

Савашинский И. И., Астрецов Д. В.

# СКРЫТНОЕ УСТРОЙСТВО РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ПОДАВЛЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ И МЕТОДЫ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ЗАЩИТЫ

Объектами исследования данной работы являются измеритель скорости движения транспортных средств «Искра-1», радар-детектор Escort Passport 9500ix, скрытое устройство для радиоэлектронного подавления измерителей скорости движения транспортных средств. Цель работы состоит в формировании принципов работы скрытного устройства для радиоэлектронного подавления измерителей скорости движения транспортных средств и описании методов радиоэлектронной защиты. В данной работе учитывались ранее опубликованные работы [1,2,3], связанные с измерителем скорости движения транспортных средств «Искрой-1» – его технические характеристики, принцип действия и конструкция, а также с радар-детектором Escort Passport 9500ix – его возможности и режимы работы. Данная работа является уникальной в своем роде, т.к. скрытое устройство для радиоэлектронного подавления измерителей скорости движения транспортных средств в других работах автором не встречалось. В результате работы сформированы принципы работы скрытного устройства для радиоэлектронного подавления измерителей скорости движения транспортных средств и описаны методы радиоэлектронной защиты.

**Ключевые слова:** Скрытное устройство, радиоэлектронное подавление (РЭП), измеритель скорости движения транспортного средства (ТС), радиоэлектронная защита (РЭЗ), радар-детектор.

# VEHICLES SPEED MEASUREMENT SYSTEMS RADIO-ELECTRONIC REPRESSION SECRETIVE DEVICE AND RADIO-ELECTRONIC PROTECTION METHODS

*This work research objects are the following: vehicles speed measurement system «Iskra-1», radar-detector Escort Passport 9500ix, vehicles speed measurement systems radio-electronic repression secretive device. This work purpose is the following: vehicles speed measurement systems radio-electronic repression secretive device working principals formation and radio-electronic protection methods description. In this work previously published works [1,2,3] connected with vehicles speed measurement system «Iskra-1» – its technical characteristics, working principal and construction – and radar-detector Escort Passport 9500ix – its possibilities and working modes – are taken into consideration. This work comes as unique one of its kind because of vehicles speed measurement systems radio-electronic repression secretive device doesn't review in other works previously. As a result of this work vehicles speed measurement systems radio-electronic repression secretive device working principals are formed and radio-electronic protection methods are described.*

**Keywords:** secretive device, radio-electronic repression (RER), vehicles speed measurement system, radio-electronic protection (REP), radar-detector.

Обзор литературы на тему «Радиоэлектронное подавление» позволяет убедиться в значительном количестве теоретических источников и практических работ, связанных с радиоэлектронным подавлением – его основными особенностями и недостатками, методами формирования и обнаружения, а также со временем и местом применения конкретных его видов. Но все это многообразие собрано в одной единственной предметной области и развивается в одном единственном направлении – вооруженные силы – по крайней мере, так можно судить исходя из информации в свободном доступе.

Вышесказанное показывает актуальность формирования методов радиоэлектронной защиты измерителя скорости движения транспортных средств «Искра-1» при радиоэлектронном подавлении скрытым устройством. Что касается оригинальности данной работы, то при радиоэлектронном подавлении скрытым устройством известное решение по устранению сигнала по одной из коор-

динат применяется в предметной области, не связанной с вооруженными силами – радиоэлектронном подавлении измерителей скорости движения транспортных средств.

Во-первых, обозначим основные этапы расчета параметров помехи, используемой подавителем [1]:

1. Определение рабочего отношения мощности сигнала к мощности шума на входе приемника измерителя  $q_{\text{раб}}^2$  при отсутствии на входе помехи подавителя ( $P_{\text{прав}}=0.95$ ).

2. Определение мощности собственных шумов приемника измерителя  $P_{\text{ш}}$  с использованием зависимости шумов приемных устройств от несущей частоты (рис. 1).

3. Определение рабочего отношения мощности сигнала к мощности шума на входе приемника измерителя  $q_{\text{раб}}^2$  при присутствии на входе помехи подавителя ( $P_{\text{прав}}=0.05$ ).

4. Определение мощности ответной имитационной уводящей помехи  $P_{\text{ш}'}$  приведенной ко входу приемника измерителя.

Во-вторых, обозначим основные этапы

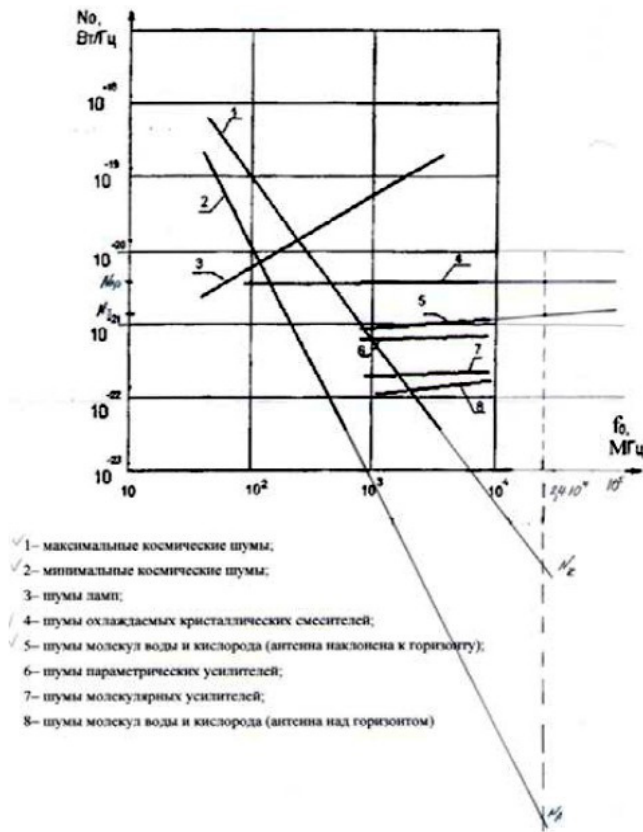


Рис. 1. Зависимости шумов приемных устройств от несущей частоты

проектирования рупорно-линзовой антенны измерителя [2]:

1. Определение коэффициента затухания  $\alpha'$  волны  $E_{01}$  в круглом стандартном волноводе с учетом его длины;

2. Определение коэффициентов усиления рупорно-линзовой антенны измерителя при использовании ее как передающей ( $\eta_{пер} = 0.95$ )  $D_{пер}$  и как приемной ( $\eta_{пр} = 0.45$ )  $D_{пр}$ .

В-третьих, обозначим основные этапы проектирования резонансной многощелевой антенны подавителя:

1. Определение ширины всех щелей  $d_{щ}$ ;
2. Определение продольной и наклонной длины всех щелей  $l_{щ}$ ;
3. Определение числа щелей  $N$ ;
4. Определение габаритных размеров  $a$  (узкая стенка),  $b$  (широкая стенка) и  $L$  (итоговая длина) прямоугольного волновода многощелевой антенны с использованием номограммы для расчета многощелевых антенн при  $\pi$  способе возбуждения. (рис. 2).
5. Определение коэффициента усиления  $D_{щ}$ .

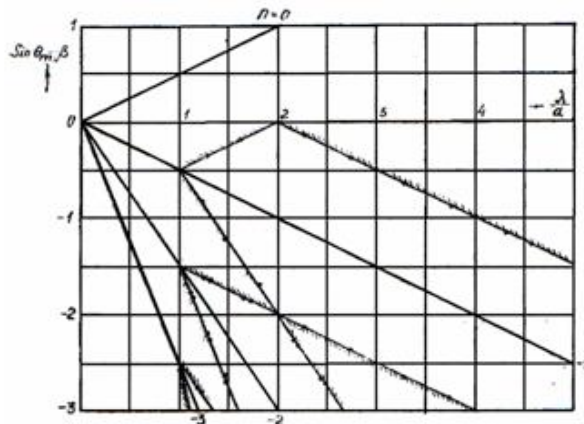


Рис. 2. Номограмма для расчета многощелевых антенн при  $\pi$  способе возбуждения

В-четвертых, приведем ситуационную схему, поясняющую принципы работы скрытного устройства для РЭП измерителей скорости движения ТС:

Здесь же приведем все соотношения имеющие место на указанной выше ситуационной схеме:

$$S_1(t) = U_0 \cos(\omega_0 t + \varphi_0),$$

$$S_{ПРМ}(t) = U_1 \cos(\omega_0 t + \Omega_d t + \varphi_1),$$

$$S_{ПЕР}(t) = U_2 \cos(\omega_0 t + \Omega_d t + \lambda(t) + \varphi_2),$$

$$S_2(t) = U_3 \cos(\omega_0 t + 2\Omega_d t + \lambda(t) + \varphi_3),$$

$$S_{ИЗМ}(t) = U_4 \cos(2\Omega_d t + \lambda(t) + \varphi_4),$$

где  $S_i$  – соответствующий сигнал,

$U_i$  – амплитуда соответствующего сигнала,

$\omega_0$  – частота излучаемого «Искрой-1» сигнала  $S_1(t)$ ,

$\varphi_i$  – фаза соответствующего сигнала,

$\Omega_d$  – частота Доплера,

$\lambda(t)$  – ФМ сигнал, возбуждающий капот.

А также сформируем принципы работы скрытного устройства для РЭП измерителей скорости движения ТС:

1. Легковое ТС преодолевает «Искру-1» с превышением установленного скоростного режима вплоть до 180км/ч: для заблаговременного обнаружения сигнала «Искры-1» используем Escort Passport 9500ix – «Искра-1» измеряет скорость на расстоянии 800м, Escort Passport 9500ix обнаруживает «Искру-1» на расстоянии 1800м [3];

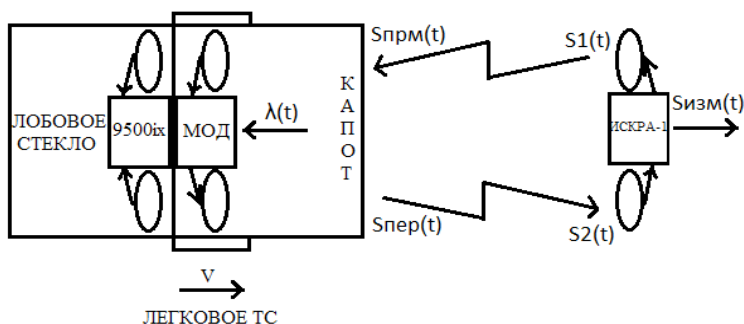


Рис. 3. Ситуационная схема

2. С момента обнаружения «Искры-1» автоматически активируется скрытное устройство для РЭП, возбуждая капот легкового ТС, используемый в роли приемной и передающей (переизлучающей) антенны в силу наличия под ним многощелевой антенны, ФМ сигналом  $\lambda(t)$  с частотой, достаточной для увели-

чения составляющей  $\Omega_d t$  до значения вне пределов измеряемого «Искрой-1» частотного диапазона;

3. При достижении легковым ТС расстояния в 800м до «Искры-1», последняя излучает сигнал  $S_1(t)$ , который принимается капотом легкового ТС как  $S_{ПРМ}(t)$ , после чего сигнал отражается (переизлучается) капотом легкового ТС как  $S_{ПЕР}(t)$  с необходимой добавкой  $\lambda(t)$  и принимается «Искрой-1» как сигнал  $S_2(t)$ , которая в итоге по сигналу  $S_{ИЗМ}(t)$  и определяет превышение установленного скоростного режима (рис. 3).

В заключение, опишем методы РЭЗ:

Одним из важных факторов РЭЗ является то, что значения средней частоты помехи и сигнала всегда различны. При создании активных помех минимальная ошибка настройки передатчика помех сопоставима с полосой пропускания приемника подавляемой радиолокационной системы. Если в приемнике применяется, например, когерентная обработка сигналов, то различие частот сигнала и помехи может способствовать существенному снижению эффективности помех.

Большое значение для РЭЗ может иметь также случайность положения помеховых импульсов на временной оси: применение, например, схем череспериодного суммирования может существенно улучшить отношение сигнал/помеха.

Существенным обстоятельством при РЭЗ является синхронность огибающих помеховых импульсов относительно начала отсчета

времени в радиолокационной системе. В то же время помеха имеет ряд отличий от полезных сигналов. Как правило, имеет место существенное превышение помехи над сигналом по амплитуде (мощности). Следовательно, большое значение для защиты от помех приобретает амплитудная селекция.

---

## Литература

1. Савашинский И. И. Active masking noise energy parameters finding used for vehicles speed measurement system "Iskra-1" radio-electronic repression. Инновационный центр развития образования и науки. Международная научно-практическая конференция «Технические науки в мире: от теории к практике». Ростов-на-Дону, 2016, в. 3, С. 76-81.

2. Савашинский И. И. Active masking noise no energy parameters finding used for vehicles speed measurement system "Iskra-1" radio-electronic repression. Научно-издательский центр «Академический». IX Международная научно-практическая конференция «Наука в современном информационном обществе». North Charleston (USA), 2016, С. 113-115.

3. Савашинский И. И. Effective vehicles speed measurement system "Iskra-1" radio-electronic repression. Федеральный центр науки и образования «Эвенсис». Международная научно-практическая конференция «Современные достижения и разработки в области технических наук». Хабаровск, 2016, в. 1, С. 51-55.

## References

1. Savashinskiy I. I. Active masking noise energy parameters finding used for vehicles speed measurement system "Iskra-1" radio-electronic repression. Innovatsionnyy tsentr razvitiya obrazovaniya i nauki. Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Tekhnicheskiye nauki v mire: ot teorii k praktike». Rostov-na-Donu, 2016, v. 3, P. 76-81.

2. Savashinskiy I. I. Active masking noise no energy parameters finding used for vehicles speed measurement system "Iskra-1" radio-electronic repression. Nauchno-izdatel'skiy tsentr «Akademicheskiy». IX Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Nauka v sovremennom informatsionnom obshchestve». North Charleston (USA), 2016, P. 113-115.

3. Savashinskiy I. I. Effective vehicles speed measurement system "Iskra-1" radio-electronic repression. Federal'nyy tsentr nauki i obrazovaniya «Evensis». Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Sovremennyye dostizheniya i razrabotki v oblasti tekhnicheskikh nauk». Khabarovsk, 2016, v. 1, P. 51-55.

---

**САВАШИНСКИЙ Илья Игоревич**, бакалавр с отличием ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» департамента «Радиоэлектроника и связь» ИРИТ-РтФ. 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: egor37-ilya14@yandex.ru

**АСТРЕЦОВ Дмитрий Вячеславович**, кандидат технических наук, профессор, профессор ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» департамента «Радиоэлектроника и связь» ИРИТ-РтФ. 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: egor37-ilya14@yandex.ru

**SAVASHINSKIY Ilya**, golden bachelor of The UrFU named after the first President of Russia B.N. Yeltsin of The Radio-electronics and communication Department IRIT-RTF. 620002, Yekaterinburg, Mira, 19. E-mail: egor37-ilya14@yandex.ru

**ASTRECOV Dmitriy**, candidate of technical sciences, professor, professor of The UrFU named after the first President of Russia B.N. Yeltsin of The Radio-electronics and communication Department IRIT-RTF. 620002, Yekaterinburg, Mira, 19. E-mail: egor37-ilya14@yandex.ru