

Радиоэлектроника және байланыс әскери-инженерлік институтының **ҒЫЛЫМИ ЕҢБЕКТЕРІ**

Әскери ғылыми-техникалық журнал

№ 4 (38), (желтоқсан) 2019 ж.
тоқсан сайын



НАУЧНЫЕ ТРУДЫ Военно-инженерного института радиоэлектроники и связи

Военный научно-технический журнал

№ 4 (38), (декабрь) 2019 г.
ежеквартально

Журнал 2010 жылдан шыға
бастады

Журнал основан в 2010 году

Меншік иесі: Қазақстан Республикасы
Қорғаныс министрлігінің
«Радиоэлектроника және байланыс әскери-
инженерлік институты» мемлекеттік
мекемесі.

Собственник: Республиканское
государственное учреждение «Военно-
инженерный институт радиоэлектроники и
связи» Министерства обороны Республики
Казахстан.

Қазақстан Республикасының
Мәдениет және ақпарат министрлігімен
бұқаралық ақпарат құралын есепке қою
туралы 2010 жылғы 14 сәуірдегі № 10815-
Ж кәулігі берілген.

Свидетельство о постановке на учет
средства массовой информации от 14
апреля 2010 года № 10815-Ж, выданное
Министерством культуры и информации
Республики Казахстан.

Қазақстан Республикасы Білім және
ғылым министрлігі Білім және ғылым
саласындағы бақылау комитетінің 2019
жылғы 2 қазандағы № 689 бұйрығымен
«РЭЖБЭИИ Ғылыми еңбектері» журналы
ғылыми қызметтің негізгі нәтижелерін
жариялау үшін комитет ұсынатын баспалар
тізбесіне қосылды.

Приказом Комитета по контролю в
сфере образования и науки Министерства
образования и науки Республики Казахстан
от 2 октября 2019 года № 689 журнал
«Научные труды ВИИРЭиС» включен в
перечень изданий, рекомендованных
Комитетом для публикации основных
результатов научно деятельности.

БАС РЕДАКТОР

Исмагулова Нургул Сайдуллаевна

филология ғылымдарының кандидаты, ассоц.проф.

ҚР Әскери ғылым академиясының корреспондент-мүшесі, Радиоэлектроника және
байланыс әскери-инженерлік институты ғылыми-зерттеу бөлімінің бастығы, капитан.

РЕДАКЦИЯЛЫҚ АЛҚА

Таиров Г.У. – техника ғылымдарының кандидаты, доцент, Радиоэлектроника және байланыс әскери-инженерлік институты ЗЗӘ бірарналы жүйелері кафедрасының доценті, запастағы полковник.

Сеитов И.А. – техника ғылымдарының кандидаты, әскери ғылымдардың профессоры, ҚР Әскери ғылым академиясының корреспондент-мүшесі, запастағы полковник.

РЕДАКЦИЯЛЫҚ АЛҚА МҮШЕЛЕРІ

Шлейко М.Е. – әскери ғылымдардың докторы, профессор, ҚР Әскери ғылым академиясының толық мүшесі, Радиоэлектроника және байланыс әскери-инженерлік институты ЗЗӘ бірарналы жүйелері кафедрасының доценті, отставкадағы полковник.

Грузин В.В. – техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР Әскери ғылым академиясының толық мүшесі, Тұңғыш Президент атындағы Ұлттық қорғаныс университеті.

Атыханов А.К. – техника ғылымдарының докторы, профессор, Қазақ Ұлттық аграрлық университетінің профессоры.

Караиванов Д.П. – PhD докторы, химия, технология және металлургия университетінің доценті, София, Болгария Республикасы.

Лисейчиков Н.И. – техника ғылымдарының докторы, профессор, Беларусь Республикасының Әскери академиясы.

Ажибаев Т.Ж. – Радиоэлектроника және байланыс әскери-инженерлік институты бастығының бірінші орынбасары – штаб бастығы, полковник.

Утешев П.Н. – Радиоэлектроника және байланыс әскери-инженерлік институты бастығының орынбасары (оқу және ғылыми жұмыстар жөніндегі) – оқу-әдістемелік басқарма бастығы, полковник.

Майхиев Д.К. – PhD докторы, Радиоэлектроника және байланыс әскери-инженерлік институты гуманитарлық пәндер кафедрасының доценті, полковник.

Кенжебаев Д.А. – PhD докторы, Радиоэлектроника және байланыс әскери-инженерлік институты гуманитарлық пәндер кафедрасының доценті, подполковник.

РЕДАКЦИЯЛЫҚ КЕҢЕС

Мустабеков А.Д. – техника ғылымдарының магистрі, Радиоэлектроника және байланыс әскери-инженерлік институтының бастығы, генерал-майор.

Муканов Н.Н. – ҚР ҚК ӘҚК Әуе шабуылына қарсы қорғаныс әскерлерінің қолбасшысы, генерал-майор.

Исаинов К.Е. – әскери ғылымдардың кандидаты, ҚР ҚК ӘҚК Бас қолбасшысы басқармасы бас штабы бастығының (байланыс және РТҚ жөніндегі) орынбасары – байланыс және РТҚ әскерлері басқармасының бастығы, полковник.

Кожахметов К.Б. – ҚР ҚК Мемлекеттік құпияларды және ақпараттық қауіпсіздікті сақтау басқармасының бастығы, полковник.

Жарияланған мақалалар редакцияның түбегейлі көзқарасын білдірмейді. Мақала мазмұнына автордың (авторлардың) өзі жауапты. Журнал мақалалары басқа басылымдарда көшіріліп басылса, «РЭЖБЭИИ ғылыми еңбектері» журналына сілтеме жасалуы тиіс. Журнал материалдарын қайта басу редакция рұқсатымен ғана жүргізіледі.

РЕДАКЦИЯНЫҢ МЕКЕН-ЖАЙЫ
050053, Алматы қаласы, Жандосов көшесі, 53.
Радиоэлектроника және байланыс әскери-инженерлік
институтының ғылыми-зерттеу бөлімі,
Тел.: 8 /727/ 303 69 07, эр. 233 - 18.
E-mail: nurgulismagulova@mail.ru

МАЗМҰНЫ СОДЕРЖАНИЕ

Ғылым, техника және қару-жарақ Наука, техника и вооружение

Иванин А.Н. К вопросу оценки устойчивости функционирования сети документальной связи системы связи специального назначения.....	5
Zikirayev N.B., Grishchenko V.F., Baisadykov B.Zh., Muratbekov N.B. Space monitoring and strategic stability in modern conditions.....	12
Турумбетов М.Б., Сеитов И.А., Ахшалов М.Е. Закон мягкой силы или безопасность изнутри: о некоторых вопросах обеспечения информационной безопасности Казахстана.....	20
Злавдинов А.Т., Анефияев Т.Е., Аханов А.Р. Системы автомобиля, повышающие безопасность движения.....	27
Волощук Д.Л. Требования, предъявляемые к полевым узлам связи и основные мероприятия по достижению требований.....	33
Зикирьяев Н.Б., Грищенко В.Ф., Мукушев А.А., Елеусов Т.В. К вопросу архитектуры автономного аппаратно-программного комплекса на основе SDR технологий для изучения состояния ионосферы в КВ диапазоне.....	39
Барбашин Н.И. Авиационные группировки СССР во второй половине XX века.....	44
Сагындыков Д.С., Ажикенов С.С., Баелова Н.Ш. Особенности организации связи при ведении специальных войсковых действий в горах.....	53
Дуйсембеков О.А., Аханов А.Р. Сети связи с подвижными объектами (на примере бундесвера).....	59
Таиров Ж.Л., Журомская Е.Н., Таирова Ф.Л. Автоматизация процессов контроля качественных показателей работы сети связи.....	65
Жарылхапов Б.У., Мухамбеткалиев Б.Ш. Анализ развития сотовой связи.....	71
Левина Ю.Д. Развитие технической культуры курсантов военного ВУЗа.....	75
Балахнова М.Ю. Кодирование и декодирование методом БЧХ.....	81
Ажикенов С.С., Сагындыков Д.С. Характер действий незаконных вооруженных формирований.....	90
Барбашин Н.И. Эхо былой авиации.....	96

МРНТИ 89.15.35

Н.Б.ЗИКИРЬЯЕВ², В.Ф.ГРИЩЕНКО¹, А.А.МУКУШЕВ², Т.В.ЕЛЕУСОВ²¹АО ДТОО Институт ионосферы АО «НЦКИТ» АКК МЦРОАП РК,
г.Алматы, Республика Казахстан,²Военно-инженерный институт радиоэлектроники и связи,
г.Алматы, Республика Казахстан

**К ВОПРОСУ АРХИТЕКТУРЫ АВТОНОМНОГО
АППАРАТНО - ПРОГРАММНОГО
КОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ SDR ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ
СОСТОЯНИЯ ИОНОСФЕРЫ В КВ ДИАПАЗОНЕ**

Аннотация. В данной статье рассматривается влияние и воздействие техническими средствами и системами, а также факторами природного характера, оказываемыми на ионосферу Земли. Авторами показана актуальность разработки архитектуры автономного аппаратно - программного комплекса на основе SDR технологий для изучения состояния ионосферы в КВ диапазоне в целях исследования строения ионосферы и использования ее параметров для ведомств и служб. Также предложен конкретный вариант архитектуры автономного аппаратно - программного комплекса на основе SDR технологий, учитывающий технические требования, предъявляемые при цифровой обработке сигнала. Результаты исследования направлены на решение актуальных проблем активных экспериментов в околоземной космической плазме, оперативной глобальной диагностики ионосферы, распространения электромагнитных волн, динамики ионосферных структур, взаимодействия заряженных частиц с электромагнитными волнами.

Ключевые слова: изучение ионосферы, SDR технологии, аппаратно - программный комплекс, архитектура, цифровая обработка, мониторинг, задачи, аппаратура, ионозонд, космически аппарат.

Түйіндеме. Бұл мақалада техникалық құралдар мен жүйелердің әсері мен әсерлері, сондай-ақ Жердің ионосферасында қолданылатын табиғаттың факторлары талқыланады. Авторлар ионосфераның құрылымын зерттеу және бөлімдер мен қызметтерге арналған параметрлерді пайдалану мақсатында қысқа толқындар диапазонында ионосфераның жай-күйін зерттеу үшін SDR технологиясына негізделген дербес аппараттық-бағдарламалық кешені сәулетінің дамуының өзектілігін көрсетеді. Сандық сигналдарды өңдеуге қойылатын техникалық талаптарды ескере отырып, SDR технологияларына негізделген дербес аппараттық-бағдарламалық кешені архитектурасының нақты нұсқасы ұсынылады. Зерттеу нәтижелері жақын жердегі ғарыш плазмасындағы белсенді эксперименттердің өзекті мәселелерін шешуге, ионосфераның глобалды диагностикасына, электромагниттік толқындардың таралуына, ионосфералық құрылымдардың динамикасына, зарядталған бөлшектердің электромагниттік толқындармен өзара әрекеттесуіне бағытталған.

Түйінді сөздер: ионосфераны, SDR технологиясын, аппараттық-бағдарламалық кешені, сәулет, цифрлық өңдеу, мониторинг, тапсырмалар, жабдықтар, ионозонда, ғарыш аппараттарын зерттеу.

Annotation. This article discusses the influence and impact of technical means and systems, as well as factors of a natural nature, exerted on the Earth's ionosphere. The authors show the relevance of the development of the architecture of an autonomous hardware-software complex based on SDR technologies for studying the state of the ionosphere in the HF range in

order to study the structure of the ionosphere and use its parameters for departments and services. A specific variant of the architecture of an autonomous hardware-software complex based on SDR technologies, taking into account the technical requirements for digital signal processing, is also proposed. The research results are aimed at solving actual problems of active experiments in near-earth space plasma, operational global diagnostics of the ionosphere, propagation of electromagnetic waves, dynamics of ionospheric structures, interaction of charged particles with electromagnetic waves.

Keywords: the study of the ionosphere, SDR technology, hardware - software complex, architecture, digital processing, monitoring, tasks, equipment, ionosonde, space apparatus.

Ионосфера как среда, являющаяся частью околоземного космического пространства, занимает ключевое положение в системе параметров и процессов в околоземном космосе. Она представляет собой универсальный и уникально чувствительный элемент, реагирующий на широчайший спектр процессов, протекающих на Солнце, в межпланетном пространстве, в атмосфере, на земной поверхности и даже в литосфере Земли.

Важнейшим прикладным аспектом мониторинга состояния ионосферы является контроль над техническими средствами и системами, использующие электромагнитные волны или подверженные их влиянию, в частности средства связи, навигации и т.п. Это обстоятельство привлекает интерес потребителей ионосферной информации - организаций, связанных с выполнением оборонных и прикладных задач, учреждений, обеспечивающих данную космическую радиосвязь и навигацию, космические и прогностические службы.

Помимо исследований солнечно - земных связей, известны сведения о возмущении в ионосфере, обусловленном [1, с.7]:

- комплексом ионосферных систем (HAARP), оказывающим нагревающее воздействие в виде мощного излучения энергии;
- приближающимися землетрясениями (с заблаговременностью от семи до одних суток);
- наземными, химическими и подземными ядерными взрывами.
- запусками и работой на орбите космической техники.

В настоящее время с целью оперативного контроля состояния ионосферы и совершенствования ионосферной службы на территории Республики Казахстан требуется разработка и создание автономного комплекса. В связи с этим на этапе разработки необходимо сформировать требования и на основе их выбрать целесообразную архитектуру автономного аппаратно - программного комплекса. Исходя из опыта проектирования радиотехнических систем [2, с.271], представляется возможным реализовать комплекс на основе SDR технологий.

Основой работы автономного аппаратно - программного комплекса является резонансное отражение радиоволн от ионосферной плазмы. При этом используются радиоволны в диапазоне от 1 до 20 МГц, излучаемые радиоимпульсами длительностью около 100 - 150 мкс.

Измеряются временная задержка и амплитуда импульсов при их прохождении:

- от космического аппарата (КА) до ионосферы и обратно - внешнее зондирование;
- от Земли до ионосферы и обратно - вертикальное зондирование;
- от КА до наземной станции - прямое трансionoсферное зондирование;
- от Земли до КА - обратное трансionoсферное зондирование.

Используются также сигналы, отраженные от Земли — это двойное трансionoсферное зондирование.

Использование архитектуры автономного аппаратно - программного комплекса на основе SDR технологий предполагает отработку методики получения информации об

электронной концентрации в ионосфере с высот расположения КА и выработку научно-практических рекомендаций по использованию этой информации в службе Казгидромета и других заинтересованных организаций и ведомств. Автономный аппаратно - программный комплекс должен проводить измерения непрерывно для обеспечения глобального и длительного по времени получения параметров ионосферы, с учетом ограничений на энергопотребление, электромагнитную совместимость, ресурс работы и т.д.

Конструктивно автономный аппаратно - программный комплекс предполагается выполнить в виде отдельных блоков:

- антенный модуль и приемо-передающий модуль;
- модуль управления и обработки информации на основе программируемых пользователем вентильных матриц (ППВМ).

Аппаратура автономного аппаратно - программного комплекса при проведении космических испытаний (КЭ) должна соответствовать следующим техническим характеристикам в таблице 1 [3, с.21]:

Таблица 1 - Требуемые технические характеристики аппаратно - программного комплекса на основе SDR технологий

п/п	Параметры автономного аппаратно - программного комплекса	Диапазон, ед.изм.
1	Диапазон частот	1 - 20, МГц
2	Количество дискретных частотных точек	до 400
3	Шаг перестройки	50 - 100, кГц
4	Максимальная дальность	2000, км
5	Длительность посылки в каждой частотной точке	100 - 150, мкс
6	Длительность цикла измерений	6-10, с
7	Пространственное разрешение по высоте	10, км
8	Размах диполя передающей антенной системы	15, м
9	Диаметр рамочной приемной антенны	0,7, м

В предлагаемом проекте архитектура автономного аппаратно - программного комплекса на основе SDR технологий для изучения состояния ионосферы в КВ диапазоне представлена на рисунке 1, где: ПЭВМ - персональная электронно - вычислительная машина; ППВМ - программируемые пользователем вентильные матрицы; АЦП - аналогово-цифровой преобразователь; ЦАП - цифро-аналоговый преобразователь; МШУ - маломощный усилитель; ПУ - предварительный усилитель; УМ - усилитель мощности; ФЗЧ - фильтр зеркальной частоты; LAN - (сокращение от Local Area Network, с англ. - локальная вычислительная сеть).

Отраженный сигнал через приемную антенну поступает в МШУ, где усиливается с малым коэффициентом шума до необходимого уровня. В ФЗЧ, главной проблемой некачественной дискретизации в аналого-цифровом преобразователе является неправильная дискретизация аналогового сигнала, что приводит к тому, что высокочастотные его составляющие накладываются на низкочастотные, в результате чего восстановление сигнала во времени приводит к его искажениям. Таким образом, для корректной работы ФЗЧ, частота дискретизации должна быть достаточно высокой и сигнал должен быть надлежащим образом отфильтрован перед оцифровкой в ФЗЧ.

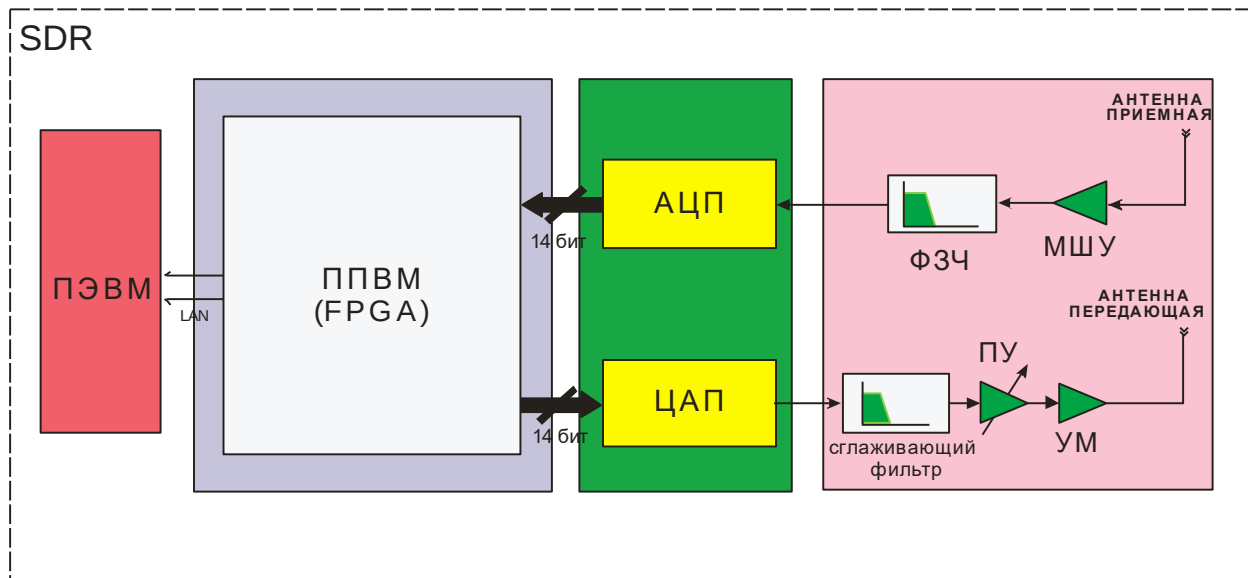


Рисунок 1 – Вариант архитектуры автономного аппаратно - программного комплекса на основе SDR технологий

АЦП служит для преобразования входного аналогового сигнала в дискретный код. Преобразованный 14 битный код поступает по шине в ППВМ, где программируется путём изменения логики работы принципиальной схемы алгоритм работы ионозонда, от которого в конечном счете через локальную сеть информация поступает в ПЭВМ, где отражает параметры в виде графиков. ПЭВМ отвечает за ввод исходных параметров, обработку результатов и подстройку параметров системы в зависимости от полученных результатов. После в ППВМ формируется 14 битный код, который поступает в ЦАП, где происходит преобразование с цифрового кода в аналоговый сигнал. Эвюры сигналов имеющие дискретные значения, представляются в прямоугольной форме. Сглаживающий фильтр устраняет пульсации эффекта «зубчатости». УМ обеспечивает на выходе пиковую мощность. Далее сигнал поступает в передающую антенну.

В результате информация с космического ионозонда обеспечивает быстрое получение следующих данных:

- критической частоты, высоты максимума электронной концентрации, полутолщины внутренней ионосферы (включая случаи, когда измерения с поверхности Земли невозможны из-за полного поглощения радиоволн и других аналогичных явлений);
- пространственного распределения электронной концентрации ионосферы, недоступной при зондировании с поверхности Земли;
- пространственного распределения электронной концентрации внутренней ионосферы в модельном приближении;
- пространственного и временного распределения электромагнитных полей в околоземном космическом пространстве в указанном диапазоне частот;
- диагностика наличия и структуры одиночных ионосферных неоднородностей во внутренней ионосфере естественного и искусственного происхождения, а также определение их параметров;
- количества электронов в столбе от уровня ионосферной станции до высоты КА (вариации этого параметра определяют качество радиосвязи на трассах "Земля - Космос" во всех диапазонах частот от $f_0 F_2$ до 30 ГГц и более);
- степени возмущенности ионосферы в текущий момент времени и статистических параметров случайных неоднородностей ионизации;
- горизонтальных градиентов электронной концентрации по всей толщине

ионосферы.

Результаты исследования направлены на решение актуальных проблем активных экспериментов в околоземной космической плазме, оперативной глобальной диагностики ионосферы, распространения электромагнитных волн, динамики ионосферных структур, взаимодействия заряженных частиц с электромагнитными волнами. Предполагается проведение исследований работы бортового ионозонда на орбите с высотой вблизи максимума слоя F2 ионосферы. Кроме того, будут отработаны элементы службы мониторинга глобальной ионосферы, проведены исследования распространения электромагнитных и электростатических волн, ряда линейных и нелинейных физических процессов в плазме, крупномасштабных ионосферных структур, неоднородностей ионосферы, а также проведение исследований по возможностям прогноза ионосферных и сейсмических аномалий и взаимодействия ионосферной плазмы с пучками энергичных частиц. Ожидается также получение новых данных по ряду научно-технических вопросов, в том числе: по теории антенн и зондов, по участию экипажа космической станции в управлении экспериментом и т.п.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Материалы координационного научно-технического совета (КНТС) по программам научно-прикладных исследований (НПИ) и экспериментов на пилотируемых космических комплексах [Электронный ресурс]. – 2012. - URL:<http://knts.tsniimash.ru> (дата обращения 26.04.2019).

2 F. Harris, E. Venosa, X. Chen, and C. Dick Band Edge Filters Perform Non Data-Aided Carrier and Timing Synchronisation of Software Defined Radio QAM Receivers / Proceedings of the 15th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC). - Taipei, September 2012, pp. 271 - 275.

3 J.W. MacDougall, I.F. Grant, X. Shen. The Canadian advanced digital ionosonde: design and results. World Data Center A for Solar-Terrestrial Physics, Report UAG-104, Boulder, Colorado, USA, 1995, pp.21-27.

Грищенко В.Ф., к.ф.-м.н., заведующий лабораторией Института ионосферы,
Мукушев А.А., магистр техн. наук, докторант КазНУ им. аль-Фараби, доцент
цикла цифровой электроники кафедры ОБРТиЭ,

Елеусов Т.В., магистр техн. наук, докторант КазНУ им. аль-Фараби,
преподаватель кафедры ПВО СВ,

Зикирьяев Н.Б., магистр техн. наук, докторант КазНУ им. аль-Фараби,
преподаватель кафедры ОБРТиЭ

Журналды жинақтау және редакциялау
Радиоэлектроника және байланыс әскери-инженерлік институтының
«Ғылыми еңбектері» журналының редакциясында жасалды.
Журнал Радиоэлектроника және байланыс әскери-инженерлік институтында
басып шығарылды.
Редактор: Н. Баелова
Корректор: Г. Әметова
Көркемдеуші: А. Ахметалин

Басуға 2019 ж. 13.12 қол қойылды.
Пішімі 60x84/8. Көлемі 15,58 баспа табақ.
Таралымы 200 дана.
050053, Алматы қаласы, Жандосов көшесі, 53.