

Оборудование передачи данных, основное компьютерное и серверное оборудование ДЦ «Неман» размещается в проектируемых телекоммуникационных шкафах ТШ ЛП, которые устанавливаются в релейных помещениях станций. Телекоммуникационный шкаф ТШ ЛП предназначен для централизованного размещения и электропитания (в случае отсутствия на станции бесперебойного напряжения) оборудования линейного пункта, а также является коммутационным узлом локальной вычислительной сети линейного пункта ДЦ «Неман». Емкость шкафа рассчитана таким образом, что позволяет разместить как коммутационные устройства, так и активное оборудование. Конфигурация шкафа подобрана так, что обеспечивает удобства монтажа и обслуживания в процессе эксплуатации оборудования передачи данных. Контроль микроклимата внутри шкафа осуществляется с помощью вентилятора с терморегулятором. Необходимость кондиционирования помещения определяется проектом.

Для обеспечения отказоустойчивости линейного комплекта оборудования системы ДЦ «Неман» при выходе из строя одного из компонентов системы, а также для автоматического переключения с активного комплекта оборудования на пассивный в случаях отказа устройства сопряжения ЦЗ2М, отказа источника бесперебойного питания; неработоспособности одного из компьютеров комплекта предусматривается автоматическое горячее резервирование устройств оборудования линейного пункта ДЦ «Неман» (АРОЛП), основанное на дублировании компьютера, ИБП, ЦЗ2М. Также в системе предусмотрено переключение комплектов по команде ДНЦ с центрального поста ДЦ и непосредственное переключение на линейном пункте по нажатию кнопки.

#### **Список литературы**

1 Технические решения по проектированию ИЩДЖ.420000-01-01 Автоматизированное рабочее место дежурного по станции на базе типовых решений диспетчерской централизации «Неман» : изменение 1. – Минск : КТЦ Бел. ж. д., 2023. – 35 с.

2 Технические решения по замене СКЦ на систему ДЦ «Неман» для управления ЭЦ ст. Гришаны и Лучеса 070439-П3. – Минск : УП «Белжелдорпроект» Бел. ж. д., 2005.

УДК 625.1:004.942

## **АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ВХОДНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ РЕЛЬСОВОЙ ЦЕПИ В РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ**

*М. М. СОКОЛОВ, А. Г. ХОДКЕВИЧ, К. В. ПЕТРАКОВА*

*Омский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация*

Классический подход к проектированию рельсовых цепей предполагает расчет параметров источника питания, направленный на обеспечение корректной работы путевого приемника во всех эксплуатационных режимах работы РЦ. Основная задача таких расчетов – определить значения напряжения и мощности источника питания, которые будут гарантировать, что в нормальном режиме ток, доходящий до реле, будет достаточным для его срабатывания и удержания даже при минимальном сопротивлении изоляции, в шунтовом – снизится ниже порога отпускания якоря, а в контрольном – исключит ложное срабатывание при аварийных состояниях. При решении данной задачи анализируются значения входных сопротивлений питающего и релейного концов, для получения которых учитывались характеристики типовой аппаратуры, применяемой как на питающем конце, так и на релейном, а также сопротивление рельсов, длина участка и сопротивление изоляции. Несмотря на то, что в расчете берут во внимание возможные изменения в процессе эксплуатации влияющих факторов, таких как колебания напряжения сети или постепенное ухудшение изоляции, он ориентирован на путевой приемник с дискретным выходным сигналом «свободно/занято», что не позволяет установить точные причины в случае выдачи информации о занятом путевом участке: было ли это наложение шунта, обрыв рельсовой нити или критическое снижение сопротивления изоляции. Если же измерять значение входного сопротивления питающего конца и сравнивать с расчетными значениями, то можно получать актуальные данные о текущем состоянии цепи и состоянии изоляции.

В рамках студенческой научной работы на кафедре «Автоматика и телемеханика» ОмГУПСА была разработана Программа расчета входного сопротивления рельсовой цепи [2], позволяющая проанализировать поведение входного сопротивления при различных значениях влияющих параметров. В качестве аналитических выражений использовались выражения из классической теории работы рельсовых цепей [1]. Программа была реализована с помощью Smath Studio – российского программного обеспечения для выполнения инженерных расчетов. Данная платформа предполагает широкий функционал, в том числе средства визуализации через построение графиков.

В качестве примера приведем результаты, полученные в ходе моделирования для схемы рельсовой цепи рисунка 1.

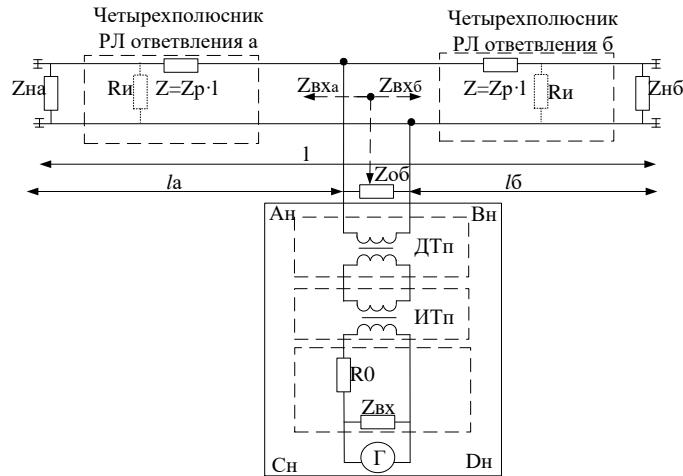


Рисунок 1 – Схема замещения рельсовой цепи

В результате моделирования для случая  $l_a = l_b = 500$  м было выявлено, что при данной длине и любых значениях нагрузки значения  $Z_{bx}$  в нормальном режиме вполне различимы для разных сопротивлений изоляции.

На рисунке 2 представлен пример результата моделирования для шунтового режима работы РЦ, где в виде сплошных линий отображено изменение  $Z_{bx}$  по всей длине ответвления б, точками отмечены места контроля нахождения шунта, отсчет места нахождения шунта начинается с конца ответвления б, за последнюю координату места нахождения шунта принят питающий конец ( $X_{ш} = 500$  м).

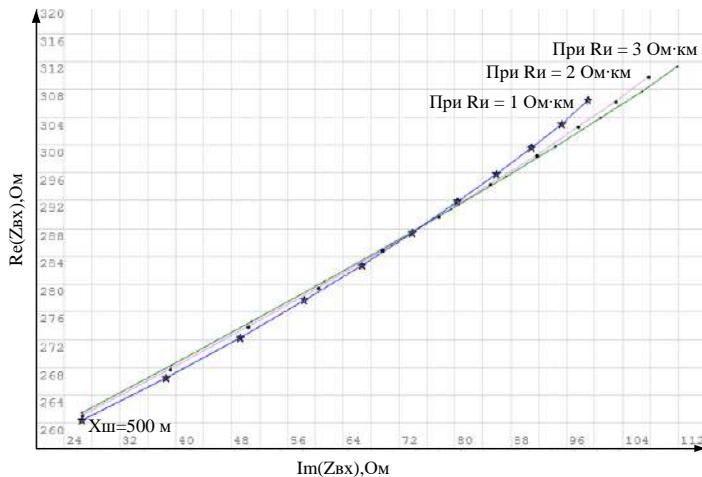


Рисунок 2 – Графики изменения активной и реактивной составляющих входного сопротивления в шунтовом режиме ( $Z_h = 0,1 \text{ Ом}$ )

По графикам на рисунке 2 видно, что значения входного сопротивления при разных значениях сопротивления изоляции при данной длине и любых значениях нагрузки в нормальном режиме вполне различимы для разных сопротивлений изоляции и различных координат местоположения шунта.

Аналогичные зависимости были получены и для всех режимов работы рельсовых цепей в широком диапазоне изменения характеристик сопротивления изоляции и длины ответвлений.

Результаты, полученные при помощи Программы расчета входного сопротивления рельсовой цепи [2], говорят о возможности применения комплексного значения входного сопротивления рельсовой цепи в качестве диагностического признака в задачах определения местоположения подвижного постава или возникновения неисправностей в рельсовой линии.

#### Список литературы

1 Рельсовые цепи магистральных железных дорог : справ. / В. С. Аркадов, Ю. В. Аркадов, С .В. Казеев, Ю .В. Ободовский. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Миссия-М, 2006. – 496 с.

2 Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025668393 Российская Федерация. Программа расчета входного сопротивления рельсовой цепи : заявл. 09.06.2025 : опубл. 15.07.2025 / М. М. Соколов, К. В. Петракова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения».

УДК 656.259

## РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО МАКЕТА ПЕРЕЕЗДНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ АПС-04

Л. Н. СТАЖАРОВА, А. П. ВЫЛУПКО

Ростовский государственный университет путей сообщения, г. Ростов-на-Дону,  
Российская Федерация

Лабораторный макет – это сконструированное устройство или модель, предназначенные для изучения, демонстрации логики и принципов работы определенных систем. Такие макеты являются неотъемлемой частью системы образования, поскольку они позволяют обучающимся на практических занятиях применять теоретические знания и моделировать разные ситуации на лабораторных стендах.

Они способствуют более глубокому пониманию предмета. Работа с макетом позволяет наглядно, за короткий промежуток времени, неограниченное количество раз, безопасно, в режиме реального времени упростить усвоение сложных принципов и концепций.

Работа с лабораторными макетами развивает практические навыки, позволяя решать вопросы анализа данных, решения проблем и неисправностей, работы с инструментами, что тоже является очень важной частью системы образования.

Практическая составляющая железнодорожных систем имеет высокую актуальность для процесса обучения студентов по специальности «Системы обеспечения движения поездов», поэтому разработка лабораторного макета переездной сигнализации АПС-04, позволяющей моделировать различные случаи, связанные с работой устройств и возможными неисправностями, является актуальной задачей.

### 1 Технические характеристики макета

#### 1.1 Аппаратные модули:

- контроллер АПС-04: микропроцессор на базе ARM Cortex-M, 8 каналов дискретных входов, 8 каналов дискретных выходов, встроенный Watchdog;
- релейные блоки: двухуровневые релейные модули с электромагнитными реле на 24 V DC, нагрузка до 5 A;
- платы расширения;
- аналоговые входы (4×0–10 V, 4×4–20 mA) для подключения фотодиодов и токовых трансдьюсеров;
- RS-485/Modbus-порт для интеграции с АСДК;
- Ethernet-коммуникатор для подключения к локальной сети.

#### 1.2 Имитируемые датчики и исполнительные механизмы (таблица 1).

Таблица 1

Тип устройства	Параметры	Назначение
Концевые выключатели	Герконовые, 24 V DC	Детектирование положения шлагбаума
Фоторезисторы	0–10 kΩ, время отклика 20 ms	Симуляция наличия состава
Шлагбаум с электроприводом	Скорость 1 м/с, момент 15 Nm	Моделирование подъёма/опускания
Светофорные головки	LED, 3 цвета, потребление 0,5W	Индикация разрешающего/запрещающего сигналов