



Томский государственный университет

НПО «Сибгеоинформатика»



# «Геоинформатика-2000»:

Труды

Международной  
научно-практической  
конференции

Издательство Томского университета

2000

УДК 681.518  
ББК 32.965  
Г357

«Геоинформатика-2000»: Труды Международной научно-практической конференции / Под ред. А.И. Рюмкина, Ю.Л. Костюка, А.В. Скворцова. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2000. – 368 с.

ISBN 5-7511-1253-9

Выпуск содержит 103 доклада, представленных на секции «Теория геоинформатики и дистанционного зондирования», «Геоинформационные технологии и системы», «Недропользование», «Гидрология и экология», «Инженерная инфраструктура», «Региональные и муниципальные приложения» и «ГИС в образовании и научных исследованиях».

Книга может быть полезна ученым, ведущим исследования в области ГИС-технологий, программистам, разрабатывающим геоинформационные системы, а также студентам соответствующих специальностей.

“Geoinformatics-2000”: International scientific applied conference proceedings / Editors A.I. Rumkin, U.L. Kostuk, A.V. Skvortsov. – Tomsk, Russia, 2000. – 368 p.

Book contains 103 articles submitted for sections: “Geoinformatics and remote sensing theory”, “Geoinformation technologies and systems”, “Oil and gas applications, geology”, “Hydrology and ecology”, “Engineering infrastructure”, “Regional and municipal applications” and “GIS in education and scientific research”.

Can be useful for geoinformation scientists, GIS-programmers and students.

*Научные редакторы:*

к.т.н., директор НПО «Сибгеоинформатика», зав. лабораторией информационных систем Томского государственного университета **А.И. Рюмкин**;

к.т.н., доцент, зав. кафедрой теоретических основ информатики Томского государственного университета **Ю.Л. Костюк**;

к.т.н., доцент кафедры теоретических основ информатики Томского государственного университета **А.В. Скворцов**

ISBN 5-7511-1253-9

© НПО «Сибгеоинформатика», 2000  
© А.В. Скворцов, оформление, верстка, обложка, 2000

# СОДЕРЖАНИЕ

## Раздел 1. Теория геоинформатики и дистанционного зондирования

Трофимова С.Ф. Проблемы концептуального моделирования в ГИС ©.....	7
Костюк Ю.Л. Представление рельефа земной поверхности в геоинформационных системах ©.....	12
Белов В.В., Афонин С.В., Гриднев Ю.В. Мониторинг лесных пожаров по данным дистанционного зондирования ©.....	17
Бычков И.В., Васильев С.Н., Черкашин А.К., Черкашин Е.А., Жерлов А.К. Применение автоматического логического вывода для решения ГИС-задач ©.....	22
Кейко Т.В., Черкашин А.К. Теория представления геоизображений для решения задач геоиндикации ©.....	26
Чуб А.Н., Шахворостов Н.Н., Алтын-Баш А.Г. О различных алгоритмах формирования цифровых моделей полей признаков, изменяющихся во времени ©.....	29
Ковалевская Н.М. Интерпретация изображений земной поверхности на основе моделей машинного зрения ©.....	32
Костюк Ю.Л., Фукс А.Л. Гладкая аппроксимация изолиний однозначной поверхности, заданной нерегулярным набором точек ©.....	37
Костюк Ю.Л., Фукс А.Л. Визуально гладкая аппроксимация однозначной поверхности, заданной нерегулярным набором точек ©.....	41
Фукс А.Л. Быстрый алгоритм триангуляции Делоне, основанный на предварительной обработке набора точек ©.....	45
Новиков Ю.Л. Полигонально-линейные графовые модели растровых изображений ©.....	50
Костюк Ю.Л., Новиков Ю.Л. Векторизация растровых изображений с использованием триангуляции ©.....	55
Новиков Ю.Л. Эффективная скелетизация бинарных изображений ©.....	58
Пушкарева Т.Г., Протасов К.Т. Спутниковый мониторинг пожаров непараметрическим алгоритмом распознавания образов с оценкой информативности признаков ©.....	64
Артамонов Е.С., Протасов К.Т. Нормализация изображений прибора AVHRR спутников NOAA для ГИС ресурсно-экологического мониторинга ©.....	70

## Раздел 2. Геоинформационные технологии и системы

Бычков И.В., Кухаренко Е.Л., Федоров Р.К. Принципы построения и программное обеспечение корпоративных ГИС на основе технологий распределенных вычислений ©.....	76
Мурашкин С.Л. Некоторые требования к программному обеспечению геоинформационных проектов ©.....	78
Котельников Е.И., Котельников М.И. Компьютерная технология использования данных дистанционного зондирования Земли при геологических исследованиях ©.....	81
Макунин А.А., Шилов В.В. Применение модульной технологии разработки автоматизированных рабочих мест в ГИС-приложениях ©.....	84
Магвайер Д. ArcGIS – новое семейство программных продуктов ESRI ©.....	88
Скворцов А.В. Инструментальная геоинформационная система ГрафИн: новая версия ©.....	90
Ковин Р.В., Марков Н.Г. Цифровые модели рельефов в среде ГИС MapInfo Professional ©.....	96
Гафуров О.М., Горбачев С.В. Геоинформационная система «ИнформГео»: Алгоритмы и технологии ©.....	102
Гершензон В.Е. Построение системы оперативного мониторинга Земли из космоса ©.....	107
Калантаев П.А., Пяткин В.П. Интранет-архитектура как модель региональной информационной системы для обработки аэрокосмических изображений ©.....	114
Берхин Б.Ю. Перспективы мобильных ГИС в Интернете ©.....	116
Конкин А.В. К вопросу о точности данных в ГИС ©.....	120
Тэбырца М.Г. Принципы отбора, подготовки и использования пространственных данных ©.....	121
Бычков И.В., Кухаренко Е.Л. Формализм описания корпоративных геоданных ©.....	123

Андрианов В. Ситуационный анализ с помощью программных продуктов фирм ESRI и ERDAS ©.....	125
Патренина М.А., Койнов Е.А. Вопросы применения технологий ГИС/Интернет на примере справочно-информационной системы «Весь Академгородок» ©.....	127
Аржаниникова Е.В., Трофимова С.Ф. Проект геоинформационной системы для ведения адресного плана ©.....	132

### **Раздел 3. Недропользование**

Голдаев Ю.С., Лобанова Л.В. Автоматическое оформление карт природных ресурсов ©.....	135
Льготин В.А., Макушин Ю.В. Разработка и использование информационно-компьютерных систем при организации и ведении мониторинга геологической среды ©.....	136
Льготин В.А., Макушин Ю.В., Глущенко Н.Г., Глущенко Н.И., Панаева Е.К. Картографическое обеспечение цифровой геоэкологической карты Западной Сибири масштаба 1:1 000 000 ©.....	138
Макушин Ю.В., Глущенко Н.Г., Глущенко Н.И., Панаева Е.К. Создание электронной версии карты четвертичных отложений Томской области масштаба 1:500 000 ©.....	142
Крутовский А.О., Льготин В.А., Егоров Б.А., Бабыкина Е.В. Опыт применения цифровой аэровидео-фотосъемки объектов геологической среды Томской области ©.....	144
Андреева И.В., Осенняя Е.Д. Математическое моделирование процесса выветривания с использованием геоинформационных систем ©.....	146
Красавчиков В.О. Комплексная интерпретация плохо согласованных геолого-геофизических данных при формировании региональных цифровых моделей рельефов глубокопогруженных геологических поверхностей (на примере осадочного чехла Западно-Сибирской плиты) ©.....	147
Михаилиди И.М., Барчан Г.Н. ГИС для управления фондом недр Алтайского края ©.....	153
Кушнарева Т.К. Государственный кадастр месторождений и проявлений в системе ГИС ©.....	154
Галушин А.А., Логинов В.Т., Кравченко Г.Г., Никифоров А.Ю. Информационная система для управления природными ресурсами Республики Алтай ©.....	156
Назаров И.В., Тетенев Е.В. Геоинформационная система в моделях открытой геотехнологии ©.....	159
Кравченко Г.Г., Паровинчак М.С., Рюмки А.И. Геоинформационные технологии – инструмент реализации концепции ОАО «Востокгазпром» по развитию восточных регионов страны ©.....	161
Кудинов А.В., Марков Н.Г., Шерстнев В.С. ГИС «Магистраль» для управления сетями магистральных газопроводов ©.....	163
Шурыгин Ю.А., Комагоров В.П., Абрамов С.Н. Технология автоматизированного проектирования генерального плана обустройства нефтяных и газовых месторождений на основе ГИС ©.....	167
Шурыгин Ю.А., Комагоров В.П., Даниленко А.В. Информационная технология разработки и оптимизации системы сбора и транспортировки нефти и газа на основе ГИС-технологий ©.....	170
Туренков Н.А., Лаптев А.А., Набоков Ю.Н. Применение ArcView для создания базы геолого-геофизических данных по месторождениям ОАО «Газпром» в Западной Сибири ©.....	171
Фатеев А.В. Подходы к реализации компьютерной технологии оценки ресурсов углеводородов с использованием геоинформационной программы ArcView ©.....	174
Монастырев В.А., Сергеев В.Л. Использование ГИС-технологий в системах управления разработкой нефтегазовых месторождений ©.....	175

### **Раздел 4. Гидрология и экология**

Абрамова А.В., Козин В.В., Московченко Д.В., Тигеев А.А. Принципы построения обзорной региональной геоинформационной системы для анализа экологической ситуации в Тюменской области ©.....	177
Марков Н.Г., Ермашова Н.А., Захарова А.А. ГИС-технология для хранения, обработки и визуализации данных гидрогеологических исследований ©.....	180
Парфенова Е.И. Применение электронных климатических карт в решении природоохранных задач ©.....	185
Богуславский А.Е., Вишневская Е.А. Использование ГИС-технологий для оценки влияния ландшафтных обстановок на распределение радиоактивных элементов (на примере типовых районов юга Западной Сибири) ©.....	187

Козин Е.С., Полищук Ю.М. Моделирование процессов переноса в речной сети с применением ГИС © .....	190
Яковченко С.Г., Михайлов С.А. Применение ГИС для оценки нагрузки на водный объект от неточечных источников © .....	195
Берестнева О.Г., Муратова Е.А., Рихванов Л.П., Шатилов А.Ю., Янковская А.Е. Математическая обработка геохимических данных при оценке состояния окружающей среды (на примере мониторинга загрязнения снегового покрова) © .....	199
Калинин В.Г., Дьяков М.В., Гареев Р.Р. Использование геоинформационных технологий для определения морфометрических характеристик водохранилищ (на примере Камских) © .....	204
Постнова И.С., Воробьев К.В., Яковченко С.Г. Оценка среднегодового загрязнения атмосферы, обусловленного работой автотранспорта города, с использованием ГИС © .....	205
Иванов Б.Н. Геоинформационная система «АВИА» обеспечения безопасности полетов, оценки состояния и прогноза погоды © .....	208
Серов Д.И., Усольцев И.В. Перспектива разработки автоматизированного комплекса для управления и проектирования деятельности Государственной противопожарной службы © .....	210
Базанов В.А., Льготин В.А., Макушин Ю.В., Янкович Е.П. Оценка особенностей озераобразования на верховых болотах Западной Сибири с применением геоинформационных технологий (на примере Томской области) © .....	211
Хуторянский А.В. Система автоматизации мониторинга гидрогеологических ресурсов Новосибирской области © .....	212
Соколов С.В. Информационная система «Комплексный территориальный экологический мониторинг» © .....	214

## **Раздел 5. Инженерная инфраструктура**

Слюсаренко С.Г., Рожков В.П., Субботин С.А., Скворцов А.В. Современные информационные технологии в эксплуатации инженерных сетей © .....	219
Кудинов А.В. Геоинформационные технологии в задачах управления пространственными сетями © .....	224
Новиков Ю.Л., Слюсаренко С.Г., Скворцов А.В., Сарычев Д.С. Совместное использование данных кадастров инженерных коммуникаций многими пользователями © .....	229
Слюсаренко С.Г., Новиков Ю.Л., Сарычев Д.С., Скворцов А.В. Особенности реализации подсистем информационных запросов к кадастровым информационным системам © .....	231
Слюсаренко С.Г., Заповодников К.И., Субботин С.А., Скворцов А.В. Применение ГИС-технологий в электроэнергетических системах © .....	234
Брюханцев В.Н., Гриценко Ю.Б., Ехлаков Ю.П., Жуковский О.И. Автоматизация производственно-технологической деятельности предприятий эксплуатирующих водопроводные сети © .....	236
Ехлаков Ю.П., Гриценко Ю.Б., Жуковский О.И., Петров Ю.В. Программная система гидравлических расчетов в водопроводных сетях «Гидро_Про» © .....	240
Гриценко Ю.Б., Еськин Д.М. Организация электронного плана металлургического комбината (ОАО «КМК») © .....	243
Немтинов В.А. Решение задач проектирования и эксплуатации многоассортиментных химических производств с использованием ГИС-технологий © .....	247
Казаков А.Г., Конкин А.В., Щербаков В.В. Паспортизация автомобильных дорог и обработка информации – новые подходы к решению задач © .....	248
Четверикова С.Г., Колупаева С.Н., Катцын П.А. Информационно-поисковая система «Искусственные сооружения на автомобильных дорогах» © .....	252
Поспелов П.И., Котов А.А. Создание информационной системы автомобильных дорог на основе опыта внедрения ГИС-проектов «Инвентаризация» и «Паспортизация» © .....	256
Волошина В.Н. Информационные ресурсы в управлении дорожной отраслью Приморского края © .....	260

## **Раздел 6. Региональные и муниципальные приложения**

Макаров А.С., Авсейков А.С., Рюмки А.И. Геоинформационное обеспечение задач градорегулирования © .....	266
--	-----

Каленицкий А.И., Кравченко Ю.А., Рюмкин А.И. Геоинформационное обеспечение внешних инвестиций для регионов Сибири © .....	270
Догерти К., Смит Л.К. Земля как капитал: аренда, налогообложение, оценка и кадастр © .....	273
Лютых Ю.А., Сальников С.П., Поляков В.И., Рюмкин А.И. О построении информационной системы земельного кадастра субъекта Федерации © .....	276
Браташов В.А. Концепция создания «Единой системы ведения комплексного территориального кадастра» г. Сургута © .....	283
Бычков И.В., Кухаренко Е.Л., Хмельнов А.Е., Моисеев А.Н., Оглоблин В.А., Ружников Г.М. ГИС органов власти и управления Иркутской области (этап 1) © .....	291
Саватеева Г.Я. Экономическая оценка городских земельных участков © .....	293
Радченко В.А., Воробьев С.А., Рюмкин А.И., Кравченко Г.Г., Субботин С.А., Скворцов А.В., Танзыбаев М.Г. Геоинформационные технологии и дистанционное зондирование в задачах создания земельного кадастра Хакасии © .....	297
Вотяков М.В., Рюмкин А.И. Система поддержки принятия решений в сфере градорегулирования © .....	306
Петренко А.В. Опыт разработки автоматизированной системы ведения земельного кадастра в администрации г. Северска © .....	308
Поляков В.И. Разработка справочников для АИС земельного кадастра на основе существующей статистической отчетности © .....	310
Киштеев П.И., Рюмкин А.И., Тябаев Е.С. Мониторинг в системе взаиморасчетов населения за жилищно-коммунальные услуги с использованием ГИС-технологий © .....	316
Алсынбаев К.С., Ситников А.В. Разработка системы ведения пространственно-привязанной информации о зданиях с использованием клиент-серверных и Internet/Intranet технологий © .....	318
Esposito I., Antonietta M., Perdigão I., Vanda, Biagi U., Lenzi L., Libertà G. GIS-analysis to show lacoast data base on european union coastal zones © .....	320
Campagna M. Spatial information technology and urban planning and management: which perspective? © .....	326

## **Раздел 7. ГИС в образовании и научных исследованиях**

Марков Н.Г., Захарова А.А., Ковин Р.В., Шерстнев В.С. Подготовка разработчиков геоинформационных систем и технологий © .....	331
Трофимова С.Ф. Преподавание геоинформатики на факультете информатики ТГУ © .....	335
Коротеева Л.И. К вопросу о профессиональной переподготовке в области кадастровых систем и приложений ГИС © .....	337
Пьянков С.В., Калинин В.Г. Использование ГИС-технологий в учебном курсе «Гидрография» © .....	338
Горелов С.В., Давыденко А.Ю., Мироманов А.В., Сметанин О.А. Геоинформационное обеспечение регионального межвузовского Байкальского полигона учебных геологических практик © .....	340
Ким П.А. MapBasic-макетирование DOS-графики © .....	342
Владимиров В.Н., Силина И.Г. Географические информационные системы в историко-демографических и историко-географических исследованиях: теория и практика © .....	345
Рюмкин А.И., Топчий А.Т., Чиндина Л.А., Черняк Э.И., Шандровский В.В., Яковлев Я.А. Археологическая геоинформационная система Томской области © .....	349
Балахчин В.П., Боковенко Н.А., Грачев И.А., Рюмкин А.И., Шандровский В.В. Геоинформационная система по археологическим памятникам Хакасии © .....	352
Шитов А.В., Эбель А.В., Ван Хюле В. Первый опыт создания кадастра археологических памятников Горного Алтая при помощи GPS-приемников и ГИС-картирования © .....	356
Шитов А.В., Малков Ю.П., Каранин А.В., Исов А.В. Изучение биоразнообразия, археологических и культурных памятников (Международный биосферный заповедник «Алтай») © .....	357
Авторский указатель .....	360

# **РАЗДЕЛ 5. ИНЖЕНЕРНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА**

## **СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКСПЛУАТАЦИИ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ**

С.Г. Слюсаренко, В.П. Рожков, С.А. Субботин, А.В. Скворцов

Томский политехнический университет, Томский государственный университет,  
НПО «Сибгеоинформатика», ООО «Горэлектросети», г. Томск

### **1. Введение**

Инженерными сетями называются технические системы транспортировки энергии, ресурсов, утилизированных отходов. Объединяет их то, что они размещаются на одной территории, имеют множество пересечений и в совокупности решают задачу обеспечения технологических процессов предприятий, комфортных условий проживания граждан. Причем, как правило, каждая из них пользуется услугами других инженерных сетей. Надежное функционирование инженерных сетей обеспечивается эксплуатационным персоналом и представляет собой комплекс событий (осмотры, испытания, ремонты, замены). Особенно важны события, которые ликвидируют слабые места путем замены или ремонта оборудования с малым остаточным ресурсом работы. Анализ текущего состояния инженерных сетей требует обработки большого количества информации и специальных алгоритмов и является весьма трудоемкой задачей. Только компьютерные технологии могут обеспечить оперативность получения необходимой информации и быстроту ее обработки.

### **2. Виды инженерных сетей и особенности их эксплуатации**

К числу рассматриваемых инженерных сетей относятся системы электроснабжения, водоснабжения, водоотведения, теплоснабжения, газоснабжения, телефонная связь, продуктопроводы и т. д. [1]. Если на территории населенных пунктов, газо- и нефтедобывающих комплексов перечисленные инженерные сети эксплуатируются отдельными самостоятельными организациями, то на промышленных предприятиях эти же и некоторые специальные сети эксплуатируются, как правило, одним подразделением. Внутри самостоятельных организаций инженерных сетей эксплуатация обеспечивается отдельными службами, поддерживающими нормальное состояние не всей системы в целом, а отдельных ее составляющих. Так, например, в электрических сетях имеются службы электрических подстанций, воздушных линий, кабельных линий, релейной защиты и автоматики, специальные лаборатории и цеха по ремонту оборудования. Каждая из служб является потребителем и источником вполне конкретной информации, которая интегрируется в производственно-технических отделах и используется для целей планирования деятельности предприятия. В свою очередь, главным специалистам требуются только оперативные сведения об основных показателях деятельности предприятия. Различные типы инженерных сетей объединяет информация об их размещении на местности, необходимая для выполнения проектных и ремонтных работ, требующих учета охранных зон находящихся рядом других коммуникаций.

### **3. Основные функции информационных систем**

Основная функция информационных систем (ИС) заключается в оперативном обеспечении обслуживающего персонала сведениями, необходимыми в процессе эксплуатации. ИС должны не только являться хранилищем графической и атрибутивной информации, но и предоставлять возможность анализировать текущее состояние инженерных сетей, оценивать эффективность деятельности обслуживающего персонала, решать задачи развития сетей. Наиболее важными функциями ИС являются:

1. Совместное послойное представление различных коммуникаций на единой электронной топографической основе территории.
2. Оперативное получение информации о коммуникациях в любой части инженерных сетей.
3. Систематизация на картографической основе информации об объектах и оборудовании.
4. Информационное обеспечение для планирования работ по реконструкции и ремонту инженерных сетей с учетом имеющихся коммуникаций.
5. Отслеживание неисправностей, регламентных и ремонтно-восстановительных работ с указанием исполнителей.
6. Отражение на схемах сетей вывода из работы участков трасс коммуникаций на ликвидацию аварий или ремонт.
7. Контроль сроков и качества выполнения работ.
8. Отслеживание остаточного ресурса оборудования.
9. Отображение на плане местности планируемых и выполняемых работ на объектах.
10. Выделение на карте и составление списка абонентов, потерявших услуги ввиду отказа оборудования.
11. Решение проблем резервирования услуг при плановых отключениях оборудования.
12. Контроль графиков выполнения ремонтно-восстановительных работ.
13. Контроль качества ремонтных работ по повторным отказам оборудования.

14. Формирование статистики отказов оборудования, необходимой для обеспечения надежности функционирования сети.
15. Систематизация информации, необходимой для формирования графика регламентных и ремонтно-восстановительных работ.
16. Контроль расхода материалов, затраченных на ремонтно-восстановительные работы.
17. Отслеживание «движения» оборудования по объектам и владельцам.
18. Оценка остаточной стоимости основных фондов.
19. Проведение инвентаризации инженерных сетей.

Перечисленные выше функции реализуемы в ИС, построенной на основе геоинформационной системы (ГИС) и системы управления базами данных (СУБД). В качестве ядра информационной системы авторы используют ГИС ГрафИн, обладающую возможностями полнофункциональной ГИС и большинством функций САПР [2]. Это позволяет наряду с традиционными для ГИС векторными слоями (например, шейп-файлами) использовать специальные слои чертежей для представления принципиальных схем инженерных сетей.

#### 4. Структуры информационных систем

ИС должны состоять из графических и атрибутивных баз данных. Графические базы данных представляют собой набор карт, состоящих из тематических слоев и содержащих пространственно определенную информацию. Графическое представление сетей формируется из условных обозначений, соответствующих отдельным типам оборудования. Атрибутивная база данных содержит алфавитно-цифровую информацию об элементах сети, связанную с графическим изображением элемента на карте. Графические и атрибутивные модели объектов и оборудования созданы на основе нормативных документов по эксплуатации инженерных сетей.

В общем случае структуры информационных систем инженерных сетей поддаются унификации. Особенно необходима унификация для промышленных предприятий, поскольку пользователям приходится иметь дело с различными типами сетей. Схема потоков информации определяется структурой аппарата управления конкретного предприятия и может изменяться с течением времени. Поэтому ИС должна обладать возможностью адаптации к местным условиям эксплуатации. В качестве примера приводится одна из используемых структур ИС:

1. Первыми во всех подсистемах являются разделы, представляющие трассы соответствующих коммуникаций с привязкой к контурам зданий и сооружений плана местности. С увеличением масштаба в контурах объектов сетей автоматически становятся видимыми соответствующие планы их строительной части.

2. Вторые разделы представляют оперативные схемы сетей на плане местности с имитацией текущих и возможных состояний коммутирующих элементов (выключателей, задвижек, кранов – для электрических и трубопроводных сетей). При определенном масштабе в контурах объектов становятся видимыми их оперативные схемы.

3. Третьими разделами подсистем являются оперативные или принципиальные схемы сетей без привязки к местности, но с высокой обзорностью.

Для первых разделов ИС общими слоями являются слои топоосновы (рельеф, гидрология, дороги и проезды, здания и сооружения). Далее следуют слои трасс коммуникаций (кабельные и воздушные линии, трубопроводы и т. д.) и слои объектов (колодцы, насосные станции, электрические подстанции и др.) [1]. Нормативными документами предусмотрено ведение трасс коммуникаций в масштабе 1:500. Для обзорных схем можно использовать меньшие масштабы. Трассы коммуникаций задаются координатами характерных точек, возможна также привязка этих точек при помощи размерных линий (рис. 1).

Во вторых разделах линии и контуры объектов рисуются условно. Так, например, для электрических подстанций линии высокого напряжения подходят сверху, а низкого напряжения – снизу (рис. 2). При увеличении масштаба в контурах объектов прорисовываются их принципиальные схемы (рис. 3). В результате пользователь имеет возможность увидеть топологически связную сеть от источников энергии (подстанций энергосистем) до потребителей энергии, при этом в атрибутах каждому электрическому вводу ставится в соответствие список абонентов и технические условия их подключения.

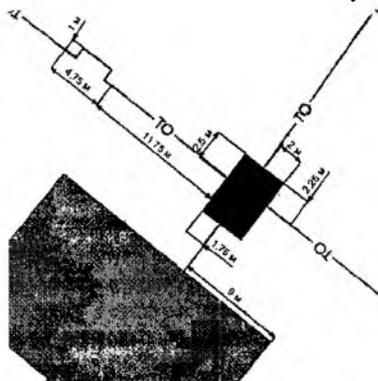


Рис. 1. Трассы коммуникаций (тепловые сети)

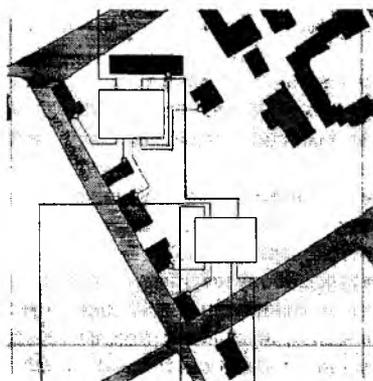


Рис. 2. Оперативная схема на плане местности (горэлектросети)

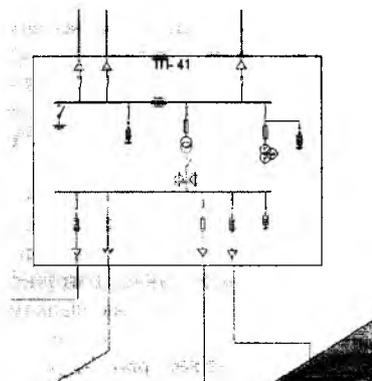


Рис. 3. Оперативная схема подстанции (горэлектросети)

Третьи разделы информационных систем представляют компактные технологические схемы без топологии с высокой степенью обзорности. Они предназначены для диспетчерских служб, производственно-технических отделов и могут использоваться в качестве расчетных схем для решения инженерных задач.

## 5. Поток информации

Направление потоков информации определяется структурой предприятия, технологическим процессом эксплуатации сетей, уровнем секретности информации. Организация информационных потоков осуществляется средствами администрирования ИС. Доступ к информации отдельными пользователями определяется должностными инструкциями. Изменение структуры информационных потоков возможно только по распоряжению главных специалистов. На рис. 4-6 приведены возможные варианты схем информационных потоков различных предприятий.

## 6. Атрибутивные базы данных

Атрибутивное описание объектов и оборудования должно содержать всю полезную информацию. Поскольку для отдельного пользователя она является избыточной, то предусматривается настройка состава информации. При этом по желанию пользователь должен иметь возможность видеть всю информацию. Настройка информационных моделей для пользователя исключает реагирование на ненужные сведения, тем самым снимая напряженность внимания. Полное техническое описание оборудования и объектов является достаточным для автоматизированной подготовки разделов данных для программных комплексов, выполняющих инженерные расчеты. Атрибутивные базы данных делятся на два основных раздела:

- технические паспорта объектов и оборудования;
- технологическая информация, отслеживающая «жизненный цикл» от монтажа и ввода в эксплуатацию до списания и демонтажа.

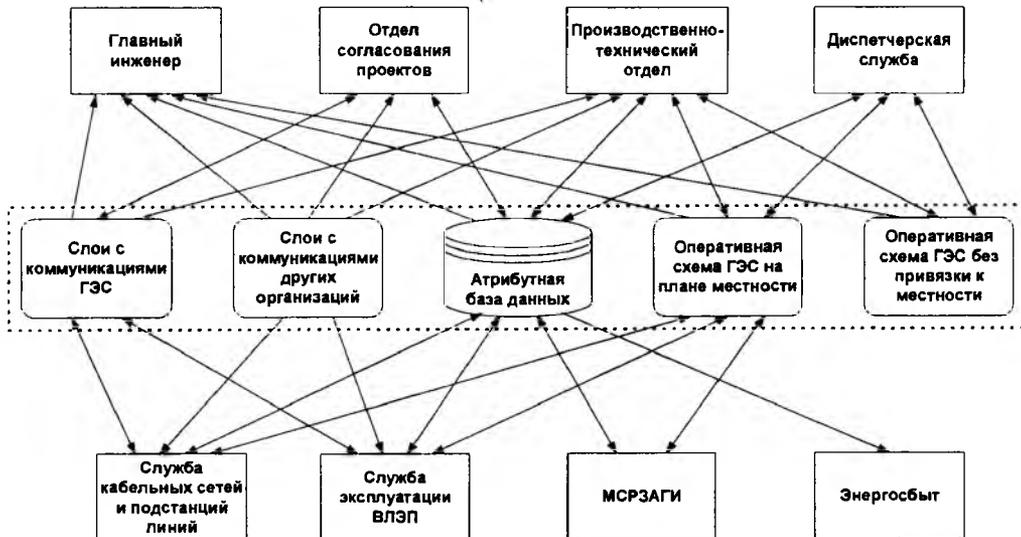


Рис. 4. Структура информационной системы городских электрических сетей

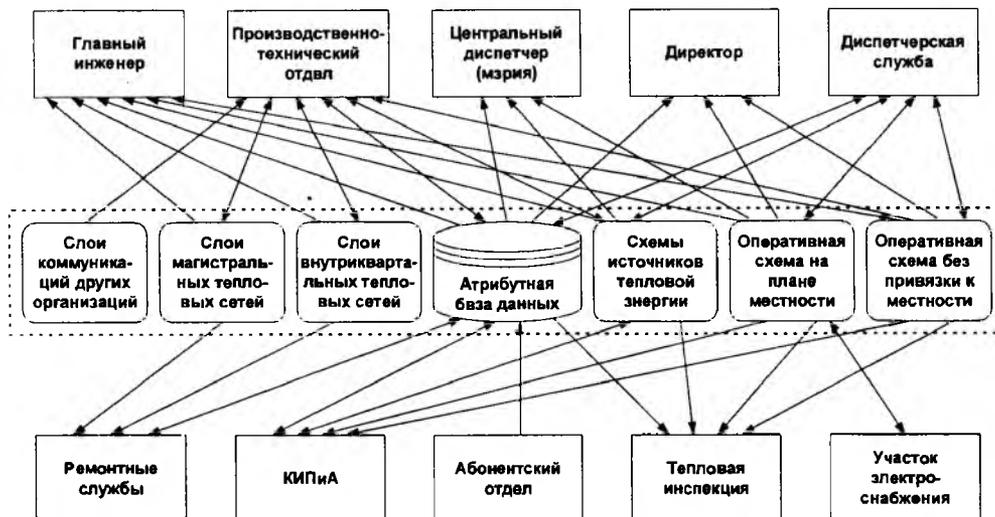


Рис. 5. Структура информационной подсистемы тепловых сетей

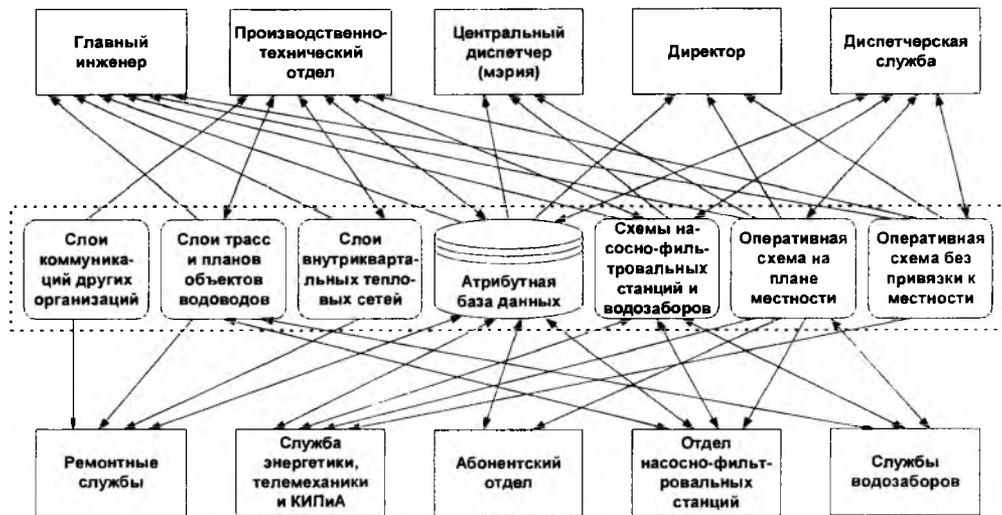


Рис. 6. Структура информационной подсистемы водопроводных сетей

В число событий технологического характера входят осмотры, испытания, предупредительные и капитальные ремонты. Результатом этих событий являются обнаружение неисправностей, их ликвидация с указанием затрат материалов и оценка остаточного ресурса. Накапливаемая статистика по отказам оборудования позволяет формировать собственные показатели его надежности, принимать решения о приобретении нового оборудования, получать более объективную оценку аппаратной надежности инженерных сетей. Каждое событие характеризуется датой и временем начала и окончания события, а также списком лиц, выполнявших работы по данному событию.

Ввод атрибутивной информации осуществляется с графического изображения элементов сети, из различных разделов ИС. Так, например, атрибуты кабельных муфт и отрезков кабеля можно ввести из раздела «трассы инженерных коммуникаций», параметры отрезков трубопроводов тепловой сети – из «оперативной схемы на плане местности», так как именно там представлены прямая и обратная трубы со всей арматурой, в отличие от первого раздела, где нанесены только осевые линии трубопроводов. Атрибуты оборудования объектов могут вноситься из второго и третьего разделов ИС. С целью исключения неоднозначности при атрибутивном описании объектов и оборудования широко используются справочники.

## 7. Информационные запросы

Информационные запросы подразделяются на два типа: атрибутивные и графические. Простейшие атрибутивные запросы по количественной оценке того или иного объекта или оборудования реализуются с помощью генератора запросов. Для этого в специальном редакторе выбирается необходимый слой, если требуется – тип элементов, и формируется выражение, состоящее из арифметических и логических операций, некоторых функций и имен атрибутов. При выполнении запроса на карте выделяются все элементы, для которых заданное выражение является истинным. Кроме того, могут быть подсчитаны некоторые интегральные характеристики (сумма, среднее, минимум и. д.). Также существует возможность выдать список полученных в результате запроса атрибутов в виде таблицы. Более сложные атрибутивные запросы могут быть реализованы на одном из языков программирования, поддерживающем Active-X интерфейс.

Графические запросы реализуются на основе векторных и графовых моделей сетей. В табл. 1 приведена общая структура информационных запросов.

## 8. Инженерные задачи

Традиционно расчеты режимов инженерных сетей основываются на их графовых моделях. Исходная информация при этом представляется тремя разделами: информация по вершинам, информация по ветвям и общая информация, определяющая условия выполнения расчетов. Программное ядро ИС содержит модуль, обеспечивающий процесс формирования графа сети на основе ее векторного изображения. Формализация процедуры обеспечивается настройкой графовой модели посредством описания вершин и ветвей. Так, например, вершинами могут быть подстанция, насосная станция, секция сборных шин подстанции, тройник трубопровода.

Поскольку топология сетей определяется состоянием коммутаторов (выключателей, кранов, задвижек), то представляется возможным имитировать любые структурные изменения сетей, включая перспективное развитие. Для этой цели специальными информационными запросами могут быть созданы разделы данных для программ по расчету режимов выделенной коммутаторами части сети. ИС позволяют разрабатывать и использовать собственные программные продукты, а также подключать программные комплексы, обмениваясь с ними данными в некотором документированном формате. Результаты выполненных расчетов могут быть отображены на графическом изображении сетей. Представляется также возможным имитировать работу технических средств регулирования параметров режимов, защит оборудования, автоматики ввода резерва услуг, телеметрии.

Таблица 1. Общая структура информационных запросов

Тип запроса	Содержание	Используемые справочники
Графический	Выделить различными цветами распределенные объекты заданного типа	Типы распределенных объектов. Режим запроса (для всей сети, от выделенных объектов)
	Выделить цветом на топооснове здания и сооружения, получающие услуги от выделенного объекта	Справочник объектов
	Выделить цветом все пересечения и места недопустимо близкого расположения осевой линии трассы планируемой сети, с трассами других инженерных сетей	
	Выделить цветом на топооснове здания и сооружения, потерявшие услуги (в результате аварии или планового ремонта) и представить список объектов специального назначения (школы, больницы...)	
Атрибутивный по оборудованию	Список оборудования заданного типа	Справочник типов оборудования. Режим запроса (для всей сети, от выделенных объектов). Справочник принадлежности
	Список оборудования заданного типа с заданным набором технических параметров	Справочник типов оборудования. Технический паспорт выбранного типа оборудования. Справочник принадлежности
	Список оборудования, с которым произошло заданное событие (за указанный промежуток времени)	Справочник типов оборудования. Справочник событий. Справочник принадлежности
	Список неисправного на выделенном объекте оборудования, подлежащего заданному техническому обслуживанию	Режим запроса (для всей сети, от выделенных объектов). Справочник типов оборудования (+ для всех типов). Справочник видов технического обслуживания Справочник принадлежности
Атрибутивный по объектам	Список объектов заданного типа	Справочник типов объектов. Справочник принадлежности
	Паспорт объекта (как совокупность паспортов оборудования)	
	Список объектов, с которыми произошло заданное событие (за указанный промежуток времени)	Справочник типов объектов. Справочник событий. Справочник принадлежности
	Список объектов, имеющих неисправности строительной части и подлежащих заданному типу технического обслуживания	Справочник типов объектов. Справочник типов неисправностей. Справочник типов тех. обслуживания Справочник принадлежности
	Суммарная протяженность распределенных объектов	Справочник типов объектов Справочник материалов. Справочник сечений. Справочник принадлежности

## 9. Особенности внедрения ИС

Переход на компьютерную технологию ведения технической документации приводит к изменению технологических цепочек эксплуатации инженерных сетей. Многим сотрудникам приходится осваивать компьютерную технику на пользовательском уровне, а для некоторых эта задача связана с преодолением психологического барьера. Наиболее трудным является первоначальный период ввода данных. Трудности связаны с тем, что помимо обучения, ввода данных, приходится параллельно вести всю документацию на бумаге. Длительность начального ввода информации зависит от наличия и качества технической документации на бумажных носителях. Как показывает опыт, большинство предприятий долгие годы не вело документацию надлежащим образом. В результате требуются серьезные затраты времени и средств на инвентаризацию инженерных сетей. Кроме того, оказалось, что значительная часть информации, предусмотренная нормативными документами, остается практически невостребованной, следовательно, требуется пересмотр некоторых нормативных документов по эксплуатации инженерных сетей. Особое внимание следует обратить на то, что зачастую опыт-

ные эксплуатационники преклонного возраста, обладая большими знаниями и авторитетом, буквально саботируют внедрение информационных систем. Поэтому желательно проведение специального курса обучения, позволяющего убедить таких специалистов в необходимости перехода на новые технологии. Второй вариант – это жесткое административное решение этой проблемы. В зарубежной практике такой процесс называется реинжинирингом. Основными же трудностями в настоящий период являются трудности финансовые. Чаще всего они вызваны не отсутствием возможности финансирования, а боязнью рисковать и неумением довести начатое дело до конца.

Кроме того, внедрение ИС осложняется следующими факторами:

- Отсутствие нормативной базы по переходу инженерных сетей на новые компьютерные технологии документооборота.
- Юридически остаются в силе старые нормы социалистического периода.
- Некоторыми предприятиями делаются разрозненные попытки использовать вычислительную технику, но только в качестве хранилища информации, в результате финансовые и интеллектуальные ресурсы тратятся на создание локальных примитивных баз данных, интеграция которых практически невозможна.
- Неверная ориентация служб АСУ предприятий только на задачи бухгалтерии и абонентских отделов.
- Низкое качество топографической основы.
- Отсутствие координирующей роли городских властей, в результате чего отсутствует взаимосвязь между различными кадастрами (земельным, недвижимости, инженерных сетей) [3]. В результате расходуется много времени и средств на инвентаризацию и описание одних и тех же объектов с точки зрения разных кадастров. Например, учет охраняемых зон инженерных сетей в земельном кадастре можно было бы осуществлять вычислением буферных зон трасс коммуникаций в рамках кадастра инженерных коммуникаций.
- Отсутствие единой для всех кадастров идентификации объектов и оборудования.

Однако в тех организациях, где специально выделяются людские и финансовые ресурсы на начальный ввод информации, достаточно быстро происходит адаптация технического персонала к новым условиям эксплуатации инженерных сетей.

## 10. Выводы

Внедрение ИС инженерных сетей является актуальной задачей, для решения которой необходимо:

- Создание нормативной базы по новым информационным технологиям.
- Плановое выделение финансовых средств на внедрение компьютерных технологий в инженерных сетях.
- Интеграция всех видов кадастров.
- Обучение аппарата управления инженерными сетями основам информатики.
- Привлечение молодых специалистов.
- Пропаганда новых информационных технологий в средствах массовой информации.
- Кооперация российских разработчиков информационных систем.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Скворцов А.В., Слюсаренко С.Г., Субботин С.А., Кобрин А.Ю. Информационное обеспечение инженерных сетей // Геоинформатика: Теория и практика. Вып. 1. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1998, с. 206-225.
2. Скворцов А.В. Система ГрафИн // Геоинформатика: Теория и практика. Вып. 1. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1998, с. 182-193.
3. Скворцов А.В., Бабанов А.М., Слюсаренко С.Г. Кадастровое обеспечение задач управления городом // Интеркарто-4 (материалы международной конференции). – Барнаул, 1998, с. 416-419.

## ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫМИ СЕТЯМИ

А.В. Кудинов

Томский политехнический университет

### 1. Введение

Технологическая революция последнего десятилетия в области вычислительной техники сделала возможным использование на простом офисном или даже портативном компьютере программных продуктов и технологий, которые ранее были под силу лишь мощным ЭВМ и рабочим станциям. Одной из таких шагнувших в массы технологий стала геоинформатика. Помимо расширения круга пользователей геоинформационных систем (ГИС) сместились также и приоритеты решаемых с их помощью задач. Если ранее помимо электронной картографии основной сферой применения было проектирование пространственно распределенных объектов и стратегическое планирование их эксплуатации, то сейчас на первый план выходят задачи оперативного управления, оптимизации деятельности, анализа влияния на другие объекты и т.п.

Одной из наиболее динамично развивающихся ГИС-технологий является автоматизация управления пространственными объектами, структура которых может быть описана как сеть. К таким объектам относятся