

## СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

УДК 681.518

*А.В. Скворцов*

### РАЗРАБОТКА ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ И ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ НА ФАКУЛЬТЕТЕ ИНФОРМАТИКИ И В ООО «ИНДОРСОФТ»

Даётся краткий обзор результатов работ в области геоинформационных систем и систем автоматизированного проектирования, выполненных на факультете информатики Томского государственного университета и в ООО «ИндорСофт». Кратко описывается современное состояние работ. Даётся общее описание программных продуктов, выпускаемых сейчас в ООО «ИндорСофт».

В настоящее время во всём мире активно идёт внедрение вычислительной техники для управления объектами, имеющими территориально распределённый характер, в самые различные отрасли. Компьютеры используются для управления земельными и природными ресурсами, проектирования и эксплуатации инженерных сетей и сооружений. При этом можно выделить несколько основных классов программных продуктов, используемых для этих целей. Для управления земельными и природными ресурсами, объектами недвижимости наиболее часто используются геоинформационные системы (ГИС). Для управления инженерными сооружениями (электрическими и трубопроводными сетями, автомобильными дорогами и др.) обычно применяются системы автоматизированного проектирования (САПР) и различные специализированные чертежные системы. В то же время существует большой класс инженерных приложений, где требуются комбинированные возможности как ГИС, так и САПР. Причем существующее в мире программное обеспечение не может удовлетворить пользователей по всему спектру требований.

Эти противоречия в своё время привели к созданию сотрудниками факультета информатики Томского государственного университета совместно с сотрудниками кафедры электрических систем Томского политехнического университета направления геоинформационных и инженерных систем.

#### КРАТКАЯ ИСТОРИЯ

В начале 1990 г. преподавателем кафедры электрических систем факультета автоматики и электроэнергетики Томского политехнического университета С.Г. Слюсаренко была поставлена задача разработки собственного графического редактора для создания чертежей электрических схем. В результате в 1990–1991 гг. С.А. Субботиным (тогда студентом 3-го курса факультета прикладной математики ТГУ) была разработана первая версия программной системы Scheme, работающей в операционной системе DOS. Система обладала возможностью быстрого создания произвольных электрических схем с помощью библиотеки элементов, ведения атрибутивной информации по объектам. В дальнейшем к этой программе был подключен модуль расчета режимов электрических сетей, разработанный О. Тайлашевым под руководством С.Г. Слюсаренко.

Разработанный комплекс программ был успешно внедрен в 1991–1993 гг. на ряде месторождений Стрежевского НГДУ Томскнефти в виде информаци-

онно-расчетного комплекса электрических сетей нефтепромыслов.

В 1993 г. программа Scheme перестала быть только электрической и на её основе была разработана и внедрена информационная система диспетчерской службы Томсктрансгаз, в которой была представлена графическая и атрибутивная информация по обслуживаемым предприятием магистральным трубам и вспомогательным инженерным сооружениям.

В 1993 г. для Томсктрансгаза под руководством В.И. Готмана (доцента той же кафедры, что и С.Г. Слюсаренко) А.В. Скворцовым (студентом 3-го курса факультета информатики ТГУ) был разработан ряд специальных программ для расчета токов короткого замыкания, выбора сечений проводов воздушных линий электропередачи и автоматики защитной аппаратуры [1–3].

В 1995 г. на совещании руководителей предприятий инженерных сетей и мэрии г. Томска (из Горархитектуры, Горэлектросетей, Водоканала, Теплосетей, Томсктелекома) программа Scheme была впервые предложена в качестве универсального инструментария для ведения топографических планов инженерных сетей [4–6]. В то время компьютерные графические технологии были ещё в диковинку, но, несмотря на это, было принято стратегическое решение о создании в Томске единого кадастра инженерных коммуникаций. Локомотивом этого процесса тогда выступили Горэлектросети, в частности В.П. Рожков [7]. По ряду причин организационного и экономического характера процесс создания такой всеобъемлющей системы затянулся на годы и не завершён до сих пор, хотя отдельные крупные элементы такой системы сейчас функционируют в Горэлектросетях, Томскэнерго, Водоканале, Теплосетях.

Решение о создании крупного кадастра инженерных коммуникаций побудило команду разработчиков под руководством С.Г. Слюсаренко в 1995 г. принять решение о выработке новой стратегии в отношении создаваемых программных продуктов. Так было принято решение о переходе с платформы DOS в Windows и создании графической системы с учетом требований нового времени.

В итоге в 1996 г. А.В. Скворцовым совместно с С.А. Субботиным была разработана первая версия но-

вой графической информационной системы ГрафИн, позволявшей создавать чертежи инженерных сетей и планов местности.

В дальнейшем в конце 1996 г. группа разработчиков в составе С.Г. Слюсаренко, А.В. Скворцова, С.А. Субботина примкнули к НПО «Сибгеоинформатика», где продолжили свои работы. В разное время в работе над системой и прикладными программами на её основе, а также в формировании принципов её функционирования принимали участие С.А. Жихарев, В.Е. Дмитриенко, А.Ю. Кобрин, Д.С. Сарычев, Ю.Л. Новиков, Л.Ю. Костюк, А.И. Рюмкин и Ю.Л. Костюк.

Основная тенденция последующих лет заключалась в отказе от узкоспециализированных решений по электрическим сетям [8] и создании одного базового универсального продукта ГрафИн и отдельных модулей для решения конкретных задач. В итоге система ГрафИн к 2002 г. приобрела черты полнофункциональной ГИС, обладающей рядом черт, присущих универсальным САПР [9,10]. А уже на её основе было разработано большое количество прикладных программ для управления земельными участками и недвижимостью, управления различными видами инженерных сетей [11–14].

В 2000 г. началось сотрудничество НПО «Сибгеоинформатика» и факультета информатики с ООО Инженерный дорожный центр (ИДЦ) «Индор» (Томск), занимающимся автоматизацией проектирования и эксплуатации автомобильных дорог. К тому времени в ООО ИДЦ «Индор» под руководством В.Н. Бойкова был разработан комплекс программных продуктов для проектирования, паспортизации и мониторинга автомобильных дорог. В основе этих продуктов был заложен ряд новых оригинальных подходов к проектированию автомобильных дорог на основе сплайнов [15]. Так как комплекс работал в среде DOS, а на дворе уже был 2000 г., то тогда остро стоял вопрос о переходе на платформу Windows и разработке новых продуктов с учетом современных требований к программным продуктам.

Тогда в ООО ИДЦ «Индор» были приняты на работу несколько выпускников и студентов 5-го курса факультета информатики. Общим консультантом по разработке продуктов выступил А.В. Скворцов, при этом часть алгоритмов и разработок, созданных в НПО «Сибгеоинформатика», были использованы при разработке новых продуктов. Так, например, система отображения условных знаков, созданная С.А. Субботиным [16], была применена в системе проектирования автомобильных дорог ReCAD 3.x и в графическом редакторе RoAD 3.x. В системе ReCAD 3.x для построения и анализа моделей поверхностей были использованы новейшие алгоритмы построения триангуляции, разработанные А.В. Скворцовым [17].

В процессе работы над ГИС ГрафИн в НПО «Сибгеоинформатика» и над системой проектирования автомобильных дорог в ООО ИДЦ «Индор» в целом были использованы одинаковые и во многом дублировавшиеся технологии. В связи с этим со временем сложилось понимание о необходимости объединения коллективов разработчиков и выделения их в отдельную фирму.

Таким образом, в 2003 г. была создана новая фирма ООО «ИндорСофт. Инженерные сети и дороги», в которую вошли сотрудники отдела промышленной геоинформатики НПО «Сибгеоинформатика» и отдела программных разработок ООО ИДЦ «Индор».

В результате этого объединения в ООО «ИндорСофт» произошло взаимообогащение различных разрабатываемых продуктов общими технологиями, было устранено дублирование разработок, выстроены новые перспективы развития.

## ПРОГРАММНЫЕ ПРОДУКТЫ ООО «ИНДОРСОФТ»

В настоящее время в ООО «ИндорСофт» ведется разработка трех базовых графических продуктов и нескольких линеек прикладных программ (рис. 1). К числу базовых относятся:

**IndorGIS 5.0** – универсальная геоинформационная система, ранее известная как ГИС ГрафИн [10].

**IndorCAD 5.0** – универсальная система автоматизированного проектирования инженерных сетей и дорог, ранее известная как ReCAD 3.x [18].

**IndorDraw 5.0** – система подготовки чертежей, ранее известная как RoAD 3.x [19].

В основе всех этих графических продуктов заложена сходная идеология внутреннего построения, использован общий набор программных технологий и компонент разработки.

Общие используемые технологии объединены в программные пакеты семейства **IndorObjects**, которые состоят из компонентов Delphi и ActiveX-компонентов для разработки пользовательского интерфейса, а также для создания графических приложений ГИС и САПР.

На основе вышеперечисленных базовых программных продуктов были разработаны различные линейки прикладных комплексов.

Линейка продуктов **IndorInfo** представляет собой семейство информационных комплексов инженерных сетей и дорог. Это семейство представляет собой оригинальную комбинацию ГИС-го и САПР-го подходов. Графическая часть всех этих продуктов состоит из трех разделов: 1) плана местности с точной привязкой инженерных коммуникаций на местности; 2) плана местности с условно нанесенной на него оперативной схемой инженерной сети; 3) оперативной схемы сети без привязки к местности. Для всех этих графических разделов разработана единая атрибутная база данных. Наличие трёх различных видов представления инженерных сетей позволяет выбирать нужный способ представления в зависимости от возникающих задач. Так, первый раздел наиболее часто используется при согласовании проектов раскопок на местности. Второй и третий раздел используется диспетчерами в процессе оперативного управления инженерными сетями.

Линейка **IndorInfo** включает в себя продукты **IndorInfo/Power** для городских электрических сетей, **IndorInfo/Water** для городских водопроводных сетей, **IndorInfo/Sewerage** для городских сетей водоотведения, **IndorInfo/Heat** для городских тепловых сетей, **IndorInfo/Gas** для сетей газораспределения, **IndorInfo/Road** для дорожных сетей [20, 21].

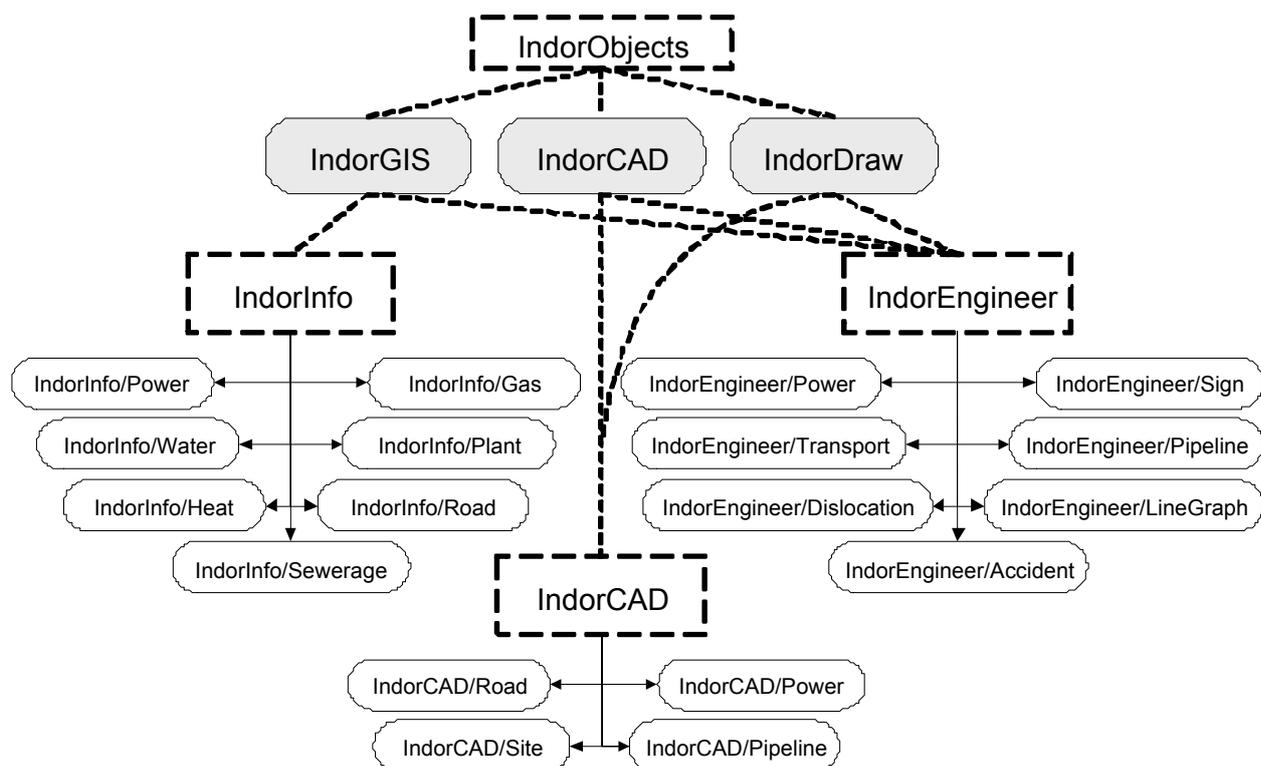


Рис. 1. Семейства базовых и прикладных продуктов, выпускаемых ООО «ИндорСофт»

Продукт **IndorInfo/Plant** – информационная система инженерных сетей промышленного предприятия – представляет собой наиболее сложный продукт из линейки **IndorInfo**. По сути, он объединяет в себе все остальные информационные системы по электрическим, водопроводным, тепловым и другим сетям [11].

Линейка продуктов **IndorCAD** состоит из программ для проектирования объектов гражданского и транспортного строительства, в т.ч. автомобильных дорог, воздушных линий электропередачи, трубопроводов, генеральных планов [18]. В настоящее время законченным является только система проектирования автомобильных дорог **IndorCAD/Road**, другие программы (система **IndorCAD/Power** для проектирования воздушных линий электропередачи, система **IndorCAD/Pipeline** для проектирования трубопроводов, система **IndorCAD/Site** для проектирования генеральных планов) находятся в разработке.

Линейка продуктов **IndorEngineer** состоит из различных инженерно-расчетных комплексов. Система **IndorEngineer/Power** представляет собой программу расчета режимов электрических сетей [14]. Система **IndorEngineer/Pipeline** позволяет выполнять расчеты режимов различных трубопроводных сетей [12]. Система **IndorEngineer/Transport** предназначена для моделирования транспортных потоков [22]. Эти три вышеперечисленные программы выполнены в виде дополнительных модулей к **IndorGIS**.

Система **IndorEngineer/Sign** предназначена для проектирования индивидуальных дорожных знаков [19]. Система **IndorEngineer/Dislocation** предназначена для учета дорожных знаков и инженерных сооружений автомобильных дорог. Система **IndorEngineer/LineGraph** позволяет выполнять по-

строение линейных графиков автомобильных дорог. Система **IndorEngineer/Accident** позволяет строить графики аварийности автомобильных дорог.

Для всех программных продуктов, выпускаемых ООО «ИндорСофт» (базовых и прикладных), для защиты от нелегального использования Р.О. Куленовым разработана система лицензирования **IndorLicensor 1.0**. Эта система использует оригинальную гибридную методику программно-аппаратной защиты на основе электронного ключа типа HASP и программной привязки к аппаратуре компьютера.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время продукты, разрабатываемые в ООО «ИндорСофт», установлены в различных городах России и ближнего зарубежья, в том числе в Москве, Новосибирске, Томске, Барнауле, Кемерово, Красноярске, Ростове, Челябинске, Краснодаре, Чебоксарах, Абакане, Минусинске, Северске, Ефремове, Зеленогорске, Сургуте, Ачинске. Этого удалось достичь во многом благодаря тесной интеграции теории и практике, а также сотрудничеству между отраслевыми специалистами, выступившими в качестве постановщиков задач, и специалистами по информатике, доведших продукты до готовых продуктов.

Многие сотрудники ООО «ИндорСофт» активно продолжают работать в научной сфере. Так, ведутся исследования в области вычислительной геометрии – традиционной теме для сотрудников факультета информатики, в частности, по совершенствованию моделей данных триангуляции, сравнению триангуляций с помощью хеш-функций [23], изучению различных алгоритмов построения объединения, пересечения и разности многоугольников [24].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Готман В.И., Скворцов А.В. Система проектирования воздушных распределительных сетей 0,22-35 кВ // Энергетика: экология, надёжность, безопасность. Томск, 1996. С. 60–61.
2. Готман В.И., Слюсаренко С.Г., Скворцов А.В. Автоматизированный комплекс по выбору и проверке токопроводов в распределительных сетях // Проблемы и перспективы развития ТНХК. Томск, 1996. С. 88.
3. Готман В.И., Слюсаренко С.Г., Скворцов А.В. Программа выбора аппаратуры, кабелей и защит в сетях 0,4 кВ // Проблемы и перспективы развития ТНХК. Томск, 1996. С. 89–90.
4. Готман В.И., Слюсаренко С.Г., Субботин С.А., Скворцов А.В. Информационная система коммуникаций промышленных предприятий // Проблемы и перспективы развития ТНХК. Томск, 1996. С. 90–91.
5. Скворцов А.В., Слюсаренко С.Г. Информационная система городских коммуникаций // ИНПРИМ-98 (Материалы Междунар. конф.), Ч. III. Новосибирск, 1998. С. 71.
6. Скворцов А.В., Слюсаренко С.Г. Кадастр инженерных коммуникаций г. Томска // Энергетика: экология, надёжность, безопасность (Матер. 4-го Всерос. науч.-технич. сем.). Томск, 1998. С. 68–69.
7. Слюсаренко С.Г., Рожков В.П., Субботин С.А., Скворцов А.В. Современные информационные технологии в эксплуатации инженерных сетей // Геоинформатика-2000: Труды Междунар. науч.-практич. конф. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2000. С. 219–224.
8. Готман В.И., Слюсаренко С.Г., Скворцов А.В. Имитационное моделирование режимов систем электроснабжения промышленных предприятий // Энергетика: экология, надёжность, безопасность (Материалы 4-го Всерос. науч.-технич. сем.). Томск, 1998. С. 65–66.
9. Скворцов А.В., Гриценко Ю.Б. Вопросы построения универсальной графической системы, работающей с территориально определённой информацией // Геоинформатика: Теория и практика. Вып. 1. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1998. С. 170–181.
10. Скворцов А.В. Геоинформационная система ГрафИн 4.0 и ее применения // Вестник ТГУ. 2002. № 273, апрель. С. 54–59.
11. Скворцов А.В., Сарычев Д.С., Новиков Ю.Л. Применение геоинформационных технологий для информационного обеспечения деятельности промышленных предприятий // Энергетика: экология, надёжность, безопасность. Томск, 1999. С. 57.
12. Новиков Ю.Л., Слюсаренко С.Г., Скворцов А.В., Сарычев Д.С. Информационные системы предприятий трубопроводных сетей // Вестник ТГУ. 2002. № 273, апрель. С. 75–81.
13. Субботин С.А., Скворцов А.В. Использование геоинформационных технологий для ведения земельного кадастра // Вестник ТГУ. 2002. № 273, апрель. С. 86–90.
14. Слюсаренко С.Г., Костюк Л.Ю., Скворцов А.В. и др. Расчет установившегося режима электрической сети в ГИС ГрафИн // Вестник ТГУ. 2002. № 273, апрель. С. 64–69.
15. Бойков В.Н., Шумилов Б.М. Сплайны в трассировании автомобильных дорог. Томск: ЦНТИ, 2001. 164 с.
16. Скворцов А.В., Субботин С.А. Универсальная технология отображения условных знаков // ИНПРИМ-98 (Матер. Междунар. конф.), Ч. V. Новосибирск, 1998. С. 66.
17. Скворцов А.В. Триангуляция Делоне и ее применение. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2002. – 127 с.
18. Бойков В.Н., Петренко Д.А., С.Р. Люст, Скворцов А.В. Система автоматизированного проектирования автомобильных дорог IndorCAD/Road // Вестник ТГУ. 2003. № 280. С. 350–353.
19. Скворцов А.В., Иванов М.О., Петренко Д.А. Система подготовки чертежей IndorDrawing // Вестник ТГУ. 2003. № 280. С. 354–357.
20. Сарычев Д.С., Скворцов А.В. Применение геоинформационных систем в дорожной отрасли // Актуальные проблемы повышения надёжности и долговечности автомобильных дорог и искусственных сооружений на них (Труды Всерос. науч.-практич. конф.). Барнаул, 2003. С. 17–19.
21. Сарычев Д.С., Крысин С.П., Скворцов А.В. Создание информационных моделей для автомобильных дорог // Вестник ТГУ. 2003. № 280. С. 368–375.
22. Скворцов А.В. Реализация пакета транспортных задач в ГИС ГрафИн // Вестник ТГУ. 2002. № 273, апрель. С. 82–85.
23. Петренко Д.А., Скворцов А.В., Куленов Р.О. Сравнение триангуляций с помощью хеш-функций // Вестник ТГУ. 2003. № 280. С. 305–308.
24. Ченцов О.В., Скворцов А.В. Обзор алгоритмов построения оверлеев многоугольников // Вестник ТГУ. 2003. № 280. С. 338–345.

Статья представлена кафедрой теоретических основ информатики факультета информатики Томского государственного университета, поступила в научную редакцию 15 мая 2003 г.