

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ

А.В. Скворцов, С.Г. Слюсаренко, С.А. Субботин,
В.Е. Дмитриенко, А.Ю. Кобрин

1. Введение

Под инженерной сетью принято понимать некоторый сложный технический комплекс, распределённый по некоторой территории, предназначенный для подачи продукта, энергии или данных от источников к потребителям либо для оказания иных услуг. Различают три основных вида инженерных сетей: кабельные, трубопроводные и транспортные. В данной работе рассматриваются проблемы информационного обеспечения работы предприятий кабельных и трубопроводных сетей.

Как правило, к кабельным и трубопроводным инженерным сетям (в дальнейшем просто «инженерные сети») относят:

- электрические сети (энергосистем, городские, промышленных предприятий, осветительные, контактные и т.п.);
- телефонные сети (междугородные, городские, локальные, специальные и т.п.);
- сети данных (радиосети, кабельное телевидение, вычислительные сети и т.п.);
- тепловые сети (магистральные, городские, промышленные и т.п.);
- газовые сети (магистральных газопроводов, бытовые, промышленные и т.п.);
- нефтепроводы (магистральные, промышленные и т.п.);
- водопроводные сети (магистральные, городские, локальные, специальные и т.п.);
- канализационные сети (бытовые, ливнёвые, специальные промышленные и т.п.);
- дренажные сети (городские, мелиоративные, специальные и т.п.);
- специальные трубопроводы (промышленные и т.п.).

Инженерные сети относятся к классу непрерывно развивающихся во времени и пространстве систем. Особенностью большинства этих сетей в населённых пунктах, на предприятиях или на трассе является то, что они размещаются, как правило, рядом с другими видами инженерных сетей. Поэтому для правильного проектирования, реконструкции и эксплуатации инженерных сетей необходимо наличие адекватной информации об их соседях. Кроме того, различные виды инженерных сетей связаны технологически, когда одни виды се-

тей пользуются тепловой и электрической энергией, водой и т.п., предоставляемыми другими видами сетей.

В данной работе рассматриваются подходы к созданию единого информационного пространства для нужд проектирования, развития и управления инженерными сетями на базе современных информационных технологий ГИС и САПР.

2. Функционирование инженерных сетей

Жизненный цикл инженерных сетей можно условно считать состоящим из следующих фаз, определяющих виды работ и характер необходимой для этого информации:

проектирования и реконструкции;
строительства и ввода в эксплуатацию;
эксплуатации и оперативного управления.

2.1. Проектирование и реконструкция

Задача проектирования заключается в создании такой сети, которая способна обеспечить всех потребителей необходимыми услугами (продуктами, энергией или данными) в заданном количестве и качестве, с условием минимизации издержек на строительство и эксплуатацию.

При создании проекта сети необходимо выполнение следующих этапов работ:

1. Определение или уточнение возможных местоположений потребителей с учётом их запросов к качеству продукта, а также прогнозирование изменений их требований.
2. Выбор или уточнение мест расположения пассивных и активных источников продукта на основании данных о типе местности, её рельефе, удалённости от потребителей, качестве имеющихся пассивных источников.
3. Трассировка сети, т.е. её коммутация для различных режимов эксплуатации, в том числе аварийных.
4. Параметрическая оптимизация сети, т.е. выбор таких регулируемых и нерегулируемых параметров, которые обеспечивают при заданных рабочих параметрах минимизацию строительных и эксплуатационных расходов.
5. Выбор структуры вспомогательных активных источников, степени их защиты от перегрузок и резервирования.

- б. Моделирование работы сети в различных режимах её функционирования. При этом в необходимых случаях выполняют возврат на некоторый предыдущий этап работ для коррекции неудовлетворительных параметров сети.

Все этапы проектирования, кроме последнего, несут в себе, как правило, высокую степень неопределённости, позволяя выбирать расчётчикам структуру и параметры сети либо на основании своего собственного субъективного мнения, либо на основании методик, предварительно закрепляющих часть свободных переменных в математических моделях. Из-за этого не удается в результате всех расчётов получать глобальный оптимум. Во многих случаях это происходит из-за высокой трудоёмкости проектирования в целом, что не позволяет анализировать всё множество возможных вариантов проекта. При этом на фоне довольно хорошо формализованных этапа 1 и этапов 3-6 второй этап выбора конфигурации сети выглядит весьма субъективным, что связано с недостаточным развитием математического аппарата в этой области, а также с отсутствием требуемой информации о местности, её рельефе, существующих техногенных сооружениях и сетях. Недостатки математического аппарата объясняются отсутствием чётко формализованной задачи, так как существующая информация о местности, потребителях и других объектах может изменяться в широких пределах для различных практических случаев.

При полной формализации всех этапов проектирования возможен автоматический расчёт множества вариантов сети с последующим их анализом на шестом этапе и выдачей наиболее предпочтительных вариантов проекта инженерной сети.

Задача реконструкции инженерной сети сводится к задаче проектирования при частично заданной структуре и частично зафиксированных параметрах.

2.2. Оперативное управление

Постоянное изменение числа потребителей, их параметров, состояния каналов передачи продуктов, их наличия в источниках, природные явления непрерывно изменяют условия функционирования инженерной сети. Поэтому *задача оперативного управления* заключается в компенсации изменений запросов потребителей за счёт манипуляций управляемыми параметрами инженерной сети и её структурой.

Процесс управления и принятия решений можно представить как последовательность определённых шагов:

1. Сбор и обработка технологической информации.
2. Прогнозирование изменения структуры потребления продукции.
3. Планирование оперативного потокораспределения.

4. Расчёт траектории перевода сети из одного состояния в другое.
5. Выполнение расчётной траектории.

Этапы 1-4 зачастую несут в себе высокую степень неопределённости, поэтому задачу последнего этапа управления решает, как правило, непосредственно оператор сети, способный в случае необходимости оперативно компенсировать возникающие расчётные ошибки.

2.3. Эксплуатация инженерных сетей

Эксплуатация инженерных сетей включает в себя:

- приём в эксплуатацию, подготовку персонала;
- технический надзор (осмотры, испытания);
- техническое обслуживание, ремонт, модернизацию и реконструкцию.

Приём в эксплуатацию и технический надзор являются специфическими задачами для каждого конкретного вида инженерной сети. Их проведение связано, как правило, с выполнением простых плановых мероприятий, а также с занесением их результатов в общую базу данных предприятия.

Одной из наиболее сложных составляющих частей технического обслуживания инженерных сетей является *ремонт* объектов. При этом выделяют два основных класса ремонтов: *плановые* и *внеочередные*. При выполнении плановых ремонтов происходит своевременная коррекция режима работы сети оператором. В то же время внеочередные (аварийные) ремонты требуют немедленного перерасчёта режимов и ввода резервных мощностей.

С задачей выполнения ремонтов тесно связано *согласование проектов*. Оно заключается в согласовании действий различными службами эксплуатирующей организации, а также с другими организациями, чьи инженерные сооружения и сети находятся на интересующей территории. При согласовании проектов выполняются следующие действия:

1. Производится составление плана существующих сооружений и сетей в данном районе для предотвращения их возможного повреждения, например в результате раскопок территории.
2. Соблюдение различных охранных зон и норм эксплуатации инженерных сетей. Это включает анализ природоохранных зон, зон вокруг опасных и специальных объектов, зон электромагнитных помех и т.п.
3. Решение различных юридических вопросов, таких как размещение инженерных коммуникаций на частной территории, выполнение работ на участках сети, разделяющих части различного имущественного владения и т.п.

Для согласования проектов в соответствии с существующими ведомственными инструкциями каждой эксплуатирующей организации предписывается вести полный учёт своих сетей на плане местности с привязками к объектам недвижимости в общей с другими предприятиями системе координат. В процессе согласования с организациями, чьи интересы затрагиваются, решаются возникающие технические и юридические вопросы.

В настоящее время все виды этих работ практически никак не автоматизированы в связи с отсутствием общего информационного пространства заинтересованных организаций. Его создание позволило бы значительно сократить время согласований, а следовательно, и время ликвидации аварий в инженерных сетях и восстановления их нормального функционирования.

С вопросами технического надзора и технического обслуживания инженерных сетей тесно связан процесс технической *инвентаризации*, заключающийся в периодической проверке находящегося на балансе имущества с целью выявления отсутствующего имущества, оценки остаточного ресурса и стоимости имеющегося оборудования, а также коррекции на плане местности трасс и условий пролегания коммуникаций.

При коррекции трасс на плане местности немаловажным является наличие обновлённой топографической информации, в том числе об объектах архитектуры, других инженерных сетях. Иначе в дальнейшем возможны ошибки при согласовании проектов, при реконструкции и расчёте режимов работы инженерной сети в целом.

3. Информационное обеспечение инженерных сетей

Анализируя основные виды работ при создании и эксплуатации инженерных сетей, можно условно выделить следующие потенциально возможные направления их автоматизации:

1. Создание универсального программного обеспечения (ПО) проектирования и реконструкции, позволяющего осуществлять:
 - выбор конфигурации;
 - трассировку;
 - параметрическую оптимизацию;
 - выбор структуры вспомогательных устройств;
 - моделирование работы в различных режимах.
2. Создание ПО оперативного управления для решения таких задач:
 - сбора телеметрических и прочих технологических данных;
 - планирования потокораспределений;

расчёта установившихся режимов;
расчёта переходных процессов;
выполнения функционального анализа сети.

3. Создание ПО обслуживания, предназначенного для:

согласования проектов;
выполнения расчётов с потребителями и поставщиками;
инвентаризации;
планирования ремонтов;
выполнения физического анализа сети.

Многие из этих видов работ в значительной степени пересекаются друг с другом, в первую очередь на уровне оперирования одними и теми же наборами данных. При этом можно выделить следующие основные виды используемой информации:

- текущую технологическую информацию, в том числе телеметрическую;
- технологические схемы инженерной сети, отражающие её структуру в текущем, нормальном или ином состоянии с необходимым параметрическим описанием её элементов;
- технологические схемы вспомогательных объектов;
- топографический план местности с нанесёнными элементами других сетей;
- схемы элементов инженерной сети на плане местности с привязками к элементам местности и объектам недвижимости;
- данные об источниках и потребителях;
- данные о наличии ремонтного оборудования и расходных материалах на складах.

Как видно из приведённых перечней, для адекватного информационного обеспечения работы инженерной сети требуется весьма разнородная информация, для обработки которой необходимо комплексное программное обеспечение, интегрирующее в себе возможности систем классов СУБД, САПР, ГИС, АСУ ТП и др.

В настоящее время при создании столь сложных информационно-программных комплексов применятся целый ряд программных систем, либо используемых на различных рабочих местах, либо вызываемых по мере необходимости на одном рабочем месте. Это не всегда удобно для конечного пользователя, поэтому рядом фирм предпринимаются попытки создания единой ин-

тегрированной информационной оболочки, не покидая которую можно выполнять полный цикл автоматизированных работ предприятия.

В связи со спецификой работы инженерных сетей сейчас наиболее распространён вариант, когда центральным интегрирующим звеном является некоторая система класса САПР универсального назначения, например, AutoCAD, Microstation, Intergraph, Caddy и др. Из этих систем обеспечивается интерфейс к необходимым СУБД для доступа к атрибутно-параметрической информации предприятия, а также к необходимым технологическим данным. В то же время функции ГИС для работы с картами, как правило, эмулируются внутри базовой САПР в виде проблемно-ориентированной надстройки. В настоящее время такие надстройки существуют для всех основных универсальных САПР, но все они обладают целым рядом существенных недостатков, не позволяющих им подняться до уровня настоящих ГИС. В первую очередь это недостатки представления и хранения данных в САПР, значительно ограничивающие объём одновременно доступной и обрабатываемой на карте информации.

Другим вариантом организации интегрированной информационной системы инженерных сетей является использование систем класса *интегрированных ГИС*, позволяющих работать с огромными массивами картографической информации, а также с данными, представляемыми в виде разнообразных схем. Кроме того, такие системы, как правило, предоставляют гораздо более удобные средства для работы с атрибутивными данными, в частности уникальную по сравнению с САПР возможность создания тематических карт и схем.

В этом ряду особняком стоят системы класса АСУ ТП. Большинство из них опирается на специализированную аппаратуру, не имеющую программной поддержки в распространённых универсальных операционных системах. Поэтому такие АСУ ТП работают обычно независимо, без возможности управления процессами из других программных систем, хотя и могут передавать данные о своей работе. Во многих случаях такой подход является оправданным, так как при этом жёстко устанавливается ответственность за управление технологическими процессами только на АСУ ТП, полностью исключаются возможные несанкционированные вмешательства в их работу извне. В то же время выдаваемая по обычным информационным каналам системами АСУ ТП параметрическая информация может быть использована в информационных системах инженерных сетей для их анализа, расчёта режимов, составления разнообразных отчётов.

4. Вопросы секретности и искажения данных

В настоящее время в соответствии с существующим российским законодательством топографические данные масштаба 1:500, необходимые для работы предприятий инженерных сетей и нанесённые на отдельные планшеты, имеют гриф «Для служебного пользования». В то же время для данных, соб-

ранные воедино в общей информационной системе, уровень секретности повышается до статуса «Секретно». Из-за этого многие потенциальные пользователи заведомо лишаются возможности пользоваться системами, требующими точной картографической основы. В то же время многие такие системы предъявляют к качеству топографической основы требование не *абсолютной*, а только *относительной точности*. Здесь под термином *абсолютная точность* подразумевается максимальное отклонение координат объектов на карте от истинных, а под *относительной* – максимальное отклонение отношения измеряемых расстояний по карте и на местности от единицы. Основная причина пониженных требований к качеству топоосновы на предприятиях инженерных сетей заключается в том, что для функционирования эксплуатирующих служб на карте достаточно точной информации только о взаимном расположении рядом расположенных объектов, например совместно пролегающих коммуникаций. При этом реальные географические координаты не важны.

Для соблюдения требований секретности возможно несколько основных подходов. В первом случае вся работа с топографическими документами проводится на уровне «Секретно» с соблюдением необходимых формальных процедур, связанных с выделением специально оборудованных помещений, получением персоналом допусков на работу с соответствующими документами, постоянным контролем за документами и сотрудниками. Всё это ведёт к высоким накладным расходам, неудобствам в работе оперативного персонала и, в конечном счёте, к полной дискредитации всей информационной системы предприятия.

Другой вариант заключается в искусственном понижении уровня секретности до уровня «Для служебного пользования» за счёт искажения плоских координат карты всего города, района или иного региона. При этом искажение электронной карты уровня «Секретно» должно быть выполнено таким образом, чтобы степень локальных изменений не превышала допустимых норм, в то же время искажение абсолютных координат должно быть существенным. Для этого можно использовать хорошо развитый математический аппарат координатных преобразований.

После искусственного преобразования топографической основы по некоторым алгоритмам искажённая карта может быть передана для работы в организации, где на эту искажённую карту могут наноситься объекты и коммуникации. При этом предприятия инженерных сетей могут свободно обмениваться такой глобально искажённой графической информацией. Но зная алгоритм искажения и соответствующий ему обратный, при необходимости можно получить точную карту в истинной местной системе координат.

Параметры алгоритма искажения, вероятно, должны быть определены в управлении архитектуры или иной организации и должны иметь гриф «Секрет-

но». При необходимости они будут использоваться для искажения и восстановления данных.

Ещё один вариант заключается в искусственном загроблении абсолютных координат объектов, внесении в координаты случайных «шумов», а также удалении незначительных или специальных объектов. Такие преобразования называют *генерализацией* и *чисткой изображений*. Они могут выполняться в автоматическом режиме при необходимости получения доступа к данным лицами, не имеющими необходимого уровня доступа.

Для использования на практике возможен комбинированный вариант искажения системы координат карты совместно с генерализацией и искажением данных. Выбор же необходимых параметров преобразований, искажений и чистки может быть осуществлён индивидуально для различных категорий пользователей.

5. Единое информационное пространство предприятий инженерных сетей

Анализируя существующие информационные потребности предприятий инженерных сетей, можно сделать выводы, что предприятия инженерных сетей требуют широкого внедрения современных информационных технологий во все свои службы. При этом к информационным системам предприятий инженерных сетей предъявляются следующие требования:

1. Местоположение всех инженерных сооружений и коммуникаций должно быть чётко зафиксировано на картографической основе, единой для всех заинтересованных предприятий, с использованием необходимых инструментальных средств геоинформационных систем.
2. На единой картографической основе должны быть условно нанесены базовые технологические схемы предприятия, отражающие функционирование инженерной сети в текущем, нормальном и других режимах. Такие схемы на плане местности необходимы для локализации расположения тех или иных объектов, оперативной трассировки мест подключений различных потребителей и т.д.
3. Кроме того, эти же технологические схемы инженерной сети должны быть представлены и внемасштабно в виде отдельных специальных чертежей, с использованием систем автоматизированного проектирования. В таких схемах, как правило, удаётся гораздо более удобно для операторов скомпоновать схему сети, позволяя им быстрее принимать решения по оперативному управлению.
4. В дополнение к полной схеме инженерной сети информационная система предприятия должна включать в себя соответствующие схемы различных вспомогательных объектов, точек подключения поставщи-

ков и потребителей и др. Такие схемы должны быть выполнены также средствами САПР.

5. Всё технологическое оборудование инженерной сети должно быть проинвентаризировано и помещено в виде адекватного атрибутивного описания в единую базу данных предприятия.
6. Между всеми полученными изображениями объектов на карте и на технологических схемах, а также записями в базах данных необходимо установление логических связей, используя которые можно переходить от графического изображения объекта к его параметрическому описанию и обратно.
7. Вся графическая и параметрическая информация должна быть разделена по классам секретности и правам доступа различных групп пользователей. При этом требуется принятие соответствующих организационных решений и проведение необходимых мероприятий.
8. Для всех групп пользователей внутри предприятия информационная система должна быть настроена на решение конкретных задач, что подразумевает исключение ненужной общей функциональности системы, разработку специальных шаблонов для ввода данных, отчётов из базы данных и т.д.
9. Для всех заинтересованных предприятий инженерных сетей, расположенных на единой территории, необходимо разработать процедуру обмена обновлёнными графическими данными в необходимом объёме. Кроме того, между предприятиями должно быть заключено многостороннее соглашение, предусматривающее юридическую ответственность за несвоевременную передачу информации либо её недостоверность.
10. Для своевременного получения актуальной картографической информации, необходимой для ведения схем инженерных сетей на плане местности, следует заключить договора с местным управлением по делам архитектуры, которое должно отслеживать в данном районе содержимое картографической основы.

С учётом вышеперечисленных требований авторами была разработана концепция единого информационного пространства предприятий инженерных сетей. На рис. 1 представлена схема взаимодействия различных информационных подсистем единого информационного пространства инженерных сетей. На рисунке видно, что предприятия инженерных сетей и управление архитектуры как получают информацию, так и передают её другим организациям. В то же время видно, что существует целый ряд других организаций, не имеющих своих инженерных сетей, для которых также необходимо получение соответствующей информации по сетям на интересующей их территории.

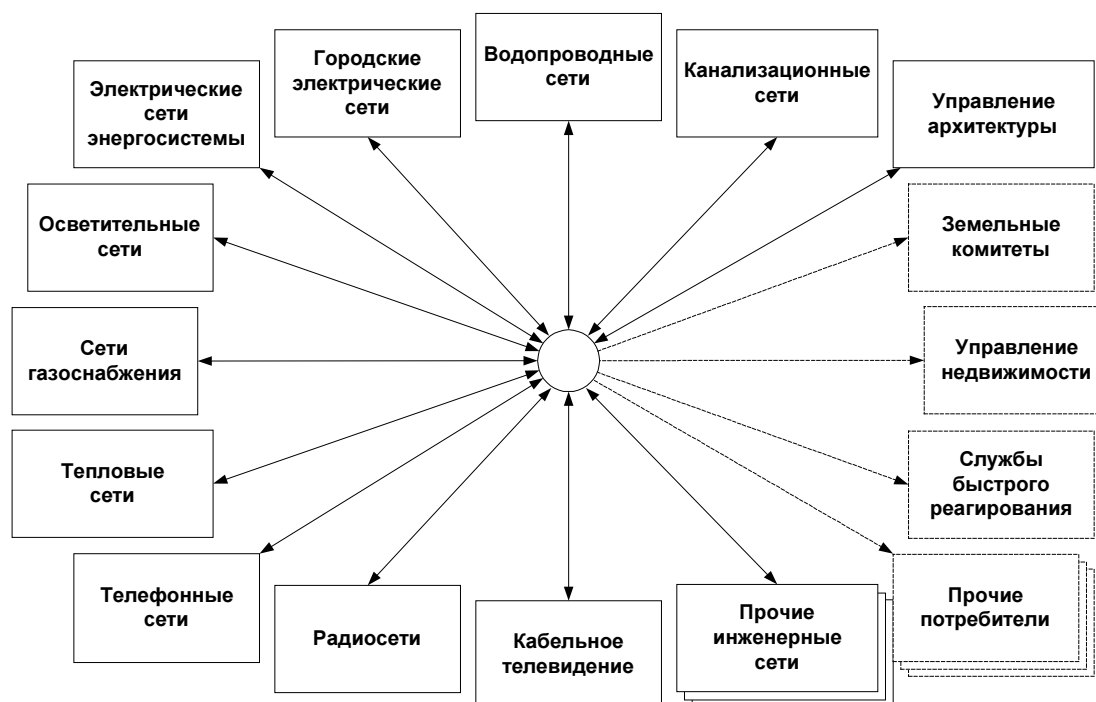


Рис 1. Схема обмена графической информацией в едином информационном пространстве предприятий инженерных сетей.

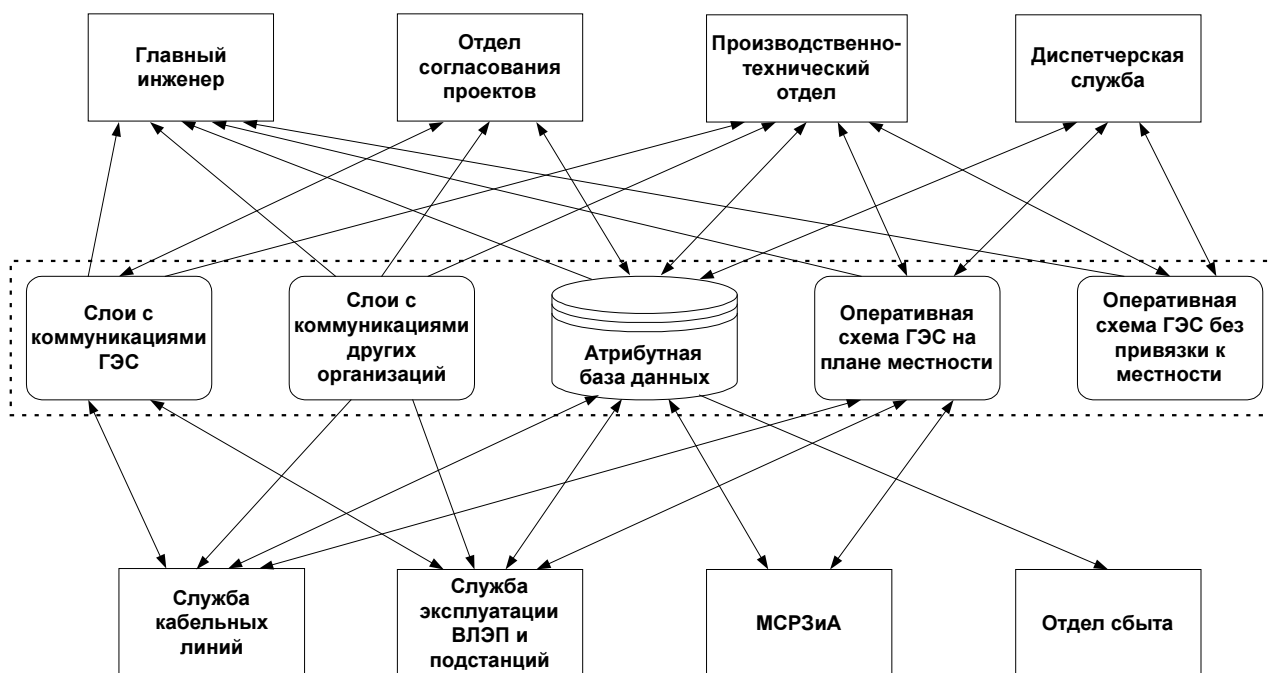


Рис 2. Структура информационной системы городских электрических сетей.

В соответствии с представленной схемой обмен информацией между различными организациями может производиться через специально выделенный центр, который периодически собирает из организаций всю необходимую информацию и рассылает её обратно, но уже обновлённую. С точки зрения программно-технического решения такой центр можно организовать на базе одной из участвующих в проекте организаций в виде специально выделенного ком-

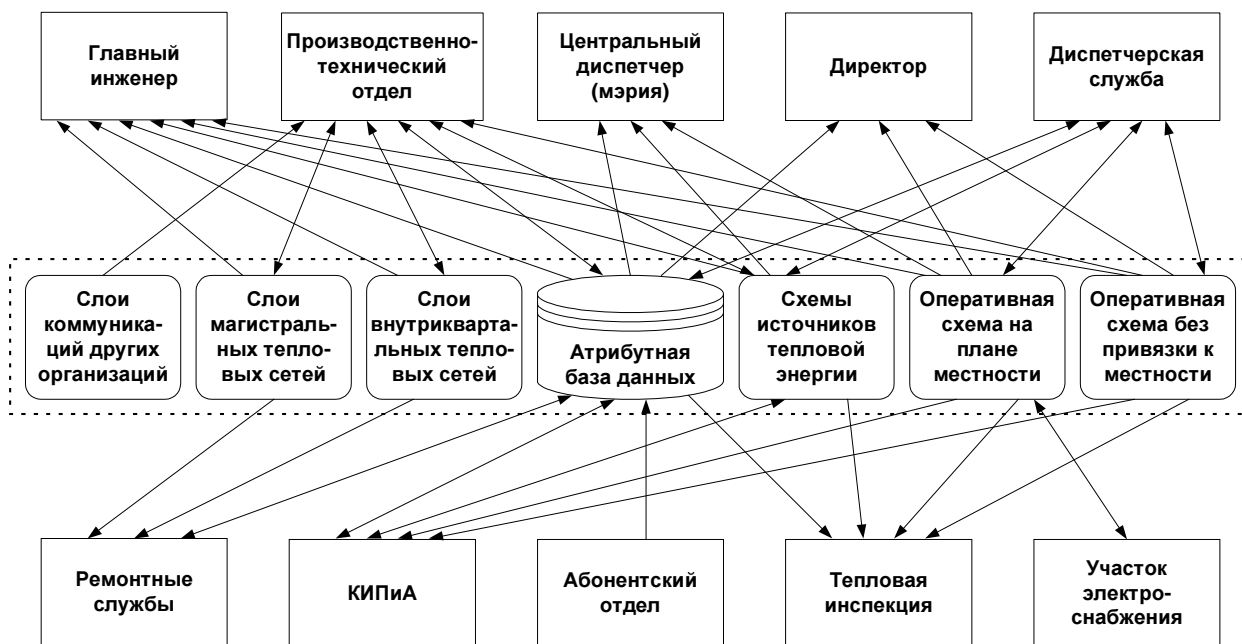


Рис 3. Структура информационной подсистемы тепловых сетей.

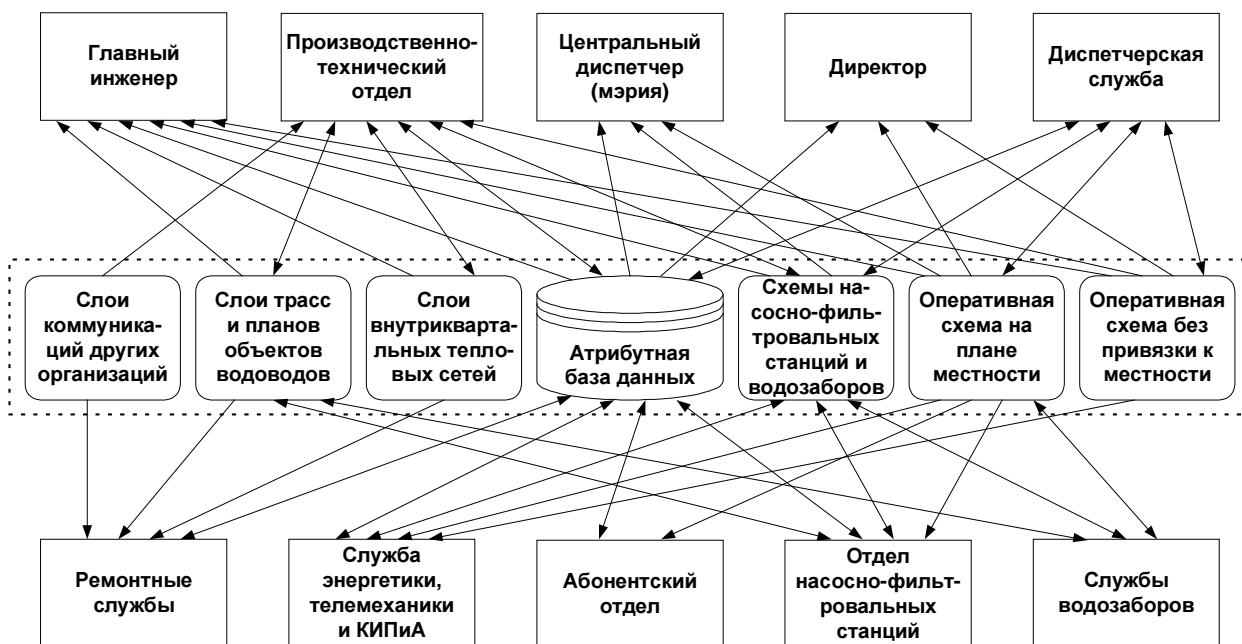


Рис 4. Структура информационной подсистемы водопроводных сетей.

пьютера, соединённого по каналам связи с серверами других организаций, который будет автоматически производить обмен необходимой графической информацией.

Для представления инженерных сетей на карте местности необходимо наличие достаточно точной топографической основы с различными видами информации. В табл. 1 представлена структура информационных слоёв, служащих основой для нанесения объектов инженерных сетей, а также для выполне-

ния операций поиска и пространственного анализа сетей (в скобках указывается тип структуры данных и точность слоя).

Информационные системы каждого конкретного предприятия имеют различные структуры в силу большого различия выполняемых функций даже на предприятиях одного профиля. Поэтому на рис. 2-4 приведены примеры структур информационных систем предприятий электрических, тепловых и водопроводных сетей.

Таблица 1. Структура общих топографических слоёв для изображения объектов инженерных сетей.

№	Графические слои
1	Районы (покрытие, 1:10 000).
2	Кварталы и дороги в масштабе (покрытие, 1:2 000).
3	Здания и сооружения (полигоны, 1:500).
4	Осевые линии дорог с геокодом (линии, 1:10 000).
5	Реки и водоёмы (полигоны, 1:2 000).
6	Планшетная сеть (покрытие, 1:500).
7	Земельные участки (покрытие, 1:500).
8	Рельеф (регулярная сеть, 1:500).

В табл. 2 дан список основных графических слоёв различных предприятий инженерных сетей, которые должны быть представлены для совместного пользования всем заинтересованным организациям.

Таблица 2. Структура графических слоёв различных организаций для совместного пользования.

№	Графические слои
Слои электрических сетей	
1	Кабельные линии (линии, 1:500)
2	Воздушные линии (линии, 1:500)
4	Трансформаторные подстанции и источники питания (полигоны, 1:500)
Слои водопроводных сетей	
1	Водопровод (линии, 1:500)
2	Колодцы (точки, 1:500)

Таблица 2. (Продолжение).

№	Графические слои
Слои канализационных сетей	
1	Канализация (линии, 1:500)
2	Колодцы (точки, 1:500)
Слои тепловых сетей	
1	Теплопроводы (линии, 1:500)
2	Подстанции (полигоны, 1:500)
Слои газовых сетей	
1	Газопроводы (линии, 1:500)
Слои телефонных сетей	
1	Телефонные линии (линии, 1:500)
2	Колодцы (точки, 1:500)

В табл. 3-5 представлены примеры структур графических слоёв различных предприятий инженерных сетей для внутреннего пользования.

Таблица 3. Структура графических слоёв для изображения объектов городских электрических сетей.

№	Графические слои
1. Кабельные линии	
1.1. 0,4 кВ	
1.1.1.	Кабельные муфты 0,4 кВ (точки, 1:500)
1.1.2.	Кабели 0,4 кВ (линии, 1:500)
1.2. 6/10 кВ	
1.2.1.	Кабельные муфты 6/10 кВ (точки, 1:500)
1.2.2.	Кабели 6/10 кВ (линии, 1:500)
1.2.3.	Разметка кабелей 6/10 кВ (чертёж, 1:500)
2. Воздушные линии	
2.1. 0,4 кВ	

Таблица 3. (Продолжение).

№	Графические слои
2.1.1.	Опоры ЛЭП 0,4 кВ (точки, 1:500)
2.1.2.	Воздушные ЛЭП 0,4 кВ (линии, 1:500)
2.1.3.	Разметка опор 0,4 кВ (чертёж, 1:500)
2.2. 6/10 кВ	
2.2.1.	Опоры ЛЭП 6/10 кВ (точки, 1:500)
2.2.2.	Воздушные ЛЭП 6/10 кВ (линии, 1:500)
2.2.3.	Разметка опор 6/10 кВ (чертёж, 1:500)
3. Трансформаторные и распределительные подстанции	
3.1. Планы подстанций	
3.1.1.	Контурсы подстанций (полигоны, 1:500)
3.1.2.	Разметка планов (чертёж, 1:500)
3.2. Контурсы заземления подстанций	
3.2.1.	Заземлители (полигоны, 1:500)
3.2.2.	Обвязка контуров заземления (чертёж, 1:500)
3.2.3.	Разметка контуров заземления (чертёж, 1:500)
3.	Пересечения коммуникаций (точки, 1:500)
4.	Трансформаторные подстанции 6/10 кВ (полигоны, 1:500)
5.	Источники питания 6/10 кВ (полигоны, 1:500)
6.	Дополнительные надписи (чертёж, 1:500)

Таблица 4. Структура графических слоёв для изображения объектов тепловых сетей.

№	Графические слои
1. Магистральные тепловые сети	
1.1. Источники тепловой энергии	
1.1.1.	Источники тепловой энергии (полигоны, 1:500)
1.1.2.	Принципиальные схемы источников (чертёж, 1:100)

Таблица 4. (Продолжение).

№	Графические слои
1.2. Подпорная насосная станции	
1.2.1.	Подпорная насосная станции (полигоны, 1:500)
1.2.3.	Принципиальные схемы станций (чертёж, 1:100)
1.3. Трубопроводы	
1.3.1.	Осевые линии трубопроводов (линии, 1:500)
1.3.2.	Прямые трубопроводы (линии, 1:500)
1.3.3.	Обратные трубопроводы (линии, 1:500)
1.3.4.	Специальные элементы трубопроводов (чертёж, 1:500)
2. Тепловые камеры магистральных сетей	
2.1.	Тепловые камеры (полигоны, 1:500)
2.2.	Оперативные схемы тепловых камер (чертёж, 1:100)
3. Муниципальные тепловые сети	
3.1.	Вводы в здания (точки, 1:500)
3.2. Тепловые камеры	
3.2.1.	Тепловые камеры (полигоны, 1:500)
3.2.2.	Оперативные схемы камер (чертёж, 1:100)
3.3.	Оперативные схемы узлов управления (чертёж, 1:100)
3.4.	Специальные элементы трубопроводов (чертёж, 1:500)
3.5. Центральные тепловые пункты	
3.5.1.	Центральные тепловые пункты (полигоны, 1:500)
3.5.2.	Оперативные схемы пунктов (чертёж, 1:100)

Таблица 5. Структура графических слоёв для изображения объектов водопроводных сетей.

№	Графические слои
1. Трассы	
1.1.	Резервуары воды

Таблица 5. (Продолжение).

№	Графические слои
1.2.1.	Резервуары воды (полигоны, 1:500)
1.2.2.	План резервуаров воды (чертёж, 1:100)
1.2.3.	Разметка резервуаров воды (чертёж, 1:500)
1.2.	Трубопроводы обвязки объектов (линии, 1:500)
1.3. Магистральные трассы	
1.3.1. Колодцы	
1.3.1.1.	Колодцы (точки, 1:500)
1.3.1.2.	Планы колодцев (чертёж, 1:100)
1.3.1.3.	Разметка колодцев (чертёж, 1:500)
1.3.2.	Водопроводы (линии, 1:500)
1.4. Распределительные трассы	
1.4.1.	Планы насосных станций (полигоны, 1:500)
1.4.2. Колодцы	
1.4.2.1.	Колодцы (точки, 1:500)
1.4.2.2.	Планы колодцев (чертёж, 1:100)
1.4.2.3.	Разметка колодцев (чертёж, 1:500)
1.4.3.	Водопроводы (линии, 1:500)
1.4.4.	Пожарные гидранты (точки, 1:500)
1.4.5.	Вводы в здания (точки, 1:500)
2. Насосные станции	
2.1.	Насосные станции (полигоны, 1:500)
2.2.	Разметка насосных станций (чертёж, 1:500)
3.	Стыки отрезков труб (точки, 1:500)
4. Водозабор	
4.1.	Артезианские скважины (точки, 1:500)
4.2.	Трассы водоводов (линии, 1:500)
4.3. Колодцы водоводов	

Таблица 5. (Продолжение).

№	Графические слои
4.3.1.	Колодцы (точки, 1:500)
4.3.2.	Планы колодцев (чертёж, 1:100)
4.3.3.	Привязка колодцев (чертёж, 1:500)
4.4. Система очистки воды	
4.4.1.	Станции обезжелезивания (полигоны, 1:500)
4.4.2.	Привязка станций обезжелезивания (чертёж, 1:500)
4.4.3.	Аэраторы (полигоны, 1:500)
4.4.4.	Планы аэраторов (чертёж, 1:100)
4.4.5.	Фильтры (полигоны, 1:500)
4.4.6.	Планы фильтров (чертёж, 1:100)
4.4.7.	Хлораторная (полигоны, 1:500)
4.4.8.	Планы хлораторных (чертёж, 1:100)
5. Системы электроснабжения	
5.1. Трансформаторные подстанции	
5.1.1.	Трансформаторные подстанции (полигоны, 1:500)
5.1.2.	Планы подстанций (чертёж, 1:100)
5.1.3.	Привязка подстанций (чертёж, 1:500)
5.2.	Воздушные линии (линии, 1:500)
5.3.	Опоры ЛЭП (точки, 1:500)
5.4.	Кабельные линии (линии, 1:500)
5.5.	Муфты (точки, 1:500)
5.6.	Размеры (чертёж, 1:500)

6. Факторы эффективности

Создание единого информационного пространства всех предприятий инженерных сетей какого-либо региона позволяет значительно улучшить качество предоставляемых потребителям услуг, а также существенно снизить издержки на строительство и эксплуатацию сетей. В следующей таблице собраны основ-

ные показатели экономического эффекта от внедрения единой информационной системы предприятий инженерных сетей.

Таблица 6. Эффективность использования информационной системы инженерных сетей.

Факторы эффективности	Способ достижения
Повышение уровня информированности аппарата управления, соответствующих отделов и служб	Систематизация информации по инженерным сетям с их графическим представлением на планах местности и с глубоким атрибутивным описанием
Повышение оперативности работы эксплуатирующего инженерного персонала	Ускорение согласования работ с другими организациями
	Автоматизация создания отчётной документации, определения потребностей в оборудовании и материалах
	Оперативное отслеживание на топооснове и схемах изменений в сетях, связанных с ремонтами и реконструкцией
Улучшение условий работы оперативного персонала	Экономия времени на поиск необходимой информации и увеличение комфортности работы
Повышение оперативности работы служб быстрого реагирования	Оперативный доступ к графическим изображениям оперативных схем инженерных сетей с целью анализа и принятия решений по локализации аварийных ситуаций
	Сокращение времени следования аварийных бригад к месту аварии, уменьшение затрат на проезд
Уменьшение количества аварийных ситуаций в инженерных сетях и ущерба от них	Упреждение аварий своевременными предупредительными ремонтами слабых мест, обнаружение которых автоматизируется на основе информации в базе данных об остаточных ресурсах оборудования и условиях эксплуатации

Таблица 6. (Продолжение).

Факторы эффективности	Способ достижения
	Отслеживание неисправностей с указанием причин, ведение информации о выполняемых работах с указанием исполнителей, что позволяет объективно анализировать качество работы обслуживающего персонала
	Увеличение сроков службы оборудования подземных коммуникаций за счёт снижения обводнённости грунтов путём оперативной ликвидации слабых мест в дренажной сети объектов
Улучшение условий выполнения проектно-изыскательских работ	Оперативное получение топографо-геодезической информации, включая данные о рельефе, геологии, гидрологии, архитектуре, транспортных и инженерных сетях
Улучшение условий работы с архивами	Организация структурного представления архивной информации, позволяя значительно автоматизировать поиск, в том числе по графическому изображению на планах и схемах
Автоматизация подготовки исходных данных для решения инженерных задач по оценке состояния сетей и перспективе их развития	Параметрическое описание элементов инженерных сетей включает в себя все параметры, необходимые для выполнения инженерных задач
Упрощение процедуры оценки потребностей в резервном оборудовании	Автоматическое отслеживание остаточного ресурса работающего оборудования
Быстрая адаптация персонала к структуре инженерной сети и особенностям её эксплуатации	Использование современных программно-технических решений, автоматической контекстно-зависимой справочной системы