СТЕНД ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ НАВИГАЦИОННЫХ МОДУЛЕЙ ЛСН TEST BENCH FOR LSN NAVIGATION MODULES

УДК 621.396.721, ББК 32.95

КУЗНЕЦОВ АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВИЧ

Начальник группы

as.kuznetsov@mri-progress.ru

ГРИШИН АЛЕКСАНДР ГЕННАДИЕВИЧ

Начальник группы

grishin@mri-progress.ru

ТАТАРЧУК ИВАН АЛЕКСАНДРОВИЧ

Начальник группы

ivantmtuci@gmail.com

ГРИГОРЬЕВ ИЛЬЯ ДМИТРИЕВИЧ

Проект-инженер

79150419378@ya.ru

АО «НИИМА «Прогресс»

125183, г. Москва, проезд Черепановых, 54

KUZNETSOV ALEXANDER S.

Head of a group

as.kuznetsov@mri-progress.ru

GRISHIN ALEXANDER G.

Head of a group

grishin@mri-progress.ru

TATARCHUK IVAN A.

Head of a group

ivantmtuci@gmail.com

GRIGORYEV ILYA D.

Project-engineer

79150419378@ya.ru

JSC "PROGRESS MRI"

54 Cherepanovikh Lane, 125183, Moscow, Russia

Приведено описание стенда для проведения испытаний навигационных модулей локальной системы навигации. Описана конструкция узлов стенда. Рассмотрены сценарии проведения испытаний навигационных модулей ЛСН.

Ключевые слова: локальная система навигации; приемопередающие модули; базовые станции; макет системы ЛСН; ПЛИС; глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС).

The article gives a detailed description of the test bench for navigation modules of the local navigation system, as well as the design of the nodes of the test bench. Test scenarios for LSN navigation modules have been described.

Keywords: local navigation system; transceiver modules; base stations; prototype of local navigation system; FPGA; Global Navigation Satellite Systems (GNSS).

При разработке навигационных модулей и базовых станций локальной системы навигации встает вопрос о тестировании работы в составе полной системы, отработке программного обеспечения, проверке точностных и эксплуатационных характеристик, проверке новых методов синхронизации и самоорганизации системы. В целях решения данных задач разработан стенд для проведения испытаний навигационных модулей ЛСН.

Стенд состоит из блоков формирования радионавигационного поля ЛСН, блока синхронизации и абонентского блока. В состав каждого блока входят приемопередающие модули. Основой приемопередающих модулей является спарка из вычислительного блока — отладочного комплекта на базе ПЛИС Xilinx Zynq-7000 AP SoC ZC706 Evaluation Kit и приемопередающей радиочастотной микросхемы — AD9361, установленной на мезонинной плате расширения для ПЛИС AD-FMCOMMS3-EBZ. Для повышения уровня излучаемого сигнала, коммутации радиотрактов AD9361 на антенну и фильтрации принимаемых сигналов к мезонинной плате расширения для ПЛИС AD-FMCOMMS3-EBZ подключена плата фильтрации, усиления и коммутации радиочастотного сигнала ЛСН, разработанная в АО «НИИМА «Прогресс». ПЛИС Xilinx Zynq-7000 с подключенной микросхемой AD9361 на мезонинной плате и платой фильтрации, усиления и коммутации радиочастотного сигнала ЛСН убраны в алюминиевый корпус для экранирования от внешних электромагнитных наводок и защиты от атмосферных воздействий.

Для обеспечения питания элементов стенда в полевых условиях и выработки высокостабильного тактового сигнала разработаны модули питания и тактирования. В качестве элементов питания использованы свинцово-кислотные аккумуляторы Delta серии ДТ емкостью 7 Ач и напряжением 12 В, что позволяет проработать каждому приемопередающему модулю до 10 часов в автономном режиме. Предусмотрена возможность работы от сети 220 В с автоматическим зарядом батарей. В качестве высокостабильного тактового генератора используются термостатированные генераторы ГК-142ТС фирмы «Морион». Модули питания и тактирования собраны в корпусах стандарта IP65 пыле- и влагозащиты.

На ПЛИС Xilinx Zynq-7000 разработано IP-ядро, описывающее СБИС цифрового тракта приемопередатчика локальной системы навигации K1917BC014 разработки АО «НИИМА «Прогресс», которая является основой всех навигационных модулей ЛСН, с учетом работы с радиочастотной микросхемой AD9361, и программное обеспечение для навигационных модулей и базовых станций. Разработанное ПО позволяет организовать работу ЛСН в разных вариантах построения системы. Таким образом, достигается полная идентичность стенда и навигационного модуля на отдельных СБИС производства АО «НИИМА «Прогресс».

Для размещения узлов стенда проведена геодезическая привязка 5 точек на поле Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева: 4 точки для размещения базовых

станций по углам прямоугольника и одна точка в центре для размещения приемного модуля. Привязка точек осуществлена при помощи высокоточных геодезических приемников Trimble.

Для проверки навигационных модулей ЛСН и базовых станций один из узлов стенда заменяется на тестируемое изделие и имитируется работа локальной системы навигации на реальных сигналах. Для проверки навигационных модулей ЛСН тестируемое изделие располагается рядом с абонентским блоком стенда,

проводятся измерения координат и сравнение с показаниями абонентского блока и известными координатами. Для проверки базовых станций один из узлов блока формирования радионавигационного поля ЛСН заменяется на тестируемое изделие и проверяется прием сигналов на абонентском блоке, а также правильность определения собственных координат.

В статье приводятся детальное описание компонентов стенда и результаты экспериментальных исследований модулей ЛСН.

While developing navigation modules and local navigation system's reference stations, there arises an issue of testing their operation within a completed system, processing software, inspecting their accuracy and operational characteristics, as well as new techniques of navigational system synchronization and self organization. For solving these problems a test bench for navigation modules of LNS system has been developed.

The bench includes units of LNS radio-navigation field formation, synchronization and subscriber unit. Each of the units includes transmit/receive modules (TRM). TRM are based on pairing units from the computing unit: evaluation kit using FPGA Zynq-7000 AP SoC ZC706 Evaluation Kit FPGA of Xilinx and TRM radio frequency microcircuit AD9361 installed on mezzanine card extension for FPGA AD-FMCOMMS3-EBZ. To increase the level of emitted signal, to switch radio links AD9361 to the antenna and to filter signals received, the mezzanine card extension for FPGA AD-FMCOMMS3-EBZ is connected with the card that filters, magnifies and switches radio frequency LNS signal, the latter card has been developed by JSC "NIIMA "Progress". FPGA Zynq-7000 of Xilinx with connected microcircuit AD9361 installed on the mezzanine card and

the card performing filtering, magnification and radio frequency LNS signal switching, are placed into aluminium package for shielding them from external electromagnetic interference and weather impacts.

To supply test bench elements with power in the field environment and to provide high stable clock signal generation, corresponding power supply and clocking modules have been developed. Lead-acid accumulators Delta series DT with 7Ah capacity and 12V voltage were used as power supply elements, enabling TRM to work in stand-alone mode up to 10 hours. Operation from mains supply 220V with automatic battery charging has also been provided. As a highly stable clock generator, temperature controlled "Morion" GK-142TC oscillators have been used. Power supply and clocking modules are installed in packages of IP65 standard by dust- and moisture protection.

For FPGA Zynq-7000 of Xilinx an IP-core has been designed, which describes VLSI of TRM digital tract in local navigation system K1917BC014, developed by JSC "NIIMA "Progress", which is the base for all navigation modules in LNS, with due account of operation with radio frequency microcircuit AD9361 and software used for navigation modules and reference stations. The developed software enables organizing LNS operation in various

variants of the system design. Thus complete test bench identity with navigation module has been attained at separate VLSIs produced by JSC "NIIMA "Progress".

For bench assemblies accommodation we have made a geodetic tie of 5 points on the field of Moscow K. A. Timiryaziev Agricultural Academy: 4 points by rectangular corners for reference stations accommodation and one point in the centre for receiving module accommodation. Points have been tied by means of high precision Trimble geodetic receivers.

For inspecting navigation modules of LNS and reference stations one of the bench assemblies is substituted by the tested device, and simulation of LNS operation is carried out. For inspecting navigation modules of LNS the tested device is placed near the bench subscriber unit and measured coordinates of the subscriber unit are compared with the known coordinates. For inspecting reference stations one of the assemblies in the LNS module of radio navigation field formation is substituted by the tested device and signals receipt at the subscriber unit and the accuracy of determining its own coordinates are checked.

The paper provides a detailed description of test bench components and the results of LNS modules experimental investigations.

ТЕХНОСФЕРА
РЕКЛАМНО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР

ЭЛЕКТРОНИКА
НАУКА
ТЕХНОЛОГИИ
БИЗНЕС

НАНОИНДУСТРИЯ
НАУКА
ТЕХНИЧЕСКИЙ ПОРЯДОК

ФОТОНИКА
НАУКА
ТЕХНИЧЕСКИЙ ПОРЯДОК

ПЕРВАЯ
МИЛЯ
НАУКА
ТЕХНИЧЕСКИЙ ПОРЯДОК

АНАЛИТИКА
НАУКА
ТЕХНИЧЕСКИЙ ПОРЯДОК

СТАНКОИНСТРУМЕНТ
НАУКА
ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ПРОИЗВОДСТВО