

УДК 528.9

Майстренко С.Я., Литвинов Л.В., Хурцилава К.В.

Институт проблем математических машин и систем НАН
Украины, Киев, Украина

ТИПОВЫЕ ПРАВИЛА КОРРЕКТНОСТИ ТОПОЛОГИИ В ГЕОДАННЫХ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ К СФЕРЕ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА НА ПРИМЕРЕ СИСТЕМЫ «ГИС-ЛЕСПРОЕКТ»

Определена роль современных ГИС в обработке картографической и тематической информации. Указаны источники данных, которые используются для изготовления географических основ этих программных комплексов. Определен набор правил проверки топологических зависимостей картографической БД лесоустройства. Проведен анализ возможностей обнаружения скрытых ошибок информационных ресурсов ГИС в сфере лесного хозяйства и определено направление развития специализированного модуля диагностики ошибок на примере системы «ГИС-Лиспроект». Выделены виды ошибок, которые могут быть обнаружены с помощью средств ArcGIS. Также указано ошибки, недоступные для обнаружения с использованием автоматизации. Предложено решение по устранению таких

© С. Я. Майстренко, Л. В. Литвинов, К. В. Хурцилава

недостатков.

Ключевые слова: ГИС, картография, топология, геоданные, лесное хозяйство, Лиспроект, лесоустройства, ArcGIS, модуль.

Введение. Современные ГИС – это полнофункциональные системы, которые охватывают полный цикл обработки картографической и тематической информации – от приема и хранения до решения задач управления ресурсами и территориями с возможностью применения аналитического и картометрического исследования процессов или явлений и анализа изменения их состояния в пространстве и во времени.

Базовой основой ГИС-систем являются данные дистанционного зондирования Земли из космоса или аэрофотосъемки и/или высокоточного глобального позиционирования того или иного объекта на воде или на суше, полученные, например, с помощью систем GPS. В результате обработки первичных данных формируются наборы картографических объектов, находящихся в определенной топологической зависимости. Качество сформированных геоинформационных ресурсов (ГИР) и, соответственно, решений, принимаемых на их основе, зависит от наличия или отсутствия ошибок в геоданных. В докладе рассматривается набор типовых правил корректности (непротиворечивости) топологии компонентов ГИР, их приложение к сфере управления лесным хозяйством (на примере «ГИС – Леспроект» [1,2], анализ характера «скрытых» ошибок в геоданных лесоустройства и возможностей их выявления

Изложение основного материала. Типовые ошибки топологии в геоданных и правила их выявления для лесной отрасли. В геоинформационных системах топология определяет пространственные отношения связности и соседства векторных объектов – точек, линий и полигонов.. Топологические данные необходимы для обнаружения и исправления ошибок оцифровки (например, две линии дорог не сходятся на месте перекрестка и др.), для проведения некоторых типов пространственного сетевого анализа (гидрологический, транспортный), для формирования достоверной кадастровой документации в графической составляющей, при подготовке и тиражировании различных видов карт-материалов, а также в других сферах, где необходим учет пространственного размещения объектов.

Современные универсальные ГИС известных производителей США, Канады, России ..., такие как ArcGis, MapInfo, Панорама и другие предоставляют обширные средства для выявления и корректировки топологических ошибок. Одной из наиболее развитых систем в этом отношении является ArcGIS фирмы ESRI США с широким набором штатных правил проверки и исправления топологии [3].

Одним из типовых приложений ГИС к задачам государственного управления является управление лесным хозяйством. Основными направлениями развития ПО «Укргослеспроект» были определены: расширение информационного и проектного обеспечения Государственной целевой программы «Леса Украины» (2010-2015 гг.), дальнейшее развитие в лесоустройстве и лесном хозяйстве современных ГИС-технологий. Система «ГИС-Леспроект» разработана для нужд ПО «Укргослеспроект» в рамках мероприятий по выполнению указанной Госпрограммы.

Процесс ведения лесоустройства ПО «Укргослеспроект» можно разбить на ряд взаимосвязанных укрупненных этапов:

- формирование начальной тематической и картографической информации для лесничеств;
- сохранение текущей информации в локальных базах данных и формирование выходных бумажных документов;
- накопление картографических и таксационных данных на серверах баз данных по временным, территориальным и другим характеристикам и на основе этих данных генерация различного рода выходных документов (планшетов, планов, карт-схем, отчетов, справок ...).

На рис. 1 представлена схема взаимосвязи функциональных модулей, обеспечивающих решение задач ПО «Укргослеспроект» по лесоустройству.

При формировании карт-материалов могут быть использованы различные наборы тематических слоев, такие, как границы лесничеств, кварталов, выделов, различные дороги, объекты гидрографии и др. Всего в ПО «Укргослеспроект» предусмотрено использование 255 первичных и 103 агрегированных слоя, где однотипные тематические слои объединяются для удобства формирования карт-материалов в группы. Например, газопроводы, линии электропередач, линии связи, нефтепроводы и водопроводы



Рис. 1. Схема взаимосвязи функциональных модулей, обеспечивающих решение задач ПО «Укргослеспроект» по лесоустройству

объединяются в один слой – коммуникаций и др.

Проведенный анализ получаемых данных показал наличие нарушений корректности топологических связей для определенных тематических слоев. С целью устранения ошибок оцифровки был определен набор соответствующих правил проверки топологии пространственных данных лесоустройства и создана дополнительная компонента системы «ГИС–Леспроект» для проверки топологических зависимостей. Значительный объем топологических проверок вызван количеством обрабатываемых тематических слоев. Из полного списка реализованных правил проверки топологии приведем перечень применяемых проверок для тематических слоев, задействованных, преимущественно, во всех типах изготавливаемых тематических карт-материалов.

1) «Не должны перекрываться»

Тематические слои «Границы лесничеств», «Квартальные просеки шириной до 5м», «Квартальные просеки по противопожарным разрывам», «Квартальные просеки на мелиоративных каналах реках», «Квартальные просеки по дорогам», «Квартальные

просеки шир от 5м до 10м», «Границы таксационных выделов» не должны перекрываться внутри класса объектов.

2) «Не должны иметь пробелов»

Тематические слои «Границы лесничеств», «Квартальные просеки шириной до 5м», «Границы таксационных выделов» не должны иметь пробелов.

3) «Не должны перекрываться с»

Полигоны тематических слоев «Автодорога с искусственным покрытием», «Канал мелиорат широкий», «Карьеры», «Озера», «Противопожарный разрыв шириной более 10 м», «Реки», «Реки пересыхающие», «Ставки», «Ставки пересыхающие», «Водохранилища», «Яры» не должны перекрываться с полигонами тематического слоя «Границы таксационных выделов».

4) «Должны совмещаться с объектами класса»

Полигоны тематического слоя «Квартальные просеки шириной до 5м» должны покрываться полигонами слоя «Границы лесничеств».

5) «Должны совмещаться с»

Полигоны тематических слоев «Границы таксационных выделов», «Канал мелиорат широкий», «Противопожарный разрыв шириной более 10 м», «Озера», «Ставки», «Ставки пересыхающие», «Водохранилища» должны покрываться одним полигоном тематического слоя «Квартальные просеки шириной до 5м».

6) «Граница должна совпадать с»

Границы тематических слоев: «Линии государственной границы», «Границы областей», «Границы административных районов», «Границы городских земель», «Границы государственных заповедников и национальных парков», «Указатель изменения границы между землевладельцами» должны совпадать с границами «Квартальных просек шириной до 5м».

7) «Граница площадного объекта должна совпадать с границей»

Границы полигонов тематического слоя «Границы лесничеств» Должны совпадать с границами слоя «Квартальные просеки шириной до 5м».

8) « Не должны перекрывать сами себя»

Линии тематических слоев линейной гидрографии («Реки узкие», «Реки пересыхающие узкие», «Ручьи», «Ручьи пересыхающие», «Каналы мелиорат шириной 3-5м», «Канавы

(рвы) шириной от 1 до 3 метров»), коммуникаций («Газопровод», «Трубопроводы», «Нефтепровод», «Линии связи», «Водопровод») не должны перекрывать сами себя.

9) «Должны лежать на границе»

Точки тематического слоя «Копцы» должны лежать на границе слоя «Границы лесничеств».

Направления развития модуля диагностики ошибок.

В основе геоданных нынешних ГИС в сфере управления лесоустройством во многом лежат лесоустроительные планшеты, ранее выполненные ручным способом. Ручные технологии изначально не могли обеспечить нужную точность, а многократное воспроизводство лесоустроительных планшетов привело к накоплению и угрублению ошибок в положениях опорных линий (до 60 м и более) и угловой дезориентации геодезических данных (до 12-18 градусов) [4]. Типовые проявления общих ошибок – отклонения направлений квартальных просек, отклонения относительного взаимоположения лесных массивов от их действительного положения на местности и т. п.

Лесные геоданные в той форме, в которой они хранятся в базе геоданных ПО «Укрлеспроект», по точности иногда приближаются к кадастровым данным для границ лесничеств (для каждого лесничества существует государственный акт земельного кадастра, содержащий внешние границы) и реже для границ лесных кварталов, так как внешние границы лесничеств определяются по геодезическим точкам, а лесные кварталы ограничены на местности просеками или иными естественными или искусственными рубежами. Хотя и для границ смежных лесничеств возможны ошибки типа наложения границ (ошибки земельного кадастра, на основании которого ведется лесоустройство), рис. 2.

Границы же объектов внутри лесных кварталов менее точны, как из-за затрудненности наблюдений на местности, так и нечеткой, в сущности, природы лесных объектов.

Кардинальным способом обнаружения и исправления неточностей является ручная сводка между собой границ топологических объектов лесоустройства с выполнением геодезических работ (дополнительный геодезический контроль). Учитывая нечеткую природу объектов лесного хозяйства, а также возможность необоснованно значительных затрат,

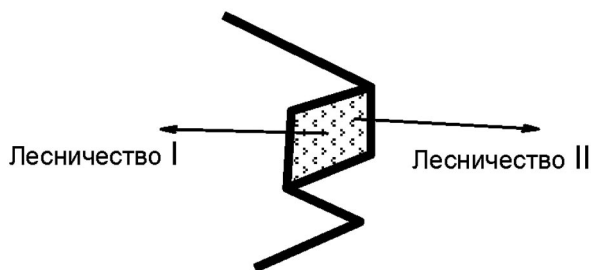


Рис. 2. Пример ошибки земельного кадастра

естественно такую сводку производить в первую очередь для сомнительных топологических объектов. Для обнаружения таких объектов представляется полезным ретроспективный анализ пространственно-временных зависимостей между границами объектов, установленных в разные моменты времени (учитывая принятый в лесоустройстве интервал обновления информации – один год). Пример того, как ретроспективный анализ в топологии может создать сомнение в правильности показан на рис. 3.

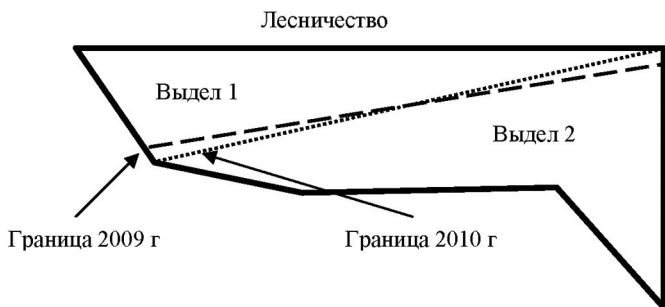


Рис. 3. Пример «подозрительного изменения» в 2009 – 2010 гг

В настоящее время диагностика целостности геоданных системы «ГИС–Леспроект» практически ограничивается контролем «штатных» ошибок топологии ArcGis [3] для отдельного лесничества, как наименьшей территориально-административной единицы. Представляется целесообразным (и закономерным) расширение области диагностики в направлении обнаружения ошибок охватывающих смежные лесничества одного

или различных лесных хозяйств по всей территории Украины. Выявление такого рода ошибок связано с гораздо большей трудоемкостью, вызванной обработкой значительного объема картографических данных.

Выводы и перспективы дальнейших исследований.

Штатные возможности проверки и исправления топологических ошибок современных полнофункциональных ГИС направлены на выявление и корректировку наиболее распространенных ошибок в геоданных.. Так, например, в кадастровой системе учета недвижимости [5] выделяются ошибки, которые могут быть выявлены с помощью средств ArcGis, например, наложения границ участков, пересечение границ участков, контур не должен иметь висячих узлов, «недолет» или «перелет» характерной точки границы земельного участка, земельный участок находится на территории другого кадастрового квартала. Однако, например, не будет выявлена чересполосица, разворот границ и др. Для обнаружения и устранения такого рода ошибок, а также для автоматизации процесса проверки топологии целесообразно создание дополнительных проблемно-ориентированных модулей проверки к штатным возможностям полнофункциональных ГИС. Пример подобного модуля описан в [6].

Особенности геоданных в управлении лесоустройством (нечеткая «морфология» лесных объектов, исторически сложившаяся низкая точность их представления) таковы, что ошибки топологии (в первую очередь, ошибки точности) могут быть предметом повышенного внимания. Хотя для представления лесных объектов потенциально нужна меньшая точность, чем, например, для кадастровой недвижимости, количество и значимость факторов влияния на точность здесь больше. В связи с этим, представляется возможным и перспективным диагностика ошибок топологии на основе нечетких правил, определяющих правдоподобность границ и характера объектов лесоустройства. Важная роль в создании таких правил отводится авторами пространственно-временным отношениям между объектами лесоустройства.

Рецензент – кандидат географічних наук, доцент С. К. Дрич

Литература:

1. Практичне застосування ГІС-технологій для планово-картографічного супроводження лісовпорядкування (на прикладі системи «ГІС-Ліспроєкт») / [Білецький Б. О., Литвинов В. А., Беспалов В. П. та ін.] // Математичні машини і системи. – 2013. – №3. – С. 76 – 86.
2. Майстренко С. Я. Система «ГІС-ЛІСПРОЕКТ» як прототип геоінформаційної складової кадастрової системи [Текст] / С. Я. Майстренко // Математичні машини і системи. – 2015. – №3. – С. 93-99.
4. Капралов Е. Г. Геоинформатика / Капралов Е. Г., Кошкарев А. В., Тикунов В. С. — М. : Academia, 2005 — 448 с.
3. ArcGIS 10. Geodatabase topology rules and topology error fixes [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/Geodatabase_topology_rules_and_topology_error_fixes/001t000000sp000000.
5. Овчинникова А. Классификация кадастровых ошибок / А. Овчинникова [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.zemvest.ru/jurnal/archiv-jurnala/9-2013/07>.
6. Федорова Н. Модуль проверки пространственных данных на наличие топологических ошибок [Электронный ресурс] / Н. Федорова. – Режим доступа : <http://www.itpgrad.ru/node/1575>.

С. Я. Майстренко, Л. В. Літвінов, К. В. Хурцілава

ТИПОВІ ПРАВИЛА КОРЕКТНОСТІ ТОПОЛОГІЇ В ГЕОДАНИХ І ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В СФЕРІ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА НА ПРИКЛАДІ СИСТЕМИ «ГІС-ЛІСПРОЕКТ»

Визначено роль сучасних ГІС в обробленні картографічної та тематичної інформації. Вказано джерела даних, які використовуються для виготовлення географічних основ цих програмних комплексів. Визначено набір правил перевірки топологічних залежностей картографічної БД лісовпорядкування. Проведено аналіз можливостей виявлення прихованих помилок інформаційних ресурсів ГІС у сфері лісового господарства та визначено напрям розвитку спеціалізованого модуля діагностики помилок на прикладі системи «ГІС-Ліспроєкт». Виокремлено види помилок, які можуть бути виявлені за допомогою засобів ArcGIS. Також вказано помилки, недоступні для виявлення з

використанням автоматизації. Запропоновано рішення з усунення таких недоліків.

Ключові слова: ГІС, картографія, топологія, геодані, лісове господарство, ліспроєкт, лісовпорядкування, ArcGIS, модуль.

S. Maystrenko, L. Litvinov, K. Khurtsilava

STANDARD TERMS OF CORRECTNESS topology in GEODATABASE AND THEIR APPLICATION TO THE FIELD OF FORESTRY IN THE CASE OF «GIS LESPROEKT»

The role of modern GIS in processing of cartographic and thematic information are defined. Specified the data sources which are used for the production of geographical bases of the software systems. It defines a set of validation rules of topological dependencied for mapping forest inventory database. The analysis of the detecting possibility of hidden errors in GIS information resources in forestry and determined the development direction of the specialized module diagnostic error on the example of «GIS Lisproekt» system. Obtained types of errors which can be detected by means of ArcGIS. Also there are pointed on errors which are not available for detection using automation. Proposed solution to address these shortcomings.

There are established the means of checking and correction of topological errors in modern GIS which designed to identify and correct the most common errors in geodata. For example, in the cadastre of real estate registration system the errors which are highlighted can be detected by ArcGis means, for example, imposing boundaries areas, the intersection of boundaries, outline, must not have dangles, «undershoot» or «flight» characteristic points of the boundary of land, land is on the territory of another cadastral quarter. However, for example, it will not be revealed patchwork, turning borders and other. In order to detect and eliminate such errors, as well as to automate topology verification process it is advisable to create additional domain-specific testing to regular full-featured GIS capabilities modules. An example of such module is described in [6].

There are defined the features of geodata in the management of forest management (Fuzzy 'morphology' of forest sites, historically low accuracy of their representations) are such that the topology errors (primarily accuracy error) may be the subject of increased attention. Although the forest to represent objects potentially requires less accuracy than, for example, real estate cadastre, the number and

importance of factors influence the accuracy of here anymore. In this connection, it is possible and promising diagnostics topology errors based on fuzzy rules that define the boundaries of plausibility and the nature of forest management projects. The smportant role in the creation of these rules are given to the authors of the spatial and temporal relationships between objects of forest management.

Keywords: GIS, cartography, topology, geodata, forestry, Lisproekt, forest management, ArcGIS, module.

Надійшла до редакції 14 березня 2016 р.