

Георадар: обзор решения для неразрушающего контроля бетонных конструкций

Михаил Осипов (ведущий инженер ООО «СИНЕКТА», группа компаний «ПЛАНАР»),
Константин Кравцов (инженер-программист ООО «СИНЕКТА», группа компаний «ПЛАНАР»)

Радиовидение – современный неразрушающий метод испытаний материалов, который позволяет обнаруживать и оценивать дефекты. Данный метод основан на использовании эффекта отражения и рассеяния радиоволн на границе раздела двух сред с разными электромагнитными свойствами. Технологии радиовидения активно используются в авиации, медицине, металлургии и строительстве. Компания «ПЛАНАР» – отечественный разработчик электронного оборудования – разработала прототип устройства «ГЕОРАДАР» на базе компактного векторного анализатора цепей, который позволяет значительно оптимизировать время и ресурсы при испытаниях бетонных конструкций.

Введение

Ключевую роль неразрушающий контроль играет в строительстве и ремонте зданий и сооружений. Использование георадара для контроля бетонных конструкций позволяет эффективно решать ряд проблем, связанных с их состоянием и надёжностью.

1. Обнаружение скрытых дефектов без разрушений: одной из основных проблем при работе с бетоном является то, что многие дефекты (трещины, включения, коррозия арматуры)

могут быть невидимыми. Георадар позволяет выявить эти проблемы, что позволяет принимать меры по их устранению до того, как они достигнут критического уровня.

2. Экономия ресурсов: использование георадара позволяет более точно определить объём ремонтных работ. Это существенно оптимизирует процесс ремонта и позволяет сократить затраты на ресурсы и время.
3. Повышение безопасности: георадар помогает выявить потенциаль-

ные опасности, связанные с дефектами бетона. Это особенно важно в случае инфраструктурных объектов, таких как мосты и тоннели, где безопасность играет критическую роль.

4. Оценка бетонных конструкций: при приобретении нового жилья георадар помогает оценить состояние бетонных конструкций.

В течение короткого времени инженеры компании «ПЛАНАР» создали макет георадара, разработали программное обеспечение (ПО) и приступили к его испытаниям (рис. 1).

В макете используется технология непрерывного излучения со ступенчато изменяемой частотой [2], что позволяет получить изображение бетона в двухмерных или трёхмерных измерениях с высоким пространственным разрешением на глубину до 80 см.

Для обработки и визуализации результатов исследования георадар подключается к ноутбуку по USB и работает с программным обеспечением RadioVision на операционной системе Windows.



Рис. 1. Тестовый стенд, состоящий из георадара (прототип), подключённого ноутбука с предустановленным ПО и экспериментального бетонного блока



Рис. 2. Конструкция георадара



ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ РАЗРАБОТЧИК и ПРОИЗВОДИТЕЛЬ
ВЕКТОРНЫХ АНАЛИЗАТОРОВ ЦЕПЕЙ МИРОВОГО УРОВНЯ

Компания «ПЛАНАР»
от души поздравляет Вас
с **НОВЫМ ГОДОМ**
и **РОЖДЕСТВОМ!**

Желаем, чтобы наступающий год
стал для Вас успешным
и щедрым на позитивные события.

Пусть все намеченные цели
будут достигнуты и пусть каждый
Ваш день будет наполнен
радостью побед.



planarchel.ru

8 800 222 12 11

Реклама

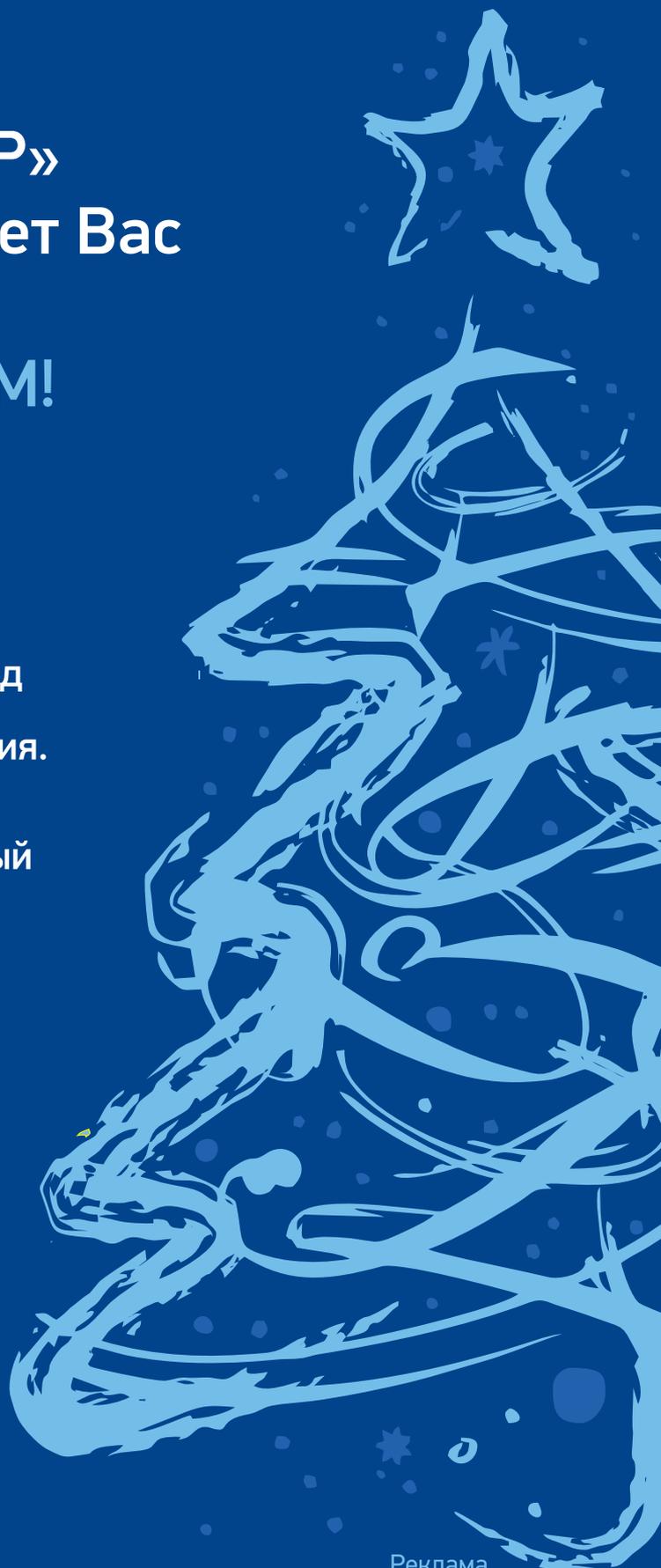




Рис. 3. Тепловой расчёт модели георадара

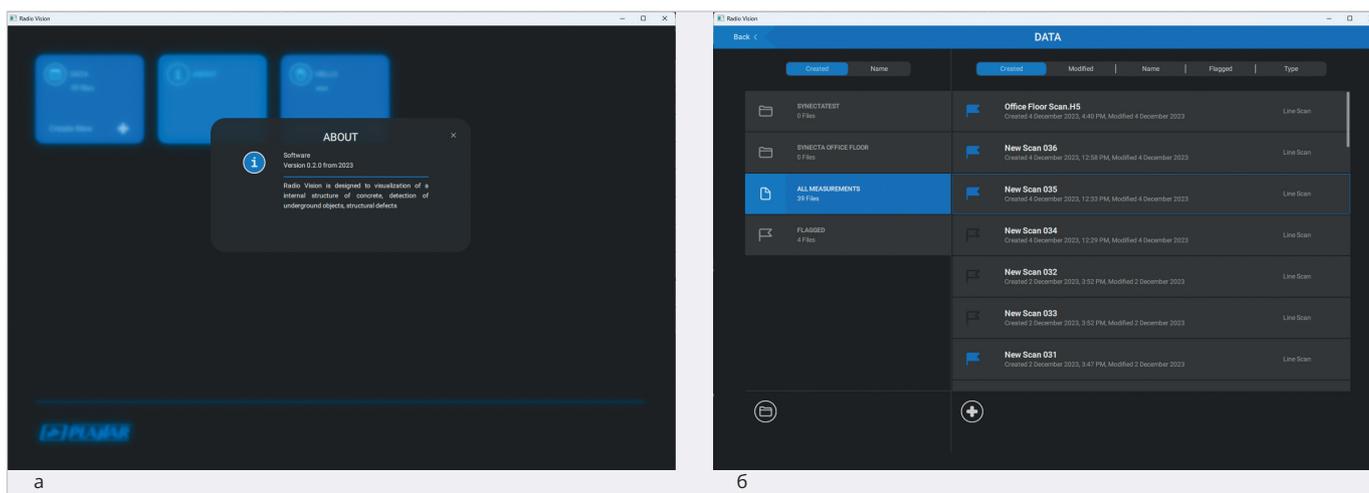


Рис. 4. Программное обеспечение RadioVision

Конструкция макета георадара

Конструктивно георадар представляет собой электронное устройство, оснащённое блоком антенн, радиомодулем RIM5055 VNA для формирования и приёма радиосигналов.

Георадар работает от аккумуляторной батареи, которая обеспечивает непрерывную работу в течение 3 часов. Аккумулятор имеет индикатор уровня заряда. По периметру георадара размещены лазерные направляющие (рис. 2).

Конструкция георадара обеспечивает необходимое расстояние от блока измерения до поверхности (0,8 см), а также надёжное сцепление с поверхностью сканируемого объекта для достижения лучшей точности измерения.

Корпус спроектирован с учётом требуемого температурного режима работы. Для этого был проведён тепловой расчёт модели (рис. 3).

Дизайн макета предполагает модульность для использования нескольких типов

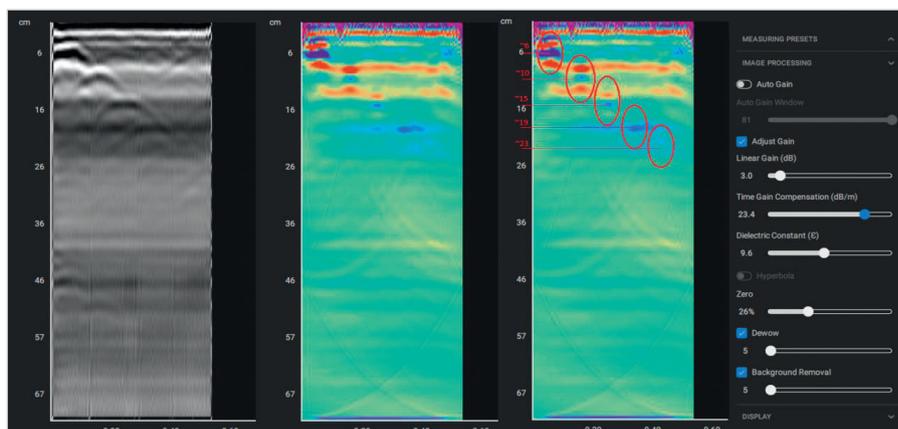


Рис. 5. Работа ПО RadioVision в линейном режиме сканирования

антенн. В дальнейшем размеры макета георадара будут уменьшены в 1,5–2 раза.

Программное обеспечение

Для анализа и визуализации данных, полученных с помощью георадара, разработано программное обеспечение под названием RadioVision (рис. 4).

На данный момент оно поддерживается операционной системой Windows.

Программное обеспечение позволяет проводить измерения в двух режимах сканирования: линейный и площадной [3].

Линейный режим сканирования (B-скан) позволяет получать изображения поперечного среза исследуемой среды (рис. 5).

Площадной режим сканирования (C-скан) позволяет получать изображения продольного среза исследуемой

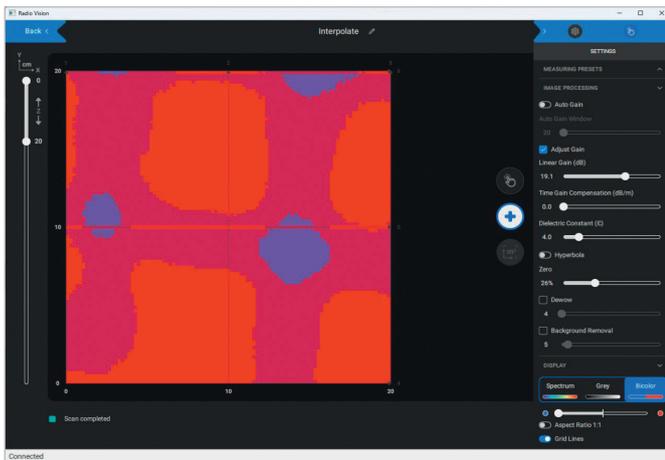


Рис. 6. Работа ПО RadioVision в площадном режиме сканирования

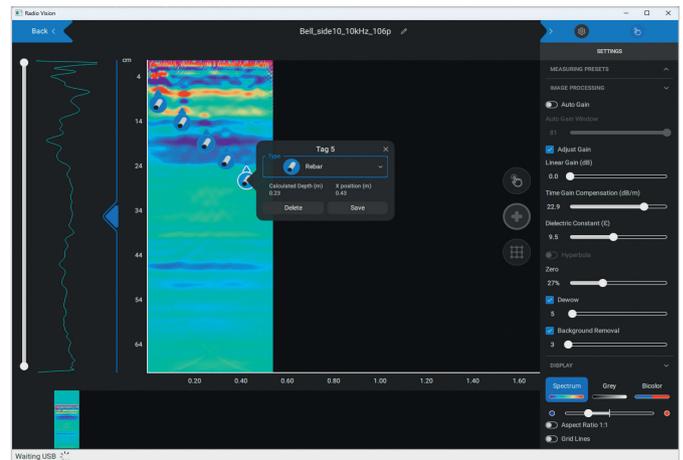


Рис. 7. Применение тегов в ПО RadioVision



Рис. 8. Экспериментальный образец бетона

среды, а также формировать трёхмерные изображения (рис. 6).

По полученному изображению можно точно определить местоположение объектов и их размеры. Для удобства визуального восприятия имеется возможность отметить объекты тегам, которые содержат информацию о типе объекта, координатах (рис. 7).

В программном обеспечении для улучшения качества изображения применяются следующие функциональные возможности [4, 5].

- Коррекция нулевого зазора (или нулевого отсчёта) позволяет уточнить начальные параметры измерения.
- Настройка шага сканирования позволяет выбирать оптимальный интервал для сбора данных.

- Применение линейных и нелинейных методов фильтрации позволяет улучшить качество и читаемость данных.

- Настройка контрастности изображения помогает выделить детали и особенности структуры объекта.

Результаты сканирования могут быть сохранены для последующего анализа и сравнения результатов.

Результаты испытаний георадара

В процессе разработки георадара был проведён ряд экспериментов, в частности, сканирование плиты-перекрытия на определение арматуры (рис. 8, 9).

В результате линейного и площадного сканирования плиты-перекрытия офисного помещения обнаружена арматура, которую используют для армирования бетонных перекрытий.

Дополнительно проводились эксперименты на бетонных образцах с арматурой разного диаметра и материала (рис. 10, 11).

Компания «ПЛАНАР» продолжает работу над улучшением георадара и в скором времени планирует расширить его возможности для сканирования больших объектов и создания трёхмер-

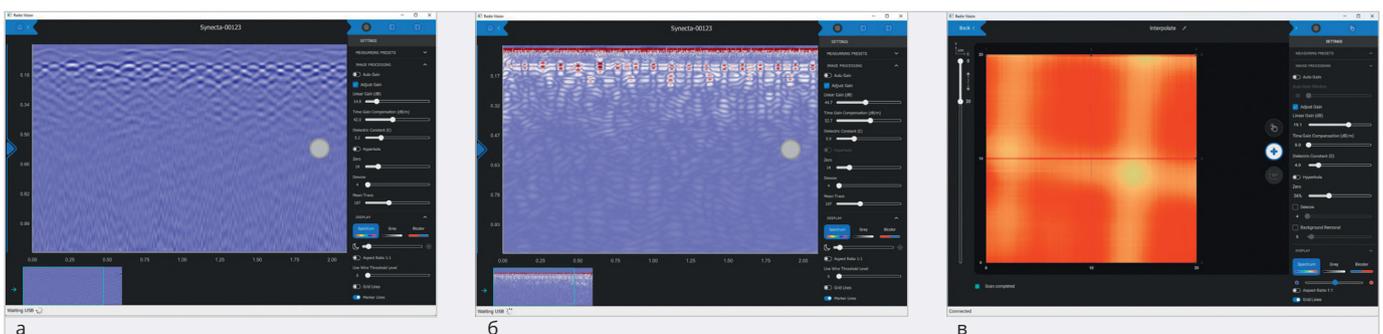


Рис. 9. Визуализация результатов испытаний георадара

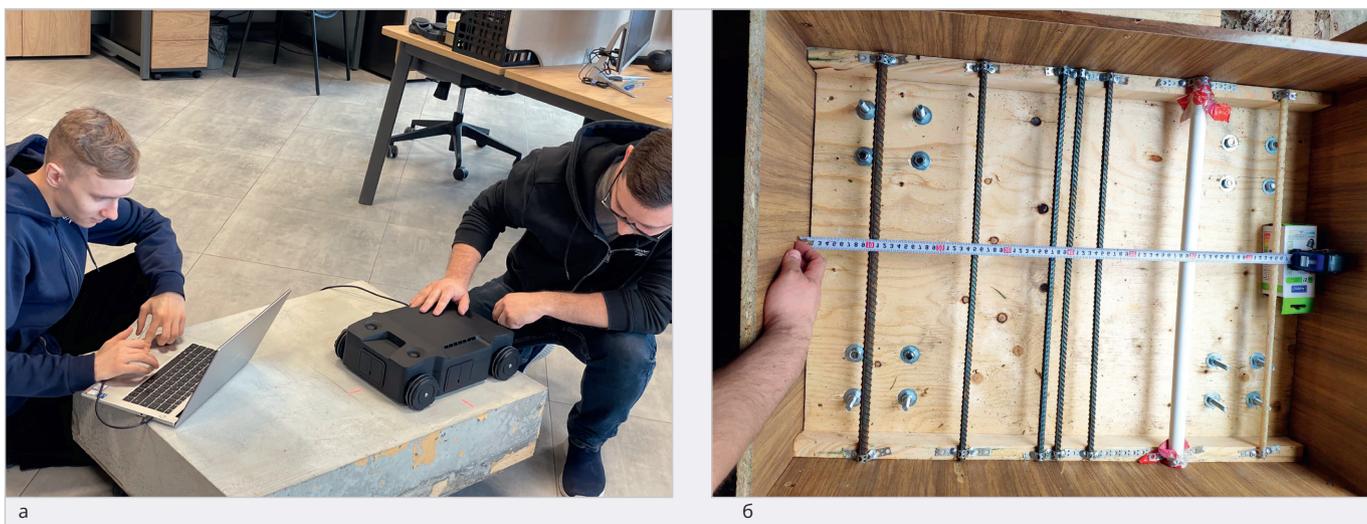


Рис. 10. Экспериментальные испытания бетонного образца с арматурой разного диаметра

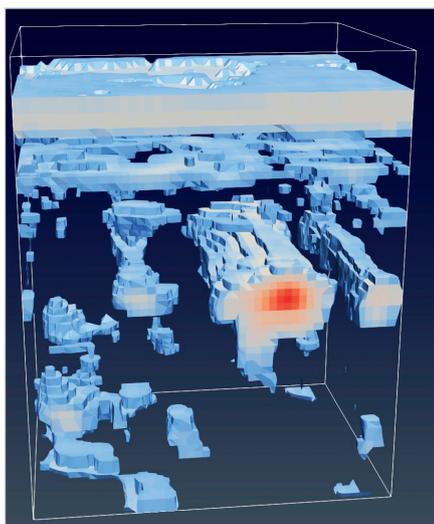


Рис. 11. 3D-изображение, синтезированное в результате обработки данных, полученных при обмере тестового бетонного блока

ной визуализации структуры. На данный момент инженеры разрабатывают фильтры и миграционные алгоритмы для обеспечения эффективного площадного сканирования.

Заключение

Подводя итог, с уверенностью хочется сказать, что георадар – это мощный инструмент для неразрушающего контроля бетонных конструкций, который обеспечивает высокую точность и достоверность полученных данных. Его применение позволяет экономить время и ресурсы, а также повышает качество и безопасность строительства и ремонтных работ.

Литература

1. Вопросы подповерхностной радиолокации. Коллективная монография / под

ред. А.Ю. Гринева. М.: Радиотехника, 2005. 416 с.

2. Радиолокатор со ступенчатым изменением частоты для обнаружения и распознавания малогабаритных объектов под поверхностью земли // Институт радиофизики и электроники имени А.Я. Усикова НАН Украины.
3. *Smitha N., Ullas Bharadwaj D.R., Abilash S. et al.* Kirchhoff and F-K migration to focus ground penetrating radar images. *Geo-Engineering* 7, 4 (2016).
4. *Lindell David B. et al.* «Wave-based non-line-of-sight imaging using fast f-k migration» *ACM Transactions on Graphics (TOG)* 38 (2019): 1–13.
5. *Rucka M., Wojtczak E., Zielińska M.* Interpolation methods in GPR tomographic imaging of linear and volume anomalies for cultural heritage diagnostics.



НОВОСТИ МИРА

Искусственный интеллект Gemini от Google превзошёл всех людей и нейросети в 57 науках

Компания Google представила новую версию искусственного интеллекта под названием Gemini. Она набрала 90,0% в тесте MMLU (понимание языка в условиях многозадачности) против 89,8% у людей и 86,4% у GPT-4 по набору из 57 прикладных и фундаментальных наук. В соревнованиях по программированию от Codeforces этот ИИ опередил 87% всех участников.

По заявлению создателей Gemini, ему подвластны любые задачи, которые люди решают при помощи мозга. ИИ построен по мультимодальной ар-

хитектуре, поэтому он не сводит все виды информации к общему коду, а воспринимает их со всеми характерными особенностями. Он не просто понимает слова и музыку из песни, но и может оценить их красоту, глубину творческой задумки, сложность исполнения. А потом постараться выразить всё это в ином формате.

Gemini работает со всеми видами данных, доступных человеку, а в перспективе и больше. Этот ИИ умеет разделять себя на части и делегировать им разные функции – одна творит, вторая её контролирует. Но в этом его главный минус: интуиция Gemini недоступна, поэтому для решения типовой задачи он создаёт от полу-

миллиона вариантов и больше, а потом скрупулезно выбирает из них лучший. Нетрудно представить, какой объём вычислительной мощности требуется для его работы.

В настоящее время можно поработать с модификацией Gemini Pro, но в урезанной версии. Вариант Gemini Nano устанавливается на мобильные устройства, он уже доступен на смартфоне Pixel 8 Pro. Наиболее производительная версия Gemini Ultra выйдет не ранее, чем её тщательно протестируют на ошибки и безопасность. Предполагается, что в недалёком будущем Gemini станет базовой опцией во всех продуктах Google.

techcult.ru

НОВОСТИ МИРА

Bosch окончательно уходит из России. Заводы по выпуску систем ABS и ESP уже проданы, на очереди заводы по производству бытовой техники

Как сообщает «Коммерсантъ», компания Bosch ведёт переговоры по продаже своих российских заводов по производству бытовой техники. Раньше в переговорах участвовала китайская Hisense, но, как сообщил источник «Коммерсанта», турецкий инвестиционный фонд Can Holding «предложил вдвое больше».

Предприятие «БСХ Бытовые приборы» работало в России с 1994 года и выпускало холодильники и стиральные машины. По данным источника «Коммерсанта», Can Holding планирует возобновить производство этой бытовой техники, но уже под своими брендами, также Can Holding может выступить контрактным производителем для других компаний. Интересно, что в контракте на продажу бизнеса нет пункта об обратном выкупе, так что Bosch уходит окончательно и бесповоротно. Напомним, ранее немецкая компания продала свои российские автозаводы, на которых выпускались системы ABS и ESP.

ixbt.com

Названо число пользователей российского смартфона Р-ФОН

Российскими смартфонами Р-ФОН в стране пользуются уже около 300 человек.

Об этом «Газете.Ru» рассказал генеральный директор НТЦ ИТ «Роса», разработавшего операционную систему «Роса Мобайл» для смартфонов Р-ФОН, Олег Карпицкий.

«На сегодняшний день смартфонами Р-ФОН пользуются несколько сотен человек, около 300. Все они – сотрудники нашей компании и наших подрядчиков. По сути, это наша большая группа бета-тестеров», – сказал Карпицкий.

hi-tech.mail.ru

Система Roadio позволит избежать столкновений среди двухколесного транспорта

Системы предупреждения о столкновениях, ставшие неотъемлемой частью многих современных автомобилей, увы, пока ещё не доступны для велосипедов и мопедов. Однако, благодаря разработкам калифорнийской компании Roadio, уже скоро всё может измениться к лучшему, тем более что в них

участвовали бывшие сотрудники Apple, Tesla и Uber.

Система с одноимённым названием состоит из трёх составляющих: двух камер переднего и заднего вида типа «рыбий глаз» с сектором обзора 210 градусов каждая и загруженного на смартфон водителя (установлен на руле) приложения RoadioSafety. HD-камеры обеспечивают круговой обзор дороги, обстановка на которой непрерывно анализируется компьютерным зрением, дополненным алгоритмами ИИ приложения.

При угрозе лобового столкновения примерно за 125 метров (или за 4–6 секунд) водитель получает предупреждение через приложение. Аналогичные предупреждения приходят при сближении на 60 метров с впереди идущим транспортным средством, при обгоне другим автомобилем, приблизившимся на расстояние 100 м (за это отвечает система Garmin Varia), или при угрозе быть «подрезанным» – за 30 метров. Дополнительный бонус приложения – возможность документирования (записи) момента столкновения.

Первые велосипеды и мопеды, оснащённые системой Roadio, появятся в продаже в следующем году.

comnews24.ru

innodisk

Модули оперативной памяти с ультрарасширенным диапазоном рабочей температуры – от -40°C до $+125^{\circ}\text{C}$

DDR4 SODIMM с рабочей частотой 3200 МГц, ёмкость до 32 Гбайт

 -40°C  $+125^{\circ}\text{C}$

PROSOFT®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

+7 (495) 234-06-36
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU

Реклама