

ВЛИЯНИЕ ПОМЕХОВОГО СИГНАЛА СИСТЕМ РАДИОПОДАВЛЕНИЯ РАДИОЛИНИЙ УПРАВЛЕНИЯ ВЗРЫВОМ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННО-МОНИТОРИНГОВЫХ СИСТЕМ

Шогенов Тимур Коммунарович

*Северо-Кавказский институт
повышения квалификации сотрудников МВД
России (филиал) ФГКОУ ВО "Краснодарский
университет МВД России", г. Нальчик*

THE INFLUENCE OF THE INTERFERING
SYSTEM SIGNAL JAMMING RADIO
LINKS CONTROL EXPLOSION
ON THE PERFORMANCE OF SATELLITE
NAVIGATION SYSTEMS
AND MONITORING

T. Shogenov

Annotation

Experimentally investigated the influence of interfering signals of radio-electronic suppression of complex radio-controlled explosive devices on a system of satellite navigation monitoring.

Keywords: interference immunity, radio navigation equipment, suppression factor, assessing interference immunity, satellite navigation.

Аннотация

В работе экспериментально исследовано влияние помеховых сигналов радиоэлектронного комплекса подавления радиоуправляемых взрывных устройств на работоспособность спутниковой навигационно-мониторинговой системы. Сопоставлены результаты оценочных расчетов радиуса подавления с экспериментальными значениями в условиях, близких к реальным. Сделан вывод о необходимости принятия организационных мер и решения технических задач по повышению помехоустойчивости навигационной аппаратуры потребителей ГЛОНАСС/GPS при ее совместном использовании с радиоэлектронными комплексами подавления радиополос управления взрывом в составе бортовых комплексов специального транспорта специальных подразделений.

Ключевые слова:

Помехозащищенность, радионавигационное оборудование, коэффициент подавления, оценка помехозащищенности, спутниковая навигация.

Информационные системы на основе современных спутниковых навигационных и телематических технологий в настоящее время активно применяются для управления силами и средствами специальных подразделений различных правоохранительных органов. В общем случае спутниковые навигационно-мониторинговые системы включают в себя системный навигационно-информационный центр (СНИЦ), оснащенный аппаратурой мониторинга условий навигации (АМУН), автоматизированное рабочее место оператора системы (АРМ), навигационную аппаратуру потребителей спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS (НАП СНС ГЛОНАСС/GPS) и совокупность каналов передачи данных на основе средств оперативной радиосвязи ОВЧ-УВЧ диапазона и коммуникационного оборудования GSM-GPRS.

В условиях проведения специальных мероприятий и значительной вероятности применения криминальными структурами управляемых по радиоканалу взрывных устройств

необходимым является применение мобильных радиоэлектронных комплексов подавления радиополос управления взрывом. Однако, применение таких комплексов может оказывать негативное влияние на работоспособность навигационно-мониторинговых систем, что приводит к потере управления личным составом специальных подразделений. При этом подавление может осуществляться как навигационных сигналов, так и каналов передачи навигационных данных от НАП СНС ГЛОНАСС/GPS в СНИЦ.

Целью настоящей работы являлось экспериментальное исследование влияния помеховых сигналов радиоэлектронного комплекса подавления радиоуправляемых взрывных устройств "Пелена-7" на работоспособность системы спутниковой навигационно-мониторинговой системы СРМ 14Ц890 в условиях близких к реальным.

Аппаратура мобильного радиоэлектронного комплекса "Пелена-7" предназначена для защиты от радиоуп-

правляемых взрывных устройств путем генерирования и излучения шумового радиосигнала в широком диапазоне радиочастот.

В радиоэлектронном комплексе "Пелена-7" предусмотрено два режима работы по рабочему диапазону частот (табл. 1):

- ◆ режим "Полный" – с перекрытием диапазона рабочих частот от 20 МГц до 2000 МГц;
- ◆ режим "Сотовый" – с усилением защиты от радиоуправляемых взрывных устройств, работающих на основе использования средств сотовой связи.

Схема размещения антенно-фидерных систем мобильного радиоэлектронного комплекса подавления радиочастот управления взрывом "Пелена-7" на транспортном средстве приведена на рис. 1.

Важнейшим параметром, имеющим практическое значение, является радиус подавления – расстояние от транспортного средства, оборудованного радиоэлектронным комплексом подавления радиочастот управления взрывом, до антенны приемника исполнительного устройства взрывного устройства, при котором радиоканал управления подавляется с вероятностью 0,9. Для определения радиуса подавления может быть использована следующая упрощенная формула[1]:

$$P_{\Pi} = D_{\text{В}} \left[4 \sqrt{\frac{P_{\Pi}}{P_{\text{В}}}} \left(\frac{F_{\text{В}2} - F_{\text{В}1}}{F_{\Pi 2} - F_{\Pi 1}} \right) \sqrt{\frac{h\Pi}{h\text{В}}} \right] \quad (1)$$

где R_{Π} – радиус подавления; $D_{\text{В}}$ – длина радиочастотной линии управления взрывом (расстояние между передатчиком команд и приемником исполнительного устройства); P_{Π} – мощность передатчика помех; $P_{\text{В}}$ – мощность передатчи-

Таблица 1.

Технические характеристики радиоэлектронного комплекса "Пелена-7".

Номер частотной полосы	Диапазон рабочих частот, МГц		Суммарная выходная мощность не менее 80 Вт, в том числе, Вт
	в режиме "Полный"	в режиме "Сотовый"	
Литера 1	20 - 250	20 - 250	17
Литера 2	250 - 500	250 - 500	17
Литера 3	500 - 750	500 - 750	13
Литера 4	750 - 1000	925 - 960	13
Литера 5	1000 - 1700	1000 - 1700	10
Литера 6	1700 - 2000	1805 - 1880	10

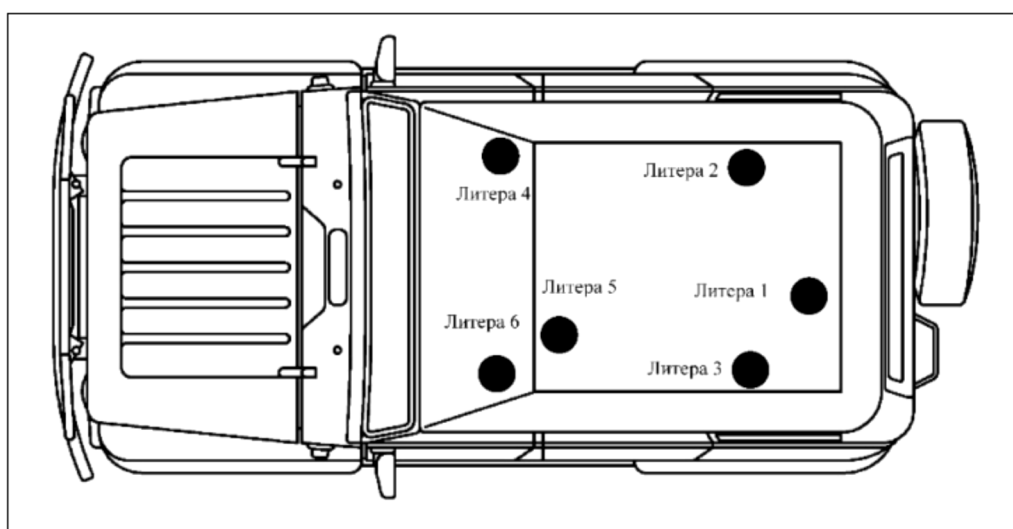


Рисунок 1. Схема размещения антенн мобильного радиоэлектронного комплекса "Пелена-7" на транспортном средстве (вид сверху).

ка команд; F_{B1} , F_{B2} – нижняя и верхняя частоты сигнала передатчика команд; F_{n1} , F_{n2} – нижняя и верхняя частоты сигнала передатчика помех; h_n – высота подъема антенны передатчика помех над землей; h_B – высота подъема антенны передатчика команд над землей.

Как следует из выражения (1), радиус подавления зависит от ряда параметров, характеризующих радиоэлектронный комплекс подавления, аппаратуру управления взрывом и их взаимное расположение. В случае использования криминальными структурами телефона мобильной связи в качестве приемника исполнительного устройства, в качестве передатчика сигналов управления взрывным устройством будет выступать базовая станция мобильной связи. Оценка радиуса подавления с помощью выражения (1) для радиоэлектронного комплекса "Пелена-7" в условиях города дает значение $R_n \sim 45$ метров в режиме "Полный" и $R_n \sim 75$ метров в режиме "Сотовый".

Система регионального мониторинга 14Ц890 (СРМ 14Ц890) (ЗАО "Конструкторское бюро навигационных систем", г. Москва) предназначена для оснащения транспортных средств, личного состава и других подвижных объектов Вооруженных Сил Российской Федерации и других силовых структур.

Основными характеристиками данной системы являются:

- ◆ повышенная чувствительность и помехозащищенность навигационных приемников ГЛОНАСС/GPS, установленных в бортовых терминалах навигационной аппаратуры;

- ◆ НАП СНС ГЛОНАСС/GPS, представленная потребителскими навигационно-информационными комплектами серии ПНИК*, относится к средствам измерений [6] и обеспечивает гарантированную точность определения местоположения объекта;

* ПНИК-потребительский навигационно-информационный комплект.

- ◆ обеспечение работы по высокоточному сигналу (сигналу санкционированного доступа);

- ◆ возможность формирования корректирующей информации, значительно улучшающей точность позиционирования;

- ◆ обеспечение технического закрытия (скремблирования и специального кодирования) информации, передаваемой по открытым каналам связи.

СНИЦ является основой СРМ 14Ц890 и осуществляет:

- ◆ контроль местоположения объектов, отображение текущей обстановки на фоне электронной карты местности, управляет работой комплектов серии ПНИК, а также обеспечивает работу в режиме приема широкозонных и локальных дифференциальных поправок;

- ◆ управление исполнительными устройствами;
- ◆ контроль состояния различных датчиков (тревога, скорость и т.д.).

АМУН предназначена для получения информации, необходимой для контроля качества навигационных полетов систем ГЛОНАСС и GPS, определения региональных условий навигации в районе развертывания системы (включая данные о помеховой обстановке) и формирования корректирующей информации (дифференциальных поправок).

В состав АМУН входит высокоточный навигационный приемник ГЛОНАСС/GPS геодезического класса с анализатором спектра сигналов.

Как отмечалось выше, в состав СРМ 14Ц890 входят три типа потребительских навигационно-информационных комплекта различного назначения:

- ◆ комплекты, предназначенные для стационарной установки на автомобили многоцелевого назначения и транспортные средства (ПНИК-Т);

- ◆ комплекты, предназначенные для индивидуального применения (ПНИК-И);

- ◆ комплекты, предназначенные для оперативной установки на автомобили многоцелевого назначения и транспортные средства (ПНИК-О).

Показателем помехозащищенности НАП СНС ГЛОНАСС/GPS является максимальное отношение мощности помехи P_p к мощности сигнала $P_{снс}$ на входе приемника (или на выходе изотропной антенны), при котором приемник НАП СНС ГЛОНАСС/GPS остается работоспособным (выполняет возложенные на него функции). Типовая помехоустойчивость навигационной аппаратуры потребителей ГЛОНАСС составляет 25...40 дБ [2-4]. Применяя методику оценки помехоустойчивости НАП СНС ГЛОНАСС/GPS [5], с учетом технических характеристик радиоэлектронного комплекса подавления радиолиний управления взрывом "Пелена-7" при спектральной плотности сигнала помехи 14 мВт/МГц и средней мощности 0.18-0.2 Вт в диапазонах L1 и L2 навигационных сигналов получаем значение радиуса подавления около 250 метров. Следует отметить, что сигнал помехи, излучаемый комплексом "Пелена-7" в указанных диапазонах, имеет равномерный спектр (рис. 2).

В целях экспериментальной проверки полученных выше оценок радиусов подавления изучалось влияние помеховых сигналов как на каналы передачи данных GSM-GPRS (925-965 МГц), так и на возможность приема навигационных сигналов в диапазонах L1 и L2. Проверка работоспособности системы осуществлялась с помощью навигационно-информационного комплекта ПНИК-И (рис. 3).

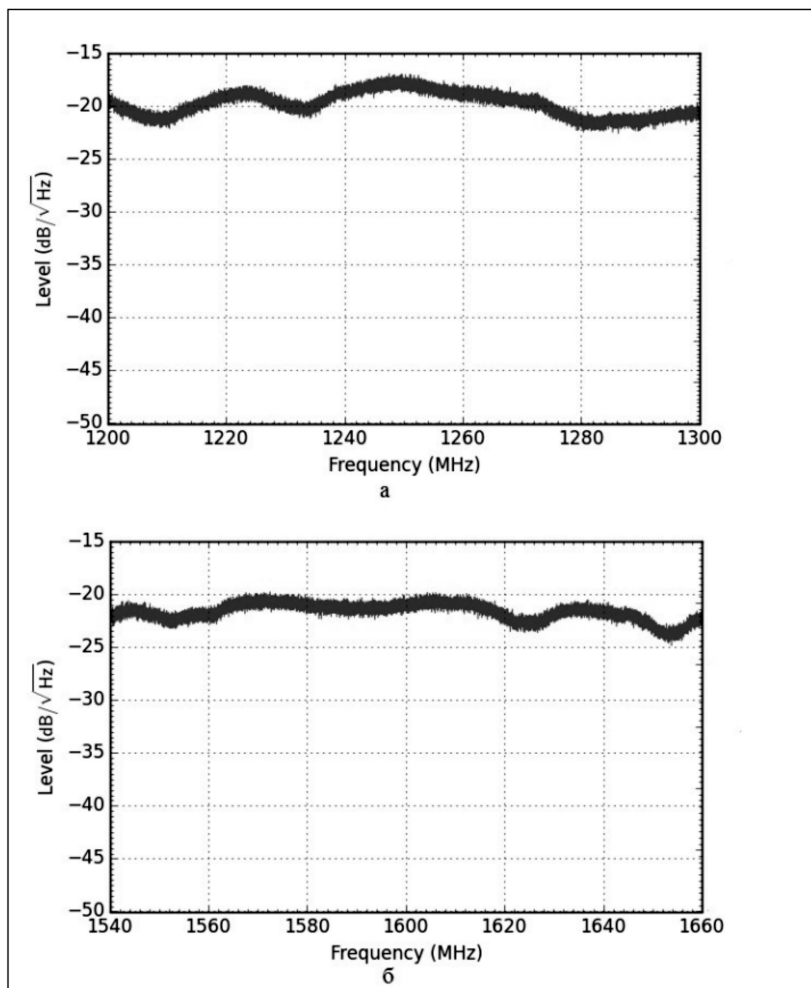


Рисунок 2. Спектр сигнала помехи: а - в диапазоне 1200 -1300 МГц, б - в диапазоне 1540 -1660 МГц.



Рисунок 3. Внешний вид потребительского навигационно- информационного комплекта ПНИК-И.

Выбор этого комплекта обусловлен наличием раздельной индикации на экране изделия количества видимых спутников СНС ГЛОНАСС и GPS.

В качестве критериев работоспособности системы СРМ 14Ц890 были выбраны два:

1. способность системы обеспечивать связь НАП СНС ГЛОНАСС/GPS с СНИЦ для передачи навигационной информации с ее визуализацией на автоматизированном рабочем месте оператора;
2. способность НАП СНС ГЛОНАСС/GPS принимать навигационные сигналы и выполнять решение навигационной задачи.

При анализе работоспособности по первому критерию на автоматизированном рабочем месте оператора системы фиксировались состояния "Объект на связи" и "Связь с объектом потеряна".

Работоспособность системы СРМ 14Ц890 по второму критерию оценивалась по наличию навигации, что

отражалось на автоматизированном рабочем месте оператора по сообщениям системы – "Навигация есть" и "Навигация отсутствует". При этом также фиксировалось количество "видимых" навигационных спутников ГЛОНАСС и GPS с помощью комплекта ПНИК–И.

Также в процессе экспериментальной проверки с помощью анализатора спектра оценивался уровень помехового сигнала в точках размещения НАП СНС ГЛОНАСС/GPS ПНИК–И.

Результаты экспериментальной проверки работоспособности СРМ 14Ц890 в условиях применения радиоэлектронного комплекса подавления радиоприемных устройств взрывом "Пелена–7" приведены в табл. 2.

В ходе экспериментальной проверки результатов оценки радиуса подавления канала передачи навигационно–временной информации на СНИЦ СРМ 14Ц890 установлено, что восстановление связи НАП СНС ГЛОНАСС/GPS при работе изделия "Пелена–7" в режиме "Полный" происходит на расстоянии около 45 метров (рис. 4), в режиме "Сотовый" – на расстоянии 65 метров (рис. 5).

Полученные результаты соответствуют радиусам подавления, заявленным разработчиком аппаратуры радиоэлектронного комплекса "Пелена–7".

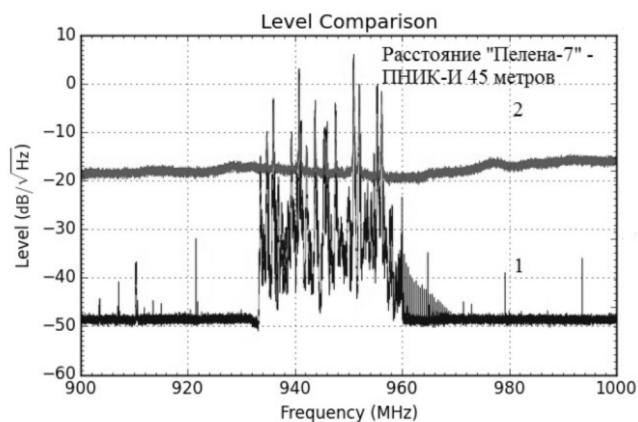


Рисунок 4. Спектры радиосигналов в диапазоне 900-1000 МГц:
1- спектр радиосигнала операторов мобильной связи стандарта GSM;
2- спектр радиосигнала при включении радиоэлектронного комплекса "Пелена-7" в режиме "Полный".

Таблица 2.

Результаты экспериментальной проверки работоспособности СРМ 14Ц890 в условиях применения радиоэлектронного комплекса подавления радиоприемных устройств взрывом "Пелена-7".

Расстояние до транспортного средства с установленным радиоэлектронным комплексом "Пелена–7", м	Наличие навигации ¹	Количество видимых спутников ГЛОНАСС	Количество видимых спутников GPS	Наличие связи НАП СНС ГЛОНАСС/GPS с СНИЦ ²	
				в режиме "Полный"	в режиме "Сотовый"
5	" - "	0	0	" - "	" - "
10	" - "	0	0	" - "	" - "
15	" - "	0	0	" - "	" - "
20	" - "	0	0	" - "	" - "
25	" - "	0	1	" - "	" - "
30	" - "	0	1	" - "	" - "
35	" - "	0	2	" - "	" - "
40	" - "	0	2	" - "	" - "
45	" - "	0	3	" + "	" - "
50	" - "	0	3	" + "	" - "
55	" - "	0	3	" + "	" - "
60	" - "	0	3	" + "	" - "
65	" - "	1	3	" + "	" + "
70	" + "	2	4	" + "	" + "
75	" + "	3	4	" + "	" + "

Примечание:

1. " - " - навигация отсутствует, " + " - навигация есть; 2. " - " - связь с объектом потеряна, " + " - объект на связи.

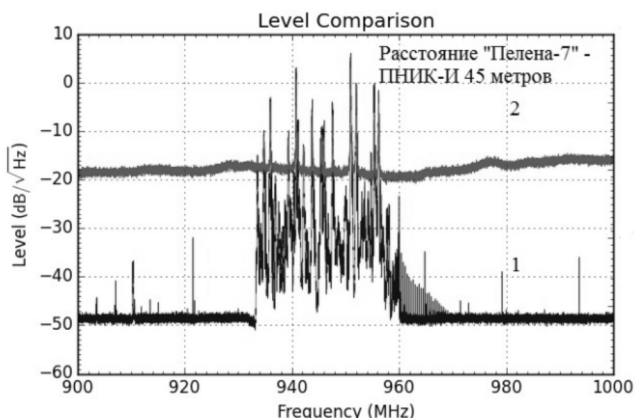


Рисунок 5. Спектры радиосигналов в диапазоне 900-1000 МГц: 1- спектр радиосигнала операторов мобильной связи стандарта GSM; 2- спектр радиосигнала при включении радиоэлектронного комплекса "Пелена-7" в режиме "Сотовый".

Восстановление приема навигационных сигналов

спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС и GPS наблюдалось на расстоянии ПНИК-И от радиоэлектронного комплекса "Пелена-7" около 70 метров, что примерно в 3.5 раза меньше оценочного значения.

Таким образом, анализ полученных в работе расчетных оценок и их экспериментальная проверка показывают, что применение аппаратуры радиоэлектронного комплекса подавления радиоприема управления взрывом совместно с навигационной аппаратурой потребителей ГЛОНАСС/GPS в составе спутниковых навигационно-мониторинговых систем приводит к потере работоспособности последних в "ближней" зоне на расстоянии до 45–65 метров для каналов передачи навигационно-временной информации и расстоянии до 70 метров для приемника навигационных сигналов. Данное обстоятельство требует принятия организационных мер и решения технических задач для повышения помехоустойчивости НАП СНС ГЛОНАСС/GPS при их совместном использовании с радиоэлектронными комплексами подавления радиоприема управления взрывом в составе бортовых систем специального транспорта специальных подразделений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дистанция подавления или эффективный радиус подавления блокиратора радиовзрывателей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://arlist.ru/article/article_1.html?template=7, свободный. – Загл. с экрана.
2. Оганесян, А. А. Помехоустойчивая аппаратура глобальной навигационной системы ГЛОНАСС для современных образцов вооружения, военной и специальной техники [Электронный ресурс] / А.А. Оганесян // Национальная оборона: электронный журнал. – 2015. – № 7. – Режим доступа: <http://www.oborona.ru/includes/periodics/defense/2014/0703/175313689/detail.shtml>, свободный. – Загл. с экрана.
3. Тяпкин, В.Н., Дмитриев, Д.Д., Мошкина, Т.Г. Потенциальная помехоустойчивость навигационной аппаратуры потребителей спутниковых радионавигационных систем [Текст] / В.Н.Тяпкин, Д.Д. Дмитриев, Т.Г. Мошкина // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М.Ф. Решетнева. – 2012. – №3(43). – с.113–119.
4. Тяпкин, В.Н. Методы определения навигационных параметров подвижных средств с использованием спутниковой радионавигационной системы ГЛОНАСС: монография / В. Н. Тяпкин, Е. Н. Гарин. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. – 260 с.
5. Дворников, С.В., Духовницкий, О.Г. Оценка помехозащищенности профессионального радионавигационного оборудования системы ГЛОНАСС [Текст] / С.В. Дворников, О.Г. Духовницкий // Информационная и Космос. – 2015. – №4. – с.73–77.
6. Приказ Росстандарта от 17.08.2012 №559 (ред. от 12.04.2013) "Об утверждении типов средств измерений".

© Т.К. Шогенов, (shogenov@yandex.ru), Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики».



"Ни о чем не думает лишь тот,
кто ничего не читает."
Д.Дидро

Реклама