

## ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ГЕОДААННЫЕ, ИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА В ЗАДАЧАХ ПЛАНОВО-КАРТОГРАФИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ЛЕСОУСТРОЙСТВА

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

---

**Анотація.** Розглядаються питання вибору типу просторово-часової моделі даних для адекватного опису предметної області, наводиться перелік основних вимог до формування карт-матеріалів, описані функціональні особливості системи планово-картографічного супроводу лісовпорядкування.

**Ключові слова:** просторово-часові моделі даних, геоінформаційні системи, лісовпорядкування.

**Аннотация.** Рассматриваются вопросы выбора типа пространственно-временной модели данных для адекватного описания предметной области, приводится перечень основных требований к формированию карт-материалов, описаны функциональные особенности системы планово-картографического сопровождения лесоустройства.

**Ключевые слова:** пространственно-временные модели данных, геоинформационные системы, лесоустройство.

**Abstract.** The problems of selecting the type of space-temporal data model for an adequate description of the subject area are considered, a list of basic requirements for the formation of card materials is contained, the functional features of the system of planning and cartographic support forest management are described.

**Keywords:** space-temporal data model, geoinformation systems, forest management.

### 1. Введение

В последнее время происходит активное развитие пространственно-временных геоинформационных систем (ПВ ГИС) [1]. Географические (пространственные) данные составляют более половины объема всей информации, используемой организациями, занимающимися разными видами деятельности, в которых необходим учет пространственного размещения объектов. ГИС ориентирована на обеспечение возможности принятия оптимальных управленческих решений на основе анализа пространственных данных.

Современные ГИС расширили использование карт за счет хранения графических данных в виде отдельных тематических слоев, а качественных и количественных характеристик составляющих их объектов – в виде баз данных. Такая организация информационных ресурсов ГИС, при наличии гибких механизмов управления ими, обеспечивает принципиально новые аналитические возможности в целом и, в частности, в задачах управления лесным хозяйством государства.

Концептуальной основой представления и обработки пространственно-временных геоданных являются пространственно-временные модели (ПВ-модели). Статья посвящена обзору основных видов ПВ-моделей и описанию решений по представлению пространственно-временных геоданных в задачах планово-картографического сопровождения лесоустройства в специализированной ГИС «Укррослеспроект».

### 2. Виды ПВ-моделей

В настоящее время существуют несколько видов моделей, описывающих пространственно-временные данные. В общем случае с течением времени могут (или нет) изменяться морфология, топология и атрибуты объектов. В зависимости от типов изменений возмож-

ны различные сценарии поведения в пространственно-временных моделях (рис. 1) [2]. Поэтому не существует одной универсальной модели, одинаково эффективной для всех типов изменений.

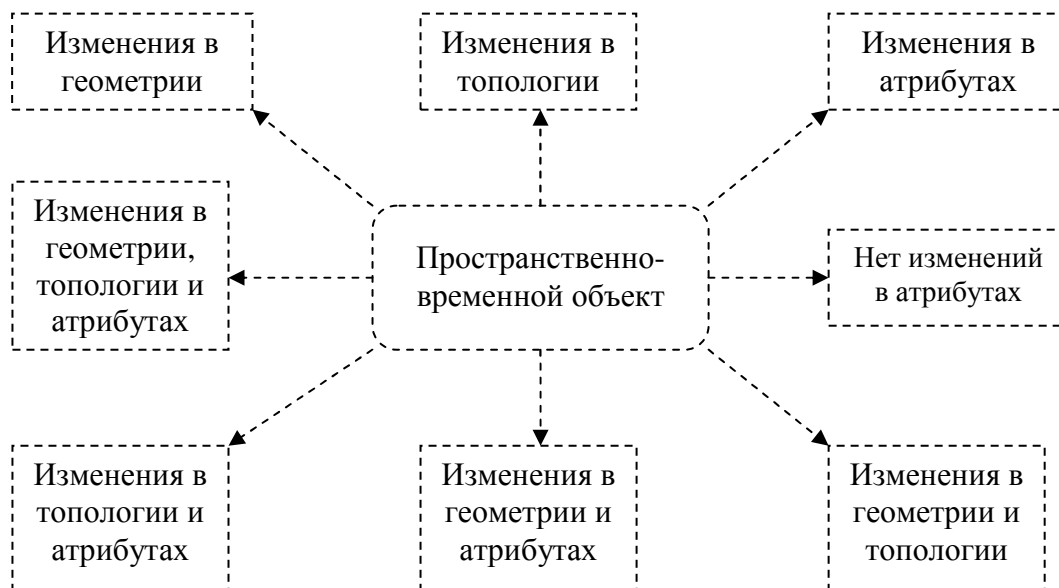


Рис. 1. Возможные типы изменений пространственно-временного объекта

Каждая из существующих ПВ-моделей по отношению к конкретному приложению имеет как свои преимущества, так и недостатки. Разнообразие существующих ПВ-моделей представлено следующими их видами [2–4].

Модель снимка (The Snapshot Model) является одной из наиболее простых пространственно-временных моделей данных. Временная информация включена в эту модель данных посредством временных слоев, представляющих собой совокупность однотипных пространственных объектов в различные моменты. Её основные особенности следующие: хранение данных с регулярным интервалом времени; отдельные наборы данных для каждого определенного интервала времени; не зависящая от времени (cross time) классификация объектов хранения данных. В данной модели отсутствует описание изменений геометрических объектов с течением времени, а каждый снимок характеризует состояние в определенный момент. Однако для определения отличий между слоями в разные моменты времени необходимо проведение исчерпывающего сравнения; для каждого временного интервала выполняется полный снимок, дублирующий все неизменные данные. В то же время, для задач, в которых нет необходимости проводить сравнительный анализ слоев во времени, а необходимо лишь получение исчерпывающей информации на конкретный момент, такая ПВ-модель является достаточно приемлемой.

В [5] приводится описание аналогичной модели Time Layers.

В композитной ПВ-модели данных (The Space-Time Composite (STC) Data Model) все строки в пространстве и времени проецируются на пространственную плоскость и, пересекаясь друг с другом, создают полигональную сетку. Каждый полигон в этой сетке представляет собой атрибут, имеющий свою историю изменений во времени. Каждая новая линия пересекается с уже существующими линиями, формируя новый полигон. При этом, когда происходит деление объекта на два с новыми идентификаторами, по всей базе данных необходимо произвести замену идентификатора атрибута на один или два новых.

### *Модель данных, основанная на простой фиксации времени (Data Models based on Simple Time-Stamping)*

В этой модели для каждого объекта фиксируется время создания и удаления. Изменение объекта во времени описывается как текущая версия с набором ссылок на предыдущее состояние и будущее (по расписанию). В данной модели хранятся только базовое состояние объекта и его изменения. Основное преимущество этого подхода состоит в том, что здесь легко получить информацию о состоянии объекта в любое определенное время. Недостатком является то, что в этом случае трудно получить историю изменений.

Подобная модель данных – Модель временных серий (Time Series) [6]. Это модель с базовым состоянием и последующими изменениями. В отличие от модели снимка, здесь также хранятся только базовое состояние объекта и его изменения через нерегулярные, в общем случае, промежутки времени. Таким образом, модель временных серий содержит гораздо меньше избыточных данных. Еще одной модификацией модели является Модель временного куба [6], где для отображения времени используется Z-координата. Такую модель часто используют для отслеживания перемещения точечных объектов во времени.

### *Событийно-ориентированная модель (Event-Oriented Models)*

В предыдущей модели невозможно определить отдельные изменения или события в наборе данных. Одним из способов решения проблемы является представление событий в явном виде. В данной модели все изменения регистрируются в журнале транзакций данных, в котором хранится вся необходимая информация для пространственно-временной системы. В базе данных сохраняется текущее состояние, а для отслеживания истории изменений используется «перематка» журнала транзакций в обратном направлении.

### *Трехдоменная модель (The Three-Domain Model)*

В данной модели семантика, пространство и время представлены тремя отдельными доменами, имеющими связи для описания географических процессов и явлений. В семантической области хранятся однозначно идентифицируемые объекты, которые соответствуют человеческим представлениям независимо от их пространственной и временной характеристики. Отдельно определены пространственный и временной домены для пространственно-временных данных. Связи между пространством и временем описаны с помощью различных семантик. Преимуществом модели является возможность отслеживания изменений во времени, в отличие от многих существующих моделей, которые обрабатывают либо предыдущее состояние объектов или, как в большинстве случаев, последнее. Данная модель стала революцией в развитии пространственно-временных баз данных, так как это была первая успешная попытка отдельной записи описательных характеристик от пространственных и временных атрибутов.

### *Модель исторического графа (The History Graph Model)*

Основная цель модели исторического графа заключается в выявлении и отображении всех видов изменений объекта во времени и осуществление управления как объектами, так и событиями. Объекты делятся на три категории: непрерывно изменяемые; объекты, которые в основном статические, но могут изменяться посредством событий, имеющих определенную длительность, и объекты, которые всегда статичны и изменяются только вследствие внезапных событий. Обозначения в графе используются для визуализации пространственной и другой информации об объекте во времени. Каждая версия объекта определяется парой значений, описывающих интервал времени, в котором состояние объекта не изменяется. В данной модели объединяются, дополняя друг друга, подходы событийно-ориентированной модели и модели данных, основанной на простой фиксации времени, позволяющие управлять как событиями, так и объектами.

### *ПВ-модель «сущность-связь» (The Spatio-Temporal Entity-Relationship (STER) Model)*

Данная модель является одной из первых, самых известных концептуальных моделей баз данных, в которую впоследствии была включена пространственно-временная информация. Модель может оперировать со сложными наборами геосущностей со взаимосвязанными пространственными и временными семантиками, такими как описание атрибутов и отношения между множествами сущностей. Однако, несмотря на то, что модель подходит для пространственно-временных приложений, временная семантика в ней не является достаточно гибкой, чтобы удовлетворять требованиям пространственно-временной базы данных, так как здесь отсутствует возможность оценки изменения процессов во времени и не определено, является ли пространственный объект статическим или динамическим.

### *Модель объект-отношения (Object-Relationship (O-R) Model)*

Развитию концептуального уровня пространственно-временных моделей баз данных способствовала необходимость обеспечения более реалистичного описания изменений процессов реального мира в пространстве и времени. В модели объект-отношения описываются процессы, которые действуют на геометрические атрибуты объекта, а также их изменения в пространстве и времени.

### *Пространственно-временная объектно-ориентированная модель данных (Spatio-Temporal Object-Oriented (O-O) Data Models)*

Эта модель объединяет понятие пространство-время с идеей применения объектно-ориентированного подхода к проектированию модели данных. Здесь пространственно-временной объект выделяется в независимый блок, который инкапсулирует характеристики объекта, пространства, атрибут-характеристики, связанные с изменением объекта, а также его связь с другими объектами. В модель вводится понятие управления версиями для интеграции объектов и событий. Выделяются два основных уровня управления версиями: версия и конфигурация. В основе предлагаемой модели лежат четыре основные предпосылки: каждый объект должен иметь первоначальный вариант; на версии объекта накладывается иерархическая структура; различные варианты объектов обозначают различные экземпляры объектов; каждая следующая версия отличается от предыдущей.

### *Модели данных движущихся объектов (Moving Object Data Models)*

В модели данных движущихся объектов пространственно-временные данные рассматриваются как совокупность движущихся объектов: точек и полигонов. Время здесь рассматривается как неотъемлемая часть пространственного объекта, изменяющегося как в пространстве, так и в движении. То есть геометрия объекта может изменяться не только дискретно, но и постоянно. В этом случае говорят о движущихся объектах, для которых с течением времени может изменяться не только положение объекта, но также может увеличиваться или уменьшаться сам полигон. Для описания движущихся точек и полигонов, которые рассматриваются как трехмерные (2D + время) объекты, в модели введены абстрактные типы данных с набором операций.

## **3. Представление и обработка пространственно-временных данных в задачах планово-картографического сопровождения**

Приведенные выше пространственно-временные модели геоданных различаются полнотой, формализацией, наличием реализации, использованием в качестве основы для определения и разработки ПВ-модели пространственной или временной модели и др. Сравнительный анализ моделей по различным показателям [2] показал, что для решения задачи планово-картографического сопровождения лесоустройства Украины ПО «Укргослеспроект» подходит Модель снимка. В рассматриваемой специализированной ГИС:

- принято хранение данных с регулярным интервалом времени один год;
- для подготовки карт-материалов к печати необходимо выполнение сложных запросов для получения различной атрибутивной информации. Выполнение такого рода запросов затруднительно или вовсе невозможно при использовании таких моделей данных, как Модель данных, основанная на простой фиксации времени, Модель временных серий или Модель временного куба, хотя они и исключают хранение дублирующей информации;
- нет необходимости в проведении анализа изменений во времени атрибутов, топологии и геометрии объектов;
- в задаче отсутствуют движущиеся объекты.

### 3.1. Технология ведения лесоустройства и взаимосвязь основных подсистем

Условно процесс ведения лесоустройства ПО «Укргослеспроект» можно разбить на ряд взаимосвязанных этапов:

- формирование начальной семантической и картографической информации для лесничеств (проведение полевых работ, получение и обработка аэрофотоснимков и т.д.);
- сохранение текущей информации в локальных базах данных и формирование выходных бумажных документов;
- накопление картографических и семантических (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. 2 представлена схема взаимосвязи подсистем, обеспечивающих на данный момент решение задач ПО «Укргослеспроект» по лесоустройству.

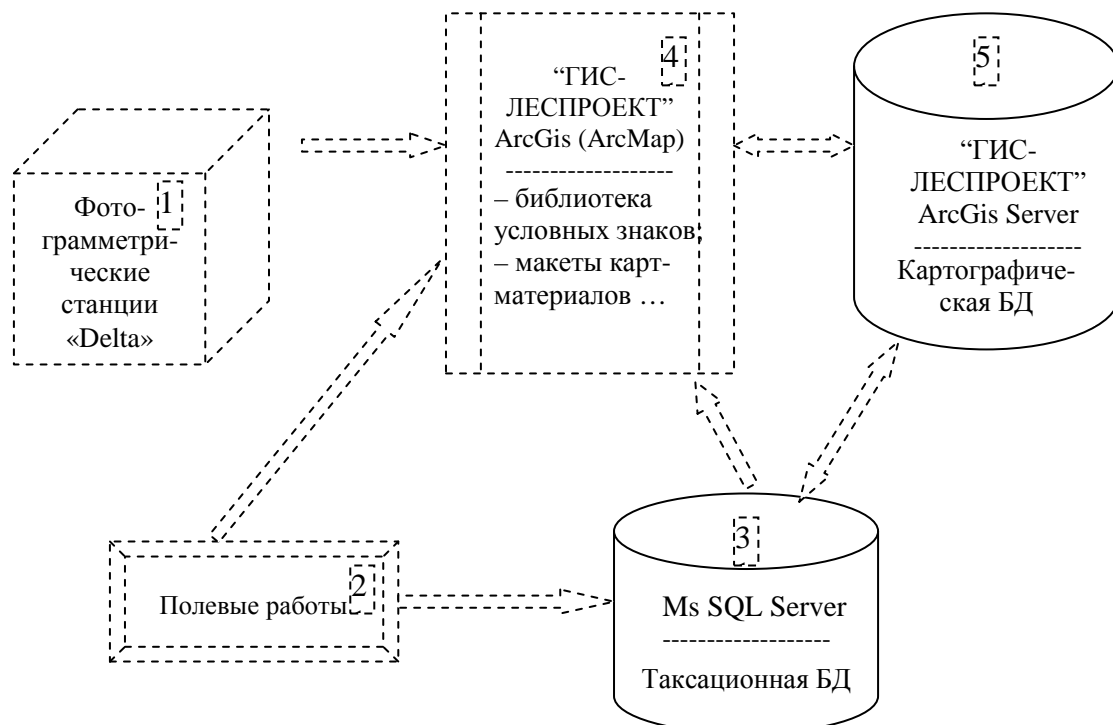


Рис. 2. Схема взаимосвязи подсистем ПО «Укргослеспроект»

Блоки 1–3 были созданы ранее и эксплуатируются ПО «Укргослеспроект» для решения задач картографирования и хранения таксационной и другой атрибутивной информации.

А именно:

– блок 1 используется для получения входных данных с помощью дистанционного зондирования (аэрофотосъемка местности с последующей обработкой снимков на цифровой фотограмметрической станции);

– блок 2 позволяет получать материалы полевых изысканий территорий (данные топографических, инженерно-геодезических исследований и др.);

– блок 3 используется для накопления и хранения атрибутивных данных (таксационные описания, учет лесного фонда и др.).

Блоки 4–5 представляют собой компоненты системы «ГИС-ЛЕСПРОЕКТ»:

– блок 4 предназначен для автоматизации процесса создания пакета карт-материалов (планшетов, тематических лесных карт распределения насаждений по породам и группам возраста, типам леса, противопожарным мероприятиям и другим показателям по запросу пользователя);

– блок 5 – компонента, обеспечивающая хранение картографической базы данных и автоматизированную систему генерации запросов к данной БД.

Рассматриваемая специализированная система «ГИС-ЛЕСПРОЕКТ» предназначена для автоматизации процесса обработки цифровых картографических материалов и решения задач лесоустройства национальных лесных ресурсов Украины. Система реализована как набор дополнительных специализированных компонент стандартных средств ArcGis фирмы ESRI США (ArcMap, ArcEditor, ArcSde, ...). ArcGis – это полнофункциональная масштабируемая геоинформационная платформа, в которую встраиваются дополнительно разработанные компоненты системы «ГИС-ЛЕСПРОЕКТ», реализующие специализированные функции ГИС для ведения лесного хозяйства Украины. На уровне информационных потоков система «ГИС-ЛЕСПРОЕКТ» взаимодействует с другими подсистемами (рис. 2, блоки 1–3) ведения лесоустройства ПО «Укрлеспроект». Так, источником начальных картографических данных для системы «ГИС-ЛЕСПРОЕКТ» (набор shp-файлов лесничеств) служат данные, обрабатываемые на фотограмметрических станциях «Delta» (рис. 2, блок 1), за исключением тематических слоев z-переходов и грунтово-типологических выделов, которые автоматически создаются системой «ГИС-ЛЕСПРОЕКТ» на основании картографической и таксационной информации. Совмещенная таксационная и другая семантическая поведельная информация хранится в реляционной базе данных (рис. 2, блок 3). Для внесения необходимых изменений в картографические данные используются результаты полевых работ (рис. 2, блок 2).

### **3.2. Особенности технологической последовательности формирования карт материалов ПО «Укрлеспроект»**

Все уровни управления лесным хозяйством используют лесные тематические карты. Вид, форма и назначение этих карт разнообразны. Со временем пришли к определенной унификации и стандартизации специализированных тематических карт; к разработке средств автоматизации для изготовления и тиражирования планово-картографических материалов лесоустройства. Так, основными видами карт-материалов, изготавливаемых ПО «Укрлеспроект», есть планшеты (масштаб 1:10000, 1:5000), различные тематические планы лесничеств (масштаб 1:25000, 1:10000), а также тематические карты-схемы для лесхозов и областей Украины (масштаб 1:100000).

Как упоминалось выше, в настоящее время ГИС оперирует с наборами тематических слоев. Для сферы лесоустройства это такие слои, как границы лесничеств, кварталов, выделов, различные дороги, объекты гидрографии и др. (всего в ПО «Укрлеспроект» предусмотрено использование 255 первичных и 103 агрегированных слоев, где однотипные тематические слои объединяются для удобства формирования карт-материалов в

группы. Например, газопроводы, линии электропередач, линии связи, нефтепроводы и водопроводы объединяются в один тематический слой – коммуникаций и др.).

Основные требования ПО «Укргослеспроект» к формированию карт-материалов заключаются в следующем. Для каждого вида карт-материалов:

- 1) установлены масштабы (один или несколько) вывода;
- 2) определены набор тематических слоев и свод правил нанесения условных знаков в соответствии с классификатором и технологической инструкцией по изготовлению;
- 3) печать карт-материалов должна осуществляться на листы определенного формата (один лист или серия листов по типу атласа);
- 4) деление карты на отдельные листы (положение и количество листов) определяется Пользователем в интерактивном режиме;
- 5) должна быть предусмотрена возможность компоновки составных листов из территориально отстоящих частей тематических слоев с сохранением координатной привязки;
- 6) граница изображения на отдельном листе определяется контуром (границей) размещенных в нем кварталов лесничеств;
- 7) внерамочное оформление отдельных листов может отличаться и должно сохраняться в БД для последующего использования;
- 8) разработан набор правил вывода надписей как для объектов тематических слоев, так и для карт-материалов в целом. Надписи могут выводиться в виде дроби:  $\frac{\text{показатель1}}{\text{показатель2}}$  или  $\frac{\text{показатель1}}{\text{показатель2} : \text{показатель3}}$ , строки: «показатель1» или «показатель1 – показатель 2»;
- 9) для отдельных надписей одного и того же тематического слоя должны быть предусмотрены возможности изменения (выбора Пользователем) типа вывода и изменения точки размещения на карте (определяется Пользователем);
- 10) обеспечение интеллектуализованного и производительного интерфейса системы [7–9].

В дополнение к перечисленным требованиям на некоторых карт-материалах должны присутствовать экспликации, формируемые с помощью системы запросов к таксационной БД.

### 3.3. Реализация специализированных требований к созданию карт-материалов

Анализ возможностей таких полнофункциональных ГИС, как «Лесные ресурсы» (Беларусь, [10]) и "ТороL-L2" (Россия, на основе "ТороL-L" Чехия, [11]), показал, что их применение для удовлетворения перечисленных специфических требований не представляется возможным без дополнительной доработки программного обеспечения. С целью реализации специфики ведения лесоустройства ПО «Укргослеспроект» была создана специализированная система «ГИС-ЛЕСПРОЕКТ» [12, 13].

Для корректного отображения тематических слоев карт-материалов в системе «ГИС-ЛЕСПРОЕКТ» создан Классификатор условных знаков объектов лесоустройства (УЗОЛ), совместимый с государственным классификатором топографической информации Украины, и программные средства использования классификации в среде ArcGis (см. требование 2). В частности, классификатор реализован как файл стилей с делением знаков по категориям: планшет, план, карта-схема (рис. 3).

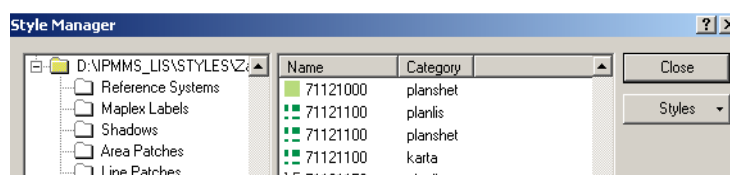


Рис. 3. Классификатор условных знаков

Кроме того, во многих случаях перед нанесением на карту необходима комбинация нескольких символов Классификатора. ArcGis в ручном (не приемлемом для обработки больших объемов информации) режиме позволяет компоновку до трех символов. Однако для удовлетворения требования 2, в части выполнения технологической инструкции по изготовлению карт-материалов, этого оказывается недостаточно. Так, в некоторых случаях есть необходимость соединения четырех знаков и больше. Например, соединение таких знаков, как «контур выдела лесничества», «насаждения на сырых и мокрых местах», «главная порода леса», «несомкнутые лесные культуры» и наличие «срубов». Техническое решение этой задачи обеспечивается системой «ГИС-ЛЕСПРОЕКТ».

Для создания атласов или альбомов карт, каковыми условно можно назвать карт-материалы, изготавливаемые ПО «Укргослеспроект» в печатном виде или в формате Adobe PDF, ArcGis предоставляет набор инструментов. Как известно, альбом (или атлас) – это совокупность страниц, которые вместе выводятся на экспорт или на печать. Многие из этих страниц содержат карты, но некоторые страницы могут содержать какой-либо текст, информацию в табличном виде, таблицу содержания или титульные листы и другие виды данных. В ArcGIS предусмотрен механизм многостраничной компоновки (Data Driven Pages), который позволяет разделить карту на листы нужного формата. Однако данный инструментарий не позволяет удовлетворить требования 3–8 (см. список требований к созданию карт-материалов).

Для решения этих задач (выполнение требований 3–5 для таких карт-материалов, как планшеты и планы лесничеств) в системе «ГИС-ЛЕСПРОЕКТ» разработан и реализован механизм «раскроя» лесничества на отдельные листы выбранного Пользователем формата (A1/A4), ориентации страницы (книжная/альбомная) и масштаба. При этом обеспечивается выполнение необходимого условия размещения кварталов лесничества на получаемые при «раскрое» листы. А именно для планшетов: квартал должен «попадать» на лист целиком; для планов: квартал может «попадать» на лист как целиком, так и частично. При выполнении действий по «раскрою» лесничества существует также возможность создавать составные листы с сохранением координатной привязки объектов. Аналогичный «раскрой» может выполняться не для всего лесничества, а для его отдельных частей – мастерских участков и обходов. На рис. 4 изображен начальный этап «раскроя» лесничества для формирования планшетов. А именно, создание первого основного, в данном случае составного листа (прямоугольник № 1 большего размера).

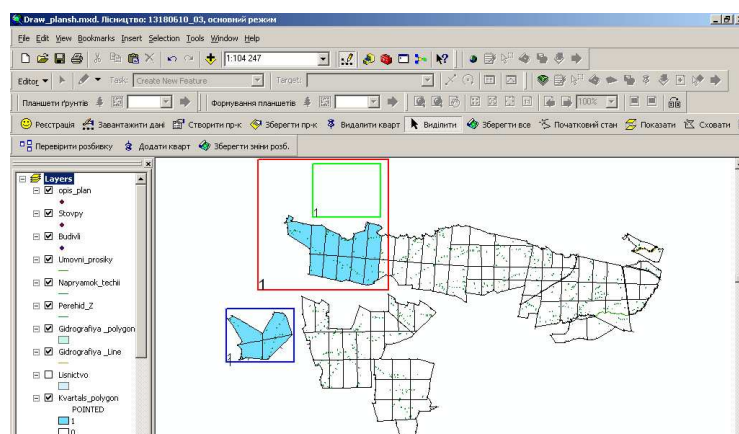


Рис. 4. Начальный этап «раскроя» лесничества

Лист 1 имеет один (в общем случае может быть несколько) вложенный прямоугольник (лист меньшего размера). Причем, меньший прямоугольник с номером 1 внутри первого листа определяет набор помещаемых в него кварталов, а соответствующий прямо-



угольник с номером 1 вне основного листа – местоположение данного вложенного листа в рамках основного составного листа при подготовке документа к печати.

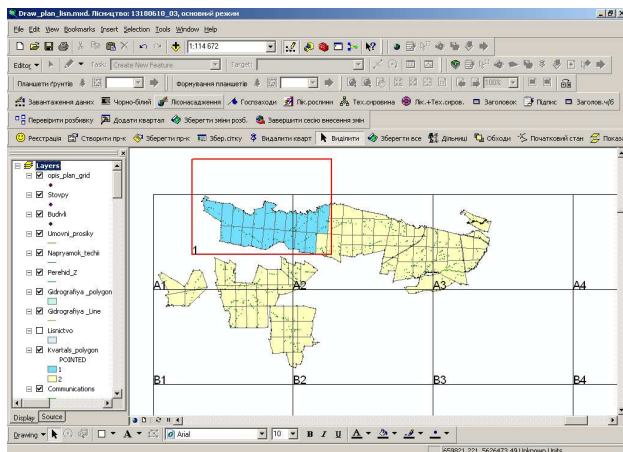


Рис. 5. Пример комбинированного «раскроя»

Для удовлетворения требований 6 и 7 в системе «ГИС-ЛЕСПРОЕКТ» создана компонента, позволяющая при подготовке листов к печати выполнять удаление «лишних» для конкретного листа фрагментов карты и обеспечивать хранение внерамочного оформления листов (номер планшета, область, район, лесхоз, лесничество, масштаб, начальник партии, геодезист, инженер и др.).

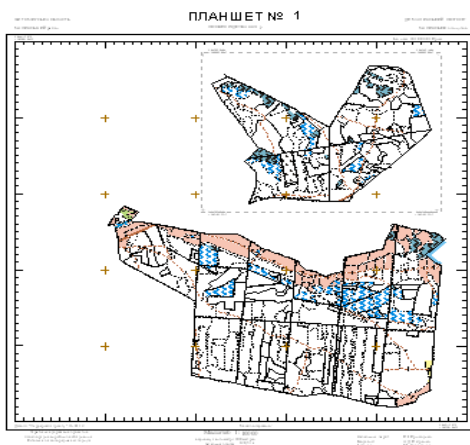


Рис. 6. Макет планшета



Рис. 7. Сохранение координатной привязки

В реализации применяется создание временной персональной базы геоданных. Как известно, база геоданных – это «контейнер», использующийся для хранения совокупности наборов данных.

Персональная база геоданных – один из трех существующих в ArcGis видов баз геоданных, где каждый набор данных хранится в виде файла, который может увеличиваться по объему вплоть до 1 ТБ. Использование персональной базы геоданных вместо простого набора шейп-файлов позволило значительно ускорить процесс подготовки листа к печати. При этом для вложенных листов сохраняется координатная привязка.

При подготовке листов к печати необходимо обеспечить наполнение карт-материалов таксационной и другой семантической информацией в соответствии с инструкциями по изготовлению тематических карт-материалов. Так, на данный момент в системе «ГИС-ЛЕСПРОЕКТ», согласно инструкциям, реализовано формирование таких карт-материалов:

- планшеты;
- планы лесничеств по видам: черно-белые, по лесонасаждениям, по проводимым лесохозяйственным мероприятиям, по видам лекарственных растений, технического сырья, типам леса, типам грунтов и типам подстилающих пород;
- карты-схемы по видам: черно-белые, по господствующим породам, по проводимым противопожарным мероприятиям, по подкатегориям и категориям лесов, по радиоактивному загрязнению;
- карты-схемки по видам: деление территории на лесничества, на мастерские участки и обходы, зоны радиоактивного загрязнения, по местным органам власти, деление лесов по категориям, подкатегориям, разрядам такс, проводимым противопожарным мероприятиям.

Как отмечалось выше, для каждого из видов карт-материалов предусмотрены определенный набор и вид отображения надписей тематических слоев [14]. Для этих целей в ArcGis реализована возможность задавать/изменять для каждого тематического слоя свойства для отображаемых надписей (Layer Properties).

Например, выбор поля или набора полей атрибутивной таблицы слоя, которые будут служить источником данных для надписей. Так, для надписей слоя выделов лесничества можно выбрать номер выдела и площадь в виде «номер выдела – площадь».

В этом случае ArcGis обеспечит однотипный вывод всех надписей указанного слоя в точки, определяемые геометрией выделов и алгоритмами поиска «оптимальной» точки для размещения надписей (рис. 8). Однако здесь не могут быть удовлетворены требования 8–9 по выводу надписей в виде дроби и обеспечения возможности выбора различных типов вывода надписей для одного тематического слоя. Данная возможность реализована в системе «ГИС-ЛЕСПРОЕКТ» (рис. 9).

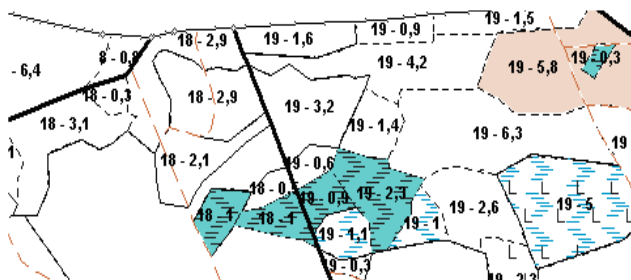


Рис. 8. Надпись из двух атрибутов

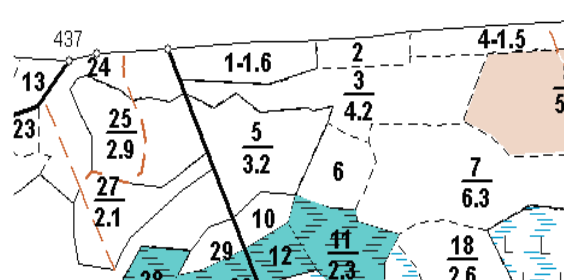


Рис. 9. Стандартные надписи ArcGis

Кроме того, при одновременном нанесении надписей для нескольких тематических слоев в некоторых случаях возможно скопление надписей на одном участке и карта может утратить «читаемость». Для устранения таких проблем в системе предусмотрена возможность редактирования и фиксации местоположения отдельных надписей в интерактивном режиме. Отметим, что стандартные средства ArcGis не позволяют решать такие задачи. Данная функция проиллюстрирована на рис. 10 и 11.

Для выдела № 7 были изменены вид и местоположение надписи:

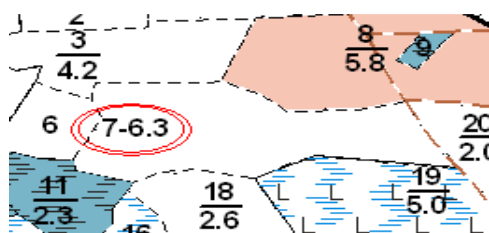


Рис. 10. Начальный вид/положение надписи

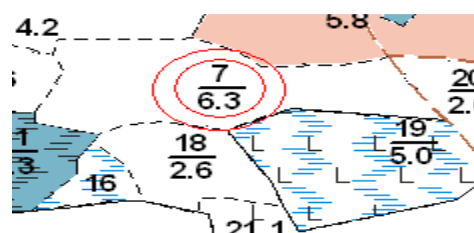


Рис. 11. Измененный вид/положение надписи

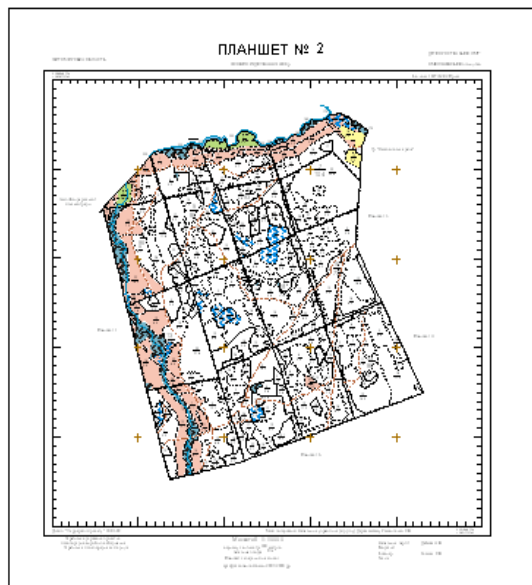


Рис. 12. Подготовленный к печати планшет

Таким образом, в системе «ГИС-ЛЕСПРОЕКТ» спроектирована и реализована технологическая последовательность формирования карт материалов: раскрой лесничества на листы, нанесение необходимых условных знаков и надписей, создание законченных образов планшетов/планов/карт-схем в соответствии с требованиями инструкции ПО «Укр-гослеспроект». Печать указанных карт-материалов выполняется стандартными средствами ArcGIS с использованием набора созданных в рамках системы «ГИС-ЛЕСПРОЕКТ» шаблонов. Отметим также, что применение подготовленных шаблонов в сочетании с соответствующим программным кодом позволяет обеспечить удовлетворение требования 10 к изготовлению карт-материалов. Пример готового планшета приведен на рис. 12.

#### 4. Заключение

Семилетний опыт эксплуатации системы «ГИС-ЛЕСПРОЕКТ» показал, что применение пространственно-временной «Модели снимка» в полной мере обеспечивает решение задач сопровождения планово-картографического сопровождения лесоустройства.

Создание системы «ГИС-ЛЕСПРОЕКТ» как специализированного дополнения к полнофункциональной масштабируемой геоинформационной платформе ArcGIS позволяет использовать как стандартные, так и специализированные функции ГИС. При этом:

- применение Классификатора условных знаков объектов лесоустройства, совместимого с государственным классификатором топографической информации Украины, повышает «читаемость» карт-материалов;

- разработка гибкого инструментария для выполнения разбивки лесничества на листы позволяет Пользователю создавать наиболее приемлемую конфигурацию раскроя;

- использование разработанной подсистемы формирования надписей в случае необходимости позволяет применять для одного тематического слоя различные виды надписей, скомбинированных из нескольких атрибутивных показателей, а также изменять и сохранять их положение для отдельных объектов слоя. Данная возможность позволяет избежать наложения или близкого расположения надписей, в том числе и при одновременной выдаче надписей для нескольких тематических слоев.

Дополнительные функции системы «ГИС-ЛЕСПРОЕКТ» по подготовке листов к печати обеспечивают возможность исключения «лишней» для каждого конкретного листа картографической информации. Так, например, тематические слои гидрографии или коммуникаций не будут выходить за границы кварталов данного листа (по границе квартала будет выполняться «обрезка» данных тематических слоев и ортофотопланов).

Планируется развитие системы в направлении создания геопортала лесных ресурсов как средства обеспечения публичного доступа к информационным ресурсам.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геоинформатика. Толковый словарь основных терминов / Берлянт А.М. [и др.]. – М.: ГИС-Ассоциация, 1999. – 204 с.
2. Literature Review of Spatio-Temporal Database Models / N. Pelekis, B. Theodoulidis, I. Kopanakis [et al.] // The Knowledge Engineering Review. – 2004. – Vol. 19, Issue 3. – P. 235 – 274.

3. Spatio-Temporal Databases [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www-users.cs.umn.edu/~lmani/spatial/HW5-B4.pdf#page=4&zoom=auto,-100,695>.
4. Nandal R. Spatio-Temporal Database and Its Models: A Review / R. Nandal // IOSR Journal of Computer Engineering (IOSR-JCE). – 2013. – Vol. 11, Issue 2. – P. 91 – 100.
5. Merrick Lex Berman +gis +time +web [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.fas.harvard.edu/%7Echgis/work/docs/papers/HVD\\_GOV1003\\_20130304.pdf](http://www.fas.harvard.edu/%7Echgis/work/docs/papers/HVD_GOV1003_20130304.pdf).
6. Merrick Lex Berman CHGIS Version 2.0 – Time Series [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.fas.harvard.edu/%7Echgis/work/docs/papers/lex\\_abcd\\_03.zip](http://www.fas.harvard.edu/%7Echgis/work/docs/papers/lex_abcd_03.zip).
7. Кузьменко Г.Е. Декомпозиция ментальных операторов в моделях GOMS-KLM применительно к интерфейсу пользователя в задачах ввода и контроля данных / Г.Е. Кузьменко, В.А. Литвинов, И.Н. Оксанич // Девятая междунар. научная конф. им. Т.А. Таран «Интеллектуальный анализ информации». – К., 2009. – С. 205 – 206.
8. Интеллектуализованный интерфейс пользователя информационно-поисковой системы в задаче поиска «по образцу» с упреждающей подсказкой и оценка его трудоемкости / Г.Е. Кузьменко, В.А. Литвинов, С.Я. Майстренко [и др.] // Математичні машини і системи. – 2011. – № 1. – С. 61 – 71.
9. Белоус Л.В. Модель упреждающей подсказки в интерфейсе пользователя / Л.В. Белоус, В.А. Литвинов, С.Я. Майстренко // Математичні машини і системи. – 2004. – № 3. – С. 156 – 163.
10. ГИС «Лесные ресурсы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belinvestles.by/GIS.html>.
11. Геоинформационная система (ГИС) ТороL-L [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lesis.ru>.
12. Практичне застосування ГІС-технологій для планово-картографічного супроводження лісовпорядкування (на прикладі системи «ГІС-Ліспроєкт») / Б.О. Білецький, В.А. Литвинов, В.П. Беспалов [та ін.] // Математичні машини і системи. – 2013. – № 3. – С. 76 – 86.
13. Білецький Б.О. Деякі аспекти використання засобів ГІС для автоматизації процесу оброблення картографічної інформації лісовпорядкування / Б.О. Білецький, В.П. Беспалов // Зб. доп. наук.-практ. конф. з міжнар. участю «Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика». – Київ, 2009. – С. 90 – 93.
14. Білецький Б.О. Автоматизація процесу формування підписів на картографічних документах лісовпорядкування / Б.О. Білецький, В.П. Беспалов // Зб. доп. наук.-практ. конф. з міжнар. участю «Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика». – Київ, 2012. – С. 157 – 159.

*Стаття надійшла до редакції 25.02.2015*