

Д. А. Петин¹, А. Н. Смердин¹

¹Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск, Российская Федерация

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ УЧАСТКА КОНТАКТНОЙ СЕТИ В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ AUTOCAD

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы технической реализации экспериментальной информационной модели участка контактной сети перегона посредством системы автоматизированного проектирования AutoCAD. Основная задача описываемой модели наглядно продемонстрировать эффективность использования современных информационных технологий и технических средств применительно к разработке проектов по контактной сети.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, контактная сеть, информационная модель, автоматизация проектирования

D. A. Petin¹, A. N. Smerdin¹

¹Omsk State Transport University, Omsk, the Russian Federation

DEVELOPMENT OF AN EXPERIMENTAL INFORMATION MODEL OF AN OVERHEAD CONTACT LINE SECTION IN THE AUTOCAD COMPUTER-AIDED DESIGN SYSTEM

Abstract. The article deals with the technical implementation of the experimental information model of the section of the overhead contact line by means of the computer-aided design system AutoCAD. The main task of the described model is to demonstrate the effectiveness of using modern information technologies and technical means in relation to the development of projects of the overhead contact line.

Keywords: railway transport, overhead contact line, information model, design automation

Введение

Современный мир – мир информационных технологий. Свое применение они нашли практически во всех сферах человеческой жизни. Их использование способствует оптимизации процессов обработки информации, снижению трудоемкости использования ресурсов, применению новых форм информационной поддержки любых видов деятельности, при этом экономятся затраты труда, времени, энергии, вещественных средств, что способствует повышению эффективности развития в той или иной сфере деятельности человека [1].

Исключением не стала и созидательная деятельность в области дизайна, проектирования и конструирования. Среди информационных технологий, применяющихся в данной области, существуют различные средства, направленные на автоматизацию рутинных, множество раз повторяющихся процессов и операций. Основной их целью является ускорение, упрощение и облегчение непосредственно процесса проектирования, чтобы сделать его более связным, интересным, творческим, а также снизить вероятности допущения ошибок. К таким средствам относят системы автоматизации проектирования (CAD), инженерных расчетов (CAE) и компьютерной поддержки производства (CAM), технологии управления жизненным циклом объектов производства (CALS, PLM), информационного моделирования (BIM), цифровых двойников (Digital Twins), технологии виртуальной и дополненной реальности (VR и AR) и др.

Многие из них, в частности CAD-, CAE-, CAM-системы наряду со средствами управления жизненным циклом CALS и PLM, находят применение при разработке проектов строительства и реконструкции объектов электроснабжения железнодорожного транспорта, одним

из которых является система контактной сети (КС) [2]. По своей сути их применение является переходным этапом к информационному моделированию контактной сети.

Информационное моделирование – это современная технология обоснования, формирования и реализации решений, ориентированная на обработку согласованной, достоверной информации обо всех основных периодах жизненного цикла строительного объекта [3]. Информационное моделирование является современным и рациональным способом формирования свойств и характеристик для возводимых строительных объектов различных отраслей. При таком подходе на этапе проектирования устанавливаются показатели надёжности, безопасности и эффективности эксплуатации строительных объектов [4].

Информационное моделирование контактной сети на современном этапе

Использование устаревших методик проектирования и расчета существенно снижают качество получаемых результатов. Поэтому информационное моделирование, как новый подход к проектированию, сегодня находит применение при разработке проектов строительства и реконструкции объектов транспортного энергоснабжения. Особенностью такого моделирования при проектировании контактной сети является внедрение информационных технологий, посредством которых оно реализовано, в специализированное программное обеспечение (ПО). Однако использование такого ПО носит не повсеместный, а скорее локально обособленный характер и применяется в разработках ведущих компаний в области проектирования, производства и обслуживания контактных сетей железнодорожного транспорта, либо в области создания специализированного программного обеспечения [5].

К числу наиболее известных разработок в области автоматизации проектирования контактной сети магистрального железнодорожного транспорта относится пакет программ Sicat Master компании Siemens, который представляет собой независимую CAD-систему [6]. Результаты ее работы, благодаря различным интерфейсам, могут перерабатываться и дополнительно обрабатываться в других CAD-системах (AutoCAD, MicroStation) и офисных программах. Структура этой системы состоит из нескольких программных модулей: управления проектами, обработки исходных данных, компоновки пути, проектирования контактной сети, вывода и экспорта данных.

Используя данные о пути, контактная сеть интерактивно проектируется с помощью модуля проектирования контактной сети. Инженер-проектировщик обеспечен всеми необходимыми функциями и различными форматами отображения, которые обеспечивают его информационную поддержку в процессе проектирования.

К еще одной из разработок относится программный инструмент автоматизации проектирования систем контактной сети и воздушных линий электропередачи электрифицированного железнодорожного и городского электрического транспорта, созданный компаниями Furrer Frey и Signon Deutschland GmbH, получивший название ELFF. Этот пакет программ состоит из различных программных модулей. Одним из них является модуль проектирования контактной сети – ELBAS OLACAD [7], который, как и описываемая в статье информационная модель КС, базируется на системе автоматизированного проектирования AutoCAD и работает схожим образом, но является специальной программной надстройкой.

Его работа базируется на нескольких принципах. Использование AutoCAD, по существу, состоит из обработки объектов и ввода команды. Объекты, например, линия, круг, прямоугольник и текст имеют свойства и могут быть связаны между собой. Такими свойствами могут быть, например: тип линии, толщина отрисовки, цвет и др., положение или размер шрифта. Программная надстройка определяет новые объекты, например, контактную подвеску, зажимы, консоли, опоры или фундаменты по их определенным свойствам (рис. 1)

Преимуществом использования таких объектов является возможность использования их определенных свойств. По сочетанию различных объектов в процессе проектирования создаются их взаимные комбинации, также существует и связь между их свойствами. Таким образом, при любых именованиях, например, типов стоек опор, немедленно пересчитываются действующие силы и моменты, геометрическая информация и другие переменные. В итоге,

из множества связанных элементов внутри системы автоматизированного проектирования формируется интерактивный план проектируемого участка контактной сети.

Характерной особенностью интерактивного плана является то, что он содержит все свойства своих объектов. Это означает, что такой план контактной сети содержит не только графические элементы его оформления, но и все их данные и спецификации. Такой подход также является условием для осуществления возможности проектировать как в двухмерном, так и в трехмерном виде. Элементы обладают всей необходимой для этого информацией. Как следствие, в любой точке из плана КС можно извлечь продольные и поперечные сечения. Это позволяет иметь первое представление о будущем внешнем виде объекта уже на ранних стадиях проектирования. Таким образом, конфликты и сложные ситуации, возникающие при проектировании, становится легче заметить, распознать и исправить.



Рис. 1. Схема информационного взаимодействия AutoCAD и OLACAD

Нельзя не отметить достижения отечественных разработчиков в области автоматизации проектирования контактной сети. Сегодня главные достижения в этой области представлены компанией ЗАО «Универсал – контактные сети». Одним из них является создание единой информационной среды (ЕИС) при разработке проектов по контактной сети [2].

Единая информационная среда представляет собой распределенные базы данных, охватывающие все службы и подразделения участников жизненного цикла проектируемого объекта, а также содержит сведения об изделиях, производственной среде, ресурсах, бизнес-процессах, и обеспечивает корректность, актуальность, сохранность и доступность данных для всех субъектов жизненного цикла контактной сети. На сегодняшний день такая информационная среда реализована и используется при разработке проектов строительства и реконструкции контактной сети железных дорог. При пользовании ЕИС предоставляется возможность оперативного доступа к любой информации, относящейся к контактной сети на конкретном участке: данные, использованные в процессе разработки технических решений и рабочего проектирования, расчеты; данные по конкретным партиям поставленных изделий; данные по испытаниям компонентов, монтажу и т. д.

Одним из результатов её практического применения является автоматизированное формирование единой базы данных, исполненной документации в интерактивном электронном формате (рис. 2), которая включает: планы контактной сети; схемы армировок опор и жестких поперечен; спецификации (сводные, поанкерные и поопорные); схемы пролетов; чертежи применяемых на участке узлов и деталей; таблицы регулировки консолей в зависимости от температуры; график регулировки положения грузов компенсаторов; монтажные чертежи, инструкции и требования по регулировке контактной сети и др. [2, 8].

Решение задачи исследования проектирования информационной модели КС

Экспериментальная модель произвольного участка контактной сети перегона демонстрирует основные принципы её работы. Разработка модели состоит из нескольких этапов:

- (1) Выбор одной из подсистем контактной сети, на основе которой планируется сформировать информационную модель;
- (2) Разработка схемы взаимосвязей элементов выбранной подсистемы;

- (3) Создание интерактивных элементов плана на основе разработанной схемы взаимосвязей выбранной подсистемы;
- (4) Формирование информационной модели: отрисовка участка плана с помощью интерактивных элементов, определение характеристик объектов плана и ввод информации о них;
- (5) Извлечение данных и тестирование работоспособности сформированной модели.

В качестве средства реализации модели была выбрана система автоматизированного проектирования AutoCAD, ввиду её повсеместного использования в проектных организациях, а также богатого инструментария.

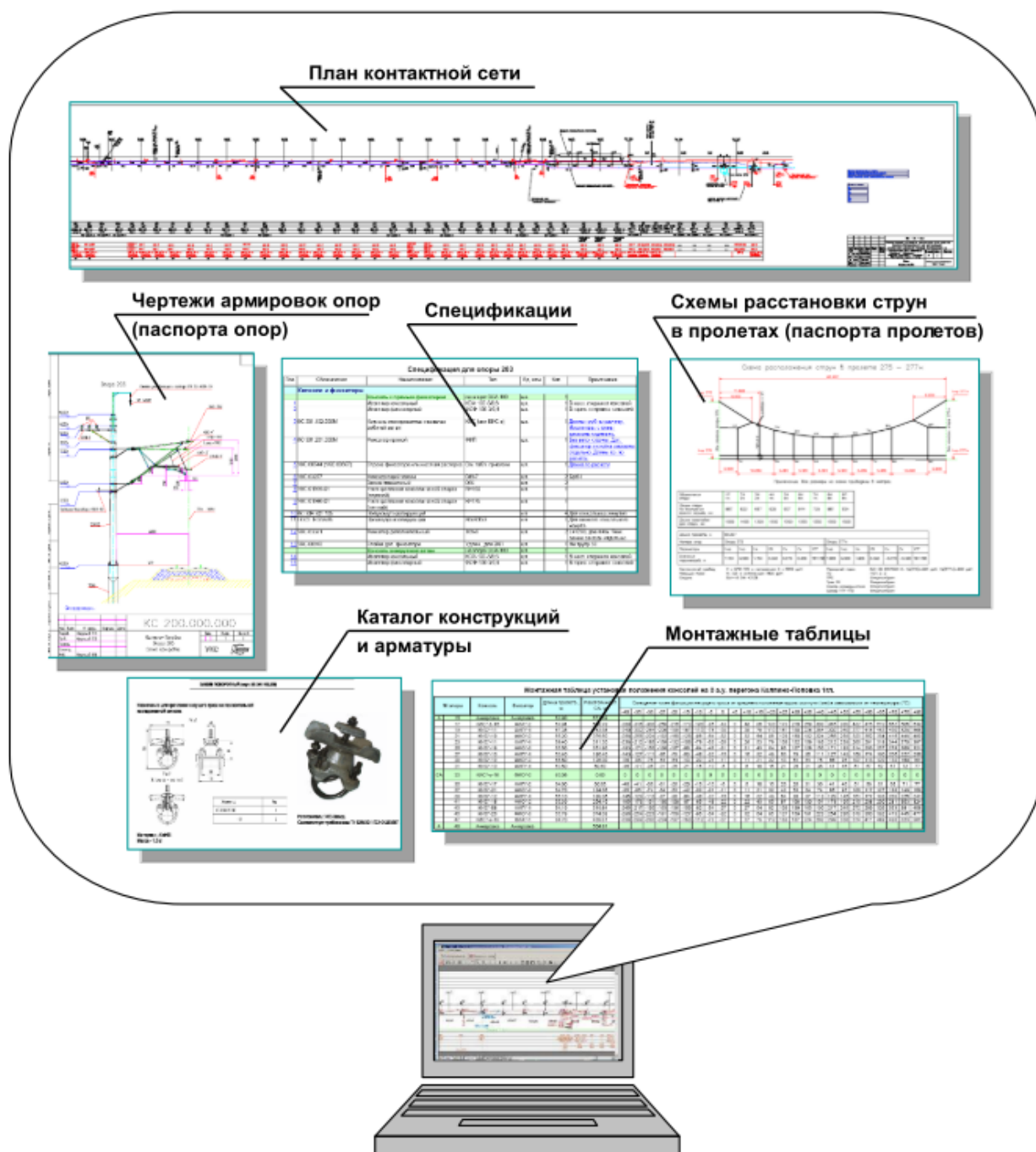


Рис. 2. Состав интерактивного проекта контактной сети внутри единой информационной среды

Разработка схемы взаимосвязей объектов подсистемы опорно-поддерживающих устройств контактной сети

Одним из важных и ответственных этапов при разработке проектов строительства и реконструкции контактной сети является формирование чертежей её плана на местности [9]. Именно поэтому было предложено формировать информационную модель на основе плана посредством создания интерактивных форм-элементов чертежа и наполнением их необходимой информацией. В данном случае под элементами чертежа плана подразумеваются символическое отображение объектов контактной сети, к примеру опор, консолей, контактной подвески и её элементов и др., которые могут принадлежать различным подсистемам КС. Согласно принятой классификации [10], их можно условно скомпоновать в шесть групп: токопроводящие и контактные устройства (узлы, которые входят в подвески проводов и рельсов, кабели, токопроводы и т.п.); опорно-поддерживающие устройства; изолирующие элементы; защитные устройства; секционирующие устройства; диагностирующие устройства, приведенные на рис. 3.



Рис. 3. Подсистемы контактных сетей и линий электропередач

Одним из первых этапов формирования плана контактной сети является наметка мест расстановки опор [9], относящихся к группе опорно-поддерживающих устройств, именно поэтому объекты данной группы были выбраны в качестве основы для разработки интерактивных элементов чертежа плана. Для создания интерактивных элементов была разработана схема их потенциально-возможных взаимосвязей в форме направленного графа, приведенная на рис. 4. Опоры привязаны к определенному местоположению на плане, а уже к стойке опоры в различных вариациях могут крепиться другие фиксирующие и поддерживающие устройства: консоли, фиксаторы, фиксирующие тросы и т.д. Назначение схемы состоит в том, чтобы вычленил любые потенциально-возможные вариации армировки опоры и реализовать их на плане.

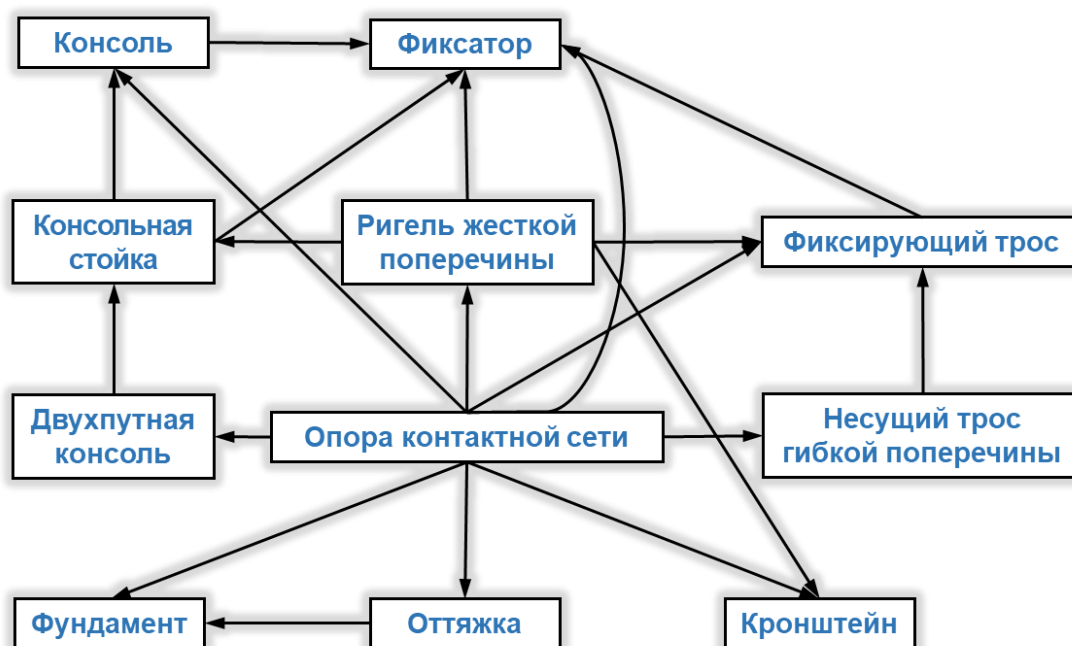


Рис. 4. Схема потенциально-возможных взаимосвязей объектов опорно-поддерживающих устройств контактной сети

Помимо этого, блокам опоры и оттяжки был назначен параметр видимости, который позволяет выбирать вариант графического отображения блока на чертеже. Для блока опоры осуществлена возможность выбрать отображение проектной, либо существующей, железобетонной или металлической стойки. Для блока оттяжки – одинарной, либо двойной.

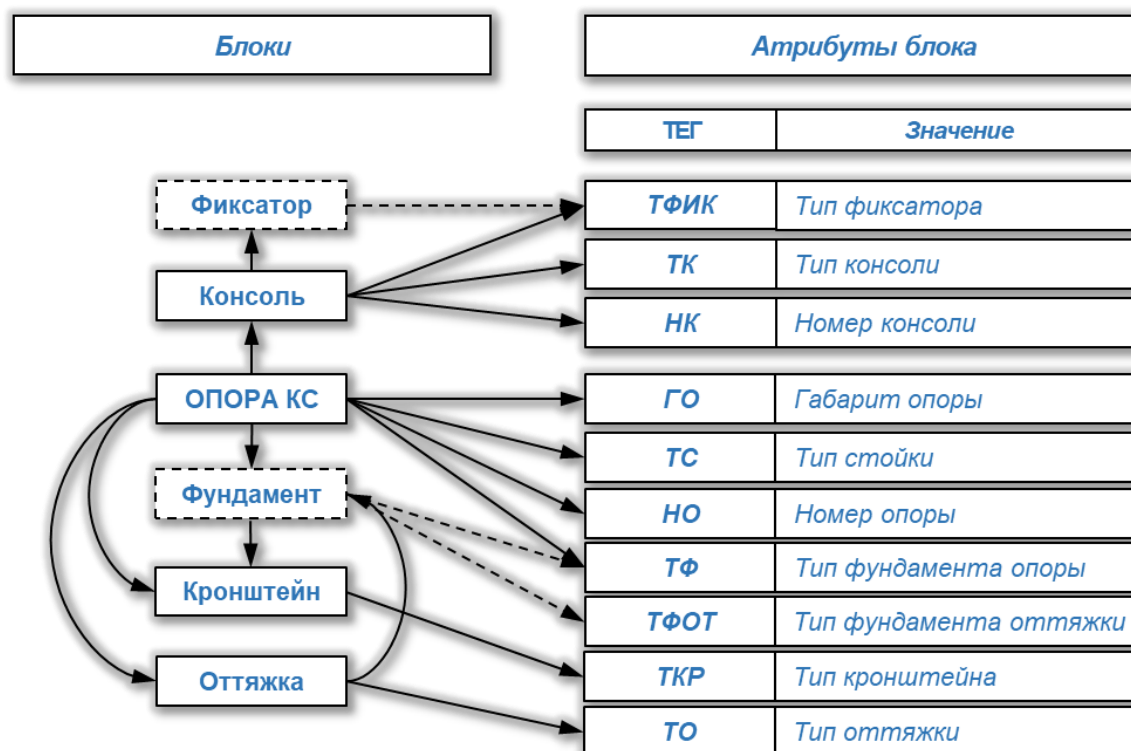


Рис. 5. Схема практической реализации интерактивных элементов плана контактной сети внутри программы AutoCAD

Формирование информационной модели и тестирование её работоспособности

Формирование информационной модели состояло из этапов отрисовки участка плана с помощью интерактивных элементов, определение характеристик объектов плана и ввода информации о них посредством интерактивных форм (рис. 6). На основе динамических блоков был сформирован произвольный двухпутный участок плана контактной сети перегона, состоящий из четырёх анкерных участков.

Формирование плана происходило следующим образом. В первую очередь были созданы слои чертежа для размещения на них соответствующих объектов плана: пикетаж, трассировка контактной подвески, трассировка дополнительных линий электропередач, пролеты, опоры, фиксирующие и поддерживающие устройства, надписи.

Начиная с нулевого километра были расставлены пикеты. После этого отмечены трассировки контактной подвески и воздушных линий, к числу которых по сторону первого пути относятся волновод и линия ДПР, а со второго – усиливающий провод.

Далее были намечены места расстановки опор контактной сети. Длина каждого пролета была принята равной 60 метрам. Принято, что каждый анкерный участок включает в себя 13 опор, таким образом длина одного анкерного участка составляет 720 метров. Были выбраны условно-графические отображения опор. Для анкерных участков, расположенных на первом пути железобетонные опоры, на втором – металлические. Для первого и второго анкерных участков существующих опор, для третьего и четвертого – проектных.

Затем были отрисованы анкеровки на опорах. Принято, что анкеровка воздушных линий «Два провода – рельс» (ДПР) и волновода, приходится на вторую по счету и предпоследнюю опоры первого пути, а анкеровка усиливающего провода на вторую по счету и

предпоследнюю опоры второго пути, таким образом длина каждого из них составила 1140 метров.

Далее обозначены границы анкерных участков, после этого размещены блоки анкерных оттяжек – двойные для анкеровки контактной подвески и одиночные для анкеровки воздушных линий. После этого на опорах были размещены консоли и кронштейны.

После создания графического плана шёл этап его информационного наполнения. Каждому объекту были присвоены характерные ему свойства, соответствующие плану чертежа. Свойства объекту, реализованному в виде блока, присваивались через редактор атрибутов блока, пример диалогового окна которого приведен на рис. 6.

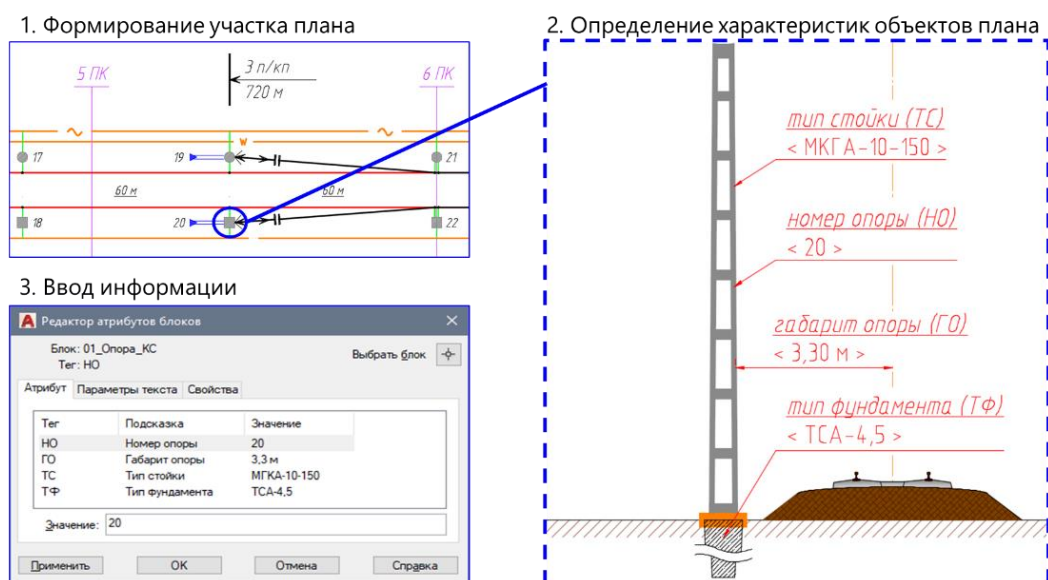


Рис. 6. Процесс формирования информационной модели участка контактной сети

После завершения этапа формирования информационной модели последовал этап тестирования её работоспособности. На данном этапе посредством встроенной в AutoCAD функции «извлечение данных» из модели в табличной форме (непосредственно в пространстве модели и в файлы excel) была экспортирована ранее внесенная в модель информация.

К экспортированной информации относятся спецификации и ведомости опор контактной сети, консолей и фиксаторов, примеры которых можно увидеть на рис. 7. При извлечении данных в настройках было указано о необходимости сохранить связь между моделью и извлекаемой из неё информацией.

Следующий шаг заключался во внесении некоторых изменений в пространстве модели и проверке корректности отображения данных в экспортированных таблицах. В рамках этого шага были изменены типы стоек и консолей для нескольких случайно выбранных опор. Этот опыт показал, что все внесенные в модель изменения соответствующим образом отразились в таблицах экспортированных ведомостей и спецификаций, что продемонстрировало работоспособность предложенной информационной модели.

<i>Тип стойки</i>	<i>Количество</i>
<i>СС 104.6-3.1</i>	<i>2</i>
<i>МГК-10-80</i>	<i>2</i>
<i>МГКА-10-80</i>	<i>2</i>
<i>МГКА-10-150</i>	<i>4</i>
<i>ССА 120.6-4.1</i>	<i>6</i>
<i>СС 104.6-2.1</i>	<i>14</i>
<i>МГК-10-60</i>	<i>14</i>

а

<i>Тип консоли</i>	<i>Количество</i>
<i>ИТГ-4-П</i>	<i>2</i>
<i>ИТГ-4</i>	<i>6</i>
<i>ИР-5-5</i>	<i>8</i>
<i>ИТГ-3</i>	<i>14</i>
<i>ИР-4-5</i>	<i>14</i>

б

Рис. 7. Пример ведомостей опор (а) и консолей (б), полученных с помощью функции извлечения данных

Заключение

Во многих отраслях промышленности сегодня наблюдается тенденция к разработке проектов с применением технологий информационного моделирования. Преимуществом такого подхода является возможность управления стоимостью, безопасностью и надежностью проектируемых сооружений на разных этапах их жизненного цикла.

Применение информационного моделирования постепенно внедряется при разработке проектов строительства и реконструкции объектов инфраструктуры транспортных сооружений, в том числе и контактной сети. Наиболее интересные разработки, поддерживающие информационное моделирование контактных сетей сегодня представлены компаниями Siemens, Furrer Frey и Signon Deutschland GmbH, ЗАО «Универсал – контактные сети».

Рассмотренная в статье экспериментальная информационная модель участка контактной сети перегона представляет из себя его план, выполненный в интерактивном формате посредством разработанных в системе автоматизированного проектирования AutoCAD динамических блоков. Работоспособность модели демонстрирует важнейший принцип информационного моделирования – неразрывность связи между её входными и выходными данными. В данном случае между самой моделью участка контактной сети и экспортированной из неё информацией, к которой относятся ведомости и спецификации объектов, из которых она была организована.

Практическая польза от применения данной модели может заключаться в обеспечении автоматизированного вывода из неё информации, что облегчает процесс формирования выходной документации и снижает вероятность возникновения ошибок на данном этапе. В числе недостатков можно отметить невысокую степень проработки модели, а также то, что она никаким образом не исключает вероятность допущения ошибки на этапе её формирования и информационного наполнения.

Совершенствование модели ведется на базе лаборатории «Конструкции контактных сетей, линий электропередач и токосъема» Омского государственного университета путей сообщения. Дальнейшее её развитие может заключаться в устранении существующих недостатков путем более детальной проработки структуры схемы взаимосвязей подсистем контактной сети и их практической реализации, в том числе с применением средств программирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Орехов Г.С., Пученкова В.А. ИТ в современном мире: возможности, задачи, проблемы, перспективы / Мат. конф. «Современные материалы, техника и технологии», №1 (1), 2015, С. 175-177.

2. Кудряшов В. Е., Хребтов Д. Ю. Создание единой информационной среды в рамках внедрения концепции управления жизненным циклом контактной сети // Материалы шестого международного симпозиума «Элтранс-2011»: Электрификация и развитие инфраструктуры энергообеспечения тяги поездов на железнодорожном транспорте. – СПб.: ПГУПС, 2013. – С. 238–246.

3. Vanessa Quirk. A Brief History of BIM // Интернет-журнал «ArchDaily», 2012 [Электронный ресурс] – USA: ArchDaily, 2017. – Режим доступа: <http://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. англ.
4. Антонюк А.А., Чижов С.В. Принципы информационного моделирования транспортных сооружений // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 9, №3 (2017) <http://naukovedenie.ru/PDF/70TVN317.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.
5. Петин Д. А., Смердин А. Н., Современные информационные технологии применительно к методике проектирования контактной сети железных дорог // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт, №8, 2020, С. 41-45.
6. Kiessling F. Contact Lines for Electric Railways: Planning, Design, Implementation, Maintenance / F. Kiessling, R. Puschmann, A. Schmieder, E. Schneider. – Publicis Publishing, 2018. – 1104 p.
7. Berthold N. The object-oriented design of overhead contact line systems for railway and tram systems // WIT Trans. Built Environ. 2014. Vol. 135. P. 497–508.
8. Кудряшов Е. В., Мартыненко Е. В., Чередников Д. И. Совершенствование методов проектирования контактной сети // Материалы шестого международного симпозиума «Элтранс-2011»: Электрификация и развитие инфраструктуры энергообеспечения тяги поездов на железнодорожном транспорте. – СПб.: ПГУПС, 2013. – С. 246–257.
9. Сидоров О. А. Проектирование контактной сети станции и перегона. Часть 2: Учебно-методическое пособие к выполнению курсовой работы / О. А. Сидоров, А. Н. Смердин, А. В. Тарасенко; Омский гос. ун-т путей сообщения. Омск, 2016. 34 с.
10. Михеев В.П. Контактные сети и линии электропередачи: Учебник для вузов ж.-д. транспорта. – М.: Маршрут, 2003.– 416 С.

REFERENCES

1. Orekhov G.S., Puchenkova V.A. IT v sovremennom mire: vozmozhnosti, zadachi, problemy, perspektivy [IT in the modern world: possibilities, tasks, problems, prospects] *Mat. konf. «Sovremennye materialy, tekhnika i tekhnologii» [Mat. Conf. «Modern materials, equipment and technologies»]* №1 (1), 2015, pp. 175-177.
2. Kudryashov V. E., Hrebtov D. Yu. Sozdanie edinoj informacionnoy sredy v ramkah vnedreniya koncepcii upravleniya zhiznennym ciklom kontaktnoy seti [Creating a unified information environment as part of the implementation of the overhead contact line lifecycle management concept] *Materialy shestogo mezhdunarodnogo simpoziuma «Eltrans-2011»: Elektrifikaciya i razvitie infrastruktury energoobespecheniya tyagi poezdov na zheleznodorozhnom transporte [Proceedings of the sixth international Symposium «Eltrans-2011»: electrification and development of power supply infrastructure for train traction in railway transport]*, 2013. – pp. 238–246.
3. Vanessa Quirk. A Brief History of BIM / *Internet-journal «ArchDaily» [Internet-zhurnal «ArchDaily»]*, – USA: ArchDaily, 2017. [Electronic resource], URL: <http://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim>
4. Antonyuk A.A., Chizhov S.V. Principy informacionnogo modelirovaniya transportnyh sooruzheniy [Principles of information modeling of transport structures] *Internet-zhurnal «Naukovedenie» [Internet-journal «Naukovedenie»]*, Vol. 9, №3, 2017 [Electronic resource], URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/70TVN317.pdf>
5. Petin D. A., Smerdin A. N., Sovremennye informacionnye tekhnologii primenitel'no k metodike proektirovaniya kontaktnoy seti zheleznih dorog [Modern Information Technologies Applied to the Design Methodology of The Railway Overhead Contact Line System] *Elektrooborudovanie: ekspluatatsiya i remont [Electrical equipment: operation and repair]*, №8, 2020, pp. 41-45.
6. Kiessling F. Contact Lines for Electric Railways: Planning, Design, Implementation, Maintenance / F. Kiessling, R. Puschmann, A. Schmieder, E. Schneider. – Publicis Publishing, 2018. – 1104 p.
7. Berthold N. The object-oriented design of overhead contact line systems for railway and tram systems // WIT Trans. Built Environ. 2014. Vol. 135. P. 497–508.

8. Kudryashov E. V., Martynenko E. V., Cherednikov D. I. Sovershenstvovanie metodov proektirovaniya kontaktnoy seti [Improved methods for the design of a overhead contact line] *Materialy shestogo mezhdunarodnogo simpoziuma «Eltrans-2011»: Elektrifikaciya i razvitie infrastruktury energoobespecheniya tyagi poezdov na zhelezнодорожном транспорте* [Proceedings of the sixth international Symposium «Eltrans-2011»: electrification and development of power supply infrastructure for train traction in railway transport], 2013. – pp.246–257.

9. O. A. Sidorov, A. N. Smerdin, A. V. Tarasenko. Proektirovanie kontaktnoy seti stancii i pereгона. Chast' 2: Uchebno-metodicheskoe posobie k vypolneniyu kursovoy raboty [Design of the contact network of the station and stage. Part 2.] *Omskiy gos. un-t putey soobshcheniya* [Omsk State Transport University], Omsk, 2016. 34 p.

10. Miheev V.P. Kontaktnye seti i linii elektroperedachi: Uchebnik dlya vuzov zh.-d. Transporta [Overhead contact line and power lines: Textbook for railway transport universities], 2003.– 416 p.

Информация об авторах

Петин Даниил Андреевич – аспирант кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта», Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск, e-mail: daniil.petin2405@gmail.com

Смердин Александр Николаевич – д. т. н., доцент, профессор кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта», Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск, e-mail: alexandr.smerdin@omgups.com

Authors

Daniil Andreevich Petin – Post-graduate student of Department «Power Supply Railway Transport», Omsk State Transport University, Omsk, e-mail: daniil.petin2405@gmail.com

Alexandr Nikolaevich Smerdin – Doctor of Technical Science, Professor of Department «Power Supply Railway Transport», Omsk State Transport University, Omsk, e-mail: alexandr.smerdin@omgups.com

Для цитирования

Петин Д. А. Разработка экспериментальной информационной модели участка контактной сети в системе автоматизированного проектирования AutoCAD [Электронный ресурс] / Д. А. Петин, А. Н. Смердин // Молодая наука Сибири: электрон. науч. журн. – 2021. – №1(11). – Режим доступа: <http://mnv.ircups.ru/toma/111-2021>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. (дата обращения: 05.04.2021)

For citation

Petin D. A., Smerdin A. N. *Razrabotka eksperimental'noy informacionnoy modeli uchastka kontaktnoy seti v sisteme avtomatizirovannogo proektirovaniya AutoCAD* [Development of an Experimental Information Model of an Overhead Contact Line Section in the AutoCAD Computer-Aided Design System]. *The electronic scientific journal "Young science of Siberia"*, 2021, no.1(11). [Accessed 05/04/2021]