

УДК 004.416.6

Автоматизация проектирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики на базе АРМ-ПТД версии 6

Б. П. Денисов, Н. И. Рубинштейн, С. Н. Растегаев, Н. Ю. Воробей

Петербургский государственный университет путей сообщения

Кафедра «Автоматика и телемеханика на железных дорогах»

armptd@imsat.spb.ru

Аннотация. Рассмотрены новые возможности автоматизированного рабочего места проектировщика технической документации версии 6. Приведено описание новых модулей автоматизации проектирования, а также модернизации существующих. Обозначены перспективы развития автоматизированного рабочего места проектировщика технической документации.

Ключевые слова: автоматизация проектирования; АРМ-ПТД; АРМ-ТРЦ.

1 Введение

Петербургский государственный университет путей сообщения совместно с ООО «ИМСАТ» уже более 10 лет разрабатывает средства автоматизации проектирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики. В настоящее время автоматизированным рабочим местом проектировщика технической документации (АРМ-ПТД) оборудовано более 400 рабочих мест в 50 проектных институтах, из них более 200 рабочих мест – АРМ-ПТД версии 6. За время эксплуатации АРМ-ПТД доказал свою эффективность при проектировании устройств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) на станциях и перегонах. Автоматизация различных проектных операций в АРМ-ПТД и выявление технических ошибок, допускаемых во время проектирования, позволяет повысить качество технической документации и сократить сроки выполнения проектов.

2 Структура АРМ-ПТД версии 6

АРМ-ПТД [1] имеет гибкую модульную структуру, и комплектация каждого рабочего места может быть выбрана пользователем индивидуально в зависимости от потребностей. Программное обеспечение АРМ-ПТД версии 6 адаптировано для работы на современных операционных системах, таких как Windows Vista и Windows 7. Основным модулем АРМ-ПТД, с помощью которого осуществляется управление всеми пользовательскими проектами, является *менеджер проектов* (рис. 1). Он обеспечивает сетевой режим работы с проектами, работу с базой занятости, управление функциями автоматизированного монтажа и различных редакторов.

За последнее время в данный модуль было внесено большое число изменений, например, переработана база занятости узлов, клемм и контактов реле (рис. 2):

- база занятости узлов и клемм объединена с базой занятости и состояния контактов реле;

- обновление базы занятости происходит при выполнении операции «Анализ принципиальных схем»;

- переработан алгоритм обновления базы занятости, что позволило существенно сократить время, затрачиваемое на данную операцию;

- отображаемые ошибки, относящиеся к занятости и состоянию контактов, дублируются во вкладке «База занятости»;

– для лучшего визуального восприятия состояния контактов реле отображаются разными цветами.

Проектирование любого нового объекта начинается со схематического плана станции – основного исходного документа для проектирования электрической централизации. В АРМ-ПТД для создания новых и редактирования уже созданных схематических планов станций применяется специализированный графический редактор (рис. 3). В нем заложены все требования и нормы технологического проектирования, предъявляемые к данному типу документов. При вводе и редактировании схематического плана используется база данных оборудования коллективного пользования. В настоящее время осуществляется разработка новой версии модуля схематического плана станции на базе универсального графического редактора, аналогичного редактору двухниточ-

ного плана, кабельных сетей, что позволит обойти ограничения, существующие в текущей версии редактора. Новая версия модуля схематического плана и сопутствующих таблиц (таблиц взаимозависимости и т. д.) планируется к выпуску в 2013 году.

В АРМ-ПТД при проектировании напольного технологического оборудования используются разработанные средства автоматизации, такие как:

- автоматизированное формирование таблиц взаимозависимости на основе схематического плана, в том числе с расчетом параметров переездной сигнализации;
- автоматизированное формирование двухниточного плана станции с фазочувствительными или тональными рельсовыми цепями на основе схематического плана;
- автоматизированное формирование схемы канализации тягового тока на основе двухниточного плана станции.

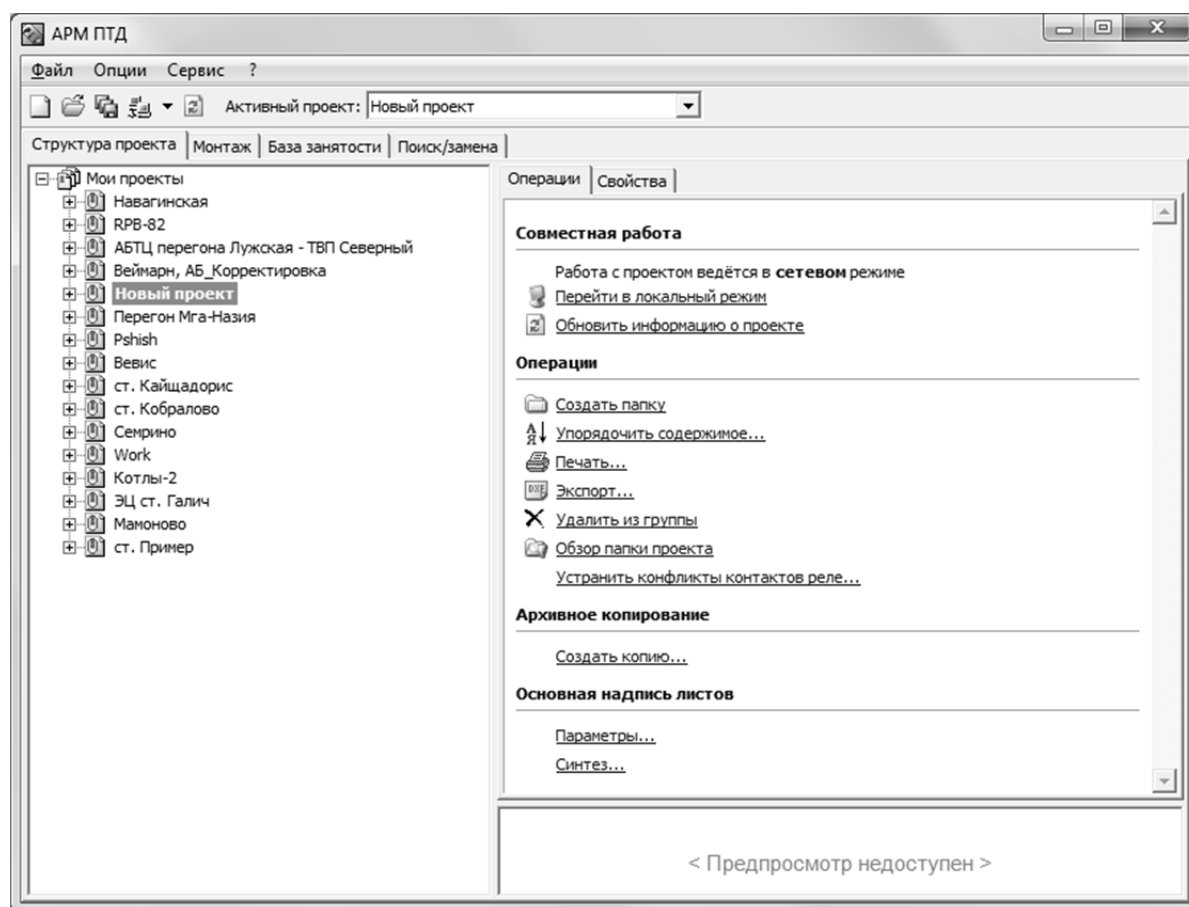


Рис. 1 Менеджер проектов АРМ-ПТД версии 6

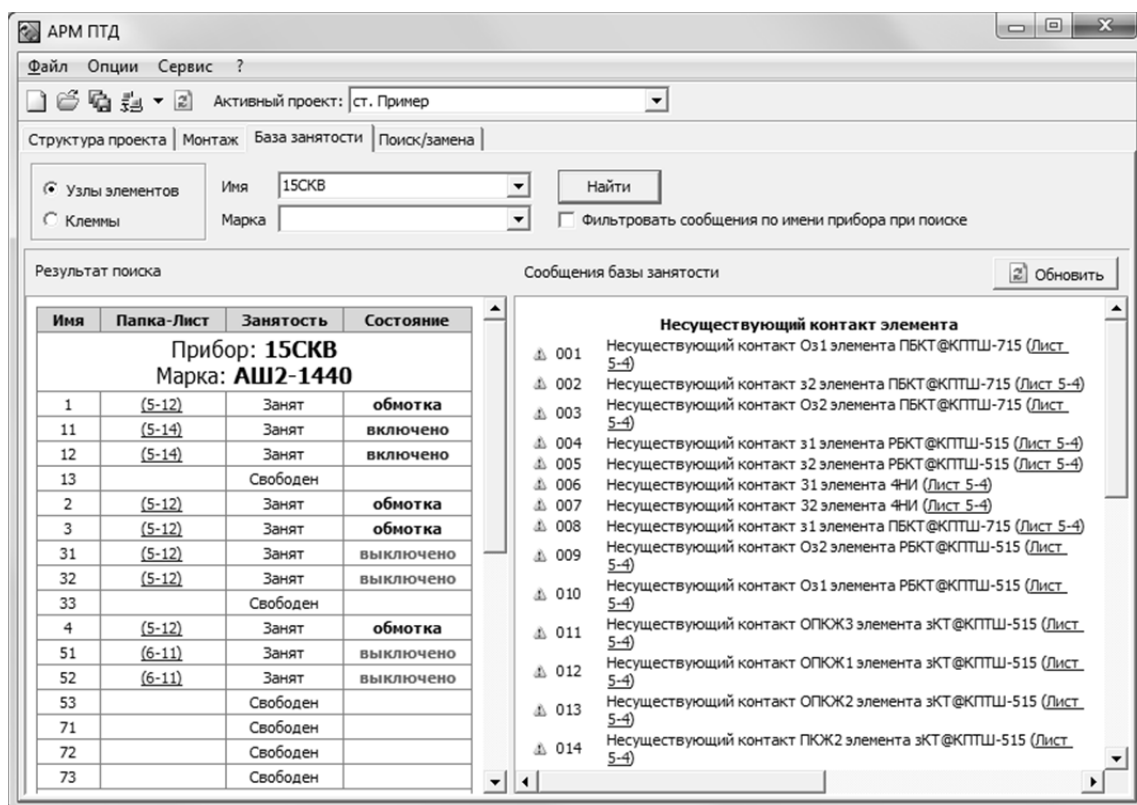


Рис. 2 База занятости

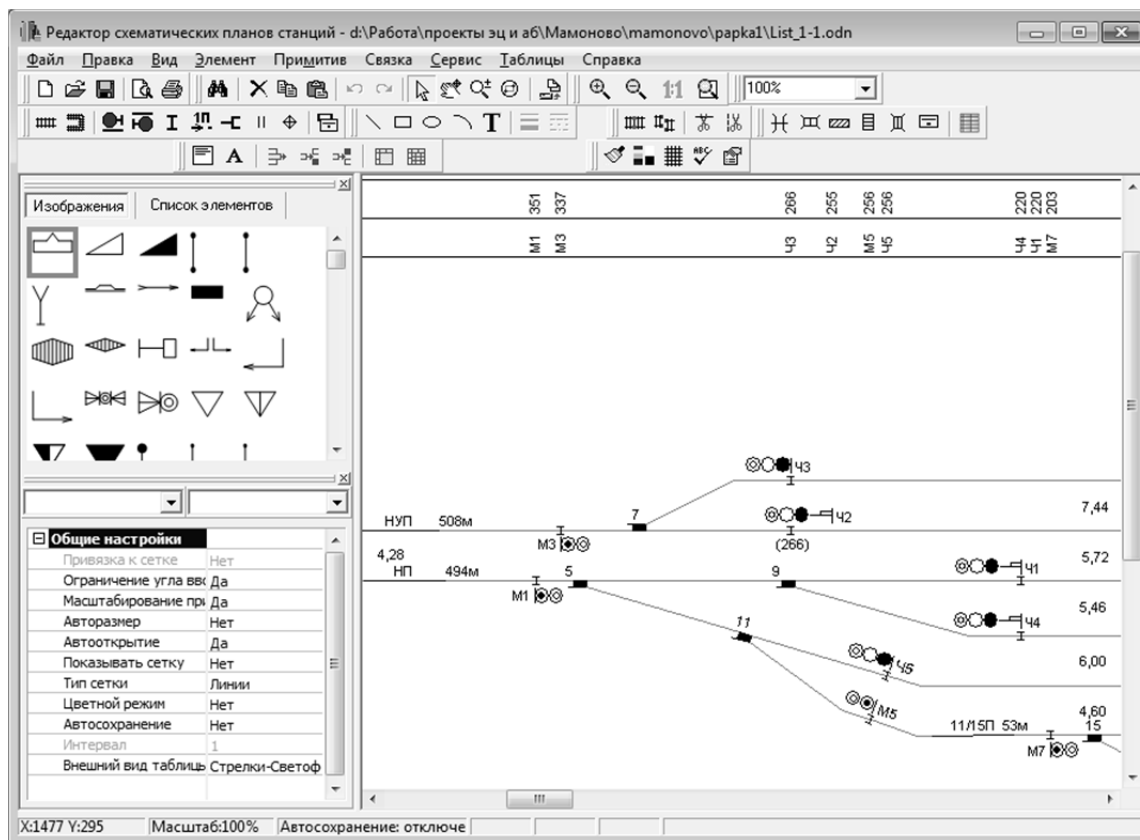


Рис. 3 Редактор схематических планов станций

Создание новых или редактирование существующих двухниточных планов станций осуществляется в *универсальном графическом редакторе*. Кроме этого, данный редактор позволяет создавать и редактировать кабельные сети станций, путевые планы и кабельные сети перегонов, схемы внешнего вида аппаратов управления и другие документы.

В модуле кабельных сетей станций существуют функции автоматизации, такие как перенос объектов с двухниточного плана на кабельную сеть, трансляция проводов по выделенным объектам, расчет жильности в зависимости от количества проводов в кабеле и расчет длины кабеля между объектами (в соответствии с указаниями И-81-77). Соединение объектов кабелем и расстановка разветвительных муфт выполняются пользователем. В настоящее время ведется переработка модуля кабельных сетей, заключающаяся в расширении его функциональных возможностей.

Одним из важнейших этапов проектирования устройств ЖАТ является создание принципиальных и монтажных схем. Для этого в АРМ-ПТД существует специ-

ализированный *редактор принципиальных схем* (рис. 4), позволяющий формировать принципиальные схемы из библиотечных элементов. При соединении элементов проводами происходит не только геометрическое, но и логическое связывание, что позволяет строить логические модели принципиальных схем. Сформированные принципиальные схемы в формате АРМ-ПТД дают возможность произвести их автоматизированный монтаж.

Важнейшим этапом автоматизированного монтажа является анализ принципиальных схем, во время которого осуществляется проверка принципиальных схем и выявляются ошибки, допущенные при их вводе, например:

- использование несуществующих контактов реле и выводов блоков;
- повторное использование контактов реле и выводов блоков;
- отсутствие обмоток реле на принципиальных схемах;
- отсутствие контактов при наличии обмоток реле на принципиальных схемах;
- разное состояние контактов реле и др.

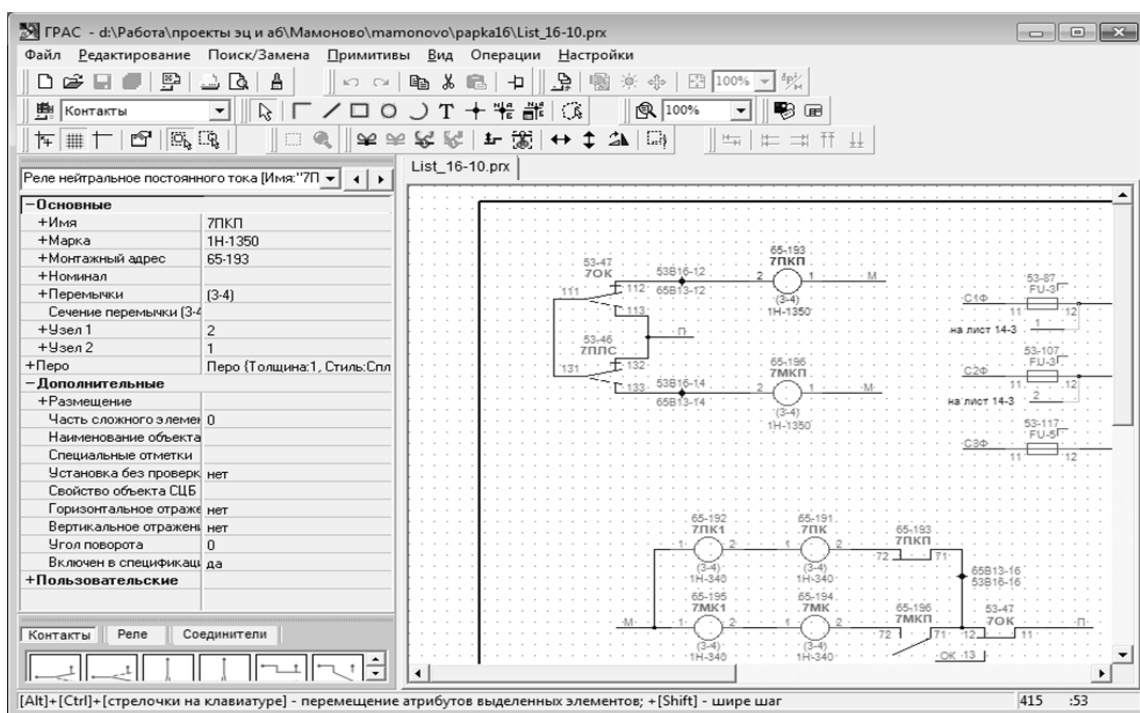


Рис. 4 Редактор принципиальных схем

Следующим этапом автоматизированного монтажа является размещение приборов на стативах или в релейных шкафах. Данную функцию осуществляет специализированный модуль *расстановки приборов* (рис. 5). Для упрощения размещения оборудования в данном модуле существует возможность сортировки приборов по типам, а также визуальная подсветка тех мест на стативах, где прибор может быть размещен. Также в данном

модуле предусмотрена автоматизация набивки полок и верхних клеммных панелей в соответствии со статовым шаблоном. Кроме того, с помощью данного модуля осуществляется разделка напольных кабелей по клеммам кроссовых стативов. После завершения расстановки приборов на принципиальные схемы могут быть автоматически нанесены монтажные адреса приборов и переходы с кроссового статива.

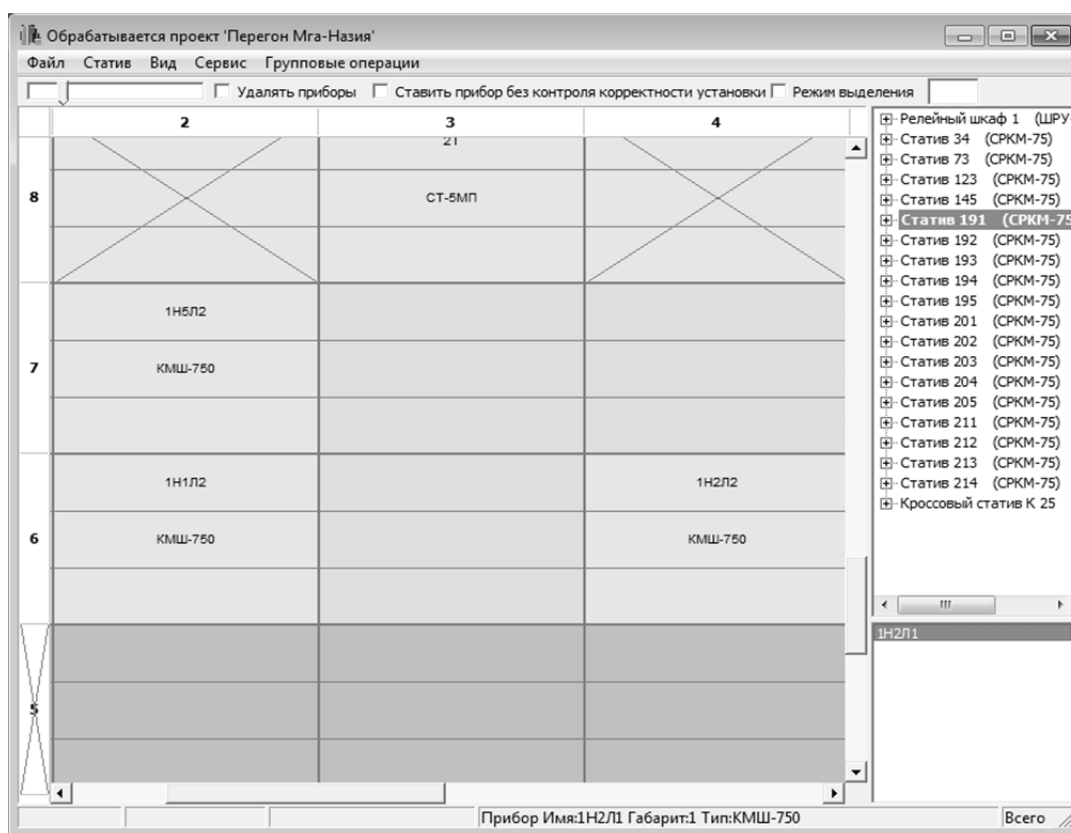


Рис. 5 Модуль расстановки приборов

Формирование монтажных схем релейных и кроссовых стативов осуществляется модулем *синтеза монтажной документации*, в котором предусмотрено большое количество опций монтажа, предназначенных для гибкой настройки способа монтажа и вида монтажной документации. Список опций и база оборудования для монтажа непрерывно дополняются по запросам пользователей.

Сформированные монтажные карточки могут быть открыты в *редакторе мон-*

тажных карточек, разработанном на базе универсального графического редактора. В нем при необходимости монтажная документация может быть отредактирована, причем для этого пользователю требуется указать только вид операции (соединение или разъединение) и выводы приборов. Прямые и обратные монтажные адреса прописываются или удаляются автоматически.

Монтаж аппаратов управления в АРМ-ПТД также осуществляется в авто-

матизированном режиме на основе внешнего вида аппарата управления и принципиальных схем.

Модуль синтеза спецификаций оборудования позволяет автоматически формировать спецификацию напольного оборудования на основе двухниточного плана станции и схемы кабельной сети, а также постативную спецификацию или спецификацию релейного шкафа на основе базы монтажа. После этого может быть сформирована заказная спецификация с возможностью экспорта в программу Excel с разбивкой на листы.

Следует отметить, что выдача проектной документации осуществляется в отраслевом формате. Формат выходных документов АРМ-ПТД версии 6 полностью соответствует формату документов автоматизированного рабочего места ведения технической документации (АРМ-ВТД) и не требует дополнительной конвертации.

В настоящее время во многих проектных организациях для проектирования ЖАТ применяется программа AutoCad. АРМ-ПТД версии 6 позволяет экспортировать техническую документацию в формат DWG.

3 Новые возможности АРМ-ПТД версии 6

Новым техническим решением является *модуль синтеза путевых планов перегонов* для системы автоблокировки с тональными рельсовыми цепями (АБТЦ) на основе графа возможных расположений рельсовых цепей и поиска оптимального пути на нем в соответствии с заданными критериями. Данный модуль позволяет проводить синтез с учетом критериев оптимальности, таких как минимальное число рельсовых цепей, минимальная разница длин смежных (т. е. работающих от одного генератора) рельсовых цепей и других. Доказано, что автоматизированный синтез путевого плана перегона дает возможность получить меньшее число рельсовых цепей на перегоне по сравнению с неавтоматизированным методом, а также исключить ошибки, которые могут

быть допущены при неавтоматизированном проектировании путевого плана перегона.

Новым направлением в АРМ-ПТД является проверочный расчет регулировочных характеристик тональных рельсовых цепей (ТРЦ) [2]. Для этого специалисты ПГУПС создали автоматизированное рабочее место анализа работы и построения регулировочных таблиц тональных рельсовых цепей *АРМ-ТРЦ* [3]. В соответствии с решением комиссии ЦШ в конце 2011 г. АРМ-ТРЦ принят в постоянную эксплуатацию и рекомендован для выполнения проверочных расчетов параметров рельсовых цепей и использования его в учебном процессе вузов железнодорожного транспорта (специальность «Автоматика и телемеханика»). Развитием АРМ-ТРЦ является версия 2.0 (рис. 6), которая может работать как в составе АРМ-ПТД, так и отдельно.

АРМ-ТРЦ версии 2.0 предназначен для создания, просмотра и редактирования схематических изображений рельсовых цепей, а также построения на их основе регулировочных таблиц.

Разработанный программный продукт не имеет аналогов по предоставляемой функциональности и удобству интерфейса пользователя. В АРМ-ТРЦ пользователь работает с привычными графическими элементами принципиальной электрической схемы. Элементы представляют собой совокупность графического изображения части электрической цепи или путевого развития (топологии) и программного модуля с математической моделью. Задача построения моделей вручную чрезвычайно кропотливая, требует высокой квалификации проектировщика, постоянного внимания и сосредоточенности, так как объем работы для построения математических моделей достаточно велик. АРМ-ТРЦ обладает уникальной возможностью автоматического построения математических моделей по сформированному пользователем схематическим изображениям рельсовых цепей.

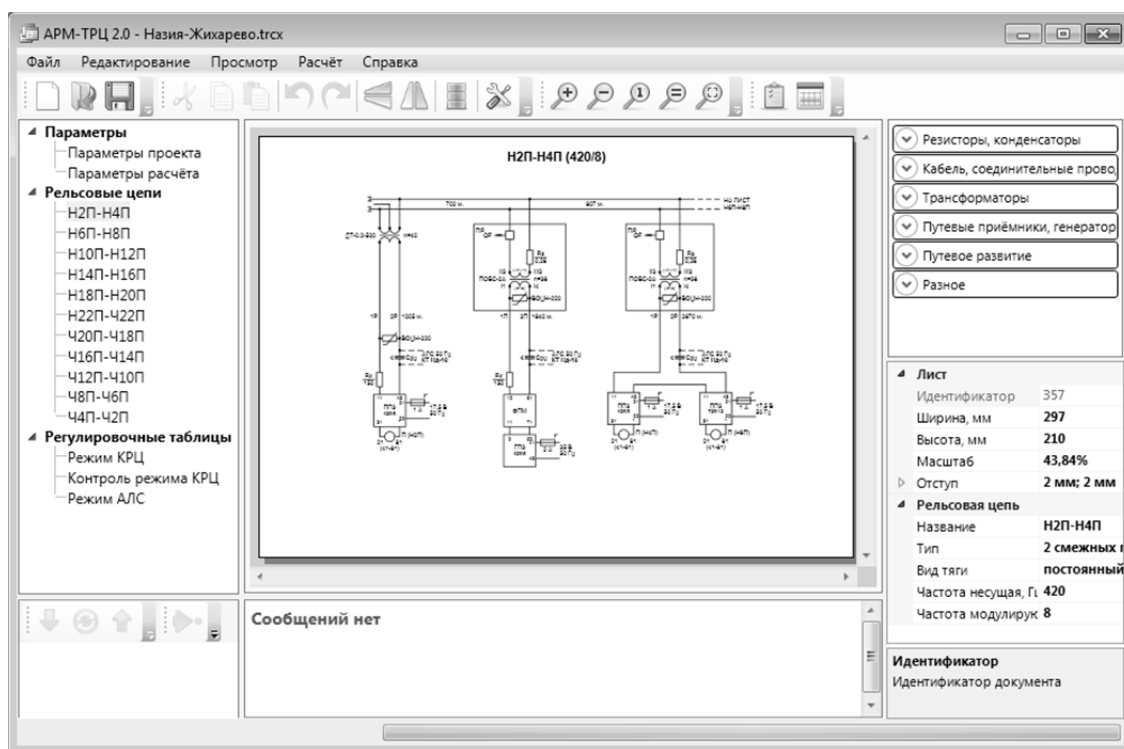


Рис. 6 Пользовательский интерфейс АРМ-ТРЦ версии 2.0

Схематическое изображение рельсовой цепи формируется в специализированном графическом редакторе с использованием библиотечных элементов. Исходными данными для формирования схематических изображений рельсовых цепей являются принципиальные электрические схемы, двухниточный план станции или перегона и кабельная сеть.

Применяемая математическая модель (на основе теории четырехполюсников) позволяет учитывать изменение электрического сигнала (модуля и аргумента) при прохождении его по каждому из элементов, входящих в исследуемую рельсовую цепь.

АРМ-ТРЦ осуществляет автоматизированный расчет параметров и составление регулировочных таблиц для тональных рельсовых цепей (рис. 7) на станциях и перегонах на основе проверки работоспособности рельсовых цепей в режимах:

1) контроля рельсовых цепей, который включает в себя:

– при свободной рельсовой цепи – нормальный режим, режим исключения

перегрузки на путевых приемниках, контрольный режим (за исключением неконтролируемых ответвлений в разветвленных ТРЦ), режим контроля схода стыков (КСС), режим обеспечения зоны дополнительного шунтирования (для перегонных РЦ, находящихся в зоне проходных светофоров);

– при занятой рельсовой цепи – шунтовой режим и режим контроля очередности занятия ответвления (КЗО).

2) в режиме АЛС – при занятой рельсовой цепи и в режиме короткого замыкания.

В существующих методах расчета регулировочных характеристик ТРЦ используются номинальные значения параметров элементов рельсовых цепей и не учитываются возможные отклонения параметров от номинальных значений, достигающих 10 и более процентов.

Известны случаи, когда тональные рельсовые цепи, находящиеся в эксплуатации, отрегулированные по утвержденным нормам и отвечающие всем эксплуатационным требованиям, тем не менее работают неустойчиво.

Регулировочная таблица режима КРЦ													
Наименование РЦ	f _н /f _м , Гц	L, L1/L2, м	U _г , В	U _ф , В	U _н В	U _{пп} , В		Особые условия:					
						мин.	макс.	Вкл. ФПМ	Наличие R _к , Ом		Наличие R _з , Ом		Наличие УТЗ при п
									ПК	РК	ПК	РК	
Н1П Н3П	580/8	394 510	3,35	31,80	0,63	0,50 0,40	0,66 0,59	12-61	150 150	150 -	0,28 0,28	- 0,28	
Н5П Н7П	780/8	250 380	6,25	44,40	0,85	0,76 0,65	0,96 0,87	12-62	- -	- -	0,28 0,28	0,28 0,28	
Н9П Н11П	720/12	510 250	7,76	56,26	1,06	0,61 0,70	0,85 0,88	12-62	- -	- -	0,28 0,28	0,28 0,28	
Н13П Н15П	480/8	350 580	4,03	37,44	0,70	0,45 0,40	0,60 0,58	12-61	- -	- -	0,28 0,28	0,28 0,28	
Н17П Ч25П	780/8	250 250	5,91	39,46	0,65	0,74 0,69	0,92 0,81	12-62	- -	- -	0,28 0,28	0,28 0,28	

Регулировочная таблица режима АЛС						
Наименование КТ	U, В	S _{1кт} , ВА	I _{1кт} , А	Cos φ	Частота АЛС, Гц	I _{алс} , А, не менее
КТ Н-1	143,0	83,72	0,38	0,63	50	2,0
КТ 1-3	137,5	82,27	0,37	0,64	50	2,0
КТ 3-5	159,5	93,20	0,42	0,64	50	2,0
КТ 5-7	121,0	72,05	0,33	0,59	50	2,0
КТ 5	110,0	67,37	0,31	0,57	50	2,0
КТ 7-9	121,0	72,36	0,33	0,60	50	2,0
КТ 9-11	143,0	85,83	0,39	0,66	50	2,0
КТ 11-ЧД	132,0	76,81	0,35	0,61	50	2,0
КТ НД-14	115,5	69,50	0,32	0,59	50	2,0
КТ 14-12	137,5	82,75	0,38	0,65	50	2,0
КТ 12-10	187,0	112,26	0,51	0,68	50	2,0
КТ 10-8	198,0	118,23	0,54	0,66	50	2,0
КТ 8	165,0	95,82	0,44	0,63	50	2,0

Рис. 7. Регулировочные таблицы,
составленные с применением АРМ-ТРЦ

АРМ-ТРЦ позволяет осуществлять расчет регулировочных характеристик с учетом фактических допускаемых отклонений значений параметров элементов. Такой расчет [4] должен обеспечить более надежную и устойчивую работу проектируемых ТРЦ, а также рельсовых цепей, находящихся в эксплуатации.

К перспективам развития АРМ-ПТД следует отнести:

- адаптирование программного обеспечения для проектирования систем управления движением поездов в метрополитене;
- адаптирование программного обеспечения для проектирования микропроцессорных систем централизации и автоблокировки;
- завершение разработки режима реконструкции и модернизации устройств ЖАТ.

Для развития модуля АРМ-ТРЦ предполагается автоматизировать построение

схематических изображений рельсовых цепей на основе двухниточных планов станций и перегонов и принципиальных электрических схем.

4 Заключение

АРМ-ПТД версии 6 предоставляет широкие возможности для автоматизации проектирования систем ЖАТ. Применение АРМ-ПТД позволяет существенно сократить время, затрачиваемое на проектирование устройств и систем ЖАТ, и повысить качество технической документации.

АРМ-ПТД может использоваться как проектными организациями и фирмами, так и вузами железнодорожного транспорта в учебном процессе.

Ознакомиться с программным обеспечением АРМ-ПТД 6.0 и пройти стажировку можно в лаборатории автоматизации проектирования и моделирования ПГУПС.

Библиографический список

1. *Василенко М. Н.* Новые возможности автоматизации проектирования систем железнодорожной автоматики на базе АРМ-ПТД / М. Н. Василенко, Б. П. Денисов, М. С. Трясов // Современные тенденции развития средств управления на железнодорожном транспорте: сборник докл. МНПК, посвященной 50-летию ВНИИАС. – Звенигород, 2006. – 306 с.

2. *Василенко М. Н.* Расчет параметров и проверка работоспособности бесстыковых тональных рельсовых цепей / М. Н. Василен-

ко, Б. П. Денисов, В. Б. Культин, С. Н. Растегаев // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2006. – № 2 (7). – С. 104–112.

3. *Безродный Б. Ф.* Автоматизация расчета параметров и проверки ТРЦ / Б. Ф. Безродный, Б. П. Денисов, В. Б. Культин, С. Н. Растегаев // Автоматика, связь, информатика. – 2010. – № 1. – С. 15–17.

4. *Растегаев С. Н.* Учет отклонений параметров элементов при расчете ТРЦ / С. Н. Растегаев // Автоматика, связь, информатика. – 2010. – № 5. – С. 36–37.