

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет  
имени К.И.Сатпаева

Институт: Институт Автоматики и Информационных технологий

Кафедра: Электроника, телекоммуникации и космические технологии

Ли Джумат Александрович

«Разработать опытный образец возвращаемого высотного зонда для решения задач наблюдения  
за окружающей средой»

**ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

по образовательной программе 6В06201 – Телекоммуникация

Алматы 2023

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет  
имени К.И.Сатпаева

Институт Автоматики и Информационных технологий  
(наименование института)  
Кафедра, Электроника, телекоммуникации и космические технологии  
(наименование кафедры)

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой Электроники,  
телекоммуникации и космических технологий  
(наименование кафедры)  
(ученая степень, звание)  
Таштай Е.  
подпись Ф.И.О.  
"02" 06 20 г.



ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: " Разработать опытный образец возвращаемого высотного зонда для решения задач  
наблюдения за окружающей средой "  
(тема дипломной работы)

по специальности 6В06201 – Телекоммуникация  
Шифр и наименование специальности

Выполнил дипломную работу

Ли Д.А.  
(Ф.И.О. обучающегося)

Рецензент  
Д.т.н., профессор  
(ученая степень, звание)  
Якубова М.З.  
подпись Ф.И.О.  
"2" 06 2023 г.

Научный руководитель  
Кандидат технических наук  
(ученая степень, звание)  
Таштай Е.  
подпись Ф.И.О.  
"02" 06 2023 г.

Алматы 2023

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ  
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет  
имени К.И.Сатпаева

Институт автоматики и информационных технологий

Кафедра «Электроники, телекоммуникации и космическая технологий»

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой

«Электроники,

телекоммуникации и космической  
технологий»



Таштай Е.

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение дипломной работы**

Дипломнику Ли Джумату Александровичу

**Тема:** «Разработать опытный образец возвращаемого высотного зонда для решения задач наблюдения за окружающей средой».

Утверждена приказом Ректора Университета № 408-П/Ө от «23» ноября 2023 года.

Срок сдачи законченной работы «30» апреля 2023 г.

Исходные данные к дипломной работе:

1. Область применения – метеорологические станции республики
2. За базовую систему взять малогабаритный аэрологический радиолокатор МАРЛ-А
3. Максимальная высота подъема зонда – 25 км
4. Погрешности телеметрических измерений возвращаемого атмосферного зонда : - температура  $\pm 0,5$  °С, давление – 0,90 атм, влажность – 5%

Перечень вопросов подлежащих изучить и представить в дипломной работе:

- а) Обзор и задачи атмосферного зонда и их основные характеристики
- б) Построение чертежа возвращаемого зонда
- в) Функциональное построение и работа систем возвращаемого зонда
- г) Проектирование Возвращаемого зонда
- д) Расчет необходимых характеристик для работоспособного возвращаемого зонда


## ГРАФИК

подготовки дипломной работы

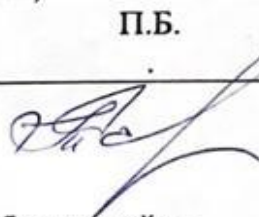
Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Раздел 1. Обзор и задачи атмосферного зонда и их основные характеристики	1.09.2022-31.12.2022	. Отчет – не менее 10 стр и 4 слайда
Раздел 2. Датчик, запрограммированный на автоматическое поддержание рабочей частоты между землёй с зондом	1.01.2023-30.01.2023	Отчет – не менее 10 стр.
Раздел 3 Особенности конструкции возвращаемого зонда на базе системы МАРЛ-А	1.02.2023-15.02.2023	. Отчет не менее 5 стр
Раздел 4 Расчет необходимых характеристик для работоспособного возвращаемого зонда	16.02.2023-31.03.2023	Отчет не менее 5 стр .
5. Написание дипломной работы	15.04.2023-30.04.2023	Справка антиплагиата. Отзыв и Рецензия

### Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную магистерскую диссертацию с указанием относящихся к ним разделов диссертации

Наименование разделов	Консультанты (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Нормоконтролер	М.т.н, ассистент. Акылжан П.Б.	02.06.2023.	

Научный руководитель



к.т.н. Таштай Е

Задание принял к исполнению обучающийся

Ли Д.А..

“22 ” Декабрь 2022 г.

## **АННОТАЦИЯ**

Дипломная работа на тему «Разработать опытный образец возвращаемого высотного зонда для решения задач наблюдения за окружающей средой» решить проблему автоматического поддержания частоты сигнала с зондом, для активной работы.

## **АНДАТПА**

«Қоршаған ортаның мониторингі мәселелерін шешу үшін қайтарылатын биіктік зондының прототипін жасау» тақырыбына арналған дипломдық жұмыс белсенді жұмыс үшін зондпен сигнал жиілігін автоматты түрде сақтау мәселесін шешеді.

## **ANNOTATION**

Thesis on the topic "Develop a prototype of a returnable high-altitude probe for solving problems of environmental monitoring" solve the problem of automatically maintaining the frequency of the signal with the probe for active work.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	7
1 Обзор и задачи атмосферного зонда и их основные характеристики	8
2 Датчик, запрограммированный на автоматическое поддержание рабочей частоты между землёй с зондом	13
3 Особенности конструкции возвращаемого зонда на базе системы МАРЛ-А	17
3.1 Проведение пусков. Ввод и изменение приземных данных и телеметрических коэффициентов	20
3.2 Получение телеграмм. Описание программного обеспечения «Telegramm»	22
3.3 Описание программного обеспечения «Imitator»	24
4 Расчет необходимых характеристик для работоспособного возвращаемого зонда	27
Заключение	36
Список использованной литературы	37

## ВВЕДЕНИЕ

Современное общество сильно зависит от точной метеорологической информации, которая необходима во многих сферах, начиная от авиации и сельского хозяйства и заканчивая жизненно важными решениями во время катастроф и чрезвычайных ситуаций. Одним из наиболее распространенных методов получения данных о состоянии атмосферы является использование метеозондов.

Метеозонды — это автономные устройства, которые поднимаются в атмосферу и могут измерять различные параметры, такие как температура, давление, влажность, скорость и направление ветра, а также другие важные данные. Эти устройства обычно используются для сбора данных в небольших географических зонах и на высотах до нескольких километров.

Наш дипломный проект посвящен разработке автономного метеорологического аппарата, способного выполнять наблюдения в верхних слоях атмосферы и возвращаться на Землю для анализа собранных данных.

Цель нашего дипломного проекта - изучение основных принципов работы метеозонда и анализ полученных с их помощью данных. В рамках проекта были рассмотрены основные понятия и задачи возвращаемого зонда, их характеристики и области применения. Была проведена инженерная работа по созданию чертежа опытного образца, функциональное построение и работа систем возвращаемого зонда, а также анализ полученных данных.

В современном мире погодные условия играют важную роль в различных областях, от сельского хозяйства до авиации и космических исследований. Высотный возвращаемый метеозонд может быть эффективным инструментом для получения данных о погоде в труднодоступных областях атмосферы, где традиционные метеорологические наблюдения не доступны.

В работе использовались данные наблюдений за погодными явлениями, полученные с помощью метеозондов, а также средства математического моделирования. Была проведена работа по анализу результатов наблюдений, что позволило сделать выводы о возможности прогнозирования погоды на основе данных, полученных с метеозондов.

Результаты исследования могут быть использованы для улучшения точности прогнозов погоды и оптимизации эксплуатации метеозондов. Мы надеемся, что наш дипломный проект будет полезным вкладом в развитие науки и технологии в области метеорологии.

## 1 Обзор и задачи атмосферного зонда и их характеристики

В связи с дипломным проектом мы посетили “Метеостанцию. Г. Тараз” для дипломной работы, по *возвращаемому высотному зонду*.

Может показаться, что эксперименты с высотным метеозондом выходят далеко за рамки ваших возможностей или потребностей, но самое приятное в них то, что их можно настроить в соответствии с вашими уроками. Независимо от того, изучают ли ваши ученики химию, физику или науку о Земле, они могут создать эксперимент и отправить его на край космоса. Интеграция эксперимента и проекта с метеозондом в вашу учебную программу улучшит обучение и откроет новые горизонты для каждого из вас, прошу во внимание нашу дипломную работу.

Цель поездки заключалась:

- узнать работу и принцип зонда;
- системное обеспечение возвращаемого высотного зонда;
- сборка и запуск возвращаемого высотного зонда.

В ходе поездки были сделаны кадры, на которых представлены:

Возвращаемый высотный зонд без латексного крепления



Рисунок 1.1 – Зонды без крепления к водородному шару.

Сам зонд, очень легкий и не превышает веса равному 1800 граммов, но это устройство с размеров в обувную коробку приносит пользы для всех. Благодаря ему мы узнаем погоду, надвигающиеся на нас осадки, что помогает, как и повседневной жизни так и для промышленности.





Рисунок 1.2 – Накопитель водорода.

Благодаря водороду заполняющий шар он помогает взлететь и преодолевать расстояния до 350 км и поднимать на высоту 40 км.

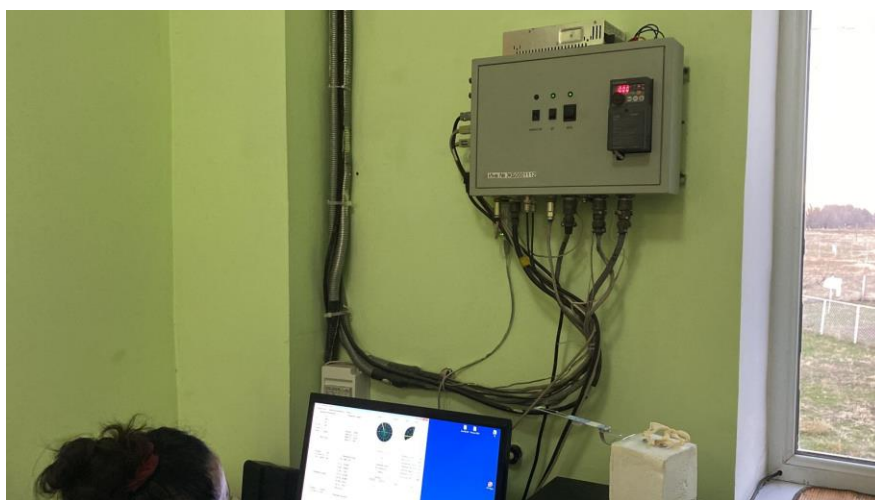


Рисунок 1.3 – Система МАРЛ-А. Штатное установленное оперативная система МАРЛ-А

Эта система которой пользуются, большинство стран СНГ позволяет записывать и передавать физические показатели в электронный вид, что и даёт нам информировать погодные службы.



Рисунок 1.4 – Латексный шар, наполненный водородом, который достигает высоты до 50 км.

Латексный шар хоть и не имеет дорогую стоимость, но его функциональность в этой сфере оправдывает свои ожидания, он достигает такой высоты, что не под силу многим электронным радио управляющим устройствам.

Так же сотрудниками метеостанции нам были даны книги для изучения и сбора данных по нашему дипломному проекту.

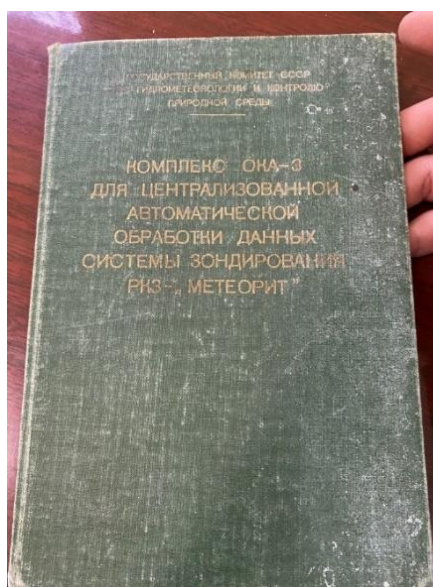


Рисунок 1.5 – Комплекс ОКА-3

Данный экземпляр литературы был выдан нам сотрудниками станции для укрепления материала с дипломной работой.

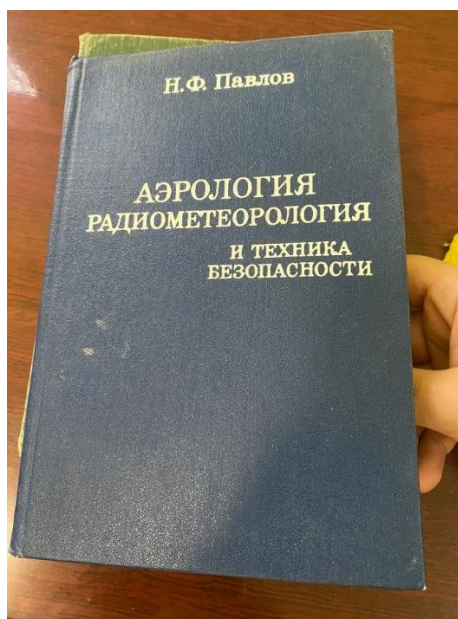


Рисунок 1.6 – Аэрология Радиометеорология

*Характеристики высотного возвращаемого зонда*

Высотные зонды могут достигать высоту до 30–45 км. В этом небольшом объёме с маленьким весом не превышающий 1500 граммов, вмещаются датчики такие как:

- Датчик давление и температуры воздуха;
- Датчик высоты и порыва воздуха;
- Датчик влажности воздуха;
- Вибрационные датчики;

И прочие различные датчики как для индивидуальных запусков, так и для научных целей.

Зонд, находясь в воздухе может проходить расстояния от 300 до 1000 км, пока не лопнет шар или не оборвется связь со станцией, и всё это время зонд передаёт информацию всех датчиков, которые записываются в течении фиксации зонда в полёте.

Метеозонды являются основным источником данных над землей. Они предоставляют ценную информацию для компьютерных моделей прогнозов, локальные данные для метеорологов, чтобы делать прогнозы и предсказывать штормы, а также данные для исследований. Модели компьютерного прогноза, использующие данные метеозондов, используются всеми синоптиками во всем мире, от метеорологов Национальной метеорологической службы до местного телеведущего! Без этой информации точный прогноз за несколько часов был бы практически невозможен!

Выводы. В ходе изучения мы пришли к выводу, что в настоящее время зондирование является главным аспектом для изучения метеорологии, которая помогает развитию фермерства, инфраструктуре (перевозке, логистике и п.р.).

Эти исследования помогают будущему поколению превосходить свои ожидания в области изучения и построения различных технологий.

В изучении технологий нет определенного конечного пункта, как и воображению и созданию нет никаких границ. Правильный подход к делу, устойчивость и умение превзойдут любые ожидания.

В производстве, сельскохозяйственном производстве всегда требуются технологии, которые ускорят и улучшат процесс работы для обеспечения большего блага в любой сфере.

## 2 Датчик, запрограммированный на автоматическое поддержание рабочей частоты между землёй с зондом

В нашей дипломной работе Возвращаемого высотного зонда мы хотели бы внести технологию, которая автоматически поддерживает частоту с пунктом приёма данных от зонда так как в нынешней системе МАРЛ-А для постоянной поддержки частоты, требуется вручную настраивать её, иначе связь с зондом прерывается.

В данной технологии мы решили использовать лёгкую и современную антенну, которая программируется на автоматическое поддержание частоты для передачи данных от зонда.

Данная антенна, которая устанавливается в современных смартфонах с запада компании “Apple”.



Рисунок 2.1 – Антенна ААСР

1. рабочий диапазон ААСР составляет 2400-2500 МГц;
2. вид покрытия - эмаль; вес – 0,10 кг;
3. размеры установочной мачты: 5 - 10 мм;
4. тип использования - внешнее;
5. материал корпуса - полиэтилен;
6. тип поляризации - вертикальная/горизонтальная.

Так же для дальнего действия работы в антенну ААСР будет дополнен усилитель радиуса диапазона.

Он так же устанавливается в современных смартфонах, но уже с соседней страны. Китайская компания “Huawei”.



Рисунок 2.2 – Радио усилительный модуль Huawei Mini PCIe 4G LTE

Радио усилительный модуль Huawei Mini PCIe 4G LTE - высокоскоростное устройство, базирующееся на работе Hi-Silicon.

Он предназначен для использования в промышленных устройствах связи: транспортные терминалы, системы слежения, промышленные маршрутизаторы, системы безопасности, промышленные мобильные компьютеры, платежные терминалы и др.

Оборудование имеет компактные габариты и форм-фактор типа Mini PCIe, а его вес не превышает 20 грамм. Скорость скачивания данных составляет 150 Мбит/секунду. Данный модуль работает в стандарте 4G LTE в регионе EMEA, где поддерживает работу в 8 диапазонах B1,B2,B3,B4,B5,B7,B8,B20. Диапазон частот в стандартах EDGE/GPRS/GSM составляет 850/900/1800/1900 MHz.

На борту радиомодуля Huawei Mini PCIe 4G LTE присутствуют все необходимые интерфейсы: Mini PCIe, разъем для антенны, высокоскоростной порт USB 2.0, PCM.

#### Датчик влажности

Датчик влажности применяется в метеорологии с целью узнать предстоящую погоду, процент осадков и соответственно по названию саму влажность воздуха.

Процент влаги вычисляется так, масса воды в кубометре воздуха и определяется как процент насыщения. Основа работы датчика перевести физический процент в электрический сигнал.

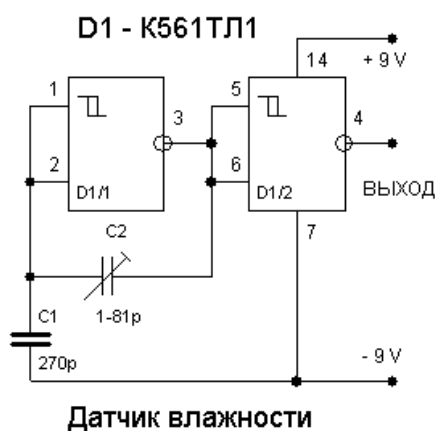


Рисунок 2.3 – Чертеж Датчика влажности

- Абсолютное значение, в граммах на кубометр;
- Относительное значение, в единицах RH;
- В частях воды на 1000000 частей веса образца или ppm.

#### Датчик давления воздуха

Это устройство, которое измеряет давление жидкости, пара и газа. Состоит из пластин конденсатора, сенсорной мембраны капсульной защиты, заполняющей жидкости и соединительных проводов.

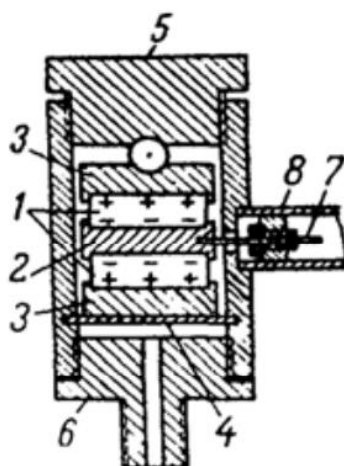


Рисунок 2.4 – Датчик давления воздуха Пьезокварцевый

- 1 - кварцевые пластины;
- 2 - контактная пластина;
- 3 - металлическая опора;
- 4 - металлическая мембрана;
- 5 - канал;
- 6 - нижняя гайка;
- 7 - провод;
- 8 - гайка.

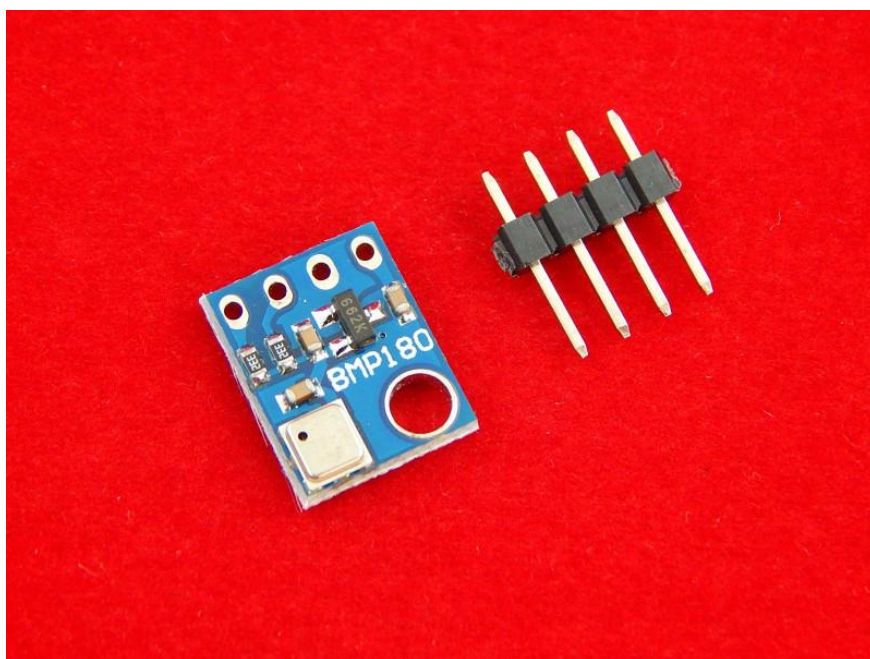


Рисунок 2.5 – Датчик высоты

Модуль GY-68 на микросхеме BMP180 это цифровой датчик высоты над уровнем моря для совместного использования с устройствами, использующими

платформу ARDUINO (Ардуино). Количество измерений данного датчика в секунду может достигать 128. Обычно его используют в режиме одно измерение в секунду. Это увеличивает точность и экономит ток потребления. Датчик может измерять с различной точностью. Требуемая точность измерения сообщается датчику микроконтроллером.

Характеристики:

- Напряжение питания: 3.3 или 5 Вольт;
- Потребляемый ток: 5 мкА при скорости опроса 1 Герц;
- Потребляемый ток: 0.1 мкА в режиме ожидания;
- Диапазон измерения: от 300 до 1100 гПа (от -500 от +40000 метров над уровнем моря);
- Шум: 0.06 гПа (0.5м) в грубом режиме (ultra low power mode) и 0.02 гПа (0.17м) в режиме максимального разрешения (advanced resolution mode);
- Разрешающая способность: 16 бит;
- Максимальная скорость интерфейса: 3,4 МБод;
- Рабочая температура: от -40 °С ~ +85 °С;
- Диаметр монтажного отверстия: 3 мм.

Выводы. Датчики в метеорологии играют основную роль, для получения информации и создания точного прогноза. Датчики играют роль внутренних функций они должны записывать, обрабатывать и отправлять информацию, полученную во время полёта работы.

Правильный подбор и установка датчиков скажется на заключении работы.

Добавив наши изменения для поддержания частоты работа с высотными зондами упростится и даже улучшится в получении данных от зондирования.

Усовершенствования так, как и создание чего либо нуждается и играет важную роль, ведь прогресс не стоит на месте и любые вложенные идеи сыграют свою роль в создании чего то успешного и продуктивного в повседневной жизни каждого.

Всё входит в состав не начавшегося и не состоявшегося, но пределам нет конца, для создания чего-то нового требуется для начала все лишь идея и упорство.



### 3 Особенности конструкции возвращаемого зонда на базе системы МАРЛ-А

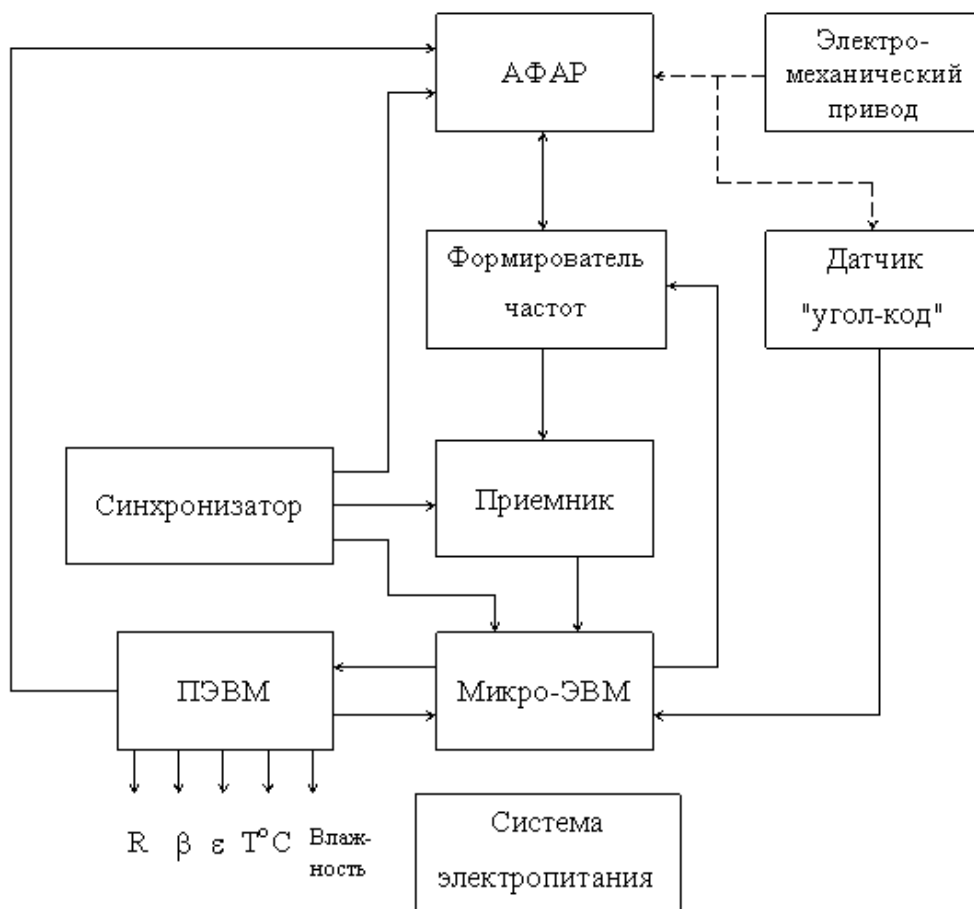


Рисунок 3.1 – Системы МАРЛ-А.

Система МАРЛ-А (рисунок 1), предназначена для производства температурно-ветрового радиозондирования атмосферы при аэрологических наблюдениях. Система использует рабочий диапазон радиочастот, предназначенный Международным Союзом Электросвязи для целей радиозондирования одобренный Министерством Российской Федерации по связи, и информатизации. Система МАРЛ-А состоит из малогабаритного аэрологического радиолокатора МАРЛ-А радиозонда МРЗ-ЗАТ с несущей частотой 1680 МГц и программного пакета «АПМАРЛ», который полностью управляет работой системы при проведении радиозондирования, а также регистрирует координатно-телеметрическую информацию, обрабатывает и выдает таблицу результатов радиозондирования и аэрологическую телеграмму.

В состав МАРЛ-А входит три разнесенных в пространстве поста:

1. антенный пост,
2. пост оператора,
3. имитатор радиозонда

Антенный пост включает в себя основную аппаратную часть МАРЛ-А, расположенную на открытом воздухе и защищенную радиопрозрачным укрытием (РПУ) Размещение антенного поста должно обеспечивать нормальную радиолокационную видимость верхней полусферы пространства и точки (площадки) подготовки и выпуска радиозонда.

Аппаратура антенного поста размещена на двух связанных платформах неподвижном основании и подвижной активной фазированной антенной решетке (АФАР) Неподвижное основание служит несущей конструкцией всей аппаратуры антенного поста. На нем размещены электромеханический привод с редуктором, вращающееся сочленение с подвижной АФАР. Электромеханический привод обеспечивает вращение АФАР по азимуту в пределах 360° относительно неподвижного основания.

АФАР обеспечивает электронное управление положением луча диаграммы направленности по азимуту и углу места. АФАР содержит 64 приемопередающих модуля и такое же количество излучателей. Пассивная часть антенны (сумматоры-делители, фазовращатели и излучатели) является общей для передающей и приемной частей АФАР. Напряжение возбуждения АФАР разветвляется с помощью сумматоров-делителей на 64 канала, в которых напряжения фазуются и поступают через переключатели "прием-передача" в передающие части модулей. В последних осуществляется усиление напряжений до мощности не менее 2 Вт в импульсе и подача импульсов через ключи "прием-передача" на излучатели. Управление лучом АФАР в вертикальной плоскости осуществляется путем формирования нужного фазового распределения поля раскрыв антенны. Нормаль к решетке образует угол 30° с горизонтом. Отклонение луча от нормали в вертикальной плоскости может составлять от минус 40° до 70° (от минус 10° до 100° относительно горизонта).

Управление лучом АФАР в горизонтальной плоскости выполняется двояко: электронное управление путем регулировки фазового распределения поля раскрыв антенны и механическое управление с помощью электропривода. Сектор электронного поворота луча составляет не менее  $\pm 25^\circ$ ; сектор механического поворота  $\pm 360^\circ$ .

Измерение угловых координат выполняется методом квадрантного сканирования. При этом диаграмма направленности (ДН) АФАР периодически занимает одно из четырех положений: луч отклоняется на половину ширины ДН вверх, влево, вниз, вправо и т. д.

Указанные ДН пересекаются вдоль равносигнальной линии. Смещение радиозонда с равносигнальной линии приводит к амплитудной модуляции принятого сигнала с частотой сканирования.

Глубина модуляции пропорциональна текущей угловой ошибке, а фаза модуляции соответствует направлению смещения радиозонда с равносигнальной линии.

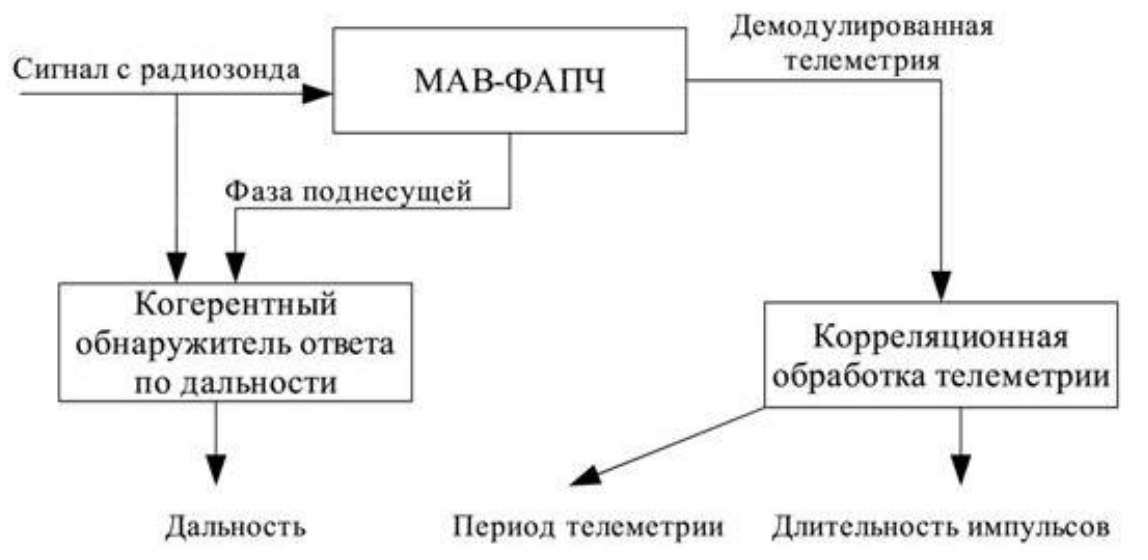


Рисунок 3.2 – Схема обработки сигнала

Измерение угловых координат выполняется методом квадрантного сканирования. При этом диаграмма направленности (ДН) АФАР периодически занимает одно из четырех положений: луч отклоняется на половину ширины ДН вверх, влево, вниз, вправо и т. д. Указанные ДН пересекаются вдоль равносигнальной линии. Смещение радиозонда с равносигнальной линии приводит к амплитудной модуляции принятого сигнала с частотой сканирования. Глубина модуляции пропорциональна текущей угловой ошибке, а фаза модуляции соответствует направлению смещения радиозонда с равносигнальной линии.

2 щит включения питания и связи с антенным постом и имитатором радиозонда. В состав рабочего места оператора (но не в состав МАРЛ-А) входит оборудование для передачи аэрологических телеграмм (модем, телетайп). Аппаратура поста оператора располагается в отапливаемом помещении на расстоянии не более 30 м от антенного поста (определяется длиной соединительных кабелей)

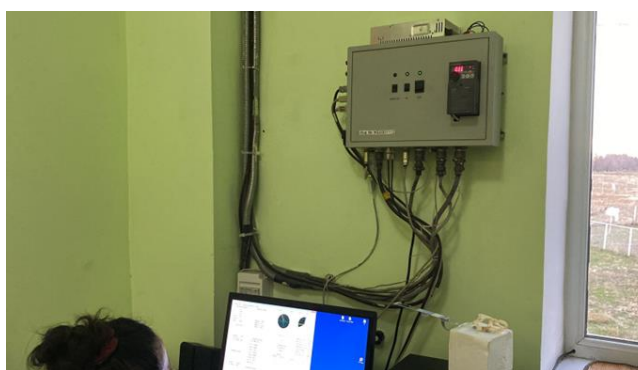


Рисунок 3.3 – Пост оператора системы

Программное обеспечение поста оператора в МАРЛ-А обеспечивает: ввод географических координат и идентификатора системы в сети аэрологического радиозондирования; автоматическую проверку исправности узлов по имитатору радиозонда при включении станции или по команде оператора; предполетную проверку исправности радиозонда и ввод его градуировочных и дата коэффициентов; автоматическое или полуавтоматическое сопровождение радиозонда в полете с момента выпуска; преобразование телеметрической информации, поступающей от радиозонда, в истинные значения температуры и влажности атмосферы в соответствующей точке измерения; формирование и передачу комплекта стандартных аэрологических телеграмм; управление режимами работы АФАР; автоматический или ручной поиск радиозонда по координатам (азимуту, углу места и дальности) при его потере в процессе слежения; фиксацию всех параметров выпуска в файле-протоколе на жестком диске ПК;

В состав рабочего места оператора (но не в состав МАРЛ-А) входит оборудование для передачи аэрологических телеграмм (модем, телетайп). Аппаратура поста оператора располагается в отапливаемом помещении на расстоянии не более 30 м от антенного поста (определяется длиной соединительных кабелей). Последняя модификация комплекса позволяет увеличить это расстояние до 200м.

### **3.1 Проведение пусков. Ввод и изменение приземных данных и телеметрических коэффициентов**

Для запуска основной программы необходимо дважды щелкнуть мышью на иконке с надписью «АП-2», после чего начнется запуск программы. Появится начальный экран с надписью «Аэрологический процессор радиолокатора МАРЛ-А», для продолжения необходимо нажать кнопку «Дальше», затем появится окно для ввода приземных метеоданных, которые необходимо заполнить приземными данными.

После ввода необходимых данных станет доступна кнопка «Дальше» - ее необходимо нажать. После этого появится окно для ввода коэффициентов метеозонда и датчиков к нему. Все буквенные коды продублированы цифрами, маркированными на ярлычках к прибору и датчикам. После ввода коэффициентов зонда и датчиком нажмите «Далее» и затем «Закончить». Появится основной экран программы – теперь вы готовы начать запуск.

Исправить приземные данные или коэффициенты можно нажав кнопку «Изменить Данные». После ввода необходимых данных появится основной экран программы.

Если зонд уже включен, проверьте наличие сигнала по индикатору уровня, для подстройки частоты нажмите кнопку АПЧ. Направьте луч антенны в сторону зонда и проверьте наличие телеметрии и совпадение ее с приземными данными.

Приземные данные выводятся в левом верхнем углу окна, а текущее значение телеметрии справа, под черными индикаторами азимута и угла места.

После ввода приемных данных, коэффициентов и после проверки работоспособности зонда станция готова к выпуску.

Режим пуска с автоматическим поиском. Если предполагается выпустить зонд с автоматическим поиском, необходимо убедиться, что этот режим включен.

После нажатия на кнопку Пуск, станция включается в режиме автопоиска, при этом антенна начинает вращаться по часовой стрелке и каждые 6 секунд отображает предполагаемые координаты зонда, на кнопке «Автопоиск» появятся красная надпись «Идет автопоиск», а надпись на кнопке «Пуск» изменится и станет «Закончить пуск. На индикаторе частоты появятся цифры, меняющиеся каждый оборот и отображающие не частоту, а сигнализирующие, что идет автопоиск. Когда траектория зонда стабилизируется его координаты перестанут быстро меняться, автопоиск автоматически прекращается, и станция начинает автоматическое сопровождение зонда. При этом данные о траектории полета в нижнем слое потеряны не будут.

В случае, если автопоиск проходит неудачно и видно, что предполагаемые координаты зонда, выводимые станцией в режиме автопоиска, не совпадают с истинным положением зонда, или автопоиск не прекращает работу, а отображаемые координаты зонда примерно одни и те же, необходимо прекратить работу автопоиска нажав кнопку «Идет автопоиск». При этом антенна остановится в положении, которое выдавалось на последнем вращении при автопоиске. Если отображаемые координаты зонда соответствуют истинному его нахождению, то станция захватит зонд и продолжит сопровождение, если же координаты не соответствовали действительности, необходимо отключить захват и вручную «поймать зонд».

Режим пуска без автоматического поиска. В отдельных случаях, например при наличии мешающих помех, автопоиск не будет работать. В таких случаях необходимо проводить выпуски без включения режима автопоиска. Тогда пуск проводится следующим образом: антенна наводится на место пуска, включается ближняя зона, аттенюатор и захватывается зонд. Производится выпуск радиозонда и нажимается кнопка «Пуск». После того, как зонд отлетит на расстоянии около 2 км, режим «Ближняя зона» необходимо отключить.

Режим сопровождения. После завершения автопоиска программа захватит зонд и начнет его сопровождение. В случае если захват зонда осуществлен боковым лепестком, черный круг азимута становится устойчиво красным. Это возможно во время сильного сигнала зонда, в этом случае желательно после окончания автопоиска включить режим «Аттенюатор», в котором сигнал будет уменьшен и круг отображения азимута должен становиться черным. После того как мощность сигнала упадет, отключите аттенюатор.

Во время полета оператор может наблюдать графики данных телеметрии во вкладке «Температура Влажность» и данных по ветру во вкладке «Ветер». В окне дальности можно наблюдать ответную паузу радиозонда. Ответная пауза в начале выпуска находится в левой стороне окна, во время полета, при удалении

зонда от станции, пауза двигается в правую сторону и при достижении центра окна она останавливается, при этом начинает меняться положение окна. При необходимости окно можно сдвинуть стрелками вправо на линии под окном так, чтобы в окне отображалось только пауза от радиозонда.

При достижении зондом высоты, соответствующей давлению 100 гПа автоматически выдаётся первая часть телеграммы КН-4. Полная телеграмма выдается после того, как пуск закончен. Для окончания пуска нажмите кнопку «Закончить пуск», вам будет предложено создать телеграмму, для подтверждения этого нажмите «ОК» и появится окно с телеграммой.

### 3.2 Получение телеграмм. Описание программного обеспечения «Telegramm»

Телеграммы создаются автоматически в двух случаях, при достижении зондом высоты, соответствующей давлению 100 гПа и после завершения выпуска. При этом в первом случае выдается только первая часть телеграммы КН-4, во втором случае выдается полная телеграмма. Также телеграмму можно посмотреть во время выпуска вызвав программу «Telegramm» и выбрав выпуск с нужной датой и временем выпуска. Указанные ДН пересекаются вдоль равносигнальной линии. Смещение радиозонда с равносигнальной линии приводит к амплитудной модуляции принятого сигнала с частотой сканирования. Глубина модуляции пропорциональна текущей угловой ошибке, а фаза модуляции соответствует направлению смещения радиозонда с равносигнальной линии.

Аэрологические телеграммы создаются после запуска программы «Telegramm». Основное окно показано на рисунке 3.4.

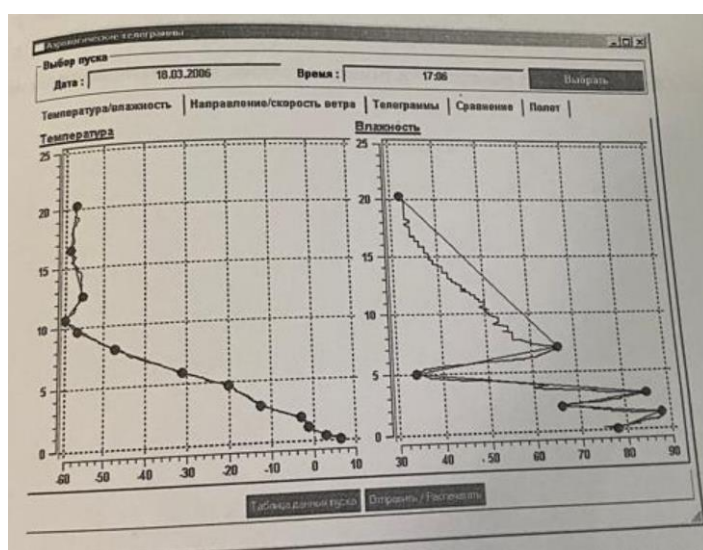


Рисунок 3.4 – Рабочее окно ПО «Telegramm»

Для создания телеграмм из архива необходимо запустить программу иконкой «Telegramm», нажать кнопку «Выбрать» и выбрать необходимый выпуск.

После создания телеграмм откроется окно программы. В этом окне отображаются профили зондирования, температуры, влажности, направления и скорости ветра. Крупными кругами на графиках выделены особые точки. Для удаления особой точки достаточно навести на нее курсор и нажать левую клавишу мыши. Восстановить автоматически созданные особые точки можно щелкнув два раза по окну с профилем

В закладке Телеграмм вы можете увидеть все телеграммы, необходимые для проведения температурно-ветрового зондирования. Телеграммы создаются автоматически при выборе файлом данных. Вы так же можете работать с архивом телеграмм выбрав нужный вам пуск нажатием на кнопку «Выбрать».

Во вкладке «Сравнение» вы можете сравнивать два выпуска по всем параметрам, выбрав нужный пуск для сравнения. При этом на экран выведутся графики данных пуска, тип графика можно выбрать в падающем окошке, расположенном под кнопкой «Выбрать» пуска для сравнения.

В режиме полет вы можете более подробно посмотреть графики пуска. В случае если это возможно, вы можете посмотреть данные пуска в виде таблицы, где приведены полные данные всех профилей. Нажав на кнопку «Отправить/распечатать» вы можете напечатать выбранную телеграмму или отправить ее по электронной почте.

### **3.3 Описание программного обеспечения «Imitator»**

Инструкция по работе с программой ИМИТАТОР. Инструкция по проверке диаграммы направленности, пеленгационных характеристик, поэлементной проверке. Инструкция по настройке диаграммы направленности. Инструкция по проверке сигнала имитатора. Инструкция по работе комплекса в режиме сопровождения.

1. Запуск программы с имитатором
2. Открыть иконку с программой на рабочем столе. На экране появится окно с программой:

Основное окно показано на рисунке 3.5.

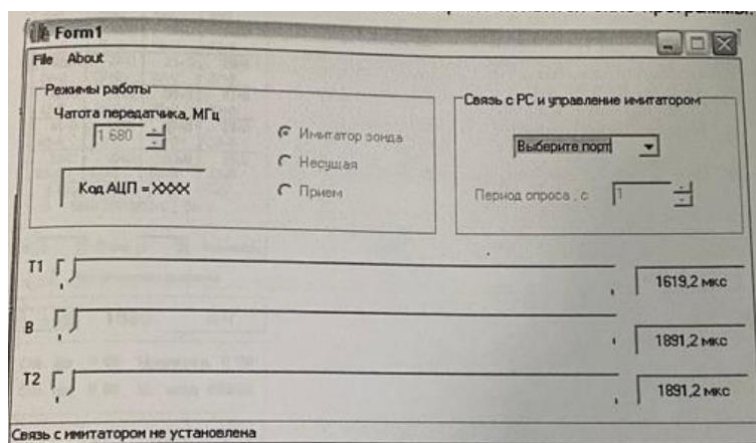


Рисунок 3.5 – Рабочее окно ПО «Imitator»

3. Выбрать порт COM2. После этого, в нижнем углу программы должно появиться сообщение: связь с имитатором установлена, и активироваться часть окна «режима работы»

С помощью стрелок в окне «частота передатчика» установить нужную частоту работы передатчика имитатора. Она должна совпадать с частотой приёмника комплекса. Здесь же необходимо установить имитатор в режим «несущая». Одним из основных достоинств МАРЛ-А является высокая точность определения параметров атмосферы и аэрологических явлений. Радиолокатор обладает высокой разрешающей способностью, что позволяет получать данные с высокой частотой и точностью. Также МАРЛ-А имеет широкий диапазон измеряемых параметров и может работать как в режиме мониторинга, так и в режиме исследования аэрологических явлений.

Проверка диаграммы направленности и пеленгации характеристик

5 Открыть программу DGV

6. Открываем COM1

7. В меню «сдвиг элементов» выбрать «загрузить из файла»

Выбрать файл с расширением .cog и нажать кнопку «открыть». Начнется загрузка этого файла

После окончания загрузки диаграмма направленности комплекса будет формироваться с учетом программной фазовой коррекции.

Перемещая указателем «мыши» регулятор изменения частоты приема, установить значение, равное частоте передатчика имитатора радиозонда. Кнопка включения автоподстройки частоты (АПЧ) должна быть отжата.

8. Механически вращая крыльчатку редуктора, установить плоскость антенного полотна как можно более точно в направлении на имитатор радиозонда. Определить вертикальный угол на имитатор от центра антенной решетки и установить его регулятором в окне «угол-м». Положением антенны можно управлять и с помощью программы motorcontrol.exe, которая находится в папке c:\programfiles\MARL\_a\_newPP\_utils. После запуска на экране появятся



рабочее окно этой программы. Внизу окна находятся кнопки управления двигателем.

9. Поставить галочки в окнах «Ат» и «З-т». В окнах ближней зоны и режима передачи «галочки» быть не должно. В этом случае уровень принимаемого сигнала с имитатора должен быть не менее 1,8в. Показания в окне «азимут» после захвата должны быть равны  $0 \pm 0,1$ , в противном случае вращением крыльчатки редуктора необходимо подкорректировать это значение.

10. Снять галочки в окнах Ат и З-т

11. Снять галочку в окне «Диаграмма2» Время снятие диаграммы составит около 3 минут. Поля «легенда» и «орто» должны быть установлены как показано на рисунке:

12. Нажать кнопку «Снять диаграмму». После окончания процесса снятия диаграммы и пеленгационных характеристик в рабочем окне программы появится рисунок с изображением диаграммы направленности комплекса:

13. Различные цвета на диаграмме означают уровни принятого сигнала при отклонении луча по углу места и азимуту, согласно шкале в правом верхнем углу рисунка.

Для просмотра пеленгационных характеристик в окне выбрать режим либо azimuth, либо elevation. У нормально работающего комплекса эти характеристики должны иметь следующий вид:

Все изображения трехмерные. Диаграмма должна иметь по азимуту не более 9 градусов, а по углу не более 6 градусов. Оценка ширины диаграммы проводится по ее вершине.

Ширине линейного участка пеленгационной характеристики должна быть 8–10 градусов и она не должна иметь наклона по другому углу, т. е. например, характеристика по азимуту не должна иметь наклона по углу места.

В меню «Файл» есть пункты загрузки и сохранения диаграмм, выхода из программы и пункт для временного сохранения текущего изображения. Снятую диаграмму и пеленгационные характеристики должны быть согласованы с заводом изготовителем или с ЦАО для принятия окончательного решения о нормальной работоспособности комплексов.

Выводы. В данном разделе были рассмотрены основные принципы работы системы радиологического зондирования МАРЛ-А, ее характеристики и возможности применения.

Одним из основных достоинств МАРЛ-А является высокая точность определения параметров атмосферы и аэрологических явлений. Радиолокатор обладает высокой разрешающей способностью, что позволяет получать данные с высокой частотой и точностью. Также МАРЛ-А имеет широкий диапазон измеряемых параметров и может работать как в режиме мониторинга, так и в режиме исследования аэрологических явлений.

Среди недостатков системы можно выделить ее высокую стоимость и сложность эксплуатации. Эксплуатация данной системы требует высокой квалификации персонала и специализированного оборудования для обработки полученных данных. Также система радиологического зондирования МАРЛ-А

может работать только в условиях относительно стабильной атмосферы, что ограничивает его применение в некоторых областях.

Тем не менее, МАРЛ-А является важным инструментом для изучения аэрологических явлений и мониторинга состояния атмосферы. Радиолокатор находит применение в различных областях, включая метеорологию, климатологию, аэронавигацию и геофизику.

#### **4 Расчет необходимых характеристик для работоспособного возвращаемого зонда**

В нашей дипломной работе мы провели расчёт характеристик для возвращаемого высотного зонда.

Наш зонд должен не превышать массу равной 1600–1750 граммов, это нужно для того, чтобы латексный шар, наполненный водородом, смог с лёгкостью поднять зонд на высоту до 40 км.

Сам зонд не должен иметь идеальную аэродинамическую форму, до стачного того, чтобы в зонд попадали физические массы и датчики записывали информацию и переводили её в электрический сигнал передаваемый и записывающийся на станции.

Наш зонд так же, как и стандартные сборки используемые на метеорологических станциях РК подминается на высоту до 40 км и преодолевает расстояние равной до 320–350 км, при этом постоянно передаёт информацию полученных данных.

Так же для ежедневного использования и информацию, которую мы получили при поездке на метеостанцию города Тараз, мы узнали, что зонды запускают 2 раза в день (утром и вечером), каждый сеанс длится не более 3 часов.

Удобным способом сбора атмосферных данных на больших высотах является использование метеозондов (текущий рекорд высоты для беспилотного газонаполненного аэростата составляет 53 км для японского аэростата ВU60-1). Поскольку такого рода устройства используются для прогноза погоды и исследований, специальная литература по этой теме широко доступна и объединена. Системы данных с воздуха являются обычной полезной нагрузкой для такого рода зондов, отсюда и наш интерес к этой теме. Здесь мы представляем базовое оборудование, предоставляем базовый сценарий расчета размера воздушного шара и описываем операции по заполнению грунта. Затрагиваемые темы разные и неоднородные, поэтому мы разделим темы на мини-серию.

Мы сосредоточимся на наиболее распространенной самодельной установке — герметичном шаре, наполненном водородом, с грузом, подвешенным на веревке. водород легче воздуха, поэтому он заставляет шар парить.

Схема системы. Любой компонент, который вы решили использовать, должен быть надежным, безопасным и одноразовым. Избыточность может быть выигрышным выбором. Полезная нагрузка может быть помещена в коробку или подвергаться воздействию атмосферы, в обоих случаях следует учитывать низкие температуры окружающей среды; температуры могут повлиять на электронику и аккумуляторы, на номинальную работу. В тропопаузе температура может опускаться ниже  $-50^{\circ}\text{C}$ .

Посмотрим на рисунок 17, зонд состоит из пяти основных частей. Шар, такелаж, спасательный парашют, полезная нагрузка и водород для наполнения шара.

Типичная установка показана на рис. 18. Мы сосредоточимся на запечатанных латексом баллонах. Такие баллоны расширяются по мере подъема зонда и лопаются при достижении их максимального диаметра. Доступность хорошая, и они доступны по цене. Средние высоты, скажем, около 30 км, могут быть достигнуты без особых хлопот. Воздушный шар крепится к подвешенному полезному грузу с помощью веревок, любая веревка или аксессуар, используемые для этой цели, являются частью такелажа. Это не проблема для небольших полезных нагрузок, но имеет значение для тяжелых полезных нагрузок; стенка баллона тонкая, она не способна выдержать большие нагрузки, сосредоточенная нагрузка пробьет оболочку. Парашют замедлит спуск полезного груза при взрыве баллона, во время всплытия парашют уже выставлен и висит на такелаже.

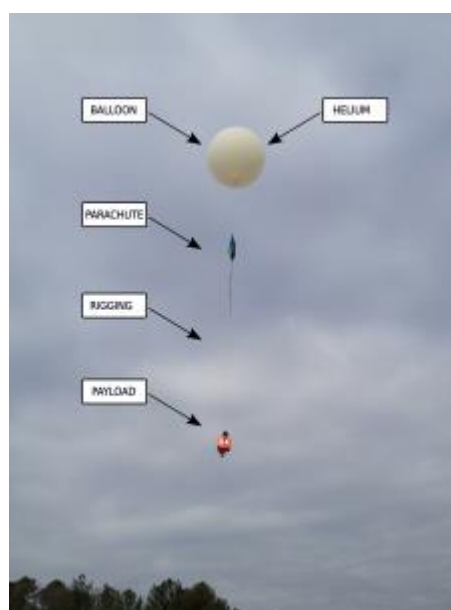


Рисунок 4.1 – Общая схема зондирующего шара

Полезная нагрузка состоит из всего оборудования, которое должно летать вместе с зондом, мы можем разделить оборудование на два больших семейства. Общее оборудование и специальное оборудование для миссии. Первое семейство включает в себя все оборудование, которое абсолютно необходимо для полета, типовое оборудование, перечисленное ниже:

#### Общее оборудование

- Источник питания, аккумуляторная батарея. Может быть, один источник питания для каждого компонента зонда или питание может быть распределено между различными устройствами. Следует учитывать, что источник питания имеет решающее значение. Для наиболее важных датчиков можно использовать двойные отказоустойчивые источники питания.

- Трекер положения. Любое устройство, необходимое для обнаружения полезной нагрузки после приземления. С датчиками малого веса

можно использовать локатор на основе GPS. См. например. Зонд будет обнаружен после приземления с мобильным телефоном. Большинство сложных зондов могут иметь активную во время полета полнодуплексную телеметрическую радиосвязь.

Кроме того, вам нужно специальное оборудование для миссии. Типичный список компонентов вы найдете ниже:

Специальное оборудование для миссии

- Камера. Вы также можете иметь несколько камер. Например, один смотрит вниз, а другой смотрит на горизонт. Полезной функцией является возможность делать снимки в определенное время. Фотографии обычно хранятся на карте памяти или твердотельном накопителе, лимит хранения влияет на возможность полного фоторепортажа полета.

- Блок инерционного движения. Он предоставляет информацию об ускорении, вращении и положении по трем осям. Они компактны и могут быть оснащены трехосными магнитометрами. (см. например)

- Компьютер данных о воздухе. Оснащен датчиками внешней температуры, давления и влажности.

- Датчик вертикальной скорости. Помимо инерциальных данных, можно использовать специальный зонд для измерения вертикальной воздушной скорости.



Рисунок 4.2 – Латексный метеозонд

Математическое моделирование шаров. Чтобы создать действительно простую и консервативную модель, мы будем работать с сильными упрощениями; созданную модель можно использовать на этапе выбора оборудования, но она не подходит для точного прогнозирования производительности или моделирования полета.

Восходящий шар. Обратитесь к рисунку 20, давайте смоделируем весь зонд как точку массы. Наш зонд плавает благодаря плавучести. Воздушная тяга, доступная при использовании герметичного воздушного шара, пропорциональна весу вытесненного воздуха, где  $V$  – объем шара, а  $g$  - ускорение свободного падения.

Шар диаметром будет расширяться по мере уменьшения плотности воздуха, что является прямым следствием увеличения сил, действующих на

материал шара. В частном случае напряжение на материале сечения будет равно. Помимо точечного значения следует отметить, что если напряжение больше нуля, то внутреннее давление больше, чем давление воздуха. Давление внутри баллона не равно внешнему давлению. Чтобы избежать механического толкования механического расширения, мы будем работать в рамках гипотезы «жесткого баллона» или так называемого ненапряженного баллона, внутреннее давление которого в точности равно давлению воздуха. Во время подъема шар будет расширяться из-за изменения температуры воздуха и гелия. Во время подъема будет меняться температура воздуха, будет меняться и температура гелия. Распределение температуры по объему баллона будет неравномерным, так как для упрощения в нашей модели температура будет определяемым параметром. Предполагается, что температура в атмосфере распределяется в соответствии со Стандартной атмосферой США 1976 года. Солнечное излучение способствует энергетическому балансу воздушного шара, поэтому будет влиять на расширение, мы также пренебрежем этим вкладом, для душевного спокойствия думайте, что вы оцениваете характеристики шара, запущенного ночью; библиография сообщает о более низком коэффициенте подъема в ночное время.



Рисунок 4.3 – Укрепленный спасательный парашют

Сила веса, действующая на зонд, равна  $W = m_t g$ , где  $m_t$  – полная масса зонда. Другая сила, действующая на зонд, это сопротивление воздуха, в котором движется зонд. Направление сопротивления зависит от бокового движения шара. В боковой динамике аэростата преобладает горизонтальная составляющая ветра.

Для примера целей рассмотрим малый угол атаки. Выражение силы сопротивления:

$$DF = 1/2 C_{dr} A_r W \frac{2}{r} \quad (4.1)$$

где  $W \frac{2}{r}$  - скорость подъема неподвижного воздуха в м/с,

$A_r$  — площадь поперечного сечения воздушного шара,  
 $C_{dr}$  - коэффициент лобового сопротивления воздушного шара.

Коэффициент аэродинамического сопротивления зависит от  $\alpha$  и  $Re$ . Этот коэффициент лобового сопротивления должен учитывать вклад полезной нагрузки и такелажа, но этим первым вкладом часто пренебрегают, наиболее точным способом определения значения коэффициента являются летные испытания или испытания в аэродинамической трубе.

Менее точное приближение состоит в том, чтобы рассматривать шар как идеальную сферу, таким образом, мы можем использовать коэффициент сопротивления для сферы. Мы будем оперировать этим предположением. Коэффициент аэродинамического сопротивления шара зависит от числа Рейнольдса, т. е. от плотности; по этой причине следует рассматривать как функцию  $Re$  и практически высоты. В нашей модели мы установим коэффициент сопротивления 0,47; это значение будет слишком высоким для наземных условий и гораздо более подходящим для высокогорных условий с низким  $Re$ . Установка высокого значения приведет к переоценке силы сопротивления у земли, что даст нам оптимистическую или консервативную оценку характеристик воздушного шара как скорости всплытия.

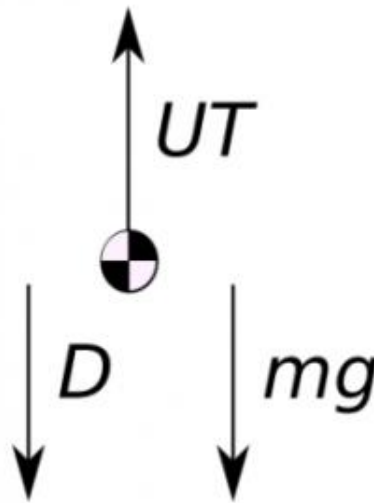


Рисунок 4.4 – Модель зонда

Учитывая массу полезного груза и оснастки, массу шара и массу гелия, содержащегося в воздушном шаре, мы получаем, что результирующая сила плавучести равна:

$$BF = BV\rho g - (m_1 + m_2 + m_3)g \quad (4.2)$$

Комбинируя уравнения 4.1 и 4.2, мы получаем скорость подъема датчика в неподвижном воздухе:

$$W \frac{2}{r} = 2BF/C_{ap} \quad (4.3)$$

Нисходящий шар. При разрыве шара зонд начнет падать обратно на Землю. Чтобы избежать раскачивания полезной нагрузки, спасательный парашют должен иметь правильный размер. Повторно используя уравнения подъема и заменяя коэффициент сопротивления парашюта вместо аэростата, получаем выражение для вертикальной скорости спуска.

$$W = 2m/C_d A_p \quad (4.4)$$

где  $A_d$  – площадь парашюта

Уравнение 4.4 пренебрегает вкладом сопротивления полезной нагрузки, вероятно, мы переоценим скорость снижения.

Проверьте местные правила. Перед любым запуском ознакомьтесь с местными правилами запуска беспилотных газовых баллонов. На сегодняшний день (15.04.2016) в Италии необходимо уведомить ENAC о запуске с этими модулями. Управление гражданской авиации Италии называет ИКАО, Приложение 2, Приложение 4, в качестве источника для определения того, какие данные следует передавать до запуска в ENAC.

ИКАО определяет различные классы беспилотных аэростатов, классификация основана на весе полезной нагрузки. Например, воздушный шар с одной полезной нагрузкой (что-либо отличное от воздушного шара) весом менее 3 кг считается легким воздушным шаром. Чтобы считаться легким, полезная нагрузка должна быть подвешена на веревке, которая требует ударной силы менее 230 Н для отделения от воздушного шара. Еще одним требованием является плотность поверхности менее 13 г на квадратный сантиметр. Для расчета плотности площади необходимо разделить массу в граммах пакета с полезной нагрузкой на площадь в квадратных сантиметрах наименьшей поверхности пакета. Легкий аэростат имеет меньше эксплуатационных ограничений по сравнению с тяжелыми аэростатами.

Проектирование – это итеративный процесс, иногда вам придется повторять одну и ту же процедуру снова и снова, пока решение не сойдется. Сначала вам нужно определиться с целью миссии, чем больше у вас ограничений, тем быстрее вы найдете решение.

Для примера мы выбрали следующие требования:

- Предполагаемая высота цели - 32000м;
- Масса полезной нагрузки - 0,6 кг;
- Вес баллона - 0,6 кг;
- Диаметр разрыва баллона по данным производителя;
- Время полета, 180 минут;



- Коэффициент аэродинамического сопротивления парашюта, первое приближенное значение 1,75;

- Вертикальная скорость подъема 3 м/с;

- Вертикальная скорость снижения при посадке 10 м/с;

Обратите внимание, что в списке указан диаметр разрыва, данные должны быть предоставлены производителем баллона.

В результате предварительного проектирования мы определим необходимый размер шара, массу гелия для загрузки в шар на земле и плавучесть на земле.

Расчетные выходные параметры:

- чистая выталкивающая сила или свободный подъем, Н;

- Масса гелия, кг;

- Масса баллона, кг;

- Вертикальная скорость у земли при , м/с;

- Время подъема, час;

- Время падения, час;

- Максимально допустимая масса полезной нагрузки, кг;

- Плавучесть у земли, Н;

У нас есть модель нашего воздушного шара, и мы определили выходные параметры дизайна, в следующем посте мы будем использовать скрипт Scilab/Matlab для определения размера.

Пример размера. Здесь мы рассмотрим предварительный пример дизайна. Вспоминая модель всплывающего воздушного шара и гипотезу жесткого воздушного шара, мы видим, что чистая плавучесть во время всплытия постоянна. Рассчитанные данные будут использоваться для запуска, поэтому надуйте воздушный шар должным образом. Измерение объема воздушного шара — это нелегкий путь, обычно более простой способ - измерить свободную подъемную силу на земле. Вы можете использовать для расчета подъемной силы у земли, времени подъема, времени падения, средней скорости во время подъема и требуемой массы гелия. Входными данными будут высота взрыва [м], масса полезной нагрузки [кг], масса воздушного шара, диаметр разрыва воздушного шара [м], время полета в минутах, коэффициент сопротивления парашюта, желаемая скорость вертикального снижения у земли.

Чтобы запустить предварительный проект с данными нашего примера, мы вызываем функцию SizeProbe следующим образом:

```
[FL, RiseTime, FallTime, wr,mHe]=SizeProbe(32000,0.6, 0.6,5.791,180,10,1.75)
```

Результаты будут:

```
mHe = 0.1983532  
wr = 2.1052632  
FallTime = 3200  
RiseTime = 7600  
FL = 0.3628609
```

Диаметр разрыва следует считывать из данных производителя или определять опытным путем. Вы видите, что наш предварительный проект дает

нам представление о том, что размер нашего баллона может обеспечить требуемые характеристики.

Другой альтернативный и быстрый способ – использовать онлайн-инструменты дизайна, которые, например, подготовлены производителями воздушных шаров.

Как правило, эти инструменты предназначены для более безопасной стороны, они будут пессимистичны в отношении производительности; результаты хороши для дизайна, но не дают точного описания поведения шара. У нас есть другие аспекты, которые следует рассмотреть перед запуском, такие как прогнозирование траектории. Траектория воздушного шара сильно зависит от ветра. Еще раз приходится учитывать, что имеющиеся данные о ветре далеко не полны и не точны; часто мы хотим знать траекторию в ближайшем будущем, поэтому моделирование будет основываться на прогнозе ветра. Кроме того, мы можем найти какой-нибудь предиктор траектории, например, вот по этой ссылке от CUSF. Из прогнозов вы заметите, что шары будут преодолевать большие расстояния, необходимо иметь одну или несколько хорошо подготовленных спасательных бригад, которые могут легко путешествовать по стране.

Мы раскрыли некоторые аспекты работы с воздушными шарами. Ключевыми факторами являются подготовка, обучение и оценка эффективности.

Выводы. Таким образом в нашей расчётной части мы определили, погрешности и улучшили стабильность и благоприятность для зондирования. Правильная система и процесс подготовки играет важную роль для получения и дальнейших исследований в области метеорологии.

Конечно же допускаются нормы погрешностей, которые повлияют на результат, но основная базовая функциональность работы обеспечит нужный исход всей работы.

В этом проекте мы работаем совместно, чтобы понять науку, стоящую за запуском зондов, спроектировать и построить научную полезную нагрузку, выбрать место запуска с помощью прогнозного моделирования и погодных условий, запустить воздушный шар и проанализировать собранные данные. Это окончательный реальный проект. Просто замените «ученый» на «ученый», и именно так ученые в промышленных и государственных лабораториях отправляют эксперименты в атмосферу.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе нашей работы были изучены теоретические основы метеорологии и аэродинамики, разработаны технические требования к метеозонду и определены необходимые характеристики для его конструирования.

В рамках работы был спроектирован метеозонд, который был изготовлен и протестирован на соответствие заданным требованиям. Были проведены эксперименты с использованием метеозонда, в результате которых были получены данные о погодных условиях в различных слоях атмосферы.

Анализ результатов экспериментов показал, что метеозонд соответствует заданным требованиям и обладает высокой точностью и надежностью при измерении погодных условий в атмосфере. Полученные данные могут быть использованы для улучшения прогноза погоды и повышения эффективности различных промышленных и научных задач.

Таким образом, можно заключить, что работа по конструированию метеозонда была успешно выполнена, все поставленные задачи были достигнуты, и результаты могут быть использованы для дальнейших исследований в области метеорологии и аэродинамики.

Следовательно, мы делаем вывод, что система МАРЛ-А проста в работе, но также требует особого внимания в системе действий. За работоспособностью уставленной станции требует уход и нормы правил действий для использования.

Система МАРЛ-А позволяет упростить работу напрямую с зондом, но и есть недостатки, которые наш датчик может устранить в работе с системой.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. В. А. Белинский, В.А Побяхо Аэрология, 1962–427 с.
2. Г. П. Трифонова Комплекс ОКА-3 Для централизованной автоматической обработки данных систем зондирования РКЗ “МЕТЕОРИТ”, 2001–596 с.
3. Н. Ф. Павлов Аэрология радиометеорология и Техника безопасности, 1980–684 с.
4. Алексеев Г. В, Метеорологические и геофизические исследования, 2011–368 с.
5. О.Г. Богаткин, Основы авиационной метеорологии, 1996–641 с.
6. Сторм Данлоп, Атлас погоды: Атмосферные явления и прогнозы, 2010–582 с.
7. <https://agrometeo.online/metoeq/meteeozond.html>
8. Аппаратно-программный комплекс
9. Клименко Д, Беспилотная лаборатория экологического мониторинга 2021.
10. Большаков А. Запуск шаров, 2020–256 с.
11. А. С. Зверев, Синоптическая метеорология. 2-е издание, 2012–452 с.
12. Л. К. Сурыгина, Атлас облаков, 2011–534 с.
13. Е. А. Кочугова, Методы и средства гидрометеорологических наблюдений, 2012–758 с.
14. <http://weather.uwyo.edu/upperair/europe.html>
15. <http://www.cao-rhms.ru/>
16. <http://meteoclub.ru/>
17. Брусенская И.С., Подрезов О.А. Режим ветра на территории Северного, Северо-Западного Кыргызстана, 2011–358 с.
18. Подрезов О. А. Современный климат Бишкека, Чуйской долины и Северного склона Киргизского хребта., 2011–621 с.
19. С.С.Байшоланов, Учебное пособие на казахском языке «Метеорология және климатология», 2009–562 с.
20. Аргучинцев В.К, Учебное пособие «Динамика атмосферы», 2006.
21. Белов С. В., Гордиенко А. В. , Проскурин В. Д., Аэродинамика и динамика полета: учебное пособие, 2014 – 685 с.
22. Ефимов В. В., Основы аэродинамики и динамики полета летательных аппаратов, 2003–583 с.
23. Степаненко В. Д., Радиолокационная метеорология и активные воздействия, 2012–658 с.
24. Новиков В. Н., Авхимович Б.М., Вейтин В.Е., Основы устройства и конструирования летательных аппаратов, 1991–457 с.



**ОТЗЫВ  
НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ**

на дипломную работу  
(наименование вида работы)

Ли Джумата Александровича  
(Ф.И.О. обучающегося)

6В06201 – Телекоммуникация  
(шифр и наименование специальности)

Тема: «Разработать опытный образец возвращаемого высотного зонда для решения задач наблюдения за окружающей средой»

В настоящей дипломной работе актуальность изучения метеорологии с каждым годом повышается. Это связано с тем, что повышается степень важности мониторинга и исследования верхних слоев атмосферы.

В первом разделе хорошо раскрывается «Обзор и задачи атмосферного зонда и их основные характеристики», где полностью раскрыты электронные компоненты и оборудования необходимые для функционирования высотного зонда. Во втором разделе рассматриваются особенности «Датчик, запрограммированный на автоматическое поддержание рабочей частоты между землёй с зондом». В третьем разделе автором проанализированы «Особенности конструкции возвращаемого зонда на базе системы МАРЛ-А».

Работа написана логически, последовательно, чётко и ясно. Выполненная работа в полной мере отвечает поставленной цели и является законченным исследованием. Обоснованность и убедительность фактов свидетельствуют о полноте исследований, представленных в научной работе. Оформление работы отвечает принятым стандартам.

Таким образом, дипломная работа *Ли Джумата Александровича* актуальна, отличается значимой практической ценностью, выполнена по всем требованиям ГАК на должном научном уровне. Автор заслуживает оценки «хорошо».

Научный руководитель  
К.т.н. ассоциированный проф.  
(должность, уч. степень, звание)

Таштай Е.

(подпись)

«06» 06 2023г.



## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

**Автор:** Ли Джумат

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Разработать опытный образец возвращаемого высотного зонда для решения задач наблюдения за окружающей средой

**Научный руководитель:** Ерлан Таштай

**Коэффициент Подобия 1:** 5.2

**Коэффициент Подобия 2:** 2.8

**Микропробелы:** 1

**Знаки из других алфавитов:** 0

**Интервалы:** 0

**Белые Знаки:** 0

**После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:**

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

2023-06-02

*Дата*

*Заведующий кафедрой*



**Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті  
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы**

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагиаттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

**Автор:** Ли Джумат

**Тақырыбы:** Разработать опытный образец возвращаемого высотного зонда для решения задач наблюдения за окружающей средой

**Жетекшісі:** Ерлан Таштай

**1-ұқсастық коэффициенті (30):** 5.2

**2-ұқсастық коэффициенті (5):** 2.8

**Дәйексөз (35):** 2

**Әріптерді ауыстыру:** 0

**Аралықтар:** 0

**Шағын кеңістіктер:** 1

**Ақ белгілер:** 0

**Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :**

Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

**Негіздеме:**

2023-06-02

Күні

Кафедра меңгерушісі





## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

**Автор:** Ли Джумат

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Разработать опытный образец возвращаемого высотного зонда для решения задач наблюдения за окружающей средой

**Научный руководитель:** Ерлан Таштай

**Коэффициент Подобия 1:** 5.2

**Коэффициент Подобия 2:** 2.8

**Микропробелы:** 1

**Знаки из других алфавитов:** 0

**Интервалы:** 0

**Белые Знаки:** 0

**После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:**

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

2023-06-02

*Дата*

Сүңғат Марксұлы

  
проверяющий эксперт