



МИННО – ГЕОЛОЖКИ УНИВЕРСИТЕТ

“СВ. ИВАН РИЛСКИ”

МИННО-ТЕХНОЛОГИЧЕН ФАКУЛТЕТ

КАТЕДРА „МАРКШАЙДЕРСТВО И ГЕОДЕЗИЯ”

Инж. Андрей Крумов Станишков

**ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ПРИЛОЖЕНИЕ НА ГЕОГРАФСКИ
ИНФОРМАЦИОННИ СИСТЕМИ В ОТКРИТИЯ ДОБИВ
НА ПОЛЕЗНИ ИЗКОПАЕМИ**

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертационен труд за присъждане на
образователна и научна степен „доктор”
професионално направление: 5.7 „Архитектура, строителство и
геодезия”
по научна специалност: 02.08.01 „Маркшайдерство”

Научен ръководител:
проф. д-р. инж. Момчил Минчев

София, 2015 г.

Дисертацията е разработена в Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“. Дисертантът е завършил бакалавърска и магистърска степени в същия университет. Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита на разширено заседание на катедра „Маркшайдерство и геодезия“ към Минно-технологичен факултета на 18 декември 2015 г.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на
г. от ч. в зала на факултет

Материалите по защитата са на разположение в Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“ - София, Студентски град, ул. "проф. Боян Каменов", МТФ, катедра „Маркшайдерство и геодезия“, както и в сайта на университета – <http://www.mgu.bg>.

Печат ИК „Св. Иван Рилски“

Тираж 25 бр.

I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Актуалност на темата

Темата на настоящия дисертационен труд е свързана с географските информационни системи и по-конкретно с изследванията за привеждане на различния набор от пространствени данни в единна среда и ГИС структура, при приложението на географските информационни системи в открития добив на полезни изкопаеми.

Геоинформационните технологии вече навлизат във всички сектори на икономиката. Те служат за обработване, съхранение и анализ на разнотипни геоданни. Значителният обем пространствено ориентирани данни, с които е свързана дейността на дадено минно предприятие, както моментното състояние на тези данни за минните предприятия в Република България, а именно неподредените и неудобни за използване пространствени данни, които трудно биха могли да бъдат открити своевременно, при вземане на информирани решения, водят до необходимост от:

- Създаване на подходяща среда за съхранение и поддържане на тези данни;
- Управление и анализ на данните в единна среда;
- Бърз и актуален достъп до данните, дори и в полеви условия.

Създаването на географска информационна система за минно предприятие, изисква преобразуване на голямо количество разнородни геоданни и техните формати, във формат удобен за въвеждане в ГИС. Това преобразуване изисква сложни действия и етапи, през които трябва да премине обработката на данните, докато бъдат въведени в ГИС среда.

Друго изискване при създаване на минна географска информационна система (ГИС) е осигуряване възможност за управление на разнородни геоданни в единна среда. Тъй като геоданните се различават по епоха, предназначение и технология на създаване, важен етап от унификацията им е възприемането на единна геодезическа основа и преобразуването им съгласно избрания стандарт. Отчитайки унаследените от недалечното минало проблеми, свързани с дефинициите и реализациите на геоде-

зическите координатни системи в България и трансформациите между тях, налага коректното решаване на този проблем с помощта на типичните ГИС инструменти, което изисква сериозно преработване на общоприетите процедури и техните параметри.

2. Обект, предмет, цел и задачи на изследването

Мотивът за избора, формулирането и разработването на темата е липсата на приложения на географските информационни системи в открития добив на полезни изкопаеми в Република България, които ще осигурят по-широк достъп на информацията в минните предприятия, наред с възможностите на ГИС за извършване на различни заявки, анализи, справки и т.н., като чрез ползването им ще се постигне по-висока оперативност.

През дългият експлоатационен период на минните предприятия и благодарение на развитието на ГИС технологиите, възникна необходимостта от създаване на среда за съхранение, управление и анализ на голямото количество данни натрупали се през годините, която да допринесе за своевременния бърз и актуален достъп до тях.

Целта на дисертационния труд е да представи необходимостта от ГИС за минно предприятие и да разгледа две от основните задачи при създаването и:

- Избор на базова координатна система и изследване на възможностите за трансформиране на входните данни с инструментите на ГИС.
- Изследване на възможностите на преобразуване на данни от CAD формати в ГИС база данни.

Предмет на изследването е създаване на географски информационни системи в открития добив на полезни изкопаеми с помощта на инструментите на ESRI ArcGIS и FME.

Обект на изследването са географските информационни системи предназначени за минни предприятия и в частност трансформирането и привеждане на геоданните в единна среда, както и преобразуването им от CAD формати в ГИС база данни.

Основната работна хипотеза на изследването е: Съществуващите проблеми, свързани с трансформиране и

преобразуване на геоданни при създаване на ГИС за минно предприятие, като са предложени решения на тези проблеми чрез разработване на подходящи методики за приложението им в минната практика.

Обхватът на изследването е: Теоритичен; времеви – от 2012 до 2015 г. със специална насоченост на експерименталните изследвания за потвърждаване на теоретичните изводи и съждения.

Методология на дисертационната работа: За постигане на целта и задачите на дисертацията са приложени следните методи:

- Анализ на методите и средствата за събиране на геоданни в минното предприятие;
- Анализ на необходимостта от ГИС за минно предприятие;
- Анализ на изискванията, на които трябва да отговаря базовата координатна система;
- Изследване на възможността за трансформация от локални координатни системи „1970г.“, „1950г.“ и производните ѝ в БГС2005, и осигуряване на необходимата функционалност с инструментите на ESRI Arc GIS;
- Разглеждане на ГИС и свързаните с тях софтуерни продукти;
- Сравнителен анализ на взаимовръзките на CAD и ГИС форматите;
- Изследване на възможностите на преобразуване на данни от CAD формати в ГИС база данни структура с инструментите на софтуера FME.

Очакваният резултат от направеното изследване е да се докаже необходимостта от ГИС за минно предприятие и това че използваните в изследването инструменти на софтуерните продукти ESRI ArcGIS и FME оправдават очакванията за успешното им прилагане съответно при трансформиране и преобразуване на геоданни.

II. ОБЕМ И СТРУКТУРА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Дисертационният труд е с обем 126 страници и се състои от списък на фигурите и таблиците, речник на понятията, увод, три глави, заключение, справка за принос, използваната литература, публикации свързани с дисертацията и приложения.

Структурата на дисертацията включва:

Увод

Глава 1

ГЕОГРАФСКИ ИНФОРМАЦИОННИ СИСТЕМИ И ПРИЛОЖЕНИЯТА ИМ В МИННОТО ДЕЛО

1.1. Въведение

1.2. Същност на ГИС

1.3. Предназначение на минната ГИС

1.4. Цели и задачи при изграждане на ГИС за минно предприятие

1.5. Структура на ГИС

1.5.1. Хардуерен компонент

1.5.2. Софтуерен компонент

1.5.3. Данните в ГИС

1.5.3.1. Методи и средства за събиране на геоданни за минен ГИС

1.5.3.1.1. Видове методи и средства

1.5.3.1.2. Класификация на методи и средства за събиране на геоданни за минен ГИС

1.5.4. Потребители

1.5.4.1. Мобилен ГИС клиент

1.5.4.2. Структура на мобилния ГИС клиент

1.5.4.3. Място на мобилната компонента в ГИС

1.6. Изводи

Глава 2

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЪЗМОЖНОСТИТЕ ЗА ТРАНСФОРМАЦИЯ ОТ ЛОКАЛНИ КООРДИНАТНИ СИСТЕМИ 1970Г. И 1950Г. В БГС2005 И ОСИГУРЯВАНЕ НА НЕОБХОДИМАТА ФУНКЦИОНАЛНОСТ С ИНСТРУМЕНТИТЕ НА ESRI ARC GIS

2.1. Въведение

2.2. Цели и задачи при изграждане на ГИС на минно предприятие

2.3. Данните в рудничната ГИС

2.3.1. Видове данни

- 2.3.2. Източници на данни
- 2.3.3. Епоха на данните
- 2. 4. Геодезически координатни системи в България
- 2.5. Базова ГИС координатна система
- 2.6. Трансформиране на локални системи в БГС2005
- 2.7. Осъществяване на трансформациите с инструментите на ESRI ARC GIS
- 2.8. Изводи

Глава 3

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЪЗМОЖНОСТИТЕ ЗА ПРЕОБРАЗУВАНЕ НА ДАННИ ОТ CAD В ГИС ФОРМАТИ С ИНСТРУМЕНТИТЕ НА FME

- 3.1. Въведение
- 3.2. Цели и задачи
- 3.3. ГИС и свързани с тях софтуерни продукти
- 3.4. Същност на системите за автоматизирано компютърно моделиране
/CAD системи/
- 3.5. Взаимовръзка и структура на CAD и ГИС данните
 - 3.5.1. Взаимовръзка на данните между CAD и ГИС формати
 - 3.5.2. Конвертиране на пространствените данни от CAD в ГИС
 - 3.5.2.1. Конвертиране на точков пространствен елемент
 - 3.5.2.2. Конвертиране на линеен пространствен елемент
 - 3.5.2.3. Конвертиране на полигонови пространствени елементи
 - 3.5.3. Топология на данните
 - 3.5.4. Създаване на топологичните данни
 - 3.5.5. Пространствени и непространствени данни в ГИС
 - 3.5.5.1. Пространствени данни
 - 3.5.5.2. Непространствени (Атрибутни) данни
 - 3.5.6. Метаданни
- 3.6. Изследване на преобразуване на данни от CAD в ГИС формат с помощта софтуера FME
 - 3.6.1. Предварителна подготовка на данните в CAD среда
 - 3.6.2. Преобразуване на данните със софтуера FME
 - 3.6.3. Обработка на данните в ГИС среда
- 3.7. Изводи

Заклучение

Справка за приноси
Използване литература
Публикации свързани с дисертацията
Приложения

III. КРАТКО ОПИСАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

В увода са обосновани актуалността на изследването, дефинира се целта, научноизследователските задачи и обекта на дисертацията, възприетия подход и използваните методи.

Глава 1. ГЕОГРАФСКИ ИНФОРМАЦИОННИ СИСТЕМИ И ПРИЛОЖЕНИЯТА ИМ В МИННОТО ДЕЛО

1.1. Въведение

Наред със специализираните софтуерни продукти за проектиране, планиране и анализ, предназначени за управление на производствените процеси, в съвременните минни предприятия намират приложение и географски информационни системи (ГИС). Минните ГИС служат за поддържане на геоданни, необходими за осъществяване на цялостната корпоративна дейност. Те спомагат при вземане на решения, свързани с оперативното и дългосрочното управление на ресурсите, инвестиционната политика, оценката на въздействието върху околната среда, безопасността и други проблеми на предприятията. Поради високата динамика на рудничната среда, ГИС подпомагат минните инженери в редица аспекти на тяхната работа по поддържането на инфраструктурни съоръжения (тръбопроводи, електропроводи, пътища, рампи и др.) и интегрирането им с минния план, както и за рекултивация на нарушените терени.

1.2. Същност на ГИС

ГИС технологии вече навлизат във всички сектори на икономиката. Нивото на ГИС програми в отделните отрасли през последните години се увеличава сериозно [12]. Това води до промяна в самото естество на дейността на отделните предприятия, в които се прилага, както и в увеличаване на производителността им.

ГИС служи за обработване, съхранение и анализ на разнотипни геоданни (фиг.1.1.). Геоданните са вид пространствени данни с комплексен характер . От една страна графичните данни описват местоположението на обектите или тяхната проекция върху Земята, а от друга атрибутните данни описват – свойствата, принадлежността, собствеността, времевите и тематичните им характеристики. Резултатите от обработката им могат да се представят, като: двумерни и тримерни карти и диаграми, таблични и текстови документи, документация и генериране на доклади, както и много други различни справки и анализи.



Фигура 1.1. Разнотипни геоданни

В днешни дни се наблюдава нарастваща тенденция към сближаване и функционално интегриране на концептуално различни видове системи. Поради тази причина ГИС са често категоризирани като системи от база данни, дигитални картографски системи, или CAD системи. В тази насока трябва да се отбележи че ГИС предназначена за минно предприятие не замества софтуерите за минно планиране, моделиране на ресурсите и проектиране, каквито са Datamine, GEOVIA, 3DMine и т.н. Тези софтуери са тясно специализирани за минната индустрия и са незаменими в минното планиране и проектиране, в проучването на находища и обработка на геоложка информация, но те не са ГИС. Софтуерните продукти

предназначени за минно планиране и проектиране не разполагат с мощна база данни каквато е на ГИС, както и с богатия набор от инструменти за анализ, моделиране и манипулиране на геоданни.

ГИС влияят все повече и повече върху работните процеси. Обмена на данни между специалисти от различни отдели винаги е ключов фактор за успеха на минните дейности. С въвеждането на ГИС в минно предприятие и осъществяване на удобен обмен на данни между софтуерите за минно планиране и проектиране, и ГИС, ще се постигнат значително улеснение при работата между отделите, както и всички гореописаните възможности предоставящи ГИС на потребителите.

1.3. Предназначение на минната ГИС

Значителният обем пространствено ориентирани данни (регулационни и кадастрални планове, кадастрални карти, карти на възстановената собственост, геоложки карти, ортофото снимки, сателитни снимки, теренно-ситуационни планове на рудника, годишни и месечни планове на рудника, планове за рекултивация, концесии и собственост на поземлените имот, данни за предназначение и начин на трайно ползване на територията, лесоустройствени планове и т.н.), с които е свързана дейността на дадено минно предприятие налага да се създаде подходяща среда за поддържането им и инструментариум за работа с тях. Това може да се постигне чрез въвеждане на съвременна географска информационна система.

ГИС е в състояние да помогне на минните инженери в много аспекти на техните дейности: събиране на данни, управление, анализ и докладване. Тук могат да се събират полеви данни с помощта на геоинформационни ГИСС устройства, също да се осигури достъп до необходимата информация в полеви условия чрез интернет. Всички тези набори от данни могат да бъдат интегрирани, манипулирани и анализирани с помощта на ГИС.

Основните задачи, свързани с информацията за местността и специализираните обекти в рудника, които може успешно да се решават с помощта на ГИС са следните:

- Оптимизиране на структурата на наличната информация;

- Поддържане на информацията в актуално състояние и осигуряване на оперативен достъп до нея;
- Регулиране на потоците от текущи данни, постъпващи от различни източници;
- Рационално използване на всички видове геоданни, независимо от техните първични носители, давност, технология на създаване и форма на представяне;
- Ефективна поддръжка на инфраструктурни данни и изменението им във времето;
- Осигуряване на оперативни данни за вземане на информирани решения в редица области от дейността на рудника;
- Подпомагане на управлението на поземлената собственост във и извън концесионния контур, в т.ч. дейностите по отчуждаване на имоти;
- Спомага за управление на процесите на рекултивация;
- Подпомага вземането на решения по охрана на труда, а също и при евентуални бедствия и аварии;
- Осигуряване на лесен достъп до данни за потребителите;
- Надеждно съхранение на наличната информация.

Изброените ползи от внедряването на ГИС биха довели до оптимизиране на редица дейности и цялостно повишаване на ефективността на минните предприятия. Благодарение на оперативните анализи и справки осигурявани от ГИС може да се усъвършенства моделът за вземане на решения и да се увеличи обемът на извършените работи, наред с постигането на подобрени условия и охрана на труда.

1.4. Цели и задачи при изграждане на ГИС за минно предприятие

Целта на изграждането на географска информационна система на минно предприятие е да се създаде възможност за оптимално използване на наличните и бъдещите геоданни, отнасящи се за местността (в т.ч. релефа, геологията, хидрографията и пр.) и обектите от нея, поземлената собственост, рудничната и друга прилежаща инфраструктура, както и техните изменения по време. С ГИС ще се въведе единна система за управление, достъп и съхранение, с помощта на която ще се осигуряват своевременно

необходимите данни за вземане на информирани решения в редица области от дейността на дружеството.

За създаване на такава ГИС е необходимо да се съвмести голямо количество разнородни пространствено ориентирани данни, които са създадени през годините с различни способи и методи (табл. 1.1.). Тези данни се съхраняват на различни носители – планове, карти, растрени изображения, векторни изображения, текстови и т.н. По съдържание информацията може да бъде много разнообразна, като се започне от релеф, инфраструктура, различни видове сгради и съоръжения, се премине през границите, собствеността и начина на трайно ползване на имотите върху които са разположени те, и се стигне до предвидената рекултивация на района на рудничния комплекс.

Таблица 1.1. Данни поддържани в рудничните ГИС (пример)

№	Изходни материали и данни	Координатна система	Формати и носители
I	Топографски и кадастрални карти и данни		
1	Едромасщабни топографски карти	„1970 г.“	Графика, текст Растр
2	Средномасщабни топографски карти, 1:25000, 1:50000,...	„1942 г.“, „1950 г.“, „1970 г.“	Графика, текст Растр
3	Регулационни и кадастрални планове	„1950 г.“, „1970 г.“	Графика, текст Растр
4	Кадастрални карти	„1970 г.“, БГС2005	Векторни, таблици
5	КВС	„1970 г.“, БГС2005	Векторни, таблици
6	Лесоустройствени планове карти	„1970 г.“ БГС2005	Графика, текст Векторни, таблици
7	Модел на релефа	БГС2005	Матричен
8	Карти по проектите „Корине“, „Натура 2000“ и др.	БГС2005	Векторни, таблици, растр
II	Дистанционни изображения		
1	Аерофотоснимки		Графика (хартия, филм, стъкло)
2	Ректифицирани дистанционни изображения	БГС2005	Растр
3	Въздушно сканиране	БГС2005	Векторни
4	Наземно сканиране	Локални, „1970 г.“	Векторни

№	Изходни материали и данни	Координатна система	Формати и носители
		БГС2005	
III	Геодезически данни:		
1	ГНСС	БГС2005	Векторни
2	Линейно-ъглови измервания	Локални, „1970 г.“, БГС2005	Векторни
3	Нивелация	Локални, Балтийска	Векторни
IV	Специализирани карти		
1	Геоложки карти	„1942 г.“, „1950 г.“	Графика, текст Растер
2	Гравиметрични карти	„1942 г.“	Графика, текст
3	Геомагнитни карти	„1942 г.“	Графика, текст
V	Подземна локация		
1	Метал-детектори	БГС2005	Векторни
2	Георадари	БГС2005	Векторни
VI	Специализирани данни		
1	Пътища и пътни съоръжения	„1970 г.“	Графика, текст, таблици Векторни
2	Електропроводи	„1970 г.“	Графика, текст Векторни, таблици
3	Тръбопроводи	„1970 г.“ БГС2005	Графика, текст Векторни, таблици
4	Водопроводи и канализации	„1970 г.“ БГС2005	Графика, текст Векторни, таблици
VII	Маркшейдерска документация		
1	Планове за отдаване на концесионни права	Локални, „1950 г.“, „1970 г.“	Векторни
2	Проект за експлоатацията на добиваната площ	Локални, „1950 г.“, „1970 г.“	Векторни
3	Планове на минните изработки	Локални, „1950 г.“, „1970 г.“	Векторни
4	Планове на насипища	Локални, „1950 г.“, „1970 г.“	Векторни
5	Планове за рекултивация	Локални, „1950 г.“, „1970 г.“	Векторни

Съвместяването на това голямо количество разнородни пространствено ориентирани данни води до необходимостта да се

извърши по задълбочено изследване на редица задачи. Такива задачи могат да бъдат:

- Трансформации между координатни системи
- Преобразуване на данните в ГИС формат
- Въвеждане на данни от измервания в ГИС
- Съхранение, систематизиране и структуриране на данните
- Заявки и анализи
- Представяне на данните

От разгледаните по-горе задачи и вземайки в предвид примера от табл. 1.1., в тази дисертация като първи и основни стъпки са изследвани трансформацията между координатните системи с инструментите на ESRI ArcGIS и преобразуването на данни в ГИС формати с инструментите на ФМЕ. Тъй като в един дисертационен труд не би могло да се обхванат всички проблеми при трансформациите между разпространените в България координатни системи за граждански цели от XX век - „1930г.“, „1950г.“ и „1970г.“, като и наблюдаваните локални координатни системи за някои минните предприятия от началото на XX век, и преобразуването от различните видове формати в ГИС формат, то в глава 2 и глава 3 са разгледани съответно:

- Изследване на възможностите за трансформация от локални координатни системи 1970г. и 1950г. в БГС2005 и осигуряване на необходимата функционалност с инструментите на ESRI Arc GIS – избрани са трансформации от локални координатни системи (всички координатни системи които не са глобални се приемат за локални) „1970г.“ и „1950г.“, тъй като координатни системи „1970г.“ и „1950г.“ са най-разпространените в България.
- Изследване на възможностите за преобразуване на данни от CAD в ГИС формати с инструментите на FME – избрано е преобразуването от CAD в ГИС формати, тъй като данните в минните предприятия основно се съхраняват в CAD формати.

1.5. Структура на ГИС

1.5.1. Хардуерен компонент

Хардуерния компонент (фиг. 1.4.) е съвкупността от технически средства за събиране, съхраняване, анализ и представяне на геопространствена информация. Състои се от конфигурация на работни станции, сървъри, мрежа и периферно оборудване.



Фигура 1.4. Хардуерен компонент

Предвид на това че ГИС са в състояние да изработват различни приложения и на различни места, тези системи са ориентирани към работа в мрежа от типа “клиент - сървър” [1]. При изпълнение на ГИС задачи, уеб ГИС е подобен на “клиент - сървър”. Обработката на геоданни се разделя на задачи изпълняване от сървъра и задачи изпълнявани от клиента. Клиента обикновено е уеб браузър. Сървърът съдържа: уеб-сървър, уеб-ГИС софтуер и база данни. Този модел на работа е подходящ за работа при минните предприятия, при него някои компютри (с по-мощна конфигурация) изпълняват роля на сървъри, а други на клиенти.

Различни видове мрежи от типа “клиент - сървър” могат да бъдат реализирани, в зависимост от правата, които се предоставят на клиента. В системата на клиент с ограничени права, някои от функционалностите на клиента могат да бъдат ограничени или спрени. От друга страна, система на клиент с неограничени права, могат да изпълняват всички възможни функционалности от страна на клиента. По този начин може всеки потребител да получи достъп

до ГИС, независимо от това каква длъжност заема и дали е външен или вътрешен потребител, но този достъп да е със съответните права.

Хардуерните продукти ще продължат да се развиват, което неизменно ще подобри и развие работата на ГИС. Безспорно при изграждане на хардуерния компонент трябва да се предвиди това развитие, така че в бъдеще да е възможно надграждане на системата. Подобно нещо би позволило с по ограничен бюджет, да се постигне поддържане на високо технологично ниво на система.

1.5.2. Софтуерен компонент

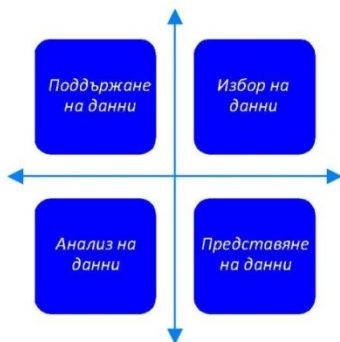
Софтуерните компоненти обхващат системния хардуер с три слоя: (а) операционна система ; (б) система поддържаща програмите; (в) приложения.

Операционната система се състои от програми, които контролират дейността на системата и комуникации с всички хардуерни устройства, свързани към компютъра. Системата поддържаща програмите изпълнява допълнителни функции, като управление на съхранените данни, програмна компилация, комуникация с периферни устройства и др. Приложенията се използват да изпълняват голяма част от задачите на ГИС. Те се състоят от няколко интегрирани програми, предназначени за моделиране, управление, анализ и визуализация на геоданни.

Възможностите, предоставени от приложенията варират между различните производители на ГИС софтуери. Въпреки това, всички те включват компактен набор от операции за работа с геоданни, които попадат в четири големи класове, както следва (фиг.1.7):

Подобно на хардуерния компонент и софтуерния продължава своето развитие. От изброените три слоя обхващащи хардуерния компонент, при развитието на операционната система и системата поддържаща програмите може да се наблюдава тенденция на забавяне, тъй като през последните десетилетия при тях се забелязва значителен темп на развитие, което от своя страна поизчерпа новите възможности. От друга страна, тенденцията за бърз темп на развитие при приложения ще се запази и това ще

позволи до още по масовото навлизане на ГИС в нови сфери и области.



Фигура 1.7. Основни класове на операции за работа с географски данни

1.5.3. Данните в ГИС

Геоданните са специална категория данни, която е разпръсната в пространството и се променя с течение на времето. От една страна те показват точното местоположение и описание, а от друга страна показват промените им във времето. С тяхна помощ може да се наблюдава развитието на явления от естествен и техногенен характер, протичащи с различна скорост и амплитуда, както и да се проследяват прекурсори или последствия на обществени процеси (напр. промените на собствеността на земята и недвижимостите).

1.5.3.1. Методи и средства за събиране на геоданни за минна ГИС

1.5.3.1.1. Видове методи и средства

При събиране, систематизиране и обработване на геоданни се прилагат маркшайдерски, геодезически, фотограметрични, геофизични, картографски и други методи, чрез които се решават проблемите за подготовка на тази информация за различни информационни системи.

Маркшайдерските и геодезическите методи получават данни за определяне на координати на точки в единна координатна система. Това се извършва чрез маркшайдерски и геодезически снимки, които включват всички работи върху местността за създаване на планове и цифрови модели на територията. Съгласно техническата инструкция за извършване на измервателните маркшайдерски работи при проучването, строителството и разработването на полезни изкопаеми, тези норми за точност са следните:

Средната грешка в положението на обектите и контурите относно близки точки от снимачната основа не трябва да превишава 0,4 mm в мащаба на плана [10];

Средната грешка в котите на пикетите относно близки точки от височинната основа не трябва да превишава 0,1 m [10].

В зависимост от предназначението на геоинформацията могат да се използват различни фотограметрични технологии. Голямо развитие през последните години получи технологията за създаването на цифров вид от въздушни и космически снимки и създаване на цифрови карти и планове, както и допълването им чрез лазерно сканиране. Навлизането на дроновете даде възможността за събиране на голямо количество прецизна информация от труднодостъпни и дори екстремни места, които с традиционната въздушна фотограметрия могат да бъдат пропуснати.

Въпреки че мобилните ГИС приложения все още не са навлезли достатъчно в минните предприятия, нивото на развитие, до което са достигнали и опита от други сфери, дава ясни предпоставки че това ще се случи и те ще се превърнат в основни методи за събиране на геоданни в съвременните минни предприятия.

Друг метод за събиране на геоданни е чрез експрес анализатор за оперативен химически анализ на полезни изкопаеми. Той дава възможност за Bluetooth връзка с GPS устройство, което от своя страна дава възможност за Мобилен ГИС клиент, и осъществяване на моментно обновяване на ГИС картите.

Всеки един от тези методи и средства има своите предимства и недостатъци, но при един подходящ подбор на методи и средства, и обвързването им със подходяща ГИС, ще се спомогне за по-бърз и улеснен достъп до актуална геоинформация за минните инженери и

експерти, а и до по-добро функциониране на даденото минно предприятие.

1.5.4. Потребители

Потребителските съображения са все по-важни в процеса на проектиране на ГИС. Наличието или отсъствието на ергономичните оформления на ГИС софтуера може да бъде особено важен фактор при определянето на ефективността на ГИС. Трябва да бъдат изпълнени следните критерии:

- Сложните функции на ГИС трябва да бъдат колкото е възможно по-лесни за използване;
- Методика и последователност на модулите;
- Пълна, разбираема, и структурирана онлайн документация, не само на концепции и функции, но също така и на методи и модели
- Възможност за определяне на потребителски профили;
- Отворени, оперативно съвместими ГИС софтуери, с модулни възможности за разширяване и публично документиращи модели на данни, интерфейси и др.

С развитието на мобилните устройства, напредването на ГНСС технологиите, клетъчните и други безжични комуникации става възможно ГИС потребителят, който по принцип е в офиса, да бъде мобилен.

1.5.4.1. Мобилен ГИС клиент

Днешните разработки на мобилни технологии позволяват ГИС данните да бъдат пренесени на полето, като дигитални карти на мощни мобилни компютри. По този начин се предоставя достъп на потребителя до най-обновената ГИС база данни. Така е разработен и мобилния ГИС клиент.

1.5.4.2. Структура на мобилния ГИС клиент

Мобилния ГИС клиент е нова технология която не само доставя геоданни навсякъде и по всяко време, но също така персонализира географските данни, дава възможност за локализиране на тези данни, с което облекчава взаимодействието на потребителя с географското съдържание. Появата му може да се

разглежда като пресечна точка в еволюционното развитие на няколко технологии:

- Мощни мобилни устройства (портативни компютри, таблети) – развитието на мобилните устройства доведе до рязко подобряване на параметрите им. Тези устройства вече масово се предлагат, с честота на процесора 1 GHz и повече, RAM над 1 GB и флаш памет над 64 GB , с допълнителен слот за още, голям и ярък дисплей, периферни устройства и пр.;
- ГНСС технологии – след появата си GPS претърпя сериозно развитие, а малко след нейната поява навлязоха и другите ГНСС (GLONASS, Galileo и BeiDou). Това развитие на ГНСС доведе до по-голям брой спътници, усъвършенствани технологии за позициониране, благодарение на които получаваме необходимата точност (субметрова, дециметрова, сантиметрова) в реално време;
- Безжична мрежа - бързи клетъчни (3G, 4G) и други комуникации, позволяващи дуплексна свързаност на мобилния клиент с центъра и обмен на данни в реално време. Концепцията на мобилния ГИС клиент се състои в:
- Увеличава значително ефективността на работа, като осигурява бърз и точен достъп до ГИС карти и актуални данни на терен, без да е необходима предварителна канцеларска подготовка;
- Предоставя възможност за редакция и създаване на геоданни с ниво на достъп в реално време, независимо от местоположението;
- Предвид гореизброените предимства с използването на по-точна и обновена информация се ускорява анализа, визуализацията и вземането на решенията.

Мобилната ГИС разширява традиционния офис ГИС до работа на полето и предоставя външни приложения за събиране, модифициране и измерване на пространствени данни, по-лесен и ефективен начин.

1.6. Изводи

През последните тридесет години се е увеличило значително нивото на софтуерите, спомагащи инженерите в минното дело. Това от една страна води до промяна в самото естество, дейността на

минните компании и прираст в производителността им, а от друга до натрупване на голямо количество информация и все по-затрудненото и систематизиране и разглеждане на данните, при вземане на каквото и да било инженерно решение в минните предприятия. Поради тези съображения, както и възможността за регулиране на бъдещите потоци от текущи данни, постъпващи от различни източници, а и многобройните причини изброени по горе, създаването на географска информационна система за минно предприятие става абсолютна необходимост.

При изграждането и поддържането на минната ГИС се използват различни източници на данни. Тези данни са, както съществуващи и съхранявани на различни носители – планове, карти, растерни изображения, векторни изображения, текстови и т.н., така и данни които могат да бъдат получени от различните от изброените по-горе методи и средства за събиране на геоданни. След като бъде изградена минна ГИС, много факти водят до това че мобилния ГИС клиент, ще се превърне в основен източник на геоданни, който ще позволи на експерти от различни области да ползват, събират или редактират тези геоданни, а същевременно с това да обновяват географската информационна система в реално време.

Събирането на геоданни заедно със съвременното им систематизиране и актуализиране в минната ГИС, както и мигновения достъп до тези данни на всички отдели и звена в минното предприятие за вземане на икономически, технико-икономически, инженерни и др. решения за развитие на минната дейност, биха тласнали управлението на всяко минно предприятие, към нови по –добри хоризонти.

Глава 2. ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЪЗМОЖНОСТИТЕ ЗА ТРАНС- ФОРМАЦИЯ ОТ ЛОКАЛНИ КООРДИНАТНИ СИСТЕМИ 1970Г. И 1950Г. В БГС2005 И ОСИГУРЯВАНЕ НА НЕОБ- ХОДИМАТА ФУНКЦИОНАЛНОСТ С ИНСТРУМЕНТИТЕ НА ESRI ARC GIS

2.1. Въведение

Във втора глава от дисертацията е направен анализ за възможностите за трансформация от локални координатни системи

в БГС2005 с инструментите на ГИС. Основна цел на този анализ е доказване на възможността за трансформация от локални координатни системи 1970г., 1950г. и производните и в БГС2005, и осигуряване на необходимата функционалност с инструментите на ESRI Arc GIS, за изгражданата понастоящем ГИС на един от откритите руднични комплекси в България.

2.2. Цели и задачи

Основен етап от създаването на географска информационна система е привеждането на различния набор от пространствени данни - налични и бъдещи, отнасящи се до местността (в т.ч. релефа, геологията, хидрографията и пр.) в единна среда. С ГИС ще се въведе единна система за управление, достъп и съхранение, както и унификация на координатните системи, което ще спомогне за бързо набавяне на необходимите данни за вземане на решения, без загуба на време за трансформацията им.

Тъй като геоданните се различават по епоха, предназначение и технология на създаване, важен етап от унификацията им е възприемането на базова координатна система. Отчитайки унаследените от недалечното минало проблеми, свързани с дефинициите и реализациите на геодезическите координатни системи в България и трансформациите между тях, коректното решаване на този проблем с помощта на типичните ГИС инструменти изисква сериозно преработване на общоприетите процедури и техните параметри. Тук е разгледана технологията за трансформиране на геоданни от разпространените в страната локални координатни системи „1950 г.“ и „1970 г.“ към държавната геодезическа система БГС2005, с помощта на инструментите на софтуера ESRI ArcGIS. Технологията е приложена в изгражданата понастоящем ГИС на един от откритите руднични комплекси в България.

2.3. Данни в рудничната ГИС

2.3.1. Видове данни

В най-общи линии, рудничните ГИС поддържат данни (фиг.2.1.) за:

- местността – терен, хидрография, растителна покривка;
- рудника, рудничната инфраструктура и сградния фонд;

- геоложките структури и геофизичните полета;
- собствеността и трайното предназначение на земите;
- обектите в прилежащия район и др.

2.3.2. Източници на данни

Основните източници на геоданни се съхраняват физически в различни среди:

- традиционни „твърди“ носители на хартиена или пластична основа – планове, карти и други графични документи, текстови и таблични данни;
- дигитални медии – пространствени данни във векторни формати, растерни изображения, повърхности в матричен формат, атрибутни таблици и други оригинално числени или получени чрез оцифряване данни.

Поддържането на многообразие от числени данни може да провокира нуждата от различни видове преобразувания, дължащи се на физически и логически несъвместимости между тях. С помощта на средства като FME – софтуерен набор от инструменти за извличане, трансформиране и зареждане на данни, може успешно се преодоляват не само форматните но и редица структурни различия на информацията от различни източници [31].

2.3.3. Епоха на данните

Някои видове данни е възможно да се различават единствено по епохата на създаването им. С тяхна помощ може да се наблюдава развитието на явления от естествен и техногенен характер, протичащи с различна скорост и амплитуда, както и да се проследяват прекурсори или последствия на обществени процеси (напр. промените на собствеността на земята и недвижимостите). Затова системата трябва да е в състояние да поддържа различни поколения данни от определени типове.

2. 4. Геодезически координатни системи в България

В близкото минало, в почти всички видове граждански геодезически работи в страната, широко приложение намират координатните системи „1950 г.“ и „1970 г.“, с които се осигурява основата на повечето геодезически, топографски, кадастрални и други видове материали и данни. В минния отрасъл е допускано

използването на координатна система „1942 г.“, която има известни преимущества пред другите две. С координатна система „1950 г.“ са свързани също локалните координатни системи, въведени през годините в редица населени места, административни райони и отделни обекти, в т.ч. руднични комплекси. По инерция, приложението на „старите“ системи продължава в редица сфери и след въвеждането на новата българска геодезическа система БГС2005 през 2010 г. Затова, коректното извършване на трансформациите между „старите“ и „новите“ системи, използвани за осигуряване на геодезическата основа на геоданните е от съществено практическо значение.

„Старите“ системи „1950 г.“ и „1970 г.“, както и „1942 г.“ са реализирани с помощта на класически геодезически методи и технологии. Те са двумерни, дефинирани върху повърхността на референтния елипсоид на Красовски, с геометрия определена въз основа на измерванията в Държавната триангулация. Установено е, че заради структурата на мрежата, грешките от ориентирането и мащабирането ѝ, методите за редуциране на измерванията и изравнението им, координатите на точките в тези системи формират нехомогенни множества, в които се обособяват отделни групи, доминирани от различни по вид и стойности систематични влияния [6,8].

БГС2005 е осъществена въз основа на Държавната GPS мрежа, измерена и изчислена след 2000 г. Системата е тримерна, свързана с Международната земна референтна система ITRS и реализацията ѝ в Европа ETRS89, с геометрическа структура и методи за определяне, които позволяват хомогенното разпределение на глобалните параметри и точността върху цялата територия на страната [2].

С други думи, „старите“ и „новите“ геодезически координатни системи се различават принципно по отношение на изходните им параметри и начините за определяне на геодезическата им основа. Затова възможностите за свързването им в единен математически модел, валиден за цялата територия на страната, са твърде ограничени, поради което често се налага приложението на различни видове локални трансформации, с ограничен териториален обхват.

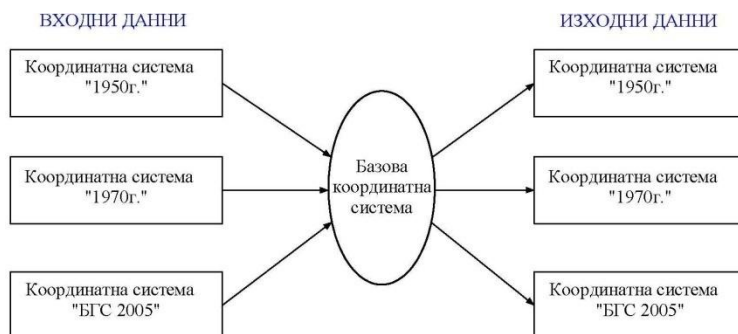
2.5. Базова ГИС координатна система

Основен въпрос при изграждането на ГИС е изборът на базова координатна система, в която се поддържат всички пространствени данни. Не е необходимо тя да съвпада с държавната координатната система, но следва да отговаря на изисквания като:

- геометрична определеност и точност, съответстващи на предназначението на ГИС;
- съвместимост с основните типове експериментални данни: резултати от приложението на конвенционални геодезически технологии, ГНСС позициониране и пр.;
- наличие на трансформационни модели за свързване с координатните системи на държавните геодезически мрежи и топографски карти, кадастралните данни, и други продукти, които представляват интерес.

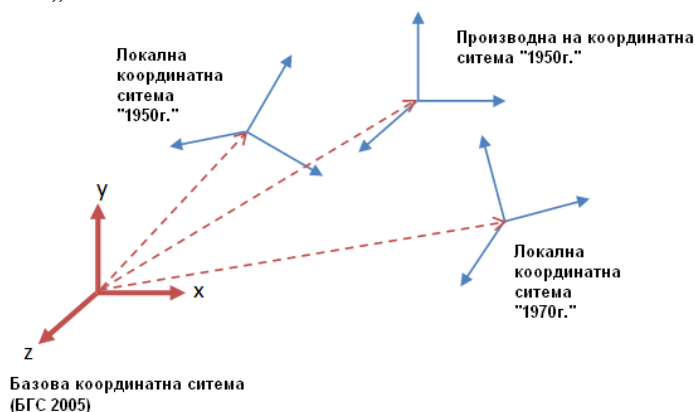
Тези изисквания често са разнопосочни и налагат вземането на компромисни решения. Каквато и базова система да се избере, по подходящ начин трябва да се реши задачата за трансформиране с помощта на инструментите на ГИС на следните видове данни (фиг.2.4.):

- входни данни от оригиналните им координатни системи;
- изходни данни в зададени от потребителя координатни системи.



Фигура 2.4. Базова координатна система

Ако базовата система е БГС2005 (фиг.2.5.), трябва да се разработят трансформационни модели за свързване със системи „1950 г.“ и „1970 г.“.



Фигура 2.5. Базова координатна система БГС 2005

Вземайки в предвид изискванията, на които трябва да отговаря една базова координатна система и ползите, и предимствата при избора на координатна система БГС 2005 за базова, то като най-подходяща базова координатна система следва да бъде БГС 2005.

2.6. Трансформиране на локални системи в БГС2005

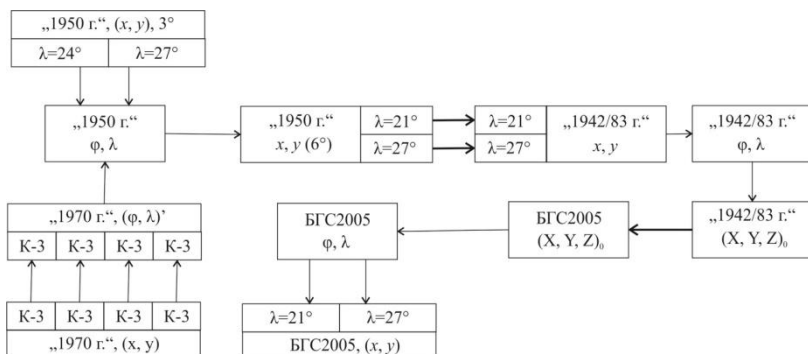
Развитието на държавните геодезически работи от 1950-те до 1980-те години, налага трансформационният преход между „старите“ и „новите“ геодезически координатни системи (фиг.2.7.) да протече в няколко стъпки, съответстващи на основните етапи от създаването и усъвършенстването на геодезическата основа в страната. Необходимо е да се отчетат следните особености [6, 8]:

- геодезическата основа на системи „1950 г.“ и „1970 г.“ е една и съща. Поради това, ако в система „1970 г.“ бяха дефинирани географски координати, те щяха да съвпадат с тези в система „1950 г.“;
- в система „1950 г.“ са дефинирани няколко Гаусови (напречни, цилиндрични, конформни) проекционни зони, които се различават единствено по своите осев меридиани (21° , 24° , 27°) и ширини (3° или 6°);

- в система „1970 г.“ са дефинирани проекционни координати в четири териториално обособени зони (К-3, К-5, К-7, К-9), където са въведени еднотипни конформни конични проекции, с различни дефиниционни параметри;
- във всяка зона на система „1970 г.“ е въведено индивидуално изменение на общата ориентация върху елипсоида на Красовски, характерна за система „1950 г.“.
- между проекционните координати в система „1950 г.“ и тези в значително по-усъвършенстваната, но също така свързана с елипсоида на Красовски и Гаусовата проекция система „1942/83 г.“, е определен полиномиален трансформационен модел. Параметрите на модела са изведени за едноименните зони със сантиметрова точност, въз основа на координатите на голям брой идентични точки;
- за цялата територия на страната е построен тримерен конформен трансформационен модел между система „1942/83 г.“ и система БГС2005, свързващ проекциите на точките върху съответните им референтни елипсоиди – Красовски и GRS80. Параметрите на трансформационния модел са изведени с дециметрова точност, въз основа на координатите на идентични точки.

Ако не се отчетат тези особености и се потърси непосредствена връзка между „старите“ и „новите“ координатни системи, напр. с помощта на полиномиални трансформационни модели, неминуемо ще се загуби геометрическата определеност на задачата, което крие сериозен риск за успешното ѝ решаване.

На фиг. 2.7 е дадена последователността от действия, необходими за преобразуването на координати от „старите“ координатни системи в БГС2005. Конвертирането на географски (φ, λ) и проекционни координати (x, y) във всяка система се извършва по известните формули от математическата геодезия [3].



Фигура 2.7. Трансформиране на координати от системи „1950 г.“ и „1970 г.“ в БГС2005

С тънки стрелки са дадени преобразуванията на координати от един вид в друг вид, а с удебелени стрелки – трансформациите от една координатна система в друга

За да се избегнат усложнения, свързани с добавянето на височинна компонента при преминаване от двумерни към тримерни координати, пространствените декартови координати (X, Y, Z) се определят за проекциите на точките върху съответния елипсоид:

$$X_0 = (N + h) \cos \varphi \cos \lambda, \quad (2.1)$$

$$Y_0 = (N + h) \cos \varphi \sin \lambda, \quad (2.2)$$

$$Z_0 = (N + h - e^2 N) \sin \varphi, \quad (2.3)$$

където $N = a / \sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi}$, $e^2 = 2a - a^2$, (a, a) – параметри на референтния елипсоид, $h = 0$ – геодезически височини [7]. В „старите“ координатни системи $(X, Y, Z)_0$ имат важна роля единствено като междинни резултати и са лишени от практически смисъл, поради съществената разлика на параметрите на елипсоида на Красовски от тези на общоземния елипсоид (в случая GRS80).

По технологични причини, критичният етап на прехода от „старите“ към „новите“ системи е трансформацията между двумерните и тримерните системи, където конвенционалните 2D методи се заменят с GPS 3D позициониране. По своето естество и закон за разпространение, грешките на измерванията в двата случая

са съвсем различни, поради което за моделирането на този етап от прехода е необходим сложен математически апарат, чието приложение може да предизвика сериозни практически затруднения. Опростяване на проблема се постига чрез ограничаване на територията, където са разположени идентичните точки, необходими за определяне на трансформационните параметри.

2.7. Осъществяване на трансформациите с инструментите на ESRI ARC GIS

Arc GIS е ГИС софтуер, разработен от американската софтуерна компания ESRI, която е създадена 1969 година. Благодарение на постоянното усъвършенстване на този софтуерен продукт през годините, той се е наложил в много сфери на ГИС, и се е превърнал в световен лидер при географските информационни системи. Именно това налага да се разгледат и изследват неговите възможности.

Дори най-усъвършенстваните библиотеки от ГИС инструменти не предлагат възможности за осъществяване на сложни и многостъпкови модели на прехода от една координатна система в друга. Те осигуряват необходимата функционалност за конвертиране на проекционните координати (x, y) в географски (φ, λ) , а след допълването им с височини – също и в пространствени декартови координати (X, Y, Z) . Останалите стъпки, а именно трансформацията между различните системи, е необходимо да се съобразят със средствата на конкретната ГИС, в зависимост от които следва предварително да се изведат стойностите на параметрите на избраните модели. Последното се извършва извън ГИС, с помощта на специализирани софтуерни продукти, по координатите на идентични точки, определени в различните системи.

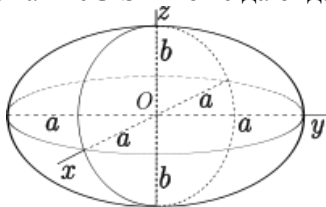
За осъществяване на прехода от локалните координатни системи „1950 г.“ и „1970 г.“ към БГС2005 с помощта на инструментите на софтуера ESRI ArcGIS, е необходимо да се премине през няколко стъпки, предназначени за специфициране входните и изходните данни, както следва:

- избор на референтни елипсоиди;

- избор на геодезически проекции и задаване на параметрите им;
- избор на трансформационни модели и задаване на параметрите им.

Референтни елипсоиди

Координатните системи „1950 г.” и „1970 г.” са дефинирани върху референтния елипсоид (фиг.2.9.) на Красовски, а с БГС2005 е свързан елипсоидът GRS80. Тези два елипсоида са налични в съответната библиотека на ArcGIS и може да бъдат използвани.



Фигура 2.9. Референтен елипсоид

Геодезически проекции

В системи „1950 г.”, „1970 г.” и БГС2005 са дефинирани равнинни правоъгълни координати, получавани с помощта на различни видове проекции.

Система „1950 г.”. Проекцията използвана в координатна система „1950 г.” е Гаусова, налична в библиотеката на ArcGIS под името Transverse Mercator (TM).

Система „1970 г.”. Проекцията на координатна система „1970 г.” е представена в ArcGIS като Lambert Conformal Conic.

БГС2005. Геодезическата проекция на система БГС2005 е UTM – налична в библиотеката на ArcGIS за всички зони. Територията на България попада в зони 34N и 35N.

Трансформационни модели

Преходът от локалните координатни системи „1950г.” и „1970г.” към БГС2005 може да се осъществи с помощта на конформни трансформационни модели, които са част от инструментариума на ArcGIS.

Избор на трансформационни модели. Най подходящо е приложението на конформни трансформационни модели, свързващи пространствените декартови координати (X_0, Y_0, Z_0) на проекциите на точките върху съответните им референтни елипсоиди [5, 6]. В случай, че се изхожда от система „1950 г.“ или „1942 г.“, приложението на модела на Молоденски – Бадекас, с център на завъртане $(\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z})$ намиращ се в средата на обхванатия район, изглежда добре аргументирано геометрически:

$$\begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{bmatrix}_{BGS\ 2005} = \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} + \mu \begin{bmatrix} 1 & -r_z & r_y \\ r_z & 1 & -r_x \\ -r_y & r_x & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X'_0 - \bar{X} \\ Y'_0 - \bar{Y} \\ Z'_0 - \bar{Z} \end{bmatrix}_{1950} + \begin{bmatrix} \bar{X} \\ \bar{Y} \\ \bar{Z} \end{bmatrix}_{1950}, \quad (2.4)$$

където $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$ - транслационни параметри, r_x, r_y, r_z - ротационни параметри; μ – мащаб. Малките ъгли r_x, r_y, r_z са приложени в центъра на завъртане $\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z}$.

В случай, че се трансформират координати в система „1970 г.“, може да се използва моделът на Бурша – Волф, с център на завъртане намиращ се в координатното начало ($\bar{X} = 0, \bar{Y} = 0, \bar{Z} = 0$):

$$\begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{bmatrix}_{BGS\ 2005} = \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} + \mu \begin{bmatrix} 1 & -r_z & r_y \\ r_z & 1 & -r_x \\ -r_y & r_x & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{bmatrix}_{1970}, \quad (2.5)$$

Ротационните параметри r_x, r_y, r_z са ъгли на завъртане около осите X, Y, Z . С избора на фиксиран център се избягват неудобствата, които биха възникнали от неминуемото несъвпадение на централната точка (φ_0, λ_0) на всяка зона, с центъра на завъртане $(\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z})$ в нея.

В двата случая параметрите на трансформационните модели се определят чрез координатите на локално разположени идентични точки, известни в едната и другата система. В частност, центърът на тежестта на тези точки

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i, \quad \bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i, \quad \bar{Z} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Z_i, \quad (2.6)$$

който съвпада с центъра на завъртане в модела Молоденски – Бадекас, трябва да бъде в средата на обхванатия район, а броят на точките (n) да бъде поне четири. След като бъдат определени, трансформационните параметри се въвеждат в ГИС.

Обратният преход – от БГС2005 към системи „1942 г.“, „1950 г.“ или „1970 г.“ се извършва по обратния ред и съвременните ГИС могат да го генерират автоматично.

Трансформационни параметри. Транслациите, ротациите и мащабът, валидни за цялата територия на страната позволяват постигането на дециметрова до субметрова точност. Прецизни резултати може да се получат с помощта на локални параметри, изведени по координатите на идентични точки, известни както в системата „1950 г.“/ „1970 г.“, така и в БГС2005.

Обратен преход. С разгледаните стъпки се задават всички компоненти на прехода от системата „1950 г.“ или „1970 г.“ към БГС2005. Обратният преход се генерира автоматично от ArcGIS.

Така последователността от действия за преобразуване на „старите“ координатни системи в БГС2005 е построена

С предложения модел се апроксимира преходът между различните геодезически координатни системи, намиращи приложение в България по начин, който позволява използването на стандартни ГИС инструменти. Така необходимите преобразувания може да се извършват в движение („on the fly“), както и при изпълнение на входно-изходните операции.

2.8. Изводи

За да изпълнят предназначението си, рудничните ГИС трябва да интегрират данни от разнотипни източници. Наборът от инструменти на софтуера ESRI ArcGIS позволява достатъчно точно и представително да се възпроизведе трансформационният модел, свързващ разпространените в страната координатни системи „1950 г.“ и „1970 г.“ – от една страна, с държавната геодезическа система БГС2005 от друга страна. По този начин е възможно да се унифицира геодезическата основа на разнородните геоданни от

разнотипни източници и да се улеснят следващите етапи по изграждането и развитието на рудничната ГИС.

Разгледаната технологията е приложена в изгражданата понастоящем ГИС на един от откритите руднични комплекси в България.

Глава 3. ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЪЗМОЖНОСТИТЕ ЗА ПРЕОБРАЗУВАНЕ НА ДАННИ ОТ CAD В ГИС ФОРМАТИ С ИНСТРУМЕНТИТЕ НА FME

3.1. Въведение

В трета глава от дисертацията е направен анализ за възможностите на преобразуване от CAD формати в ГИС база данни структура с инструментите на софтуера FME. Основна цел на този анализ е доказване на възможността за преобразуване от CAD /.dwg, .dxf/ формат в GIS / ESRI шейп/ формат и осигуряване на необходимата функционалност с инструментите на FME, както и описание на необходимата подготовка на данните в CAD среда и последваща обработка в ГИС среда, за изгражданата понастоящем ГИС на един от откритите руднични комплекси в България.

3.2. Цели и задачи

Многообразието от налични данни за създаване на минен ГИС, както и техните формати, които в голяма част от случаите са различни от този на работния софтуер (Arc GIS), налагат преобразуване на изходните данни във формат удобен за въвеждане. Тъй като в голяма част от случаите данните са получени от векторизиране на хартиени планове и карти, или просто се създават и съхраняват във формат на софтуерни продукти предназначени за проектиране, то те най - често са налични в CAD формати (.dwg и .dxf). Структурата на данните получени от софтуерни продукти предназначени за проектиране (AutoCAD, Civil 3d и т.н.) и на данните от ГИС продуктите е доста различна, това налага привеждането на CAD файловете в ГИС база данни структура.

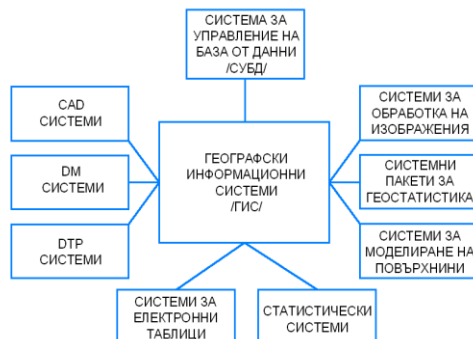
За да се изпълни правилно привеждането на CAD файловете в ГИС база данни е необходимо да се спазят някои цели и задачи, като:

- Проверка на коректността на изходните данни преди преобразуването;
- Точността на изходните данни да отговарят на изискванията за създаваната ГИС;
- Изходните данни да се преработят в модел удобен за преобразуване в ГИС формат;
- Определяне на взаимовръзката на графичните примитиви на САД и ГИС форматите;
- Запазване на целостта на данните при преобразуване;
- Изграждане на топология, която да отговаря на предназначението на ГИС;
- Създаване на целокупност на данните за целите на ГИС приложението;
- Преобразуването да създаде предпоставки за пълна функционалност при извършване на операции за наслагване, анализиране и други ГИС операции.

На база на изредените горе цели и задачи би могло да се изгради методика, която да се спазва, както при изграждането на географска информационна система, така и в последствие при нейното поддържане.

3.3. ГИС и свързани с тях софтуерни продукти

Съществуват редица софтуерни продукти, предназначени за работа с пространствени данни (фиг.3.1). Много от тях притежават приложения, които в някой направления са подобни на ГИС, но в цялостен план се различават значително. Дори сред продуктите, които се класифицират към семейството на ГИС, има голям диапазон във функционални възможности, тъй като някои се отличават при създаването на картографски продукти, други от тях са по-добри при моделиране, трети предлагат отлично управление на бази данни и т.н. В този ред на мисли фигура 3.1. би могла да се представи алтернативно, като поредица от припокриващи се клетки, защото в действителност много от продуктите се припокриват с тяхната функционалност.



Легенда:

- СУБД – Система за управление на база от данни;
 CAD системи – Системи за автоматизирано и компютърно проектиране;
 DM системи – Системи за автоматизирано картографиране;
 DTP системи – Настолни издателски системи;
 ГИС – Географски информационни системи.

Фигура 3.1. ГИС и близки на нея софтуери

От софтуерните продукти представени по-горе и от гледна точка на инженерите, като особено важните и близки до съвременните ГИС, могат да се определят софтуерните системи за проектиране (CAD). Те са предназначени за обработване на пространствени данни, но са базирани на съвсем различни функции. Въпреки това CAD са изиграли важна роля в развитието на ГИС.

3.4. Същност на системите за автоматизирано компютърно моделиране /CAD системи/

Поради лекотата на употреба, както и сходството във функциите за проектиране и чертожните техники, CAD системи се радват на голяма популярност през последните години. Ето защо се е наложила тенденция през последните години, с която всички минни, производствени и строителни компании да използват някаква форма на CAD. Много от тези компании изискват от клиентите си чертежи, планове, карти и други изготвени документи, да бъдат създадени и доставени в CAD формати, защото лесно могат да бъдат направени промени в графиката и бързо могат да бъдат произведени

нови чертежи. Това е и основана причина да се обърне по специално внимание на преобразуването на данни от CAD системи в ГИС.

CAD системите са разработени за създаване на инженерни проекти. Те използват структура от векторни данни за представяне на точки, линии и графични символи. Използването на вектор означава, че една точка в цифровия модел се определя от пространствената и координатна двойка или тройка, а линиите са изградени от поредица от точки. Площите са представени от ограничаващи линии. Следователно цифровите данни, определящи модела се състоят от голям брой координирани двойки или тройки.

Основни формати на CAD системите са: DXF (drawing exchange format) форматите и DWG (drawing) формат. Двата формата са идентични и следователно при конвертиране се третират по един и същ начин. DWG е двоичен файлов тип, който се използва за запазване на векторни CAD графики и е файлов формат по подразбиране на софтуерния продукт Autodesk AutoCAD. Той може да бъде въвеждан и извеждан в повечето CAD софтуери. DXF е ASCII или двоичен файлов формат за CAD векторни графики. Той също е използван за въвеждане и извеждане на цифрови модели между различните CAD приложения. DXF файла може да бъде преглеждан с текстови редактор и е съвместим с широк кръг CAD софтуери и приложения. DXF файловете като цяло са 2.5 до 3 пъти по големи от DWG файловете.

CAD системите позволяват представянето и преобразуването на геоданни, но не поддържат атрибутна информация и са неподходящи за работа с растерни изображения. Следователно не са в състояние да обработват атрибутна информация, и не могат да предоставят аналитичните функции на ГИС. В началния етап на развитието им ГИС са разработени като структури от векторни данни за работа с пространствени обекти, но по-късно е добавена база данни и функционални възможности за анализ и моделиране.

При CAD системите не се изисква голяма подготовка за въвеждане на данни, това е съществена разлика от ГИС. При използването им, потребителят може да създаде цифрова карта, без да е необходимо изграждане и проектиране на широкообхватна база данни. Силата на графичната функционалност за редактиране в среда на CAD системи, може да подготви CAD модела, така че да улесни преобразуването на данните в ГИС формат. Това са едни от

причините, поради които CAD системите са удобни за създаване на цифрови пространствени модели за ГИС, независимо от затрудненията при последващото им преобразуване в ГИС формат.

3.5. Взаимовръзка и структура на CAD и ГИС данните

Нарастващата необходимост от различни ГИС решения през последните години, доведе до разработване на много нови софтуерни продукти и приложенията за географски информационни системи. Такива софтуерни продукти и приложения се наблюдават и при процеса на преобразуване на данни в ГИС шейп или геобаза данни, където поради развитието им е постигнат значителен напредък. С помощта на средства като FME – софтуерен набор от инструменти за извличане, трансформиране и зареждане на данни, може успешно се преодоляват не само форматните но и редица структурни различия на информацията от различни източници. Въпреки това все още съществуват много трудности при преобразуването, поради присъщите различия във файловете формати и недостига на разработки, които се занимават със съвместимостта, целостта и топологичната точност на данните при конвертиране. Тъй като се налага ГИС да въвежда данни от много източници, това представлява голямо предизвикателство, защото тези източници имат структури от данни различаващи се от тези на ГИС. Един от най-важните източници на данни за ГИС са CAD файловете. Но при въвеждане на данни от CAD в ГИС формати се изпълняват действия и задачи, като: изграждане на топология, промяната на атрибутите, пространствени функции за редактиране, отделяне и класифициране на слоеве.

Преобразуването на данни е сложен процес, а често е и най-скъпата стъпка при създаването на ГИС [25]. От основно значение при самото преобразуване е топологичната точност на изходните данни. За да се получат топологично точни данни, е необходимо за изходните данни (данните в CAD формат) да се предвиди предварителната им подготовка и правила по които да се извърши. Правилата за предварителната подготовка на данните е необходимо да бъдат развити преди започване на преобразуването.

3.5.1. Взаимовръзка на данните между CAD и ГИС формати

Според различни геометрични модели на фигурите в CAD формат, те се представят с точкови, линейни и полигонови примитиви. За да се постигне преобразуване на тези примитиви от CAD в ГИС среда, трябва да се намери равностойната им взаимовръзка. Само по този начин може да бъде постигнато преобразуване на пространствени елементи на тези два формата данни. Сравнителна таблица при преобразуване на пространствени данни е показана в таблица 3.3.

Таблица 3.3. Сравнителна таблица при преобразуване на пространствени данни

CAD пространствени данни	ГИС пространствени данни
Точка. Обикновен Блок	Точка. Множество от точки
Линия, Полилиния(отворена). Окръжност, дъга, елипса, елипсовидна дъга	Полилиния
Сложен Блок	Множество от полилинии
Полилиния(затворена)	Полигон

Основна цел при преобразуването на CAD в ГИС е след преобразуването всички пространствени елементи да се запазят и представят в ГИС по възможно най-точен вид. Това е осъществимо при спазване на сходството между пространствените елементи на CAD и ГИС в таблица 3.3. От тази таблица става ясно че на елементите точка и обикновен блок в CAD среда - отговаря точка и множество от точки в ГИС; на Линия, отворена полилиния, окръжност, дъга, елипса, елипсовидна дъга - отговаря полилиния; на сложен блок - множество от полилинии; и на затворена полилиния – полигон. За да не се допуснат грешки при преобразуване на данните, в изходния CAD файл е за предпочитане да се съдържат само пространствени елементи, които са съпоставими с ГИС пространствени елементи.

3.5.3. Топология на данните

Топологията разглежда елементи като съседство, принадлежност, ориентация [1] и извън координатна система обединява информация на взаимовръзките на геометрични обекти. Тя е геометрична връзка между връзките, възлите и областите.

Целта на топологията в ГИС е да увеличи възможностите за пространствени анализи. Да представя пространствена информация, както и пространствени отношения (съседство, съвпадение, посоки, връзки) на характеристиките в топологичните структури от данни на модела: възела, съответства на точка; елемента връзка - отговаря на линия; и елемента област - съответстваща на полигони.

За да може да се оцени топологичната база данни, в допълнение към геометричните свойства, трябва да се определят и съхраняват следните зависимости:

- а) връзките, съставят границите на всеки полигон;
- б) съседството между полигоните;
- в) свързването в пресечните точки;
- г) начална и крайна точки на връзките;
- д) пространствените графични обекти да са представени чрез графичните примитиви;
- е) всички възли, линии и полигони имат идентификатори;
- ж) няма изолирани и несвързани точки;
- з) всички линии са граници на полигони;
- и) всеки полигон има вътрешна точка;
- й) всеки графичен примитив е свързан с графичните си атрибути;
- к) осъществена е релация между графиката и атрибутна информация - пространствена и непространствена.

След като се изпълнят гореописаните зависимости означава че е създаден топологичен модел на графичните данни и по този начин се увеличават възможностите за пространствен анализ.

3.5.4. Създаване на топологичните данни

За да се направят данните използвани, трябва да се приложат някои качествени проверки. Всички ГИС софтуер има функционалността за извършване на този вид процеси. Повечето ГИС софтуери са също способни на предоставяне на пространствена цялост и почистване по време на извличане на данни. Топо-

логичните грешки, възникващи при векторизирането, могат да бъдат отстранени чрез различни приложения по време на самия процес. Освен разглежданите зависимости за оценка на топологичните данни в точка 3.5.3. при създаване на топология е необходимо да се създадат и нови изисквания, като допустим толеранс за:

- сливане на две точки в една;
- сливане на няколко възела в един;
- свързване на линии във възел.
- Z стойност когато става въпрос за 3D ГИС.

При създаване на топология възникват някои проблеми, които не могат да се отстранят автоматично. В много от случаите те се дължат на входните данни. Поради тази причина за намаляване на тези грешки е необходимо входните данни да се организират и структурират, а също и да се правят проверки при създаването им. Често срещани такива грешки са:

- Грешки при създаване на възли – няма създаден възел, дублирани номера на възли, наличие на два възела един до друг и т.н.;
- Грешки в страни и дъги – липсваща линия между две точки, дублиране на две линии, дублиране на две дъги и т.н.;
- Грешки при полигоните – пропуснат полигон, незатворен полигон, липсваща вътрешна точка на полигон и т.н.

За елиминиране на голяма част от топологичните и графични грешки е необходимо внимателна подготовка на входните графични данни, в съчетание със спазване на топологичните зависимости, и информационните и алгоритмични проблеми, които се решават по време на изграждане на конкретна графична база данни.

3.5.5. Пространствени и непространствени данни в ГИС

Данните за даден обект може да бъдат разделени на 3 типа: пространствени, временни и тематични. Повечето обекти могат да се характеризират с данни от трите типа. В практиката пространствените и/или временните данни понякога са пренебрегвани, тъй като те са константни или просто не са важни за определени задачи. За много ГИС предназначения временните и тематичните данни се разглеждат заедно, като непространствени, наричани още атрибутни данни.

3.5.5.1. Пространствени данни

Пространствените данни съдържат информация за местоположението, топологията и геометрията на пространствените обекти. Това са характеристики, които разделят ГИС от другите системи за управление на бази от данни. Пространственото местоположение на обектите са записва чрез координати, които могат да бъдат в световни или локални координатни системи, приведени към съответните им проекции. Обекти, описани посредством примитивите точка, линия и полигон имат числени характеристики като: ширина, дължина, дълбочина, височина, площ, обем. Такива характеристики се наричат пространствени атрибути [1] на обекта и не трябва да се смесват с атрибутните (непространствените) данни на обекта.

3.5.5.2. Непространствени (Атрибутни) данни

Временните и тематичните данни (непространствените данни) обикновено се използват по един и същи начин. Временните данни се отнасят до възрастта на обекта (например: геоложка възраст), или до момента на получаване (измерване) на данните. Тематичните данни се отнасят до друг тип характеристики на обекта, които не са нито пространствени, нито временни, а са свързани например с настилка от която е изградена дадена пътна отсечка, или типа кабел който е използван за даден електропровод.

Атрибутните (непространствените) данни като цяло включват:

- Описание на обекта – тип, наименование, параметри;
- Непространствени връзки с други обекти;
- Момент или период от време, през което се изменят

За организацията на атрибутни данни съществуват три основни типа: в текстови файлове, в електронни таблици, или в бази данни (релационни и йерархични).

3.5.6 Метаданни

Краткото определение за метаданните е „данни за данните”. Те са кратка описателна информация за съдържанието, качеството, състоянието и други характеристики на данните за определени обекти. Отчитането и поддържането на метаданните е важен процес,

защото създава представа за това как трябва да се ползват данните. ГИС индустрията се е ориентирала в стандартизиране на метаданните, като ГИС метаданните могат да съществуват на различни нива: за базата данни като цяло, за отделни нейни слоеве, за отделни набори от обекти, както и за отделни точки, линии и полигони.

При изграждане на нова ГИС е неизбежно определянето на сходството между различните формати от данни и ГИС форматите, по този начин се създава възможност за по-точно и правилно преобразуване на данните по между им. След преобразуване на данните, за да се изгради функционална ГИС е необходимо да се създаде правилна топология, да се добавят и структурират атрибутните данни, а също и релациите между тях и отделните обекти. В следващата точка е разгледана реализацията при преобразуване на данните от CAD в ГИС формат с помощта на FME софтуер.

3.6. Изследване на Преобразуване на данни от CAD в ГИС формат с помощта софтуера fme

FME е софтуерен набор от инструменти за извличане, трансформиране и зареждане на данни. Създаден е от канадската компания Safe Software Inc., която е започнала дейността си през 1993г. Този софтуер е разработен основно за ГИС, CAD и растерни формати, но позволява преобразуване на данни между повече от 325 формата и притежава повече от 500 филтри, благодарение на които се извършват различни преобразувания на данни. Поради възможностише на този софтуер и поради това че той е добре познат и прилаган в доста държави, той е избран за изследването на преобразуване на данни от CAD в ГИС формат.

CAD данни могат да се изобразяват директно в софтуера ArcGIS. Тази стъпка не създава ГИС данни, а само изобразява CAD данни в работния плот на ArcGIS. За да могат CAD данните да се използват успешно за ГИС цели, те трябва да минат през няколко етапа на обработка. В тази точка е разгледана възможността за преобразуване на данни от CAD в ГИС формат и етапите на обработка на данните са:

- Предварителна подготовка на данните в CAD среда;
- Преобразуване на данните със софтуера FME;

- Обработка на данните в ГИС среда.

3.6.1. Предварителна подготовка на данните в CAD среда

Преди преобразуване на CAD данни за ГИС цели, трябва да се направи предварителна подготовка на CAD данни в CAD среда. Тази подготовка се налага поради това че при първоначалното създаване на CAD данни, те са предвидени да изпълняват инженерни цели и структурата им е оптимизирана единствено за тези цели, тази структура обаче не е подходяща за преобразуването на тези данни за ГИС цели. При разглеждането на CAD данни предоставени от минно предприятие се забелязваха няколко основни проблема, които биха довели до структурни неточности и затруднения при създаването на ГИС формат и е редно да бъдат отстранени предварително в CAD среда, преди преобразуването им в ГИС формат. Тези проблеми определят предварителната подготовка на данните в CAD среда и са следните:

- Премахване на излишни примитиви получени от измервания на нематериализирани обекти, при представяне на бордовете на рудника;
- Използване на затворени полилинии при представяне на сгради;
- Замяна на линията с отворена полилиния при линейните обекти;
- Подредба по слоеве на отделните типове електропроводи.

Горепосочената предварителна подготовка на данните би улеснила значително последващото преобразуване на данните и ще създаде предпоставки за по – удобното и бързо създаване на ГИС модела.

3.6.2. Преобразуване на данните със софтуера FME

FME е платформа създадена за преобразуване на пространствени данни, която помага за организация и по-лесно преодоляване на редица предизвикателства при създаване на оперативна съвместимост на данните. При преобразуване на данните с FME софтуер, обработката се свежда до три основни етапа:

- Извличане на информацията – това е възможността на приложението да прочита пространствените данни (в случая CAD данните);
- Трансформиране на данните – това е възможността на приложението да манипулира данните по време на преобразуването им;
- Зареждане на данните – това е възможността на данните да се записват в други формати (в случая ГИС формат).

Концептуален ред

FME софтуера е създаден да преобразува пространствени данни в значителен брой различни формати. Схемата по която се извършва преобразуването на данни от CAD в ГИС формат, би могла да се представи в следните стъпки:

- Избор на входен и изходен формати;
- Избор на схема на потока от данни;
- Преглед на схемата на потока от данни;
- Редактиране на схемата на потока от данни;
- Добавяне на атрибутна информация;
- Преглед на новообразуваните ГИС данни в FME среда.

Използването на софтуерния продукт FME улеснява значително преобразуването на данните от CAD в ГИС формати, а и не само в тях. Значителното разнообразие на филтри, позволяват използване на различни методики при преобразуване на данните, както и максимално извличане на информацията от входния формат. Софтуера FME създаден за преобразуване на пространствени данни, оправдава до голяма степен очакванията при преобразуването на данни от CAD в ГИС формати. В среда на FME е възможно освен преобразуване на данни и добавяне на атрибутната им информация, както проверката им. Тези предимства дават предпоставки този софтуер да заеме основно място при създаване на ГИС.

3.6.3. Обработка на данните в ГИС среда

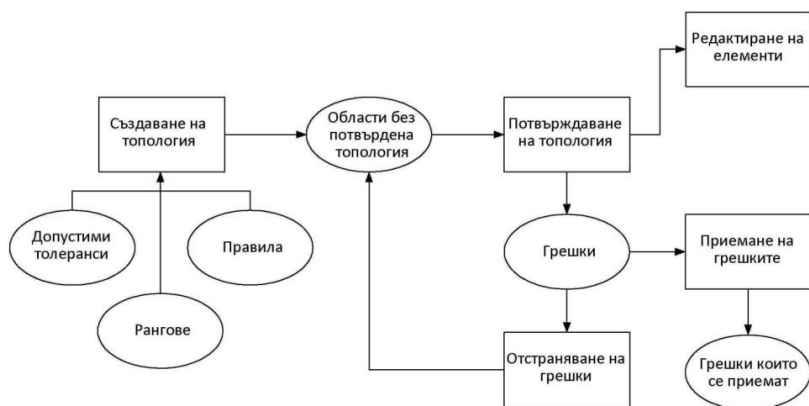
След като CAD данните се преобразуват в ГИС данни с помощта на FME софтуер, следваща стъпка е тяхното въвеждане в ГИС софтуер (в случая е използван ESRI Arc GIS), където ще се създаде топологията на данните (фиг. 3.8.) и изпълнява по-нататъшната поддръжка на ГИС данните. За създаване на топология

на ГИС данните основен фактор е определянето на (локална) координатна система, към която принадлежат и съответно задаването и при създаване на класа елементи в ESRI ArcCatalog. По този начин при въвеждане на данните в ESRI ArcMap, чрез използване на подходяща трансформация, данните ще могат да се трансформират в избраната за базова координатна система (БГС 2005) на ГИС. Трансформирането на данни от локални координатни системи „1970г.” и „1950г.” в БГС2005, и осигуряване на необходимата функционалност с инструментите на ESRI Arc GIS е подробно разгледано в глава 2 на тази дисертация.

Независимо от това че преди да се създадат ГИС данни, още в CAD среда е извършена предварителна подготовка на данните и след това в FME среда може да са използвани различни филтри, ГИС данните подлежат на допълнителна проверка при създаване на топологията с инструментите на ГИС софтуера. Тези проверки в софтуера ESRI ArcGIS се осъществяват с:

- **допустими толеранси** – допустимите толеранси са разстояния в които два елемента се приемат за идентични;
- **рангове** – всеки клас елемент трябва да има ранг, според този ранг се определя колко ще бъде преместването на даден елемент при потвърждаване на топологията;
- **правила** - ESRI ArcGIS разполага със списък от правила, към които също могат да бъдат добавяни нови. Тези правила съдържат както основните правила, на които трябва да отговаря топологията, така и допълнителни, и могат да бъдат задавани различни за всеки клас елементи (Например: не трябва да има препокриващи се полигони, линиите не трябва да се пресичат). Всеки клас елементи трябва да отговарят на зададеното му правило при потвърждаване на топологията.

Следваща стъпка след задаване на проверките при създаване на топологията е потвърждаването и. Чрез него се проверява дали класовете елементи отговарят на проверките и ако отговарят топологията е създадена. В случаите когато при потвърждаването на топологията са открити грешки, те се проверяват дали са допустими и ако не са се отстраняват. След всяка редакция се прави ново потвърждаване на топологията.



Фигура 3.8. Концептуална схема на създаване на топология

Разгледаните етапи на обработка на данните при преобразуването им от CAD в ГИС формат с помощта на FME – софтуерен набор от инструменти за извличане, трансформиране и зареждане на данни, доказват че със софтуерите на FME, може успешно да се преодоляват не само форматните различия на CAD и ГИС системите, но и успешно да добавят атрибутна информация, както от описателната текстова информация в CAD форматите, така и от други източници, като данни в табличен вид (Microsoft Excel) и бази от данни. Тези етапи на преобразуване на данните, могат успешно да се реализират при създаване на ГИС съдържаща голямо количество инженерни данни в CAD формати каквато е минната ГИС.

3.7. Изводи

Процесът на интегриране на различни видове данни в ГИС е много важен в тези дни, тъй като различните видове софтуери изпълняват различни функции по практично и точно. Нарастващите функции и възможности, и по-приятелски настроените към потребителите софтуери изискват трансформирането на данните в различни формати и същевременно запазването на тяхната цялост. Затова се създават нови методики за прехвърлянето от CAD формати в ГИС база данни и се изисква обработка и редактиране, за да се изгради цялостна, ефективна и коректна база данни. Това е важно за да се позволи пълната функционалност за извършване на различни операции на наслагване, анализиране или всякакви други ГИС операции. Софтуерите създадени за преобразуване на данни като FME, могат да оправдаят до голяма степен

очакването за преобразуването на данни от CAD в ГИС формати, без загуба на точност и топология, както и добавяне на атрибутна информация към тях. Благодарение на тези софтуери, които позволяват успешно извличане, трансформиране и зареждане на данни, заедно с предварителната подготовка на данните в CAD среда и последващата обработка на данните в ГИС среда, в едно с описаните в глава 2 решение на проблемите произлизащи от локалните координатни системи в Република България, преобразуването и въвеждането на данни от CAD в ГИС формати, може да бъде успешно реализирано.

Заклучение

Разгледаните в тази дисертация основни задачи при създаване на ГИС за минно предприятие, а именно: трансформация на различния набор от данни от текущата им координатна система, в избраната за базова координатна система в среда на Esri Arc GIS и преобразуване на данните от входния формат (най-често CAD формат) в изходния ГИС формат с помощта на софтуера FME, удовлетворяват напълно целите и изискванията за такъв ГИС.

Вземайки предвид изведените изисквания към базовата координатна система и по специално предимствата на координатна система БГС2005 при избора и за базова координатна система, то с наборът от инструменти на софтуера ESRI ArcGIS, може да се възпроизведе достатъчно точно трансформационният модел, свързващ разпространените в страната локални координатни системи „1950 г.“ и „1970 г.“ – от една страна, с държавната геодезическа система БГС2005 от друга страна. По този начин става възможно интегрирането на разнотипните геоданни в единна среда, при създаване и по-нататъшното използване на минните геоинформационни системи.

Въпреки че структурата на данните получени от софтуерни продукти предназначени за проектиране (AutoCAD, Civil 3d и т.н.) е доста различна от тази на ГИС продуктите, с помощта на средства като FME – софтуерен набор от инструменти за извличане, трансформиране и зареждане на данни, тези различия могат успешно да бъдат преодоляни, без загуба на точност и топология, а същевременно с това да бъде добавена атрибутна информация към тях. Това е много важно тъй като по този начин целият наличен набор от данни ще се използва за извършване на различни операции на наслагване, анализиране или всякакви други ГИС операции.

Приложението на тези два софтуерни продукта (Esri Arc GIS и FME) за условията на минните предприятия в България е напълно подходящо, както заради възможностите на софтуера Esri Arc GIS за възпроизвеждане на трансформация между разпространените в страната

локални координатни системи „1950 г.“ и „1970 г.“ и държавната геодезическа система БГС2005, и възможността на софтуера FME за преобразуване на данните от широко използваните от минните предприятия CAD формати в ГИС формати, така и заради редицата допълнителни функционалности и възможности, каквито тези софтуери дават на потребителите.

IV. СПРАВКА ЗА ПРИНОСИ

1. Формулирани са изисквания към базова координатна система за минна ГИС и предимства на координатна система БГС 2005 при избора на базова координатна система;
2. Изследвани са възможностите и е създадена методика за трансформация от локални координатни системи „1970г.” и „1950г.” в БГС2005 с инструментите на ESRI Arc GIS;
3. Изследвани са възможностите за конвертиране на данни от CAD формати в ГИС и е доказано, че с инструментите на FME преобразуването на CAD проекти в геоданни може да се извърши без загуба на информация.

V. ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] Вълчинов В. Геоинформатика. УАСГ, София, 2002.
- [2] Георгиев Ив., Т. Беляшки, Е. Михайлов, Д. Димитров, П. Данчев, Г. Михайлов, Г. Гладков, Пл. Гъбенски, Е. Пенева, М. Минчев. Реализация на Европейската земна координатна система ETRS89 и Европейската вертикална референтна система EVRS на територията на България. Геомедия, 2010,бр. 4-5.
- [3] Даскалова М., Ив. Здравчев. 2005. Математическа геодезия. София, 2005.
- [4] Инструкция № РД-02-20-12 от 03.08.2012 г. за преобразуване на съществуващите геодезически и картографски материали и данни в БГС2005. ДВ бр. 63, 2012.
- [5] Милев Г., М. Минчев, Г. Вълев, М. Матова, К. Василева, П. Гъбенски. Европейската референтна система в България. Акад. изд. „Проф. М. Дринов“, София, 2006.

- [6] Минчев М., Ив. Здравчев, Ив Георгиев. Основи на приложението на GPS в геодезията. АК/УАСГ, София, 2005.
- [7] Минчев М. Европейската референтна система и възможностите за хармонизиране на навигационно-хидрографското осигуряване със световните стандарти. Морски научен форум, т. 3, ВВМУ „Н. Й. Вапцаров“, Варна, 1996.
- [8] Минчев М. Съображения относно геодезическите референтни системи в България. Годишник на УАСГ, XXXIX, св. III, 1998.
- [9] Сергеевич З., О. Александрович, Я. Эдуардович. Нейронные сети и ГИС.
- [10] Техническа инструкция за извършване на измервателните маркшайдерски работи при проучването, строителството и разработването на находищата на полезните изкопаеми. Държавно издателство „Техника“, София, 1969.
- [11] Трубецкой К., А. Клебанов, Д. Владимиров. Геоинформационные системы горном деле. Институт проблем комплексного освоения недр РАН, г.Москва.
- [12] Шек В., Е. Конкин. Открытые программные системы с применением геоинформационных технологий в горной промышленности. Журнала № 1. г.Тверь, Русия, 2007
- [13] Alesheikh A., H. Helali, H. Behroz. Web GIS: Technologies and Its Applications. Toosi University of Technology. Teheran, Iran.
- [14] Bonham-Carter G. Geographic Information Systems for Geoscientists: Modelling with GIS. Ontario, Canada, 1994.
- [15] Buckley J. The GIS Primer. Fort Collins, Colorado, USA, 1997.
- [16] CAD to GIS A Step-By-Step Guide to converting .dwg CAD to GIS shapefiles. National Park Service Northeast Region GIS in cooperation with University of Rhode Island, Boston, Massachusetts, USA.
- [17] Cunningham K. Integrating GIS and GPS. Spatial Data Research, Inc. Lawrence, KS, USA, 2003.

- [18] Doutoral T. A Generic Arhitecture for Geographic Information Systems. Universidade da Coruña, A Coruña, España, 2004.
- [19] Dangermond J., S. Morehouse. Trends in Hardware for Geographic Information Systems. Environmental Systems Research Institute. CA, USA.
- [20] Eleiche M., B. Márkus. Standalone framework for mobile GIS. Geomatikai Közlemények XII., 2009.
- [21] Eleiche M. Network Analysis Methods for Mobile GIS. University of West Hungary. Sopron, 2011.
- [22] Jackson M., P. Woodsford. GIS Data Capture Hardware and Software.
- [23] Kainz W. Geographic Information Science (GIS). University of Vienna. Vienna, Austria, 2004.
- [24] Masters E., B. Hirsch, K. Wong. GPS/GIS and Space Time Data. Salt Lake City, Utah, USA, 1994.
- [25] Montgomery G., H. Schuch. GIS Data Conversion Handbook. GIS World, Inc. and UGC Consulting. Colorado, USA, 1993.
- [26] Morad M., T Connolly. A Concise Introduction to Geographical Information Systems and Science. Kingston University, UK.
- [27] Rigaux P., M. Scholl, A. Voisard. Spatial Databases With Application to GIS. Morgan Kaufmann Publishers An imprint of Elsevier Science. San Francisco, CA, USA, 2002.
- [28] Stefanakis E. Geographic Database and Information Systems. Fredericton, NB, Canada 2014.
- [29] Stefanakis E., M. Peterson, C. Armenakis, V. Delis (Eds.). Geographic Hypermedia. Springer, 2006.
- [30] Shekar S., Hui Xiong. Encyclopedia of GIS. SpringerScience+Buisiness Media, LLC. NY, USA, 2008.
- [31] Safe Software (2014) <http://www.safe.com/fme/format-search/#!>

VI. ПУБЛИКАЦИИ СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИЯТА

1. Станишков А., А. Русев, М. Минчев. „Интегриране на разнотипни геоданни в рудничните геоинформационни системи”. Четвърта национална научно-техническа конференция с международно участие „Технологии и практики при подземен добив и минно-строителство”. Девин, България, 23-26 Септември 2014г.
2. Станишков А., А. Русев, М. Минчев. „Унифициране на геодезическата основа на руднични геоинформационни системи”. сп. „Минно дело и геология”, бр.1-2, 2015г.

Дисертантът изказва благодарност на своя научен ръководител проф. д-р. Момчил Минчев за високите изисквания полезните дискусии, отделеното време и проявено търпение, спомогнали значително за изготвяне на дисертационния труд, както и на инж. Атанас Русев за оказаната помощ с ГИС продуктите по време на дисертацията.