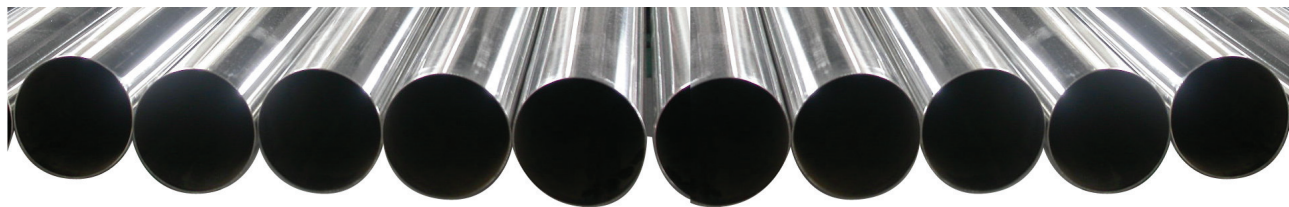


# Simulis Thermodynamics

## Инструмент технолога, который всегда под рукой



В августе прошлого года НТП "Трубопровод" заключило дистрибьюторское соглашение с французской компанией ProSim SA на право распространения в России системы расчета ТФС и ФР Simulis Thermodynamics. Об этом новом на отечественном рынке продукте и пойдет речь...

**К**ак известно любому проектировщику-технологу, правильное определение теплофизических свойств продукта и его агрегатного состояния (свойств и состава фаз) является краеугольным камнем любых технологических расчетов — будь то тепловые и гидравлические расчеты трубопроводов, расчеты систем аварийного сброса, моделирование сложных технологических процессов или расчет и выбор различных видов оборудования. Именно поэтому при развитии своих программ НТП "Трубопровод" уделяет столь большое внимание библиотекам расчета теплофизических свойств и фазового равновесия (ТФС и ФР).

Наши программы "Гидросистема", "Предклапан" и "Изоляция" в настоящее время поставляются с тремя готовыми библиотеками расчета ТФС и ФР. Библиотека "Свойства" обеспечивает быстрый расчет теплофизических свойств продуктов по составу на основе данных 150 наиболее распространенных индивидуальных веществ. Созданная группой разработчиков МЭИ и лицензированная НТП "Трубопровод" библиотека WaterSteam Pro обеспечивает расчет свойств воды и водяного пара на основе одной из самых точных систем уравнений, принятых международным сообществом. Наконец, основная наша библиотека СТАРС (поставляемая также в качестве самостоятельного продукта) включает базу данных опорных констант, содержащую

свыше 1600 индивидуальных веществ, и обеспечивает расчет ТФС и ФР смесей индивидуальных компонент и нефтяных фракций, характерных для нефтепереработки и нефтехимии. Мы планируем и далее активно развивать эту библиотеку, в первую очередь — в направлении усовершенствования расчета российских нефтей и нефтепродуктов.

Однако по мере реализации в программах НТП "Трубопровод" расчетов многофазного течения и более широкого использования наших программ в таких отраслях, как химия, нефтегазодобыча и транспортировка, пищевая и фармацевтическая промышленность, стали более явно обрисовываться и границы сегодняшних возможностей библиотеки СТАРС. Некоторые задачи, например, расчет фазового равновесия неидеальных смесей с полярными компонентами, расчет свойств растворов и др., лежат вне основной компетенции специалистов НТП "Трубопровод". Поэтому возникла идея найти партнерский продукт, который дополнил бы наши возможности расчета ТФС и ФР и стал бы органичной частью предлагаемых нами программных решений.

Такой продукт, отвечающий целому ряду выработанных нами требований, должен был:

- значительно расширять и дополнять наши текущие возможности по расчету ТФС и ФР;
- быть основанным на наиболее признанных и современных методиках расчета, а компетентность его разработчика в предметной области должна быть вне сомнений;
- быть "живым", то есть активно развиваемым и поддерживаемым разработчиком;
- быть современным и открытым по своей программной архитектуре и легко интегрироваться с нашими программными решениями;
- по уровню цен и лицензионной политике соответствовать ценовой и лицензионной политике НТП "Трубопровод" и быть доступным российским пользователям.

После нескольких лет тщательного изучения мирового рынка и представленных на нем различных решений такой продукт, удовлетворяющий всем предъявляемым нами требованиям, был найден! Итак, встречайте: Simulis Thermodynamics!

### Что считает Simulis Thermodynamics

Simulis Thermodynamics компании ProSim — это мощная современная программная система расчета ТФС и ФР, рассчитывающая широкий круг продуктов на современной методической основе.

Разработчик системы фирма ProSim — основанная в 1989 году независимая компания со штаб-квартирой в Тулузе (Франция). Она разрабатывает самое современное программное обеспечение для моделирования и оптимизации технологических процессов. Решения ProSim применяются в химической, нефтеперерабатывающей и газовой промышленности, а также в фармацевтической, пищевой и энергетической отраслях. Специалисты ProSim имеют огромный опыт работы в широком круге областей, среди которых — термодинамика, моделирование физико-химических явлений, моделирование технологических процессов, энергетическая интеграция, методы оптимизации, численные методы, архитектура программного обеспечения и графический интерфейс пользователя. ProSim осуществляет свою деятельность в 63 странах по всему миру, сотрудничая с более чем 720 клиентами, в том числе с крупнейшими мировыми промышленными компаниями<sup>1</sup>.

Расчеты по Simulis Thermodynamics основываются на поставляемых вместе с программой базах данных, включающих в общей сложности более 2000 индивидуальных веществ. Для каждого из них в базе может храниться до 125 опорных констант и до 16 температурных зависимостей основных характеристик, таких как теплоемкость, давление насыщенных паров, теплота парообразования и др. Кроме числовых характеристик, для каждого конкретного вещества содержится его химическая формула, описание молекулярной структуры для различ-

<sup>1</sup> Более подробная информация о компании ProSim приведена по адресу [www.prosim.net](http://www.prosim.net).

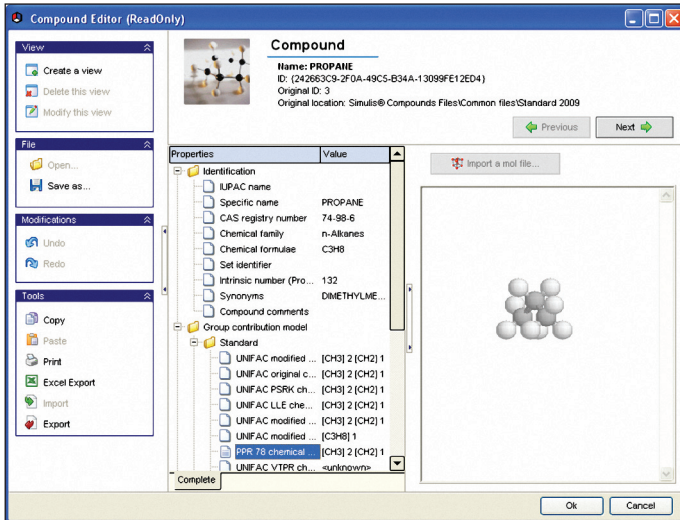


Рис. 1

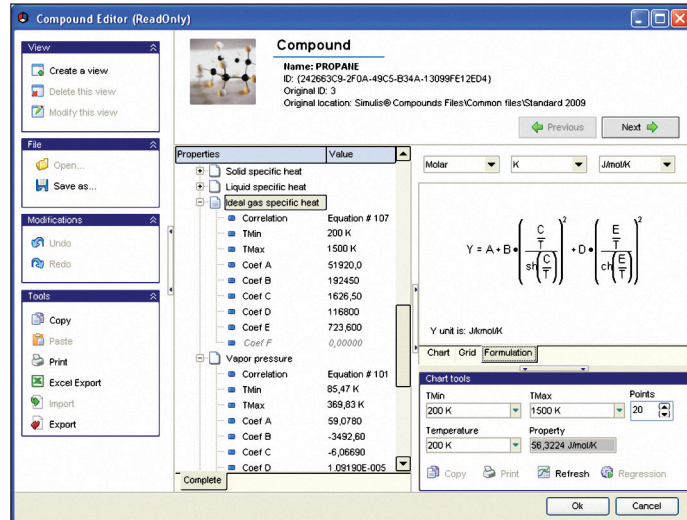


Рис. 2

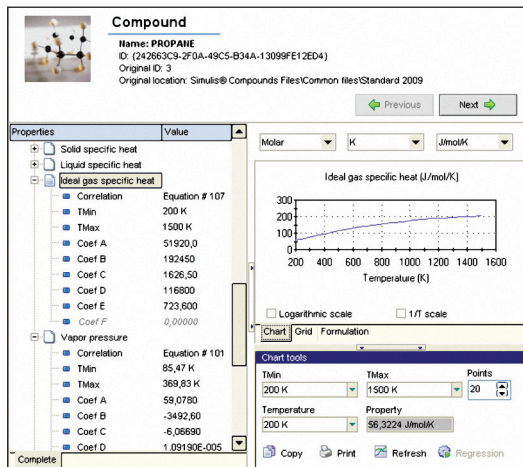


Рис. 3

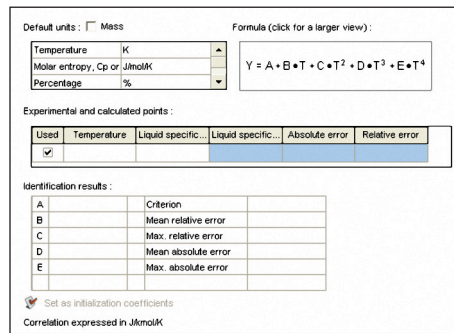


Рис. 4

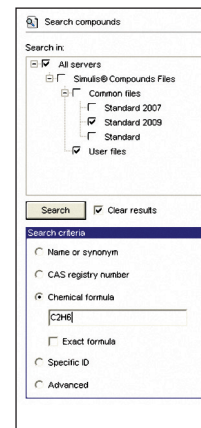


Рис. 5

ных групповых моделей (UNIFAC, PPR78, NRTL PR) и даже ее изображение (рис. 1).

Базы данных индивидуальных веществ открыты для пользователя

и снабжены удобным и наглядным пользовательским интерфейсом для просмотра и редактирования, а также для создания собственных пользовательских баз данных. Для температурно-зависимых свойств можно просмотреть используемую корреляцию (рис. 2) и графики зависимости от температуры (рис. 3). Более того, редактор баз данных включает инструмент регрессионного анализа, позволяющий подбирать по опытным данным подходящую корреляцию и ее параметры для расчета того или иного свойства в зависимости от температуры (рис. 4).

Поиск индивидуальных веществ может вестись по названию или его части, по химической формуле, а также по гомологическому ряду, молекулярной массе и температуре кипения (рис. 5).

Вместе с программой поставляются также базы данных коэффициентов бинарного взаимодействия индивидуальных веществ для различных групповых моделей (разновидностей модели UNIFAC, а также методов PPR78 и NRTL PR), которые можно просмотреть и отредактировать с помощью специального редактора (рис. 6). С системой по-

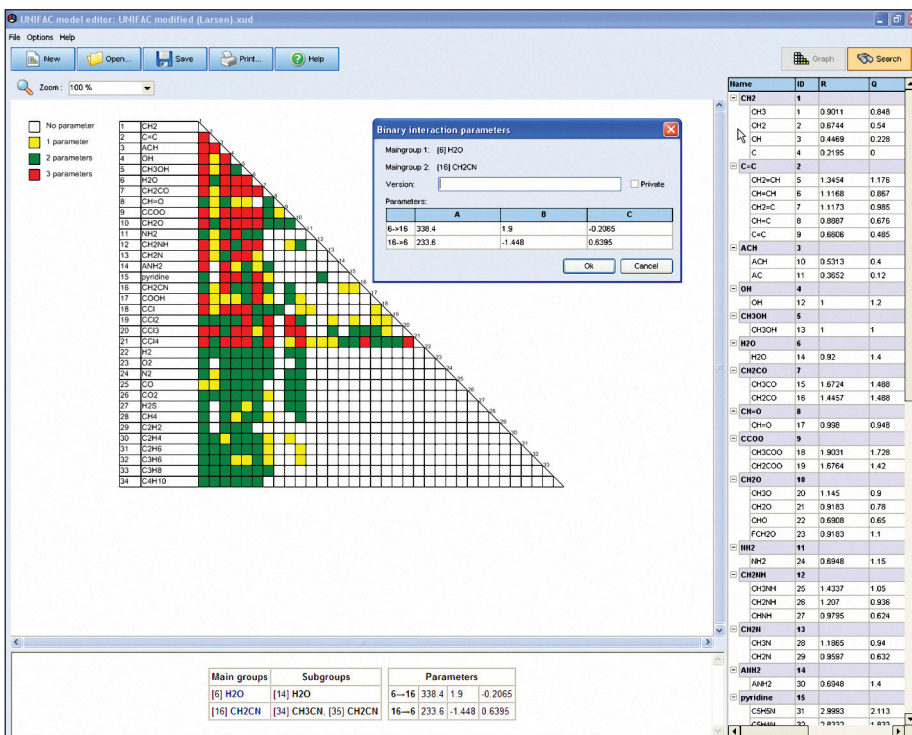


Рис. 6

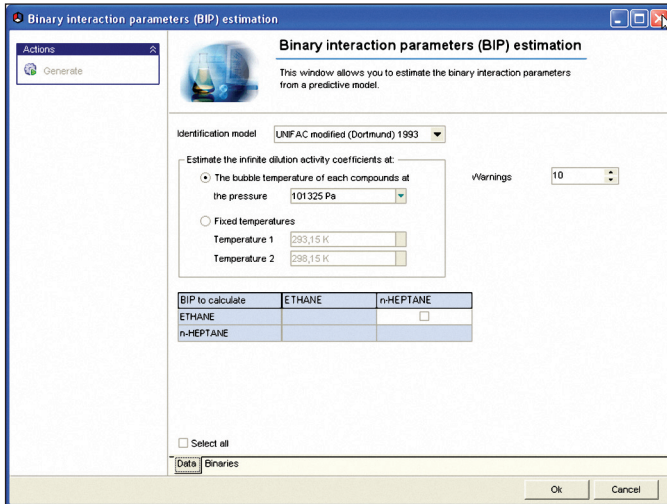


Рис. 7

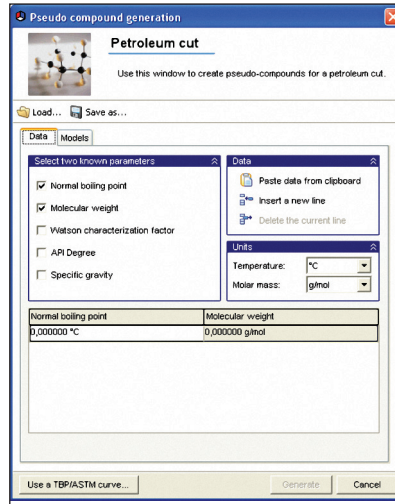


Рис. 8

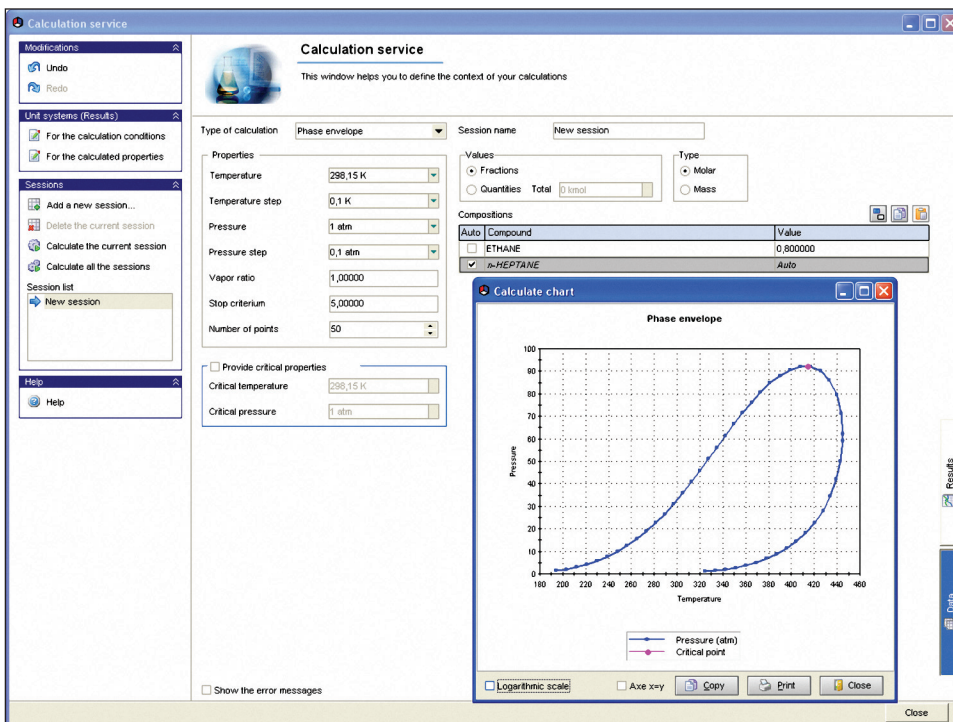


Рис. 9

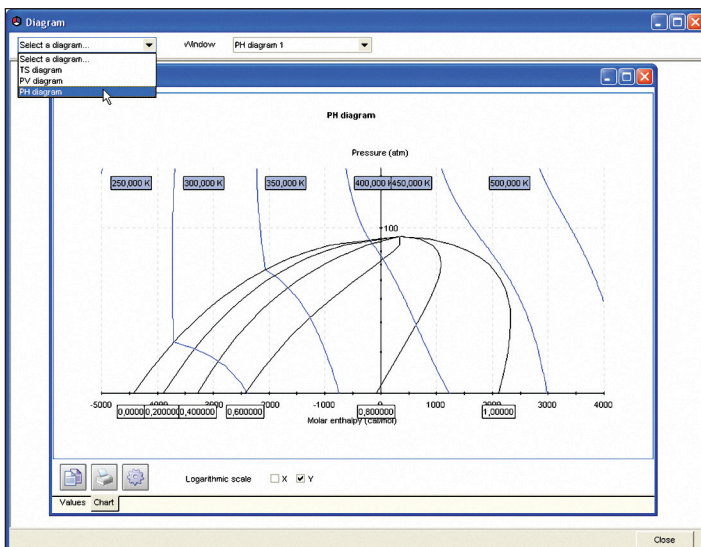


Рис. 10

ставляется и уже рассчитанная база данных коэффициентов бинарного взаимодействия. Предусмотрена также возможность предсказания коэффициентов бинарного взаимодействия для методов расчета коэффициентов активности NRTL, Wilson и UNIQUAC на основе групповых моделей (рис. 7).

Кроме того, в составе продукта можно задавать нефтяные фракции (так называемые "псевдокомпоненты") по температуре их кипения, относительной плотности (либо плотности в градусах API), молекулярной массе, а также характеристическому фактору Ватсона (рис. 8). При этом программа позволяет автоматически рассчитать фракционный состав по различным видам экспериментальных разгонок нефти или нефтепродуктов.

Simulis Thermodynamics обеспечивает возможность рассчитать большой набор термодинамических и транспортных свойств продуктов по их мольному или массовому составу: плотность, коэффициент сжимаемости, изобарную и изохорную теплоемкость, внутреннюю энергию, энтальпию, энтропию, скорость звука, коэффициент Джоуля-Томпсона, динамическую и кинематическую вязкость, теплопроводность, коэффициент поверхностного натяжения. При этом одновременно может быть определена и производная рассчитываемого свойства по давлению, температуре или содержанию одного из компонентов. В случае необходимости можно сразу выполнить расчет фазового равновесия, найти составы фаз

и определить величину искомого свойства каждой из фаз. Simulis Thermodynamics предоставляет пользователю широчайшие возможности решения задач фазового равновесия. Для равновесия пара (или газа) и жидкости система позволяет рассчитать содержание и состав фаз по любым парам термодинамических параметров давления, температуры, мольного объема, энтальпии, энтропии и внутренней энергии продукта, а также по мольной доле отгона и давлению или температуре. Можно рассчитать также давление точки кипения или точки росы по температуре и наоборот. Возможен расчет и вывод таких вспомогательных характеристик, как фугитивность (летучесть) и коэффициенты активности компонентов смеси, коэффициенты равновесия, в том числе и их производных по давлению, температуре или содержанию одного из компонентов.

По результатам расчета Simulis Thermodynamics способна самостоятельно строить фазовую диаграмму (границу двухфазной области – так называемый "Envelope" (рис. 9)) в координатах давления и температуры, а также фазовые диаграммы в координатах температура – энтропия, давление – мольный

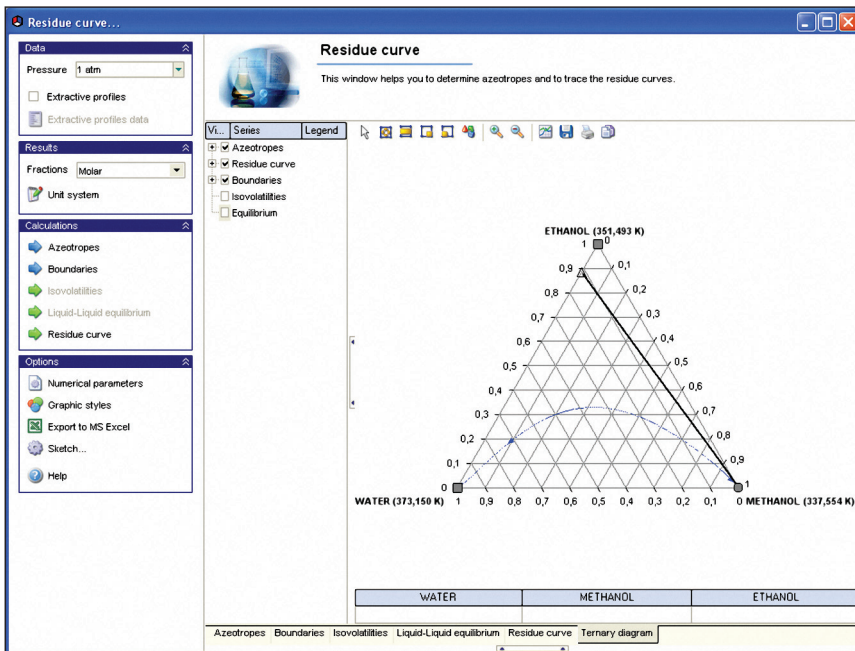


Рис. 11

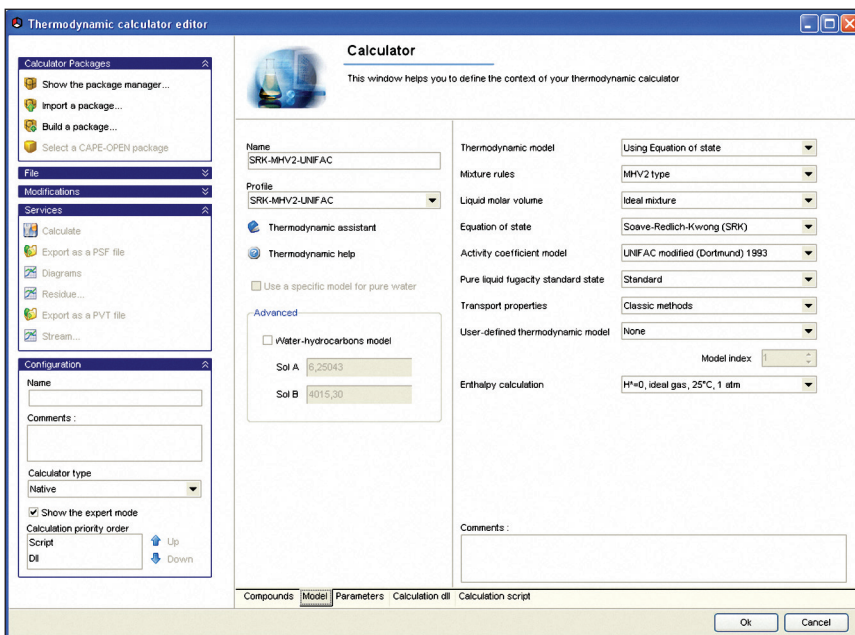


Рис. 12

объем и давление — энтальпия (рис. 10). Кроме того, система позволяет проводить расчет фазового равновесия двух несмешивающихся жидкостей, определяя по температуре и давлению составы и содержание фаз. Рассчитываются также коэффициенты фазового равновесия и их производные по давлению, температуре или содержанию одного из компонентов. Предусмотрен и расчет фазового равновесия трехфазных систем с одной газовой фазой и двумя несмешивающимися жидкими фазами, весьма распространенных при добыче и транспортировке нефти и газа. Рассчитываются содержание и состав фаз по температуре и давлению,

а также по давлению и энтальпии или по мольному газосодержанию и давлению или температуре.

Наконец, вместе с системой поставляется отдельное приложение, решающее такую важную для технолога задачу, как анализ процесса дистилляции тройных (трехкомпонентных) смесей. Это приложение использует топологическую классификацию тернарных диаграмм дистилляционных линий, разработанную российской научной школой и ее последователями. Определяются все азеотропы тройной смеси и их свойства, границы областей диаграммы дистилляции, строится тернарная диаграмма и различные характе-

ризующие ее точки и линии (рис. 11). При этом может учитываться и рассчитываться возможное разделение жидкой фазы на две несмешивающиеся жидкости.

### Как считает Simulis Thermodynamics – методические основы

Описанные выше широкие возможности Simulis Thermodynamics по расчету ТФС и ФР опираются на надежную и современную методическую основу. Система предоставляет пользователю большой набор расчетных методов, из которых тот сам может выбрать наиболее подходящие для расчета ТФС и ФР индивидуальных продуктов и их смесей (рис. 12), а также нефтяных фракций (рис. 13). Документация и справка по системе содержат соответствующие рекомендации; кроме того, консультации по выбору методов являются частью услуг технической поддержки MUTS (Maintenance, Update and Technical Support Service), предоставляемых разработчиком.

Рассмотрим подробнее, какие методики расчета предоставляют пользователю разработчики Simulis Thermodynamics.

Транспортные свойства смесей (вязкость, теплопроводность, поверхностное натяжение) рассчитываются по классическим правилам смешения, а также по пользующимся признанием методикам Dien-Stiel и Ely-Hanley (TRAPP<sup>2</sup>). Специальные методики используются для нефтепродуктов, а также для смесей углеводородов с водой.

Расчет термодинамических свойств и фазовых равновесий базируется на уравнениях состояния продукта, связывающих его давление, температуру и мольный объем. В качестве таковых пользователь Simulis Thermodynamics имеет возможность применить разнообразные общепризнанные уравнения, среди которых:

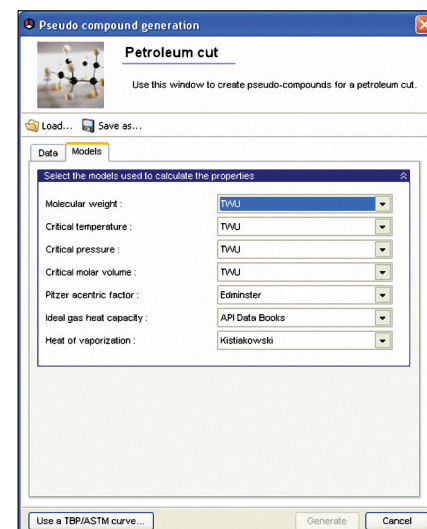


Рис. 13

<sup>2</sup> Transfort Property Prediction method

- кубические уравнения состояния Редлиха-Квонга RK (Redlich-Kwong), Соаве-Редлиха-Квонга SRK (Soave-Redlich-Kwong), Пенга-Робинсона PR (Peng-Robinson), модифицированное Пенга-Робинсона PR78 (Peng-Robinson 1978);
- уточненные модификации уравнений SRK, PR и PR78, предложенные Boston и Mathias (уравнения SRKBM, PRBM, PR78BM);
- уточненная модификация уравнения SRK, предложенная Mathias и Soreman;
- специальная модификация уравнения SRK, предложенная Kabadı и Danner и усовершенствованная Twu и Bluck (SRK KD88) для смесей воды и углеводородов;
- усовершенствованные уравнения состояния на основе широко известного уравнения Бенедикта-Вебба-Рубина (Benedict-Webb-Rubin) – уравнение LK (Lee-Kesler), уравнение LKP (Lee-Kesler-Plocker), уравнение BWRS (Benedict-Webb-Rubin-Starling-Nishiumi).

Применение любого из перечисленных выше уравнений к тому или иному конкретному веществу требует знания только<sup>3</sup> его критических параметров (критической температуры и давления, а для уравнения BWRS – критической плотности и коэффициента сжимаемости) и коэффициента ацентричности Питцера. Эти данные содержатся в базе данных индивидуальных компонент, поставляемой с системой. Для смесей применяются классические правила смешения, в которых параметры уравнений могут быть определены по данным входящих в смесь индивидуальных компонент и (для уравнений SRK, PR, PR78, SRKBM, PRBM, PR78BM, LKP, BWRS) коэффициентам бинарного взаимодействия компонентов. Последние определяются по экспериментальным данным и задаются пользователем или берутся из базы данных системы.

Расчет всех термодинамических величин с использованием одного из вышеперечисленных уравнений как для газовой, так и для жидкой фазы позволяет решать задачи фазового равновесия для широкого диапазона температур и давлений, в том числе (при использовании коэффициентов бинарного взаимодействия) и для неидеальных смесей. Однако данный подход плохо работает со смесями, проявляющими сильно неидеальное поведение, содержащими полярные или взаимодействующие компоненты.

Для решения задач ФР таких смесей Simulis Thermodynamics предлагает иной, хорошо зарекомендовавший себя метод, основанный на использовании при расчете термодинамических характеристик жидкой фазы на основе не уравнения состояния, а так называемых коэффициентов активности компонент, характеризующих отклонение поведения смеси от идеального. Для расчета коэффициентов активности программа позволяет применять различные хорошо зарекомендовавшие себя корреляции:

- уравнение Маргулиса (Margules);
- уравнения регулярной модели Скетчарда-Гильдебранда (Scatchard-Hildebrand);
- модель Вильсона (Wilson) и ее модификация DECHEMA;
- модель двух несмешивающихся жидкостей NRTL (Non Random Two Liquids);
- модель UNIQUAC (UNiversal QUAsi Chemical).

Модели NRTL и UNIQUAC особенно популярны и широко и успешно используются для расчета равновесия жидкость – пар и жидкость – жидкость.

Описанные выше подходы (как на основе уравнений состояния, так и на основе коэффициентов активности) для расчета ФР неидеальных смесей требуют знания соответствующих специальных параметров бинарного взаимодействия, которые должны быть заданы пользователем либо взяты из поставляемой с системой базы данных. Эти коэффициенты могут быть получены расчетчиком далеко не всегда. Для решения данной проблемы в последние годы активное развитие получили так называемые групповые модели (или методы групповых составляющих), позволяющие рассчитать параметры бинарного взаимодействия или коэффициенты активности по характеристикам и взаимодействию различных структурных групп в молекулах индивидуальных веществ. Это позволяет рассчитывать ФР для широкого круга продуктов без необходимости привлечения дополнительных экспериментальных данных.

Другой проблемой является то, что описанные выше подходы к расчету ФР даже в комплексе не охватывают всего разнообразия продуктов и параметров: применение только уравнений состояния с классическими правилами смешения не позволяет рассчитывать сильно неидеальные смеси, а подход на основе коэффициентов активности неудовлетворительно работает для высоких давлений.

Стремление совместить преимущества обоих подходов вызвало к жизни так называемые комплексные правила смешения, впервые предложенные Гуроном (Huron) и Видалом (Vidal) в 1979 году и в дальнейшем усовершенствованные Михельсеном (Michelsen) и другими исследователями. Данные правила, применимые для кубических уравнений состояния, позволяют рассчитывать параметры последних для смесей через их избыточную свободную энергию при нулевом или атмосферном давлении; которая, в свою очередь, определяется через модели коэффициентов активности. Тем самым обеспечивается возможность расчета ФР сильно неидеальных смесей с полярными компонентами в значительно более широком диапазоне давлений и температур. Simulis Thermodynamics предлагает пользователю целый набор готовых к применению групповых моделей и комплексных правил смешения, которые могут быть использованы как самостоятельно, так и (наиболее эффективно!) совместно. Прежде всего, это различные варианты групповой модели UNIFAC (The UNiversal Functional Activity Coefficient method), предложенной в 1975 году Фреденслундом (Fredenslund), Джонсом (Jones) и Праусницем (Prausnitz) и активно развиваемой многими исследователями, в том числе в рамках консорциума UNIFAC<sup>4</sup>. Simulis Thermodynamics поддерживает как оригинальный вариант UNIFAC, так и его усовершенствованные модификации, более точно учитывающие зависимость коэффициентов активности от температуры – Modified Dortmund, Modified Lyngby (Larsen), PSRK, – а также вариант UNIFAC LLE, настроенный на расчет ФР жидкость-жидкость.

Групповые модели UNIFAC могут использоваться как самостоятельно, так и для предсказания коэффициентов бинарного взаимодействия методов расчета коэффициентов активности NRTL, Wilson и UNIQUAC. Опыт показывает также эффективность их применения в сочетании с комплексными правилами смешения MHV1, MHV2 и PSRK. Правило MHV2 (Modified Huron-Vidal) является усовершенствованным вариантом MHV1 и рекомендуется к совместному использованию с групповыми моделями Modified Lyngby (Larsen) или Modified Dortmund. Правило PSRK (Predictive Soave-Redlich-Kwong) разработано для применения совместно с моделью UNIFAC PSRK; считается, что оно лучше работает при

<sup>3</sup> Для уравнения SRK KD88 необходимо также знать нормальную температуру кипения; модификация SRK, предложенная Mathias и Soreman, требует дополнительных данных о линии насыщения.

<sup>4</sup> См. сайт консорциума: <http://unifac.ddbst.de>.

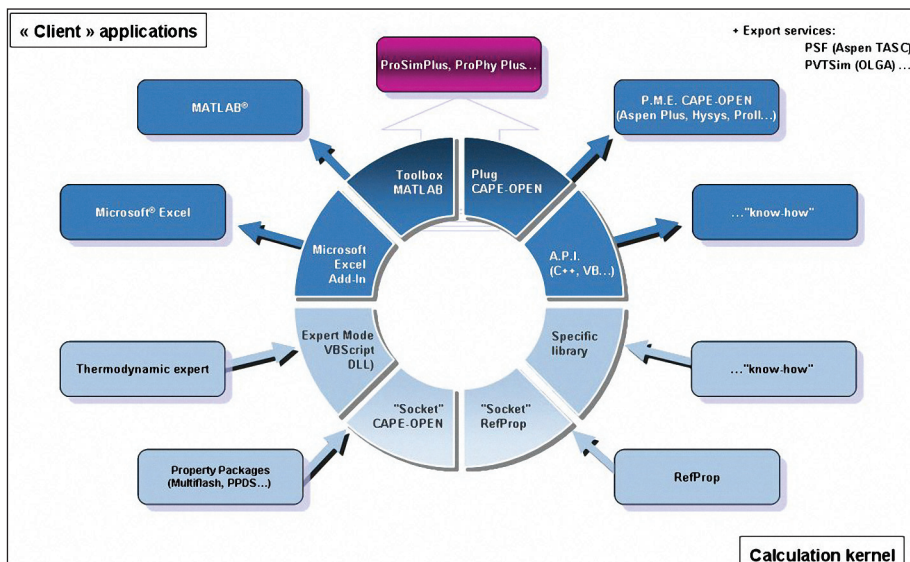


Рис. 14

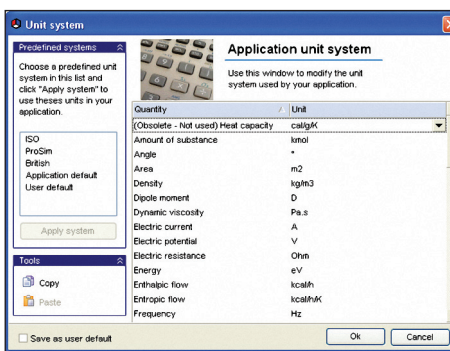


Рис. 15

высоких давлениях и может распространяться на более широкий круг продуктов, в том числе на смеси с компонентами при температуре выше критической. В качестве уравнения состояния используется SRK с модификацией Mathias и Copeman.

Для более точного расчета ФР водно-углеводородно-гликольных смесей в системе реализована разработанная Neau групповая модель NRTL-PR, с соответствующим комплексным правилом смешения уравнения состояния PR78.

Simulis Thermodynamics включает также групповую модель PPR78 (Predictive Peng-Robinson 1978), позволяющую рассчитывать коэффициенты бинарного взаимодействия для уравнения состояния PR78. Данная модель, предложенная в 2004 и активно развиваемая в последние годы, обеспечивает возможность рассчитывать смеси предельных, ароматических и циклических углеводородов с углекислым газом, азотом и сероводородом.

Наряду с описанными выше термодинамическими моделями общего назначе-

ния Simulis Thermodynamics включает также набор моделей для более точного расчета тех или иных специальных групп продуктов, в том числе:

- воды и водяного пара;
- смесей углеводородов с водой (модели Chao-Seader и Grayson-Streed);
- растворов электролитов, в том числе водных растворов солей, кислот и щелочей;
- водных растворов сильных кислот (соляной, азотной, серной, плавиковой, бромоводородной, йодоводородной);
- смесей формальдегидов с водой и метанолом;
- криогенных продуктов (включая жидкие водород, гелий, кислород, азот и метан);
- смесей водорода, дейтерия и трития.

Таким образом, Simulis Thermodynamics базируется на надежной и современной методической базе, позволяющей с достаточной для практических целей точностью рассчитывать широчайший круг продуктов.

При этом разработчик в сотрудничестве с другими научными центрами, занимающими лидирующие позиции в области термодинамики и расчетов фазовых равновесий, постоянно развивает методическую основу системы. В частности, в настоящее время ProSim в партнерстве с ведущим французским исследовательским центром IFP работает над реализацией в Simulis Thermodynamics уравнения состояния PC-SAFT (Perturbed-Chain Statistical Associating Fluid Theory) вместе с соответствующей групповой моделью GC-PPC-SAFT. Это позволит гораздо более точно

рассчитывать продукты с молекулами разных размеров, с полярными компонентами, содержащими водородные связи, длинные молекулярные цепочки (полимеры) и т.д., что значительно расширит возможности системы. Одновременно в рамках консорциума UNIFAC, членом которого ProSim является, продолжается разработка уточненных групповых моделей и уравнений состояния, таких как UNIFAC VTPR (Volume Translated Peng-Robinson) и UNIFAC UMR-PRU (Universal Mixing Rule – Peng-Robinson UNIFAC-type model), для планируемой реализации которых уже предусмотрено место в структуре Simulis Thermodynamics.

### Simulis, который всегда под рукой

Богатство вычислительных возможностей и мощная методическая основа сочетаются в Simulis Thermodynamics с удивительной для подобного продукта простотой и гибкостью применения и интеграции (рис. 14).

Система поставляется не в виде самостоятельного EXE-модуля, а как набор COM-компонент, легко встраиваемых в программы потенциального пользователя<sup>5</sup>. В частности, конечные пользователи-технологи одним нажатием кнопки могут встроить вызов Simulis Thermodynamics в свои расчеты с использованием MS Excel или MATLAB. С системой поставляется также соответствующее API, позволяющее вызывать функции и сервисы системы из "любительских" и профессиональных программ практически на любых языках программирования, включая Visual Basic, C++, C#, Fortran, Delphi и т.д. Ну и, разумеется, Simulis полностью интегрирован с другими программными продуктами самой ProSim, такими как система моделирования технологических процессов ProSimPlus и другие. В качестве дополнительных платных продуктов к системе Simulis Thermodynamics компания Prosim предоставляет также интегрированную с ней расширенную базу данных свойств индивидуальных веществ DIPPR L10+, а также обширную базу экспериментальных данных ТФС и ФР DETHERM фирмы DECHEMA.

При этом пользователь может гибко выбирать, какого уровня сервис ему нужен в каждом конкретном случае: от полного вызова калькулятора ТФС и ФР с мощным и удобным встроенным пользовательским интерфейсом, включающим выбор и настройку используемых пользователем единиц измерения (рис. 15), создание и просмотр результатов расчета

<sup>5</sup> Для желающих работать с более традиционной формой программного продукта расчета ТФС и ФР компания ProSim предлагает соответствующее решение – ProPhyPlus 2.

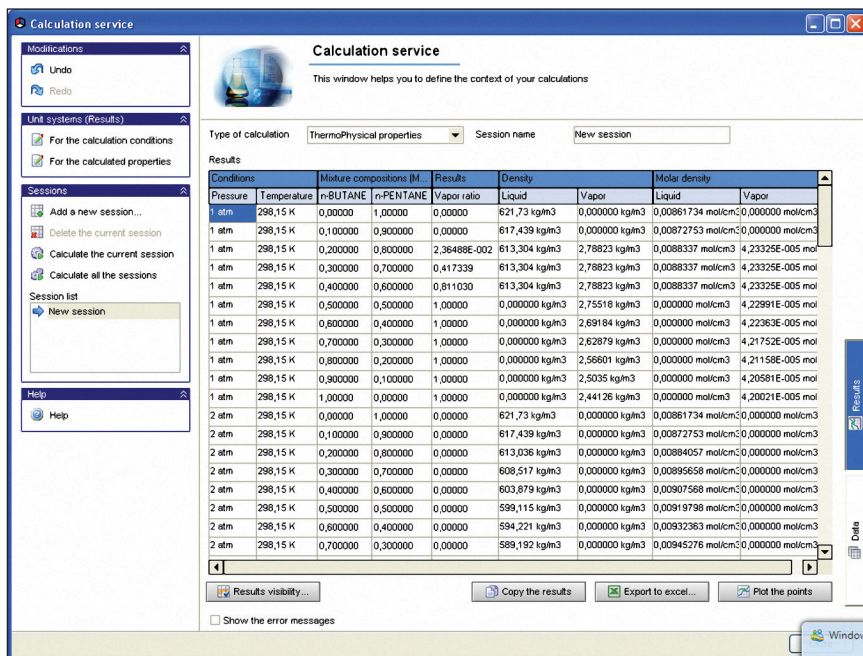


Рис. 16

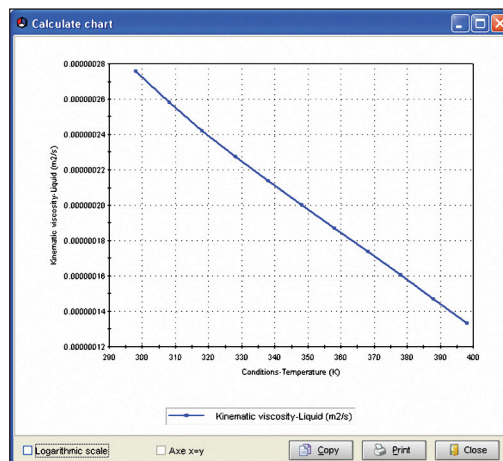


Рис. 17

мый режим "Expert mode"). Простые функции могут быть написаны на Visual Basic во встроенном интерпретаторе (рис. 19), более сложные можно подключить как самостоятельные DLL-библиотеки, написанные на C++, Fortran или

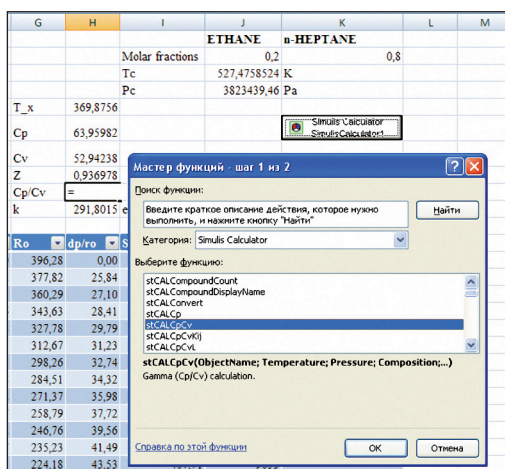


Рис. 18

в виде таблиц по различным значениям исходных параметров (рис. 16), построение графиков изменения ТФС (рис. 17) и фазовых диаграмм, до вызова конкретной функции расчета отдельного свойства или расчета ФР (рис. 18). В состав системы входит набор примеров, демонстрирующих использование Simulis Thermodynamics в процессе выполнения в среде MS Excel расчетов насосов, теплообменников, систем аварийного сброса и др. Авторы имели возможность воочию убедиться в простоте и удобстве применения Simulis Thermodynamics, выполняя в MS Excel расчеты сброса многофазных сред через предохранительные клапаны для новых международных нормативных документов. Новая версия программы 3.70 нашей программы гидравлических и тепловых расчетов трубопроводов "Гидросистема" интегри-

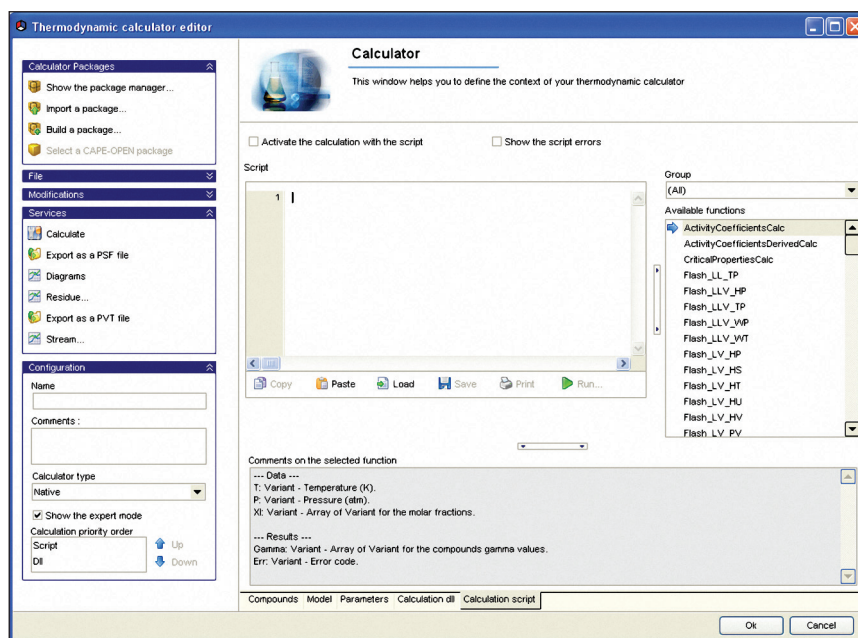


Рис. 19

рована с Simulis Thermodynamics и может использовать ее возможности в процессе расчета как однофазных, так и двухфазных потоков. В течение текущего года мы намерены обеспечить аналогичную интеграцию также в нашей программе расчета систем аварийного сброса "Предклапан" и расширить возможности интеграции в программе "Гидросистема". Пользователь может не только вызвать Simulis из своих программ, но и дополнить его собственными специальными модулями и алгоритмами, которые будут вызываться системой в процессе расчета и обработки результатов (так называем-

других языках программирования, при этом по-прежнему сохраняя возможность вызова нужных программисту функций Simulis. Примером такой интеграции может быть использование Simulis совместно с программой расчета ТФС и ФР хладагентов REFPROP<sup>6</sup> Национального института стандартов и технологий США. Simulis Thermodynamics поставляется с рядом уже встроенных возможностей экспорта таблиц результатов расчета для использования их в других программах. Поддерживается экспорт в MS Excel, в знаменитую программу расчета много-

<sup>6</sup> Более подробная информация приведена по адресу [www.nist.gov/srd/nist23.cfm](http://www.nist.gov/srd/nist23.cfm).

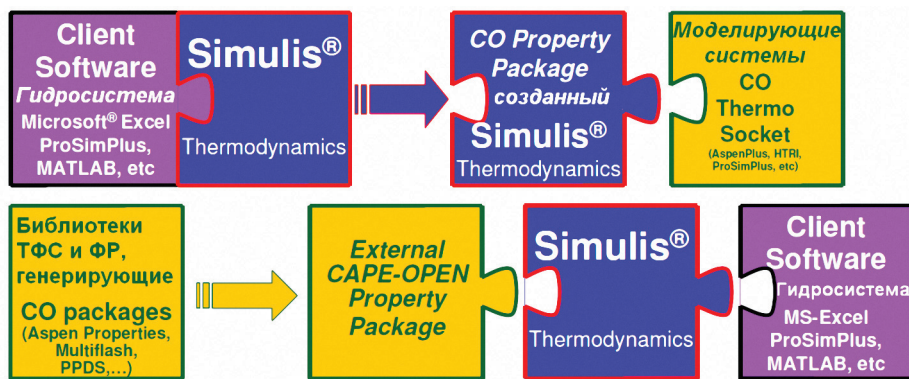


Рис. 20

фазных течений в трубопроводах OLGA, а также в известную программу расчета и проектирования кожухотрубчатых теплообменников Aspen Shell & Tube Exchanger (Aspen TASC+).

Важным преимуществом Simulis Thermodynamics является поддержка им стандарта CAPE Open Thermo<sup>7</sup>, причем двухсторонняя — как в качестве провайдера расчетов ТФС и ФР (Thermo Plug), так и в качестве вызывающей их программы (Thermo Socket). Это означает, что Simulis Thermodynamics напрямую, без всякого дополнительного программирования, может быть вызван для расчета ТФС и ФР из любых совместимых со стандартом CAPE Open Thermo Socket программ, и сам он может вызывать любые совместимые с CAPE Open Thermo Plug системы расчета ТФС

и ФР. Такая возможность уже протестирована разработчиком для систем моделирования технологических процессов Aspen Plus, Aspen HYSYS, PRO/II, UNISIM, системы расчета и проектирования теплообменников HTRI, систем расчета ТФС и ФР Aspen Properties, Infochem Multiflash, PPDS и др. (рис. 20). Помимо прочего, это позволяет НТП "Трубопровод", недавно ставшему ассоциированным членом CO-LaN<sup>8</sup>, обеспечить доступ пользователям программ "Гидросистема" и "Предклапан" через Simulis Thermo-dynamics к расчетным возможностям не только самой Simulis, но и совместимых с ним по стандарту CAPE Open Thermo других систем расчета ТФС и ФР (Aspen Properties, Infochem Multi-flash, PPDS и др.).

И, наконец, немного о прозе жизни — "презренном металле". Разработчик предлагает систему Simulis Thermodynamics по весьма гибкой схеме лицензирования. Можно приобрести временные и постоянные, локальные и сетевые лицензии, в том числе с возможностью их временно изъятия из пула сетевых лицензий для работы дома и в командировке. Разумеется, предусмотрены оптовые скидки. При этом стоимость находится на уровне другого предлагаемого НТП "Трубопровод" программного обеспечения, что позволяет формировать для клиентов выгодные по соотношению цены и возможностей интегрированные решения.

В настоящее время НТП "Трубопровод" совместно с ProSim проводит работу по переводу пользовательского интерфейса Simulis Thermodynamics, что позволит нам в ближайшем будущем предложить отечественным пользователям русскоязычную версию продукта.

Уважаемые расчетчики-технологи! Simulis Thermodynamics — это продукт, который должен был быть на вашем компьютере еще вчера! 😊

*Леонид Корельштейн,  
Сергей Лусин  
НТП "Трубопровод"  
E-mail: hst@truboprovod.ru*

### Новая версия ElectriCS Storm

Компания CSoft Development объявила о выходе четвертой версии программного продукта ElectriCS Storm.

Система ElectriCS Storm версии 4 предназначена для автоматизированного расчета молниезащиты, заземления и электромагнитной обстановки (ЭМО).

В новой версии ElectriCS Storm добавлена подсистема точного расчета заземления и расчета ЭМО.

Расчет ЭМО производится по СО 34.35.311-2004 "Методические указания по определению электромагнитной обстановки и совместимости на электрических станциях и подстанциях" и СТО 56947007-29.240.044-2010 "Методические указания по обеспечению электромагнитной совместимости на объектах электросетевого хозяйства".

Подсистема расчета ЭМО выполняет следующие функции:

- ввод естественных и искусственных заземлителей (горизонтальных, вертикальных, фундаментов) как вручную, так и с планов, выполненных в AutoCAD;
- автоматическая загрузка заземлителей с чертежей, выполненных в AutoCAD;
- расчет сопротивления растеканию заземлителей (для каждого заземлителя в отдельности);
- расчет потенциалов и токов по узлам и ветвям ЗУ для ударов молнии и КЗ;
- расчет и построение магнитного поля (магнитной напряженности) для указанной зоны;
- расчет и построение поля потенциалов для указанной зоны;

- расчет и построение поля напряжения прикосновения для указанной зоны;
- расчет и построение поля напряжения шага для указанной зоны;
- расчет всех указанных видов для точек контроля и кабельных трасс;
- расчет токов в экранах кабелей, допустимых токов и их сравнение;
- расчет наведенных от молнии импульсных напряжений во вторичных цепях (с учетом экранирования кабельных трасс и самих кабелей);
- расчет допустимых токов в заземлителях и их сравнение с рабочими (расчетными);
- просмотр результатов расчета для кабельных трасс и кабелей в виде диаграмм;
- вывод результатов расчета в AutoCAD в виде 3D-поверхности;
- вывод результатов расчета в AutoCAD на план — как в виде четвого поля, так и в виде изолиний (линий заданного уровня);
- вывод в AutoCAD в 3D-виде и на план: заземлителей (естественных и искусственных), узлов заземлителей, кабельных трасс, кабелей, реакторов, проводов, точек контроля, точек входа тока, молниеприемников (стержневых).

В части расчета электромагнитной обстановки система ElectriCS Storm проходила функциональное тестирование в ОАО "Инженерный центр энергетики Поволжья" филиал "Нижегородскэнергосеть-проект".

Система ElectriCS Storm сертифицирована в части расчета молниезащиты, заземления и электромагнитной обстановки (Сертификат соответствия ГОСТ Р РОСС RU.СП15.Н00354 №0005663).

<sup>7</sup> Подробнее о стандарте CAPE Open рассказывается здесь: [www.colan.org](http://www.colan.org).

<sup>8</sup> См.: [www.colan.org/News/Y11/news-1115.htm](http://www.colan.org/News/Y11/news-1115.htm).