

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ АКТИВНОГО СКАНИРОВАНИЯ ГРУНТА ДЛЯ ЭКСКАВАТОРОВ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОРАДАРА

Пудов Е.Ю. - ассистент, Хорешок А.А. - д.т.н., профессор, Любимов О.В. - ст. преподаватель, Головин И.П. – инженер,
Филиал Кузбасского государственного технического
Университета в г. Прокопьевске,
Кузбасский государственный технический университет (г. Кемерово),
ООО «Подземтрансмаш» (г. Прокопьевск)

При ведении экскавационных работ при добыче полезных ископаемых, на строительных площадках, городских улицах зачастую возникает потребность в интенсификации, а так же в повышении точности выполнения действий. Подобная задача может быть решена с применением средств, позволяющих визуально оценивать поверхностный и подповерхностный слои почвы, подлежащие экскавации.

Необходимая визуализация может быть получена с использованием специальной системы на основе свойств и возможностей георадара.

Работа радиолокационного прибора подповерхностного зондирования (в общепринятой терминологии - георадара) основана на использовании классических принципов радиолокации. Передающей антенной прибора излучаются сверхкороткие электромагнитные импульсы (единицы и доли наносекунды), имеющие 1,0-1,5 периода квазигармонического сигнала и достаточно широкий спектр излучения. Центральная частота сигнала определяется типом антенны. Выбор длительности импульса определяется необходимой глубиной зондирования и разрешающей способностью прибора. Излучаемый в исследуемую среду импульс отражается от находящихся в ней предметов или неоднородностей среды, имеющих отличную от среды диэлектрическую проницаемость или проводимость, принимается приемной антенной, усиливается в широкополосном усилителе, преобразуется в цифровой вид при помощи аналого-цифрового преобразователя и запоминается для последующей обработки. После обработки полученная информация отображается в виде, удобном для восприятия.

Таким образом, существует возможность визуальной оценки не только структуры, но и физических свойств грунта, подлежащего обработке.

В условиях угледобывающей промышленности визуализация может способствовать интенсификации работ по ряду критериев:

- возможность планирования направления отработки: выявление наиболее целесообразного движения как самого экскаватора, так и его исполнительного органа (ИО);

- возможность осуществления более рационального внедрения ковша в почву, а как следствие этого – интенсификация работ, повышение объемов выработки, оберегание рабочего оборудования от нежелательного попадания на твердые породные неразрушаемые включения (что приводит к увеличению сроков службы ИО);

- отслеживание с определенной точностью типа обрабатываемого и транспортируемого материала.

На строительных объектах, а так же при ведении экскавационных работ, связанных с подземными коммуникациями, возникает задача иного характера. Она заключается в необходимости определения расположения подземных объектов, а так же обеспечения их сохранности во время работы техники.

Георадары, в большей части случаев использования, находят применение в строительстве, геологоразведке, проведении подземных коммуникаций. Однако отличительной особенностью разрабатываемого комплекса на его основе является адаптация георадара к активному сканированию непосредственно во время работы экскаватора. Это позволяет воспроизводить динамически изменяемую модель обрабатываемого грунта, а так же положение рабочего органа экскаватора. Таким образом, подобную систему на основе георадара можно считать одним из примеров реализации искусственного зрения, применительно к ведению экскавационных работ.

На рисунке 1 представлена схема действия разрабатываемой системы активного

сканирования, установленная на карьерном гидравлическом экскаваторе.

Система включает в себя следующие компоненты:

- 1 – антенны георадара;
- 2 – коммуникации, подводимые к антеннам;
- 3 – компьютер (ноутбук);
- 4 – корпус и принимающий блок георадара;
- 5 – датчики положения.

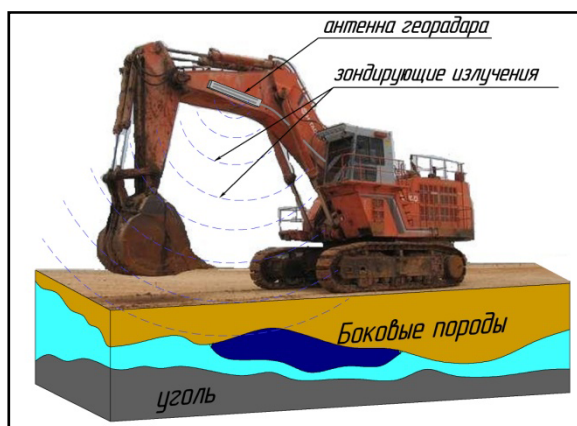


Рисунок 1 – Схема действия разрабатываемой системы активного сканирования

Ввиду того, что ИО экскаватора находится в постоянном движении и изменяет свое положение, это следует учитывать для построения рациональной компьютерной модели отрабатываемого слоя. Для определения положения ИО служат датчики, устанавливаемые на подвижных узлах ИО экскаватора.

Для создания подобной объемной модели требуется специальное программное обеспечение. В комплекте со сканером присутствует программный комплекс, позволяющий создавать объемную модель почвенного слоя. Датчики положения своими сигналами формируют поток данных, отвечающих за положение ИО относительно экскаватора и грунта.

Пространственная модель геоструктуры высвечивается на мониторе. Принимая во внимание высокую скорость сканирования, компьютерная модель почвы изменяется динамически, в зависимости от продвижения экскаватора, либо его ИО.

Теперь оператор имеет возможность визуально оценить качество близлежащей выработки, что позволяет производить мобильное планирование ведения работ в наиболее рациональном направлении, либо руково-

дствоваться наиболее подходящей схемой выработки и т.д.

Система активного сканирования, устанавливаемая на экскаваторы в горнодобывающей промышленности, влечет появление дополнительного экономического эффекта с точки зрения потребителя за счет:

- меньшего износа рабочего оборудования, а значит и сокращение затрат на его ремонт и замену;
- интенсификации работ за счет возможности оперативного планирования направления движения и выработки, что приводит к повышению производительности экскавационной техники.

С точки зрения экономической эффективности применение системы активного сканирования целесообразно не ко всем типоразмерам экскавационной техники. Экономия средств за счет применения системы активного сканирования возникает лишь в случае установки ее на машины, стоимость рабочего оборудования которых превышает 800 тыс. рублей, иначе экономический эффект не будет достигнут. Зависимость экономии средств на обслуживание и приобретение рабочего оборудования потребителем при установке системы активного сканирования на одну машину представлена на рисунке 2.

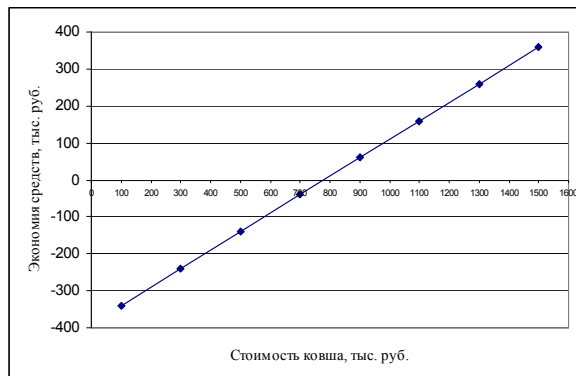


Рисунок 2 – Зависимость экономии средств на обслуживание и приобретение рабочего оборудования потребителем при установке системы активного сканирования на одну машину

В случае внедрения разрабатываемого комплекса на машины, эксплуатируемые на строительных площадках и при ведении работ, связанных с подземными коммуникациями, экономический эффект достигается за счет активного, оперативного обнаружения объектов, а так же гарантии их неповреждения, что имеет место в повседневной практике ведения экскавационных работ.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ АКТИВНОГО СКАНИРОВАНИЯ ГРУНТА ДЛЯ ЭКСКАВАТОРОВ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОРАДАРА

До начала внедрения комплекса в коммерческом масштабе, требуется проведение ряда исследовательских и испытательных работ, на что может понадобиться 1-1,5 года

(краткий календарный план приведен в таблице 1).

Таблица 1

Наименование работ	Длительность выполнения работ
1. Сравнение и выбор образца георадара и системы антенн	2-4 месяца
2. Адаптация ПО и испытания с учетом специфики области реализации	4-10 месяцев
3. Испытание опытного образца системы на экскаваторе в реальных условиях	2-4 месяца

Это связано с адаптацией программного обеспечения комплекса, разработкой методики использования системы оператором, определением наиболее оптимальных характеристик составляющих элементов системы и т.д.

В целях осуществления дальнейшей разработки и внедрения подобной системы активного сканирования планируется создание специализированной фирмы ООО «Техноскан» с исследовательско – внедренческой направленностью.

Эффективность реализации проекта отображена в сводной таблице интегральных показателей 2.

Таблица 2

Интегральные показатели

Показатель	Значение
Ставка дисконтирования	30,00 %
Период окупаемости	21 мес
Дисконтированный период окупаемости	28 мес
Средняя норма рентабельности	72,44 %
Чистый приведенный доход	781410 р.
Индекс прибыльности	1,45
Внутренняя норма рентабельности	66,81 %
Модифицированная внутренняя норма рентабельности	42,88 %
Длительность	1,64 лет

Период расчета интегральных показателей – 37 мес.

Для данного проекта была составлена экономическая модель. При использовании статистического метода «Монте-Карло», нами была рассчитана устойчивость проекта, она составила 40%. Для венчурного бизнеса данный показатель является приемлемым.

Основным рынком сбыта услуг и продукции являются Кемеровской области. В перспективе планируется выход на соседние области Алтайский край, Новосибирская область. При налаживании высокого уровня сбыта на разрабатываемую систему в соседних областях возможно открытие филиалов.

Стоимость системы от 500 тыс. рублей (прямая зависимость от стоимости подобранных комплектующих) - скалькулирована на основании прямых и общих издержек на производство и установку.

По тематике данного проекта была опубликована статья и подготовлен доклад:

- «Система активного сканирования грунта для оптимизации работы экскаватора». - Пудов Е.Ю., Хорешок А.А., Любимов О.В.; 15я международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные техника и технологии-2009»/ Сборник трудов в 3-х томах. Т.2. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009.