



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МОРСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК

АНПА ММТ-300

Руководство оператора

ИУПМ.361192.005 РЭ1

Владивосток
2022



Содержание

| | |
|---|----|
| СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ | 3 |
| 1 ВВЕДЕНИЕ | 5 |
| 2 СВЕДЕНИЯ ОБ ОСНОВНЫХ СИСТЕМАХ..... | 6 |
| 2.1 Программное обеспечение АУС | 6 |
| 2.2 Движительно-рулевой комплекс..... | 7 |
| 2.3 Система программного управления и бортовой навигации..... | 8 |
| 2.6 Балластная система | 10 |
| 2.7 Система энергообеспечения | 10 |
| 3 ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОТ | 12 |
| 3.1 Общие рекомендации и действия перед началом работ..... | 12 |
| 3.2 Процесс подготовки миссии для загрузки в АНПА..... | 13 |
| 3.3 Рекомендации по работе в глубоких акваториях | 13 |
| 3.4 Рекомендации по работе в сложном рельефе | 14 |
| 4 ТИПОВЫЕ МИССИИ АНПА | 16 |
| 4.1 Предварительная балластировка и проверка гидроакустической связи..... | 16 |
| 4.2 Балластировка для работы у дна..... | 17 |
| 4.3 Площадная съёмка средствами ГБО ВЧ | 18 |
| 4.4 Погружение и всплытие в условиях глубокого моря | 19 |
| 5 ПОДГОТОВКА АНПА К РАБОТЕ И ЗАПУСК МИССИИ..... | 21 |
| 5.1 Программное обеспечение АУС | 21 |
| 5.2 Заряд батарей | 21 |
| 5.3 Предстартовая проверка | 23 |
| 5.4 Рабочий запуск, буксировка и погружение | 24 |
| 6 МОНИТОРИНГ МИССИИ И ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЕ АНПА | 28 |
| 7 ЗАВЕРШЕНИЕ ЗАПУСКА АНПА..... | 29 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А | 32 |
| 1 Общие сведения..... | 32 |
| 2 Функциональное назначение..... | 32 |
| 3 Работа с программой | 32 |

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

| | |
|------|--|
| GPS | Global positioning system |
| АБ | аккумуляторная батарея |
| АНПА | автономный необитаемый подводный аппарат |
| АУС | аппаратура управления и связи |
| БНС | бортовая навигационная система |
| ВПУ | вертикальное подруливающее устройство |
| ВЧ | высокочастотный |
| ГАНС | гидроакустическая навигационная система |
| ГБО | гидролокатор бокового обзора |
| ДЛ | доплеровский лаг |
| КАС | контрольно-аварийная система |
| КНС | комплексированная навигационная система |
| ЛВС | локальная вычислительная сеть |
| МЗ | маршрутное задание |
| МК | магнитный компас |
| РМ | радиомодем |
| СПУ | система программного управления и бортовой навигации |
| СРС | система радиосвязи |
| СТЗ | система технического зрения |
| ТУ | телеуправление |
| УЗ | устройство заряда |
| УКБ | ультракороткая база |
| ЭЛС | эхолокационная система |
| ЭМЗ | элемент маршрутного задания |

АННОТАЦИЯ

В руководстве приведены инструкции по подготовке к работе и порядок взаимодействия оператора с АНПА ММТ-300. Описана методика составления программы-задания (миссии) для АНПА, а также формальное описание языка программирования АНПА. Приводятся методики предстартовых проверок АНПА, описание процедур запуска и работ с АНПА после подъёма на борт судна. Описаны также особенности использования АНПА в глубоководных районах, районах со сложным рельефом дна, а также в режиме супервизорного управления (с использованием радио- и гидроакустических каналов связи).

Слово «**ВНИМАНИЕ**» используется, когда нужно привлечь внимание оператора к способам и приёмам, которые следует точно выполнять во избежание ошибок при эксплуатации комплекса или в случае, когда требуется повышенная осторожность.

Слово «**ЗАПРЕЩАЕТСЯ**» используется, когда несоблюдение требований или нарушение установленных ограничений, касающихся использования комплекса, может привести к нарушению мер безопасности.

1 ВВЕДЕНИЕ

Комплекс поисково-обследовательского АНПА ММТ-300 предназначен для выполнения обследований дна и водной среды на глубинах до 300 м.

Поисковые программы-задания (миссии) можно описать как движение АНПА галсами по обследуемому району с включением бортовых поисковых устройств (одного или нескольких) в заданные моменты времени и затем возвращение аппарата на обеспечивающее судно.

Порядок работы оператора по организации полного цикла запуска АНПА включает:

- 1) создание миссии для АНПА;
- 2) проверка и отладка миссии программными средствами;
- 3) подготовка к запуску: заряд батарей АНПА, предстартовая проверка миссии и состояния бортовых устройств АНПА посредством её симуляции в системе программного управления (СПУ) АНПА;
- 4) запуск и мониторинг процесса выполнения миссии, спуск АНПА на воду, телеуправление при необходимости;
- 5) завершение миссии, подъём АНПА, копирование данных с накопителей;
- 6) просмотр и обработка данных, составление отчётной информации по запуску.

Данный список является исчерпывающим перечнем обязанностей оператора АНПА. Во 2-м разделе приводится справочная информация об основных системах АНПА и их характеристиках. В 3-м и 4-м разделах рассматриваются 1-й и 2-й пункты перечня обязанностей. В разделах 5 и 6 описаны 3-й и 4-й пункты перечня обязанностей. В разделе 7 рассматривается пункт 5 перечня обязанностей. Для просмотра и обработки данных, составления отчётной информации по запуску (пункт 6 перечня обязанностей) необходимо использовать ПО IMTPLooker, поставляемое в комплекте с АНПА.

2 СВЕДЕНИЯ ОБ ОСНОВНЫХ СИСТЕМАХ

В данном разделе описывается минимально необходимый для понимания документации объём знаний относительно АУС и других систем, из которых состоит программно-аппаратный комплекс АНПА.

Рассматриваются следующие системы:

- программное обеспечение АУС;
- движительно-рулевой комплекс;
- система программного управления и бортовой навигации;
- гидроакустическая навигационная система;
- система радиосвязи;
- балластная система;
- система энергообеспечения.

2.1 Программное обеспечение АУС

Взаимодействие оператора с АНПА производится через АУС, которая состоит из компьютера и пульта управления. На рисунке 2.1 приведена схема взаимодействия судовой (или береговой) системы наблюдения с АНПА. Для наблюдения за аппаратом выделяется один компьютер поста оператора.

Взаимодействие постов с подводным аппаратом на физическом уровне обеспечивается с помощью следующих интерфейсов:

- сетевого интерфейса Ethernet, если аппарат находится на берегу или борту обеспечивающего судна и подключен к сети кабелем связи;
- с использованием системы радиосвязи (СРС), если аппарат находится на поверхности в зоне действия радиомодема (РМ) или на борту судна обеспечения;
- с использованием гидроакустической навигационной системы (ГАНС), если аппарат находится в толще воды.

Подготовка миссии, её проверка, наблюдение за аппаратом и его управление в процессе выполнения миссии, загрузка в аппарат и выгрузка полученных данных производятся на посту оператора АНПА.

Для работы в составе комплекса АНПА подключается кабелем связи к пульту АУС. Тем самым формируется единая вычислительная сеть, состоящая из компьютера оператора, компьютера СТЗ и компьютера СПУ. Каждый компьютер в этой сети имеет своё уникальное имя и IP-адрес, с использованием которых осуществляется информационное взаимодействие с остальными компьютерами.

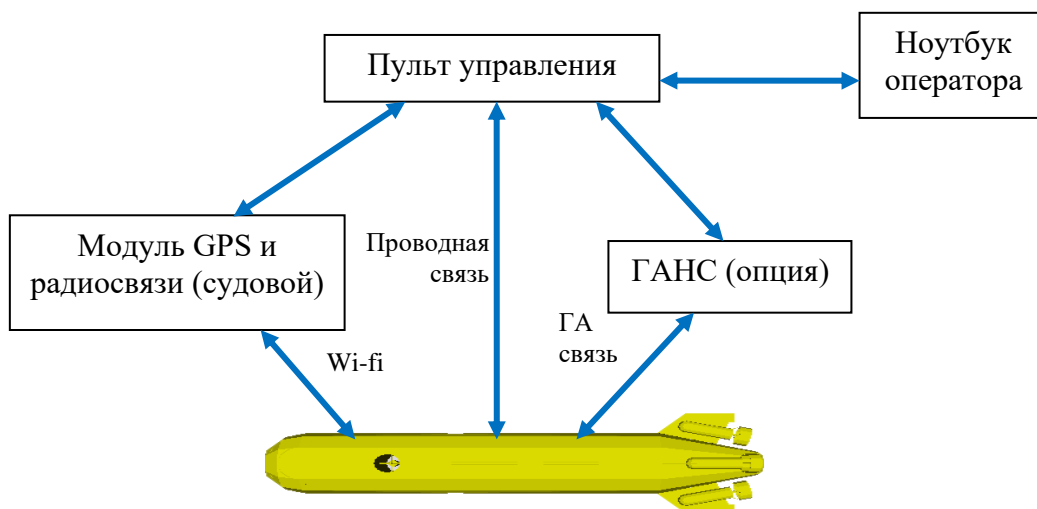


Рисунок 2.1 — Схема физического взаимодействия АНПА с АУС

Взаимодействие оператора с АНПА осуществляется посредством ПО, описанного в разделе 5.1. Данное ПО позволяет осуществлять заряд батарей (раздел 5.2), предстартовую проверку АНПА (раздел 5.3), запуск в режиме рабочего функционирования (раздел 5.4), мониторинг миссии, телеуправление (раздел 6), завершение запуска и выгрузку полученных данных с АНПА (раздел 7).

Когда кабель связи отстыкован от АНПА, быстрый канал Ethernet между АНПА и АУС отсутствует. В этом случае для связи АУС с АНПА используются либо РМ (когда АНПА на поверхности), либо ГАНС — осуществляется приём телеметрической информации от АНПА и может выполняться телеуправление (при необходимости). В этом случае возможности по передаче больших объёмов данных между АНПА и АУС существенно ограничены. Телеуправление по РМ обычно применяется при нахождении АНПА на поверхности вблизи обеспечивающего судна, поскольку позволяет оперативное вмешательство в работу АНПА — изменение миссии, оперативный просмотр данных, управление движением аппарата в супервизорном режиме (разделы 6.2 и 6.4).

2.2 Движительно-рулевой комплекс

Движительно-рулевой комплекс (ДРК) является программно-управляемым исполнительным устройством. В АНПА использована схема движительного комплекса из четырёх кормовых маршевых реверсивных движителей и двух подруливающих движителей горизонтального и вертикального каналов. Кормовые движители расположены попарно в горизонтальной и вертикальной плоскостях под углом $22,5^\circ$ к продольной оси аппарата. Такая движительная схема позволяет создать произвольные упоры и моменты для управления АНПА, а также реализовывать различные режимы движения.

Управление движением АНПА осуществляется по пяти степеням свободы. Диапазон допустимых значений для заданных продольной скорости составляет 0—2,0 м/с.

Заглубление с поверхности воды АНПА осуществляется с использованием вертикального подруливающего устройства (ВПУ). Далее погружение АНПА выполняется под управлением маршевых движителей (раздел 4.8).

2.3 Система программного управления и бортовой навигации

СПУ осуществляет основные функции по управлению движением АНПА и бортовым оборудованием (включая оборудование полезной нагрузки) в соответствии с введённой миссией, а также осуществляет контроль функционирования всех его систем.

СПУ обеспечивает:

- формирование управляющих сигналов для ДРК с целью реализации заданной траектории;
- безопасность АНПА при работе;
- обмен информацией с бортовыми блоками ГАНС и поисковыми системами (ГБО);
- контроль состояния бортовых устройств и аварийных датчиков;
- управление энергопитанием бортовых устройств в соответствии с заданием;
- выполнение телекоманд, поступающих по каналам ГАНС, СРС и локальной вычислительной сети (ЛВС) Ethernet;
- управление передачей данных по каналам связи ГАНС, СРС и ЛВС Ethernet;
- накопление навигационных и других данных в процессе работы аппарата, ведение бортового журнала;
- взаимодействие с ПО АУС, загрузка миссии, предстартовая проверка систем АНПА, передача накопленных данных.

Бортовая навигационная система (БНС) функционирует в составе СПУ и обеспечивает:

- формирование данных о местоположении АНПА (в подводном и надводном положениях) посредством счисления пути и передачу их в СПУ АНПА;
- определение местоположения АНПА при его всплытии с помощью приёмников СНС;
- стабилизацию движения АНПА по вертикали относительно грунта.

В состав БНС функционально входят:

- приёмник СНС;
- ДЛ и эхолотационная система (ЭЛС);
- датчик глубины;
- вычислительное устройство БНС;
- МК с датчиками ориентациями.

Совместно БНС и ГАНС образуют комплексированную навигационную систему (КНС), которая позволяет осуществлять коррекцию координат путём комплексирования данных от обеих систем. При совместной обработке информации обеспечиваются компенсация и фильтрация накапливающихся и случайных ошибок отдельных систем и устройств.

2.4 Гидроакустическая система навигации и связи (опция)

ГАНС обеспечивает слежение за аппаратом, а также периодическую коррекцию в определении бортовых координат АНПА. Погрешность определения дистанции значительно зависит от гидрологических условий района работ, а также от погрешности заданной скорости звука. При отсутствии ГАНС АНПА использует счисление (с использованием показаний магнитного компаса (МК), датчика глубины (ДГ) и доплеровского лага (ДЛ)) и GNSS (на поверхности) для определения собственных координат.

Характеристики ГАНС сведены в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 — Характеристики ГАНС

| Наименование параметров | Значение параметров |
|--|---------------------|
| | ГАНС S2C-18/34 УКБ |
| Рабочая глубина, м | до 300 |
| Дальность действия (наклонная), км | до 3,5 |
| Погрешность измерения наклонной дальности, м | не более 0,01 |
| Рабочая частота, кГц | 18 ...34 |
| Погрешность измерения пеленга, град | 0,1 |
| Скорость передачи данных, кбит/с | до 13,9 |

Программно-аппаратное обеспечение ГАНС позволяет:

- вычисление координат АНПА в системе координат, связанной с судном-носителем и их пересчет в географическую систему координат;
- коррекцию поведения АНПА посредством передачи команд ТУ (таблица 6.1) с борта судна.

2.5 Система радиосвязи

Судовой РМ с антенной устанавливается на штанге и подключается к АУС через удлинительный кабель. Также в СРС входит РМ, установленный на АНПА (бортовой РМ).

СРС обеспечивает (при волнении моря до 2 баллов):

- телеуправление движением АНПА на поверхности воды (раздел 6.2);
- выгрузку из АНПА накопленной информации (раздел 6.4.1);
- загрузку данных в АНПА (раздел 6.4.2);
- передачу GNSS-координат АНПА после окончания миссии (раздел 6.4.3).

Радиосвязь обычно применяется при работе АНПА вблизи обеспечивающего судна, поскольку позволяет оперативное вмешательство в работу АНПА.

2.6 Балластная система

В состав балластной системы входит 2 электромагнита, размещённых в нижней части по середине АНПА. К электромагнитам цепляется груз массой 9,5 кг — это обязательная процедура перед стартом миссии. Балластная система обеспечивает резерв плавучести при необходимости всплытия АНПА без использования ДРК (при аварии ДРК или затоплении контейнера). Сброс балластного груза производится в случаях, перечисленных в разделе 7.2.

2.7 Система энергообеспечения

Система энергообеспечения предназначена для бесперебойного электропитания всех бортовых устройств и систем АНПА в рабочем режиме, а также контроллера аварийной системы, светомаяка, РМ, датчика глубины, приёмника СНС и бортового блока ГАСНС в аварийном режиме.

В состав СЭО входит аккумуляторная батарея (АБ) и устройство зарядное аккумуляторной батареи.

Аккумуляторные батареи соединены по параллельной схеме, обеспечивающей бесперебойную подачу питания на шины питания АНПА. Бесперебойная подача питания осуществляется одновременным подключением силовых коммутаторов питания каждого АБ к соответствующим шинам через диоды.

Общие характеристики СЭО представлены в таблице 2.2.

Процесс заряда АБ описан в разделе 5.2.

Таблица 2.2 — Характеристики СЭО

| | |
|--|-------------------------------------|
| Количество АБ в составе СЭО, шт. | 2 |
| Диапазон напряжений питания бортовой сети, В | от 23,8 до 29,4 |
| Напряжение полного заряда, В | 29,4±0,2 |
| Напряжение номинальное, В | 25,9 |
| Номинальный ток разряда одной АБ, А | 30 |
| Максимально допустимый ток разряда одной АБ, А | 40 (не более 10 мин) |
| Максимально допустимый ток заряда одной АБ, А | 20 |
| Номинальная ёмкость одной АБ, А·ч | 55 |
| Гарантийная наработка одной АБ, количество циклов заряд-разряд | 500 (в пределах 5 лет эксплуатации) |

3 ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОТ

3.1 Общие рекомендации и действия перед началом работ

До начала работ в новом районе необходимо выполнить следующие действия:

1. Перед началом работ необходимо определить диапазон глубин (от минимума до максимума) в районе работ (на основе картографических данных или после промера эхолотом), оценить сложность рельефа.

Также необходимо измерить судовыми средствами (при их наличии) скорость подводного течения в районе на глубине, где предполагается работа АНПА (должна уточняться по результатам погружений АНПА).

ВНИМАНИЕ: ПРИ НАЛИЧИИ ПРИДОННОГО ТЕЧЕНИЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНО ПРОКЛАДЫВАТЬ ГАЛСЫ ВДОЛЬ И ПРОТИВ ТЕЧЕНИЯ. ЕСЛИ СКОРОСТЬ ТЕЧЕНИЯ СОСТАВЛЯЕТ 50% ОТ СКОРОСТИ АНПА, ТО ДЛИТЕЛЬНОСТЬ МИССИИ УВЕЛИЧИВАЕТСЯ В 1,33 РАЗА ОТНОСИТЕЛЬНО РАСЧЁТНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ.

2. Необходимо выполнить проверку баллаستировки АНПА и гидроакустической связи в новом районе, для чего выполняется зависание на заданной глубине. В процессе зависания АНПА с АУС передаются телекоманды аппарату, затем после подъёма анализируется качество их приёма-передачи.

ВНИМАНИЕ: ЕСЛИ СВЯЗЬ С АНПА УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНАЯ И АНПА ИМЕЕТ НАДЛЕЖАЩУЮ ПЛАВУЧЕСТЬ, ДИФФЕРЕНТУЮЩИЙ И КРЕНЯЩИЙ МОМЕНТ, В РАЙОНЕ РАЗРЕШАЕТСЯ РАБОТАТЬ, ИНАЧЕ — ЗАПРЕЩАЕТСЯ.

При составлении миссий необходимо принять во внимание следующие обстоятельства:

1. Перед обследованием района необходимо убедиться в том, что движение АНПА в пределах района будет безопасно. Следует выполнить запуск АНПА для оценки сложности рельефа путём съёмки дна ГБО ВЧ на высоте 5—10 м. Скорость движения АНПА при выполнении съёмок следует задавать в диапазоне 0,6—1,0 м/с, т.к. это обеспечивает наилучшее качество снимков.
2. Анализ данных ГБО ВЧ даст представление о характере дна и объектах, представляющих опасность для АНПА (затопленные суда, верёвки, сети, контейнеры, пещеры, мачты и другие объекты).

ВНИМАНИЕ: ЕСЛИ В МИССИИ ТРЕБУЕТСЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ НА ВЫСОТЕ МЕНЕЕ 3 МЕТРОВ, ТО НЕОБХОДИМО ЗАДАВАТЬ СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ АНПА НЕ БОЛЕЕ 0,6 М/С.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ ЗАДАВАТЬ В МИССИЯХ СТАБИЛИЗАЦИЮ ВЫСОТЫ ДВИЖЕНИЯ БОЛЕЕ 30 М ЛИБО МЕНЕЕ 1,5 М.

ВНИМАНИЕ: НА ВЫСОТЕ ДВИЖЕНИЯ МЕНЕЕ 30 М БНС АНПА ИСПОЛЬЗУЕТ ДЛЯ НАВИГАЦИИ ДОПЛЕРОВСКИЙ ЛАГ, В ТО ВРЕМЯ КАК НА ВЫСОТЕ БОЛЕЕ 30 М СКОРОСТЬ НЕ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ (ПРИ ЭТОМ ТОЧНОСТЬ НАВИГАЦИОННОГО СЧИСЛЕНИЯ И ПРИВЯЗКИ ДАННЫХ ПАДАЕТ).

3. При ровном рельефе дна и отсутствии препятствий допускается поиск точечных объектов на дне (со скоростью 0,3—0,6 м/с) с использованием полезной нагрузки на малом отстоянии от грунта (1,5—2 м). Задаваемая скорость движения АНПА должна превышать скорость течения на рабочей глубине (высоте) как минимум в 2 раза.

ВНИМАНИЕ: ДВИЖЕНИЕ С БОЛЬШИМИ СКОРОСТЯМИ (1,3—2,0 М/С) ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ СЪЁМОК НЕ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ, Т.К. ХАРАКТЕРИЗУЕТСЯ МНОГОКРАТНЫМ УВЕЛИЧЕНИЕМ ПОТРЕБЛЯЕМОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, ПАДЕНИЕМ КАЧЕСТВА СТАБИЛИЗАЦИИ И УХУДШЕНИЕМ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЙ. ЭТИ СКОРОСТИ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ ТОЛЬКО ДЛЯ ПОГРУЖЕНИЯ, ВСПЛЫТИЯ И ДЛЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ В ДРУГОЙ РАЙОН.

3.2 Процесс подготовки миссии для загрузки в АНПА

Подготовка маршрутного задания для АНПА производится по предварительно составленному плану миссии с использованием программы viewer (Приложение А). План миссии должен задавать параметры:

- элементов маршрутного задания АНПА (координаты путевых точек, режимы движения и т.п.);
- включения и выключения полезной нагрузки.

Во время подготовки маршрутного задания программа viewer проверяет вводимые ЭМЗ на корректность. После завершения работы программы получается файл с описанием маршрутного задания, загружаемый в АНПА.

3.3 Рекомендации по работе в глубоких акваториях

При работе в акваториях с глубиной места более 50 м следует уделить особое внимание настройке плавучести, а также процедурам погружения и всплытия, т.к. они занимают относительно большое время и имеют свои особенности.

По приходу в район работ необходимо выполнить эхолотный промер средствами обеспечивающего судна для последующего построения батиметрической карты (если таковая карта отсутствует). Данные батиметрии должны использоваться для рационального планирования погружений АНПА.

ВНИМАНИЕ: ЕСЛИ ПОСЛЕ НАСТРОЙКИ ПЛАВУЧЕСТИ ВОЗНИКАЮТ ПРОБЛЕМЫ С ВСПЛЫТИЕМ ИЛИ УДЕРЖИВАНИЕМ АНПА НА ПОВЕРХНОСТИ ПО ОКОНЧАНИИ МИССИИ, ТО НЕОБХОДИМО СБРАСЫВАТЬ АВАРИЙНЫЙ БАЛЛАСТ.

Следует считать, что приоритетным является выполнение миссии, а не сохранение балласта во что бы то ни стало. Балласт может быть сброшен автоматически и по необходимости с использованием телекоманды.

После завершения фазы погружения необходимо предусмотреть этап коррекции координат БНС (обнуление накопившейся за время погружения ошибки) за счет использования данных ГАНС УКБ. Для этого АНПА должен перейти в режим позиционирования на 10 минут (с нулевой продольной скоростью) на безопасном отстоянии от дна, в течение которых компенсируется погрешность счисления координат, накопленная на фазе погружения АНПА. Далее в течение 5 минут аппарат должен двигаться на этой же высоте с крейсерской скоростью для адаптации регуляторов движения АНПА к фактической остаточной плавучести.

Рекомендации по составлению миссий для балластировки даны в разделах 4.2 и 4.3. Особенности выполнения фаз погружения и всплытия, а также пример миссии для работы в условиях глубокого моря даны в разделе 4.8.

3.4 Рекомендации по работе в сложном рельефе

Применение АНПА в условиях сложного рельефа дна требует специальных методик использования, а также более тщательного подхода к составлению миссий и подготовке к работе. Данный раздел содержит рекомендации для организации работы АНПА в таких условиях.

Сложным рельефом дна для использования АНПА «ММТ-300» следует считать как горизонтальное дно, поверхность которого осложнена наличием вертикальных уступов в виде стенок или обрывов с осыпями грунта, камнепадами, скоплением крупных глыб, так и дно со средним уклоном более 10°. Данный рельеф представляет собой серьезное препятствие для движения аппарата с огибанием неровностей на скорости 0,6—2,0 м/с при отстоянии от дна 5—10 м (режим ГБО ВЧ), т.к. АНПА обладает инерцией.

ВНИМАНИЕ: ЕСЛИ ПОСЛЕ ОЦЕНКИ СЛОЖНОСТИ РЕЛЬЕФА НЕЛЬЗЯ ПОДОБРАТЬ ВЫСОТУ, КОТОРАЯ ПОПАДАЕТ В ДОПУСТИМЫЙ ДИАПАЗОН (РАЗДЕЛ 4.5, ТАБЛИЦА 4.1) И ЯВЛЯЕТСЯ БЕЗОПАСНОЙ ДЛЯ АНПА (РАЗДЕЛ 3.1), ТО НЕОБХОДИМО

ИСПОЛЬЗОВАТЬ РЕЖИМ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ С МАЛОЙ СКОРОСТЬЮ.

При работе в условиях каменных россыпей и крутых склонов имеются проблемы с работой ДЛ и приёмом сигналов ГАНС УКБ. При выполнении галсов с постоянной координатной привязкой (основной режим работы АНПА) эти сбои могут приводить к рысканию аппарата и доворотам его по курсу, что может вызвать ухудшение качества получаемых в это время ГБО-изображений. В таких условиях целесообразно отказаться от постоянной координатной привязки траектории и перейти на следующую схему прокладки галсов:

1. выход в точку начала съёмочного галса выполняется с координатной привязкой на безопасной высоте, после чего осуществляется переход на высоту съёмки в режиме позиционирования;
2. включение бортового устройства, которым планируется выполнять съёмку;
3. выполнение съёмочного галса в режиме стабилизации курса, глубины (высоты) и скорости в течение заданного времени;
4. выключение бортового устройства;
5. переход в режиме позиционирования на безопасную высоту и далее переход в режиме «под кормовыми» в точку с заданными координатами начала следующего галса и т.д.

Во время работы у дна переход с одного рабочего горизонта (отстояния) на другой, отличающийся на 5—50 м рекомендуется выполнять в режиме позиционирования (с нулевой продольной скоростью). Это позволяет минимизировать вероятность столкновения с препятствием (по сравнению с режимом «под кормовыми»). Переходы между горизонтами с разницей до 5 м следует выполнять без изменения режима движения (т.е. в том режиме, в каком АНПА выполнял предыдущую команду). Переходы между горизонтами с разницей более 50 м следует выполнять в режиме «под кормовыми» с целью экономии времени и энергоресурса АНПА. Переход АНПА от участка к участку производится на безопасной высоте.

Действия контрольно-аварийной системы (КАС) АНПА или манёвры АНПА при обходе препятствий не должны рассматриваться как ошибки при выполнении миссии. Эти действия направлены на обеспечение безопасности аппарата, которая является приоритетной при работе. Для того чтобы выполнение миссии как можно больше соответствовало плану, необходимо обеспечить надлежащую плавучесть аппарата, а также выбрать режимы движения, соответствующие характеру рельефа выбранных для осмотра районов.

4 ТИПОВЫЕ МИССИИ АНПА

4.1 Предварительная балластировка и проверка гидроакустической связи

Перед началом работ в новой акватории должна выполняться проверка остаточной плавучести и дифференцирующего момента АНПА. Значения этих параметров должны соответствовать ИУПМ.361192.005 РЭ. Если они в 1,5 раза или более превышают значения, предписанные в ИУПМ.361192.005 РЭ, или плотность воды в районе отличается более чем на 0,001 кг/дм³ (по сравнению с районом, где в прошлый раз была проведена балластировка), перебалластировка должна выполняться в обязательном порядке.

При больших значениях остаточной (положительной или отрицательной) плавучести АНПА будет двигаться горизонтально с большими углами атаки (дифферента), расходуя дополнительно энергию, скорость АНПА при этом уменьшается, качество вертикальной стабилизации ухудшается.

Цель миссии — проведение измерений, необходимых для предварительной коррекции плавучести АНПА, минимизации разбалансировки по дифференту и крену, а также проверка качества гидроакустической связи. Согласно ИУПМ.361192.005 РЭ, плавучесть и гидростатические параметры рассчитываются по упорам, которые создаются ВПУ во время зависания АНПА на заданной глубине.

В процессе выполнения данной миссии АНПА стабилизирует глубину путём использования ВПУ. Код миссии приведён в листинге 4.1. Шаблон требуется редактировать, если глубина места в районе менее 15 м (уменьшив глубину зависания АНПА).

```
{
  "mission::Plan": {
    "name": "ballasting",
    "note": "Балластировочная миссия",
    "tasks": [
      { "id": "TackForce", "value[ForceTime]": 60, "value[ForceUp]":
0, "value[ForceFront]": 0, "value[ForceYaw]": 0, "value[ForcePitch]": 0 },
      { "id": "TackFreeze", "value[Time]": 15, "value[FreezeOffsetDepth]": -
10, "value[Velocity]": 0, "value[FreezeOffsetYaw]": 0, "value[FreezePitch]": 0 }
    ]
  }
}
```

Листинг 4.1 — Код миссии для предварительной балластировки и проверки гидроакустической связи

Ход типовой миссии (листинг 4.2):

- АНПА спускается на воду и после пропуска буксировки начинает погружение на глубину 10 м под ВПУ, при этом постоянно с лодки контролируется фалом;
- в процессе зависания АНПА на глубине 10 м на посту оператора анализируется телеметрическая информация (качество связи с АНПА), одновременно с этим оператор производит проверку выполнения телекоманд;
- качество работы гидроакустического канала связи оценивается по приёму телеметрии и квитанций подтверждения телекоманд на посту оператора;
- по истечении 15 минут АНПА всплывает на поверхность под ВПУ.

4.2 Балластировка для работы у дна

Второй этап балластировки АНПА — настройка плавучести и дифференцирующего момента АНПА до значений, заданных в ИУПМ.361192.005 РЭ, для работы у дна в заданном районе.

Миссия заключается в пробном погружении АНПА до дна в режиме «под кормовыми» с зависаниями по 10 минут на характерных горизонтах (100 м, 200 м, 300 м) и отстоянии от дна 7—30 м с проверкой работоспособности всех систем.

Код шаблона миссии приведён в листинге 4.2. Шаблон составлен для района глубиной 300 м и требует редактирования в случае другой глубины (удаление горизонтов погружения и зависания АНПА).

```

{
  "mission::Plan": {
    "name": "ballasting",
    "note": "Балластировочная миссия",
    "tasks": [
      {"id": "TackLift", "value[LiftMinesDepth]": -100, "value[LiftAltitude]": 0,
"value[LiftVelVert]": 0.7, "value[LiftVelHoriz]": 0.7, "value[LiftRadius]": 10},
      {"id": "TackFreeze", "value[Time]": 5, "value[FreezeOffsetDepth]": 0,
"value[Velocity]": 0, "value[FreezeOffsetYaw]": 0, "value[FreezePitch]": 0},
      {"id": "TackLift", "value[LiftMinesDepth]": -200, "value[LiftAltitude]": 0,
"value[LiftVelVert]": 0.7, "value[LiftVelHoriz]": 0.7, "value[LiftRadius]": 10},
      {"id": "TackFreeze", "value[Time]": 5, "value[FreezeOffsetDepth]": 0,
"value[Velocity]": 0, "value[FreezeOffsetYaw]": 0, "value[FreezePitch]": 0},
      {"id": "TackLift", "value[LiftMinesDepth]": -300, "value[LiftAltitude]": 0,
"value[LiftVelVert]": 0.7, "value[LiftVelHoriz]": 0.7, "value[LiftRadius]": 10},
      {"id": "TackFreeze", "value[Time]": 5, "value[FreezeOffsetDepth]": 0,
"value[Velocity]": 0, "value[FreezeOffsetYaw]": 0, "value[FreezePitch]": 0},

      {"id": "TackYaw", "value[Up]": 30, "value[Velocity]": 0, "value[Time]":
10, "value[Yaw]": -90, "value[SafeDepth]": 0},
      {"id": "TackYaw", "value[Up]": 30, "value[Velocity]": 1.0, "value[Time]":
5, "value[Yaw]": -90, "value[SafeDepth]": 0},
    ]
  }
}

```

Листинг 4.2 — Код шаблона миссии для балластировки для работы у дна

Позиционирование АНПА (в течение 10 минут) у дна после погружения позволяет автоматически компенсировать погрешность счисления координат, накопленную на этапе погружения (за счёт данных от ГАНС УКБ). Пробное движение (в течение 5 минут) с крейсерской скоростью на безопасной высоте позволяет адаптировать регуляторы движения АНПА к фактической остаточной плавучести (за счёт настройки интегратора). По результатам миссии следует откорректировать балластировку и оценить скорость придонного течения.

4.3 Площадная съёмка средствами ГБО ВЧ

Районы большой площади обследуются при помощи таких средств, как ГБО ВЧ. Движение АНПА в этом случае задаётся как последовательность параллельных взаимообратных галсов, напоминающих прямоугольный меандр (рисунок 4.1).

Меандр обеспечивает наиболее эффективное покрытие больших территорий, поскольку не покрывает уже пройденное.

На рисунке 4.1 изображена схема и основные параметры меандра:

A — длина рабочего галса (длина фигуры);

B — длина промежуточного галса (межгалсовая дистанция);

C — ширина фигуры.

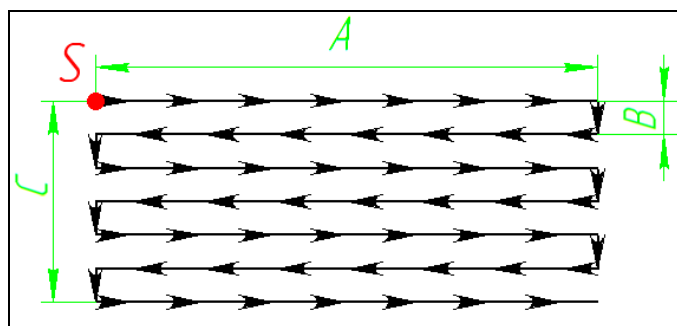


Рисунок 4.1 — Поисковая фигура меандр и её основные параметры

При задании ориентации фигуры (угла разворота) на местности учитываются 2 фактора: направление течения и количество поворотов АНПА. Для минимизации количества поворотов рабочие галсы (в пределах которых происходит съёмка) ориентируются вдоль наиболее длинной стороны района. Такой подход используется в районах, где подводные течения отсутствуют или минимальны.

ВНИМАНИЕ: ЕСЛИ СКОРОСТЬ ТЕЧЕНИЯ НА РАБОЧЕЙ ГЛУБИНЕ (ВЫСОТЕ) БОЛЕЕ 0,2 М/С, ТО ВСЯ ФИГУРА РАЗВОРАЧИВАЕТСЯ ТАК, ЧТОБЫ РАБОЧИЕ ГАЛСЫ БЫЛИ ОРИЕНТИРОВАНЫ ВДОЛЬ И ПРОТИВ ТЕЧЕНИЯ (ЭТО УМЕНЬШАЕТ УГОЛ ДРЕЙФА И УЛУЧШАЕТ КАЧЕСТВО СЪЁМКИ). СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ АНПА СЛЕДУЕТ ВЫБИРАТЬ ИЗ ОПТИМАЛЬНОГО ДИАПАЗОНА СКОРОСТЕЙ (СМ. РАЗДЕЛ 3.1 И ТАБЛИЦУ 4.1).

Движение АНПА в режиме стабилизации высоты (отстояния от грунта) используется при съёмке дна, когда требуется сплошное покрытие района либо поиск точечного объекта. При этом аппарату должна задаваться безопасная высота движения в пределах устойчивой работы ЭЛС. Допускается движение АНПА в режиме стабилизации глубины при относительно ровном рельефе дна, когда требуется съёмка дна с широкой полосой обзора. Если отстояние АНПА от грунта выходит за пределы рабочего диапазона ДЛ, навигация будет ухудшаться. ЭЛС контролирует приближение АНПА ко дну.

Допустимые заданные значения скорости и высоты для площадных съёмок с использованием ГБО приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 — Допустимые заданные значения для площадных съёмок

| Название задачи | Заданная скорость (м/с) | Заданная высота (м) |
|-------------------------|-------------------------|---------------------|
| Площадная съёмка ГБО ВЧ | 0,6—1,2 | 5—10 |

4.4 Погружение и всплытие в условиях глубокого моря

При погружении под моторами в условиях глубокой акватории рекомендуется пользоваться командой «Спираль по вертикали». В этом случае

АНПА будет быстро погружаться до заданной глубины (с вертикальной скоростью около 0,75 м/с), однако заданная глубина должна гарантированно отстоять на дистанции 20 м от дна (или больше, если рельеф сложный). Траектория погружения будет иметь вид круговой спирали диаметром до 200 м. При этом левый и правый маршевые движители работают с разными скоростями для придания вращения АНПА.

5 ПОДГОТОВКА АНПА К РАБОТЕ И ЗАПУСК МИССИИ

5.1 Программное обеспечение АУС

Перед началом работ с АНПА следует убедиться, что АУС развёрнута, кабель связи подключен к аппарату, проверить соединение всех разъёмов. Далее нужно подать питание на АУС и компьютер оператора. После загрузки компьютеров, следует запустить WEB-браузер и в адресной строке ввести ip-компьютера (<http://10.25.101.101/>), для открытия выювера. Описание WEB-выювера представлено в Приложении А.

Типовой порядок действий с АНПА следующий:

1. Развёртывание АУС. Подстыковка АНПА к пульту АУС кабелем связи.
2. Заряд АБ при необходимости (раздел 5.2).
3. Предстартовая проверка (раздел 5.3).
4. Рабочий запуск. Спуск АНПА на воду. Буксировка и погружение (раздел 5.4).
5. Мониторинг миссии, телеуправление при необходимости (раздел 6).
6. Завершение запуска. Всплытие АНПА и подъём. Обработка данных (раздел 7).
7. Заряд АБ при необходимости (раздел 5.2).

5.2 Заряд батарей

Для заряда АБ необходимо следующее оборудование:

- Зарядное устройство (рисунок 5.1).
- Кабель заряда АНПА (рисунок 5.2).

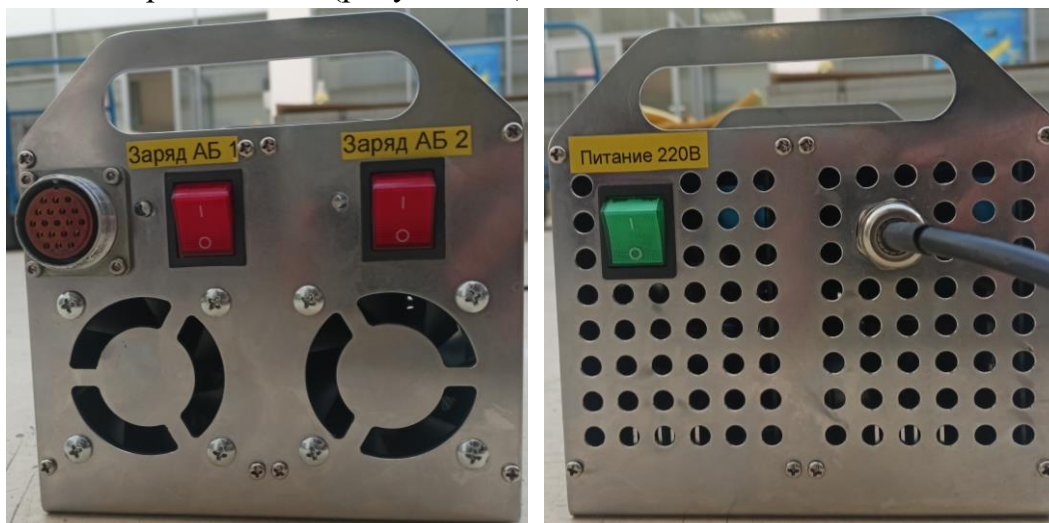


Рисунок 5.1 — Зарядное устройство



Рисунок 5.2 — Кабель заряда АНПА

Заряд АБ осуществляется непосредственно на борту АНПА путем подстыковки кабеля заряда к разъему заряда. Заряд выполняется в автоматическом режиме от зарядного устройства (ЗУ), подключенного к сети питания ~220В 50Гц мощностью не менее 2 кВт. Устройство заряда должно находиться в сухом помещении. Заряд должен проходить при температуре выше 0 °С.

Процедура заряда выполняется в следующей последовательности:

1. Убедиться, что кнопки «Питание 220В», «Заряд АБ 1» и «Заряд АБ 2» на зарядном устройстве находятся в состоянии «ВЫКЛ.» (рисунок 5.1).
2. Подключить зарядное устройство к сети ~220В 50Гц с помощью кабеля питания 220В. (рисунок 5.1).
3. Подключить зарядное устройство к АНПА с помощью кабеля заряда АНПА. Разъем подключения кабеля заряда находится в кормовой части аппарата на правом борту (рисунок 5.2). Для открытия разъема использовать крышку разъема кабеля заряда. Крышка откручивается с кабеля и используется в качестве ключа для откручивания крышки разъема заряда АНПА (рисунок 5.2). Другой конец кабеля подключить к зарядному устройству. Снимите защитные колпачки с разъемов и произвести подключение.
4. Перевести кнопку «Питание 220В» на зарядном устройстве в состоянии «ВКЛ.» (рисунок 5.1).
5. Через 10 сек (после характерного звука включения реле в ЗУ) перевести кнопки «Заряд АБ 1» и «Заряд АБ 2» на зарядном устройстве в состоянии «ВКЛ.» (рисунок 5.1).
6. По состоянию индикаторов заряда (свечение красным цветом) убедиться, что АБ заряжается (рисунок 5.1).
7. Дождаться окончания заряда (индикаторы заряда начнут светиться зеленым цветом).

8. Перевести кнопки «Заряд АБ 1» и «Заряд АБ 2» на зарядном устройстве в состояние «ВЫКЛ.». Затем перевести кнопку «Питание 220В» на зарядном устройстве в состояние «ВЫКЛ.»
9. Отключить кабель заряда АНПА. Закрутить крышку разъема заряда АНПА. Закрутить защитные колпачки на разъемы кабеля.
10. Отключить кабель питания 220В.

Полный цикл заряда АБ занимает около 4 часов для полностью разряженных батарей. Остановить заряд АБ можно в любое время, но рекомендуется проводить заряд без перерыва.

5.3 Предстартовая проверка

Перед каждым запуском аппарата необходимо убедиться, что подсистемы АНПА функционируют надлежащим образом. Все контролирующие функции на аппарате выполняет КАС, которая обеспечивает отслеживание состояния всех блоков и систем, и организует адекватную реакцию в случае обнаружения неисправности.

После включения АНПА необходимо перевести его на батарейное питание путем отправки команды «Система вкл» (рисунок 5.3). Затем следует запросить список аварий и убедиться в их отсутствии (рисунок 5.4).

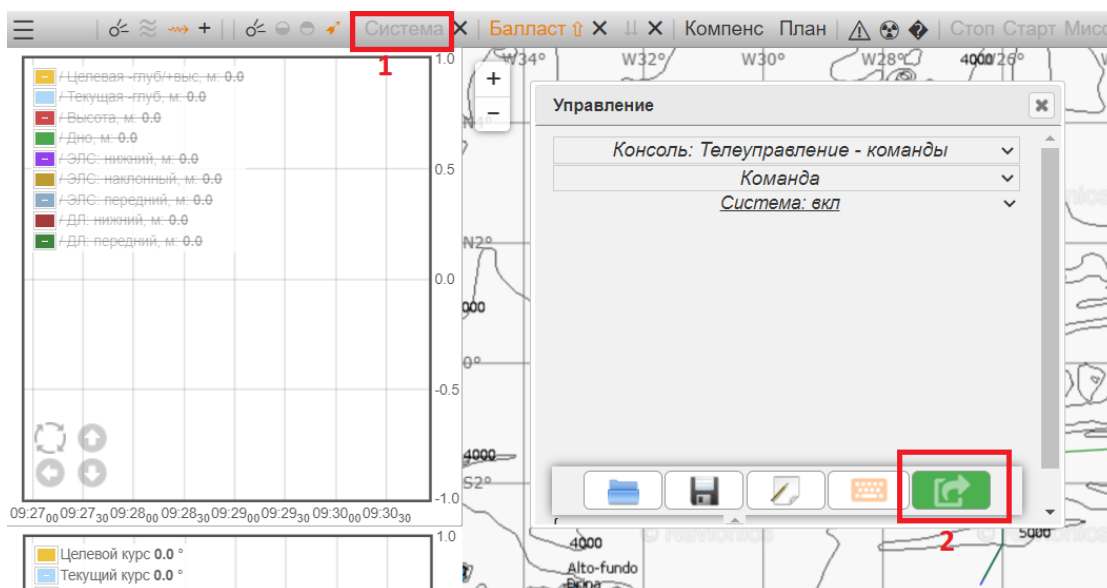


Рисунок 5.3 — Перевод АНПА на батарейное питание

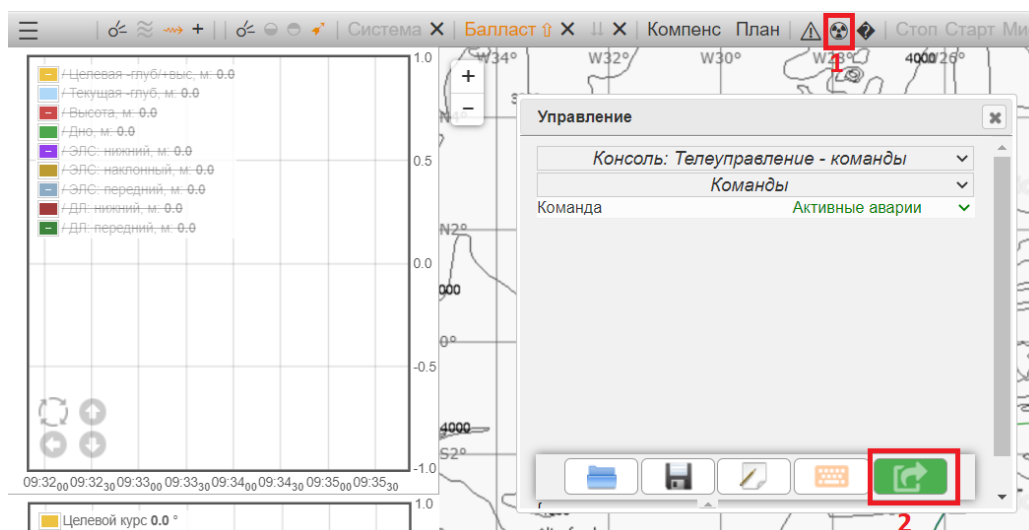


Рисунок 5.4 — Запрос активных аварий

5.4 Рабочий запуск, буксировка и погружение

Составленное маршрутное задание (см. раздел 4) следует загрузить в АНПА. Для этого следует загрузить из файла ранее подготовленную миссию (рисунок 5.5), либо составить новую, затем нажать кнопку «Отправить».

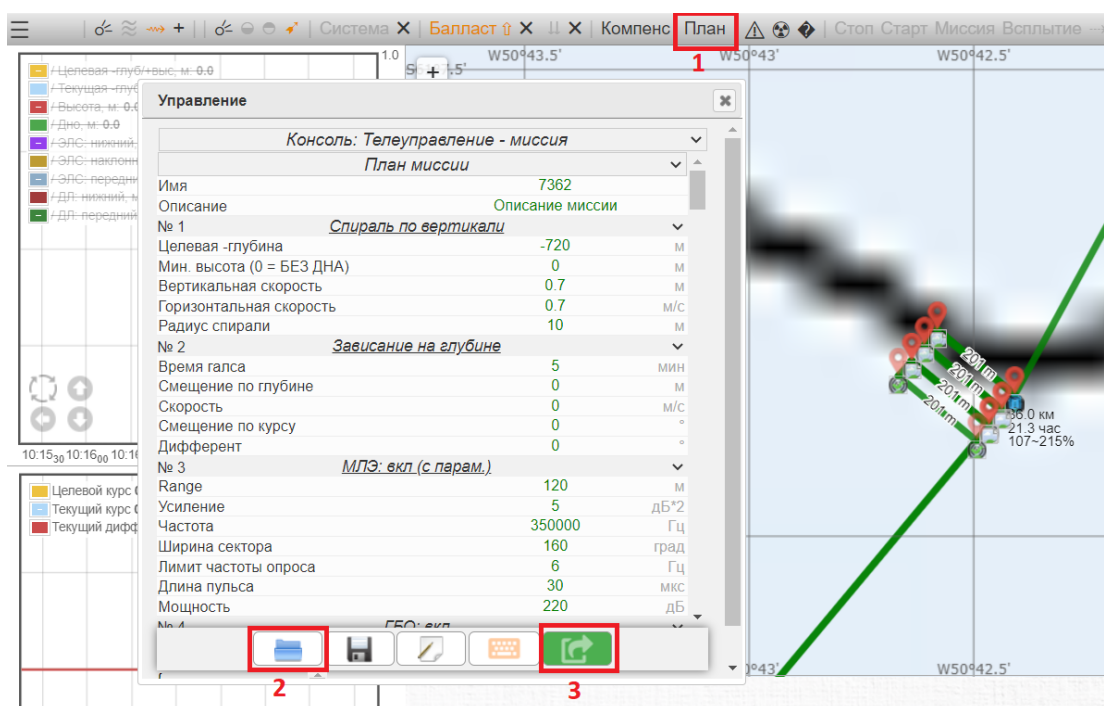


Рисунок 5.5 — Подготовка маршрутного задания АНПА

Второй вариант загрузки МЗ — копирование json-файла миссии на компьютер автопилота АНПА в директорию «/exe/missions». Загрузка файлов возможна только при наличии одного из высокоскоростных каналов связи, таких как консольный кабель или радиоканал.

Для копирования файлов используется системная утилита «scp», например:
 scpmission.jsonauv@10.25.1.101:/exe/missions/

Затем следует отправить команду на запуск МЗ с указанием имени файла (рисунок 5.6).

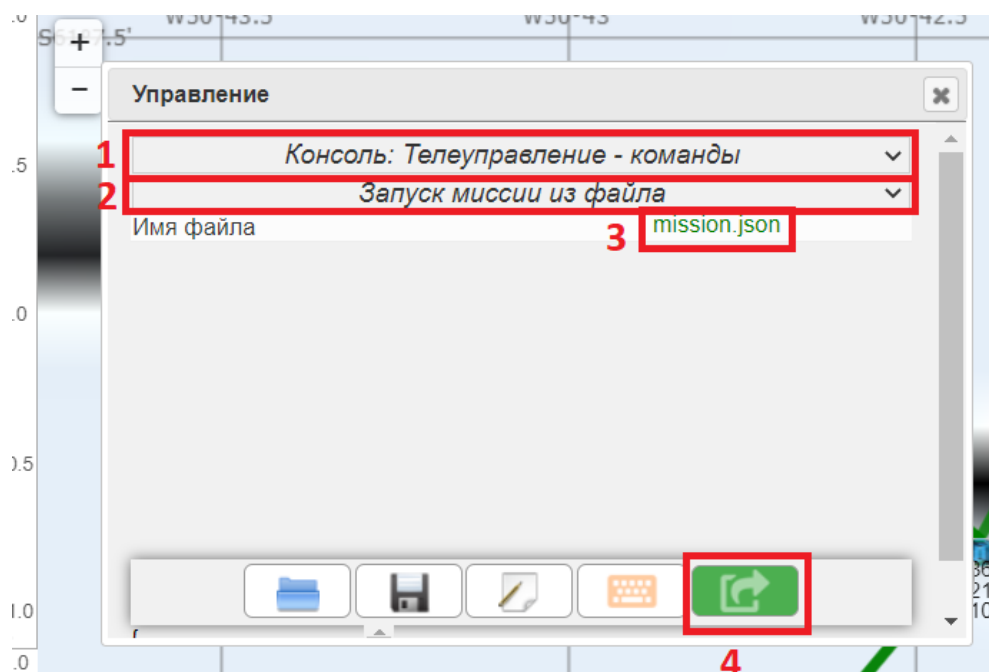


Рисунок 5.6 — Запуск маршрутного задания АНПА из файла

Далее необходимо установить аварийный балласт АНПА, для этого следует отправить команду на включение электромагнитов, удерживающих балласт (рисунок 5.7). Затем следует установить балластный груз на штатное место в АНПА.

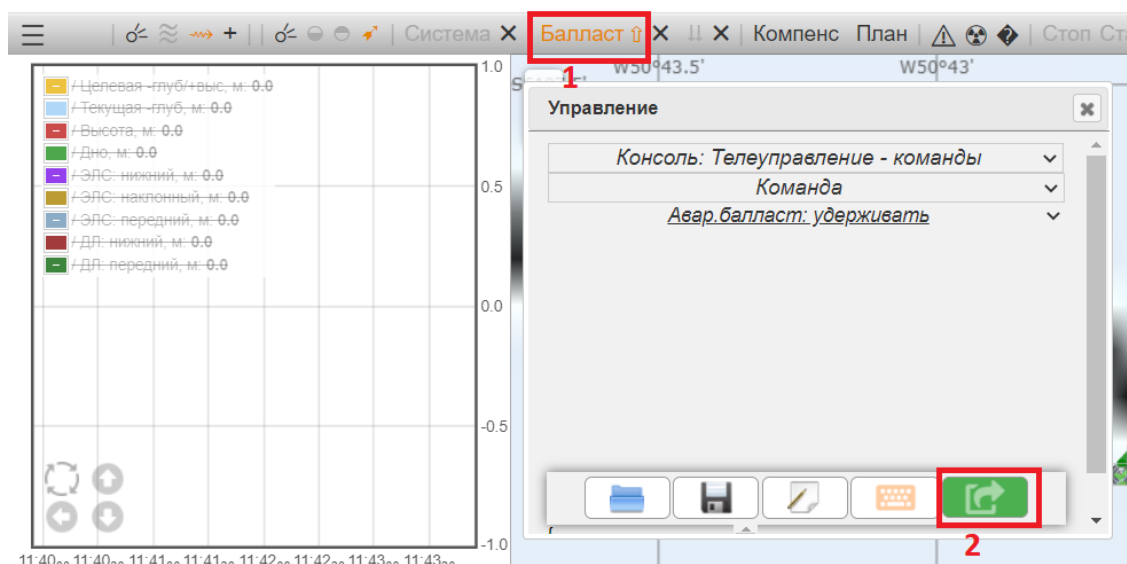


Рисунок 5.7 — Запуск маршрутного задания АНПА из файла

После завершения всех подготовительных операций следует отключить консольный кабель от АНПА, предварительно сняв питание с него на пульте АУС. Перед закручиванием крышки на разъёме аппарата следует убедиться в наличии уплотнительного резинового кольца в крышке, после чего затянуть крышку ключом.

Для запуска маршрутного задания необходимо отправить команду «Перейти в стадию Старт» (рисунок 5.8). В случае наличия активных аварий переход будет заблокирован КАС с появлением сообщений бортового журнала. При успешном выполнении перехода на стадию начнется накопление данных и включатся двигатели в режиме поддержания АНПА на поверхности. После спуска АНПА на воду следует подать команду «Компенсации глубины» (рисунок 5.9).

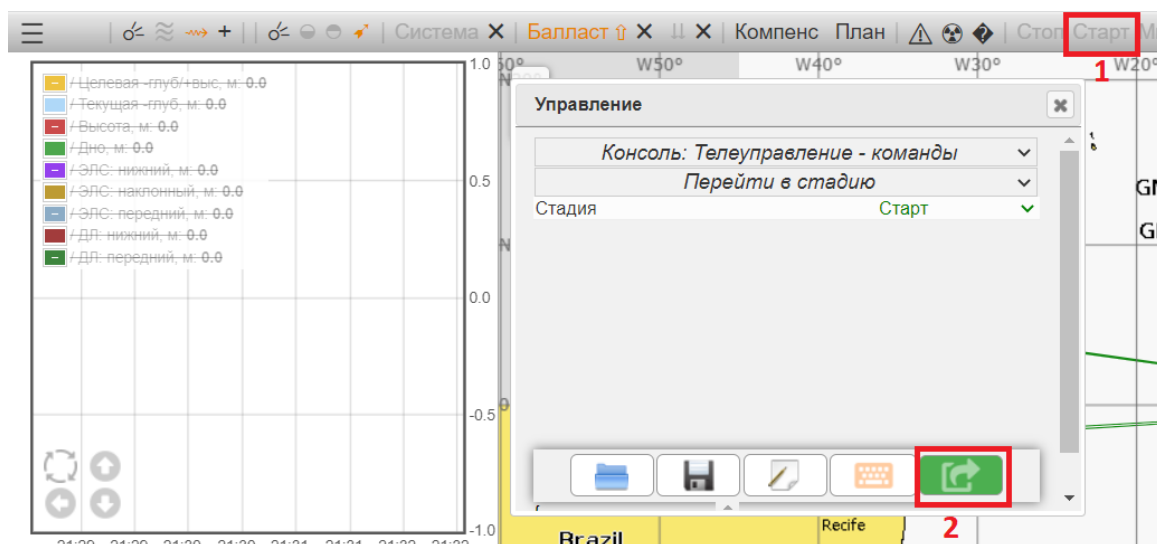


Рисунок 5.8 — Запуск маршрутного задания

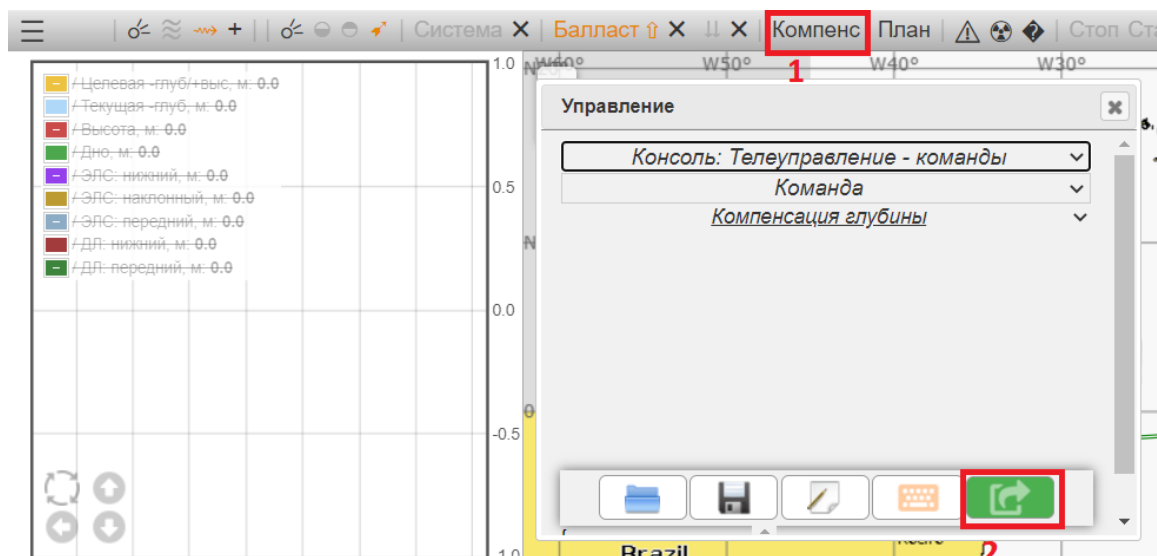


Рисунок 5.9 — Компенсация глубины

После того как АНПА отбуксируют в точку начала МЗ необходимо отправить команду «Перейти в стадию Миссия» (рисунок 5.10). При успешном выполнении перехода АНПА начнет выполнение загруженного МЗ. В противном случае в бортовом журнале появятся активные аварии, запрещающие запуск МЗ.

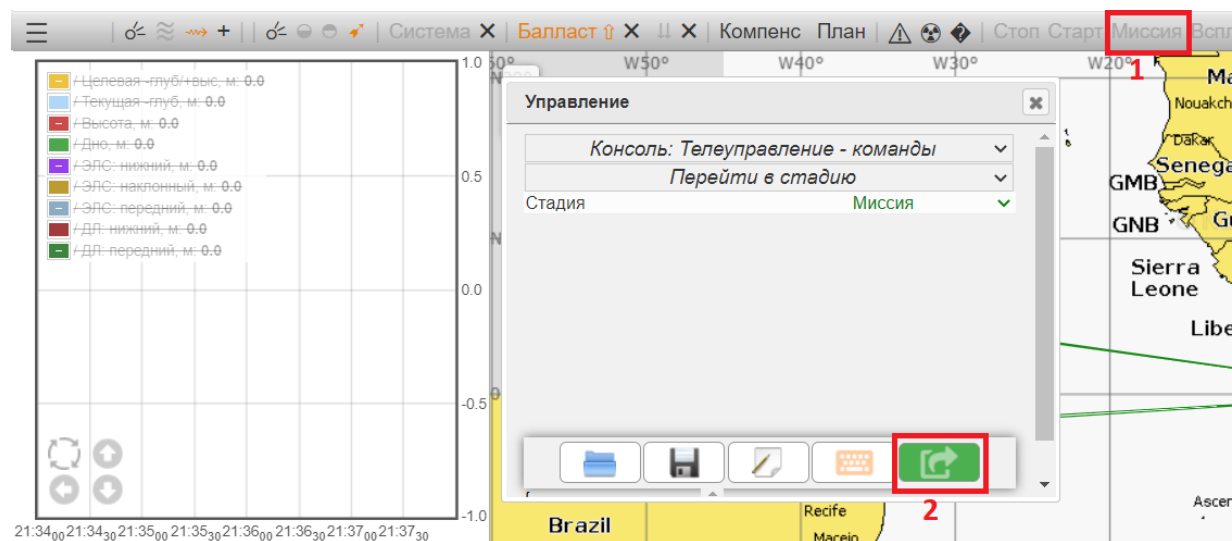


Рисунок 5.10 — Старт основной миссии

6 МОНИТОРИНГ МИССИИ И ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЕ АНПА

Во время выполнения МЗ оператор производит слежение за корректностью выполнения миссии. На АУС поступает телеметрическая информация (координаты АНПА, целевые значения, состояния важнейших устройств и т.д.) от СПУ АНПА по всем доступным каналам связи (чем меньше пропускная способность канала, тем меньше параметров передается) и отображается средствами WEB-вьюера.

Для оперативного вмешательства оператора в ход миссии предусмотрен ряд команд телеуправления (рисунок 6.1):

- команды отмены текущего задания МЗ либо отмены миссии полностью;
- команды включения/отключения поискового оборудования;
- команды коррекции целевых значений текущей задачи миссии;
- команды движения, перехватывающие управление МЗ.

Все команды ТУ передаются по всем доступным каналам связи одновременно, а при получении их на СПУ АНПА отбрасываются дубликаты команд. Результат доставки команды (доставлено/не доставлено) отображается в бортовом журнале в окне WEB-вьюера.



Рисунок 6.1 — Выбор команд ТУ

При наличии связи по радиоканалу предусмотрена возможность управления АНПА с помощью джойстика. На рисунке 6.2 представлена схема расположения управляющих кнопок. Stickleft задает продольную скорость вперед/назад и скорость поворота вправо/влево. При удержании кнопки «Ускорение» задаваемые величины скорости увеличиваются в 2 раза. При удержании кнопки «Стоп» подается команда остановки всех двигателей. В случае пропадания связи между постом управления и АНПА более чем на 2 секунды выполнение ТУ прекращается автоматически.



Рисунок 6.2 — Кнопки управления джойстика Dualshock 4

7 ЗАВЕРШЕНИЕ ЗАПУСКА АНПА

По окончании выполнения всех задач МЗ либо при обнаружении аварии контрольно-аварийной системой АНПА переходит в стадию «Всплытие» и начинает процедуру автоматического безопасного всплытия на поверхность и включения режима поддержания на поверхности.

В случае необходимости преждевременного завершения миссии оператор подает команду принудительного перехода в стадию «Всплытие» (рисунок 7.1).

Штатное использование АНПА предполагает применение двигателей (маршевых либо подруливающих) для всплытия и удерживания на поверхности по окончании миссии без отдачи аварийного балласта. Однако балласт может быть отдан в перечисленных ниже случаях.

Ситуации с мгновенной отдачей балласта:

- 1) По команде оператора «Снять балласт».
- 2) При срабатывании низкоуровневого КАС (низкоуровневый КАС срабатывает при отсутствии связи между драйвером и контроллером, например при зависании компьютера);
- 3) В момент истощения энергии АБ.

Отдача балласта откладывается, если при завершении миссии и истечению времени, отведённого на всплытие под моторами, АНПА не находится на поверхности.

ВНИМАНИЕ: ЕСЛИ АППАРАТУ НЕ ДОСТАТОЧНО ПЛАВУЧЕСТИ ДЛЯ ВСПЛЫТИЯ ИЛИ УДЕРЖИВАНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДВИГАТЕЛЕЙ В ШТАТНОМ РЕЖИМЕ, ОПЕРАТОРУ СЛЕДУЕТ СБРОСИТЬ БАЛЛАСТ ПО ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЮ.

После завершения всплытия, когда АНПА будет зацеплен строп-захватами и подниматься на борт, нужно остановить вращение ВПУ согласно рисунку 7.2. При успешном переходе в эту стадию:

- завершается накопление всех данных накопителя, запускается процесс создания архива из всех файлов накопителя (для уменьшения объема загружаемых данных);
- отключается режим поддержания АНПА на поверхности.

После поднятия АНПА на борт следует протереть ветошью или салфеткой поверхность над разъёмом связи так, чтобы вода не попала в разъём, осторожно отвернуть крышку, убедиться в отсутствии воды в разъёме. Необходимо подсоединить кабель связи, соединить крышки разъёмов связи и положить на штатное место. Далее следует подать питание на аппарат с пульта АУС и снять балласт с аппарата (если он имеется).

Вся собранная АНПА информация выгружается из его бортовых накопителей на запоминающие устройства поста управления с использованием системной утилиты «scp»:

- `scpauv@10.25.1.101:/exe/data zip/{mission_name}.tgz {data_dir}/`

Например:

- `scpauv@10.25.1.101:/exe/data_zip/
20221213_185501_Mission.autopilot.tgz data/`

Для извлечения данных из архива следует воспользоваться следующей командой:

- `tar -xzf {file_name}.tgz`

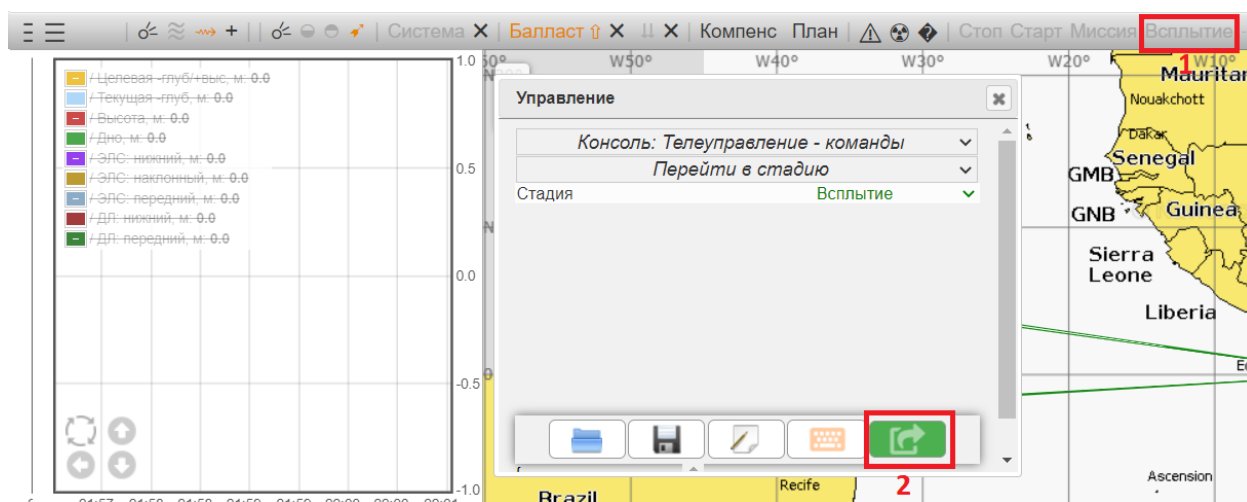


Рисунок 7.1 — Преждевременное завершение миссии

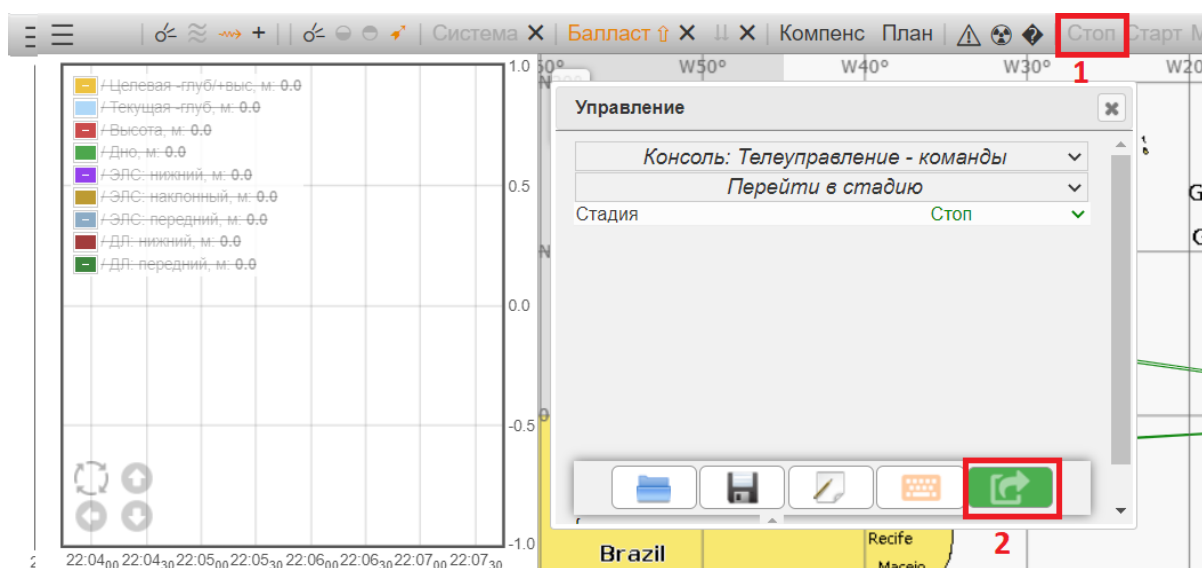


Рисунок 7.2 — Остановка миссии

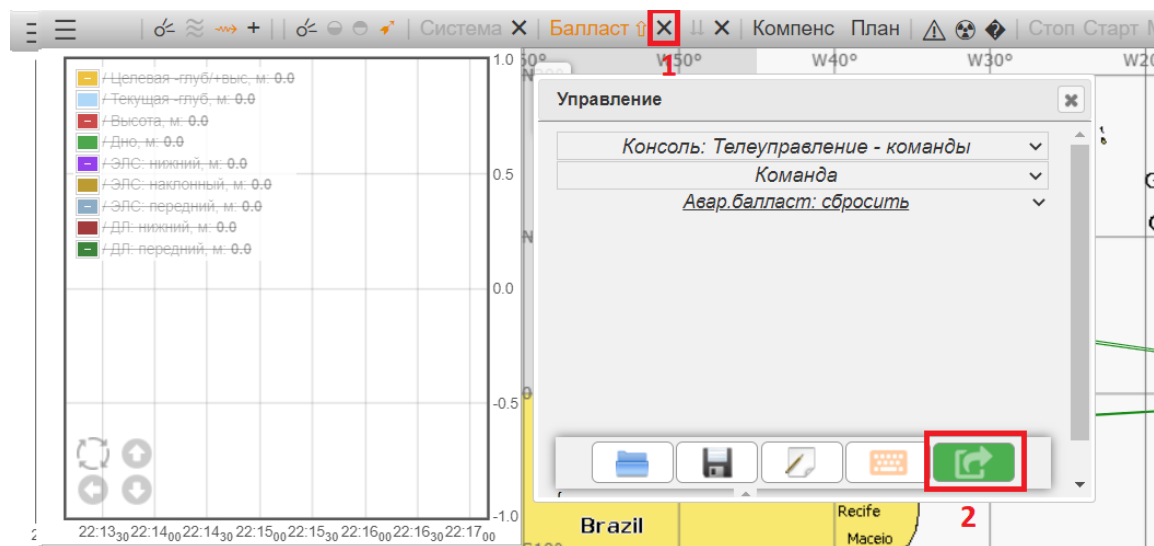


Рисунок 7.3 — Сброс аварийного балласта

ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ МАРШРУТНОГО ЗАДАНИЯ, ОТОБРАЖЕНИЯ ДАННЫХ И УПРАВЛЕНИЯ

1 Общие сведения

1.1 Обозначение и наименование программы

Программа подготовки маршрутного задания, отображения данных и управления АНПА имеет следующие атрибуты:

- короткое название — viewer
- наименование исполняемых файлов — «index.html».

1.2 Программное обеспечение, необходимое для функционирования программы

Для функционирования программы необходим WEB-браузер с поддержкой технологии html5.

2 Функциональное назначение

2.1 Назначение программы

Программа предназначена для подготовки маршрутного задания АНПА, отображения текущих данных телеметрии и управления аппаратом во время выполнения им программы-задания. Программа позволяет отображать данные, поступающие от драйверов, открывать для просмотра ранее заготовленные файлы миссии и отправлять команды драйверам.

2.2 Сведения о функциональных ограничениях на применение

Программа взаимодействует только с программами с подключенной динамической библиотекой интерфейса взаимодействия процессов (ИВП).

3 Работа с программой

3.1 Отображение данных

Представление разнородных данных осуществляется с помощью графических виджетов, размещенных на рабочей области экрана. Пользователь может взаимодействовать с различными визуализаторами данных одновременно посредством графического интерфейса, основанного на привычных для

пользователей Интернета компонентах. Программа отображает текущее состояние аппарата со всеми имеющимися авариями и предупреждениями (рисунок А.1). В правой части экрана расположен список запущенных программ, которые именуются с учетом их расположения на вычислителе. Верхняя строка состояния предоставляет быстрый доступ к наиболее частым командам и сигнализирует о наиболее важных состояниях системы управления. В частности, после включения АНПА будут подсвечены предупреждением состояния «Включение», «Диагностика», «Балласт» и «План», что сигнализирует оператору о необходимости проведения соответствующих процедур по включению аппарата, проведению диагностики, прикреплению балласта и загрузки плана маршрутного задания.

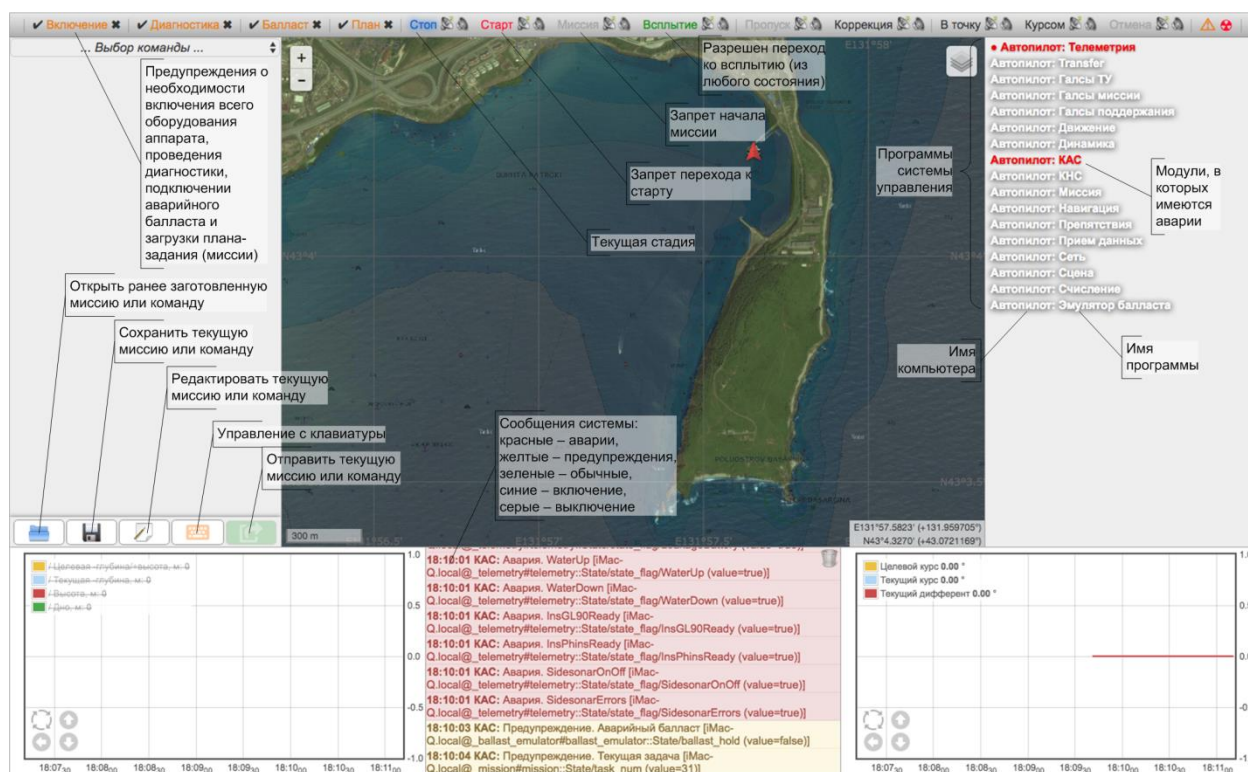


Рисунок А.1 — Внешний вид программы после включения АНПА

3.2 Подготовка маршрутного задания

Составление маршрутного задания осуществляется с помощью графического интерфейса WEB-вьюера, путем добавления задач из доступных для данного АНПА и указания параметров для каждой задачи (рисунок А.2). В ходе редактирования МЗ на карте отображается спроектированная траектория движения АНПА в режиме online. Исходя из специфики задач АНПА (большая дальность хода) представление миссии ограничено только кинематическим представлением предполагаемой траектории.

В средствах подготовки миссии предусмотрен режим интерактивного взаимодействия с пользователем, предполагающий два наиболее удобных для оператора режима ввода информации о маршрутном задании АНПА:

- 1) режим «drag'n'drop» — интерактивное перемещение целевых координат элементов маршрутного задания на карте местности (см. рисунок А.2 — красные маркеры по центру карты, которые можно перемещать курсором мыши);
- 2) режим выбора в ниспадающих списках (см. рисунок А.2 — выбор типа задачи или команды в левой части рисунка) и режим ввода целевых значений в полях координат и других числовых величин (см. рисунок А.2 — скорость, долгота, широта и пр. параметры в левой части интерфейса).

При необходимости у оператора есть возможность сохранить созданную миссию (рисунок А.1), либо загрузить из файла ранее составленную миссию для дальнейшего редактирования или запуска.

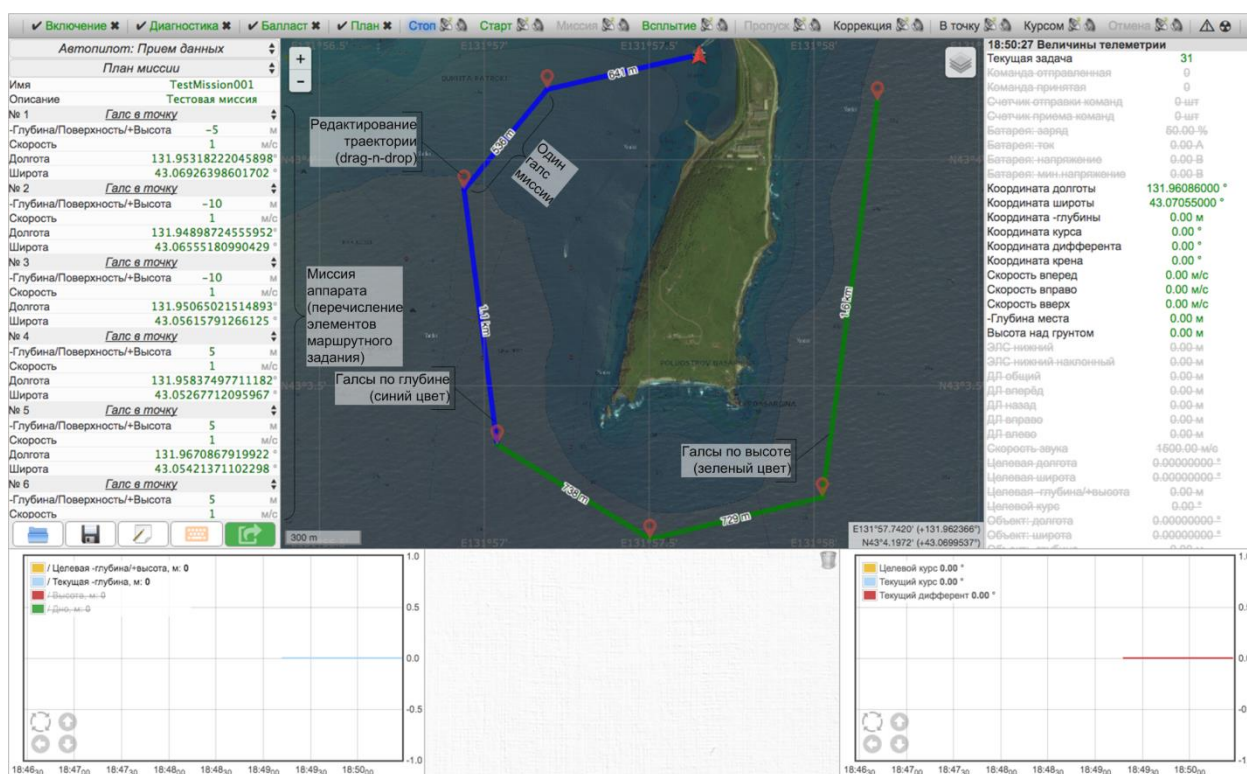


Рисунок А.2 — Внешний вид программы во время планирования и редактирования маршрутного задания (описание маршрутного задания в левой части экрана)

3.3 Взаимодействие с СПУ

Кроме подготовки маршрутного задания программа позволяет взаимодействовать с СПУ АНПА посредством программ, расположенным на АУС. В частности, контролировать работу АНПА во время выполнения запуска.

Для отправки команды телеуправления необходимо выбрать требуемую команду из верхней панели быстрого доступа, либо из выпадающего списка в левой части экрана. После ввода параметров команды необходимо нажать «зеленую» кнопку в нижней части блока.

На рисунке А.3 приведен пример телеуправления аппаратом во время выполнения им маршрутного задания. Слева отображена команда телеуправления, которая была инициирована путем нажатия на кнопку быстрого доступа «В точку» (рисунок А.3 — панель вверху справа). В правой части экрана отображается текущая телеметрия АНПА, в нижней части — графики наиболее важных в данной ситуации параметров телеметрии и текстовые сообщения системы управления.

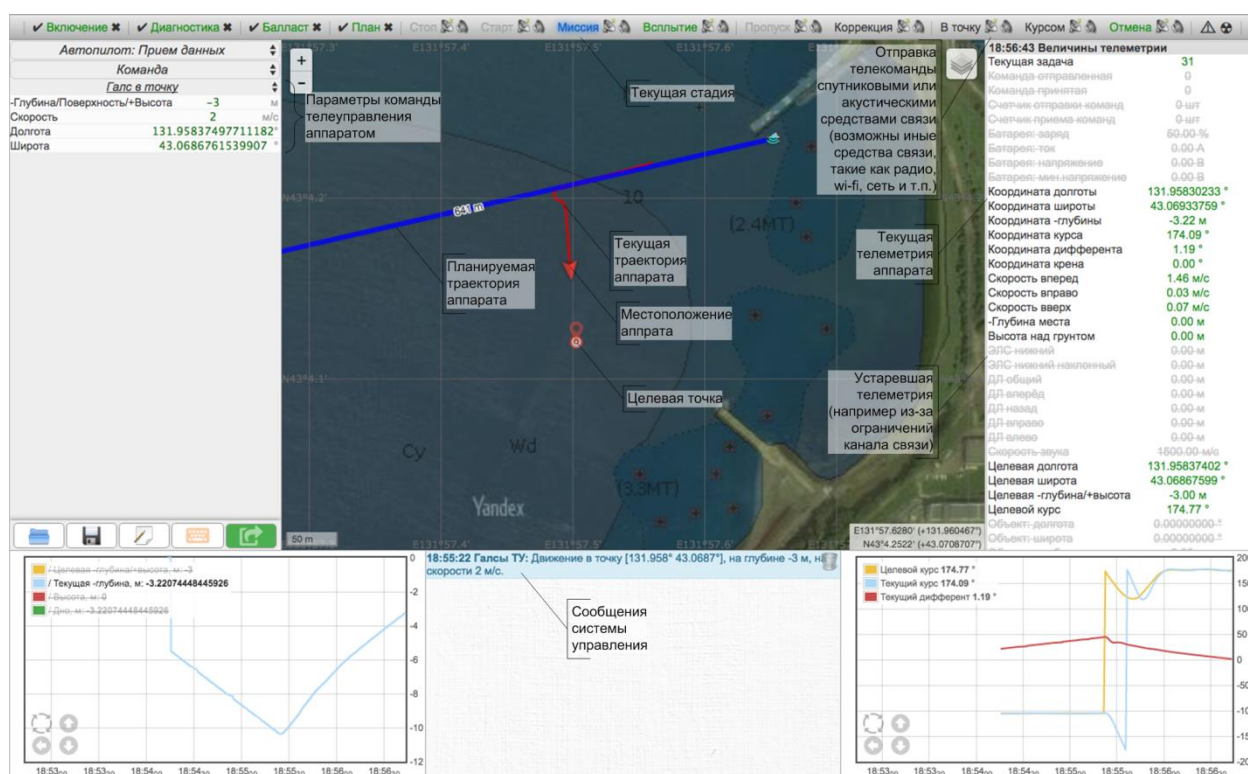


Рисунок А.3 — Внешний вид программы во время телеуправления аппаратом