

УДК 551.581.1

**В.Н. Сытов\***, к.г.н., **Д.И. Вельмискин**, к.т.н., **Ю.В. Лавриненко**, к.т.н.,

**А.С. Лимонов**, к.т.н., **Б.В. Перелыгин**, к.т.н., **Пустовит Т.М.**, асс.

*Одесский государственный экологический университет*

*\*Гидрометеорологический центр Черного и Азовского морей*

## **АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ РАДИОЗОНДИРОВАНИЯ И ОБОСНОВАНИЕ ПУТЕЙ ЕЕ РАЗВИТИЯ**

*В статье дается анализ системы получения и обработки результатов радиозондирования и обоснование путей ее развития.*

*Ключевые слова:* радиозонд, система, атмосфера, радиолокационные методы, метеопараметры, навигационные системы.

**Введение.** Известно, что существующие системы радиозондирования в Украине состоят из наземных радиотехнических комплексов (НРТК), радиозондов (РЗ) и аппаратуры подготовки РЗ к запуску. Многолетний опыт эксплуатации такой системы показал, что она имеет существенные недостатки [1, 2]:

1. НРТК является дорогостоящим изделием ("Метеорит – 2", "Радиотеодолит – УЛ" порядка сотни тысяч гривен за каждый образец).

2. Требуется достаточно больших экономических затрат на эксплуатацию (расход электроэнергии; расходные материалы, которые в настоящее время в Украине не выпускаются; содержание обслуживающего персонала и т.д.). Например суточная эксплуатация системы «Радиотеодолит – УЛ» составляет 2500 грн.

3. Используемые РЗ (типа МАРЗ, ПАЗА) позволяют измерять прямыми методами только температуру и влажность, а давление, скорость и направление ветра косвенными методами. При этом стоимость РЗ, оболочки и подготовка РЗ к запуску составляет 800 грн.

4. Проверка работоспособности РЗ перед выпуском в системе "Метеорит – 2" не автоматизирована, а в системе "Радиотеодолит – УЛ" – не удовлетворяет требованиям, о чем свидетельствуют отчеты Гидрометеорологического центра Черного и Азовского морей (ГМЦ ЧАМ) [1, 2].

5. Обработка метеорологической информации (МИ) в системе "Метеорит – 2" вообще не автоматизирована, а в системе "Радиотеодолит – УЛ" не удовлетворяет требованиям Гидрометцентра Украины.

6. Существующая система радиозондирования и способы обработки МИ, получаемой от РЗ, не позволяют привязать ее к атмосферным эшелонам, что ухудшает качество краткосрочных прогнозов.

Все указанные недостатки требуют разработки новых подходов к системе радиозондирования.

**Материалы и метод исследования:** отчеты о работе системы радиозондирования ГМЦ ЧАМ и их анализ.

**Цель статьи:** разработка системы радиозондирования атмосферы на современной элементной базе.

**Изложение основного материала.** Общая структура системы радиозондирования атмосферы представлена на рис. 1, которая состоит из спутниковой системы, РЗ с оболочкой, НРТК (количество их  $n$ ).

В настоящее время определение текущих координат осуществляются радиолокационными методами с использованием активного ответа. Они позволяют в полярной системе координат измерять наклонную дальность до РЗ, угол места  $\varepsilon$  и азимут  $\beta$  линии визирования. Для использования этих данных в целях метеопрогноза требуется их пересчет в декартовую систему координат, которая связана с наземной географической системой. В настоящее время реально существует возможность определения координат подвижного РЗ с точностью достаточной для метеопрогноза. Такими системами являются действующие и развернутые системы Глонасс и GPS [3, 4]. С точки зрения эксплуатации эти системы одинаковы. Однако, с экономической точки зрения, использование системы GPS более предпочтительнее. Поэтому нами предлагается использовать систему GPS, которая позволяет определять текущие координаты РЗ в любой точке воздушного пространства

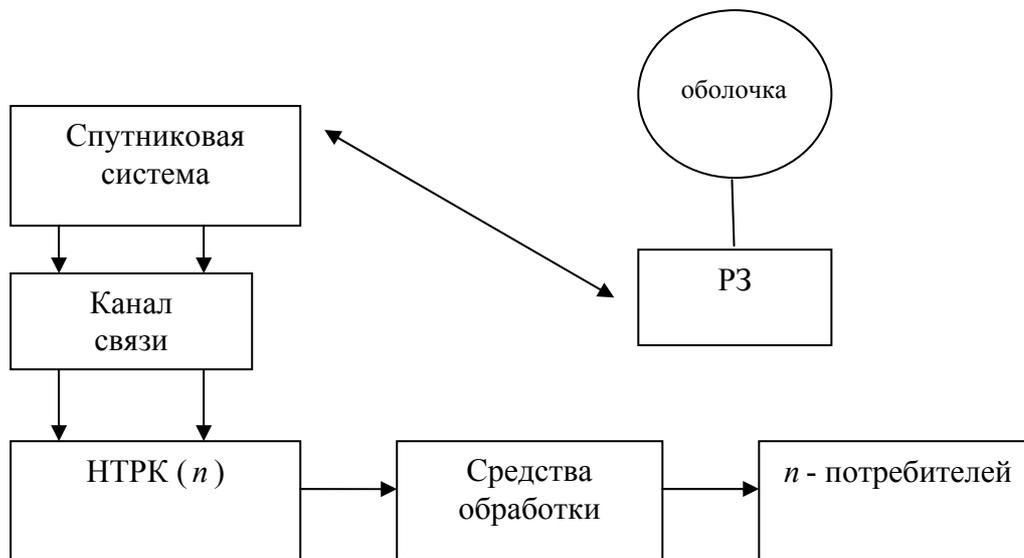


Рис. 1 – Общая структура системы радиозондирования атмосферы.

Другим не менее важным элементом предлагаемой системы радиозондирования является РЗ. Предлагаемая система получения МИ требует нового комплекса бортовой аппаратуры РЗ, которая использует цифровые принципы получения, первичной обработки и приема-передачи МИ. Структурная схема бортовой аппаратуры РЗ нового поколения приведена на рис. 2.

Принцип работы этого РЗ заключается в следующем. Метеодатчики осуществляют преобразование текущих значений метеопараметров  $x_1, x_2, \dots, x_n$  в цифровые электрические сигналы, которые поступают на вход координирующе-управляющего устройства (КУУ). На второй вход КУУ поступают сигналы с выхода приемника системы GPS. По этим сигналам определяются текущие географические координаты РЗ и запоминаются там. Каждому значению текущих значений координат РЗ будут соответствовать текущие значения метеопараметров  $x_n$ . Далее задача КУУ заключается в следующем.

КУУ формирует метеосообщение, которое содержит информацию о текущих значениях метеопараметров и текущих значениях координат РЗ. Вся эта информация в

реальном масштабе времени передающим устройством (ПУ) РЗ выдается в линию связи.

Естественно, бортовая аппаратура РЗ должна иметь автономный бортовой источник питания (БИП) достаточной мощности для гарантированного обеспечения ее работы в полете и даже, заданного времени после падения на поверхность земли, что обеспечит возможность поиска РЗ. Бортовое ПУ будет выполнять роль радиомаяка, что позволит использовать РЗ для повторного запуска.

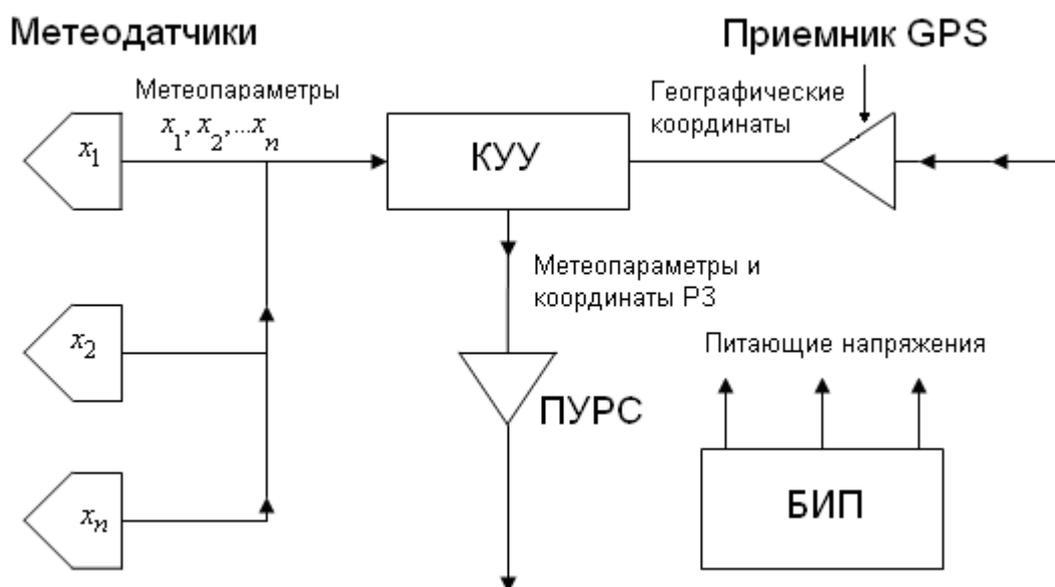


Рис. 2 – Цифровая линия связи.

Естественно предположить, что стоимость такого комплекта бортовой аппаратуры РЗ будет выше ныне применяемых. Однако, при массовом производстве и возможности повторного запуска она может быть доведена до приемлемого уровня.

Таким образом, реализация проекта перспективного РЗ потребует рассмотрения и решения следующих вопросов:

1. Выбор и обоснование перечня метеопараметров, подлежащих измерению в процессе полета РЗ с целью наиболее полного удовлетворения запросов потребителей МИ.
2. Выбор и обоснование набора цифровых датчиков метеопараметров, удовлетворяющих требованиям использования в составе бортовой аппаратуры РЗ.
3. Рассмотрение вариантов возможностей определения координат РЗ с помощью навигационных сетей и системы «Глонасс» и GPS.
4. Выбор и обоснование возможности использования цифровой линии передачи метеоданных пользователям на земле при варианте работы через спутник связи.
5. Рассмотрение технической возможности использования GSM сотовых сетей для передачи метеоданных пользователям на земле.
6. Сравнительная оценка вариантов способов передачи МИ по цифровой линии связи через спутник и по каналам GSM сотовой сети.
7. Определение величины мощности потребляемой бортовой аппаратурой РЗ электроэнергии и выбор типа бортового источника питания.



приемников принимают колебания  $L_1$  с частотой  $f = 1575,42$  МГц и длиной волны 0,1905 м, а также колебания  $L_2$  с частотой  $f = 1227,6$  МГц и длиной волны 0,2445 м. В антенне колебания усиливаются и передаются к приемнику радиоволн.

Электрический центр антенн, пространственное положение которого определяет приемник, должен быть нечувствительным к вращению или наклонению антенны, то есть иметь четко определено положение и максимально совпадать с центром веса антенны. Антенны устанавливаются на объектах, положение которых нужно определить, или над центрами геодезических пунктов. Антенное устройство часто конструктивно отделено от остальных узлов приемника и с приемником его соединяют соответствующим кабелем.

Эта МИ, по запросам, может рассылаться заинтересованным потребителям. С другой стороны, МИ от одного РЗ могут получать сеть НТРК, расположенных в пределах до 300 км от РЗ.

**Выводы.** Нами предложены основные пути развития системы радиозондирования атмосферы, которые сводятся к следующему:

1. Разработка современного РЗ содержащего набор цифровых метеодатчиков, приемник для определения координат РЗ, передатчик цифрового канала связи, БИП.
2. Создание НРТК, имеющего приемник цифрового канала связи, сопряженного с компьютером.

**Дальнейшие** исследования будут направлены на детально-экономическое и техническое обоснование путей развития системы радиозондирования.

### Список литературы

1. Звіт про напрацювання апаратури системи «Метеорит» відділу аерологічних спостережень г. Одеса: Гідрометеорологічного центру Чорного і Азовського морів. – 2010 р. – 10 с.
2. Звіт про напрацювання апаратури системи «Радіотеодоліт УЛ» відділу аерологічних спостережень г. Одеса: Гідрометеорологічного центру Чорного і Азовського морів. – 2011 р. – 7 с.
3. Лаурица С.В. Электронные измерения и навигация. – М.: Недра, 1981. - 480 с.
4. Герман М.А. Космические методы исследования в метеорологии. - Л.: Гидрометеоздат, 1985. – 351 с.

**Аналіз системи отримання і обробки результатів радіозондування і обґрунтування шляхів її розвитку.** Ситов В.М., Вельміскін Д.І., Лавріненко Ю.В., Лімонов О.С., Перелігін Б.В., Пустовіт Т.М.

*В статті дається аналіз системи отримання і обробки результатів радіозондування і обґрунтування шляхів її розвитку.*

**Ключові слова:** радіозонд, система, атмосфера, радіолокаційні методи, метеопараметри, навігаційні системи.

**Analysis of the radiozonding collection and processing system and justification of its development directions.** Sitov B.M, Velmiskin D.I, Lavrinenko U.V., Limonov A.S, Pereligin B.V., Pustovit T.M.

*In this article are presented radiozonding collection processing system analyze and its direction of development justification.*

**Key words:** radiozonde, system, atmosphere, radar methods, meteoparameters, navigation sets.