

**СЕМІНАР «Управління радіочастотним спектром.  
Радіомоніторинг як ефективний інструмент  
управління радіочастотним спектром», Київ, 10.06...12.06.2013**

**ВЛИЯНИЕ МЕСТОРАСПОЛОЖЕНИЯ  
АНТЕННОЙ СИСТЕМЫ  
МОБИЛЬНОГО РАДИОПЕЛЕНГАТОРА  
НА ТОЧНОСТЬ ПЕЛЕНГОВАНИЯ**

**В.В. ГРОМОЗДИН<sup>1</sup>, М.Б. ПРОЦЕНКО<sup>2</sup>, УКРАИНА**

<sup>1</sup>ООО “Адалин”, Севастополь,

<sup>2</sup>Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова  
e-mail: [adalin-vvg@mail.ru](mailto:adalin-vvg@mail.ru)

**СЕМІНАР «Управління радіочастотним спектром.  
Радіомоніторинг як ефективний інструмент  
управління радіочастотним спектром», Київ, 10.06...12.06.2013**

Одним из научно-технических направлений ООО “Адалин” является разработка мобильных пеленгационных систем КВ-УКВ диапазонов волн.

Сложность создания таких систем состоит в том, что предъявляемые к ним требования, являются достаточно противоречивыми. Так, например, необходимо обеспечить условия для работы в широком диапазоне частот, сохраняя при этом направленные (либо ненаправленные) характеристики антенной системы, чувствительность радиопеленгатора, и, самое главное, обеспечивая малые габаритные размеры для возможности установки на подвижном объекте.

**СЕМІНАР «Управління радіочастотним спектром.  
Радіомоніторинг як ефективний інструмент  
управління радіочастотним спектром», Київ, 10.06...12.06.2013**

**Актуальность.** Одним из основных показателей качества радиопеленгатора, в том числе мобильного, является *точность пеленгования*. На точность пеленгования влияет множество факторов, к которым можно отнести правильный выбор месторасположения антенной системы радиопеленгатора. Особенно это проявляется для мобильных пеленгаторов, когда его антенная система расположена на крыше автотранспортного средства.

Снижение точности пеленгования в результате ошибок, обусловленных месторасположением антенной системы мобильного пеленгатора, вызвано, в первую очередь, сложной и динамически изменяющейся структурой электромагнитного поля вблизи антенной системы.

**СЕМІНАР «Управління радіочастотним спектром.  
Радіомоніторинг як ефективний інструмент  
управління радіочастотним спектром», Київ, 10.06...12.06.2013**

Сложность структуры электромагнитного поля обусловлена дифракционными эффектами, а именно, возникновению и влиянию вторичных электромагнитных полей.

Причин здесь несколько:

- сложная геометрическая конфигурация объекта-носителя (корпус автотранспортного средства);
- особенности подстилающей земной поверхности (форма, электротехнические параметры);
- наличие близкорасположенных переотражающих объектов и предметов и т.д.

**СЕМІНАР «Управління радіочастотним спектром.  
Радіомоніторинг як ефективний інструмент  
управління радіочастотним спектром», Київ, 10.06...12.06.2013**

Согласно данным, приведенным в [1], ошибки, обусловленные месторасположением мобильного радиопеленгатора, точнее его антенной системы, могут достигать значений от  $15^{\circ}$  до  $20^{\circ}$  на отдельных азимутах, а на некоторых резонансных частотах превышать  $30^{\circ}$ .

Для выявления и устранения причин, вызывающих такие ошибки пеленгования, в настоящее время используются методы, основанные на экспериментальных данных, полученные для конкретной антенной системы для конкретного автотранспортного средства [1].

[1] Слободянюк П.В., Благодарный В.Г., Ступак В.С. Довідник з радіомоніторингу / Під заг. ред. П.В. Слободянюка. – Ніжин: ТОВ «Видавництво «Аспект-Поліграф», 2008. – 588 с.

**СЕМІНАР «Управління радіочастотним спектром.  
Радіомоніторинг як ефективний інструмент  
управління радіочастотним спектром», Київ, 10.06...12.06.2013**

Естественно, процедура выявления и устранения таких причин может занимать длительное время и необязательно привести к желаемому результату.

Влияние корпуса автотранспортного средства на характеристики антенной системы мобильного радиопеленгатора и, соответственно на ошибку пеленгования можно оценить теоретически на основании решения соответствующей дифракционной задачи. Однако, как отмечено в [1], сделать это достаточно сложно, иногда не возможно учесть все индивидуальные особенности корпуса и электропроводящие свойства автотранспортного средства.

**СЕМІНАР «Управління радіочастотним спектром.  
Радіомоніторинг як ефективний інструмент  
управління радіочастотним спектром», Київ, 10.06...12.06.2013**

В настоящей работе предпринята попытка решить данную задачу, а именно, *исследовать месторасположения антенной системы мобильного радиопеленгатора на точность пеленгования, сформулировать практические рекомендации к установке антенной системы.*

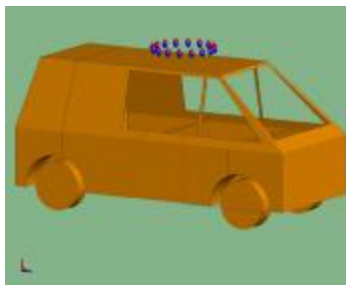
**Методы и средства электродинамического моделирования**

Расчеты электродинамических характеристик антенной системы мобильного радиопеленгатора с учетом формы объекта-носителя (автотранспортного средства) проводились в программной среде для численного электромагнитного моделирования, основанной на современных вычислительных технологиях (FEKO).

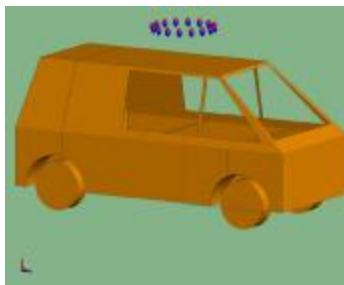
**СЕМІНАР «Управління радіочастотним спектром.  
Радіомоніторинг як ефективний інструмент  
управління радіочастотним спектром», Київ, 10.06...12.06.2013**

**Варианти расположения антенной системы (АС):**

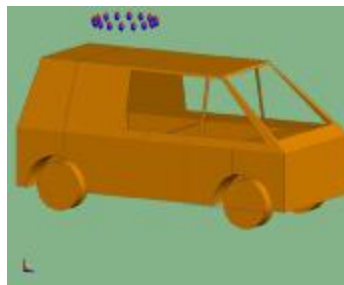
- а) спереди, высота расположения АС – 20 см;
- б) спереди, высота расположения АС – 50 см;
- в) сзади, высота расположения АС – 50 см;
- г) сзади, высота расположения АС – 50 см (автотранспортное средство без задних окон).



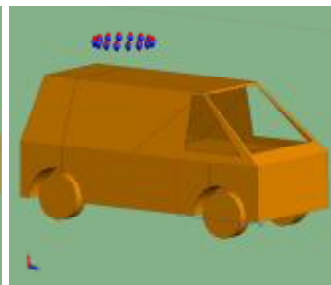
а)



б)



в)

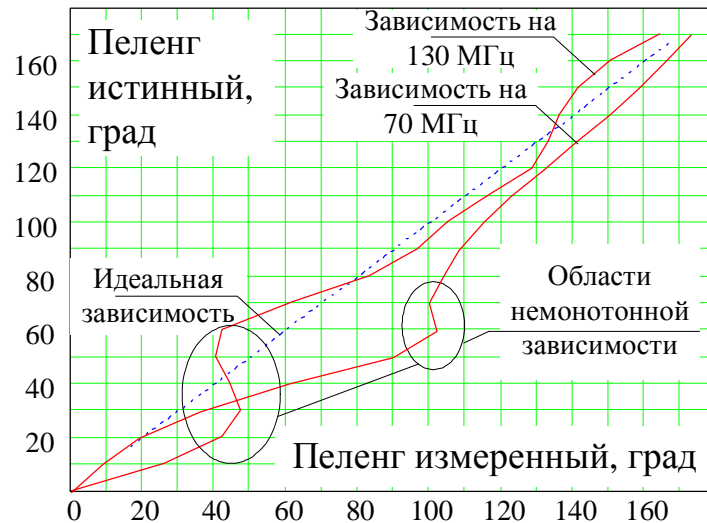
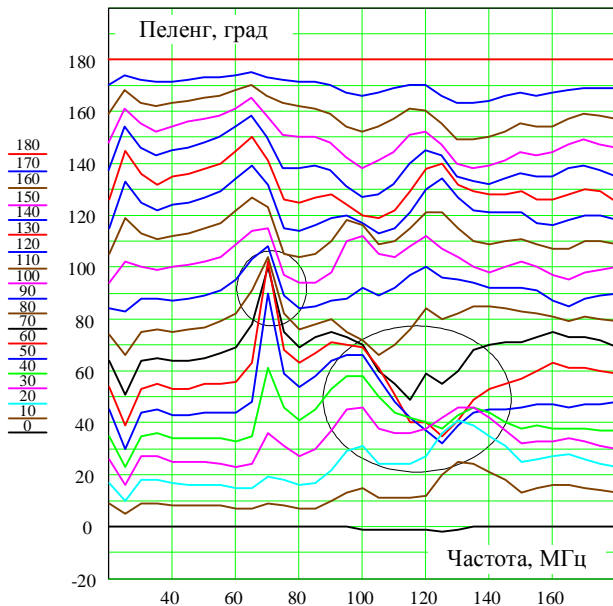


г)



**СЕМІНАР «Управління радіочастотним спектром.  
Радіомоніторинг як ефективний інструмент  
управління радіочастотним спектром», Київ, 10.06...12.06.2013**

**Результаты моделирования (вариант а)**

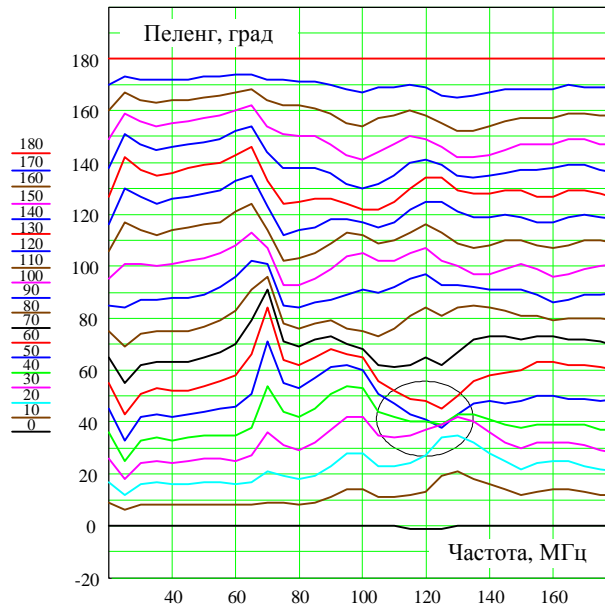


### **Выводы (вариант а)**

1. Очень большое влияние корпуса автомобиля на пеленг.
2. Ошибка пеленга увеличивается с увеличением асимметрии АС относительно фронта падающей волны.
3. В направлениях  $0^0$  и  $180^0$  влияние почти отсутствует.
4. Ошибка пеленга при  $0^0$  больше, чем при  $180^0$ , хотя продольная симметрия в обоих случаях полная. Это объясняется тем, что “спереди автомобиль” более насыщен переотражающими элементами конструкции и отверстиями.
5. Немонотонность в зависимости между измеренным пеленгом и истинным, что приводит к невозможности проведения корректной последующей калибровки.

**СЕМІНАР «Управління радіочастотним спектром.  
Радіомоніторинг як ефективний інструмент  
управління радіочастотним спектром», Київ, 10.06...12.06.2013**

**Результаты моделирования (вариант б)**



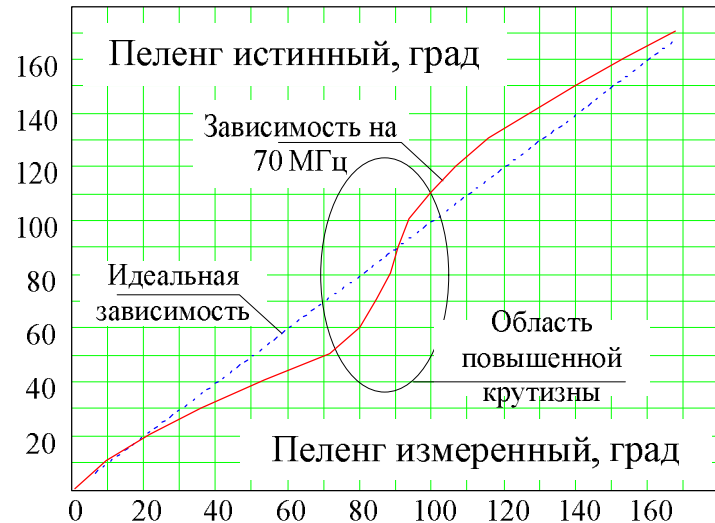
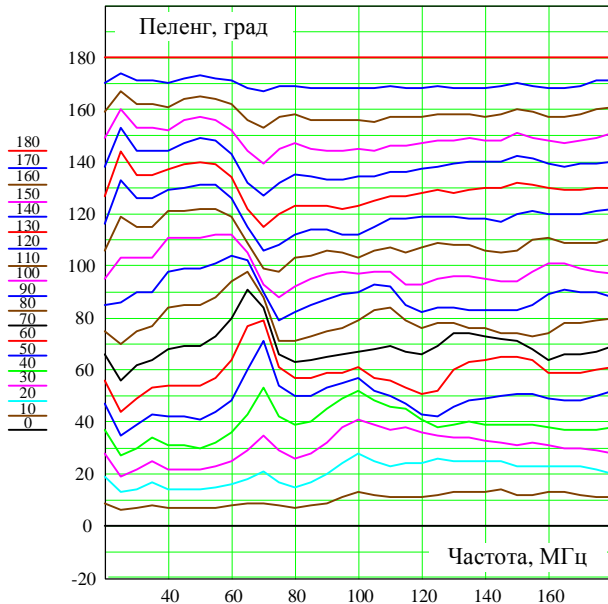
**СЕМІНАР «Управління радіочастотним спектром.  
Радіомоніторинг як ефективний інструмент  
управління радіочастотним спектром», Київ, 10.06...12.06.2013**

**Выводы (вариант б)**

1. Остается большое влияние корпуса автомобиля на пеленг.
2. Увеличение высоты расположения АС уменьшает ошибку пеленга.
3. Зоны с наличием немонотонности в зависимости между измеренным пеленгом и истинным существенно уменьшаются, но еще остаются.
4. Дальнейшее увеличение высоты расположения АС над корпусом автомобилем нецелесообразно.

**СЕМІНАР «Управління радіочастотним спектром.  
Радіомоніторинг як ефективний інструмент  
управління радіочастотним спектром», Київ, 10.06...12.06.2013**

**Результаты моделирования (вариант в)**



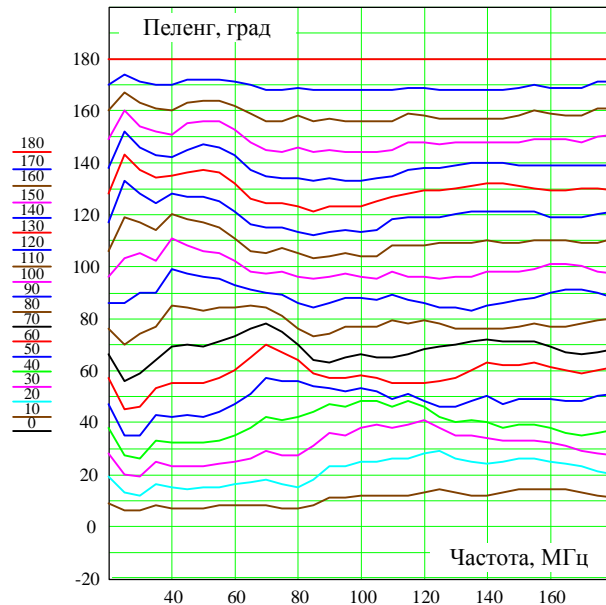
**СЕМІНАР «Управління радіочастотним спектром.  
Радіомоніторинг як ефективний інструмент  
управління радіочастотним спектром», Київ, 10.06...12.06.2013**

**Выводы (вариант в)**

1. Зоны с наличием немонотонности в зависимости между измеренным пеленгом и истинным отсутствуют.
2. В таком варианте возможно проведение калибровки.
3. Остаются зоны с большой неравномерностью крутизны зависимости между истинными пеленгами и измеренными – в частности в районе частот 70 МГц и 120 МГц. Повышенная крутизна этой характеристики ведет к существенному снижению устойчивости пеленгования при таких факторах, как переотражения и приход сигнала с углов места, отличных от нуля, т.е. не с горизонта.

**СЕМІНАР «Управління радіочастотним спектром.  
Радіомоніторинг як ефективний інструмент  
управління радіочастотним спектром», Київ, 10.06...12.06.2013**

**Результаты моделирования (вариант г)**



**СЕМІНАР «Управління радіочастотним спектром.  
Радіомоніторинг як ефективний інструмент  
управління радіочастотним спектром», Київ, 10.06...12.06.2013**

**Выводы (вариант г)**

1. Зоны с наличием немонотонности в зависимости между измеренным пеленгом и истинным отсутствуют.
2. Существенно выровнялась крутизна зависимости между истинными пеленгами и измеренными в районе частоты 70 МГц.
3. В таком варианте проведение калибровки обеспечивает уже вполне приемлемую устойчивость работы пеленгатора в реальных условиях.
4. Дальнейшее улучшение параметров мобильного радиопеленгатора возможно за счет дальнейшего уменьшения зон с большой неравномерностью зависимости между измеренным пеленгом и истинным (в частности в районе частоты 110 МГц).



**Радіомоніторинг як ефективний інструмент  
управління радіочастотним спектром», Київ, 10.06...12.06.2013**

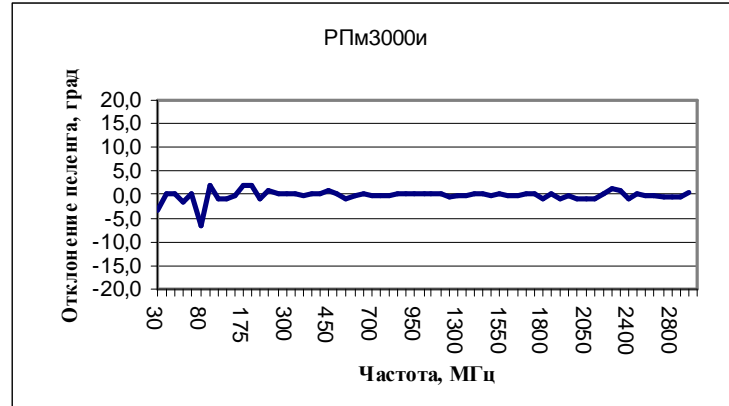
**Примечание.** Не все окна можно закрыть металлом. Боковые стекла можно закрыть с помощью электропроводной прозрачной пленки с коэффициентом прозрачности до 80%. Такой коэффициент прозрачности допустим на боковых стеклах, однако для лобового стекла такой прозрачности недостаточно, поэтому необходимо или использовать металлическую сетку, аналогичную сетке подогрева лобового стекла, или производить пеленгование с остановкой и подъемом антенны пеленгатора на телескопической мачте. Уже при высоте подъема на 3 м над автомобилем влияние последнего практически отсутствует.

**СЕМІНАР «Управління радіочастотним спектром.  
Радіомоніторинг як ефективний інструмент  
управління радіочастотним спектром», Київ, 10.06...12.06.2013**

Испытания пеленгатора РПм3000и  
г. Евпатория, 2011 г.



Результаты испытаний



СКО пеленгования по диапазонам:

30...200 МГц – 2,4<sup>0</sup>

200...3000 МГц – 0,5<sup>0</sup>

**СЕМІНАР «Управління радіочастотним спектром.  
Радіомоніторинг як ефективний інструмент  
управління радіочастотним спектром», Київ, 10.06...12.06.2013**

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ,  
ДОКЛАД ОКОНЧЕН**

**ПОЖАЛУЙСТА, ВОПРОСЫ**