

2013

Выпуск №4

ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Города будущего

с. 4

Новая традиция
газовой отрасли

с. 32

Оптимизация
планирования
трубопроводных сетей

с. 40

Тема номера:

И. В. Пономарёв

Перемены грядут

с. 16

ИННОВАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ

Л. Сакс, Г. Шишке

Оптимизация планирования трубопроводных сетей

Европейский опыт в России. Программное обеспечение OptiPlan для эффективного проектирования систем трубопроводов



с. 40

О. Ф. Клюев, В. С. Тхай

Технология нанесения металлических покрытий

Уникальная разработка российских ученых-энтузиастов — принципиально новый метод напыления металлов, создающий прочные покрытия практически любой толщины



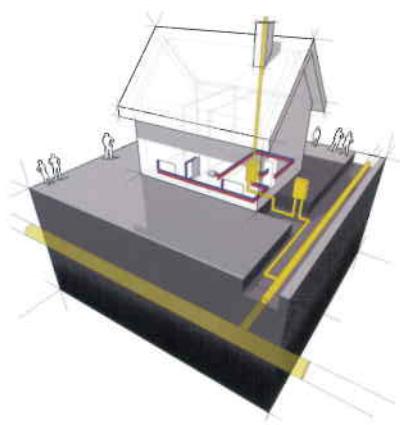
с. 48

АКТУАЛЬНО

А. Ю. Мельников

Сети газораспределения. Новые правила

Выдержки из Постановления Правительства РФ от 30.12.2013 № 1314, касающегося Правил подключения (технологического присоединения) объектов капитального строительства к сетям газораспределения



с. 54

ПРОФОБРАЗОВАНИЕ

Е. И. Зайцева, В. Е. Бухин

Готовим профессионалов

Учебные центры Группы ПОЛИПЛАСТИК

О подготовке специалистов, связанных с проектированием, строительством и эксплуатацией полиэтиленовых трубопроводов



с. 60

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

А. Д. Жуков, А. А. Майорова,

А. С. Чкунин

Устойчивость структуры высокопористых материалов



с. 64

Д. Н. Шуганов, Г. В. Пресман,
А. Ю. Сёмочкин

Стеклянный? Оловянный? Полимерно-деревянный!



с. 68

НАШИ ПАРТНЕРЫ

Е. И. Зайцева

Ассоциация сварщиков полимерных материалов



с. 71

ОПТИМИЗАЦИЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ТРУБОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

**Людгер Сакс (Ludger Sax), генеральный директор Grid Optimization Europe GmbH
Георг Шишке (George Schyschke), ведущий специалист Grid Optimization Europe GmbH**

OptiPlan — простое в использовании программное обеспечение для гидравлического расчета и проектирования трубопроводных сетей.

Программа была разработана и использовалась компанией Ruhrgas AG Essen (Германия). Дальнейшим ее совершенствованием занималась фирма Open Grid Europe GmbH, а в настоящее время — Grid Optimization Europe GmbH/Grid Optimisation Europe, Luxembourg. Более 150 организаций Германии и Европы (Хорватии, Латвии, Литвы, Люксембурга, Австрии, Польши, Румынии, России, Чехии, Турции и Венгрии) применяют ее при проектировании трубопроводных сетей для бытовых и промышленных потребителей. Программное обеспечение OptiPlan имеет версии на немецком, английском, чешском и русском языках.

История развития

Уже с начала 60-х годов прошлого века Ruhrgas AG проводила расчеты трубопроводных сетей для городских и региональных предприятий коммунально-бытового обслуживания. Расчеты производились на больших электронно-вычислительных машинах, например IBM. В 1980-е годы произошел переход к персональным компьютерам (ПК) для электронной обработки данных. В то же время началась разработка первых программ для компьютерного расчета трубопроводных сетей. При этом сначала речь шла

о DOS-приложениях, то есть программах, которые не имели графического пользовательского интерфейса. Предшественниками современной программы OptiPlan можно считать PEGASUS для расчета газопроводных и WAVE для расчета водопроводных сетей. Первые версии OptiPlan были разработаны в 1990-е годы. Это были программы на базе операционной системы Microsoft Windows, с графическим интерфейсом, позволяющим визуально представлять результаты расчетов сети. Ввод данных производился вручную.

В последующие годы появились и постоянно совершенствовались различные версии программы для расчетов газо- и водораспределительных сетей и сетей потребления. Ввод данных осуществлялся уже с помощью специальной цифровой техники, преобразовывавшей аналоговые планы трубопроводной сети (планы, разработанные на бумаге) в цифровую форму. При этом осуществлялся их анализ. Впоследствии возможности графического представления данных постоянно расширялись и улучшались.

Дальнейшая веха в развитии программного обеспечения OptiPlan связана с его подключением к современным геоинформационным системам (GIS-системам). Технические данные

трубопроводной сети стали экспортirоваться из GIS-системы в программу OptiPlan посредством собственного интерфейса. В недавнем прошлом были также значительно усовершенствованы возможности обработки результатов для промышленных потребителей.

В 2013 году компания Grid Optimization Europe GmbH/Grid Optimisation Europe, Luxembourg разработала русифицированную версию программы — OptiPlan 2013RU, которая в настоящее время реализуется региональным представителем в России. Первое занятие по освоению программы российскими специалистами состоялось 8 ноября 2013 года в ГУП МО «Мособлгаз» при активном участии НП «СРО «Объединение Строителей Подмосковья».

Функции и управление

Программное обеспечение OptiPlan позволяет грамотно использовать свободные ресурсы сети и своевременно узнавать о недостатках в работе системы, избегать нерентабельных капиталовложений и ненадежных условий обслуживания. Кроме того, программа определяет значение нагрузки в сети из данных расчета расхода бытовых и промышленных потребителей, дает возможность производить быструю обработку результатов расчетов



Обучение



Обучающий семинар в ГУП МО «Мособлгаз»

при проектировании: в плане трубопроводной или вычислительной сети можно корректировать характеристики трубопроводов (задавать заново, изменять, разделять, удалять или блокировать), а также увеличивать или уменьшать расход подачи газа для уже имеющихся или новых узлов.

Любые изменения параметров сети интерактивно влияют на ее состояние, что показывается в деталях:

- давление в узлах и местах потребления;
- производительность точек подачи;
- пропускная способность;
- скорость потока в трубопроводах.

В начале режима проектирования трубопроводы, узлы и точки подачи доступны для редактирования простым способом: можно щелкнуть по нужной опции кнопкой мыши в плане вычислительной сети.

Информация OptiPlan хранится в таблицах базы данных Microsoft Office Access и может быть представлена в виде текстовых таблиц. Таким образом, полученные результаты расчетов можно впоследствии использовать также и в других программах. Для расчета трубопроводной сети с помощью OptiPlan можно использовать данные выбранной GIS-системы. Заметим, что программа Microsoft Office Access входит в пакет программного обеспечения OptiPlan.

Программа OptiPlan состоит из трех следующих компонентов:

1. База данных Access.
2. План трубопроводной сети.
3. Расчетная модель.

Подробно остановимся на каждом из них.

База данных Access

В базе данных Access сохраняются все необходимые для расчета трубопроводной сети параметры. При импорте информации из GIS-систем

или из файлов расчета потребления производится проверка данных, чтобы исключить ошибки при дальнейшем расчете сетей.

Все особенности, упущения и неточности в импортируемых данных протоколируются. Последующая обработка импорт-протоколов позволяет устраниить обнаруженные ошибки.

План трубопроводной сети

План трубопроводной сети представляет собой графический пользовательский интерфейс заданного массива данных. Все сохраненные в базе данных Access элементы можно обработать и представить в плане трубопроводной сети. В этом компоненте программы составляющие элементы сети трубопровода могут быть изменены, добавлены, удалены или сохранены. Для улучшения визуализации сети трубопровода на нижний слой плана могут быть загружены растровые изображения топографических карт.

Такая дополненная модель трубопроводной сети помогает решить две задачи:

- В плане трубопроводной сети можно на основе растрового изображения (например, сканированной копии проекта) преобразовать аналоговый план сети в цифровую форму. Длина трубопровода автоматически рассчитывается, а его параметры (диаметр, материал и т. д.) определяются пользователем. Эта функция дает возможность обрабатывать вручную архивы проектов.
- Применение функции «Упрощение» автоматически формирует из плана трубопроводной сети сетьевую модель массива цифровых данных. При этом пользователь имеет возможность целенаправленно упрощать полученную модель, то есть улучшать ее наглядность, удаляя несущественные элементы.

Общий алгоритм упрощения сети

- Тупиковые трубопроводы удаляются из модели расчета

Потребления, относящиеся к отрезкам тупиковых трубопроводов, будут отнесены к координатам сетевой развязки тупикового трубопровода.

- Узлы участков траектории размыкаются

Размыкаются те узлы (координаты) между двумя отрезками трубопровода, в которых при одинаковых параметрах расчета трубопровода (диаметр и шероховатость трубы) образуется новый отрезок с комплексной длиной или при различных параметрах образуется трубопроводная система с последовательно расположеннымми отрезками.

- Короткие отрезки трубопровода объединяются в один узел

Если короткий участок трубопровода находится между двумя узлами, в этом случае координаты этих узлов объединяются в один узел.

Данный общий алгоритм упрощения может иметь определенные ограничения, приводящие к тому, что при некоторых условиях упрощение выполнено не будет. В окне ввода для функции «Ограничения» могут быть заданы следующие параметры:

- длина тупикового трубопровода (м);
- диаметр тупикового трубопровода (мм);
- удаленность узла участка (м);
- максимальная длина участка (м);
- расход узлов ($\text{м}^3/\text{ч}$).

Расчетная модель

После успешного и безошибочного создания сетевой модели производится расчет трубопроводной сети в третьем компоненте программы — расчетной (вычислительной) модели, где посредством простых действий изменения, удаления или добавления элементов моделируется практически любая ситуация обеспечения, например:

- производственные мероприятия (блокирование трубопровода или прекращение работы точек питания);
- меры по оптимизации сети (использование меньших диаметров трубопровода или меньшего количества точек питания);
- рассмотрение особых случаев (например, подача биогаза в распределительную сеть).

Расчетная модель трубопроводной сети состоит из трех основных элементов:

- узлы;
- трубопровод;
- точки подачи.

Узлы имеют координаты и показывают положение сети трубопровода. Кроме того, они задают главное направление подачи газа в сети. Давление и расход газа в расчетной модели OptiPlan могут регулироваться в зависимости от температуры внешней среды. Поэтому каждый узел в вычислительной сети имеет наряду с количественным показателем расхода также и индивидуальную температурную зависимость, которая определяется из температурной зависимости подключенных клиентов. Результат расчета — это значение давления газа в узле.

Трубопроводы в вычислительной модели представляют собой маршруты транспортировки газа, связанные между собой отдельными узлами. Трубопровод между двумя узлами описывается значениями внутреннего диаметра, длины и шероховатости. Последний показатель учитывает не только собственно шероховатость стенок трубопровода, но также и суммарный коэффициент всех местных

сопротивлений трубопровода. При этом речь может идти о сопротивлении затворов, ответвлений, отводов, а также сужениях, отверстиях и многом другом. Результат расчета — это поток газа (величина и направление объемного потока) и его средняя скорость в трубопроводе.

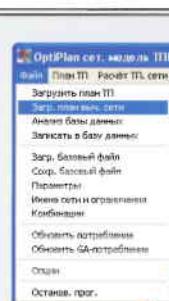
Точки подачи образуют в вычислительной сети пункты, через которые газ подводится в систему. В стандартном случае подача газа производится согласно регламентам, то есть в этих точках подача осуществляется с заданным нормативным давлением газа. Результат расчета в этом случае — количественное значение расхода, которое вычисляется на основании распределения и геометрии сети. Возможно также решать обратную задачу: зафиксировав некоторое постоянное значение расхода, рассчитывается требуемое для этого расхода давление подачи. В сети с тремя точками подачи максимально две из них можно установить на постоянный расход, для одной точки (минимально) необходимо задавать значение давления.

Пользование программой

Систематика программы OptiPlan построена по тому же принципу, что и у операционной системы Microsoft Windows. Помощь в управлении той или иной функцией можно получить посредством нажатия на кнопку мыши, установленную на пиктограмме со знаком вопроса. Функции программы могут быть вызваны щелчком кнопкой мыши по соответствующему названию команды в строке меню. По необходимости строка меню делится на подменю.

Диалоговые окна ввода

В диалоговых окнах ввода данные заносятся в белые пустые поля. Выбор поля ввода осуществляется щелчком кнопкой мыши по нужному полю или переводом курсора



Меню «Файл» — команда «Импортировать GIS-данные»

С помощью этой функции можно загружать файлы из GIS-системы. Загруженные файлы заменяют или обновляют данные, которые содержатся в базе данных.

Особенности обработки и результат работы программы сохраняются в файле в директории для временных данных. Отображается протокол, который может быть распечатан.

Меню «Файл» — команда «Обновить потребление»

При помощи анализа данных потребления можно рассчитать значения нагрузки сети снабжающего предприятия, соответствующие поля таблицы в базе данных могут быть обновлены.

Данные расчета потребления можно предоставить для обработки дополнительно в виде таблиц в базе данных программы.

Величина нормированного годового расхода, число потребителей с отоплением и без него, рассчитанное значение нагрузки сети и значение точки росы объединяются по адресам объектов и будут обновлены в таблице базы данных. Если адрес здания содержится в файле отчета потребления и при этом отсутствует в таблице базы данных, последняя будет автоматически дополнена. Такие записи данных являются неполными относительно введенных и должны быть доработаны, к примеру, при определении участков трубопровода.

Все особенности и итоговый результат работы программы сохраняются в файле «Протокол», который может быть выведен на экран и распечатан посредством нажатия командной кнопки «Протокол». Нажатием кнопки «Отменить» функция может быть прервана до завершения анализа данных потребления. Окно ввода в таком случае будет закрыто.

Меню «Файл» — команда «Обновить GA потребления»

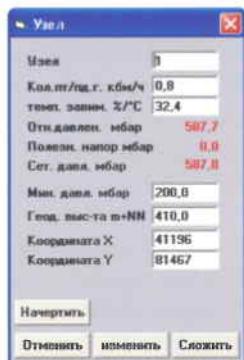
С помощью данной функции возможен расчет нагрузки сети для специальных потребителей с последующим обновлением таблицы базы данных. Параметры расчета потребления доступны для обработки только в виде таблицы в базе данных программы.

Влияние потребления на нагрузку сети рассчитывается с учетом данных потребления за один из летних месяцев и средней годовой температуры за время потребления.

Данные о годовом потреблении и потреблении в летние месяцы, рассчитанное значение нагрузки сети и значение точки росы объединяются для каждого объекта отдельно. Они будут обновлены в соответствующих полях в таблице базы данных программы. Если адрес здания содержится в файле отчета потребления и отсутствует в таблице базы данных, то последняя будет автоматически дополнена. Такие записи данных являются неполными относительно введенных данных участка сети. Особенности и итоговый результат работы программы сохраняются в соответствующем файле «Протокол», который может быть выведен на экран и распечатан.

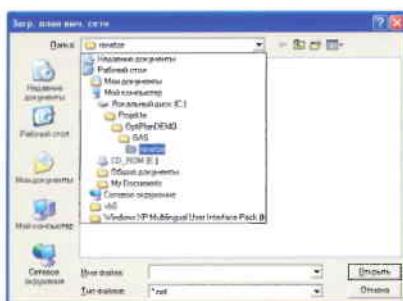
кнопкой табуляции. Двойной щелчок кнопкой мыши позволяет исправить уже занесенные данные. При двойном щелчке кнопкой мыши по одному из полей для ввода координат, которые существуют

в некоторых окнах ввода, данные соответствующих позиций переносятся автоматически. Данные, показанные вне поля ввода, например результаты расчетов трубопроводной сети, коррекции не подлежат.

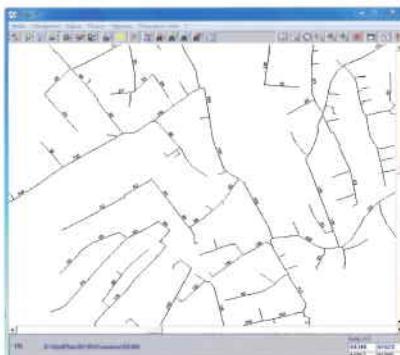


Введенные значения будут окончательно перенесены в массив данных после того, как со всеми занесенными данными будет выполнено одно из действий с помощью командных кнопок данного окна ввода. При вызове команды «Отмена» или сообщении об ошибке выполнение действия будет прервано, и данные не будут перенесены в массив.

Диалоговое окно выбора файлов

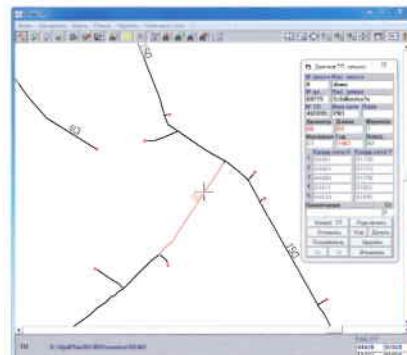


Выбор нужного файла производится в выпадающем меню, где представлен перечень файлов, определенных для выполняемого действия в файле инициализации. Щелчком кнопкой мыши по имени файла последний переносится в поле ввода или задается вручную. Выполнение этого действия осуществляется нажатием командной кнопки «Открыть» или «Сохранить». Двойное нажатие на кнопку мыши, установленную на имени файла в выпадающем меню, сразу приводит к выполнению действия. При нажатии кнопки «Отмена» диалоговое окно выбора файлов исчезает, и действие выполнено не будет.



План трубопроводной сети

При щелчке кнопкой мыши по произвольному месту на плане трубопроводных сетей появляется крест-курсор, X/Y-координаты которого будут показаны с правой стороны нижнего поля окна. Функция «Изображение» — «Вид» показывает новый вид плана трубопроводной сети так, что актуальная позиция курсора образует новый центр схемы. Новый центр можно также обозначить, указав его координаты.



Таким образом, желаемая часть изображения может быть задана с помощью одного окна, открывающегося нажатием на кнопку мыши. Любое предыдущее изображение может быть восстановлено.

Если поместить крест-курсор на план трубопроводной сети, при вызове функций «Показать секцию трубопровода», «Показать точки подачи», «Показать крупных потребителей», «Показать высоту» в масках ввода будут показаны данные близлежащего объекта.

Пиктограмма «Показать секцию трубы» в плане трубопроводной сети

Показывает параметры той секции трубы, которая расположена наиболее близко к позиции перекрестья (креста-курсора). В графическом изображении эта секция труб выделена красным. Показанные параметры могут быть изменены и нажатием на командную кнопку «Изменить» занесены в актуальный массив данных.

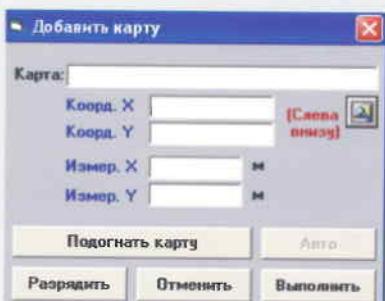
Все изменения данных или заново созданная секция трубы будут занесены в протокол. При помощи команды «Записать в базу данных» все последующие изменения будут внесены в базу данных программы. Двойным щелчком кнопкой мыши по полю «Номер местности» или «Номер улицы» можно перенести данные параметры из базы данных, если занесенный в эти поля текст соответствует

начальным буквам названия местности и улицы в базе данных. Обязательным условием для поиска номера улицы является заданный номер местности. Текст названия местности или улицы будет пополнен только при указании начальных букв. Перенести соответствующие номера места или улицы из базы данных можно двойным щелчком кнопкой мыши по полю «Название местности» или «Название улицы».

Для выбранной секции трубы могут быть показаны упорядоченные точки потребления, то есть те точки, у которых в полях «Местность трубопровода», «Улица трубопровода» и «№ трубопровода» занесены те же значения, что и в выбранной секции трубопровода. Кроме того, будут отображены все точки потребления, у которых в поле «№ трубопровода» стоит цифровой знак ноль (упорядочены по улице).

Карта

На заднем слое изображения плана трубопровода может быть загружена карта в следующих форматах изображений: *.BMP, *.WMF, *.JPG или *.GIF. Рядом с именем файла должны быть введены координаты левого нижнего угла карты и ее масштаб. Карта загружается в окне дисплея плана трубопровода и должна быть упорядочена.



В зависимости от того, была ли установлена классификация имен файлов в INI-файле (файл конфигурации), автоматически будут загружены соответствующие карты фона, исходя из текущей позиции креста-курсора. В этом случае дополнительный ввод параметров для карт не требуется.

Пиктограмма «Упрощение» в плане трубопроводной сети

Функция «Упрощение» позволяет создавать из файлов отрезков трубопровода, точек подачи и потребления упрощенную цифровую модель для расчета трубопровода OptiPlan. Степень упрощения зависит от заданных параметров ограничений. В процессе выполнения функции программа воспроизводит введенные координаты концов трубопровода в виде узлов и создает цифровую модель из введенных данных при помощи общего алгоритма упрощения.

Ограничения устанавливаются различными способами и лимитируют ранее описанный алгоритм упрощения следующим образом:

- **Распределение объемов газа по адресам точек потребления**

Сохраненные в таблице базы данных значения нагрузки сети для отдельных точек потребления и их относительные температурные зависимости будут распределены по участкам трубопровода на основании следующих критериев: «Место трубопровода», «Улицы трубопровода» и «Номер трубопровода». Если «Номер трубопровода» обозначен показателем 0 (ноль), тогда объем газа будет распределен пропорционально длине трубопровода на всех участках «Улицы трубопровода». В случае если распределенный номер сети не встречается в массиве данных участка трубопровода, его номер обозначается равным нулю, затем следует попытка упорядочить улицы. Для распределения объема газа используются только точки потребления, которые имеют идентичные номера мест и имена сетей, по аналогии с выбранными участками трубопровода для функции упрощения. Упрощение цифровой модели может быть запущено нажатием командной кнопки «Выполнить». С помощью переключателя с зависимой фиксацией на интерфейсе прежде всего должно быть установлено, необходимо ли экспортовать данные сети в формате ASCII* или же должна быть изменена базисная сеть.

В первом случае сгенерированная сеть может быть создана посредством функции «Ввести ASCII данные» расчета сети трубопровода OptiPlan. Во втором случае создание сети происходит под текущим именем файла базисной сети.

*ASCII — American Standard Code for Information Interchange — американский стандартный код для обмена информацией, представляет собой 8-битную кодировку для представления десятичных цифр, латинского и национального алфавитов, знаков препинания и управляемых символов.

- **После формирования одной из новых базисных сетей должен быть произведен расчет сети трубопровода**

Упрощение сетевых данных происходит с помощью размещенных внутри таблиц, которые просматриваются несколько раз в процессе действия программы. Соответствующий участок работы отображается и протоколируется в файле. Протокол может быть выведен на экран и распечатан после завершения процесса упрощения с помощью вызова функции «Протокол».

- **Распределение отдельных отрезков трубопровода на узлы и участки расчета по завершении процесса упрощения будет сохранено в одной из ASCII-таблиц**

Внимание! После завершения процесса упрощения текущие данные сети будут заблокированы для выполнения функции «Глан трубопровода» по техническим причинам, связанным с процессом хранения информации, и должны быть заново внесены в случае необходимости. Выполнение функции может быть завершено нажатием кнопки «Отмена» без упрощения сетевых данных.

В версии RW для сетей водораспределения гидранты могут быть включены или исключены. Если гидранты включены в сеть, у каждого из них в процессе упрощения неизбежно образуется свой собственный узел.

- **Интерполяция высоты**

Каждая узловая точка с функцией упрощения сгенерированной расчетной структуры как геодезическая точка приобретает параметры высоты расположенной рядом наивысшей точки. Если опция «Интерполировать высоту» включена, геодезическая высота выявляется из трех расположенных рядом наивысших точек с помощью функции интерполяции.

Пиктограмма «Узлы» в плане вычислительной сети

Диалоговое окно узла отображается с пустыми полями ввода, если ранее не было открыто окно плана трубопровода. В противном случае отобразится узел, близлежащий к курсору в форме перекрестья. Параметры введенного узла должны содержаться в сохраненных данных сети как начального или конечного узла трубы, либо как узла точки питания. При необходимости добавить новый узел невозможно, так как при введении трубопровода или точки питания узел добавляется автоматически. Если введенный узел уже принадлежит сети, его параметры будут показаны и могут быть изменены.

В поле с обозначением минимального давления отображается значение по умолчанию. В поле количества потребляемого/подаваемого газа положительные значения считаются приемом, отрицательные — подачей. Относительная температурная зависимость (значение точки росы) будет определена после каждого перерасчета. Если вводится отрицательная величина, это приводит к отрицательному значению расхода узлов, будет установлено нулевое значение точки росы. Максимально возможное значение равняется 9999,99.

В полях для координат X и Y стоят значения, описывающие расположение узла в сети трубопроводов.

С помощью двойного щелчка кнопкой мыши по одному из полей координат можно установить текущие координаты перекрестья (креста-курсора). Таким образом, можно изменить положение узла в плане трубопроводной сети либо добавить новый узел в план.

Добавление. Указанный в поле количества потребляемого/подаваемого газа расход добавляется к прежнему значению расхода. Относительная температурная зависимость рассчитывается и показывается снова. Возможны также изменения других полей ввода.

Пиктограмма «Точки подачи» в плане вычислительной сети

Точки подачи — это узлы, которые можно настроить в расчетной модели на исходное давление или максимальный расход. Как минимум один узел сети должен быть узлом подачи с установленным давлением. Если в сети содержится несколько точек подачи, то для точек с установленным давлением будет рассчитан расход подачи, для точек с установленным расходом — давление. Точка подачи с установленным давлением может быть использована, например, для расчета количества газа, поставляемого дополнительно, при соблюдении определенного давления. Если прежде не открыть окно плана вычислительной сети, будет показано диалоговое окно с пустыми полями ввода. В противном случае в диалоговом окне отображаются точки, близлежащие к курсору в форме перекрестья. Здесь можно ввести ранее не существующий номер узла, или уже существующий обычный узел может быть преобразован в точку подачи.

При вводе буквы N в окне ввода отобразится следующий по возрастанию не присвоенный номер узла. Существующая точка подачи может быть удалена, то есть преобразована в обычный узел. Точка подачи может быть присоединена к вспомогательной сети с помощью ввода параметров предыдущего узла. Ввод значения давления осуществляется в поле «Исходное давление», при этом в окне ввода рассчитывается и отображается противодавление и давление сети для геодезической высоты точек подачи. Для каждой точки подачи можно сохранить название, состоящее максимально из 30 символов.

Режим проектирования

Для облегченного ввода новых данных плана вычислительной сети можно установить режим проектирования.

В данном режиме могут быть спроектированы данные ввода для новых трубопроводов, узлов и точек подачи с регулируемым давлением. С помощью функции «Проектирование сети» разработанные трубопроводы могут быть построены в новую сеть или присоединены к загруженной сети до тех пор, пока спроектированные данные остаются в памяти программы.

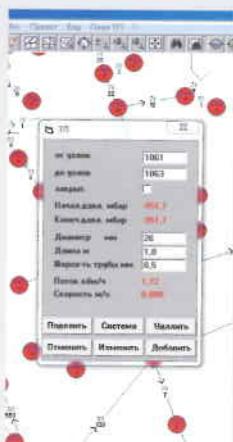
В режиме проектирования нельзя изменить данные загруженных сетей. Он остается активным до тех пор, пока не будет завершен функцией «Отключить проект» или не будет вновь запущена функция проектирования либо загружена или инициализирована новая сеть.

Данные проекта не могут быть сохранены. Поэтому перед завершением работы с программой спроектированные данные должны быть обязательно преобразованы при помощи функции «Проектирование сети» в другую сеть либо присоединены к уже существующей.

Пиктограмма «Расчет» в плане вычислительной сети

Скорость потока в отрезках трубопровода и результирующие потери давления образуют неизвестные в нелинейной системе уравнений, которая решается в программе OptiPlan по методу Харди Кросса. Этот метод исходит из оценочных значений скорости потока, которые задаются для отдельных отрезков трубопровода и выполняют условия узлов для правила Кирхгофа. Условия сеток выполняются для расхода в том случае, если в процессе метода итерации посредством поправок расход будет улучшен. У этих поправок есть свойство — по мере возрастания шагов итерации они все время уменьшаются. Достаточная точность в практическом расчете трубопровода считается достигнутой в том случае, когда все поправки последнего шага итерации не превышают $0,1 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Пиктограмма «Трубопровод» в плане вычислительной сети



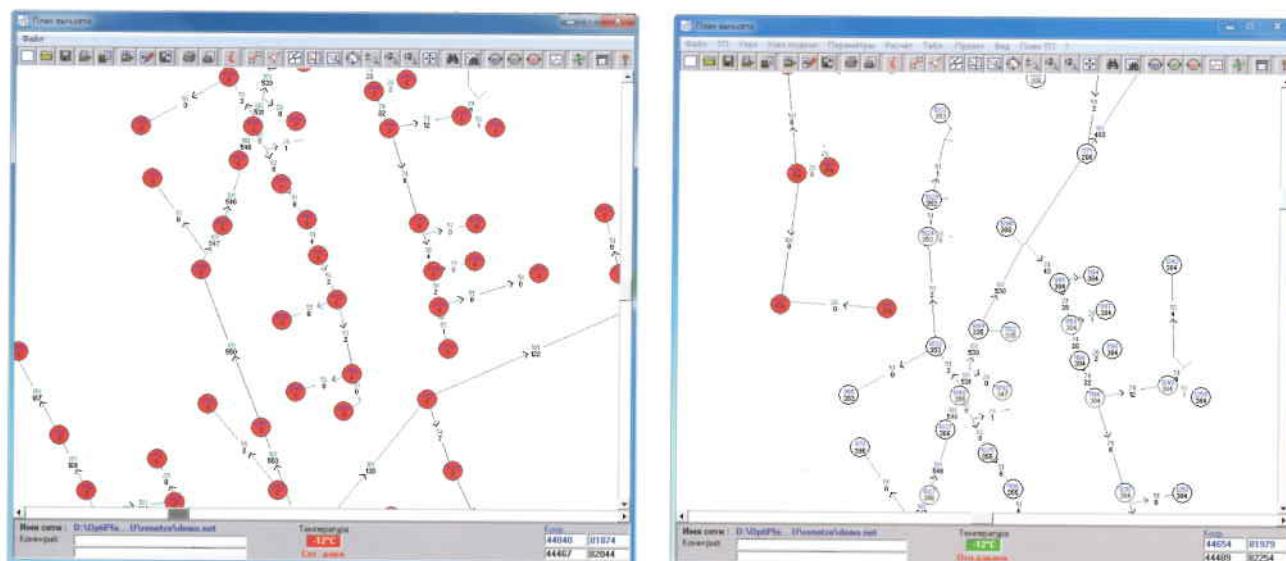
Если нажать кнопкой мыши на эту пиктограмму, не открыв окно плана вычислительной сети, на экране появится окно с пустыми полями ввода. В противном случае будет показан трубопровод, близлежащий к курсору в форме перекрестья. В диалоговом окне в полях «От узлов» и «До узлов» можно ввести номер узла. Значение «от» всегда должно быть меньше чем «до». При вводе буквы N в поле «До узлов» в окне появится номер еще не распределенного узла.

Трубопровод может быть добавлен, если хотя бы один из двух узлов уже имеется в сохраненном массиве данных. Если введенный трубопровод уже существует, можно изменить или

удалить его данные. В случае если вдруг намеренное удаление трубопровода ведет к отделению сети, в которой нет больше источника питания, такой трубопровод удалению не подлежит.

Кроме того, возможна трансформация трубопровода в систему, состоящую из нескольких труб (элементов), которые можно расположить последовательно или в ряд. Позиция элемента показывается в окне и обозначается определенным номером (столбца/строки). Элементы могут быть объявлены в любом порядке. Если система состоит из одного элемента, она может быть превращена в обычный трубопровод.

При вводе данных трубопровода в поле со значением шероховатости для новой трубы стоит значение по умолчанию.



План вычислительной сети

Работа с планом вычислительной сети производится по аналогии с планом трубопроводной сети, с той лишь разницей, что новый участок расчетной сети генерируется при помощи опций «Новое изображение» и «Вид».

Данные близлежащего трубопровода, узлов и точек подачи будут показаны в масках ввода, если поместить крест-курсор на план вычислительной сети и вызвать опции «Трубопровод», «Узлы» или «Точки подачи». Если диалоговое окно ввода данных

для трубопровода, узлов и точек подачи уже вызвано, то окно ввода обновляет данные на показатели следующего трубопровода, следующих узлов и следующих точек подачи.

Резюмируя приведенный экспресс-обзор, следует отметить, что обширная, легко обновляемая база данных, современная структура программной систематики, простой и удобный пользовательский интерфейс, возможность моделировать любые ситуации в сетях, вариативность и интерактивность — всё это позволяет использовать программу OptiPlan

при планировании новых подключений и новых сетей не только опытному проектировщику, но и простому пользователю ПК, прошедшему минимальную ознакомительную подготовку к работе с программой. Внедрение адаптированного для России программного обеспечения расчетов режимов давлений и гидравлических условий в газопроводах при их проектировании поможет оптимизировать процесс развития газораспределительных сетей в рамках реализации государственных и региональных программ газификации. **ИС**