

ЦИФРОВЫЕ ПРОЕКТЫ КУЗБАССКОГО ИНСТИТУТА УГЛЯ

Цифровизация уже не просто тренд, а требование сегодняшнего дня. Цифровые технологии проникли во множество сфер промышленности, помогают обеспечивать безопасность, оптимизировать технологические и экономические процессы и достигать значительно более качественных результатов. В связи с этим «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук» разрабатывает ряд цифровых проектов для угольной отрасли Кузбасса.

«Интеллектуальная система оперативной оценки качества масла в лабораторном и агрегатном исполнении» должна снизить вероятность внезапного выхода из строя карьерной техники, повысить коэффициент готовности парка подвижного состава, а также качество планирования сервисных и ремонтных работ. А «Система помощи при позиционировании карьерного самосвала под ковш экскаватора для погрузки» облегчит водителям карьерных самосвалов подъезд к месту погрузки, снизить простои. Заведующий лабораторией ПМУГС Института угля ФИЦ УУХ СО РАН, к.т.н. **Михаил НИКИТЕНКО** рассказал детали данных проектов «Авант-ПАРТНЕР РЕЙТИНГ».



– **Михаил Сергеевич, расскажите подробнее, как планируется применять «Интеллектуальную систему оперативной оценки качества масла в лабораторном и агрегатном исполнении на практике» и для чего она необходима?**

– Для того, чтобы понять все преимущества применения системы, следует вспомнить, что, как правило, цикл работы масла в карьерных самосвалах, если говорить о моторном масле, составляет порядка 450-500 моточасов, так называемая, наработка. Если самосвалы эксплуатируются непрерывно, получается, что качество масла сохраняется всего около 20 суток. Забор проб масла на лабораторный анализ производится 3-4 раза в течение цикла работы, при этом оперативный контроль состояния масла отсутствует, мотор эксплуатируется «вслепую». В то же время существуют ситуации, в которых масло может резко и преждевременно потерять свои свойства в период между регламентными заборами проб, например, при попадании антифриза, влаги, или прорыве газов. Если оперативно отследить этот момент, мы можем избежать внеплановый капитальный ремонт двигателя, простой техники. Это главное и наиболее очевидное преимущество применения системы. Кроме того, на крупных добывающих предприятиях, парк одновременно эксплуатируемых машин составляет 150-200 единиц, из них одновременно более десятка могут уже иметь наработку, близкую к регламентной для замены масла. В этом случае оперативные данные о его текущем состоянии позволят более качественно спланировать, какую из машин следует направить на сервисное обслуживание в первую очередь, что также снизит риски повреждения техники.

Потоковый сбор данных в режиме реального времени – это набор статистики, в особенности наиболее полез-

ный при сопоставлении с данными лабораторного анализа проб. Таким образом, главное преимущество – возможность более качественно планировать работу предприятия с учётом сервисных и ремонтных операций. Для этого мы предлагаем устанавливать на карьерные самосвалы нашу систему, которая на основе данных интеллектуального датчика после высокочастотной обработки потока масла в системе постоянно производит контроль его качества. Полученные данные в виде графика передаются на пост службы контроля. Для водителя можем оставить только один индикатор, который загорается в случае резкого падения состояния масла. Таким образом, как я уже сказал выше, и водитель замечает проблему, и авторемонтные службы, сервисные центры могут контролировать и планировать обслуживание машин. Такое исполнение системы называется агрегатным и предполагает беспроводную передачу данных на пост отдела контроля с накоплением статистики.

– **Существуют ли другие исполнения данной системы?**

– Нами на сегодняшний день проработаны несколько вариантов её исполнения. Первый мы уже рассмотрели, второй – это «Экспресс-комплект для быстрого анализа проб в полевых условиях». Часто возникает необходимость в проведении анализа масла непосредственно на производственной площадке, на разрезе – «в поле». Наша система может не только агрегатно устанавливаться на машине, но и работать автономно, например, передавая данные на смартфон.

Третий вариант – «Лабораторный пост для входного контроля и анализа проб масла». Наша система может дополнить оснащение лаборатории. Любое новое масло имеет свой собственный цифровой профиль, как ДНК. Датчик прошивается под индивидуальный профиль и показывает

только одну цифру – комплексный показатель, полученный при количественном анализе потока масла. На него влияет и изменение состава, и добавление присадок, и накопление сторонних частиц, влаги, и снижение вязкости, и любые другие последствия естественной деградации масла при эксплуатации. Таким образом, мы, зная эталонное значение шкалы качества нового масла, можем по его изменению проводить как входной контроль, так и регистрировать эксплуатационную деградацию со сбором статистики в процессе лабораторного анализа проб, сопоставляя с данными, например спектрального анализа, измерения вязкости или температуры вспышки.

Также мы можем под техническое задание заказчика реализовать любой индивидуальный вариант исполнения для масел моторных и гидравлических с беспроводной передачей данных и без.

– **Давайте перейдём к «Системе помощи при позиционировании карьерного самосвала под ковш экскаватора для погрузки». В чём заключается необходимость данной системы?**

– Актуальность такой системы обусловлена ограниченным пространством для совершения маневра в зоне погрузки, площадь которого может меняться в зависимости от схем отработки уступов, а также при плохой видимости, которая зависит от погодных условий.

– **И какой выход из данной ситуации вы предлагаете?**

– Существует несколько основных способов взаимной ориентации подвижных объектов при использовании спутниковой навигации: первый – классический режим позиционирования, второй дифференциальный режим и третий – относительный. Позиционирование на основе классического способа определения координат потребителя называется автономными наблюдениями и выполняется на одном объекте (с установленной приемной станцией) независимо от измерений на других станциях. Недостаток – погрешность в пределах 15-30 м.

Для повышения точности возможно использовать дифференциальный режим позиционирования. Для этого приемные станции устанавливаются одновременно на двух объектах: одна является базовой станцией, расположенной на точке с известными координатами (обычно пункте государственной геодезической сети), вторая корректирующей станцией, установленной в зоне уверенного приема подвижных объектов. Для позиционирования объектов в таком режиме, измеренные расстояния до спутников на базовой станции сравниваются с вычисленными по координатам и определяются их разности. Такие разности называют дифференциальными поправками и учитываются в ходе вычислений



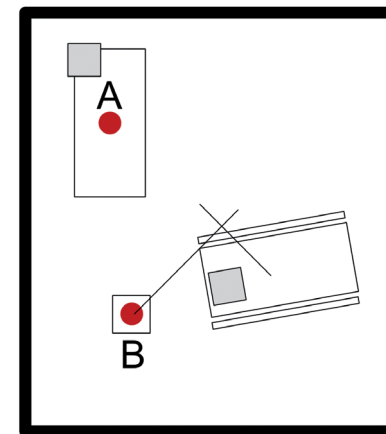
координат подвижной станции после измерений, либо при использовании канала передачи данных в реальном режиме времени. Погрешность при этом составит уже 1-5 м.

Нами же предложено реализовать систему с применением относительного режима позиционирования, при котором отсутствуют базовая и корректирующая станции. Имеются только два объекта, на которых измеряются псевдодалности до навигационных спутников, в частности это самосвал и экскаватор. Данные измерений передаются с одного объекта на другой так, чтобы при обработке имелись данные, измеренные в обеих точках. При этом экскаватор берется за опорную, неподвижную точку, а в режиме реального времени отслеживаются относительные координаты самосвала (маневрирование).

Начальная точка положения самосвала – место парковки перед погрузкой (центр кузова – точка А), определяется регламентом движения карьерного транспорта. Далее, при помощи средств системы спутникового навигационного приемника и радиотехнического устройства определения положения, определяется его местоположение – мы понимаем, где находится ковш экскаватора (точка В) и как расположен экскаватор – взаимное расположение относительно самосвала. Далее остаётся только оперативно визуализировать водителю самосвала совмещение точки А и В.

Предлагаемый способ позволяет производить определение относительных координат в динамическом режиме с навигационной точностью до 0,5 метра. При этом обмен данными по радиоканалу, в отличие от дифференциального режима, производится только между объектом А и В, и только в одну сторону.

Техническая реализация такой системы позволит сократить простои при ожидании погрузки самосвалов, а будет ли она внедряться, зависит от добывающих компаний. III»



Исследования проводятся в рамках государственного задания (научная тема FWEZ-2021-0017) при реализации Нацпроекта «Наука и университеты».

Третий проект ФИЦ УУХ СО РАН «Разработка информационно-технологической платформы пилотного производства «премиальных» угольных смесей» (реализуется за счет гранта Минобрнауки России, Соглашение № 075–15-2022-1197) подразумевает под собой IT-платформу, держателем которой может являться государство (региональные органы власти) или акционерное (хозяйственное) общество, к которой подключены все производители угольной продукции региона, а также потребители их продукции, как постоянные, так и потенциальные. В то числе и зарубежные. Эта система также имеет данные о логистике и работает по запросу одной из сторон. Всеми нюансами проекта поделился его руководитель – заведующий лабораторией научных основ технологий обогащения угля ФИЦ УУХ СО РАН (Институт угля), д.х.н., **Юрий ПАТРАКОВ**.



– **Юрий Фёдорович, зачем нужен данный проект? Ведь покупатели и так заказывают конкретные марки угля.**

– Уголь характеризуется огромным разнообразием свойств. Например, одна марка угля на разных шахтах может быть как низкозольной, так и высокозольной. Одна и та же марка угля может отличаться по химическому составу и ряду других показателей. Для кого-то это неважно. Только не для крупных ТЭС и особенно для коксохимических производств. Все крупные ТЭС проектируются на сжигание так называемых «проектных» угольных смесей при определённых режимах в котлах определённой конструкции. Получение кокса вообще немыслимо без смешивания различных, иногда до десяти, марок угля. Но делается это всё (входной контроль параметров угля, рецептура требуемой смеси, способ смешивания и пр.) «в ручном режиме», методом подбора и лабораторного анализа. В рамках проекта мы разрабатываем информационно-технологическую платформу, позволяющую все эти операции автоматизировать. В итоге появится возможность совместить информационные базы углепроизводителей и потенциальных потребителей, добавить в них алгоритм, который будет в режиме реального времени просчитывать, какое количество, качество сырья и где (затраты на логистику) нужно взять для создания топливной смеси с заданными характеристиками. Это и есть то, что мы уже привыкли называть «цифровая трансформация основных технологических процессов».

– **Как это будет работать в жизни? И что даст данная система для региона?**



– В Кузбассе существует Центр обработки данных (ЦОД). Насколько нам известно, у него есть вычислительные резервы. Соответственно, этот административный ресурс можно использовать для запуска системы. Для создания непосредственно производства топливных смесей в регионе также есть ресурсы. Можно, например, использовать производственную инфраструктуру одной из компаний, лучше всего для этого подходят мощности обогащательной фабрики. Возможен вариант с использованием нескольких обогащательных фабрик в разных частях области. Это, кстати, позволит оптимизировать внутреннюю логистику.

Для владельцев предприятий плюс в том, что добытый уголь определённой марки в данный момент может не иметь спроса, а при длительном хранении на складах будет терять качество (а значит и цену). При совместном смешивании по определённому алгоритму с углями других марок можно сформировать угольную смесь нужных качественных показателей и успешно её реализовать. Разрабатываемая нами IT-платформа позволит запустить и впоследствии оптимизировать этот процесс. К примеру, в базу данных попадает заказ, он мгновенно обрабатывается и появляются варианты (возможные сценарии) – где взять, что с чем смешать и куда вагонами отправить. При этом, опять-таки отмечу, что каждый участник в отдельности не смог бы этого сделать. Использование системы даёт снижение расходов на добычу и подготовку углей нужного качества, минимизацию затрат и получение максимальной прибыли.

– **Прежде, чем стать региональным достоянием, предлагаемая система должна пройти апробацию?**

– Верно. Нами в рамках проекта уже разработан макетный прототип экспертной системы аппаратной части информационно-технологической платформы хранения и обработки данных, а также дизайн интерфейса, начато формирование и наполнение базы данных на основе существующих информационных источников. С целью практической ориентации результатов исследований нами заключено Соглашение о сотрудничестве с АО «УК «Кузбассразрезуголь», предусматривающее возможность апробации промежуточных и внедрения окончательных результатов исследования на предприятиях АО «УК «КРУ». Прежде, чем стать завершённым IT-продуктом, в практические результаты должны поверить угледобывающие и перерабатывающие предприятия. А вера, как вы знаете, укрепляется возможностью получить дополнительные доходы, в том числе и в региональный бюджет. Поэтому данный проект можно отнести к категории бюджетоэффективных. ■

Реализация технологических инноваций, особенно в сфере цифровых технологий, невозможна без глубокой и всесторонней проработки реальных условий их реализации на практике. Поэтому так важен ещё один проект «Трансформации цепочек создания стоимости в угольной и связанных с ней отраслей в условиях глобального энергоперехода и санкционного давления на российскую экономику», который реализуется в Институте угля ФИЦ УУХ СО РАН в рамках совместной лаборатории с Центром исследований структурной политики НИУ «Высшая школа экономики», созданной по итогам открытого всероссийского конкурса проектов «Зеркальные лаборатории – 2023» (Соглашение № 6.13.1-02/210723–1 от 21.07.2023г.). Руководителем проекта со стороны НИУ ВШЭ является к.э.н. Фёдоровина А. А., руководителем проекта со стороны ФИЦ УУХ СО РАН – д.э.н. **Никитенко С. М.**

– **Сергей Михайлович, что такое цепочки создания стоимости? Зачем о них нужно знать разработчикам новых технологий?**

– Судьба научных разработок во многом зависит от того, насколько они смогут быть быстро встроены в действующие технологические цепочки добычи, транспортировки и переработки угля. Устойчивость этих цепочек зависит не только от применяемых технологий, но и от успешного взаимодействия участников поставок, движения финансовых средств, партнерского взаимодействия бизнеса, государства и научно-исследовательских организаций. Вот это все вместе и называется цепочками создания стоимости (ЦСС).

Сегодня на базе Института угля совместно с нашими промышленными партнёрами из числа угольных и машиностроительных компаний реализуется пять проектов в составе Комплексной научно-технической программы полного инновационно цикла в рамках Научно-образовательного центра «Кузбасс». Естественно, что мы уже сейчас думаем о реализуемости результатов нашей интеллектуальной деятельности не только на предприятиях наших партнёров, но и на внутреннем, и на мировом рынках.

До сих пор отбор перспективных идей делается практически «в ручном режиме» на основе экспертных оценок. С другой стороны, инвесторы ощущают риски, не видя аргументированной основы и «картинки» будущего бизнеса. Именно на решение этих проблем, на моделирование будущих ЦСС в угольной отрасли и направлен этот проект. Имея информацию о действующих и смоделированных перспективных ЦСС, можно еще на стадии НИОКР предсказывать перспективность будущей разработки (технологии) и вести аргументированный разговор с потенциальными заказчиками и инвесторами.

– **Каково практическое значение создания такой лаборатории именно в Институте угля ФИЦ УУХ СО РАН?**

– Следует отметить, что в основе моделирования перспективных ЦСС лежит патентная аналитика – комплексное исследование междисциплинарных технологий, продуктов и услуг, возникающих на стыках технологических направлений, что позволит оценить положение угольных предприятий в производственных цепочках создания конкурентоспособной продукции, определить потенциал импортозамещения, определить перспективные направления технологического развития.

Разработки лаборатории позволят, например, уже на начальной стадии выявлять перспективные направления и



наилучшие технические решения в области чистой угольной энергетики, коль мы придумали для себя ориентир «Чистый уголь – зелёный Кузбасс», а также моделировать перспективные для этого направления ЦСС. Первые результаты патентного анализа международных источников уже позволили нам «заглянуть» на третий и четвёртый уровень технологий переработки главных ресурсов Кузбасса – угля и метана.

Совместно со специалистами Центра исследований структурной политики НИУ ВШЭ мы рассчитываем создать алгоритмы оценки перспектив внедрения технологий и оптимального размещения производств, а также надеемся со временем преобразовать их в программный продукт, способный создавать, по сути, цифровые двойники перспективных ЦСС в угольной отрасли. Это позволит не только предлагать перспективные технологии, но выявлять новые сегменты рынка и рыночные ниши для инновационной продукции. Кроме того, цифровые двойники ЦСС – это эффективный способ поиска альтернативных путей диверсификации экономики региона на основе взаимодействия с угольной отраслью смежных производств, обоснования реального сбалансированного развития экономики Кузбасса. По сути – это новый подход к формированию стратегии регионального развития, разработки концепции комплексной трансформации российской угольной. ■

