

УДК 65.011.56

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫПОЛНЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГИС ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

*Стадников В.В.*

*НПП «Высокие технологии», Украина, Одесса  
E-mail: stadnikov@ht.com.ua*

Работа посвящена поиску путей совершенствования технологии геодезических работ при разработке геоинформационных систем промышленных предприятий. Приведен анализ возможностей современного геодезического электронного оборудования ведущих мировых производителей. Проведен анализ информационного обеспечения инструментального программного обеспечения ведущих компаний. Подробно проанализирована структура данных файлов компании ESRI. Сделан вывод о возможности импорта данных с электронных приборов и их последующей обработки в соответствии с заранее разработанным классификатором. Работа опирается на опыт, полученный при реализации проекта разработки ГИС «Генеральный план ГП «Одесский морской торговый порт».

**Ключевые слова:** технологии геодезических работ, структура данных файлов компании ESRI.

### **1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ И ЕЕ СВЯЗЬ С ПРАКТИЧЕСКИМИ ЗАДАЧАМИ**

Тема работ является актуальной и востребованной на современном этапе развития геоинформационных технологий и геодезии, т.к. основным фактором, сдерживающим процесс масштабного внедрения геоинформационных систем промышленных предприятий, является высокая трудоемкость их разработки, а также значительная продолжительность выполнения работ, основную часть которых составляют процессы интеграции двух технологий.

### **2. АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Вопросы оптимизации технологического процесса создания цифровых карт на базе имеющихся материалов в виде твердой копии хорошо отработаны и освещены во многих публикациях [3-4]. В этих публикациях затрагиваются моменты автоматизации процедуры «сканирования и векторизации», выполняемых, как правило, в полуручном режиме.

Объем ранее накопленных в архивах картографических материалов, особенно в диапазоне масштабов М1:500, М1:1000, М1:2000 со временем быстро теряет свою актуальность и требует обновления после проведения геодезических изысканий.

Вопросам оптимизации процесса передачи информации из электронных полевых журналов в производство ГИС уделено недостаточное внимание. А именно эта процедура, как показывает практический опыт, занимает 20 – 30 % общей трудоемкости производства ГИС и значительно влияет на точность и качество конечного продукта.

### 3. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Целью работы является поиск рационального методического обеспечения для сокращения трудозатрат процедуры, связывающей инженерно-геодезические изыскания и проектные работы производства ГИС.

В этой работе уделено внимание вопросам поиска рациональных путей для оптимизации процесса передачи информации из электронных полевых журналов, являющихся результатом инженерно-геодезических полевых работ, в производство ГИС.

### 4. ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА ИССЛЕДОВАНИЙ С ОБОСНОВАНИЕМ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

#### 4.1. Решение задачи

Поиск оптимальной процедуры передачи информации инженерно-геодезических изысканий в производство ГИС предусматривал несколько этапов:

- анализ современного цифрового геодезического оборудования, формы и способы занесения информации, передачу информации в процесс производства ГИС.

- разработку метода формирования информации при инженерно-геодезических изысканиях и ее совместимость с производством ГИС.

- применение метода в реальном процессе.

Для рассмотрения задачи перечень электронного геодезического оборудования был ограничен наиболее доступными моделями, последних лет выпуска.

В качестве базового геоинформационного программного обеспечения рассматривалось ПО компании ESRI, как наиболее распространенного и перспективного в области разработки генеральных планов предприятий.

#### 4.2. Анализ современного цифрового геодезического оборудования

В области аппаратного обеспечения на рынке Украины и СНГ наиболее распространенными являются электронные тахеометры компаний: Trimble, Nikon (Япония), Topcon Positioning Systems (Япония), Leica Geosystems (Швейцария), УОМЗ (Уральский оптико-механический завод).

Эти компании производят очень большой спектр электронных теодолитов и тахеометров с различными характеристиками по точности (точность измерения углов от 0.5" до 10"; точность измерения расстояний от 0,5мм до 5мм).

Последние модели электронных тахеометров имеют либо встроенную память на большое количество измеряемых точек (не менее 1.900) либо заменяемые модули памяти на PCMCIA карточках емкостью до 85МБ (на карте размером 2Мб можно записать 18000 блоков данных). Тахеометры могут иметь два дальномера одновременно: один — стандартный и второй — безотражательный (красный видимый лазер, измерение расстояния до 80 - 200 метров без отражателя, возможны варианты до 600 метров), совмещен с визирной осью. Наиболее популярные модели электронных тахеометров приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Наиболее популярные электронные тахеометры

Фирма,- производитель	Страна	Электронный тахеометр	Формат данных обмена	Файлы данных обмена
Trimble	США	Серия 5600, M3, Focus	M5	*.dat
Trimble (Zeiss)	США	Серия Elta	Rec500, R4, R5	*.dat, *.txt, *.dat
Nikon	Япония	Серия DTM-352, DTM-502, DTM-801	RAW	*.txt
Topcon Positioning Systems	Япония	Серия GTS-230, GPT-3000, GTS-720, GTS-820A, GPT-7000, GPT-8200A	GTS-6 GTS-7	*.fb0 *.txt
SOKKIA	Япония	Серия SET 110M, SET 030R, SET 30RK,	SDR33	*.sdr
Leica Geosystems	Швей- цария	Серия TPS 400, TPS 800, TPS 1200	GSI	*.gsi
УОМЗ	Россия	ЗТА5	ЗТА5, ЗТА5P	*.txt

Применение современных высокопроизводительных тахеометров позволяет выполнять в процессе съемки достаточно полное описание каждой точки съемки: принадлежности этой точки съемки к различным типам топологии (точечный, линейный, полигон), ее принадлежность к конкретному объекту согласно принятой классификации. Информация о принадлежности каждой точки съемки к реальному объекту позволяет формализовать процесс создания абриса, который традиционно выполнялся геодезистом в ручном режиме без всяких правил и соглашений, на бумажном носителе часто по памяти.

Субъективный фактор существенно влияет как на качество выполнения всего объема работ, так и на трудоемкость этих работ.

Самым сложным моментом в процессе автоматизации процесса выполнения инженерно-геодезических работ является процедура приведение цифровых данных съемки с помощью абриса в цифровую модель объекта съемки в процессе камеральной обработки полевых изысканий.

Для сложных объектов, таких как промышленные объекты, этот процесс становится весьма ощутимым как по срокам выполнения работ и ее трудоемкости, так и по точности подготавливаемых планов для создания ГИС промышленных предприятий. Вопрос стоит даже не в уровне разработки специализированного программного обеспечения, в использовании каких то новых программных продуктов импорта данных из прибора в компьютер, а далее в программное

обеспечение, с помощью которого создается ГИС. Вопрос состоит в строгом выполнении инструкций, соглашений, регламентирующих однозначное описание геодезистом каждого измерения в соответствии с классификатором объектов съемки при полевых изысканиях.

Реальность выполнения этого процесса подтверждается анализом технических параметров электронных тахеометров, а также структурой и достаточным запасом информационных полей в современных форматах хранения данных в приборах.

Наибольшие затруднения вызывает процесс определения конфигурации измерений. В одном файле могут одновременно присутствовать данные по нескольким теодолитным ходам (возможно с взаимными пересечениями) и большому количеству станций с полярными измерениями. При этом данные могут быть представлены двойными и бракованными измерениями одной и той же пикетной точки. Если при регистрации измерений не соблюдались определенные требования к вводу данных с клавиатуры прибора (отсутствуют координаты опорных пунктов, пропущены имена измеряемых точек и т.п.), выполнить автоматическое считывание информации довольно затруднительно.

Геодезистов можно понять: находиться под открытым небом, особенно в условиях ненастной погоды, не очень-то приятно. Поэтому они стараются максимально сократить время на выполнение съемки, считая, что в камеральных условиях довольно быстро введут недостающие данные. Однако практика показывает, что в большинстве случаев съемка, выполненная с нарушением указанных выше правил, приводит к значительному увеличению времени на производство камеральных работ. Кроме того, выполнение самих камеральных работ требует присутствия в офисе самого геодезиста и не позволяет ввести разделение по видам работ между инженерами-геодезистами, работающими в поле и проектантами, работающими в офисе.

#### 4.3. Анализ форм представления выходной информации от цифрового геодезического оборудования

Современное геодезическое оборудование таких ведущих производителей, как Trimble, Nikon, Topcon Positioning Systems, SOKKIA, Leica Geosystems, УОМЗ имеют практически каждая свои форматы хранения данных.

В таблице 2 приведены сведения о формате данных обмена и о стандартных расширениях файлов данных обмена.

Таблица 2.

Форматы данных обмена

Фирма,- производитель	Страна	Формат данных обмена	Расширение файлов данных обмена
Trimble	США	M5	*.dat
Trimble (Zeiss)	США	Rec500, R4, R5	*.dat, *.txt, *.dat

#### 4. 4. Анализ входной информации для производства ГИС

Среди наиболее распространенных программных продуктов для создания ГИС систем следует выделить программное обеспечение компаний ESRI, Autodesk, MapInfo, Microstation, Intergraph и др. Каждая компания имеет свой формат и структуру данных. Наиболее распространенные форматы данных ПО для разработки ГИС приведены в таблице 3.

Таблица 3

Форматы данных программного обеспечения разработки ГИС.

№ п/п	Название компании	Программный продукт	Формат	Расширение файлов
1	ESRI	ArcGIS	Shape files	*.shp, *.shx, *.dbf
2	Autodesk	Autocad	Dfx формат	*.dfx
3	MapInfo	MapInfo	Mapinfo files	*.mid, *.mif
4	Microstation	Microstation	Microstations file	*.dgn

Многие программные продукты имеют функции импорта данных непосредственно из электронных приборов. Универсальным программным обеспечением для преобразования информации из электронных приборов в форматы данных является ПО компании Trimble Navigation Limited – Trimble Geomatics Office [5].

#### 4.5. Поиск решений, оптимизирующих процесс передачи данных для производства ГИС с электронных приборов

Общим признаком принадлежности точек съемки какого-либо объекта как при выполнении инженерно-геодезических изысканий, так и при вводе данных в производственный процесс является код объекта в соответствии с ранее согласованным классификатором.

Код формируется геодезистом при выполнении изысканий, вводится с помощью клавиатуры на электронном тахеометре. Информация в виде формата данных M5 поступает для дальнейшей обработки с помощью инструментального программного обеспечения разработки ГИС и в дальнейшем разбирается по слоям для дальнейшей обработки.

В основу такого классификатора легли данные об условных знаках для топографических планов масштаба 1:500 [6].

Классификатор может быть универсальным или виртуальным, но одним для выполнения как изыскательских, так и проектных работ по объекту.

В соответствии с данными этого классификатора выполняются как геодезические, так и проектные работы по разработке ГИС.

### 5. ВЫВОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Применение классификаторов при комплексном выполнении геодезических и проектных работ в производстве ГИС значительно сокращает время и трудоемкость работ в целом, повышает качество конечного продукта и снижает требования к квалификации специалистов.

Результаты работы апробированы и хорошо себя зарекомендовали при разработке ГИС «Генеральный план ОАО «Лукойл - Одесский нефтеперерабатывающий завод» [7]. Дальнейшие исследования предполагается направить на совершенствование вспомогательного прикладного программного обеспечения, реализуемого с учетом выполненных исследований.

#### Список литературы

1. Стадников В.В. Геоинформационная система инженерных сетей и коммуникаций Одесского морского торгового порта. // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Научный журнал. Серия «География». Том 15 (54). № 1. 2002. – С. 102-106.
2. Стадников В.В., Воронин А.В. Геоинформационная система инженерных сетей и коммуникаций Одесского морского порта. ARCREVIEW, 2003, №1 (24), – С. 12.
3. Филиппов С. Электронные картографические основы г. Москвы и геоинформационные наборы данных, созданные на их основе. ARCREVIEW, 2001, №1 (16), – С. 6.
4. Шустров Д. Цифровые карты Роскартографии в формате ArcInfo. ARCREVIEW, 2001, №1 (16), – С. 3.
5. Trimble Geomatics Office. Ver. 1.6. (TGO). Trimble Navigation Limited. 2002.
6. Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. Укргеодезкартографія, 2001. – С. 256
7. Стадников В.В., Шпилевой А.А., Степовая О.Ю., Пискарева И.А., Лозинский А.Е. Разработка генерального плана нефтеперерабатывающего комплекса. ARCREVIEW, 2007, №1 (41), – С. 9.

**Стадніков В.В. Вдосконалення технології виконання інженерно-геодезичних робіт при виробництві ГІС промислових підприємств** // Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Географія. – 2009. – Т.22 (61). – №1 – С. 99-104.

Робота присвячена пошуку шляхів вдосконалення технології геодезичних робіт при розробці геоінформаційних систем промислових підприємств. Наведено аналіз можливостей сучасного геодезичного електронного устаткування провідних світових виробників. Проведено аналіз інформаційного забезпечення інструментального програмного забезпечення провідних компаній. Докладно проаналізована структура даних файлів компанії ESRI. Зроблено висновок про можливість імпорту даних з електронних приладів та їх подальшої обробки в згідно із заздалегідь розробленим класифікатором. Робота спирається на досвід, отриманий під час реалізації проекту розробки ГІС «Генеральний план ДП» Одеський морський торговий порт».

**Ключові слова:** технології геодезичних робіт, структура даних файлів компанії ESRI.

**Stadnikov V.V. Improved technology engineering and geodesic works in the production of the GIS industry** // Scientific Notes of Taurida V. Vernadsky National University. – Series: Geography. – 2009. – Vol. 22 (61). – №1 – P. 99-104.

This paper is devoted to finding ways to improve technology in the design of geodesic geographic information systems industry. An analysis of the possibilities of modern electronic survey equipment of leading world producers. The analysis of information security of software tools for leading companies. Reviewed in detail the structure of the data files of ESRI. It is concluded that the possibility of importing data from electronic devices and their subsequent processing in accordance with pre-established classification. The work builds on experience gained during the project to develop GIS «Master Plan «Odessa Sea Commercial Port».

**Keywords:** technology in the design of geodesic, structure of the data files of ESRI.

*Поступила в редакцію 22.04.2009 г.*