

Как создавался первый в мире автомашинист (история отраслевой научно-исследовательской лаборатории «Автоматика локомотивов»)

Светлой памяти
Екатерины Яковлевны Гаккель
— посвящается

Вместо предисловия

В 60-е годы прошлого столетия вычислительная техника в СССР начала применяться не только для теоретических исследований, но и для решения различных прикладных задач – в первую очередь, оборонных. О создании мобильных программных устройств еще не помышляли – электронно-вычислительная машина БЭСМ-6 вместе со своей инфраструктурой занимала несколько помещений. Но идеи автоматизации «всего и вся» были в те годы весьма популярными – настолько, что картинка головного вагона электропоезда с проектом системы автоведения была напечатана аж в первом издании «Детской энциклопедии»!¹

Именно в те годы в Ленинграде были созданы и испытаны устройства, которые лишь через несколько десятков лет стали привычной частью интерьера кабин управления тягового подвижного состава: системы автоматического управления и контроля параметров движения поезда.

Так получилось, что история создания этих устройств сегодня практически забыта. В настоящее время упоминание о результатах деятельности **единственной в СССР** отраслевой научно-исследовательской лаборатории «Автоматика локомотивов» содержится лишь в одном источнике². Первые в мире устройства автоведения поезда не сохранились «в железе»; сегодня их можно увидеть лишь на фотографиях, до настоящего времени нигде не опубликованных.

Авторы надеются, что их труд будет интересен не только любителям железных дорог, но и железнодорожникам-профессионалам – да и всем, кому небезразлична история русской техники.

1. Начало работ

Разработка и создание первого варианта системы автоматического управления грузовым тепловозом

Разработка системы автоведения началась на кафедре «Локомотивы и локомотивное хозяйство» Ленинградского института инженеров железнодорожного транспорта (ЛИИЖТ)³ еще в 1956 г. Задача ставилась такой: обеспечить автоматическое управление магистральным грузовым тепловозом серии ТЭЗ на определенном участке железной дороги при движении с грузовыми поездами заданного диапазона длины и массы с выполнением графика движения поездов при расходе топлива, близком к минимальному. Обязательным условием

было соблюдение безопасности движения с выполнением постоянных и временных ограничений скорости. Говоря простым языком – система должна автоматически обеспечивать такой режим управления энергетической цепью⁴ тепловоза, при котором будут выполнены все требования заказчика. Не менее важными условиями были надежность работы, простота управления и быстрый переход с ручного управления на автоматический и обратно.

Следует отметить, что **в это время на железных дорогах мира подобных систем для тепловозов не разрабатывалось**. Правда, на момент начала работ Пензенским филиалом Института вычислительной техники был разработан и изготовлен макетный образец блока автоматического разгона для тепловоза, но

дальше изготовления опытного образца эта идея развития не получила. Тем же институтом была разработана система автоведения для электропоезда, но в основу ее был положен алгоритм вычисления параметров в процессе движения поезда. Такой подход ленинградцы отвергли как чрезвычайно сложный и ненадежный при реализации тогдашними программными средствами.

Основной «изюминкой» ЛИИЖТовского автомашиниста являлось то, что он изначально не был ориентирован на связь с неким центральным постом управления, а, следовательно, не требовал и дополнительного оборудования участка движения поездов. Но при этом результативность применения программного управления сильно зависела от качества программы и точности ее выполнения ис-

¹ Детская энциклопедия. – М: изд.-во АПН, 1960 г. – т.5.–600 с; стр.505

² Научные школы Петербургского государственного университета путей сообщения. 1809-2009 / ред.В.В.Сапожников. – СПб: ПГУПС, 2009. – 609 с.; стр. 144-145.

³ С 1992 года – Петербургский государственный университет путей сообщения (ПГУПС).

⁴ Термин введен Е.Я.Гаккель и В.В.Стрекопытовым. Подразумевает взаимосвязь двигателя, передачи мощности и тягового привода.

⁵ Екатерина Яковлевна Гаккель (1903-1984) – доктор технических наук (1955), профессор (1960) кафедры «Локомотивы и локомотивное хозяйство» ЛИИЖТа.

⁶ Борис Дмитриевич Зимарьков (1922-1986) – кандидат технических наук (1971), руководитель ОНИЛ «Автоматика локомотивов» (1968-1986).

⁷ Юрий Сергеевич Калинин (род.1934) – кандидат технических наук (1971), старший научный сотрудник (1986), руководитель ОНИЛ (1986-1997).

⁸ Леонид Константинович Пойлов (род.1936) – кандидат технических наук (1972), доцент кафедры (с 1975).

⁹ Марк Иванович Корнеев – в 1965 г. м.н.с. Института электромеханики АН СССР

¹⁰ Аркадий Петрович Новиков – в 1965 г. главный механик стендовой установки того же института.

полнительным устройством.

В то время руководство МПС понимало, что «на коленке» такую систему не создать, а также то, что разработку надо поручить наиболее сильному научно-исследовательскому коллективу. В 60-е годы прошлого века пальму первенства по «локомотивизму» в СССР прочно удерживала кафедра «Локомотивы и локомотивное хозяйство» ЛИИЖТа, на которой работала дочь конструктора первого советского тепловоза Я.М.Гаккеля – Е.Я.Гаккель⁵. Именно под ее руководством была спроектирована и изготовлена первая система программного автоматического управления грузовым магистральным тепловозом (САУТ).

Работы начались в 1964 году. Группу возглавил Б.Д.Зимарьков⁶, который с этого же года начал исполнять обязанности заместителя заведующего кафедрой по научной работе. Исполнителями были старший инженер Ю.С.Калинин⁷ и инженер Л.К.Пойлов⁸.

Для подготовки исходных данных было проанализировано 40 000 (сорок тысяч!) скоростемерных лент машинистов, работавших на участке Волховстрой-Чудово-Волховстрой. Результаты анализа показали, что около 30-40 % машинистов имеют расход топлива в соответствие с нормами. Остальные – как говорят в таком случае – «пережигают». Однако более скрупулёзный анализ показал, что на расход топлива влияла не столько квалификация машиниста, сколько условия ведения поезда, задаваемые диспетчерским аппаратом.

Алгоритм работ программы был основан на программно-поисковом методе. Весь участок (Волховстрой – Чудово III) протяженностью 100 км был разбит на контрольные участки длиной 1800 м. В конце каждого контрольного участка система сравнивала программные и действительные значения скорости, времени и пути. По результатам сравнения программа автоматическим поиском выбирала и контролировала режим управления (в т.ч. частоту переключения позиций контроллера) по условиям расхода топлива, близкого к минимальному в данных условиях.

Так как никакой связи со стационарными устройствами не предусматривалось, то обратная связь по координате и времени была дискретной. Время измерялось каждые 30 с, путь – через каждые 100 м. Допустимые скорости движения задавались пятью уровнями: 15, 25, 40, 70 и 80 км / ч.

Надо сказать, что получение точной путевой ординаты и скорости движения было, пожалуй, самым сложным элементом программы. Сотрудники лаборатории выехали в экспедицию и с рулеткой прошли пешком весь участок от Волховстроя до Чудово. Выяснилось, что ки-

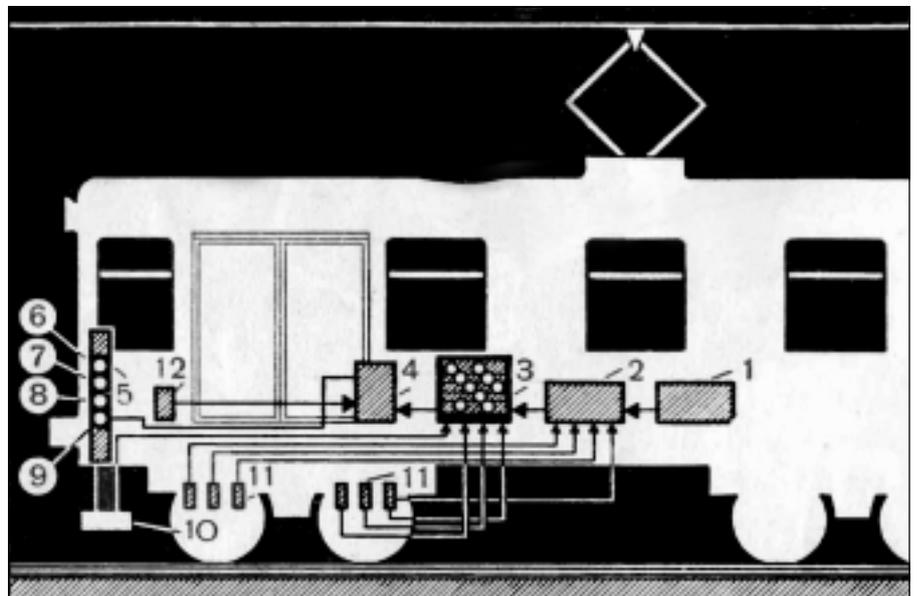


лометровые столбы установлены с отклонением от их номинального положения до 120 м(!), а девяносто первый километр имел тринадцать стометровых пикетов. Без отклонений были установлены только километровые столбы 37-го и 49-го километров. Эти обстоятельства были учтены и внесены в дальнейшем в программу САУТ. Никто не мог до этого предположить, что путевая ордината есть величина переменная...

Программный блок системы был спроектирован и изготовлен в 1965 г.

М.И.Корнеевым⁹ и А.П.Новиковым¹⁰. Схема программного блока выполнена на 800 ферротранзисторных модулях, блоки скорости и переключения позиций — на релейных элементах. В систему входили: фотосчитывающее устройство (ФСУ), блок питания системы, счетчики времени и расстояния, пульт управления с индикаторами режима работы отдельных элементов САУТ и дизеля, сигналов отклонения от времени движения по программе и отклонения от программной скорости. На пульте управления был ус-

Схема действия автоматического машиниста: 1- блок питания; 2- блок «память» - программа времени, пути и ограничения скорости; 3 - математическая машина, которая решает уравнение движения поезда; 4- оперативный блок, связывающий систему управления с электродвигателями и тормозами; 5- управление математической машиной; 6- тяга №1; 7-тяга №2; 8-тормоз; 9-выбег; 10 -приемник локомотивной сигнализации; 11- блоки датчиков пути и скорости; 12- включатель математической машин в цепи управления двигателями.



тановлен переключатель веса поезда, который позволял перед началом поездки устанавливать одну из программ управления тепловозом. Функциональную схему этой системы разработали Е.А.Гаккель, Б.А.Павлов¹¹ и Б.Д.Зимарьков.

Программа для участка Волховстрой-Чудово предусматривала десять режимов движения поезда весом от 2200 до 4000 т. Исходные данные кодировались на перфоленту и вводились ФСУ при движении поезда в программный блок системы после прохода поезда каждого контрольного участка. Непосредственным разработчиком программы был Ю.С.Калинин, а в нанесении данных на перфоленту ему ассистировал Л.К.Пойлов.

Эксплуатационные испытания первого в мире автомашиниста были проведены с грузовыми поездами весом от 1200 до 4130 т. в период с 21 ноября по 10 декабря 1966 г. на участке Волховстрой-Чудово III Октябрьской железной дороги. Для автомашиниста за два дня во время планового ТО силами работников ТЧ-21¹² и сотрудников ЛИИЖТа Б.Д.Зимарькова, Ю.С.Калинина, Л.К.Пойлова и Д.И.Громова¹³ 13 был обору́дован тепловоз ТЭ3-1253.

Первым машинистом, освоившим управление первым в мире тепловозом с системой программного управления, был один из лучших машинистов – инструкторов ТЧ-21 Михаил Павлович Малей, высокий профессионализм которого способствовал успешному проведению поездных испытаний.



ТЭ3-1253 — первый отечественный тепловоз с системой автомашиниста. 1966 г.

Программное устройство испытывалось в двух режимах: с подачей команд на органы управления дизеля и без подачи сигналов. Во втором случае работа программного устройства наблюдалась по индикаторам пульта управления. Последнее позволило убедиться в возможности использовать элементы программного устройства в роли «советчика» для машиниста при ручном управлении с целью обеспечения экономичного и одинакового режима ведения поезда разными машинистами, а также для обучения молодых машинистов приемам управления поездом.

Включение и отключение САУТ про-

изводилось в разных точках пути во время испытаний. Никаких возмущений в цепях управления и дополнительных психофизиологических нагрузок на машиниста при этом не наблюдалось.

Испытания позволили обнаружить и слабые места системы, в том числе – высокую чувствительность программного блока к колебаниям питающего напряжения. Это потребовало усиления системы стабилизации напряжения. Была отмечена и недостаточная надежность работы ФСУ на локомотиве в поездных условиях. Вспомните, какие условия в кабине ТЭ3: двухмашинный агрегат – под полом, дизельное помещение – за деревянной

¹¹ Борис Александрович Павлов – кандидат технических наук, доцент кафедры. Автор одного из методов спрямления профиля при тяговых расчетах (т.н. «метод Карташова-Павлова»).

¹² Локомотивное (в наст.вр. – эксплуатационное локомотивное) депо Волховстрой Окт.ж.д. (начальник в описываемое время – К.А.Рязанов, главный инженер – Л.А.Живолковский).

¹³ Дмитрий Иванович Громов (род.1944) – позже доцент кафедры, проректор по международным связям ПГУПС.

¹⁴ Лев Семёнович Понтрягин (1908-1988) – советский математик, доктор физ.-мат. наук (1935), академик АН СССР (1959), профессор МГУ (с 1935), зав.отделом Математического отдела им.Стеклова АН СССР (с 1939).

Индукционные датчики 1-й тележки



дверью, под рамой – челюстные тележки с соответствующей плавностью хода...

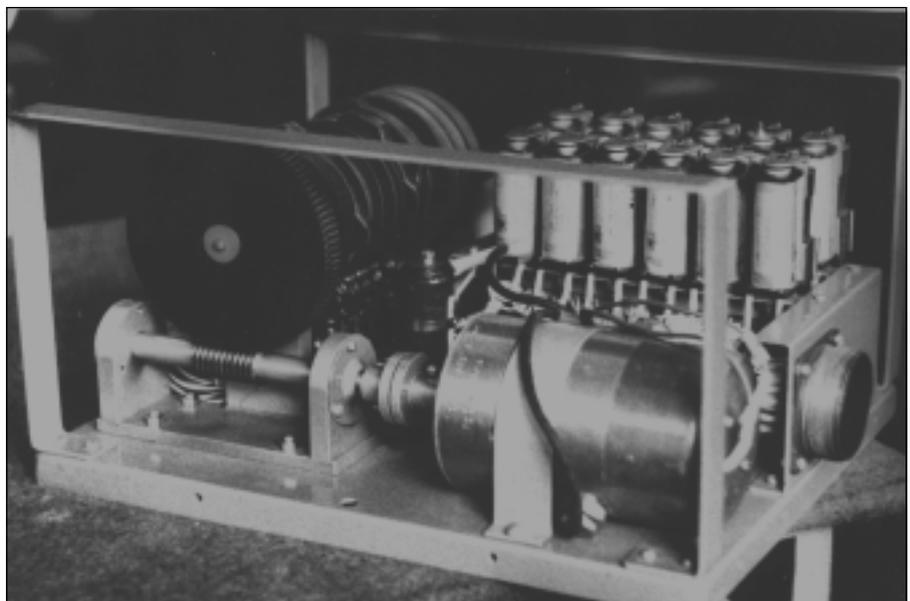
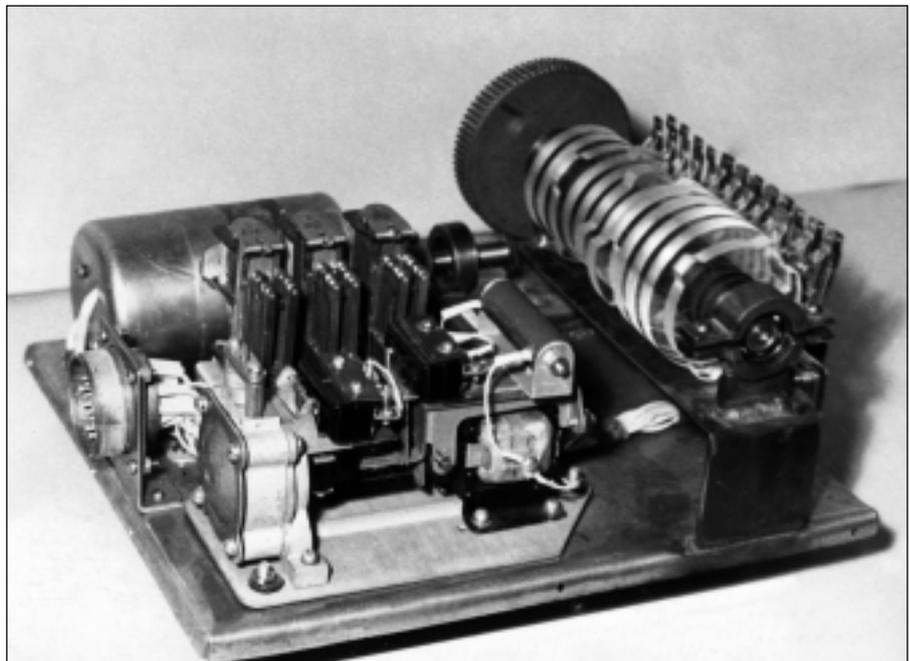
Тогда же стало ясно, что и старый добрый «деревянный» скоростемер ЗСЛ2М не обеспечивал требуемую для автоведения точность измерения пути и скорости. Поэтому возникла необходимость разработать принципиально новые датчики измерения этих величин. Также блок переключения позиций контроллера дополнили промежуточными позициями с автоматической двухсекундной выдержкой на каждой из них при наборе и сбросе. До этого возможен был только режим «тяга на 16 позиции контроллера – выбег», который, хоть и являлся (согласно «принципу максимума» Л.С.Понтрягина¹⁴) самым экономичным, но всё-таки заставил изрядно понервничать машинистов ТЭЗ.

Существующие программные средства не позволяли учесть некоторые варианты ведения поезда: приём и отправление с различных станционных путей, проследование промежуточных раздельных пунктов перегона по боковым путям, движение «по предупреждениям». То есть, учесть-то это было возможно, но ценой неоправданного усложнения программы. Поэтому разработчики решили оставить в этих случаях ручное управление тепловозом (благо САУТ позволяла быстро на него перейти) с последующей корректировкой программы управления.

Испытания подтвердили справедливость принципов, положенных в основу программно-поискового метода управления тепловозом, доказали возможность автоматического управления магистральным грузовым тепловозом в режиме «тяга – выбег» и подтвердили работоспособность блоков системы. Система автоведения с удовлетворительной точностью соблюдала перегонное время хода с учётом постоянных ограничений скорости на опытном участке.

Всего тепловоз ТЭЗ-1253 в тридцати шести опытных поездках с первой в мире системой программного управления прошёл около четырёх тысяч километров.

На основании положительного итога испытаний в Комитет по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР 9 декабря 1967 г. поступила заявка на выдачу авторского свидетельства на изобретение «Устройство для автоматического управления электровозом, тепловозом и моторными вагонами электропоезда и дизель-поезда». Авторами изобретения указаны: Гаккель Е.Я., Никулин М.А., Павлов Б.А., Стрекопытов В.В.¹⁵, Зимарьков Б.Д., Калинин Ю.С., Пойлов Л.К., Фомченков В.Н.¹⁶, Афонин



Блок регистрации координат движения поезда
Блок переключения позиций
Блок переключения позиций контроллера

Г.С.¹⁷.

В 1966..1968 г.г. Б.Д.Зимарьков и Ю.С.Калинин проводили изучение приемов управления электровозом ЧС2 при опытных поездках с пассажирскими поездами на участке Ленинград-пассажирский-Московский – Бологое. Результатом стала таблица зависимости положения главной рукоятки контроллера машиниста (ходовые позиции в сочетании со степенями ослабления поля) от скорости движения поезда по критерию минимального расхода электроэнергии. Это также было использовано при разработке следующего варианта САУТ.

2. Создание отраслевой научно-исследовательской лаборатории

«Автоматика локомотивов».

Второй и третий варианты системы автоматического управления.

Отраслевая научно-исследовательская лаборатория «Автоматика локомотивов» (ОНИЛ) на базе кафедры «Локомотивы и локомотивное хозяйство» ЛИИЖТа

была создана 1 марта 1968 г. по приказу заместителя министра МПС Н.А.Гундобина (распоряжение № Г – 593 от 8 февраля 1968 г.) Научный руководитель — Е.Я.Гаккель, руководитель лаборатории — Б.Д.Зимарьков. По своей сути это было выделение группы Зимарькова в отдельное подразделение при кафедре. Но это подразделение теперь имело не локальное институтское значение (как любая кафедральная лаборатория), а общесетевое.

Направлениями работы ОНИЛ были:

- проблемы комплексной автоматизации тепловозов с передачей постоянно-постоянного и переменного тока;

- исследование проблемы использования устройств централизованного контроля и управления в эксплуатации и ремонте дизельного подвижного состава;

- исследование и предложения по повышению эксплуатационной надежности энергетической цепи тепловоза;

- исследование вопросов динамики экипажной части локомотивов.

Штат лаборатории составлял пятнадцать человек: три человека - по центра-

лизованым расходам (за счет их осуществлялась выплата зарплат всех работников лаборатории) и двенадцать человек - по хозяйственной тематике, финансируемой МПС СССР. Организационная структура лаборатории определялась четырьмя группами:

- автоматического управления локомотивов;

- увеличения параметрической надежности тепловозной энергетической установки;

- систем контроля и диагностики неисправности локомотива;

- динамики экипажной части локомотива.

Основной деятельностью ОНИЛ, конечно, было создание второго варианта системы автоматического управления тепловозом. Этот вариант сохранил без изменений разработанную ранее функциональную схему и основные блоки: программный блок; блок измерения пути; оперативный блок; пульт управления и индикации; блок уровней скорости; тормозной блок; индукционные датчики

¹⁵ Виктор Васильевич Стрекопытов (род.1934) – кандидат технических наук (1963), доктор технических наук (1976), профессор (1976), декан механического факультета ЛИИЖТа (1982-1987), заведующий кафедрой (1975-2001). Один из основателей теории параметрической надежности тягового подвижного состава. Воспитал многие поколения инженеров-механиков. Единственный из петербургских локомотивщиков, упоминаемый в "Who is who around locomotives".

¹⁶ Виктор Никитович Фомченков – кандидат технических наук, доцент кафедры. Работал в области автоматических тормозов подвижного состава.

¹⁷ Геннадий Сергеевич Афонин (род.1937) – кандидат технических наук (1974), профессор (1995) кафедры. Автор многих трудов по теории локомотивной тяги.

¹⁸ Напомним читателям, что скоростемер никакую скорость не измеряет. Он ее вычисляет по угловой скорости вращения первой (у магистрального ТПС) или пятой (у маневровых локомотивов) колесной пары. И если, к примеру, у головного вагона классического электропоезда типа ЭР2 (ЭР9) на угловую скорость влияет лишь диаметр колесной пары или юз при торможении, то у поездного локомотива добавляется еще и боксование. Ситуация ухудшается ещё и тем, что именно первая колесная пара является самой разгруженной при работе локомотива в режиме тяги.



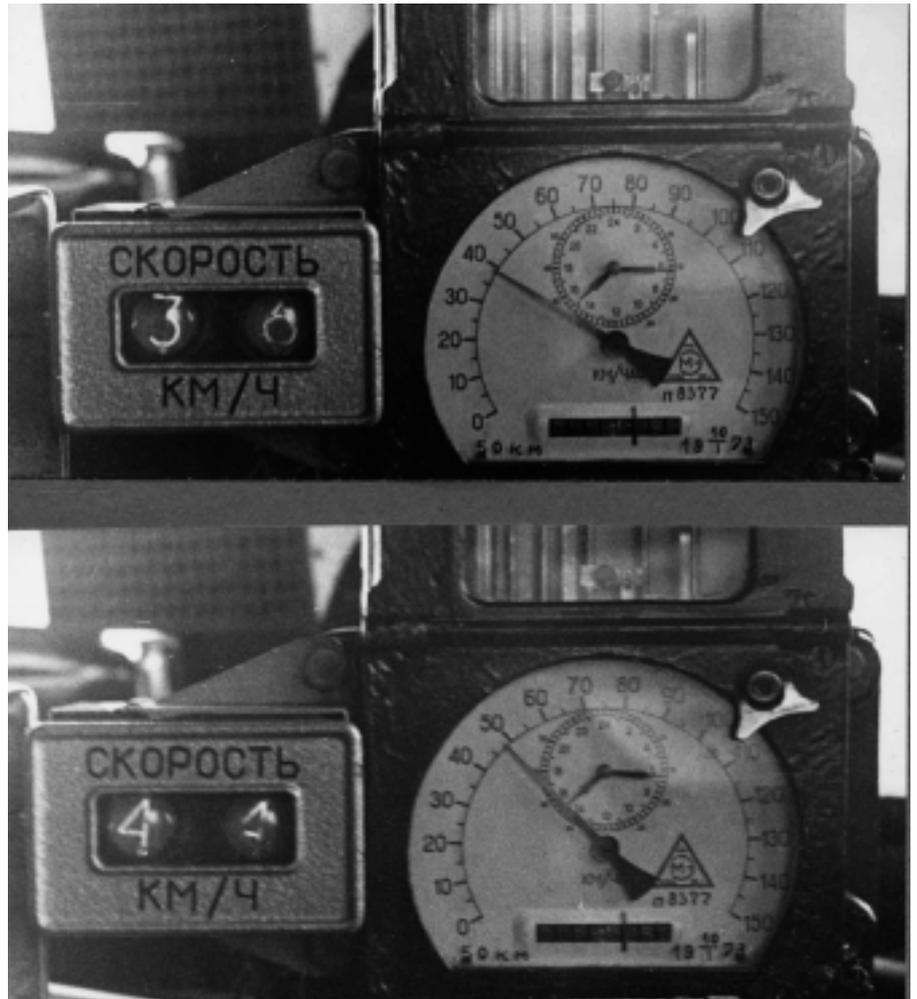
измерения частоты вращения колесных пар локомотива; генератор меток времени; триггерные релейные счетчики пути и скорости. Без изменений остался и переключатель управления тепловозом в ручном или автоматическом режиме.

Принципиально новым во втором варианте системы стал способ измерения пути и скорости. Как указывалось выше, уже при первых опытных поездках стало понятно, что измерения скорости и пути с помощью привода скоростемера не обеспечивают необходимой точности¹⁸. Исследование угловых скоростей вращения колесных пар тепловоза показало, что все колесные пары в режиме тяги или торможения имеют ту или иную степень проскальзывания относительно поверхности рельса. Но в определенные интервалы времени всегда имеется хотя бы одна колесная пара с такой угловой частотой вращения, которую можно принять как наиболее соответствующую истинной скорости движения локомотива. При торможении угловые скорости колесных пар также отличаются от значения, соответствующего линейной скорости движения локомотива¹⁹. Лишь при выбеге можно считать, что скорость всех свободно вращающихся колесных пар может соответствовать скорости локомотива.

Для выбора колесной пары с наименьшим отклонением от теоретической скорости локомотива в режиме тяги, торможения или при выбеге Б.Д. Зимарьковым был разработан специальный алгоритм, который и был положен в основу принципа измерения пути и скорости второго варианта САУТ. Измерение угловых скоростей колесных пар тепловоза производилась особым индукционным датчиком, также разработанным Б.Д. Зимарьковым, а пройденное расстояние и скорость локомотива вычислялись в блоке измерения пути и скорости²⁰.

Индукционные датчики устанавливались в крышках букс шести колесных пар одной из секций тепловоза. На торцах колесных пар были установлены шестерни с 64-зубыми венцами из специальной стали, с малым магнитным сопротивлением. Зазор между датчиком и зубчатым венцом составлял около 1 мм. Зубчатые венцы были изготовлены на Пролетарском заводе в г. Ленинграде, а крышки букс обработаны в ТЧ-14²¹. Датчики изготовлены на Ленинградском электромеханическом заводе МПС и в учебных механических мастерских ЛИИЖТа.

Быстрому созданию и решению «в металле» элементов САУТ помогло то, что и Борис Зимарьков, и Юрий Калинин перед работой в лаборатории прошли хорошую конструкторскую школу на ленинградских машиностроительных заводах: Зимарьков – на Пролетарском за-



Завышение показателей скорости скоростемером



Зубчатое колесо на шейке оси колесной пары

воде, а Калинин – на «Звезде».

Программа для повышения надежности работы блока была записана на полях шаговых искателей вместо использования ферротранзисторных модулей. Изменена конструкция оперативного блока переключения позиций: к ранее имевшимся нулевой и шестнадцатой позициям были добавлены промежуточные (8, 10, 13, 15). Также были разработаны методы записи программы на диодных матрицах (автор метода – Д.И.Громов) и изготовлены 15 сменных программных плат для трех участков программного управления: Волховстрой-Чудово III-Волховстрой, Волховстрой-Лодейное Поле-Волховстрой и Волховстрой-Пикалево-Волховстрой.

Для контроля работы системы и введения изменений в содержание программы был разработан и изготовлен вспомогательный пульт. При работе САУТ пульт позволял контролировать программные и текущие значения позиций контроллера машиниста, а также скорость, время и величину ступеней торможения²². Вспомогательный пульт позволял вносить изменения в программу после перехода на ручной режим управления тепловозом в условиях движения, не предусмотренных программой, а при отключенном оперативном блоке САУТ исполнял роль «советчика», помогая машинисту вести поезд по заранее рассчитанной программе с режимом управления, близким к оптимальному по расходу дизельного топлива.

Авторы второго варианта САУТ были Б.Д.Зимарьков, Ю.С.Калинин, Л.К.Пойлов, Д.И.Громов, В.Н.Фомченков, К.М.Дмитриев²³. Дооборудование тепловоза ТЭЗ № 4024 также было произведено в ТЧ-21 сотрудниками ЛИИЖТа с участием работников депо во время ТО. Пусконаладочные испытания проводились с 15 апреля по 15 мая 1969 года. Перед испытаниями большую помощь по ручной разметке эталонного участка измерения пути (двенадцатикилометровый перегон Гостинополье – Теребочево)

оказал П.К.Балычев²⁴.

Во время одной из опытных поездок на участке Волховстрой – Чудово – Волховстрой в испытаниях, продлившись более чем двенадцать часов, участвовала Е.Я.Гаккель. Интересно отметить, что впервые в кабине тепловоза Екатерина Яковлевна была 5 августа 1924 г., когда первый в мире мощный магистральный тепловоз системы инженера-электрика Я.М. Гаккеля, ее отца, вышел из цеха Балтийского судостроительного завода. В феврале 1926 г. она была свидетелем и участником сравнительных поездных испытаний под Москвой первых отечественных тепловозов ГЭ-1 Я.М. Гаккеля и Ю-001 Ю.В. Ломоносова²⁵.

Эксплуатационные испытания САУТ проводились с грузовыми поездами массой 1200...5000 т. на том же участке (Волховстрой – Чудово) в период с 15 мая по 12 декабря 1969 г. Всего было проведено 90 опытных поездок с пробегом около 10 000 км. Общий пробег оборудованной системой тепловоза составил около 39000 км.

В испытаниях второго опытного образца САУТ принимала участие комиссия Главного управления локомотивного хозяйства (ЦТ) МПС в составе: Г.С.Щербачевич²⁶, А.А.Копейкин²⁷, Л.А.Живолковский.

Испытания подтвердили не только высокую точность измерения пути и скорости и удовлетворительную надежность блоков САУТ, но и простоту управления, а также снижение психологической нагрузки на локомотивную бригаду при управлении тепловозом. Интересно отметить, что система обеспечивала расход дизельного топлива на уровне лучших машинистов ТЧ-21, поэтому она вполне могла быть использована для обучения молодых машинистов базовой технике управления поездом.

Комиссия отметила необходимость дальнейшего совершенствования конструкции блока измерения пути и скорости для расширения функций его использования в схеме предупреждения боксо-

вания и юза колесных пар тепловоза. Было предложено рассмотреть возможность повышения надежности работы блоков САУТ с использованием последних разработок в области новой элементной базы электронных устройств.

В дальнейшей работе ОНИЛ была подробно исследована частота вращения колесных пар электровозов и тепловозов в различных эксплуатационных условиях. Особенно тщательно проанализирована работа по измерению скорости скоростемером ЗСЛ2М с использованием кино съемки колесных пар и осциллографирования частоты вращения (это тоже было новшеством).

У наших современников слово «осциллограф» ассоциируется с большим ящиком, на лобовой стенке которого находится круглый экран. Из ящика торчит куча проводов, а по экрану бегают в хаотичном порядке линии и кривые. Строго говоря, для такого прибора более верное название – «осцилоскоп», так как он только показывает форму сигнала, но не фиксирует её. Для записи сигналов использовался несколько другой прибор, который, собственно, и назывался осциллографом. Выглядел он так же, как и осцилоскоп, но экрана не имел и был раза в два тяжелее. В него вставлялась специальная широкая фотопленка, которая медленно перематывалась с передающей бобины на приёмную. Запись на ней осуществлялась специальными писцами, которые путем «светописи» фиксировали изменение сигнала во времени. Для того, чтобы просушить одну такую плёнку, приходилось разматывать её в длину по всей малогабаритной «хрущевской» квартире Юрия Калинина...

Несколько слов скажем и о тогдашней элементной базе автомашиниста – элементах серии «Логика Т». Эти бесконтактные транзисторные элементы предназначались для промышленной автоматики, телемеханики, систем централизованного контроля и сигнализации, систем измерений и защиты стационарных и передвижных электротехнических устано-

¹⁹ Из курса теоретической механики известно, что колесная пара совершает движение, которое называется плоским и состоит из двух движений: относительным – вращение колесной пары вокруг своей оси, и переносным – перемещение центра колесной пары относительно неподвижного рельса. Точка контакта колеса и рельса, имеющая нулевую скорость относительно рельса (при отсутствии боксования или юза), называется мгновенным центром скоростей. Именно в этой точке и реализуются основные характеристики локомотива с точки зрения теории локомотивной тяги – касательная сила тяги и тормозная сила.

²⁰ Авторское свидетельство №457030 «Устройство для измерения скорости и пути, пройденного локомотивом». Авторы: Е.Я.Гаккель (ЛИИЖТ), Б.Д.Зимарьков (ЛИИЖТ), В.Г.Муратов (ЛИЯФ).

²¹ Локомотивное депо Ленинград-Варшавский Окт.ж.д. (начальник - Арнольд Иванович Калита). В этом депо долгие годы был филиал кафедры. Ныне производственные корпуса депо закрыты (см. «Локотранс» №9/2009 г., стр.34-39), а телеграфный код ТЧЭ-14 присвоен эксплуатационному локомотивному депо Санкт-Петербург – Варшавский (см.сноску 49)

²² Блок автоматического торможения на основе модернизированного крана машиниста усл.№222 был создан В.Н.Фомченковым. Ступень торможения зависела от ординаты головы поезда и требуемого изменения скорости. К сожалению, этот блок в серию не пошел из-за опасений заказчика...

²³ Старший техник ОНИЛ.

²⁴ Петр Константинович Балычев -ассистент, позже – кандидат технических наук, доцент кафедры

²⁵Юрий Владимирович Ломоносов (1876-1952) — русский инженер-железнодорожник, революционер, российский и советский государственный деятель. Профессор Берлинской технической школы. Автор первого фундаментального труда по тяге поездов.

²⁶ Старший технический эксперт Главного управления локомотивного хозяйства (ЦТ) МПС.

²⁷ Старший инженер службы локомотивного хозяйства (Т) Окт.ж.д.

вок. Срок службы элементов составлял 40 тысяч часов с вероятностью безотказной работы $P=0,9$. Они обеспечивали нормальную работу при следующих условиях:

а) при отклонении напряжения питания в пределах $-15...+10\%$ от номинального значения;

б) при температуре окружающего воздуха от -40 до $+50$ градусов Цельсия;

в) при относительной влажности окружающего воздуха до 98% при температуре $+25$ градусов Цельсия;

г) при вибрациях в диапазоне частот от 5 до 200 Гц с ускорением до 5g;

д) при ударных нагрузках с ускорением до 15g.

Устройство измерения пути и скорости с использованием «Логика Т» по заданию ЛИИЖТа спроектировал ведущий специалист Ленинградского института ядерной физики (ЛИЯФ) В.Г. Муратов. Многие скептики говорили примерно так: «Ну, какая электроника может быть на тепловозе? Там при размыкании поездных контакторов такие электромагнитные поля! Там такие вибрации в кабине! Там в дизельном помещении до плюс пятидесяти летом!» Однако, хотя эти элементы и стали героями анекдота про «самые большие в мире советские микросхемы», на борту тепловоза ТЭЗ они работали весьма успешно.

Новый индукционный датчик измерения угловых скоростей колесных пар локомотива и все его последующие модификации, а также чертежи и инструкции для монтажа были разработаны Ю.С. Калининым и изготовлены на ленинградских заводах: машиностроительный завод «Звезда»²⁸ и электротехнический завод МПС. Новое устройство измерения пути и скорости на элементах «Логика Т» производилось в 1971...1972 гг. в электротехнических мастерских службы сигнализации и связи Октябрьской железной дороги в поселке Рыбацкое.

В разработке принципиальных и электрических схем, а также рабочих чертежей блоков и схем монтажа системы на тепловозе участвовали: Б.Д. Зимарьков, Ю.С. Калинин, Л.К. Пойлов, Д.И. Громов, В.Н. Фомченков, Е.Л. Стацук²⁹ и К.М. Дмитриев. После сборки они провели проверку, настройку и испытания уст-

ройства в тепловозной и тормозной лабораториях кафедры. Одновременно в ОНИЛ были спроектированы и изготовлены блоки третьего варианта САУТ.

В третьем варианте программа управления тепловозом также была рассчитана для работы на всех трех участках: Волховстрой – Чудово, Волховстрой – Пикалёво, Волховстрой – Лодейное Поле в четном и нечетном направлениях. Практически существовало шесть сменных программ управления тепловозом – по одной для каждого направления. Серия тепловоза – ТЭЗ, вес грузовых поездов – от 1200 т (порожний поезд) до 5000 т (груженный поезд), допустимое отклонение: в выполнении перегонного времени хода поезда ± 1 мин, в точности контроля уровня скорости поезда ± 5 км/ч.

Испытания третьего варианта проводились на Волховстроевском отделении в 1972...1973 г.г. (172 опытные поездки, более 1500 км при автоматическом управлении тепловозом, общий пробег во время испытаний более 180 тыс. км, тепловозы с САУТ – ТЭЗ №№ 1119 и 7232).

Не желая утомлять читателя цитированием официальных архивных документов³⁰, сообщим лишь основные выводы комиссии из представителей ЦТ МПС, ВНИТИ³¹, МИИТа и Управления Октябрьской ж.д.: система надежна, проста в управлении и обслуживании, обеспечивает выполнение расписания с заданной точностью, повышает безопасность движения, снижает психологическую нагрузку на машиниста, обеспечивает расход дизельного топлива на уровне лучших машинистов (экономию от действующей нормы до 7%). Была отмечена высокая точность измерения пути и скорости и стабильное цифровое показание скорости. Система может быть использована для обучения молодых машинистов приемам оптимального управления локомотивом.

Комиссия рекомендовала ЛИИЖТу на основе устройства измерения скорости и пути разработать электронный цифровой регистрирующий локомотивный скоростемер (решение от 12 февраля 1973 г.).

У читателя может сложиться впечатление, что высокий статус отраслевой лаборатории в сочетании с финансировани-

ем из средств МПС позволял беспрепятственно доставать все требуемые элементы систем автоведения. Ничего подобного! Юрию Калинину приходилось проявлять чудеса, как бы сейчас сказали, «маркетинга» и «бизнес-переговоров», чтобы найти и получить необходимые комплектующие. Выручало то, что на многих оборонных предприятиях Союза (а именно там заказывались части САУТ) руководителями были ленинградцы, которые с пониманием относились к заявкам своего земляка. Именно так достали триста элементов «Логика-Т» на электротехническом заводе в г.Калинине³² (семь тюков по тридцать килограммов), 25-мм. бумажную ленту для фотосчитывающего устройства – на предприятии под Малоярославцем (двенадцать километров ленты в бобинах общей массой тридцать два килограмма), а само фотосчитывающее устройство – в Пензе. Причем пензенский экземпляр был единственным, имеющимся в наличии – и только потому, что он прибыл с ВДНХ. В Ленинград всё это доставлялось, как говорится, «на своём горбу» – автобусами и поездами...

3. Электронные средства контроля параметров движения поезда

По указанию главного инженера ЦТ МПС Б.Д. Никифорова к разработке электронного скоростемера были привлечены ведущие специалисты Министерства приборостроения, работающие в Ленинградском ГСКБ СКА³³: Г.В. Костылева³⁴, И.В. Красовский и В.Г. Кучумов³⁵. Именно эти специалисты по заказу МПС в 1970 г. разработали первую в СССР систему контроля и диагностики «Дельта» для дизель-поезда ДР1. При этом впервые на наших железных дорогах скорость указывалась цифровым индикатором.

В 1973...1974 г.г. В.Г. Муратовым было разработано устройство для измерения пройденного поездом пути с цифровым индикатором измерения скорости. Элементной базой были платы печатного монтажа на микросхемах 120-й серии. Данное устройство было впервые испы-

²⁸ Главный конструктор – В.Т. Егоркин

²⁹ Евгений Леонидович Стацук (1934-2008) – кандидат технических наук (1990), доцент кафедры, заместитель декана механического факультета ЛИИЖТа.

³⁰ Копии указанных документов имеются в архиве Ю.С. Калинина (отчеты ОНИЛ за 1966...1987 гг.)

³¹ Всесоюзный научно-исследовательский тепловозный институт (ныне – ВНИКИ). Главный конструктор в описываемое время – Б.С. Новосельский.

³² До 1931 и с 1990 по наст.вр. – Тверь.

³³ Государственное союзное конструкторское бюро средств контроля и автоматизации.

³⁴ Генриетта Викторовна Костылева – в описываемое время начальная сектора ГСКБ

³⁵ Ведущие инженеры сектора ГСКБ.

³⁶ Локомотивное депо Ленинград-сортировочный-Московский Окт. ж.д., главный инженер – Ф.Ф. Бауков (в наст.вр. – ремонтное локомотивное депо ТЧР-7 Санкт-Петербург – Сортировочный – Московский).

³⁷ Локомотивное депо Ленинград-пассажирский-Московский (в наст.вр. – эксплуатационное локомотивное депо ТЧЭ-8 Санкт-Петербург – пассажирский – Московский).



Скоростемер СЛ-ЛИИЖТ испытан на тепловозе ТЭП60-527 в локомотивном депо ТЧ12 Ленинград-пассажирский Финляндский. Испытания с пассажирским поездами проведено на участке Ленинград - Выборг 25 мая и 11 июня 1976 г. с регистрацией параметров движения при помощи перфоратора

тано на электровозе ВЛ23 № 486 приписки ТЧ-7³⁶. Оборудование электровоза производилось в ТЧ-8³⁷. В поездных испытаниях участвовал старший мастер ТЧ-8 Пипко В.В., предложивший и реализовавший «в железе» электрическую схему выравнивания нагрузки тяговых двигателей (ТЭД).

Суть схемы заключалась в следующем: в цепи якорей тяговых двигателей включались дополнительные реостаты. При езде с поездом и измерении отдельным амперметром тока каждого ТЭД перемещением ползунка реостата достигалась равная величина тока по всем двигателям. При поездных испытаниях на т.н. «Веребьинском подъеме» участка Ленинград-Бологое (максимальный уклон – 7%) с грузовым поездом массой 3400 т применение этой схемы позволило увеличить среднюю скорость грузового поезда на 20% (17 км/ч)!³⁸

Борис Данилович Никифоров активно поддерживал работы по проектированию и созданию опытного образца цифрового регистрирующего электронного скоростемера и всячески содействовал

их финансированию министерством (объем финансирования этих работ доходил до 5000 р. в год). По его же инициативе в 1979 г. для этих целей на Ленинградском метрополитене был организован специальный отдел при службе сигнализации и связи, который расположился в электродепо «Автово». Научным руководителем отдела стала Г.В.Костылева, под ее руководством скоростемер разрабатывали И.В.Красовский и В.Г.Кучумов.

Научное руководство всеми работами осуществляли: до 1975 г. - Е.Я.Гаккель, с 1975 г. - В.В.Стрекопытов.

Принципиально новая схема скоростемера была выполнена также на микросхемах (120-й серии, позже - 587 серии). Впервые было разработано устройство настройки на диаметры колесных пар в диапазоне 700...1370 мм. Были разработаны и проверены в лабораторных и поездных испытаниях два варианта регистрации параметров движения локомотива: на бумажную ленту ФСУ и электроэрозионным способом. Также был внедрен новый реверсивный датчик изме-

рения частоты вращения колесных пар локомотива и изменено место его установки (на зубчатых редукторах колесных пар). Электрическая схема скоростемера при помощи специального пульта позволяла настраивать его работу на диаметр колесных пар локомотива с точностью до 1 мм(!)³⁹ и учитывать процентное соотношение движения локомотива в режимах тяги и выбега.

Это обстоятельство обеспечивало измерение пути с ошибкой менее 0,05% и позволяло измерять скорость движения локомотива с ошибкой менее 0,1%.

Реверсивный индукционный датчик и варианты его установки на электровозе серии ЧС2Т, трамвайных вагонах ЛМ68М и ЛВС-80, электропоезде ЭР2 и вагоне метрополитена серии Е были разработаны Ю.С.Калининым. В лаборатории была разработана методика измерения с помощью реверсивного датчика действительного среднего диаметра колесных пар локомотива при его движении на выбеге

Совершенствование конструкции скоростемера ЗСЛ-ЛИИЖТ произведено по

результатам поездных испытаний с грузовыми и пассажирскими поездами с тепловозами: ТЭП60 №№608, 707 и 527; грузовыми электровозами ВЛ23 №№244 и 486; пассажирским электровозом ЧС2Т №1052 (его пробег за 11 месяцев испытаний составил около 86 тыс. км). Также скоростемер испытывался: на электропоезде ЭР2 №867; на вагоне метрополитена серии «Е» №1037; на трамвайных вагонах ЛМ68М №7358 и ЛВС80). Все испытания проводились в 1975...1981 гг.

Отметим, что цифровой электронный скоростемер трамвая и устройство обнаружения боксования и юза колесных пар сочлененного трамвайного вагона ЛВС-80 было испытано на действующих трамвайных линиях города Ленинграда: улица Руставели - Тихорецкий проспект - проспект Просвещения. Оборудование вагонов трамвая произведено на ЗРГЭ⁴⁰. На вагоне метрополитена №1037, оснащенным электронным скоростемером в электродепо Автово, поездные испытания проходили на Московско-Петроградской линии.

На всех этапах испытаний для наблюдения за работой скоростемера и сопряженных с ним устройств применялась покадровая киносъемка показаний скоростемера совместно с осциллографированием работы различных частей электрической схемы и частоты вращения колесных пар.

Отказов в работе в электрических цепях или каких-либо повреждений в блоках устройства и индукционных датчиках на ТЭД электровозов, электропоезде, трамвайных вагонах и на вагоне метрополитена во время испытаний отмечено не было.

Итак, электронный цифровой локомотивный скоростемер ЗСЛ-ЛИИЖТ предназначался для измерения, регистрации и сигнализации параметров движения локомотивов, моторвагонных поездов и вагонов городских железных дорог. Скоростемер регистрировал: скорость движения, пройденный путь, время движения и стоянок, показания сигнальных огней локомотивного светофора, положение ЭПК АЛСН, направление движения локомотива, срабатывание аппаратов защиты, положение рукоятки управления рукоятки контроллера машиниста, расход энергии на тягу поезда. Также он мог сигнализировать о величине проскальзывания и юза колесной пары с указанием ее номера.



Индукционный датчик на крышке буксы тепловоза ТЭП60-707. Крышка датчика снята

Информация, «выдаваемая» скоростемером, оказалась весьма удобной для использования в системах автоматического управления движением поездов еще и из-за хорошей точности: верхний предел измерения, показания и регистрации скорости – 399 км/ч, дискретность показаний скорости – 0,1 км/ч, пути – 0,1 км, времени – 1 мин.

Основная допустимая погрешность измерения и регистрация пути, скорости и времени составила менее 0,5%. В контрольных испытаниях с представителями ПКБ ЦТ МПС⁴¹ В.С.Себежко и Г.П.Борисовым на участке Рыбацкое – Волховстрой (121 км) с грузовым поездом, ведомым электровозом серии ВЛ23 №244, в 1976 г. ошибка измерения пути составила примерно 30 м на 100 км, т.е. всего около 0,03%! Напомним читателям, что никаких напольных устройств скоростемер не использовал, а до появления спутниковой навигации оставалось еще лет тридцать...

Кроме того, индикаторы скоростемера сигнализировали об одном из уровней ускорения или замедления движения поезда⁴², о боксовании одной или нескольких колесных пар с указанием их номера в тележке локомотива, о любых неисправностях в электрических цепях датчиков скоростемера или о неисправности в работе скоростемера. По желанию машиниста вместо цифрового показания скорости возможно было включить циф-

ровое показание пройденного расстояния (например, для определения местонахождения локомотива в условиях плохой видимости). Органы управления цифрового указателя позволяли в любой момент времени установить необходимое суточное время или требуемую путевую ординату пройденного расстояния.

В 1977 г. и в 1982 г. скоростемер ЗСЛ-ЛИИЖТ экспонировался на ВДНХ. Технические характеристики его были на уровне лучших зарубежных аналогов и отмечены присуждением разработчикам серебряной и бронзовой медалей вместе с дипломами участников ВДНХ. Но по советской (да и российской) традиции «награды не нашли своих героев»: работники ЛИИЖТа, причастные к этому, пропустили срок оформления документов, что вызвало опоздание их поступления в градной комитет ВДНХ!

По точности измерения пройденного расстояния и скорости скоростемер ЗСЛ-ЛИИЖТ превосходил аналогичный локомотивный скоростемер швейцарской фирмы Hasler, которая в то время была основным поставщиком (и остается таковым уже на протяжении последних 150 лет) локомотивных скоростемеров для подавляющего большинства железных дорог мира.

Схемы скоростемера ЗСЛ-ЛИИЖТ защищены авторскими свидетельствами №№ 457030, 787236, 850425, 965820, 1046134, 1093577 и 1289709.

³⁸ Электровоз ВЛ23 по причине малого числа осей на подъемах большой крутизны с тяжелыми поездами работает в зоне ограничения по сцеплению тяговой характеристики. Из-за этого разница токов тяговых электродвигателей действует весьма негативно на реализацию расчетного коэффициента сцепления.

³⁹ Даже действующая в настоящее время инструкция ЦТ-329 допускает в некоторых случаях разность прокатов правого и левого колёс колёсной пары до 2 мм., а разницу диаметров бандажей колёс в одной тележке – до 5 мм.

⁴⁰ Ленинградский завод по ремонту городского электротранспорта. Ныне – ПТМЗ (Петербургский трамвайно-механический завод)

⁴¹ Проектно-конструкторское бюро Главного управления локомотивного хозяйства МПС

⁴² 0,028, 0,066, 0,148, 0,250, 0,560 и 0,840 м/с²

Авторы:

№ 457030 – Гаккель Е.Я., Зимарьков Б.Д., Муратов В.Г.;

№ 787236 – Гаккель Е.Я., Громов Д.И., Зимарьков Б.Д., Калинин Ю.С., Костылева Г.В., Красовский И.В., Кучумов В.Г., Никифоров Б.Д.;

№ 850425 – Гаккель Е.Я., Громов Д.И., Зимарьков Б.Д., Калинин Ю.С., Канторович Б.С., Кулаков Б.М., Муратов В.Г., Муратова В.Н., Паль Е.В., Федченко О.И.;

№ 965820 – Громов Д.И., Зимарьков Б.Д., Калинин Ю.С., Костылева Г.В., Кучумов В.Г.;

№ 1046134 – Громов Д.И., Зимарьков Б.Д., Калинин Ю.С., Костылева Г.В., Кучумов В.Г.;

№ 1093577 – Костылева Г.В., Кучумов В.Г., Зимарьков Б.Д., Громов Д.И., Калинин Ю.С.

№ 1289709 – Громов Д.И., Зимарьков Б.Д., Калинин Ю.С., Костылева Г.В., Кучумов В.Г.

Принципиальные электрические схемы скоростемера ЗСЛ–ЛИИЖТ по рекомендации ЦТ МПС были переданы Пензенскому заводу научно-производственного объединения (НПО) «Электромеханика», который использовал их при разработке и создании по заказу ЦТ МПС устройства контроля параметров движения для локомотивов (УКПД).

Таким образом, все современные российские локомотивы оборудуются устройствами контроля параметров движения локомотива, основанными на принципиальных схемах скоростемера ЗСЛ-ЛИИЖТ.

4. Работа лаборатории в 1970...1990-е гг. Создание программы тяговых расчетов на ПЭВМ.

О разработке и испытаниях системы программного управления тепловозом в 1974 г. был закончен документальный фильм «Локомотивом управляет автомат» (режиссер и оператор — Зимарьков Б.Д., его помощник — Калинин Ю.С.). В создании фильма принимали участие сотрудники кафедры и работни-

ки ТЧ–21. Этот фильм был показан на торжественном Ученом совете института в 1974 г., посвященном столетию со дня рождения Я.М.Гаккеля, позже — на расширенных технических советах в локомотивной службе Окт.ж.д., в ЦТ МПС с участием представителей ЦНИИ МПС, ПКБ ЦТ МПС, ВНИТИ, МИИТ, в Управлении Юго–Западной ж.д., на общесетевой технической конференции в Свердловске в 1976 г., на технической общесетевой конференции по экономии топлива в городе Волхове.

В 1982 г. был закончен документальный фильм «Электронный цифровой регистрирующий локомотивный скоростемер ЗСЛ–ЛИИЖТ» (авторы — Зимарьков Б.Д. и Калинин Ю.С.). Фильм рассказывал о создании и испытаниях скоростемера и устройства обнаружения боксования и юза на трамвайных вагонах серий ЛМ68М и ЛВС–80, тепловозах ТЭП60, электровозах ВЛ23 и ЧС2Т, вагоне электропоезда ЭР2 и вагоне метрополитена серии Е.

Надо сказать, что Борис Дмитриевич Зимарьков серьезно занимался кино съемкой и даже стал лауреатом международного конкурса любительских кинофильмов, проводимых в Финляндии. Более того, он еще и «засветился» как актёр в фильме «Небесный тихоход!» Помните (на третьей минуте фильма) песню «Первым делом, первым делом — самолёты! / Ну а девушки? А девушки — потом!» Так вот, одним из спрашивающих про девушек был именно Зимарьков — в конце первого куплета он стоит с группой людей у забора.

Съёмки этого эпизода фильма проходили в Ленинграде, в ЦПКиО⁴³. В войну там размещался госпиталь, где тогда лечился Борис Дмитриевич — работая помощником машиниста паровоза на «Дороге Победы»⁴⁴, у Волховстроя осколком бомбы он был тяжело ранен в ногу (в результате ногу ампутировали ниже колена).

Но вернемся в лабораторию. Разработанные в ней устройства могли быть использованы не только в системах автоматического управления локомотивами, но и для целей диагностики различных частей энергетической цепи локомотивов,

особенно для контроля состояния зубчатого зацепления тягового электродвигателя. С этой целью ОНИЛ проводила исследования по выбору методов контроля и подбору параметров для устройств диагностики гидропередач тепловозов и дизель–поездов. Дальнейшее расширение сферы применения разработанных в лаборатории систем контроля частоты вращения колесных пар рельсовых транспортных средств привело к созданию устройства обнаружения боксования и юза колесных пар сочлененного трамвайного вагона ЛВС–80.

В 1985...1986 гг. по заданию МПС были исследованы варианты применения различных систем бортовых микро–ЭВМ для целей управления, диагностики и сигнализации на тяговом подвижном составе.

В 1987...1990 гг. была исследована эксплуатационная надежность первых двух устройств контроля параметров движения локомотива, изготовленных Пензенским НПО «Электромеханика». Наладка и настройка устройств произведена на стенде лаборатории, затем устройством был оборудован динамометрический вагон (ДМВ) Октябрьской ж.д. Испытания УКПД производились на тепловозе ТЭМ7 на участках Мурманск — Никель одновременно с поездными испытаниями этой машины, а также на тепловозе 2ТЭ116 на участках Шушары — Псков и Шушары — Нарва.

С 1990 г. в лаборатории начаты работы по созданию программы тяговых расчетов на персональных электронно-вычислительных машинах (ПЭВМ). Первый вариант программы разработал студент И.Ю.Кудряшов⁴⁵, который в своем дипломном проекте (1992 г.) доказал целесообразность применения ПЭВМ для повышения точности тяговых расчетов. В дальнейшем совершенствование программы тяговых расчетов на ПЭВМ позволило применить программные средства для оперативного планирования парка локомотивов и расчета их потребности для заданного объема перевозок.

В те же годы Ю.С.Калининым совместно с аспирантом Ю.К.Соловьевым⁴⁶, студентами Я.Эйдуксом⁴⁷ и Н.Замышляевым⁴⁸ был произведен анализ оперативной документации по использованию ло-

⁴³ Центральный парк культуры и отдыха

⁴⁴ Построена после прорыва блокады Ленинграда в 1943 году. Включала существующие участки Ленинград-Петрокрепость и Поляны - Волховстрой, наплавной мост в устье Невы у Шлиссельбурга и построенный участок Шлиссельбург-Поляны. У локомотивных бригад получила название «Коридор смерти».

⁴⁵ Кудряшов Игорь Юрьевич (род. 1970) — в настоящее время начальник отдела группы компаний «ЕвроСиб»

⁴⁶ Соловьев Юрий Константинович — в настоящее время ревизор отдела безопасности движения Санкт-Петербургского отделения Окт.ж.д.

⁴⁷ Янис Эйдукс (Janis Eiduks) (род. 1968) — лауреат Гаккелевской премии (1993), к.т.н. (1996). В настоящее время — доцент Института железнодорожного транспорта Рижского технического университета, зам. директора Департамента наземного транспорта Министерства транспорта Латвии.

⁴⁸ Замышляев Николай Александрович (1969–2005) — с 1993 г. по 2005 г. ассистент кафедры.

⁴⁹ Локомотивное депо Санкт-Петербург — сортировочный — Витебский (начальник в описываемое время — И.И.Юннинен). Ныне его производственные корпуса занимает ремонтное локомотивное депо ТЧР-9 Санкт-Петербург — сортировочный — Витебский, а в перестроенном цехе эксплуатации базируется ТЧЭ-14, которое создано путём объединения цехов эксплуатации бывших ТЧ-9 и ТЧ-14.

⁵⁰ Прозвище 2ТЭ116 на Санкт-Петербургском узле



Испытания электронного скоростемера на вагоне метро. Апрель 1982 г.
Тепловоз ТЭ3-7232, оборудованный третьим вариантом системы программного управления



комотивов приписки ТЧ-9⁴⁹ на Ленинград-Витебском отделении (НОД-2) Октябрьской ж.д. Расчёты проводились для тепловозов 2ТЭ116 на участках Шушары-Луга-Псков, Шушары-Оредеж, Ивангород-Веймарн-Рудничная и позволили наметить меры по снижению потерь времени при обороте локомотивов, а следовательно, по уменьшению их потребности в поездной работе. Результаты работы доложены и обсуждены на техническом совете в отделении с участием диспетчеров (ДНЦ) и работников локомотивного отдела НОД-2. При этом в очередной раз была отмечена важная роль диспетчеров в управлении движением поезда, особенно на границах диспетчерских кругов, и важность четкого взаимодействия ДНЦ соседних «кругов» как друг с другом, так и с машинистом (чего, кстати, до сих пор так и нет, несмотря на все реформы).

Также было отмечено, что большое наличие предупреждений с увеличением времени хода с Шушар до Пскова на два часа заставляет использовать два лишних тепловоза! Настоящим «бичом» для эксплуатационников было ограничение скорости в 25 км/ч по мосту через р. Луга по ст. Толмачёво. Это мост расположен в «яме», т.е. на спуске приходится делать несколько регулировочных торможений, а затем – при проследовании моста всем поездом – что называется, «вваливать». Дизельного топлива на этих операциях сожгли столько, что вполне можно было построить новый мост! Но кто тогда это считал...

Для сравнения расчётных данных с фактическими студенты-тепловозники, работавшие по совместительству в ТЧ-9 «на линии» помощниками машинистов тепловозов, заправляли в скоростемеры задних кабин своих «Боингов»⁵⁰ ленты (дефицитные в то время рулоны лент из хорошей бумаги, а также писцы им выдавались в ОНИЛ). Лента вместе с выпиской из маршрута машиниста сдавались после поездки в лабораторию. Студенты также фиксировали режим ведения поезда по перегону и техническое состояние тепловоза (в основном – фактическую мощность, которая по непонятным причинам занижалась при реостатных испытаниях в депо)

Расчёты по программе также указали на необходимость правильного выбора скорости движения порожних поездов. Так, например, увеличение средней скорости движения такого поезда с 50 до 70 км/ч на участке Шушары – Оредеж

приводило к возрастанию расхода дизельного топлива более чем на 70%! А ведь всегда считалось, что с «порожняком» сжигаешь меньше. Не тут-то было...

Анализ материалов показал, что значительное увеличение расхода происходило, как правило, на двух-трех перегонах. Этот факт был доведен до сведения поездных диспетчеров на технических занятиях. Следует отметить, что порожние поезда дают повышенный расход топлива при скорости более 50 км/ч и на перегонах с более сложным профилем. Если расчет расхода топлива вести по тонно-километровой работе, то тепловоз с порожним поездом расходует в 3...5 раз больше топлива, чем тепловоз с грузовым поездом (нагрузка на ось груженого вагона 17...20 т). Следовательно – увеличение доли порожних поездов и скорости их движения резко увеличивает общий расход топлива по участку обращения локомотивов⁵¹.

Использование программы тяговых расчетов на ПЭВМ позволило разработать методику расчета увеличения времени движения поезда при снижении скорости по «предупреждениям» и в связи с этим определить увеличение расхода топлива (или электроэнергии) на тягу поездов. Расчет выявил участки с наибольшими потерями в зависимости от их длины и уровня снижения скорости, а следовательно, давал возможность планировать очередности ремонта верхнего строения пути и уровни снижения скорости для сокращения таких потерь.

К 1993 году Я.Эйдуком с использованием СУБД «Clipper» была разработана программа обработки на ПЭВМ оперативной документации, а также создана вторая версия программы тяговых расчетов. В качестве персональных компьютеров в ОНИЛ использовались машины ЕС-1040, ЕС-1041, а с 1994 года – ПК 386 серии⁵². При разработке второй версии программы были использованы исследования, проведенные в рамках выполнения дипломных проектов однокурсниками Я.Эйдука: Галиной Кантериной (методики тяговых расчетов) и Александром Стащуксом (способы определения дополнительного удельного сопротивления движения в кривых). Дипломники провели исследование всех методик тяговых расчетов, применявшихся в течение последних ста лет на отечественных и европейских железных дорогах, и пришли к выводу, что методики, заложенные в программу тяговых расчётов, дают хоро-

шую точность по сравнению с «классическими».

С октября 1993 г. по март 1995 г. Ю.С.Калининым и Я.Эйдуком при участии Н.А.Замышляева совместно с коллективом ДМВ проводились тяговые расчёты для тепловозов 2ТЭ10М и 2ТЭ10У⁵³ на участках Петрозаводск – Суоярви и Петрозаводск – Медвежья Гора – Идель.

Этими исследованиями была установлена зависимость коэффициентов формулы основного удельного сопротивления подвижного состава от состояния верхнего строения пути (размеров колеи, жесткости балластной призмы, износа рельсов, состояния поверхности рельсов, применения лубрикации рельсов) и от типа и технического состояния подвижного состава. В отдельных случаях, подтвержденных опытными поездками, сопротивление движению поезда может увеличиваться почти вдвое – например, при движении по новому или отремонтированному пути.

По результатам опытных поездок в программу тяговых расчётов был введен коэффициент сопротивления КС, который учитывал взаимодействие верхнего строения пути, типа и технического состояния подвижного состава. Была предложена методика определения КС в эксплуатационных условиях для любых участков железной дороги⁵⁴. Кроме того, для нужд программы был усовершенствован метод попикетного спрямления продольного профиля пути (автор метода – Г.С.Афонин), одновременно позволявший учитывать и дополнительное сопротивление движению поезда в кривых с учетом влияния непогашенного ускорения. Это было существенно для участков, на которых проводились испытания. Так, например, на 140 км участка Петрозаводск-Суоярви приходилось 200(!) кривых, для которых чисто физически невозможно было выдерживать оптимальную величину возвышения наружного рельса.

Следует отметить, что программа позволяла решать и тормозные задачи; в исходные данные по поезду закладывался тип тормозных колодок и тормозной коэффициент. Также в программе была возможность выбора настройки энергетической цепи тепловоза на большую или меньшую мощность (то есть могли учитываться последствия реостатных испытаний в ТЧ). Это было важно ещё и потому, что условия эксплуатации тепловозов на Петрозаводском отделении были весьма тяжёлыми – сложный план и профиль, большие веса поездов да ещё и суровые

⁵¹ Справедливости ради отметим, что при этом увеличивается техническая скорость, т.е. «движенческие» показатели улучшаются.

⁵² Это был самый мощный компьютер в ОНИЛ вплоть до прекращения ее деятельности.

⁵³ С точки зрения практики тяговых расчетов тепловозы 2ТЭ10М и 2ТЭ10У имеют различную разбивку мощности по позициям контроллера машиниста. Соответственно, отличаются и режимы ведения поезда.

⁵⁴ Я.Эйдук. Разработка методик тяговых расчетов с учетом конкретных условий эксплуатации локомотивов. – Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – СПб, 1996.



Участники поездных испытаний: м.н.с.Корнеев М.И., гл.мех.стендустановки Новиков А.П., гл. инж. Волховстроевского локомотивного депо Живолковский Л.А., пом. машиниста Стуколкин В.Ф., машинист Малей М.П., научн. руков. лаборатории д.т.н. профессор Гаккель Е.Я., ст. инж. Калинин Ю.С., инж.Пойлов Л.К., рук. группы Зимарьков Б.Д. 12 декабря 1966 г.

погодные условия...

В 1995 году Ю.С.Калинин предложил тогдашнему начальнику ТЧ-7 В.А.Кулакову использовать разработки лаборатории для расчёта норм расхода топлива и электроэнергии для всех тяговых плеч. А «семёрка» тогда их имела немало: общая протяжённость плеч составляла 1700 км!

Установление этих норм позволяет составить тягово-энергетический паспорт участка. Такой паспорт указывает на места, особо сложные по выбору позиций управления локомотивом и режиму управления тормозами, а также места с повышенным расходом топлива при введении на них ограничений скорости, помогает определить очередность ремонта верхнего строения пути. Расчёты проводились для электровозов ВЛ10 на участках обращения Санкт-Петербург-сортировочный-Московский – Выборг – Бусловская и Обухово – Волховстрой, а также для М62, перегоняющих составы пассажирских поездов с Московского вокзала в отстой в Рыбацкое. Причём для «гонялок» расход топлива рассчитывался для поездов длиной от семи до двадцати вагонов с изменением времени движения в зависимости от условий движения по станции Обухово (с остановкой или без нее).

Результаты расчетов обсуждались на планёрных совещаниях и технических за-

нятиях с машинистами депо. Расход топлива в широких пределах зависел, главным образом, от условий движения и числа вагонов в поезде, и – в меньшей степени – от технического состояния тепловоза. При прогреве локомотива колебания величины расхода топлива зависели в большей степени от наружной температуры воздуха, продолжительности прогрева и точного соблюдения технологии прогрева, а в меньшей степени – от удельного веса дизельного топлива и технического состояния топливной системы.

Стоит заметить, что тягово-энергетические паспорта участков, разработанные в ОНИЛ, на тот момент не имели аналогов в РФ.

В 1998 г. Ю.С.Калинин по заказу компании «Линк Ойл» рассчитал с помощью программы тяговых расчетов расход дизельного топлива тепловозами 2ТЭ116 с наливными грузовыми поездами на участке Кириши – Нарва. Расчетом определены величины расхода топлива при остановке грузовых поездов на всех станциях участка и увеличение расхода топлива при отправлении с каждой из станций. В зависимости от расположения станции на профиле и массы поезда дополнительный расход на разгон составлял от 8 кг. до 72 кг. Также были определены станции, остановка на которых вызвала наибольшее увеличение расхода

топлива (например, семиминутная остановка на одной из станций давала увеличение расхода топлива на 250 кг!) Все расчеты расхода топлива производились для порожних и груженых поездов при движении без остановок и со всеми остановками на промежуточных станциях. Целью расчётов было получить ответ на вопрос: «Сколько стоит остановка на каждой станции?»

Программа тяговых расчетов, разработанная в ОНИЛ, применялась для решения многих прикладных задач. Это стало возможным по причине того, что в базы данных вручную был введен продольный поикетный профиль практически всей Октябрьской дороги. Поэтому часто в лабораторию обращались за консультациями работники локомотивных депо. Так, например, программа стала хорошим помощником при расшифровке скоростемерных лент и расчета режима ведения поезда. Также она использовалась при проведении судебно-технических экспертиз по уголовным делам, связанным с нарушением безопасности движения поездов⁵⁵.

В 1996-99 гг. программа была использована А.В.Исаевым для расчета режимов ведения грузовых поездов тепловозами 2М62 приписки ТЧ-18⁵⁶ на участках Дно - Березки, Дно - Шушары и Дно - Новосokolьники. Полученные данные срав-



Испытание скоростемера СЛ-ЛИИЖТ на электровозе ЧС2Т-1052. 1982-83 гг.

Испытание электронного скоростемера на вагоне трамвая. 1978 г.



нивались с фактическими во время опытных поездок с тепловозами контрольной партии. За этими машинами в ТЧ-18 велись наблюдения с фиксацией отказов в межремонтный период и работ, проведенных при плановых и внеплановых ремонтах. Результаты наблюдений имели хорошую сходимость с расчетными данными, что позволило предложить т.н. «коэффициент энергетики тяги» для прогнозирования надежности тепловозов в реальных условиях эксплуатации⁵⁷.

В 1997 г. Калинин Ю.С. совместно с И.Ю.Кудряшовым, работавшим в то время в службе перевозок Окт.ж.д., разработали на ПЭВМ схему поездок-участков Окт.ж.д. Эта работа стала завершающей в деятельности ОНИЛ.

К сожалению, отсутствие авторского надзора, а также интереса со стороны руководства Окт.ж.д. и ПГУПСа к использованию материалов, полученных в лаборатории, практически «свело на нет» итоги деятельности лаборатории к концу 1990-х гг. Формально Ю.С.Калинин прекратил руководство лабораторией еще в марте 1997 г., но фактически она просуществовала до 1998 года.

За тридцать лет работы в помещениях лаборатории скопилось множество приборов, аппаратов и отчетных материалов. Кафедра не располагала свободными помещениями и смогла принять лишь часть отчетов о НИР. Поэтому была произведена полная инвентаризация с дальнейшим списанием и утилизацией устаревшего оборудования (этими работами занимался Н.А.Замышляев), а элементы автомашиныста, электронного скоростемера и отчетные материалы взяли на хранение авторы настоящей статьи. Помещения на шестом этаже восьмого корпуса ПГУПСа, где располагалась лаборатория, в настоящее время сданы в аренду сторонним организациям.

5. Персоналии

В лаборатории «Автоматика локомотивов» работали:

Заведующие: Зимарьков Б.Д. (1968 – 1986 гг.), на кафедре с 1964 г.; Калинин Ю.С. (1986 – 1997 гг.), на кафедре с 1961 г.

Штатные сотрудники и совместители: Александрова Л.К. (ст.инженер), Андреев Г.Л. (к.т.н., доцент), Бажутина Н.В. (ст.инженер), Балычев П.К. (к.т.н.), Барщенков В.Н. (к.т.н.), Болдов И.И. (ст.инженер), Грищенко А.В. (к.т.н, позже д.т.н., профессор, заведующий кафедрой с 2001 г.), Громов Д.И. (старший инженер), Калита Г.А. (ст.инженер), Калугин С.Н. (ст.лаборант), Кирюхина Т.Б. (ст.инженер), Лексунов Г.В. (к.т.н.), Муратова В.Н. (ст.инженер), Пойлов Л.К. (ведущий инженер), Русаков Ю.М. (инженер), Сапрыкин Л.И. (к.т.н., ст.н.с.) Стащук Е.Л. (к.т.н.), Сермяжко С.К. (инженер), Соловьев Ю.К. (аспирант), Осипов С.А. (к.т.н.).

В лаборатории подготовили и успешно защитили более 20 дипломных проектов студенты специальности «Тепловозы и тепловозное хозяйство»⁵⁸.

Большую помощь в создании скоростемера и устройства обнаружения бокового юза сочлененного трамвайного вагона ЛВС-80 оказали заместитель директора НИИ НПО «Красная Заря», почётный судостроитель Вячеслав Иванович Безяев, главный инженер завода «Звезда» Владимир Тимофеевич Егоркин (выпускник кафедры 1957 г.), работники Электротехнического завода МПС, директор ленинградского завода по ремонту городского электротранспорта Борис Самуилович Канторович, главный конструктор того же завода Борис Михайлович Кулаков и конструкторы Олег Иванович Федченко и Евгений Владимирович Паль, главный конструктор СКБ аналитического приборостроения Михаил Арнольдович Бережковский⁵⁹.

Создание опытных образцов устройств автоведения поезда и регистрации параметров движения, а также успешные испытания этих систем были бы невозможны без бескорыстной помощи работников локомотивных депо Октябрьской железной дороги, ленинградских заво-

дов, трамвайных парков и метрополитена.

Сердечная им за это благодарность!

6. Послесловие

У читателя возникает справедливый вопрос: «А почему автомашинист не начал пользоваться на всей сети железных дорог? Положительный результат испытаний, отличные отзывы...» Причина – в том, что наладить серийное производство таких систем в тогдашних условиях было практически невозможно. Вспомним, что элементы автомашиниста, несмотря на высокий статус ОНИЛ, доставались всеми правдами и неправдами через личные связи. В условиях социалистической экономики такому устройству просто не было места. Да и квалификация персонала в локомотивных депо и тогда, и сейчас была, мягко скажем, далека от идеальной. Ремонтникам-то, дай Бог, с настройкой амплистата на М62 разобраться, а тут – электроника...

Возникают параллели с изобретением отца Е.Я.Гаккель – Якова Модестовича; для массового внедрения тепловозов в 1920-е гг. потребовалась бы передельная всей локомотивной инфраструктуры и высокая квалификация ремонтного персонала. Как говорится в известной тяговой поговорке – «на паровозе неисправность пять минут ищешь, два часа устраняешь; на электровозе два часа ищешь – пять минут устраняешь; а на тепловозе два часа ищешь и два часа устраняешь».

Интересно отметить, что легендарная «Волга» ГАЗ-21 изначально оборудовалась автоматической коробкой передач! Но из-за того, что в стране не было даже специальной жидкости для АКПП (не говоря уж о специализированных сервисах), в серию машина пошла с механической коробкой⁶⁰.

История советского (да и российско-го) транспорта знает много таких примеров. Тепловоз ТГ102, например, так и остался в воспоминаниях машинистов ТЧ-9 как «тяпнешь горя сто два раза», хотя конструктивно машина была задумана и реализована неплохо (об этом речь пойдет в отдельной статье). Убили же «сто второй» низкая квалификация персонала и отсутствие необходимой инфраструк-туры.

Обидно другое. Через много лет после того, как элементы автомашиниста прочно обосновались на полках лаборатории, в одном из иностранных журналов появилась фотография индукционных датчиков – точно таких, как были применены в САУТ. Только производство уже импортное, и авторы – не наши люди...

В современных российских условиях положение отраслевой железнодорожной науки таково: она или занимается обслуживанием проектов нашей естественной монополии (ОАО «РЖД»), или же решает конкретные прикладные задачи, которые ставит транспортный бизнес (модернизация вагонов, разработка схем погрузки грузов в вагоны и т.п.). Все разговоры об инновациях и прочих новшествах сводятся, как правило, или к закупке импортной техники для высокоскоростного движения, или же к «освоению» той части бюджета РЖД, которая выделена на НИОКР. Так как интересы ОАО «РЖД» вполне успешно обслуживают ВНИИЖТ и структуры, близкие к дорожным службам технической политики, то заказы бизнеса выполняют либо кафедры отраслевых вузов, либо созданные на их основе (иногда даже отделившиеся) научно-инженерные центры. Не желая заканчивать статью в минорном тоне, хотим сообщить, что с 2012 года в Санкт-Петербурге начала функционировать «Лаборатория автоматизации подвижного состава», созданная в рамках одной из коммерческих транспортных структур. Лаборатория работает в области применения тяговых расчётов для решения различных прикладных задач, а также в сфере модернизации подвижного состава и исследований в области экономики грузовых перевозок.

Авторы выражают глубокую признательность Г.С.Афонину и Я.Эйдуксу за помощь при подготовке настоящей работы.

Санкт-Петербург,
7 февраля 2004 г.-22 ноября 2012 г.

⁵⁵ В частности – по делу №__ «Уход тепловоза ТЭП75 с базы МГП «Строитель» по ст.Кушелевка Окт.ж.д.»

⁵⁶ Локомотивное (ныне – эксплуатационное локомотивное) депо Дно Окт.ж.д. (начальник в описываемое время – А.Н.Степанов).

⁵⁷ А.Исаев. Оценка и прогнозирование надежности локомотивов на основе тяговых расчетов. - Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. - СПб, 1999 г.

⁵⁸ С 1993 г. - специальность «Локомотивы (тепловозы)»

⁵⁹ М.А.Бережковский (род. 1932) – выпускник специальности «Вагоны» (1956), инженер ВЧД Волховстрой (1956-1957), инженер-конструктор объединения «Ленинец» (1957-1961), главный конструктор завода «Равенство» (1961-1972) главный конструктор СКБ аналитического приборостроения (1972-1992). Среди его разработок - аппараты по жизнеобеспечению космических кораблей и аппаратура по защите морских акваторий от проникновения малых подводных лодок.

⁶⁰ По воспоминаниям бывшего главного конструктора ГАЗ (1947-1983) Б.А.Дехтяря. Цит. по: Иван Падерин. Двадцать первая. Большая книга о машине грёз. – М.-DeAgostini, 2010. – С.310