnote-ref-1)