

Полковников Владислав Павлович,
Студент, ЮУрГУ

Прохоренко Кирилл Денисович,
Студент, ЮУрГУ

РАДИОВИДЕНИЕ. ПОЛУЧЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ, НЕ ВИДИМОГО ДЛЯ ГЛАЗА ЧЕЛОВЕКА

Аннотация. В данной статье рассматривается перспективы развития радиовидения в современном мире. Обсуждаются основные используемые приборы для опознавания объектов при помощи радиоизлучения, новые технологии развития радиовидения, а также области их применения.

Ключевые слова: Радиовидение, радиоизлучение, радиоволны, радиоинтроскоп, радиовизор, изображение, свечение, экран, опознавание.

Радиовидение используют для обнаружения и опознавания летательных аппаратов, при посадке и взлёте самолётов в неблагоприятных метеорологических условиях (туман, дождь, снег и т.д.), в морском и речном судоходстве, в космических исследованиях, в промышленности – для неразрушающего контроля материалов и изделий, в медицине – для диагностики различных заболеваний, а также при проверке источников радиоизлучения, при определении толщины и структуры ледяного покрова в Арктике, Антарктике и в районах высокогорья.

Радиовидение – это получение видимого изображения объектов с помощью радиоволн. Для радиовидения обычно используют радиоволны миллиметрового и сантиметрового диапазонов, что позволяет различать на оптическом изображении достаточно мелкие детали структуры объекта. Радиоволны, излученные (при пассивном радиовидении) или рассеянные (при активном радиовидении) телами, несут информацию об их строении и состоянии. Основная задача радиовидения – собрать информацию и отобразить её в видимом изображении. Это достигается с помощью специальных приборов – радиоинтроскопов (например, радиовизоров).

В радиовидении используют различные физические свойства. Так, в одном из радиовизоров использовано свойство некоторых люминофоров изменять интенсивность свечения с изменением температуры. Люминофоры – химические вещества в виде пигментов или порошков, преобразующие лучистую энергию, которую они поглощают в световое излучение.

Основной элемент этого прибора – экран – представляет собой натянутую плёнку из полиэтилентерефталата (лавсана) с напылённым на неё тонким слоем алюминия, который покрыт слоем термочувствительного люминофора. Экран со стороны люминофора подсвечивается ультрафиолетовыми лучами и испускает неярко, ровное свечение. При попадании на экран радиоизлучения со сложным пространственным распределением интенсивности алюминиевая подложка, поглощая его, нагревается, причём сильнее там, где интенсивность излучения больше. При нагреве люминофора от алюминиевой подложки его свечение ослабевает, и на экране возникает видимое негативное изображение. Такой радиовизор позволяет «видеть» объекты в волнах от инфракрасных до диапазона СВЧ с одинаковой чувствительностью; чувствительность экрана определяется характеристиками люминофора и мощностью излучения. На экране радиовизора можно разглядеть детали изображения размером порядка десятых долей мм.

В радиоинтроскопах других конструкций в качестве чувствительного элемента используют жидкие кристаллы, полупроводниковые монокристаллы, специальные фотоплёнки. У всех таких элементов при воздействии радиоволн изменяются оптические характеристики – коэффициента отражения или прозрачность для видимого света.



Наиболее часто радиоизображения объектов получают методом сканирования узкого пучка радиоволн и приёма отражённых от объекта сигналов. Сканирование осуществляют, например, механическим вращением излучающей и приёмной антенн либо электрическим способом, при котором фаза излученных многими источниками радиоволн изменяется таким образом, что в пространстве образуется узкий пучок радиоволн, «осматривающий» объект или местность. Иногда используют способ формирования отражённых от объекта радиоволн при помощи радиообъективов, подобно тому как это делают в оптике.

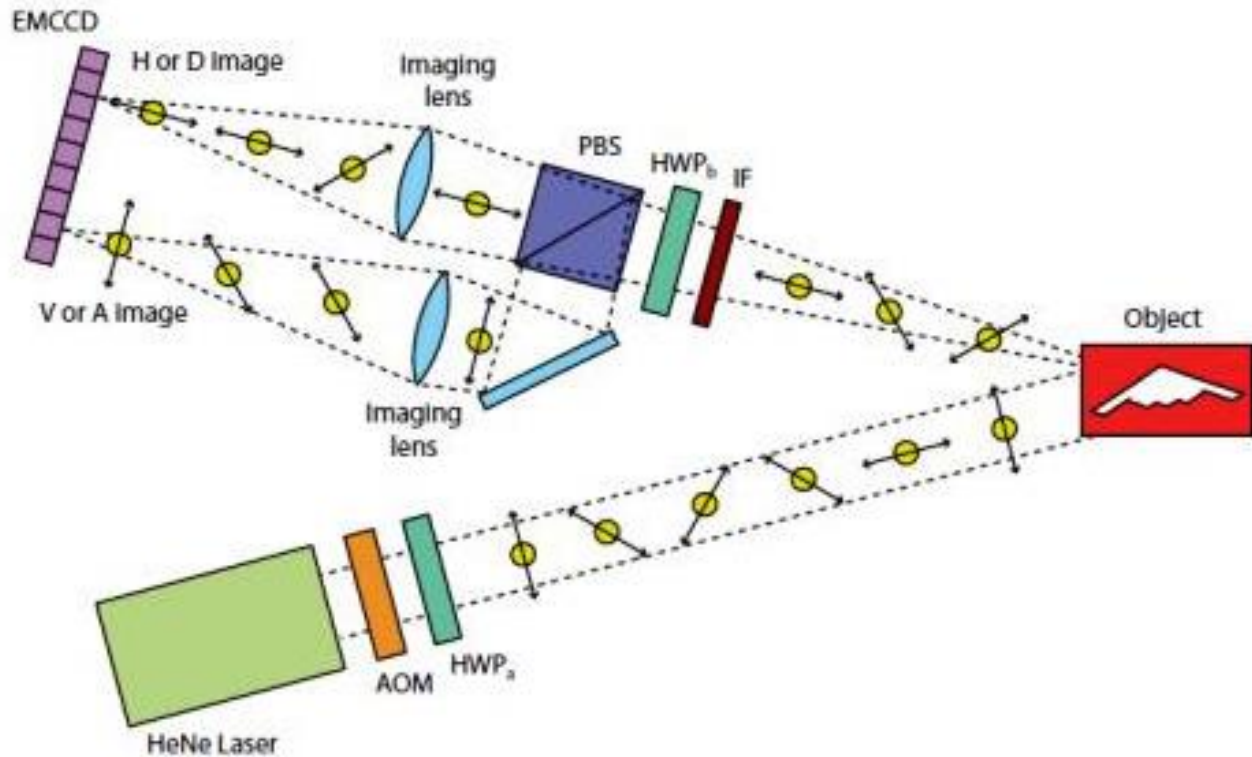


Рис.1. Принцип работы радиовидения

Большую популярность приобрело машинное зрение. Оно обладает способностью распознавать людей и предметы, находящиеся за стенами. Всё это происходит благодаря свойству радиоволн проникать сквозь объекты, передаваться и отражаться от тела человека. Более того, учёные разработали различные способы использования Wi-Fi сигналов, чтобы видеть за закрытыми дверями.

Но и у машинного зрения есть пределы возможностей. Особенно тяжело машинам, когда люди, лица или объекты частично закрыты. А при резком изменении уровня освещенности, они, как и люди, фактически оказываются ослепленными. В этом отношении радиоизображения и изображения в видимом свете имеют взаимодополняющие преимущества и недостатки. И это дает возможность использовать сильные стороны одного способа для преодоления недостатков другого.

Так, например, Израильский технологический стартап Camero-Tech представил устройство под названием Xaver 1000. По словам разработчиков, оно позволяет буквально «видеть сквозь стены». Гаджет предоставляет визуальную 3D-картинку с ситуационной осведомлённостью и обладает способностью обнаруживать живые объекты – как статические, так и динамические, – за стенами и строительными препятствиями.

Устройство максимально простое в эксплуатации. По заверениям Camero-Tech, встроенный в Xaver 1000 импульсный сверхширокополосный радар позволяет заглянуть сквозь

цемент и бетон в радиусе 42 метров. Десятидюймовый сенсорный экран показывает живые объекты за любой стеной, определяя их комплектацию, размер и положение тела, а алгоритм на базе ИИ отслеживает их движения. Полученные данные могут мгновенно передаваться по Wi-Fi.

При весе в 16 килограммов гаджет довольно компактен благодаря своей складной антенне. Ожидается, что он может быть очень полезен во время поисково-спасательных операций, позволяя службам быстрого реагирования идентифицировать жертв стихийных бедствий, оказавшихся под завалами.

Российская Федерация не отстает от иностранных конкурентов. Проект РОФАР (радиооптические фазированные антенные решетки) был начат в феврале 2015 года, а закончился в июле 2019 года. «Концерн Радиоэлектронные технологии» (КРЭТ) Госкорпорации Ростех вел разработку технологии радиофотоники, не имеющей аналогов в мире. Анонсировалось, что новая технология позволит снизить массу радиоэлектронного оборудования воздушных судов в 5-7 раз), радар нового поколения может делать «рентгеновские снимки» самолетов, находящихся на удалении более 500 километров, а радиооптические фазированные антенные решетки значительно расширили возможности современных средств связи радаров – их масса снизилась более чем вдвое, а разрешающая способность увеличилась в десятки раз.

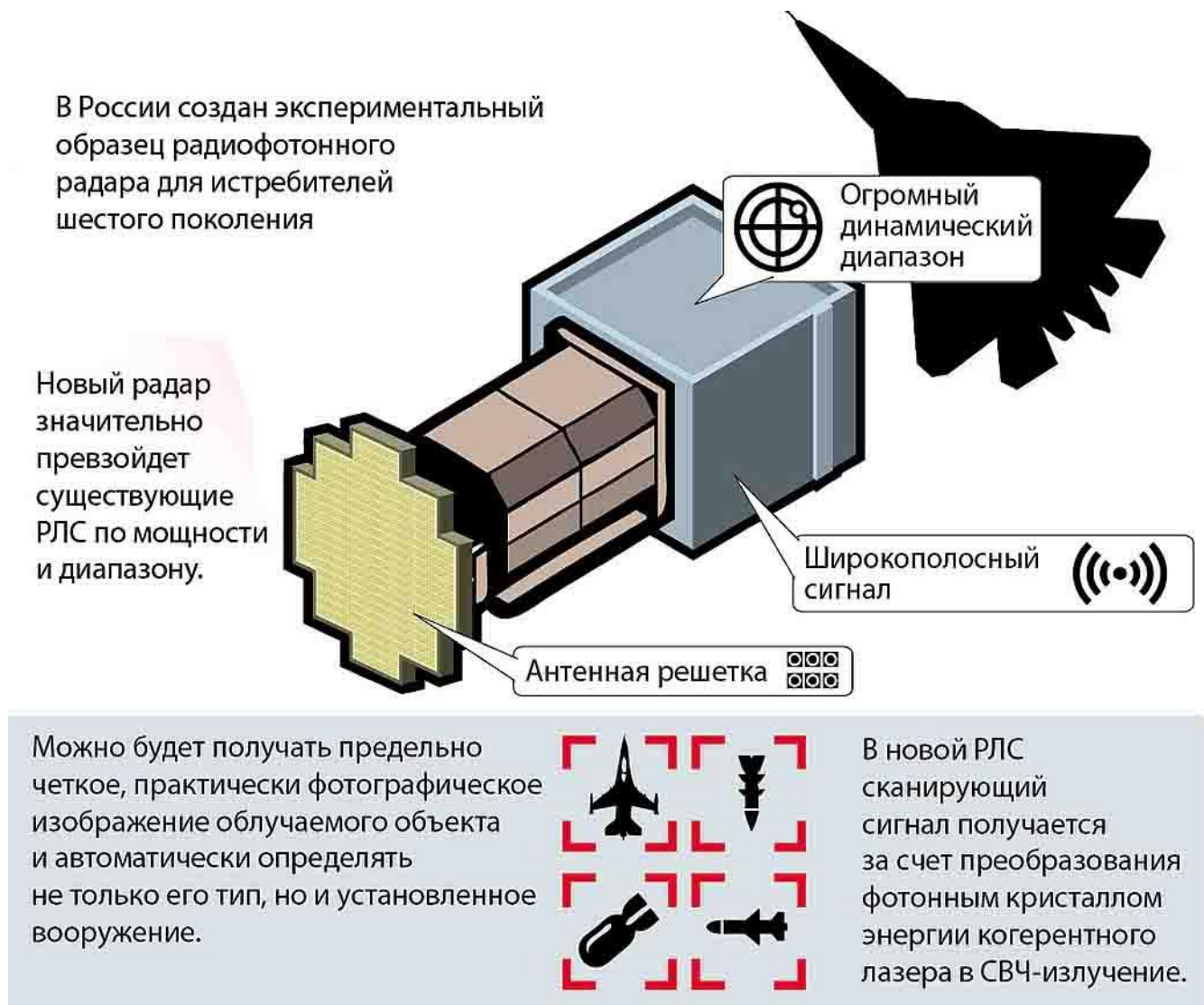


Рис.2. Радиофотонный радар

РОФАР позволяет нам увидеть самолет, находящийся в 500 километрах, так, словно мы стоим в 50 метрах от него на аэродроме, его портрет в видеодиапазоне. Более того, если нужно, эта технология позволяет заглянуть и в сам самолет, узнать, какие люди и техника в нем находятся, поскольку сигнал может пройти любые препятствия, даже метровые свинцовые стены, благодаря использованию широкого диапазона частот, проникающих на различную глубину внутрь объекта. Если у современного лоатора частота излучения 10 ГГц, 3 см с шириной спектра 1-2 ГГц, то у РОФАР эта частота может составлять от 1 Гц до 100 ГГц одновременно.

На практике это означает, что РОФАР может давать детализированное, объемное изображение того, что происходит на расстоянии сотен километров от него. К примеру, на дальности 400 км можно не просто увидеть человека, но даже узнать его лицо. В отличие от традиционных РЛС заглушить РОФАР традиционными средствами РЭБ физически не получится. Динамический диапазон фотонного кристалла – это примерно 200 Дб. Современный радиоэлектронный приемник, для сравнения, имеет диапазон 40 – 60 Дб, а мы современными комплексами РЭБ обеспечиваем подачу сигнала на вход радиоприемного устройства – в 70-80 Дб относительно его пороговой чувствительности.

Таким образом, устройство, которое должно принимать сигнал выводиться из работоспособного состояния. Даже после снятия помехи у него внутри еще идут процессы, которые не дают ему работать. Но на Земле просто нет источника энергии для подачи сигнала мощностью, превышающей 200 Дб, поэтому эта логика в случае с РОФАР просто не работает. Его можно запутать так называемым интеллектуальным противодействием стелс-технологий.

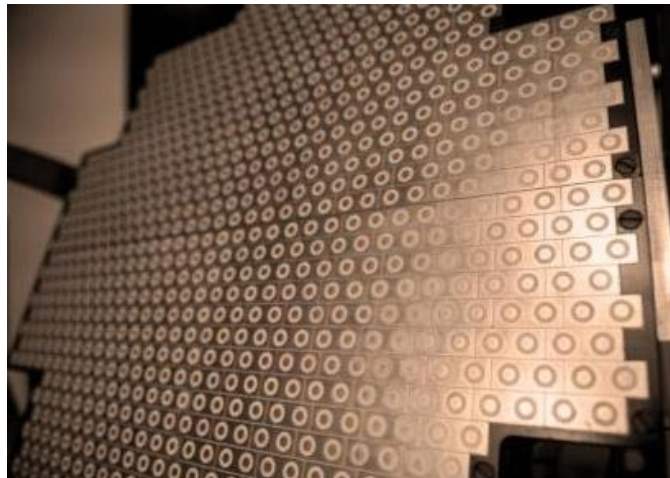


Рис.3. Фазированная антенная решетка

Если осветить поляризованным светом самолет и проверить измерения количества отраженных фотонов, имеющих ошибочную поляризацию, то данных от фотонов, имеющих правильную поляризацию, будет вполне достаточно для того, что бы составить четкое и узнаваемое изображение самолета. Исследователи обнаружили, что природа фотонов позволяет справиться даже с самыми продвинутыми стелс-технологиями. Если стелс-самолет попытается перехватить поток фотонов или исказить свое местонахождение каким-либо образом, то тем самым выдаст себя с головой, изменив свойства фотонов. Используемый в работе системы принцип похож на тот, что лежит в основе квантовых криптографических систем с разделенной передачей ключа: любая попытка вклиниться в передачу ключа влияет на его квантовые характеристики и сразу выдает присутствие интервента. Радиофотонный лоатор не будет стоять отдельным модулем в носу самолета, это будет распределенная система.

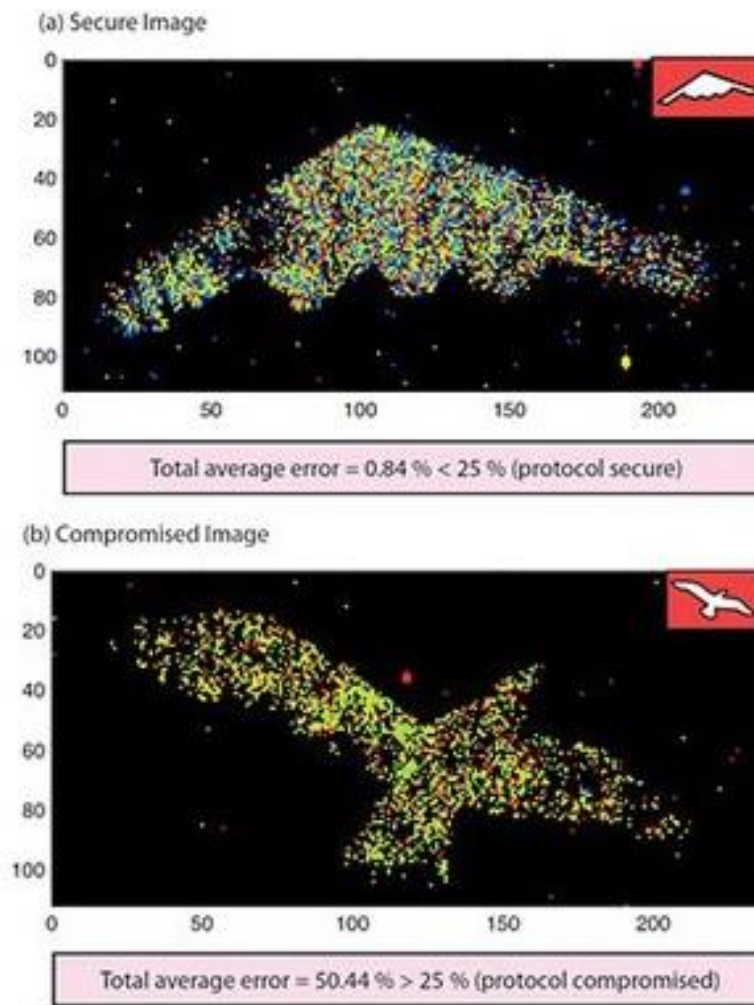


Рис.4. Отображение объекта при использовании радиофотонного локатора

Подводя итог, можно сказать, что радиовидение открывает новые горизонты в таких сферах, как безопасность, медицина, научные исследования, военная деятельность, позволяя получать информацию о объектах, которые могут быть недоступны для традиционных методов наблюдения. Радиовидение не только улучшает точность и эффективность анализа, но и позволяет осуществлять мониторинг в сложных условиях, где визуальные технологии не могут быть применены. Наша страна продолжает развитие данного направления, опережая западных конкурентов. С развитием этой технологии мы можем ожидать появления новых приложений и возможностей, которые окажут влияние на множество отраслей, делая мир более доступным и безопасным.

Список литературы:

1. Верба В.С. Радиолокация для всех / К.Ю. Гаврилов, А.Р. Ильчук, Б.Г. Татарский, А.А. Филатов. – Москва: Техносфера, 2020. – 504 с. <https://ibooks.ru/bookshelf/371769/reading> – Текст: электронный.
2. Ред. Кондратенкова Г.С. Авиационные системы радиовидения. – Москва 2015. 648с. – Текст: электронный.
3. <https://bigenc.ru/c/radiovidenie-089910>.
4. <https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/094/903.htm>.