

современных условиях, когда широко применяются быстродействующие ЭВМ, наиболее рациональным и перспективным методом моделирования производственных систем является математическое, а точнее его разновидность, имитационное моделирование [1]. Предлагается использовать всю эффективность метода имитационного моделирования, которое использует аппарат сетей Петри, для оптимизации загрузки оборудования производственных систем. Данный метод позволяет достаточно быстро формализовать и обработать большие потоки информации, которые имеют место в современных производственных системах, легко моделировать сложные связи между компонентами системы, выполнять оптимизацию работы по выбранным критериям.

Сети Петри представляют собой графическое и математическое средство моделирования, которое можно применить к производственным системам самих разных типов. В качестве графического средства сети Петри могут использоваться для наглядного представления систем, которые моделируются, подобно блок-схемам, структурным схемам и сетевой графике. Понятие фишек, которое вводится в этих сетях, позволяет моделировать динамику систем и параллельные процессы. В качестве математического средства аналитическое представление сетей Петри позволяет составлять уравнение состояния, уравнения алгебраизма и другие математические соотношения, которые описывают динамику систем [2].

Поэтому поставлена задача выполнить исследование состояния вопроса оптимизации загрузки оборудования в современном приборостроительном производстве, обосновать необходимость разработки новых подходов и методов оптимизации загрузки оборудования, выполнить анализ возможностей и методики применения аппарата сетей Петри для решения задач моделирования и оптимизации, разработать алгоритмы моделирования и оптимизации работы производственных систем, разработать соответствующее программное обеспечение и выполнить практическую апробацию разработанной системы для различных производственных систем.

В результате выполнения этой работы предусматривается получить универсальный аппарат моделирования работы производственных систем любой сложности, использование которого позволит значительно сократить время простоя оборудования, уменьшить время производства деталей и приборов и, как следствие, уменьшить производственные расходы.

Список литературы:

1. Тамм Б.Г. и др. Анализ и моделирование производственных систем / Б.Г. Тамм, М.Э. Пуусепп, Р.Р. Таваст; Под общ. ред. Б.Г. Тамма. – М.: Финансы и статистика, 1987. – 191 с.: ил.
2. Дж. Питерсон. Теория сетей Петри. - М.: Мир, 1984. - 158 с.

### **Автоматизированное формирование электромонтажных чертежей в приборостроении**

Коблов Н.Н., Козлов А.А.

Научный руководитель: Коблов Н.Н., к.т.н., доцент

АО «НПЦ «Полюс», 634050, Россия, г. Томск, Кирова пр., 56«в»

E-mail: polus@online.tomsk.net

Выпуск электромонтажного чертежа является одним из самых трудоемких этапов в работе инженера-конструктора в приборостроении. Получив от разработчика принципиальную электрическую схему прибора, конструктор должен оформить электромонтажный чертеж, таблицу соединений и таблицу контактов, предварительно организовав оптимальным образом межмодульные соединения проектируемой конструкции с учетом предъявляемых требований. На этом этапе ему необходима вся оперативная

информация о геометрии прокладываемых жгутов, их диаметрах и проводниках в любой точке [1].

Множество требований, предъявляемых к организации межмодульных соединений, можно условно разделить на категории [2]:

- схемотехнические согласно списку цепей, прокладке отдельных цепей (цепи питания, экранированные и т.д.);
- конструктивные, ограничивающие объем свободного места в конструкции, где предполагается прохождение межмодульных жгутов;
- технологические, накладывающие ограничения на используемые типы проводов (свивка проводов, наличие плетенок и т.д.) и типы электрорадиоизделий (распределение токовой нагрузки, максимально допустимое суммарное сечение проводов, распаиваемых на контакты и т.д.).

В настоящий момент в «НПЦ «Полюс» разработан программный комплекс проектирования электромонтажных чертежей, отвечающий основным требованиям, предъявляемым к современным программным продуктам, и обладающий следующими основными характеристиками:

- САПР-независимый ввод, хранение, графическое отображение данных электрической схемы;
- входной контроль данных;
- автоматизированное получение таблиц соединений и контактов электрической схемы;
- интерактивная и автоматическая прокладка жгута;
- отображение диаметра, длины и количества проводов в любой точке сегмента прокладываемого жгута;
- формирование отчетов о текущем состоянии данных конструкции;
- экспорт графики электромонтажного чертежа.

При работе приложения (рисунок 1) в качестве входных данных используется файл принципиальной электрической схемы в формате P-CAD 2006 Schematic.

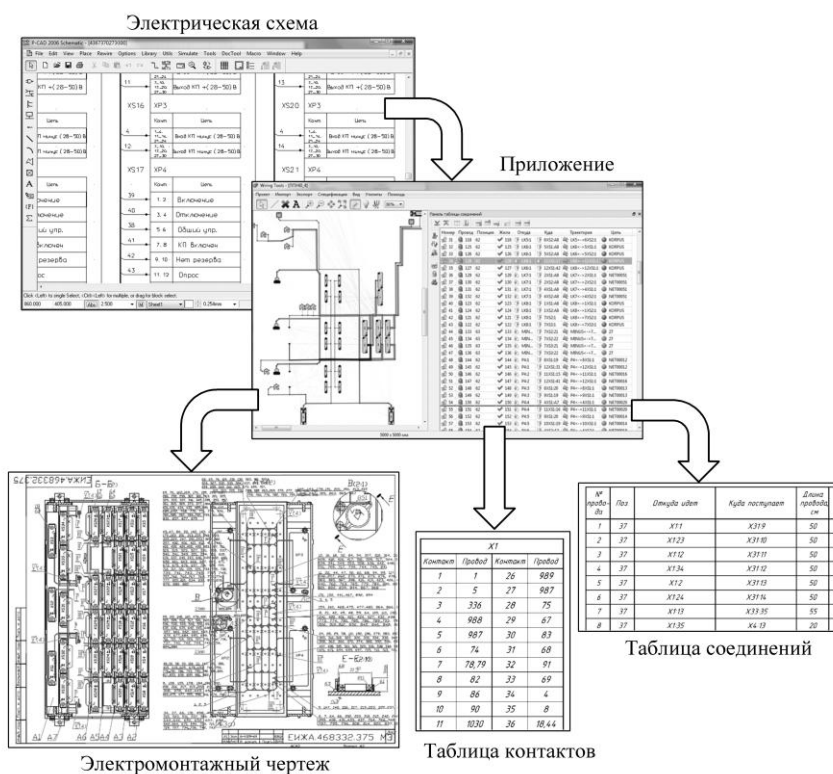


Рисунок 1 – Обобщенная схема работы приложения

Программно-алгоритмический комплекс реализован в виде программного продукта (приложения) с современным графическим пользовательским интерфейсом (рисунок 2). Приложение не нарушает лицензионные соглашения и может поставляться с открытым исходным кодом. В качестве графического программного инструментария использована библиотека Qt. Данная библиотека компонентов графического интерфейса широко применяется в проектировании современных приложений, поставляется с открытым исходным кодом под лицензией LGPL, является переносимой между платформами и адаптирована к взаимодействию с другими библиотеками [3]. Для решения задач раскладки жгутов, хранения и отображения данных электрической схемы применяется библиотека графовых алгоритмов BGL [4]. Для хранения данных о разрешенных типах проводов, разъемов и соединителей электрической схемы применяются базы данных SQLite, поддерживающие стандартные запросы, транзакции и механизм многопользовательского чтения данных.

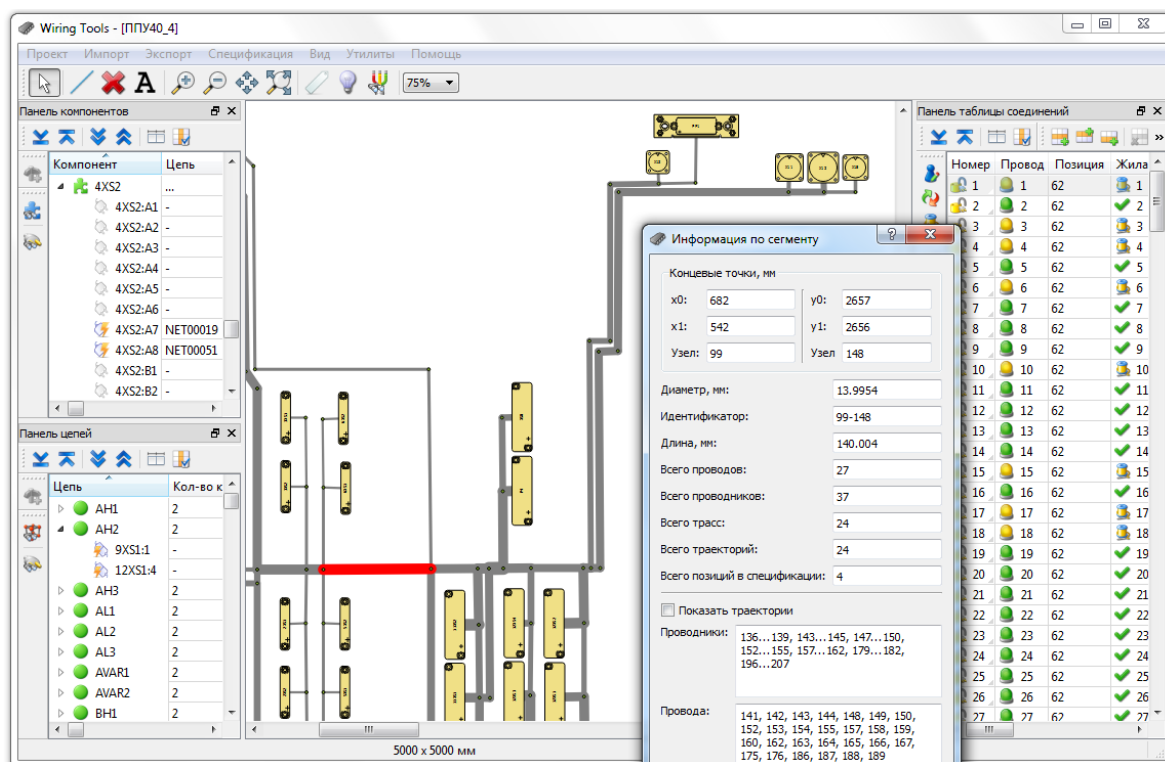


Рисунок 2 – Главное окно приложения

Программное обеспечение позволяет прослеживать траектории прокладываемых жгутов, оценивать их диаметры в каждой точке, контролировать суммарное сечение проводников, распаиваемых на контакты соединителей.

Собственная разработка «НПЦ «Полюс» уменьшает трудоемкость выпуска электромонтажных чертежей, исключает несоответствия между таблицей соединений, таблицей контактов и графическим изображением раскладки жгута и успешно используется в конструкторских бюро для автоматизации работы инженеров-конструкторов. На данный момент (апрель 2015 года) с помощью разработанного программно-алгоритмического комплекса успешно выпущено свыше десяти электромонтажных чертежей. В дальнейшем планируется осуществить интеграцию приложения с внедряемой на предприятии автоматизированной системой управления инженерными данными и производством [5].

#### Список литературы:

1. Алексеев В.П., Коблов Н.Н., Хрулев Г.М. Современные технологии автоматизации проектирования РЭА специального назначения. Томск: Изд-во Ин-та оптики атмосферы СО РАН, 2003. 134 с.
2. Коблов Н.Н., Черватюк В.Д., Чекрыгин С.С. Повышение эффективности проведения изменений в конструкторской документации // Электронные и электромеханические системы и устройства : тез. докл. науч.-техн. конф. молодых специалистов ОАО «НППЦ «Полус». Томск, 2013. С. 213–215.
3. Бланшет Ж., Саммерфилд М. Qt 4: программирование GUI на C++ : пер. с англ. 2-е изд., доп. М. : КУДИЦ-ПРЕСС, 2008. 736 с.
4. Lumsdaine A., Siek J.G., Lie-Quan Lee. The Boost Graph Library: User Guide and Reference Manual. Indianapolis: Addison-Wesley Professional, 2001. 321 p.
5. Коблов Н.Н. Разработка и внедрение автоматизированной системы управления инженерными данными // Электронные и электромеханические системы и устройства : тез. докл. XVIII науч.-техн. конф. (Томск, 22–23 апр. 2010 г.) Томск : Печатная мануфактура, 2010. С. 228–230.

### **Математическое моделирование статических характеристик газодинамической опоры шарового гироскопа**

Кузьма А.А.

Научный руководитель: Голиков А.Н., зав. лаб. каф. ТПС ИНК

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: nastena@tpu.ru

Газодинамическая опора это такая опора, в которой шип и подшипник полностью разделены слоем газовой смазки, а несущая способность образуется за счет появления в зоне малых зазоров повышенного давления, которое обуславливает появление результирующей подъемной силы, уравнивающей массу шипа. Смазывающим веществом в таких опорах является воздух или газ [1].

Применение газодинамической опоры (ГДО) в основном определяется теми особенностями, которые характерны для природы газовой смазки [2]. Газ имеет малую вязкость. Окружающая температура оказывает на нее малое влияние. Еще меньшее влияние на вязкость оказывает давление окружающей среды. Такая стабильность вязкости газовой среды и ее малая величина открывает широкие возможности применения газовых опор в устройствах, работающих на высоких оборотах в широком диапазоне рабочих температур. Газовые опоры также могут применяться в зонах повышенной радиоактивности, поскольку органические смазки в таких условиях теряют свои рабочие свойства. Кроме того, газодинамические опоры, в отличие от любых других, практически не имеют ограничений по сроку службы вследствие отсутствия износа в процессе работы, а также обладают хорошей стабильностью работы [2]. Поэтому, газодинамические опоры находят широкое применение в навигационном приборостроении [1,2], а именно в прецизионных гироскопических приборах.

Основной целью исследований является оценка возможности технической реализации чувствительного элемента на основе гироскопа с газодинамическим подвесом шарового ротора для информационно-измерительных комплексов навигационного сопровождения бурения [1].

Шаровой гироскоп состоит из следующих основных частей: ротора, представляющего собой стандартный подшипниковый шарик, помещенного между двумя полусферическими чашами. Шар имеет осевое отверстие, в полюсных частях которого расположены подвижные элементы датчика угла, вмонтированного в осевое отверстие чаш.