



ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

**RASTRWIN**  
**LINCOR**  
**BARS**

## РАСЧЕТ И АНАЛИЗ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ

Семейство программных комплексов «RastrWin», «Bars» и «Lincor» представляет собой набор инструментов, который позволяет решать широкий спектр задач электроэнергетики. «RastrWin» является основой платформы, на которой разработаны специализированные программные комплексы для планирования электрических режимов. Как самостоятельное приложение «RastrWin» позволяет решать следующие задачи:

- Расчет установившихся режимов электрических сетей произвольного размера и сложности с уровнями напряжения 0.4 – 1150 кВ.
- Расчет всех параметров электрического режима : токов, напряжений, потоков, потерь активной и реактивной мощности во всех узлах и ветвях электрической сети.
- Расчет установившихся режимов с учетом отклонения частоты (без ввода балансирующего узла).
- Контроль логической и физической непротиворечивости исходной информации.
- Эквивалентирование электрической сети.
- Оптимизация электрической сети по уровням напряжения, потерям мощности и распределению реактивной мощности.
- Расчет положений регуляторов трансформаторов под нагрузкой (РПН) и положений вольтодобавочных трансформаторов (ВДТ).
- Расчет предельных режимов по передаваемой мощности энергосистемы и определение опасных сечений.
- Структурный анализ потерь мощности – по характеру, типам оборудования, районам и уровням напряжения.
- Автоматизированное проведение вариантных расчетов по списку возможных аварийных ситуаций.
- Моделирование отключения ЛЭП, в том числе одностороннего, с расчетом напряжения на открытом конце.
- Моделирование генераторов и возможность задания PQ-диаграмм.
- Моделирование линейных и шинных реакторов с возможностью их отключения и переноса линейного реактора в узел при отключении ЛЭП.
- Анализ допустимой токовой загрузки ЛЭП и трансформаторов с учетом зависимости допустимого тока от температуры.
- Расчет матриц сетевых коэффициентов.



*Программный комплекс «RastrWin» является базовой программой расчета и анализа установившихся режимов во всех подразделениях Системного Оператора, ФСК и внедрен более чем в 190 организациях в России и СНГ.*

# КОМПОНЕНТНАЯ АРХИТЕКТУРА – МНОЖЕСТВО ВАРИАНТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Архитектура программного комплекса предусматривает разделение пользовательского визуального интерфейса и расчетного блока со встроенной системой управления базой данных. Расчетный блок может быть выделен как компонент для работы в составе любого внешнего программного обеспечения, поддерживающего COM-интерфейс Windows.

## ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС RASTRWIN



Встроенная база данных обеспечивает максимальную производительность программной платформы и исключительную гибкость структуры данных. Используя так называемые шаблоны, можно легко объединять несколько источников информации или выделять необходимые подмножества данных.

Все данные в базе и все функции, как обработки данных, так и расчетные, доступны внешним программам.

Программный комплекс содержит встроенный интерпретатор макроязыка Basic, что позволяет пользователям самостоятельно разрабатывать расчетные процедуры любой сложности. Уже существует огромное количество готовых макросов для решения всевозможных задач. Внешние данные могут быть импортированы и экспортированы в форматах csv, xml и в формате ЦДУ.

Расчетный блок является ядром программных комплексов, разрабатываемых для решения специальных задач. К числу таких комплексов относятся «Bars» и «Lincor», расширяющие возможности «RastrWin» в области задач планирования.

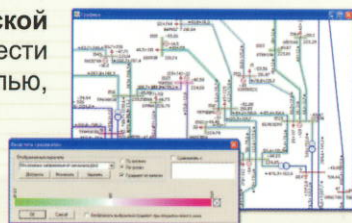
*Расчетный блок «RastrWin» более 5 лет успешно используется Администратором Торговой Системы как компонент комплекса проведения ценового аукциона рынка электроэнергии.*

# МОЩНЫЙ ИНТЕРФЕЙС РАБОТАТЬ УДОБНО, БЫСТРО И БЕЗ ОШИБОК

Пользовательский интерфейс программы разработан с учетом многолетнего опыта работы большого коллектива технологов-профессионалов, постоянно занимающихся расчетами и анализом электрических режимов. Ведется последовательная работа по вводу новых функций и автоматизации элементов управления программой. Сейчас доступны 4 основных элемента управления. Их основные характеристики представлены ниже:

**Табличный процессор** – основной элемент управления. Предусмотрены двухуровневые таблицы («Узлы-ветви», «Сечения-ветви»), контекстная градиентная подсветка значений и допустимых диапазонов, контекстные фильтры и макросы, поиск, а также множество других функций. Вид таблиц полностью настраивается.

**Система отображения однолинейной графической схемы** позволяет «с нуля» создать схему, нанести нужные параметры и управлять расчетной моделью, непосредственно выбирая те или иные элементы. Предусмотрена градиентная подсветка значений параметров, многостраничная печать и экспорт графики в форматы DXF и WMF. Схема мгновенно отображает значения параметров после расчета.



Простой и удобный **элемент управления «Селектор»** представляет данные в виде древовидной структуры, обеспечивая быстрый поиск и фильтрацию данных. Структура дерева полностью настраивается путем перетаскивания («drag'n'drop») элементов.

**Система отображения графиков** позволяет представить любой переменный параметр, просто перетащив его в графическое окно. Предусмотрено одновременное отображение нескольких графиков, запоминание типовых наборов графиков, сглаживание, печать, контекстное переключение источника данных графиков и многое другое.



Программа может запомнить **множество вариантов расположения и настроек** всех окон интерфейса и быстро восстановить любой выбранный вариант по требованию пользователя. Это дает возможность организовать рабочее место наиболее удобным образом.

Для исключения случайных ошибок предусмотрена **система ведения истории**, которая позволяет отменить или повторить любые действия.

Поддерживается **вывод информации данных в Microsoft Excel** с помощью механизма «Данные реального времени». Подготовка шаблона в Excel осуществляется путем перетаскивания данных из любого элемента управления.

# РАСЧЕТНАЯ МОДЕЛЬ BARS

## ОСНОВА ЗАДАЧИ ПЛАНИРОВАНИЯ

Программный комплекс «Bars» разработан для решения задач планирования, в том числе в условиях балансирующего рынка электроэнергии. Особенностью комплекса является возможность одновременной работы с множеством вариантов расчетной модели, каждый из которых соответствует отдельному диспетчерскому интервалу. Высокая производительность обеспечивается применением специальной технологии – «Мегаточка™»<sup>1</sup>. Технология предусматривает условное разделение данных модели на постоянные (конфигурация сети и оборудования) и переменные (графики изменения параметров сети и оборудования).

Для «Bars» разработана специальная расчетная модель, которая позволяет наложить на электрическую сеть модели генерации, потребления и сетевых ограничений. «Bars» реализует сложные алгоритмы актуализации расчетной модели, предусматривающие расчет распределения потребления по электрическим узлам и определение агрегированных характеристик генерации с учетом состава оборудования.



Пользовательский интерфейс «Bars» расширен средствами визуальной работы с графиками параметров сети и оборудования. Большинство операций по подготовке расчетной модели и контролю допустимости её параметров полностью автоматизированы.

Отличительной особенностью комплекса является возможность синтеза расчетной модели из множества фрагментов, что обеспечивает декомпозицию крупных расчетных задач. Именно такой подход используется в задачах, связанных с суточным и оперативным планированием на расчетной модели РАО «ЕЭС России».

<sup>1</sup> Термин «Мегаточка» обозначает множество вариантов модели, каждый из которых, обычно, называют точкой (на оси времени).

*Программный комплекс «Bars» является одним из основных компонентов Автоматизированной Системы Балансирующего Рынка.*

# ПОЛНЫЙ КОНТРОЛЬ СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕЖИМНОЙ АВТОМАТИКИ

Встроенная система моделирования режимной автоматики позволяет исследовать работу устройств ПА, рассчитывать настройки и уставки, а также автоматизировать работу при изменениях расчетной модели. Система позволяет смоделировать работу пусковых органов, логических блоков и исполнительных механизмов устройств автоматики. Из расчетной модели могут быть получены любые необходимые контролируемые параметры. Результаты работы исполнительных механизмов также отражаются непосредственно на модели.

## СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕЖИМНОЙ АВТОМАТИКИ



Логическая часть автоматики задается с помощью алгебраических выражений (традиционных или булевых), аргументами которых служат параметры расчетной модели. Допустимы выражения любой сложности. Предусмотрено более 50 встроенных алгебраических функций, в том числе с комплексными и векторными аргументами. Для очень сложных алгоритмов логика может быть запрограммирована с помощью макроязыка.

Специальный модуль позволяет моделировать работу автоматики в течение заданного интервала времени, автоматически формируя необходимые выдержки и запоминая состояния всех элементов расчетной модели и узлов автоматики для последующего анализа.

Система может быть использована для автоматизации технологических расчетов, связанных как с планированием, так и с исследованием режимов. Используя режимные инструкции можно автоматически выполнять все необходимые коммутации и вводить ограничения при изменениях топологии сети с учетом заданного потребления, нагрузки станций и других системных параметров.

# LINCOR : КОМПЛЕКСНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ КАКОЙ ВЫБРАТЬ КРИТЕРИЙ ?

Программный комплекс Lincor предназначен для решения задач по оптимизации режимов электрических сетей и систем:

- расчета оптимального режима по активной мощности;
- расчета оптимального режима по напряжению и реактивной мощности;
- комплексной оптимизации по активной и реактивной мощности;
- оптимизации мгновенного и интервального режима;
- эквивалентирования характеристик относительных приростов.

Оптимизация может выполняться для мгновенного режима (оптимизация точки) и для последовательности режимов во времени (оптимизация интервала). В последнем случае программа учитывает дополнительные ограничения – интегральные.

При оптимизации может использоваться одна из следующих целевых функций:

- минимальная стоимость выработки электроэнергии на основе характеристик относительных приростов стоимости (маржинальных затрат) генераторов;
- минимальная узловая цена по ценовым заявкам участников рынка;
- минимальное отклонение генерации от текущего режима (используется при вводе режима в допустимую область);
- минимизация потерь электроэнергии.

В процессе оптимизации учитываются следующие ограничения:

- баланс активной и реактивной мощности в каждом узле электрической сети;
- регулировочный диапазон генератора и группы генераторов;
- перетоки мощности по сечениям;
- токовая загрузка ЛЭП и трансформаторов;
- допустимые диапазоны изменения генерации реактивной мощности;
- допустимые диапазоны изменения модуля напряжения;
- изменение коэффициентов трансформации (с расчетом номера анцапфы);
- интегральные ограничения по скорости набора/сброса нагрузки генераторами;
- интегральные ограничения на выработку генераторов, станций, генераторных групп и т. д.

В результате оптимизации рассчитывается сбалансированный установившийся режим (последовательность режимов), удовлетворяющий всем ограничениям с минимальным значением выбранной целевой функции. Рассчитывается полный спектр множителей Лагранжа по всем ограничениям, позволяющие определить «цену» каждого ограничения в целевой функции (например, при оптимизации по ценовым заявкам так называемая «узловая цена» является множителем Лагранжа для ограничения баланса активной мощности в узле).