

ПОДАВЛЕНИЕ ШУМА.

Алгоритм Кропотова

Кропотов Владимир Авенирович

Автор и разработчик технологии.

Международная выставка вертолетной индустрии HeliRussia
г. Москва, 2019 г.

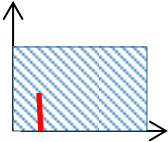
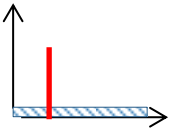
Существующие методы

- . К основным методам подавления шума относятся:
 - методы согласованной фильтрации;
 - рекурсивные алгоритмы;
 - корреляционные методы.

Новая технология подавления шума разработана в России и является **опережающей**.
В мире пока такой нет.



Алгоритм Кропотова (АК) основан на следующей системе уравнений


$$\begin{cases} \int_0^{\infty} N(t)dt = 0 \\ \int_0^{\infty} (S(t) + N(t))dt = S(t) \end{cases}$$


The diagram on the left shows a coordinate system with a vertical y-axis and a horizontal x-axis. A rectangular area is shaded with blue diagonal lines, representing a noisy signal. A vertical red line is drawn within this shaded area, representing the signal component. The diagram on the right shows a similar coordinate system. A vertical red line is drawn on the x-axis, representing the signal component. A small rectangular area is shaded with blue diagonal lines, representing the noise component.

Где, $N(t)$ – шум, $S(t)$ – полезный сигнал.

При решении этой системы уравнений выделится полезный сигнал $S(t)$ не зависимо от уровня шума $N(t)$ в реальном времени. Даже если уровень полезного сигнала в сотни раз меньше шума.

Увеличение дальности радиосвязи при применении АК.

$$V = \frac{D_{maxAK}}{D_{max}} = \frac{\sqrt{\frac{Pt Gt Gp \lambda^2}{16\pi^2 \left(\frac{S}{N}\right)_{minAK} kT \Delta F}}}{\sqrt{\frac{Pt Gt Gp \lambda^2}{16\pi^2 \left(\frac{S}{N}\right)_{min} kT \Delta F}}} = \frac{\sqrt{\frac{1}{\frac{1}{100}}}}{\sqrt{\frac{1}{10}}} = \frac{\sqrt{100}}{\sqrt{0.1}} = 31.6$$

При применении АК дальность радиосвязи увеличивается **более чем в 30 раз**, без изменения параметров приемника и передатчика.



Увеличение дальности радиолокации при применении АК.

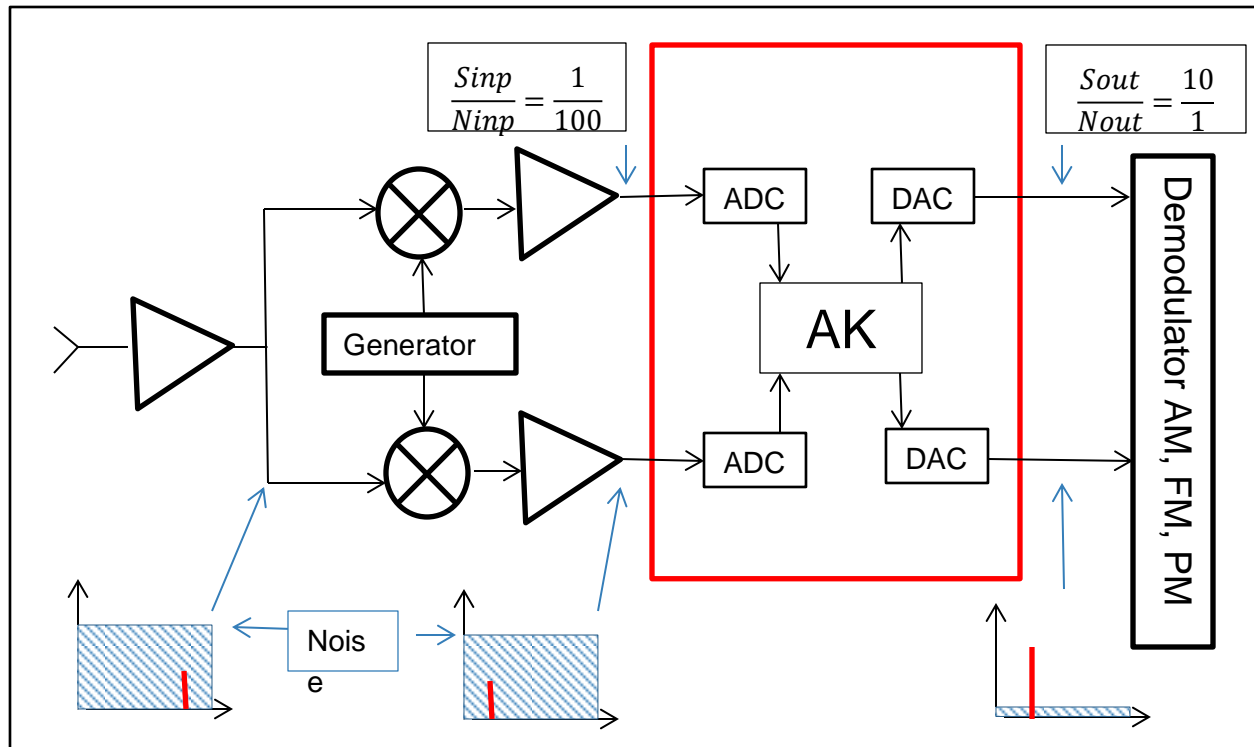
$$V = \frac{D_{maxAK}}{D_{max}} = \frac{\sqrt[4]{100}}{\sqrt[4]{0,1}} = 5.64.$$

При применении АК дальность радиолокации увеличивается **более чем в 5 раз**, без изменения параметров радиолокатора



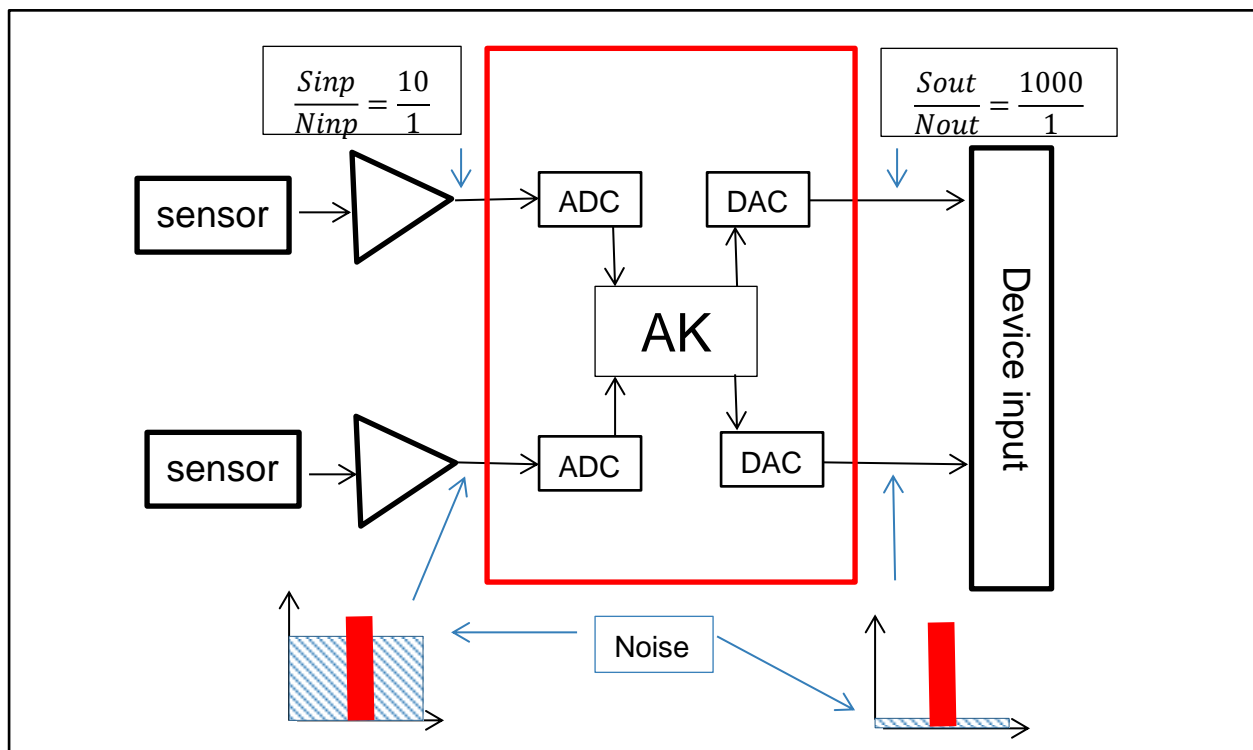
Возможные применения АК.

В радиоприемниках, сотовых телефонах, космических спутниках, системах передачи данных, радарх, измерительных приборах и др.



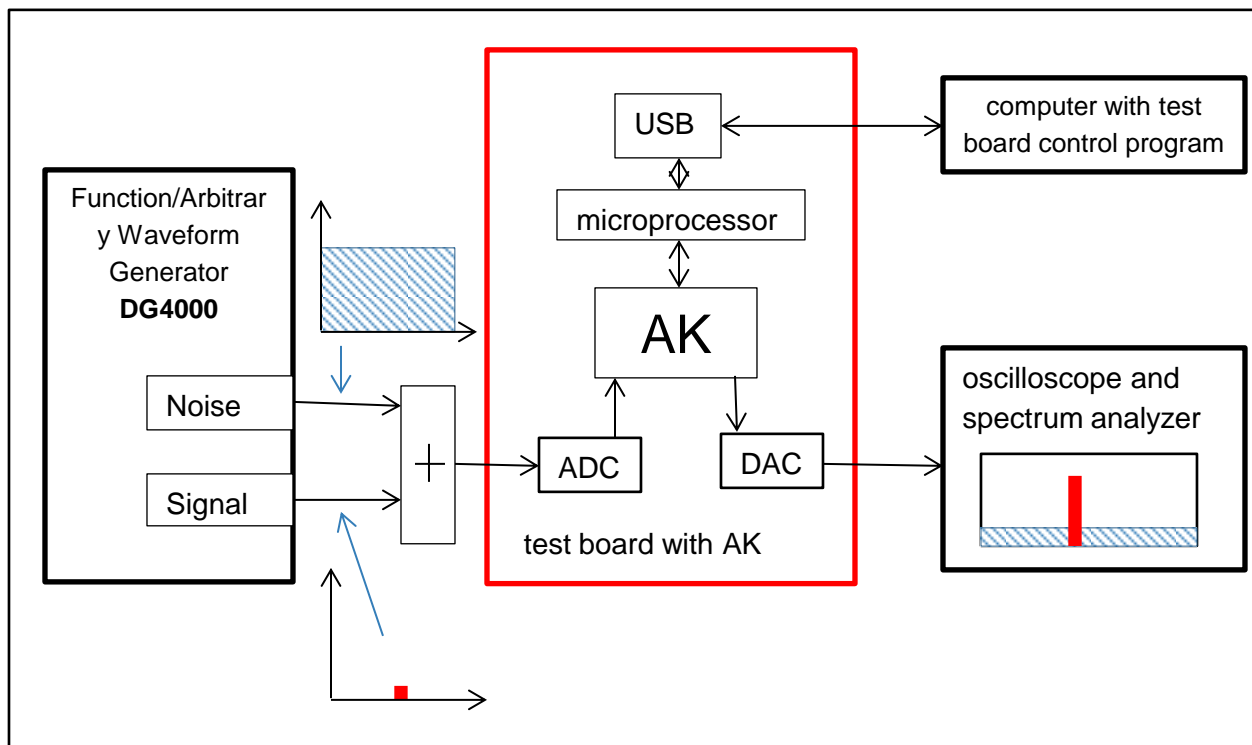
Возможные применения АК

В измерительных приборах, металлоискателях, приборах для обнаружения взрывчатых и наркотических веществ по ЯКР и др.



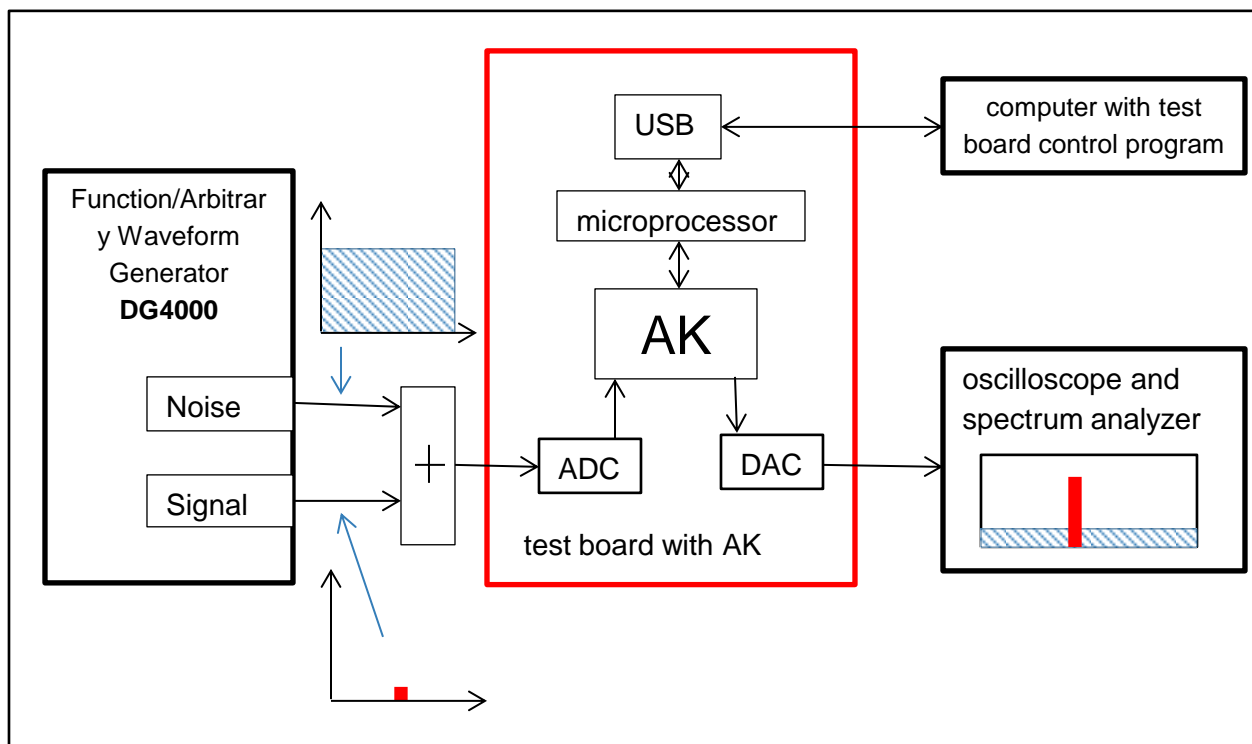
Проверка работоспособности АК

Была изготовлена тестовая плата для проверки работоспособности АК.
Структурная схема измерений:



Проверка работоспособности АК

Была изготовлена тестовая плата для проверки работоспособности АК.
Структурная схема измерений:



Результаты

Измерения показали, что плата выделяет из шума как не модулированные сигналы, так и сигналы с амплитудной, частотной и фазовой модуляцией (манипуляцией) в реальном времени. Даже если уровень сигнала (по спектру) в сотни раз меньше уровня шума (по спектру).

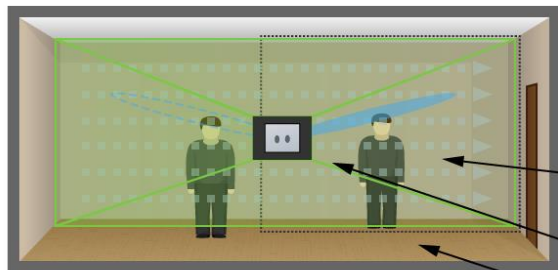
АК подавляет все виды шумов, в том числе шумы входных каскадов приемников. Поэтому при применении АК нет необходимости в охлаждающих системах входных цепей приемников с высокой чувствительностью.

Степень подавления шума ограничена вычислительной мощностью платы. При её увеличении возможно тысячи кратное (и более) подавление шума. Ограничений нет.



Внедрение АК в радары малой дальности

Был изготовлен тестовый радар RK-000, который работает следующим образом:



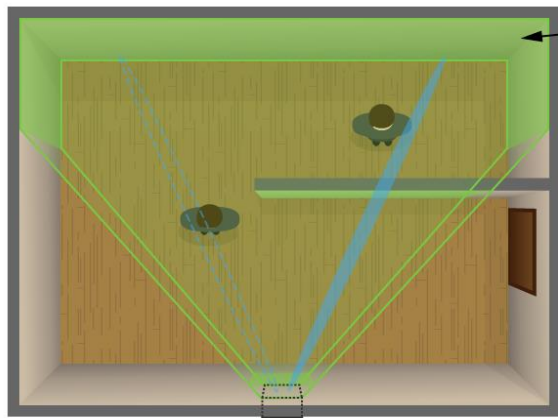
Радар измеряет отраженный сигнал в 50-ти точках, в каждой из 40-ка линий сканирования. Итого: 2000 точек

Изменяемая в двух плоскостях пространства передающая и приемная радио волна радара

Радар

Сектор сканирования

Ж/Б стена



Вид сверху сектора сканирования, в котором находятся два человека за ж/б стеной (100 мм)



Изображение на дисплее RK-000 радара двух человек в секторе сканирования



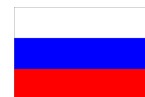
Существующие на рынке радары

Сверхширокополосные радары для обнаружения людей за преградами
(Ultra-wide band radars)

Xaver 800

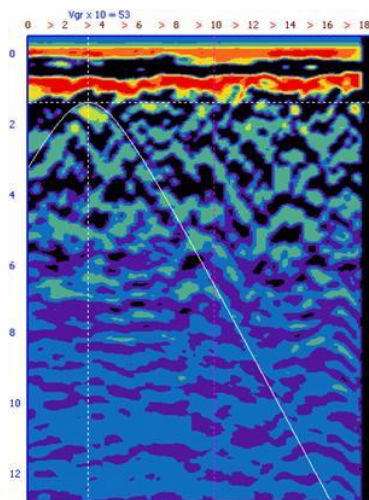
Prism 200

PO-400



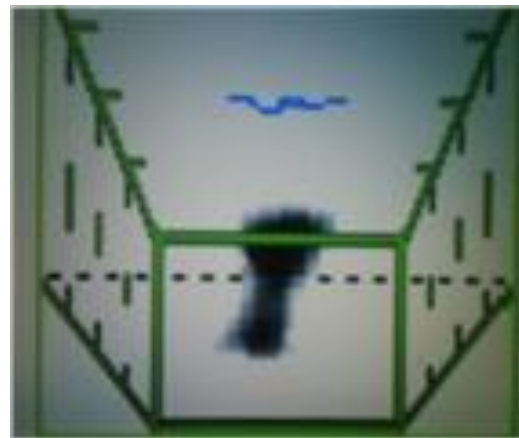
Визуализация объектов

Сверхширокополосные радары



Для понимания отображаемых результатов на мониторе требуется интерпретация оператором того, что он видит.

Узкополосный радар RK-000



Не требуется интерпретация оператором. Объект отображается как реальное изображение. Только с плохим разрешением, по сравнению с видеокамерой.



Преимущества наших радаров

при решении проблемы

- Позволяют быстро и точно определить координаты и размер объекта в пространстве за преградой.
- Максимально достоверно обнаружить объект и отобразить на мониторе его перемещения в реальном времени.
- Работают в условиях, когда уровень помех в десятки раз превышает уровень отраженного сигнала. Его не возможно заглушить при РЭБ.
- Имеют высокую скрытность при работе, из-за малой мощности излучения, не более 10 мВт.

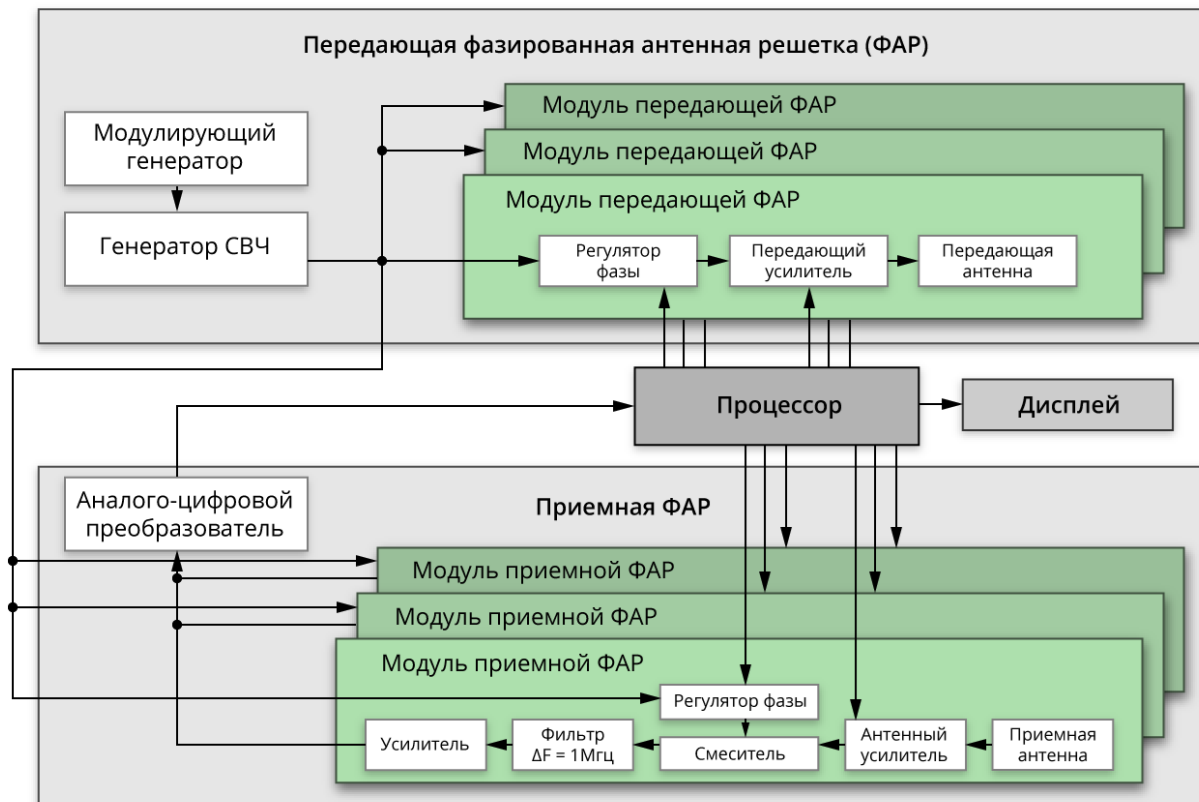


Принципиальные преимущества нашей технологии

Параметры радаров	Сверхширокополосные радары	Радары Radio Vision (узкополосный СВЧ радар)
Время обнаружения объекта	до 30 секунд	0,05 секунды , в реальном времени
Точность определения координат объекта	Низкая , из-за широкой диаграммы направленности антенн радаров	Высокая , из-за узкой диаграммы направленности антенн
Возможность определить площадь объекта (например: возможность отличить человека от кошки)	Нет , из-за фиксированного направления измерений в контролируемом пространстве	Да , из-за измерений 2000 "точек" (RK-000) в контролируемом пространстве
Мощность излучения	Более 10 Вт	0.01 Вт (в 1000 раз меньше)
Помехоустойчивость и электромагнитная совместимость	Низкая , из-за широкой рабочей полосы частот (от 1000 до 7000 МГц)	Высокая , из-за узкой рабочей полосы частот (1 МГц)
Сканирование сквозь преграды с повышенной влажностью	Не работают сквозь преграды с повышенной влажностью	Работают сквозь преграды с повышенной влажностью



Структурная схема радара РК-000



Патент на изобретение RU 2480787
«Способ и система для дистанционного обнаружения объектов» (2013 г.)

Применения АК для безопасности



охрана периметров (аэропортов, тюрем, заводов, объектов ТЭК)

охрана открытых территорий различной протяженности
(сельскохозяйственные поля, охотничьи угодья, подступы к режимным объектам, спортивные объекты)

ТИП ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА	СТОИМОСТЬ ПРОЕЗДА (руб.)	
	ДЕНЬ (06-08)	НОЧЬ (09-05)
МАССОВ ДО 3,5 Т	30	10
МАССОВ ДО 3,5 Т	30	10
МАССОВ 3,5 Т - 8,0 Т	60	20
МАССОВ 8,0 Т	120	40

мониторинг автомобильного трафика (для систем слежения и управления дорожным движением, ИТС). Подсчет, классификация, определение скорости транспортных средств)



подразделениям специального назначения МВД, ФСБ, ГРУ (для выявления террористов за преградами и поиска заложников в помещениях снаружи, не заходя в них)



Доклады о проекте



4 февраля 2014 г.

Международная научно-техническая конференция
«Радиолокационные системы малой и сверхмалой
дальности» в МГТУ им. Н.Э. Баумана.



24 марта 2015 г.

Семинар "Проблемы современной геофизики",
МГУ [им. М.В.Ломоносова](#), Большая Никитская, 4

Благодарю за внимание

Спасибо за внимание.

Приглашаю к сотрудничеству по внедрению АК

Моб. +7-903-003-88-30

v.a.kropotov@gmail.com

