



НАУКА СИБИРСКИЙ ВАРИАНТ

Совместный выпуск СО РАН и "Советской Сибири"



Цель — обустроить тоннель

Для начала рассказа попросу читателей взглянуть на снимок, на котором полномочный представитель Президента РФ в Сибирском федеральном округе Леонид Драчевский вот-вот пережмет красную ленточку, стоя на красной дорожке между рельсами и под красным лозунгом «Северомуйский тоннель — венец стройки века!» Но вместо торжествующего слова «венец», вполне уместного в радостный день, можно было бы написать и другое слово — «конец». Потому что завершения работ на Северомуйском тоннеле ждали многие годы. Сейчас поезд по тоннелю протяженностью более пятнадцати километров идет минут пятнадцать, а еще совсем недавно, чтобы объехать это чертовое место, требовалось более двух часов. Про подобные отрезки пути замечательно написал Маяковский: «Дорога до Ялты будто роман — все время надо крутить». Тут точно так же: и горы, и красота кругом... и все время надо крутить. Чтобы заткнуть здесь поезд в горы, к составу прицепились «толкатели». До тех пор, пока ленточку не пережале.

Поезда здесь шли «по кривой»

В Конструкторско-технологическом институте (КТИ) вычислительной техники СО РАН мне показали схему объезда в том месте, где пробили тоннель. Поезд тогда двигался словно спяну — спуск, подъем, влево, вправо, по кругу, по прямой. Рельеф не дай Бог: с водными преградами, перепадам высот, с «нервной» тектоникой и радномом.



Директор института Геннадий Собстель.

А при чем тут, спрашивается, Сибирское отделение РАН, какое ему дело до Северомуйского тоннеля? Оказалось, что самое прямое. Пуск знаменитого теперь и сложного тоннеля стал возможен, наконец, не только благодаря строителям и транспортникам, но и специалистам нашего Академгородка. Они превратили тоннель в автоматизированный объект на БАМе. Известная на закате советской власти аббревиатура АСУ ТП (автоматизированная система управления технологическими процессами) в тоннеле не просто оживила, а стала главным действующим «лицом» управления. Она регистрирует более двух с половиной тысяч параметров. Если чуть образнее сказать, то разработанная система справляется с массивной и постоянной сигнальной атакой тоннеля без «потери». А почти потому, что выполненная работа еще требует доводки.

— Мы пришли на Северомуйский тоннель, — рассказывал директор института Геннадий Михайлович Собстель, — уже имея значительный опыт разработки распределенных систем по автоматизации технологических процессов и сбору информации. — **То есть по АСУ ТП?** — Да. Первая наша работа была связана с трубопроводным транспортом. Со всем тем, чем владеет акционерная компания «Транснефть». Большие всего нам приходилось иметь дело с Урайским управлением магистральных нефтепроводов. Масштаб того, что мы охватывали нашей системой, составлял пятьсот километров на пятисот двадцать.

— **Такая площадь можно с Европой сопоставлять...** — Дело не только в километрах. Трубопроводы идут через тундру, через горы, в том числе и через горы снега, через болота. Это вам не ухоженная Европа. Объектами нашего интереса были пятнадцать нефтеперерабатывающих станций. Очень энергоемкие сооружения. К ним подведены высоковольтные линии. На станциях стоят мощные — на двенадцать с половиной мегаватт — нефтеперекачивающие двигатели. Они продавливают нефть. Но это далеко не все оборудо-

вание для нефтепроводов. Например, по ним необходимо в определенное время запускать скребки, снимающие наросты парафина, да и не только их. Иногда вместе с нефтью продавливают и... кирзовые сапоги. Такое тоже случается. При транспортировке нефти используется много разного электрооборудования. И наша задача заключалась в том, чтобы разработанная АСУ ТП могла обеспечить жизнедеятельность и надежность всей сложной нефтепроводной сети. Нам это удалось. Выполненная институтом работа позволила сэкономить много электроэнергии на нефтеперекачивающих станциях.

Опыт мы накапливали и на крупнейшей в мире Сургутской ГРЭС, которая работает на попутном газе. Электроэнергия там самая дешевая. Но для станции важно строго учитывать теплотворную способность газа. Специалисты института создали систему для постоянного учета здесь теплотворной способности газа и по управлению другими технологическими процессами. Принимая, конечно, во внимание, что наша распределенная система опять же должна действовать на больших площадях и расстояниях.

То, что мы сделали тогда, помогает и в нынешней работе. Например, при разработке дистанционного контроля с системами сигнализации на железной дороге. Мы занимаемся сейчас этим в рамках сотрудничества между Западно-Сибирской железной дорогой и Сибирским отделением РАН. О чем идет речь? В принципе о создании надежной системы предупреждения каких-либо аварий. Особенно на переездах, когда рвутся электрические це-



пи на рельсах, при срывах в работе светофоров и semaфоров и т.д. Наша задача — создать систему анализа, дистанционной диагностики состояния сигнальных устройств, понять, почему они выходят из строя, по каким причинам. Этот анализ дает возможность, и это главное, быстро устранить причину неисправности. И таким образом сокращаются затраты на ремонт.

В какой стадии ваша работа? Она относится к завершающему этапу или уже к сесондизму?

— На одном участке пути она уже работает. Пока это опытный вариант. А вот крупномасштабное освоение — еще день завтрашний. Задание для нас — не только собирать необходимую информацию. Важно своевременно бить тревогу, если в собранной информации обнаружен повод для нее. Мы призваны предупреждать возможные критические ситуации. А потребности в системах, которые предлагаются, у Западно-Сибирской железной дороги очень большая. В этом году намерены выпустить необходимую конструкторскую документацию, обязательно получить лицензию, сертификаты на продланную работу, и тогда будет открыт путь к широкому тиражированию наших систем.

Накопленный опыт позволил коллективу конструкторско-технологического института вычислительной техники развить еще одно направление. Оно связано с программно-техническим комплексом по управлению шахтными конвейерами. Начата эта работа совместно со специалистами «Сибсельмаша». Такие комплексы тоже, в сущности, распределенные системы, потому что завод выпускает конвейеры длиной почти до двух километров. Но это длина основного конвейера, а к нему еще «подступают» конвейеры штрековые, туннельные тоже на сотни метров. И очень важно, чтобы все они работали системно,

согласованно. Если остановить основной конвейер, а штрековые будут продолжать работу, то мгновенно образуются горы угля, что уже на грани аварийной обстановки. А она должна быть исключена. Требования очень строгие. КТИ придется в Кемерово получать допуск на применение своей разработки в шахтах. Ей полагаются быть... взрывозащищенной. Несколько новых систем уже поставлены и работают на шахтах «Распадская», «Углекоп» и в Междуреченской угольной компании-96. Но это только начало, которое по своему значению имеет все шансы... размножиться. Во всяком случае, крупный договор о применении новых систем уже подготовлен. Дело в том, что выпускаемые «Сибсельмашем» конвейеры вполне могут пригодиться при самых разных погрузочно-разгрузочных работах. Например, при разгрузке и погрузке судов в портах нашей страны, при погрузке грузов на той же железной дороге. Пока идет стадия предложений и предварительной договоренности, но уверенность в том, что продукция «Сибсельмаша» и разработки института СО РАН пригодятся многим, есть.

Двадцать пять лет надежд и разочарований

Стало строиться Северомуйский тоннель. Первые строители и транспортники успели состариться, вторые — возмужать, а третьи сейчас вникают в электронику, управляющую ныне действующим тоннелем. Четвертый века тоннель был своеобразной проблемой на БАМе, которая никак не расцвасывалась. За минувшие годы она столько услышала горькой нормативной и гневной ненормативной лексики, что она, возможно, пропитала да-

же скалы. А рядом со стройкой проходил путь, по которому чуть ли не каждый состав тащил два локомотива вперед и два назад. Тоннель заслужил много индивидуальных прозвищ. И почти все не печатные. Тем не менее это действительно венец стройки. Пройти более пятнадцати километров в тяжелых каменных породах, да еще в районе, где неблагоприятная сейсмичность, где радон, где каждый метр вперед словно нарочно сопротивлялся новыми препятствиями, — это вистину трудовой подвиг. И ничего подобного по трудности преодолению в строительной истории России не было. По длине среди всех тоннелей он пятый в мире, а по сложности проходки, скорее всего, первый.

Тоннель по насыщенности техникой, оборудованием электронной вполне можно сравнить с современным самолетом. В нем только подстанций восемь, без электропитания которых по тоннелю не пройдет ни один поезд. Параллельно главному тоннелю, по которому идет поезд, есть еще один — он называется технологическим. Но, в сущности, это транспортно-дренажная штольня. В ней идет сброс воды и подвозится ремонтное оборудование. Тоннель просто исторгает множество сигналов. Например, о направлении движения воздуха в нем, о состоянии окружающих пород, о температуре в тоннеле, влажности, о так называемой обделке, и т.д. И все это надо знать не раз в день, а постоянно. Институтские сотрудники, создавая АСУ ТП, работающую в Северомуйском тоннеле вместе с сотрудниками нашего Сибирского гоу в электронику, управляющую железнодорожного транспорта — бывший НИИЖТ) и «Ленметрогипротранс». Для решения проблем, связанных с этим тоннелем, потребовалось объединение разных сил. Не говоря уже о финансовых средствах. Привлечены к работе были и научные сотрудники



Вот она АСУ ТП в общем виде.



Электронные мозги нижнего уровня.

других институтов СО РАН. Например, института геофизического и экологического приборостроения, который на своем оборудовании измерял, каково содержание радона там, где сооружается тоннель.

Поршневой эффект

Пока об этом рассказывали, во мне ворoshился один вопросик: «А зачем все это надо? Присутствие того же радона едва ли навредит пассажирам за те пятнадцать минут, за которые поезд с наглухо задраенными дверями и окнами проедет по тоннелю?» — Дело не в одном радоне, — пояснил Собстель. — Суть всего в том, что сам въезд в тоннель может произойти только после того, как наша система даст «добро». Она, словно врач, устанавливает диагноз — болен пациент или здоров. То есть предоставлять поезду право въезжать в тоннель или нет.

А что, без разрешения идущий поезд въезжать в тоннель не может?

— Нет, не может. Тоннель с двух сторон закрыт воротами. Это автоматика позволяет ему въезжать. Пока через тоннель проходят восемь, максимум десять поездов в день.

Немного.

— Да, его немного, Северомуйский тоннель открыли всего лишь в декабре прошлого года. И сегодня не весь монтаж закончен. Условия труда в тоннеле далеко не райские. Имейте в виду, например, что во время движения поезда в тоннеле находиться запрещено. Надо прятаться в штольню и там крепко держаться. При движении все высасывается, как насосом. Это так называемый поршневой эффект.

Заведующий сектором института вычислительной техники Виктор Данилович Нескородов не раз прятался в этих штольнях. Но ему разрешалось выкапываться, если нужно было вступить в рабочий контакт с кем-то. А для всех остальных — категорический запрет. Впрочем, прятался в штольни и менее опытные сотрудники. На Северомуйском тоннеле свою первую школу жизни проходили и только что закончившие НГУ молодые ребята. Дело в том, что КТИ вычислительной техники в университете имеет кафедру компьютерных систем, и заведует ею



Алексей Федоров, выпускник НГУ у АРМа оператора.

кандидат наук Борис Николаевич Пищик, тоже, конечно, работающий в институте. Выпускники НГУ зарекомендовали себя очень хорошо, о чем чуть ли не хором меня попросили написать в газете. Правда, никто не просил написать, что ребята и заработали неплохо. Но уточню это по собственной инициативе: когда людям, особенно молодым, нормально платят за труд, они, как говорится, рвут и мечут. Да еще если и сама работа интересная. Тогда они готовы залезть в любые штольни и ниши.

Кроме того, распределенные системы — элемент самого престижного, современного ныне направления в науке и технике. Это же информационная технология. То есть прорывная, необходимая и, пожалуй, самая модная. Знаютки таких технологий ценятся высоко.

Километрах в трех от тоннеля стоит дом специального назначения, в котором оборудовано АРМ — автоматизированное рабочее место. С этого места специалист, глядя на экраны, видит все, что происходит в тоннеле, и все, что его там интересует. Одновременно он еще видит, где в данный момент проходит поезд по тоннелю. Все-таки пятнадцать километров, а не пять метров бежит он, скрывшись среди скал. Именно на АРМе получают полную информацию, анализируют ее и принимают решения.

Судя по тому, что вы рассказываете, — сказал Геннадий Михайлович, — на Северомуйском тоннеле институт уже поставленные цели достиг. А что же дальше?

— А дальше, — ответил Собстель, — решение новых задач. Видите ли, в распределенных системах, как показывает наш опыт, аппетит обычно приходит во время еды. Сошлось на жреб трубоводежный транспорт. Сначала создали для него одну структуру по сбору информации, управлению и обработке. Потом вдруг выясняется, что мощные двигатели на нефтеперекачивающих станциях работают не в оптимальном режиме. И они не позволяют проводить диагностику перед пуском. А каждый из этих двигателей стоит около тридцати, а то и сорока миллионов рублей. Зная об этом, нас попросили создать цифровые регуляторы возбуждения. Они как раз дают возможность проводить диа-



После тоннеля — домой, в Новосибирск.

гностику перед пуском. Появилась и другая возможность — так называемая в информационных технологиях архивация данных. Иначе говоря, все мало проблем, которые ждут своего решения. Например, проблема так называемых наведенных шумов. Когда поезд идет по тоннелю, то его толчки информации расширяет возможности для анализа и предупреждения всего того, что мешает эффективной работе.

Развитие работы идет и по Северомуйскому тоннелю. Уже к тому, что есть, в нынешнем году добавится система пожарной безопасности. А еще...

Камеры не украдут

Впрочем, дальше продолжил рассказ заведующий лабораторией Борис Николаевич Пищик. Он уточнил, что предложенная КТИ система для тоннеля состоит из двух уровней. Нижний уровень определяет аппаратная часть. Это, в частности, набор разных чувствительных датчиков. Второй элемент — система автоматизации, то есть считывания, обработки поступающих сигналов и доставки их на верхний уровень. Работа Пищика связана в основном с верхним уровнем, когда туда уже поступили сигналы и их надо обработать, осмыслить. Прежде всего оператору, который сидит у монитора и видит движение поезда в нескольких ракурсах, состоянии, как формирует Борис Николаевич, «всего технологического объекта». То есть какая в тоннеле температура воздуха, воды, какое давление, какая влажность, сколько в воздухе углекислого газа, радона (он здесь превышает ПДК) и многое другое. Автоматизация позволяет «снимать» всю картину происходящего в тоннеле. Помогают этому и цифровые видеокамеры, установленные на порталах тоннеля.

А не украдут эти камеры?

— Нет, не украдут. Северомуйский тоннель очень серьезно охраняется. В этот район без пропуска никак не попадешь. Кроме того, там хорошее освещение, и управление им тоже дистанционное. Оператор у АРМа может включить и выключить (например, калорифер) все, что посчитает нужным. Конечно, система может работать и в автоматическом режиме, и быть в ручном управлении у оператора. Положим, он видит, что в тоннеле холодно — добавляет тепла. А средняя температура там должна быть плюс шесть градусов.

В ближайшее время «в орбиту» внешней системы подключатся и сейсмостанции. От них поступят данные по состоянию сейсмического фона Земли, и все события, связанные с ним, будут отражаться на экранах оператора в баллах. А у оператора есть соответствующая инструкция, предписывающая ему, что делать в случае землетрясения. Трясет здесь частично. Кстати, «Ленметрогипротранс» эту зону использует и для исследований целей в геофизике именно потому, что здесь трясет. Только в тоннеле и рядом с ним эту

«тряску» будут отслеживать двадцать в информации технологических архивации данных. Иначе говоря, все мало проблем, которые ждут своего решения. Например, проблема так называемых наведенных шумов. Когда поезд идет по тоннелю, то его толчки информации расширяет возможности для анализа и предупреждения всего того, что мешает эффективной работе.

Развитие работы идет и по Северомуйскому тоннелю. Уже к тому, что есть, в нынешнем году добавится система пожарной безопасности. А еще... Впрочем, дальше продолжил рассказ заведующий лабораторией Борис Николаевич Пищик. Он уточнил, что предложенная КТИ система для тоннеля состоит из двух уровней. Нижний уровень определяет аппаратная часть. Это, в частности, набор разных чувствительных датчиков. Второй элемент — система автоматизации, то есть считывания, обработки поступающих сигналов и доставки их на верхний уровень. Работа Пищика связана в основном с верхним уровнем, когда туда уже поступили сигналы и их надо обработать, осмыслить. Прежде всего оператору, который сидит у монитора и видит движение поезда в нескольких ракурсах, состоянии, как формирует Борис Николаевич, «всего технологического объекта». То есть какая в тоннеле температура воздуха, воды, какое давление, какая влажность, сколько в воздухе углекислого газа, радона (он здесь превышает ПДК) и многое другое. Автоматизация позволяет «снимать» всю картину происходящего в тоннеле. Помогают этому и цифровые видеокамеры, установленные на порталах тоннеля.

На схеме и в жизни

В частности, трудно иногда анализировать, диагностировать возникающие в тоннеле неожиданные ситуации. Непонятно, в чем же дело: или аппаратура отказала на нижнем уровне, или какой-то сбой в системе на верхнем уровне. В самой программе. Бывало так: оператор видит на мониторе, что ворота открылись, а на схеме они будто еще закрыты. Создается впечатление, если судить только по рисунку на схеме, что поезд чуть ли не врывается в ворота. Тут задержаться поновеле. А оказывается, в тоннеле вели в это время ремонтную работу, и часть сигналов в систему блокировки не проходила. То есть случилась какая-то расстыковка при прохождении сигналов.

Были и еще более тревожные случаи. В тоннеле стоят шесть шкафов с электронной аппаратурой. Один из них однажды «вырвался» целиком, и сразу пропали все сигналы. Оператор на АРМе был попросту в шоке. К счастью, не продолжительно. Оказалось, что при монтаже не все перепроверили, а это полагается делать, когда запускали оборудование. Было и так: специалисты института уже уехали домой, а в тоннеле полностью пропало электропитание. Пришлось консультироваться с Новосибирском по e-mail. Причем в чрезвычайно неряшливой обстановке. Но понимание на расстоянии было достигнуто, и ситуация исправилась за несколько часов.

Работа в тоннеле — не сахар. Да еще такая сложная работа. Это не телевизор, который выдает картинку сразу, едва его включишь. Здесь масштаб трудности и сложности совсем иной! А если принять во внимание, что специалисты для такой работы там, где тоннель, почти нет, и новосибирцам пришлось обучать тех, которые нашлись, то трудно представить, чтобы срывов не было. Тем не менее, признают и Собстель, и Пищик, и Нескородов, новиков удалось и найти, и обучить. Сейчас уже работает спокойно.

Хотя жить в тех краях трудно. По красоте они похожи на Швейцарию, а то и лучше. Но наша сибирская Швейцария холодная, сильно удаленная и малолюдная. Специалисты КТИ к ней присмотрелись — жили в командировках по две-три недели. И не в комфортных условиях, а в «заежках». Это аналог местной гостиницы. А иногда и просто в вагоне. И даже с проводником. Но это наш проводник: он то топит, то не топит, он то трезв, то пьян. Ему нет дела до тонкой электронной работы.

Хотя, как заметили Пищик и Виктор Данилович Нескородов, ко всему быстро привыкаешь. Пронесешься в холодном вагоне и уже вроде не удивляешься. Сама работа греет. Находясь, набегаешься — и тепло. Да и с кормежкой типа «доширака» вскоре смиришься.

Во время пусконаладки, — рассказывал Нескородов, — мы по обыкновенно работали с раннего утра и до девяти-десяти вечера. Уставали, конечно. И если в «заежках» было тепло, то для благодарности и этого было достаточно. Расстояние в тоннеле большое. До того места, где неполадка, можно идти километрами.

Пока поезда нет, идешь по пути. Услышал шум, бежишь к нише и быстро в ней прачешься. Между нишами расстояние примерно шестьдесят метров. Ну, такую короткую дистанцию можно и пробежать. Впрочем, они расположены по разным сторонам пути в шахматном порядке. То есть расстояние между ними, по сути, всего тридцать метров. Какая ниша ближе, туда и бежишь. В тоннеле очень много аппаратуры, и расположена она в самых разных местах. И добираться к ней все время пешком. Да и пока нет связи с людьми, которые находятся в тоннеле. Так что шагаешься, когда их найдешь, вынешь в возникшую проблему и все объяснишь. Поэтому договариваешься с людьми, занимающимися наладкой, с утра: у какого портала встретиться или в другом месте, в какое время. Ну и ноги в руки... и пошел. Дошел до Западного портала, а тут выясняется, что неполадки совсем в другой стороне. Разворачиваешься — и назад. По всякому бывало... А два и обратно — это километра двенадцать.

А дрезины нет?

— Она есть. Но не везде может проехать. Да и ходит по строгому расписанию, которое с неполадками, конечно, не совпадает. Ноги надежнее в тоннеле, чем дрезна. Правда, сейчас некие меры по упорядочиванию пешеходного движения в тоннеле предпринимались... Будем надеяться на лучшее. Работа, которой мы занимаемся в Северомуйском тоннеле, позволяет на один километр они обеспечивают прямую связь. Да и с нами теперь находится те, кто участвует в пусконаладке оборудования и будет его эксплуатировать в ежедневной работе. Теперь они нашу работу поняли, признали и оценили.