	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет»	Приложение к ОПОП ВО
		Методические указания

Кафедра лесоводства и ландшафтного дизайна

Б1.В.03 ГИС В ЛЕСОУПРАВЛЕНИИ
Методические указания к практическим занятиям

Направление подготовки
35.04.01 Лесное дело

Профиль подготовки
Лесоуправление, лесоустройство и ГИС-технологии в лесном хозяйстве

Квалификация (степень) выпускника **Магистр**

(бакалавр, специалист, магистр)

Уфа - 2023

Составитель: Рахматуллин З.З. к.с.х.н., доцент кафедры лесоводства и ландшафтного дизайна

Рецензент Тимерьянов А.Ш. канд.с.-х. наук, доцент кафедры лесоводства и ландшафтного дизайна

Методические указания обсуждены и одобрены на заседании кафедры Лесоводства и ландшафтного дизайна «23» марта 2023 г. (протокол № 10)

Рассмотрена и одобрена на заседании методической комиссии факультета Агротехнологий и лесного хозяйства «23» марта 2023 г. (протокол №6).

г.Уфа, БГАУ, кафедра лесоводства и ландшафтного дизайна

1. Картографирование, общие положения

1.1. Общие положения о порядке создания лесных карт

Цель работы – изучить общие положения порядка создания лесных карт.

Составление лесных карт, документов по инвентаризации и учету лесного фонда относятся к основным задачам лесоустройства. Лесные карты обеспечивают получение достоверной и разносторонней информации о лесных ресурсах, создание и систематическое обновление информационной базы данных по лесному фонду, составление документов по инвентаризации и учету лесов, лесных карт.

Лесные карты, как на бумажных, так и на электронных носителях являются составной частью проектов организации и ведения лесного хозяйства лесохозяйственных предприятий и изготавливаются в результате проведения лесоустроительных работ на каждый объект лесоустройства.

Все изготавливаемые при лесоустройстве лесные карты предназначены для решения задач лесохозяйственного производства, лесопользования и отраслевого управления.

Лесные карты различаются по масштабам, содержанию (тематике) и территориальному охвату. Виды и масштабы наиболее распространенных лесных карт приводятся в табл.1.

Таблица 1

Виды и масштабы лесных карт

Вид карты	Масштаб карт по разрядам лесоустройства	
	I, II	III
Планшет лесоустроительный	1:10000	1:25000
План лесничества	1:25000	1:50000
План лесонасаждений лесничества	1:25000	1:50000
Обзорные планы: проектируемых мероприятий лесничества, размещения ягодников, лекарственного и технического сырья и др. тематические карты	1:25000	1:5000
Карта-схема лесохозяйственного предприятия	1:100000	1:100000 1:200000 1:300000
Карта-схема лесонасаждений лесохозяйственного предприятия	1:100000	1:100000 1:200000 1:300000
Карта-схема противопожарных мероприятий лесохозяйственного предприятия	1:100000	1:100000 1:200000 1:300000
Карта лесов области, края, автономной республики	От 1:600000 и мельче	

Типы картографических материалов, сроки сдачи, исходные материалы для изготовления, зависят от вида лесоустройства. Масштабы карт зависят от разряда лесоустройства.

Минимальной территориальной единицей, на которую создаются лесные карты при проведении лесоустройства, является лесничество¹ (кроме отдельных случаев).

При составлении лесных карт должны соблюдаться требования действующей Инструкции по составлению лесных карт.

1.2. Особенности изготовления лесных карт при разных видах лесоустройства

В зависимости от вида лесоустройства технология работ по составлению лесных карт может отличаться. Так при первичном лесоустройстве лесные карты создаются впервые – создается и утверждается проект квартальной и визирной сети, используются все имеющиеся в наличии плано-картографические материалы – аэрофотоснимки, топографические карты, материалы землеустройства и т.д. При повторном и непрерывном лесоустройстве используются лесные карты (планшеты) предыдущего (базового) лесоустройства, уточненная топографическая основа, материалы аэро- или космосъемки. Характер изменений лесных карт, источники вносимых изменений перечислены в табл.2.

Таблица 2

Особенности изготовления лесных карт при разных видах лесоустройства

Вид лесоустройства	Организация натуральных л/у работ	Особенности камеральных работ	Срок предоставления выходящих картографических материалов. Виды карт.
Первичное (впервые устраиваемые леса, намечаемые в освоение в ближайшие 10-15 лет)	Организация территории в натуре, прокладка квартальной и визирной сети, первичное разделение лесного фонда на элементарные участки (выделы)	Первичная дифференциация лесного фонда на основе контурного дешифрирования и натурального обследования	По окончании камерального периода лесоустройства (полного цикла). Стандартный набор лесных карт.
Повторное (в ранее устроенных объектах по истечении ревизионного периода)	Подновление существующей квартальной сети, таксация выделов, затронутых хозяйственной деятельностью.	Актуализация таксационных выделов, не охваченных хозяйственной деятельностью на естественный рост древостоев. Камеральное дешифрирование материалов аэрофотосъемки. Использование в качестве плано-картографической основы планшетов предыдущего лесоустройства	По окончании камерального периода лесоустройства (полного цикла). Стандартный набор лесных карт.
Непрерывное (условие – хозяйственным воздействием ежегодно затрагивается 1.5% выделов и выше)	После базового л/у. Ежегодная инвентаризация выделов лесного фонда, вовлекаемых в хозяйственную деятельность, а также пройденных пожарами, ветровалами и т.д.	Большая часть выделов не меняется, использование в качестве плано-картографической основы планшетов базового лесоустройства	Обновленные лесные карты (обычно только черно-белый план лесонасаждений) в объеме полных листов, либо фрагментарно на изменившуюся часть территории с заданной периодичностью (один раз в год) или по требованию заказчика. Полный набор карт остается с базового лесоустройства.

1.3. Исходные материалы для изготовления лесных карт

Происхождение, качество, содержание и масштабы исходных материалов для изготовления лесных карт существенно отличаются. Материалами для изготовления лесных карт служат исходные плано-картографические материалы, собранные в процессе подготовительных работ, данные землеустройства, данные полевых лесоустроительных экспедиций [6, 7, 14]. Чтобы получить представление о формировании и преобразовании исходных картографических данных необходимо проследить основные периоды лесоустроительного цикла, где осуществляется сбор, накопление и преобразо-

вание исходных материалов разного рода, начиная с аэрофотосъемки и заканчивая изданием готовых планшетов (табл. 3).

Таблица 3

Исходные материалы для изготовления лесных карт

Период л/у работ	Виды работ	планово-картографические материалы
Подготовительные работы.	<ul style="list-style-type: none"> - определение существующих границ устраиваемого объекта, его административно-хозяйственных единиц; - обеспечение объекта лесоустройства материалами аэрофотосъемки, топокартами, их изучение и предварительная обработка для получения актуальной информации об особенностях и состоянии лесного фонда; - сбор таксационных, геодезических и планово-картографических материалов прежнего лесоустройства, оценка их полноты, состояния, возможностей использования. - распределение территории объекта по разрядам лесоустройства и методам таксации; - составление (корректировка) проекта квартальной сети; - сбор сведений по объемам и размещению выполненных со времени предыдущего лесоустройства лесохозяйственных работ. 	<ul style="list-style-type: none"> - проект квартальной и визирной сети на объект лесоустройства, утверждаемый на первом лесоустроительном совещании; - аэрофотоснимки, репродукции накидного монтажа; - топографические карты; - нормативно-справочные материалы; - выкопировки границ со смежными землепользователями, выкопировки на земли, исключенные и принятые в состав лесного фонда за ревизионный период, выкопировки с планшетов контуров вырубок, гарей, лесных культур
Организация территории и подготовка к лесотаксационным работам	<p>топографо-геодезические работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - восстановление юридически установленных границ объекта лесоустройства со смежными землепользователями; - съемка планшетных рамок (при первичном лесоустройстве); - съемка наиболее значительных линейных и площадных элементов внутренней ситуации (при работе без снимков, лесоустройстве горных лесов, непрерывном лесоустройстве); - прорубка, прочистка, промер границ квартальной и визирной сети; - подготовка аэрофотоснимков, изготовление фотоабрисов и абрисов 	<ul style="list-style-type: none"> - уточненные планшеты лесничеств, - фотоабрисы (абрисы) после дешифрирования
Полевые работы	<ul style="list-style-type: none"> - разделение лесного массива на таксационные выделы; - определение таксационных показателей насаждений; - проверка и уточнение границ таксационных выделов; - оформление полевых документов таксации леса 	<ul style="list-style-type: none"> - фотоабрисы на повыдельном уровне

Важным документом для создания лесных карт является проект квартальной и визирной сети на объект лесоустройства, утверждаемый на 1-м лесоустроительном совещании. Проект выполняется по каждому лесничеству в масштабе плана лесонасаждений на основе имеющихся планово-картографических материалов, аэрофотоснимков и топографических карт. Масштаб проекта и размеры кварталов зависят от разряда лесоустройства, нумерация кварталов производится с северо-запада на юго-восток.

К основным полевым лесоустроительным документам относятся карточка таксации и фотоабрис. Фотоабрис, составленный на рабочем аэрофотоснимке, является важнейшим первичным документом лесоустройства для составления лесных карт и до-

стоверного определения площадей участков лесного фонда. Работа по подготовке снимка к работе, дешифрированию, корректировке контуров выделов в полевых условиях, окончательная доработка фотоабриса и перенос изображения на твердые носители (в качестве твердых носителей могут использоваться как прозрачные материалы на полимерной “лавсановой” основе, так и другие носители, например, металлические) относятся к обязанностям инженера-таксатора [11,12,13]. Основные этапы работы со снимками показаны в табл. 4.

Таблица 4

Основные стадии работы с аэрофотоснимками до выезда на полевые работы

Стадия работы	Перечень работ
1. Подготовка аэрофотоснимков к дешифрированию	<ul style="list-style-type: none"> - получение АФС, определение обеспеченности объекта лесоустройства материалами аэрофотосъемки по годам залета, масштабу и видам; - снятие данных высот фотографирования по показаниям радиовысотомера; - вычисление масштаба АФС по показаниям радиовысотомера и фокусному расстоянию; - нанесение на АФС элементов ориентирования, измерение базисов фотографирования, вычисление параллактических коэффициентов; - отграничение рабочих площадей АФС; - опознавание и нанесение на АФС границ землепользований, квартальных просек, четко видимых опорных ориентиров (рек, дорог, озер), номеров кварталов; - нанесение на АФС границ групп и категорий защитности лесов; нанесение особо защитных участков; - нанесение границ участков, затронутых хозяйственной деятельностью; - распределение АФС по таксаторским участкам
2. Камеральная тренировка исполнителей перед проведением работ по таксационному дешифрированию	<ul style="list-style-type: none"> - подготовка тренировочного материала (АФС с нанесенными контурами таксационно-дешифровочных пробных площадей и временных пунктов таксации, заложенных в период подготовительных работ к лесоустройству); - организация рабочих мест исполнителей, настройка, проверка стереоскопов; - отработка правил получения стереоэффекта и стереоизмерений; изучение и анализ признаков дешифрирования; - сопоставление данных дешифрирования с исходными данными, анализ допущенных ошибок
3. Контурное дешифрирование аэрофотоснимков (под стереоскопом). Составление фотоабриса на рабочем аэрофотоснимке.	<ul style="list-style-type: none"> - анализ стереоизображения площади квартала (рельеф, гидрография, категории земель); - отграничение лесных и нелесных земель с явно выраженными границами; - разграничение покрытых лесом земель по выраженным границам на укрупненные выделы; - нанесение элементов топографической ситуации (рек, дорог), не выделенных при подготовке снимка; - разделение укрупненных выделов по признакам дешифрирования, изученным в процессе тренировки; - контроль работ (начальником партии и руководителями экспедиций)

1.4. Создание лесных карт по традиционной технологии

До начала 90-х г.г. изготовление лесных карт осуществлялось вручную на бумажной основе. Созданные оригиналы карт затем тиражировались. С момента внедрения геоинформационных систем в практику лесоустройства и лесного хозяйства технология изготовления картографических материалов существенно изменилась. Основные этапы изготовления карт – сбор материалов, создание топографической основы, созда-

ние тематической нагрузки, печать сохранились, но технологии отдельных этапов изменились полностью.

Первичной единицей при производстве лесных карт по традиционной технологии является лесоустроительный планшет. Для составления планов лесничества картографическим источником являются лесоустроительные планшеты. Карты-схемы лесохозяйственных предприятий составляются на основе планов лесничеств.

При составлении оригиналов планшетов используют дешифрованные рабочие аэрофотоснимки – фотоабрисы, абрисы на бумаге, планшеты прошлого лесоустройства, а также планы внутривозвращенного устройства, совхозов и других смежных землепользователей. Основные этапы изготовления планшетов показаны в табл. 5.

Таблица 5

Изготовление лесоустроительных планшетов по традиционной технологии

Этап работы	Содержание
Перенесение элементов лесохозяйственного содержания (ситуации) с АФС на топографическую основу планшета	<ul style="list-style-type: none"> - подбор исходных планово-картографических материалов: основы планшета, АФС; - проверка правильности нанесения границ лесного предприятия на топографическую основу планшета; - нанесение на планшет и оформление условными знаками границ категорий защитности лесов, лесосечного фонда, земель долгосрочного пользования; - плановая привязка АФС к топографической основе планшета; - подготовка к работе универсального топографического прибора (УТП); - перенесение ситуации со снимка на основу планшета; - нумерация выделов, нанесение надписей; проверка точности
Сводка элементов внутренней ситуации кварталов по рамкам смежных планшетов	<ul style="list-style-type: none"> - подбор смежных планшетов; - совмещение общих вертикальных и горизонтальных линий километровой сетки смежных планшетов; - увязка всех элементов топографического и лесотаксационного содержания смежных планшетов с использованием АФС
Вычисление площадей выделов механическим способом (планиметром)	<ul style="list-style-type: none"> - подбор оригинала планшета, таксационных описаний, ведомости вычисления площадей; - вычисление площадей линейных объектов; - вычисление площадей других выделов; - суммирование вычисленных площадей в пределах категорий защитности, в пределах квартала, расчет невязок

Переноска контуров таксационных выделов с абриса-снимка на составительский оригинал планшета производится при помощи оптико-механической проекционной аппаратуры инженером-таксатором.

Технологическая схема составления планшетов принимается в зависимости от наличия картографической или геодезической основы на объект лесоустройства. Работы, выполняемые при создании планшетов на основе разных исходных материалов показаны в табл.6.

Таблица 6

Создание картографической основы планшетов, в зависимости от наличия исходных материалов [6]

Исходные материалы	Содержание работ	Особенности проведения работ
оригиналы планшетов предыдущего лесоустройства	- копирование старых планшетов	наличие качественных недеформированных лесоустроительных планшетов прошлого лесоустройства, изготовленных на безупрочной чертежной основе
топографические карты	- нанесение границ земель лесного фонда, планшетных рамок, просек, визиров и других линейных ориентиров с абрисов-снимков, планов землепользований, данных натурных промеров на топографические карты по лесничествам;	масштаб топографических карт, используемых при составлении планшетов 1:10000-1:25000 (для 1-го и 2-го разрядов, планшетов масштаба 1:10000) и 1:25000-1:50000 (для 3-го разряда, планшетов масштаба 1:25000)
материалы топографо-геодезических работ	- накладка точек съемочного хода по координатам на планшет; - нанесение квартальной сети по данным полевых промеров и привязок; - составление журнала геодезических работ; - нумерация точек углов поворота, надписи румбов и длин линий	наличие топографо-геодезических данных лесоустройства, землеустройства, а также материалов топографических съемок, выполненных организациями других министерств и ведомств
фотопланы	- перенос и вычерчивание тушью на фотоплане границ земель Государственного лесного фонда, квартальных просек и визиров, дорог, рек, ручьев с абриса-снимка; - перенос с абриса-снимка границ таксационных выделов и других контуров внутренней ситуации.	наличие качественных аэрофотоснимков и специальной техники для создания фотопланов

Исходным картографическим материалом для составления планов лесничеств служат уменьшенные до масштаба плана репродукции планшетов, изготовленные на фотобумаге или фото пленке. Основой для составления карты-схемы лесохозяйственных предприятий являются планы лесничеств, уменьшенные до установленного масштаба [6].

1.5. Создание лесных карт по ГИС-технологии

При описании лесных ресурсов неизбежно возникают проблемы, затрудняющие их инвентаризацию и картирование. Лес является сложным объектом для описания, потому что лесные ресурсы рассредоточены, занимают обширные территории, состоят из множества взаимосвязанных компонентов.

В основе лесной таксации лежат принципы вариационной статистики, позволяющие количественно оценивать таксационные показатели, прогнозировать их изменение с определенной степенью точности. С помощью математического моделирования получены основные справочные данные лесоустройства – таблицы бонитетов, хода роста, сортиментно-сортные и товарные таблицы. Но вместе с этим в лесоустройстве остается широкий спектр показателей, которые нельзя однозначно воспринимать без

указания их пространственного положения. Это относится к типам леса, условиям местопроизрастания, положению участков в ландшафте, распределению участков с определенной характеристикой по территории, удаленности от дорог, рек, болот. Все компоненты, явления и процессы в лесном фонде связаны с местом их расположения. Местоположение должно учитываться при инвентаризации, планировании хозяйственных мероприятий.

Наиболее полное представление о распределении лесных ресурсов по территории, местоположении участков лесного фонда можно получить при помощи географических информационных систем. На современном техническом уровне пространственная информация о лесах может быть представлена в виде электронных карт лесов, которые должны своевременно обновляться [3].

Электронными картами называют картографические изображения, отображенные с использованием программных средств в заданной проекции, размерности, системе условных знаков на дисплее компьютера. Электронные карты предназначены для передачи пространственной информации об объекте [1]. При этом информацию можно представлять в простой и наглядной форме, менять вид изображения. Электронные карты используются для решения разнообразных задач в ГИС, получения справочной информации о местности, моделирования. Электронные карты могут содержать цифровые карты местности*, условные знаки, аэрофотоснимки, справочную текстовую информацию, программные средства отображения электронных карт на экране [16]. При создании электронных карт создается многоуровневая система слоев. Благодаря послойному представлению информации возможно объединение и отображение большего количества информации, чем на обычной (однослойной) карте, существует возможность убирать лишние слои для более удобного просмотра и анализа данных, уменьшается число атрибутов, связанных с каждым объектом, облегчается корректировка карт, облегчается отображение карт при просмотре и печати. Электронные карты лесов, связанные с базой данных лесоустройства пространственными связями образуют географическую информационную систему.

Под *географическими информационными системами* (геоинформационными системами или ГИС) понимают совокупность технических, программных и информационных средств, обеспечивающих ввод, хранение, обработку, моделирование и представление географических и атрибутивных данных для решения проблем территориального планирования и управления [1]. Задачи ГИС – формирование знаний о Земле, отдельных территориях, местности, своевременное доведение необходимых и достаточных пространственных данных до многочисленных пользователей с целью наибольшей эффективности их работы [10].

Географическими данными (пространственными данными, геоданными) является набор данных, определяющих географическое положение и форму реальных пространственных объектов. К реальным пространственным объектам, опознаваемым в природе и имеющим определенные границы, можно отнести дороги, таксационные выделы, водоемы и т.д. *Атрибутивными данными* являются качественные или количественные (неграфические) данные, представленные в виде свойств или характеристик, относящихся к определенному пространственному объекту базы данных ГИС [1]. К атрибутивным данным относят координаты точек, длины линий, площади полигонов. Основным элементом ГИС является *информация* – совокупность данных, несущих определенный смысл и предоставляемых пользователю для дальнейшей географиче-

* Цифровая карта - цифровая модель карты, созданная с соблюдением нормативов и правил картографирования, точности карт, генерализации, системы условных обозначений, служит основой для изготовления бумажных и электронных карт (цифровые карты подобны крупномасштабной топографической карте). Электронная карта включает в себя цифровую, но является более динамичной и изменчивой во времени [16].

ской обработки. В ГИС осуществляется комплексная обработка информации – от этапа ее сбора, до хранения, обработки, обновления и представления [2, 5, 16]. Лесоустроительные геоинформационные системы можно рассматривать как совокупность взаимосвязанных баз данных. Так АКС “ЛУГИС” оперирует со следующими базами данных: тематическими базами данных (ТБД), где хранится табличная информация лесоустройства – таксационные описания, данные кадастровой оценки земель (системы обработки лесоустроительной информации WinPLP, WinEKO, WinGEO); картографическими базами данных (КБД), где находятся лесные электронные карты (планшеты, планы); атрибутивными базами данных (АБД), где хранится табличная информация о картографических объектах – площади, ГИС-идентификаторы, номера кварталов и выделов, длины линий, координаты точек на карте. Геоинформационная база данных (ГисБД) объединяет все перечисленные базы данных и обеспечивает их взаимодействие с помощью ГИС-идентификаторов.

История появления ГИС, несмотря на их относительную молодость, недостаточно определена. ГИС в современном понимании, происходят от ряда научных направлений возникших в 60-70 г.г. и развивающихся по-разному. Геоинформационные системы объединяют в себе ряд технологий, сформированных в разное время. Поэтому, когда на определенном временном этапе в определении ГИС доминировали возможности (функции), связанные с какой-либо одной ведущей технологией – родоначальницей ГИС могла признаваться эта технология (например, цифровое картирование), а история ГИС отсчитывалась с момента появления этой технологии.

Первые ГИС появились в середине 60-х г.г. в Канаде и Швеции. Целью их создания была разработка информационных систем для обработки пространственных данных. В 1963-1971 г.г. в Канаде была создана универсальная региональная ГИС национального уровня, под руководством Р. Томлинсона, признанная классической. Практически одновременно в Швеции была создана ГИС земельного банка данных – для учета недвижимости, земельных владений.

Недостатками первых ГИС были неразвитость компьютерной техники (мониторов, устройств ввода-вывода), высокая стоимость электронно-вычислительных машин, продолжительное время выполнения операций, ограниченный объем ресурсов памяти.

Качественный и количественный скачок в использовании ГИС произошел в 80-е годы, когда ГИС превратились из малоизвестных систем, применяемых главным образом в научно-исследовательских учреждениях, в средство для повседневной работы в бизнесе, управлении, образовании. Главная причина широкого применения ГИС стало снижение стоимости компьютерного оборудования и программного обеспечения для решения ГИС-задач, а также становление ряда направлений в прикладной математике – системного анализа, исследования операций, искусственного интеллекта [3]. К середине 80-х годов было известно уже о 500 ГИС. В этот период формируется ГИС-индустрия, развиваются коммерческие программные средства ГИС. Программное обеспечение ГИС адаптируется с уникальных программных разработок на универсальные программные продукты. Появляются и быстро расширяются новые сферы применения ГИС – наука, производство, образование. Появляются новые источники данных для ГИС – данные дистанционного зондирования (поступающие со спутников), GPS. Цифровые методы обработки изображений сочетаются с электронной картографией. Растет международное сотрудничество и координация в области ГИС [8, 9, 16].

Последовательность действий, выполняемых при создании ГИС лесоустроительного назначения представлена в табл.7. Как правило, ГИС лесоустройства состоят из двух блоков – картографического проекта (электронных карт) и таксационной базы данных. Для решения прикладных задач могут применяться дополнительные модули и приложения, совместимые с ГИС – программы отвода участков, материально-денежной оценки, корректировки изображений, создания моделей поверхности, подключения GPS и т.д.[3, 15, 17].

Создание ГИС лесоустroительного назначения

Этапы работ	Содержание работ
Создание ТБД на объект лесоустroйства. Ввод данных таксации	- определение нормативно-справочной информации на объект лесоустroйства; - ввод карточек таксации; - контроль ТБД
Создание КБД. Векторизация	- определение границ объекта лесоустroйства; - выбор системы координат; - выбор масштаба; - определение слоев (количества слоев, названий слоев, типов объектов на слоях); - оцифровка (векторизация) сканированных фото-абрисов
Совмещение ТБД и КБД (создание ГисБД)	- совмещение ТБД и КБД с помощью ГИС-идентификаторов; - контроль связанных полигонов
Редактирование ГисБД	- редактирование ГисБД; - контроль перечня и содержания слоев; - подготовка проекта к печати
Анализ данных	- выборки по запросам; - создание тематических карт
Представление результатов анализа	- печать карт, отчетов, таксационных описаний

Актуален вопрос об уровне подготовке пользователей ГИС в лесном хозяйстве. Сегодня пользователь ГИС, работающий в лесном хозяйстве должен знать основные возможности применяемой системы. Работник лесного хозяйства должен уметь работать как с КБД – выполнять элементарные операции с проектом, слоями, видами, делать распечатки с электронных планов лесонасаждений, так и с ТБД - делать выборки по условию, получать результаты запросов по стандартным документам, вносить текущие изменения. Обязательным для пользователя является умение получать необходимую информацию из совмещенных баз данных (ГисБД) – осуществлять окраску выделов по условию, создавать абрисы делянок, вносить текущие изменения одновременно в КБД и ТБД.

Но владение ГИС в совершенстве не является основной задачей пользователей, работающих в лесном хозяйстве. Так возможности ГИС в области моделирования, прогнозирования, обработки данных, статистических функций достаточно широки, но в лесном хозяйстве многие модули и функции ГИС практически не нужны. Специалисты лесного хозяйства используют ГИС как инструмент, позволяющий на современном техническом уровне решать комплекс задач по хранению, преобразованию, анализу и отображению данных лесоустroйства. Высокий профессионализм в ГИС-технологиях не всегда помогает принимать оптимальное решение. Так специалист в области ГИС-технологий, посвятивший себя изучению специфических сторон обработки баз данных при работе в лесном хозяйстве может оказаться дилетантом при решении рядовых вопросов (например, при назначении хозяйственных мероприятий, или создании абриса делянки). Поэтому, наиболее разумный путь состоит в обучении специалистов лесоустroйства и лесного хозяйства основам ГИС-технологий для реализации их профессионального потенциала и сведения возможностей технических ошибок к минимуму [9].

Процесс составления карт при помощи графических устройств (графического дисплея, плоттера), управляемых компьютером, и специализированного программного обеспечения называется *автоматизированным картографированием* [1]. В ГИС должны выполняться следующие функции автоматизированного картографирования: отбор картографических данных, их обновление и преобразование для производства высококачественных карт и рисунков. К функциям автоматизированного картографи-

рования также относятся векторно-растровые преобразования, преобразования координатной системы, картографических проекций и масштабов, соединение отдельных листов, осуществление картометрических измерений (вычисление площадей, расстояний), размещение текстовых надписей и немасштабных картографических знаков, формирование макета печати.

Технология создания цифровых карт ФГУП "Севзаплеспроект" для создания планшетов, планов лесничеств и схем лесхозов разработана с учетом требований Инструкции о порядке создания и размножения лесных карт [6]. Программными средствами данной технологии являются система обработки лесоустроительной информации WinPLP и геоинформационная система ГИС [15]. Основные этапы создания картографических материалов в ГИС приведены в табл.8.

Таблица 8

Основные этапы создания картографических материалов с помощью ГИС-технологий

Этапы работ	Содержание работ	Исходные материалы	Выходные материалы
Сканирование, подготовка топографической основы	<ul style="list-style-type: none"> - сканирование исходных картографических материалов на лесничество; - создание проекта на основе библиотеки проектов; - приведение сканированных изображений к единой системе координат и единому масштабу; - "сшивка" растровых изображений 	<ul style="list-style-type: none"> - топографические карты, - материалы землеустройства, - планшеты прежнего лесоустройства; - фотоабрисы или планшеты на твердых носителях; - шаблон электронной карты заданного масштаба (файл *.amp) 	<ul style="list-style-type: none"> - картографические проекты частей лесничества с трансформированными растровыми изображениями топографических карт, планшетов предыдущего лесоустройства, аэрофотоснимков (файлы с расширениями *.amp, *.bmp)
Векторизация картографических объектов	<ul style="list-style-type: none"> - послойная векторизация основных элементов топографической ситуации; - векторизация объектов на слой "ситуация"; - создание слоя "полигон"; - совмещение КБД и ТБД (создание ГисБД); - контроль площадей тематической и картографической баз данных 	<ul style="list-style-type: none"> - картографические проекты частей лесничества с трансформированными растровыми изображениями топографических карт, планшетов предыдущего лесоустройства, аэрофотоснимков (файлы с расширениями *.amp, *.bmp) 	ГИС-проект планшетов и планов лесничества с картографией в векторном виде со слоями "полигон", "номер квартала", номер выдела
Редактирование	<ul style="list-style-type: none"> - нанесение условных знаков; - создание слоев семантической информации (таксационные формулы); - рамочное оформление; - печать сигнальных экземпляров планшетов; - контроль планшетов; - корректировка электронных карт; - сборка плана из планшетов; - сборка схем из планов 	ГИС-проект планшетов и планов лесничества с картографией в векторном виде со слоями полигон, номер квартала, номер выдела; стандартный набор условных знаков в ГИС-проекте	готовые планшеты и планы в электронном виде
Печать	<ul style="list-style-type: none"> - печать планшетов; - печать окрашенных планов лесничеств (по породам, хозмероприятиям, классам пожарной опасности и т.д.), схем 	готовые планшеты и планы в электронном виде	планшеты и планы на бумаге

На производстве (ФГУП "Севзаплеспроект") для создания карт с использованием ГИС-технологий организуется группа автоматизированного картографирования с рабочими местами – сканирование, векторизация, редактирование, печать, оборудованными необходимыми программными и техническими средствами.

Контрольные вопросы:

1. Виды и масштабы наиболее распространенных лесных карт.
2. От чего зависят масштабы лесных карт?
3. Каковы особенности изготовления лесных карт при разных видах лесоустройства?
4. Какие исходные материалы необходимы для изготовления лесных карт?
5. Перечислите основные стадии работы с аэрофотоснимками до выезда на полевые работы.
6. Дайте определение термину «электронная карта».
7. Что такое «географическая информационная система»?
8. Дайте определения терминам «географические данные», «атрибутивные данные» и «информация».
9. Чем отличается цифровая карта от электронной карты?
10. Охарактеризуйте основные этапы создания картографических материалов с помощью ГИС-технологий.
11. Этапы и содержания работ при создании ГИС лесоустроительного назначения.

2. ОСНОВЫ РАБОТЫ С ГИС-ПРОЕКТОМ

2.1. Географическая информационная система ГИС

Географическая информационная система ГИС может функционировать на любых аппаратных средствах. Разработчиками рекомендуется быстросействующая система, так как она сможет работать достаточно быстро с большими объемами графических данных. Рекомендуемая конфигурация для функционирования с ГИС:

- не менее 32 Мб оперативной памяти (желательно от 64 Мб);
- плата ускорителя графики (S3 или аналогичная);
- не менее 120 Мб памяти на жестком диске;
- монитор (желательно 17" или больше);
- мышь или другой манипулятор;

Специальное оборудование:

- плоттер;
- принтер.

К достоинствам графического редактора ГИС относят:

- использование графической оболочки MS-WINDOWS, гарантирующей простоту использования;
- использование быстрой векторной графики;
- концепция слоев (свободное определение приоритета слоев, любой слой может быть включен или выключен, возможность фиксации отдельных слоев, развитый менеджер слоев);
- возможно свободное определение атрибутов для всех графических объектов (линий и точек);
- изменения в графике автоматически влекут за собой изменения во встроенной базе данных и наоборот (например, площадь объектов);
- универсальная функция масштабирования изображений;
- возможность сохранения изображений (видов);

- для интерактивной оцифровки служат растровые изображения (сканированные, аэрофотоснимки, космические снимки),
- обширные возможности для стилей границ, символов, типов заливки, текстов;
- библиотека символов легко модифицируется и пополняется посредством собственного редактора символов;
- визуализация в процессе оцифровки;
- функции расстояния и размера: от точки до точки; от точки до точки пересечения, ортогональные измерения.
- возможность одновременной обработки нескольких различных проектов на одном мониторе;
- печать и вывод на плоттер: вывод по частям, выбор размера бумаги, выбор масштаба;
- специальные функции: поиск в окрестностях полигонов, поиск внутри заданного радиуса, разделение сложных графических объектов на отдельные линии и точки, операции с объединением полигонов.

Важнейшим достоинством ГИС, как геоинформационной системы для обработки, накопления и анализа данных лесоустройства является ее сравнительно низкая стоимость на рынке ГИС-услуг, простота эксплуатации и открытость. Простота эксплуатации связана с небольшим набором функций, предлагаемых пользователю (соответственно простым интерфейсом, доступным рядовым пользователям, к которым относятся работники лесного хозяйства). Под открытостью подразумевается возможность совмещения картографической информации с различными системами управления базами данных, возможность создания пользователями собственных приложений. Отсутствие многих функций, используемых более дорогостоящими системами может быть восполнено дополнительными запросами и программами, которые могут быть созданы программистами, специализирующимися внутри отрасли, предприятия, управления, опытными пользователями.

2.2. Структура ГИС-проекта

Основной информационной единицей, которой оперирует географическая информационная система ГИС, является *проект*. Проектом ГИС является любой электронный картографический документ (карта, план или схема), созданный в системе ГИС, состоящий из совокупности графических объектов и существующий самостоятельно. Проект представляет собой файл с расширением *.amr, в котором полностью содержится вся графическая информация.

Видом называется фрагмент проекта.

Текущим видом называется изображение в поле проекта в конкретный момент времени работы с проектом. Виды могут быть сохранены под присваиваемым именем и восстановлены по мере необходимости. При сохранении вида сохраняется иерархия слоев и их текущее состояние.

Создание новых проектов в ГИС производится при работе с новым объектом (лесничеством). Для создания проектов используются стандартные заготовки – шаблоны для карт определенных масштабов, включающие библиотеку условных знаков. При создании электронных карт нестандартных масштабов создается новый проект без использования шаблонов.

В системе ГИС возможно создавать изображение с использованием пяти основных геометрических элементов: точек, линий, многоугольников (полигонов), дуг, окружностей, а также текста и символов.

Совокупность графических объектов, сгруппированных по какому-либо принципу, образует *слой*.

Графические объекты, создаваемые в ГИС обладают следующими характерными признаками:

- объекты представляют собой плоские (двухмерные) геометрические фигуры, изображаемые в декартовой системе координат;
- объекты являются самостоятельными единицами, существующими как единое и неразрывное целое;
- объекты имеют цифровое описание (атрибуты), в виде координат и параметров, поэтому все манипуляции и преобразования объектов выполняются с математической точностью;
- каждому объекту присущ *стиль объекта* – его графическое и цветовое отображение;
- все объекты имеют уникальный идентификационный номер ID, этот номер автоматически присваивается каждому вновь созданному или импортируемому объекту.

2.3. Содержание слоев

Проект может состоять из нескольких слоев, количество которых теоретически не ограничено. Количество и содержание слоев для лесных карт, создаваемых с помощью ГИС-технологий определяется специальными производственными инструкциями. Так проект лесничества состоит из совокупности слоев с нанесенными на них графическими объектами определенного типа – линиями, точками, символами, текстом. Каждому слою заданы *атрибуты* – толщина и цвет линий, штриховка, настройки текста. Название слоев, их содержание и атрибуты строго регламентированы (см. приложение 1). Так на слое квартальные просеки должны находиться только графические объекты типа линии, точки, но не текст и не символы. Создание слоев в ГИС осуществляется на разных этапах создания электронных карт на основе сканированных растровых изображений исходных картографических материалов (планшетов прежнего лесоустройства, топографических карт, аэрофотоснимков). Так сначала должны создаваться слои с изображением гидрографии, дорог, квартальных просек с топографических карт. Затем на этапе векторизации создается слой “ситуация”, на котором обводятся контуры площадных объектов со сканированных изображений аэрофотоснимков или планшетов. После создания и контроля слоя “ситуация” создается слой “полигон-выдел”. На основе номеров кварталов и выделов картографического проекта и повыведельной базы данных создается ГИС – связанная система, где каждому площадному объекту (полигону) на электронной карте соответствует единственный участок лесного фонда (выдел) в повыведельной базе данных. После этого выполняется обязательный контроль связи баз данных и осуществляется редактирование электронных карт и подготовка их к печати (см. табл. 7). В процессе редактирования создаются новые слои, происходит нанесение условных знаков, таксационных формул, преобразование графических объектов, согласно действующим инструкциям.

2.4. Условные знаки

Условные знаки, применяемые при создании лесных электронных карт, разделяются на линейные, площадные и точечные. Их размеры, цвет, форма приводятся в Инструкции о порядке создания и размножения лесных карт [6] и специальных требованиях. Перечень условных знаков для создания лесных карт приводится в приложении 2.

При создании нового проекта в ГИС используются стандартные шаблоны проектов для карт разных масштабов. В каждом шаблоне присутствует библиотека символов, набор слоев с заданными атрибутами (окраской, штриховкой, прозрачностью, толщиной линий), зарамочное оформление карт соответствующего масштаба, картуш условных знаков.

Возможности ГИС позволяют модифицировать и дополнять существующую библиотеку символов, самостоятельно создавать новые условные знаки. Но для получения единообразных выходных картографических документов рекомендуется не вно-

сить никаких изменений в библиотеки символов и использовать готовые шаблоны. Условные знаки на лесные электронные карты проставляются в процессе редактирования проектов. С помощью запросов к повыведельной базе данных определяются места нанесения условных знаков на электронную карту, и производится их расстановка (например, выдела для нанесения условного знака “карьер” окрашиваются на электронной карте голубым цветом). Для редактирования электронных карт требуются высококвалифицированные исполнители, одновременно владеющие ГИС-технологиями, основами картографии и обладающие значительным опытом работы с лесоустроительными документами.

2.5. Основные операции с проектом

После запуска ГИС на экране появляется главное меню системы (рис. 1).

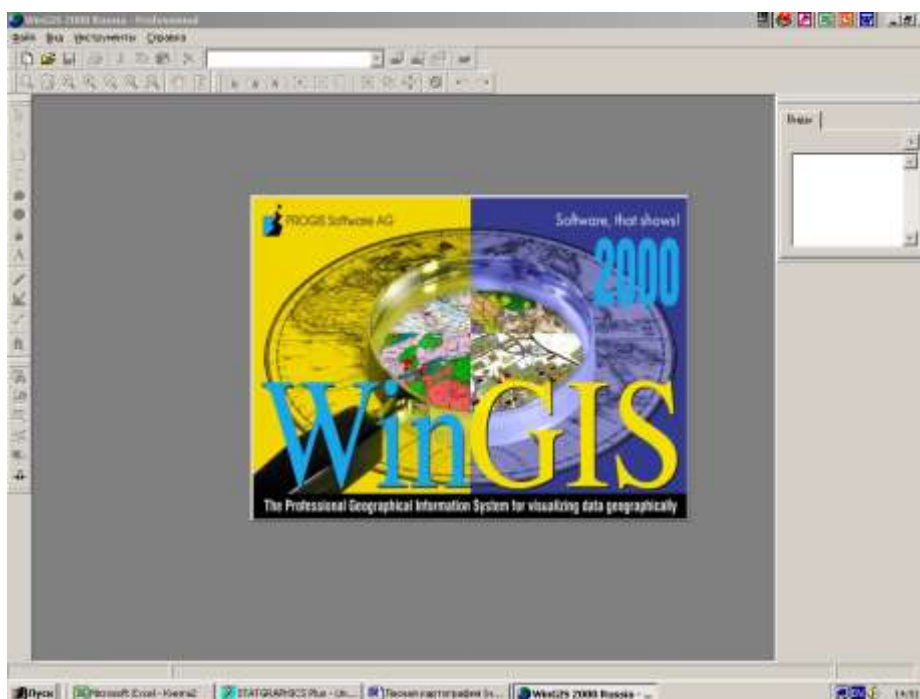


Рис. 1. Главное меню геоинформационной системы ГИС

В верхней части экрана располагаются пункты меню (Файл, Вид, Инструменты, Справка), которые содержат перечень команд, разворачивающихся при выборе. Панели инструментов делятся на функциональные и панели менеджеров. Функциональные панели (команды “Создать новый проект”, “Открыть проект”, “Сохранить проект”, “Печатать проект”, “Копировать”, “Удалить”, “Вставить”, операции с видом, выбором объектов, рисование, измерение расстояний) нужны для быстрого выполнения основных команд манипулирования файлами и графическими объектами. Панели менеджеров (Менеджер слоев, Менеджер видов) содержат элементы управления слоями, видами.

При работе с проектом лесничества появляются дополнительные пункты меню, функциональные панели становятся активными. В центре экрана появляется электронная карта лесничества или его фрагмент, в правой части отображается список видов проекта, библиотека символов. В нижней строке главного меню указывается масштаб изображения и картографические координаты (рис. 2).

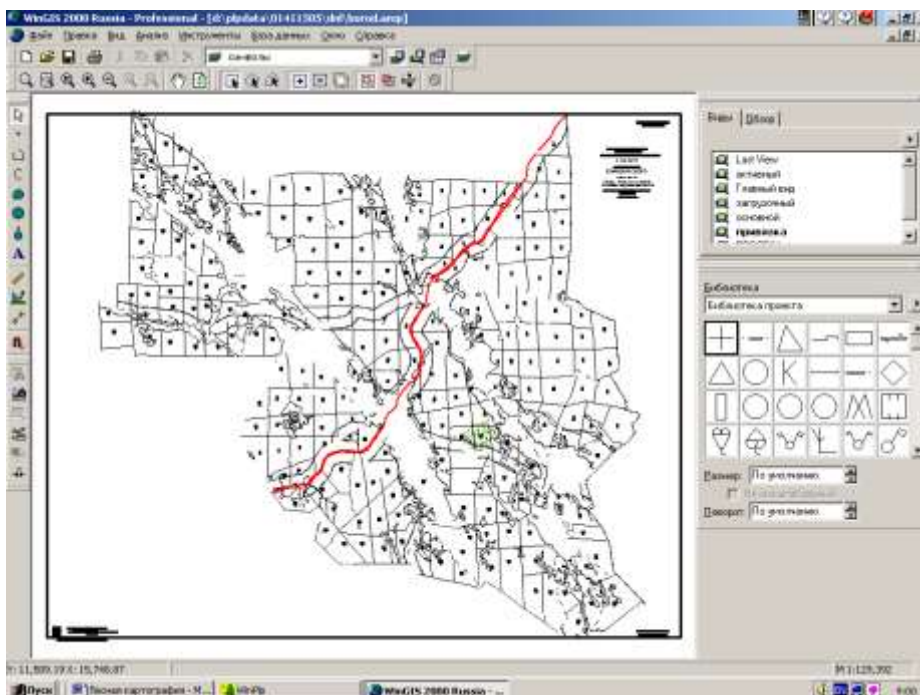


Рис. 2. Проект лесничества

При работе с готовым проектом лесничества в системе ГИС пользователь (инженер лесного хозяйства, таксатор, помощник лесничего, мастер леса) должен уметь выполнять перечень основных операций с готовым проектом:

- открытие и закрытие проекта,
- функции уменьшения/увеличения изображения на экране,
- создание и сохранение вида,
- выбор активного слоя,
- отключение/подключение необходимых слоев проекта,
- изменение иерархии слоев,
- генерализацию слоев,
- изменение атрибутов слоев (настройки текста, цвета, толщины линий, цвета, типа штриховки),
- выбор и выделение объектов разного типа на слоях проекта,
- получение информации о выделенных объектах (длины линий, координаты, площади, углы, радиусы окружностей, количество и типы объектов),
- настройка соединения графического редактора с базой данных,
- печать фрагментов проекта в необходимом масштабе на бумаге определенного формата.

Эти действия подробно описаны в Руководстве пользователя. Они достаточно просты, их выполнение не требует специальных пояснений. После прохождения практических занятий по курсу каждый студент обязан выполнять эти действия самостоятельно.

2.6. Создание резервных копий

Работа с ГИСБД всегда связана с риском потери информации. Не имеет значения, создавал ли пользователь собственный проект, вносил изменения в существующий, распечатывал абрис, либо просто просматривал на экране изображение интересующего его квартала. Картографический проект вполне может необратимо повредиться при скачке напряжения в сети, сбое программного обеспечения, блокировании клавиатуры, периферийных устройств. Причин может быть множество. Даже если где-то существует копия проекта (например, в лесохозяйственном предприятии, или в лесхозе) на восстановление информации может уйти значительное время. А в случае, если копий не

создавалось (например, при внесении текущих изменений в лесничество за целый год), всю кропотливую работу придется повторять.

Чтобы избежать подобных трудностей и обезопасить себя (и свое лесничество) от потери информации необходимо всегда создавать резервные копии при работе с ГИС. В меню “Инструменты” следует выбрать подменю “Основные установки”, где в пункте “Основные” указать “Создавать bak-файл”. Можно указать интервал времени для автоматического сохранения в минутах. (рис. 3). После создания резервной копии резервный файл с КБД будет находиться в той же директории, где файл *.amr, но иметь расширение *.bak. В случае потери или повреждения основного файла КБД в резервном файле следует изменить расширение на *.amr.

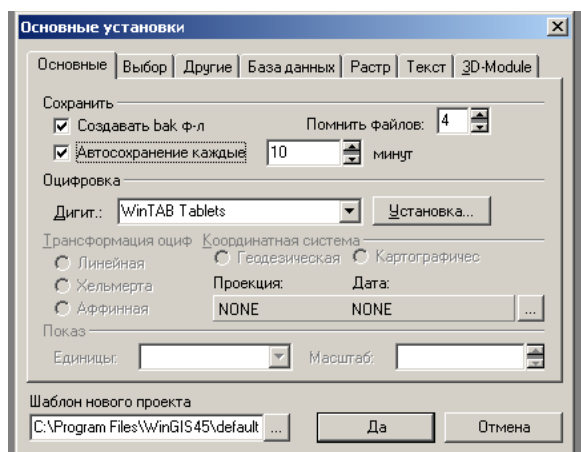


Рис. 3. Установки для создания резервной копии

3. РАСТРОВЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

3.1. Свойства растровых моделей

Растровая модель географических данных – способ представления географических данных в базе данных ГИС в виде равномерной ячеистой структуры, формирующей прямоугольную матрицу, в которой каждый элемент принимает определенное значение, присущее реальному пространственному объекту [1].

Растр подобен фотографии, состоит из ячеек определенного размера. Растровые изображения создаются при сканировании фотографий, рисунков, текста. Основное назначение растровых моделей – непрерывное отображение поверхности. В растровой графике понятия линия не существует – есть совокупность точек, которые могут выглядеть похожими на линию. Обычно распознать отдельную точку линии в растровой графике затруднительно, поэтому на практике часто отказываются от возможности использования специальных дорогостоящих программ обработки растров при анализе материалов дистанционного зондирования [16]. Для создания лесных карт растр обычно используется в качестве подложки.

Растровые изображения создаются с помощью конвертеров и специальных программ (Photo Finish, Hijack, Designer, Corel Draw, Paint Brush...). В лесоустройстве растровые модели используются при работе с аэрофотоснимками, создании электронных карт, корректировке сканированных топографических карт и снимков.

3.2. Работа с растрами при создании лесных карт

Создание растров по технологии осуществляется на начальном этапе изготовления электронных карт (табл. 8). Обработка растровых изображений связана со следующими этапами создания электронных карт:

- сканирование исходных картографических материалов (изготовление растровых изображений);
- вставка растровых изображений в проект лесничества, трансформация и преобразование растров, их координатная привязка;
- “сшивка” растровых изображений;
- передача на векторизацию.

3.3. Сканирование исходных картографических материалов

Геоинформационная система ГИС использует растровые файлы наиболее распространенных форматов (Tagged Image File - *.tif; Windows Bitmaps - *.bmp; OS/2 Bitmaps - *.bmp; JPEG - *.jpg и другие). При сканировании исходных картографических материалов для получения оптимального изображения и рационального использования памяти компьютера рекомендуется использовать параметры, указанные в табл. 9. В зависимости от программного обеспечения, размеры и качество растрового изображения будут значительно варьировать.

Таблица 9

Параметры сканирования исходных материалов при изготовлении лесных карт

Источник	Количество цветов	Разрешение, dpi	Размер файла растрового изображения формата А4
Топографическая карта М 1:10000	256 (цветное изображение без оттенков)	150-250	4-10 Мб
Планшет М 1:10000	2 (черно-белое изображение без оттенков)	100-150 (контрастность 50-60%)	1-2 Мб
Аэрофотоснимок	256 (цветное изображение без оттенков)	300-600	6-10 Мб

3.4. Вставка растровых изображений в ГИС-проект, трансформация и преобразование растров, их координатная привязка

Сканированные растровые изображения служат основой для создания векторных карт. До начала векторизации необходимо, чтобы сканированные изображения соответствовали масштабам электронных карт, создаваемых на их основе и находились в строго определенном пространственном положении. Положение растров в проекте и их форма определяется с помощью операций трансформации и корректировки. Трансформация растров служит для изменения положения растра, его увеличения, или уменьшения. Преобразование связано с изменением пропорций изображений. Для преобразования растров на слоях электронной карты создается основа в виде совокупности опорных точек, к которым позднее будут привязываться соответствующие точки растра. Опорные точки нужны для преобразования растров, их “подгонки” или “посадки” на карту. Точки необходимо выбирать, ориентируясь на элементы ситуации, отраженные на слоях проекта и на растре. К опорным точкам относят точки, однозначно опознаваемые на растре и слоях проекта. Ими могут быть – узлы сети линий для определения координат на топографических картах, элементы гидрографической, дорожной, квартальной сетей, четко опознанные ориентиры.

3.4.1. Создание сети опорных точек

Сеть в виде регулярно расположенных точек или символов создается на начальной стадии работы с проектом для нанесения геодезической основы. Сеть является первоначальным каркасом, на который последовательно накладываются растровые изображения - топографические карты, геодезические промеры, планшеты прежнего лесоустройства, абрисы хозяйственных мероприятий, аэрофотоснимки и т.д.

Для создания сети в ГИС выполняются следующие действия: Создать слой "сеть", задать ему свойства, сделать слой "сеть" активным.

В меню "Инструменты" выбрать команду "Создание сетки". В появившемся окне указать шаг сети, слой на котором она будет создаваться, тип сети и расставляемых объектов (рис.4), нажать "Да".



Рис. 4. Создание сети для посадки растра

После выполнения команды необходимо обозначить левой клавишей манипулятора исходную точку и выделить необходимую область на экране (в нижней части графического окна будут приводиться соответствующие указания). В результате будет создана сеть для посадки растровых изображений. Существует ряд способов преобразования растровых изображений, каждый из которых удобен для определенных задач – "посадки" топографических карт, аэрофотоснимков, внесения текущих изменений в существующие электронные карты.

3.4.2. Загрузка растра в проект

Создать слой "Растр" для загрузки растрового изображения, задать ему свойства, сделать слой активным.

Выполнить команду "Загрузить изображение" меню "Файл", в окне "Открытие файла" указать необходимый файла с растром (рис.5). При необходимости активизировать "Загрузить с трансформацией" и (или) "Загрузить с координатами".

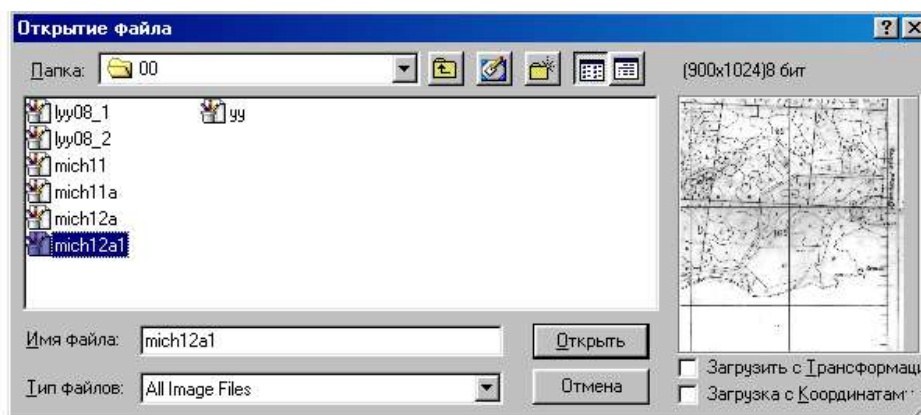


Рис. 5. Загрузка растра в проект

3.4.3. Изменение размеров растра

Сделать слой “Растр” активным.

Выполнить двойной щелчок левой клавишей манипулятора в пределах растрового изображения. Вдоль границ растрового изображения при этом должна появиться пунктирная линия - включится режим редактирования растра (рис.6).

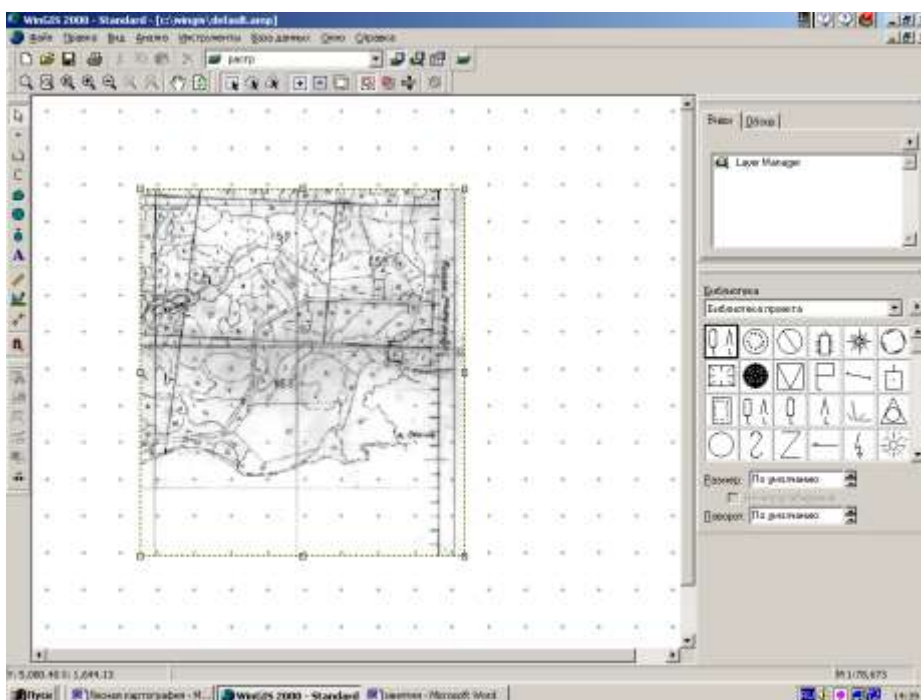


Рис. 6. Режим редактирования растра

Для перемещения растрового изображения нужно щелкнуть левой клавишей "мыши" внутри растра и, не отпуская клавишу, перемещать изображение по экрану монитора. При перемещении указателя "мыши" по экрану растр будет перемещаться следом. Двойной щелчок левой клавишей манипулятора фиксирует положение растра и включает режим редактирования.

Для изменения размеров растрового изображения нужно войти в режим редактирования. При перемещении квадратов в середине сторон растра будут меняться его длина и ширина, следовательно, будут меняться и пропорции растра относительно исходного изображения (что недопустимо, например, для аэрофотоснимков). Для изменения размеров растрового изображения без нарушения его исходных пропорций необходимо перемещать левой клавишей манипулятора угловые квадраты растра в режиме редактирования (рис. 7).



Рис. 7. Изменение размеров растра

Положение и размеры растра на экране следует менять до тех пор, пока ситуация на растре не станет максимально близкой ситуации на электронной карте.

3.4.4. Преобразование растрового изображения

3.4.4.1. Линейное преобразование

В меню “Инструменты” выбрать подменю “Трансформация растра”. Выбрать тип трансформации “Линейная”.

Следуя указаниям строки нижней части графического окна, необходимо:

- выделить растр щелчком левой клавиши манипулятора,
- указать левой клавишей манипулятора точку на электронной карте с использованием функции точной привязки,
- указать левой клавишей манипулятора соответствующую точку на растре,
- повторить действия со второй точкой на карте и растре.

В результате выполненных действий растр “сдвинется” (рис. 8).

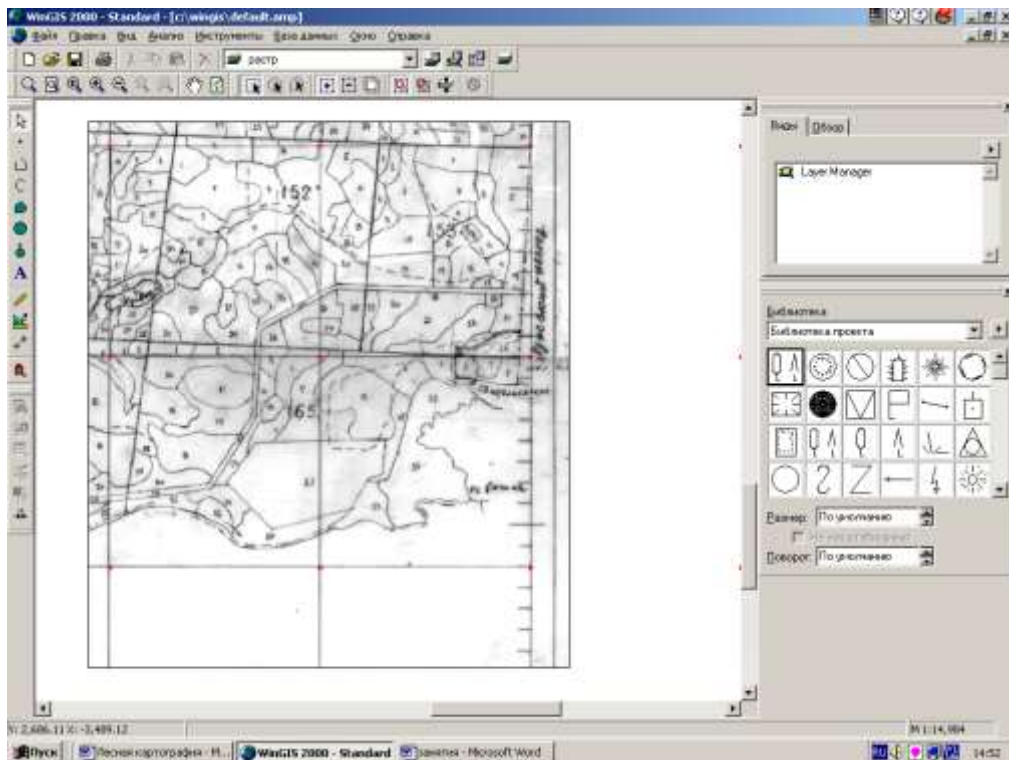


Рис. 8. Линейное преобразование растра

Рекомендуется при линейном преобразовании использовать точки в противоположных частях растра (по диагонали). При неудачном преобразовании необходимо снова повторить сканирование и последующие действия.

3.4.4.2. Преобразование Хельмерта

Преобразование растра с помощью преобразования Хельмерта выполняется аналогично линейному, но отличается от него неограниченным числом пар точек.

В подменю “Трансформация растра” выбрать тип трансформации “Хельмерта”. Следуя указаниям строки нижней части графического окна, необходимо сначала выделить растр, затем попарно выделять точки на карте и на растре. Желательно распределять точки равномерно по площади. После того, как достаточное количество точек будет расставлено, необходимо дважды щелкнуть левой клавишей мыши. Преобразование осуществится.

3.4.4.3. Программа ADJUST

Для данного преобразования необходимо создать новый слой “Опорные точки”, задать ему свойства, сделать активным. Нанести на слой четыре опорные точки или символа из библиотеки символов (на рис. 9 показана установка опорных точек в виде символа “крест” по узлам кварталных просек с использованием функции точной привязки).

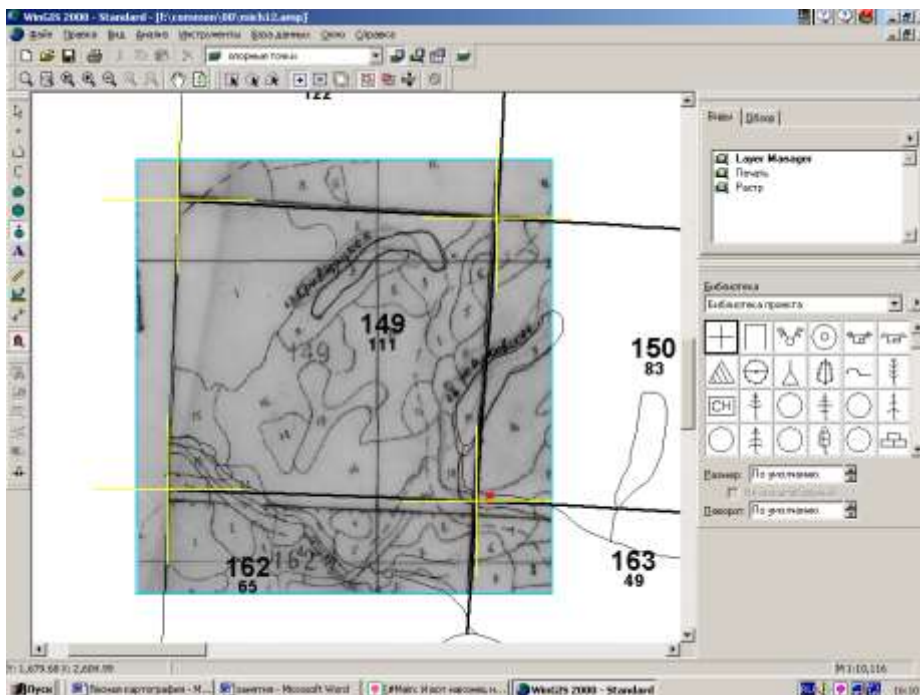


Рис. 9. Установка опорных точек (символов) на слое “опорные точки”

На слое “растр” также нужно установить 4 точки или символа, соответствующие опорным (рис. 10).

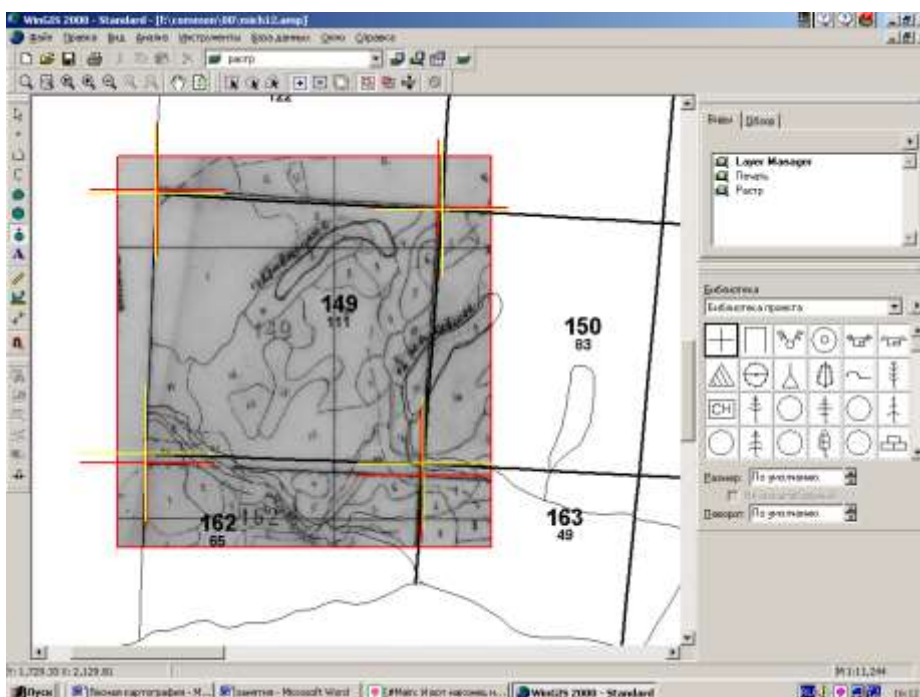


Рис. 10. Установка опорных точек (символов) на слое “растр”

Выбрать в меню “Файл” подменю “Экспорт”. Указать версию программы. В диалоговом окне “ГИС ASCII Экспорт” установить параметры экспорта:
 - имена файлов с расширениями *.asc., *.adf, *.sym,
 - тип экспорта “Выбранные слои”,

- названия слоев с опорными точками и растровым изображением (слои “опорные точки” и ”растр”),
- нажать "Да" (рис.11).

Будет выполнена операция экспорта слоев “Растр” и “опорные точки” из ГИС.

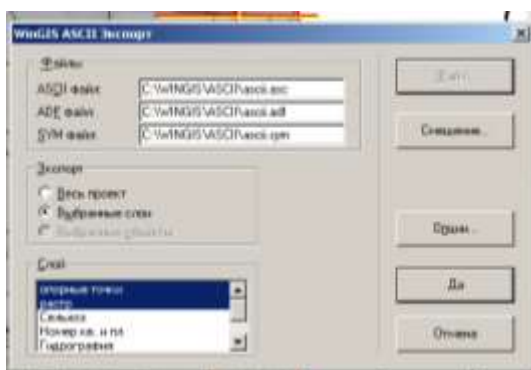


Рис. 11. Экспорт выделенных слоев

Запустить программу ADJUST*. В диалоговом окне “Корректировка отсканированных карт” необходимо указать названия файлов с описаниями растрового изображения и опорных точек (тех же файлов, типа *.adf *.asc, куда осуществлялся экспорт в п.п. 4.2.4). Нажать “Продолжить” (рис. 12).

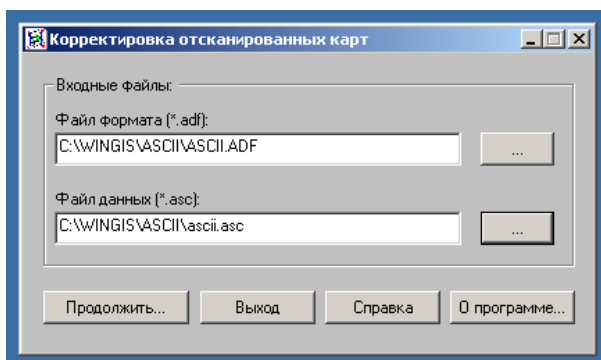


Рис. 12. Импорт файлов в программе ADJUST

В диалоговом окне “Параметры преобразования” указать:

- количество точек (координат) для преобразования,
- названия слоев с растром и с опорными точками,
- тип привязки (если на слое с опорными точками и на растре установлены точки, выбрать операцию “Привязка по точкам”; если в качестве опорных точек установлены символы, выбрать “Привязка по символу номер” с указанием номера символа в проекте).

Нажать “Преобразовать” (рис.13).

* программа ADJUST не входит в стандартный набор WinGIS, приобретается и устанавливается отдельно. Данная программа используется при посадке растров планшетов прежнего лесоустройства, топографических карт, аэрофотоснимков в ФГУП "Севзаплеспроект"

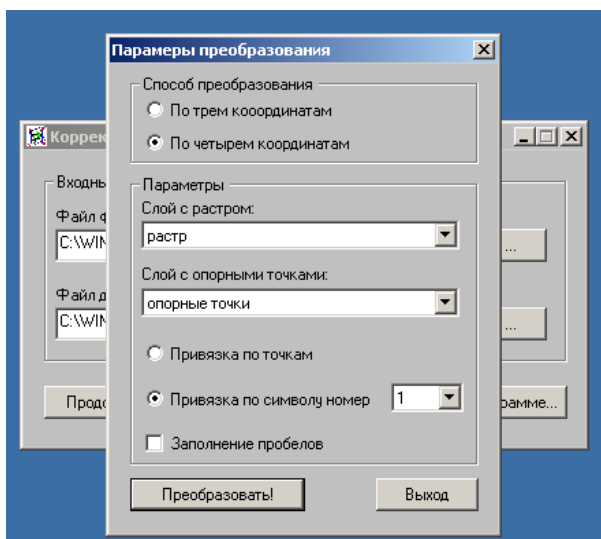


Рис. 13. Установка параметров преобразование растра

В диалоговом окне “Сохранение откорректированного растра” необходимо указать параметры сохранения преобразованного растрового изображения. Рекомендуется использовать опцию “Перезаписать исходный файл”. В этом случае достаточно открыть проект в ГИС, и преобразованное растровое изображение автоматически загружается в проект. Нажать “Продолжить”. После завершения преобразования будет выдано сообщение о результатах: “Преобразование завершено успешно” или “Преобразование прервано из-за ошибок”.

3.4.4.4. Модуль «Омега-Фото».

Данный способ преобразования обладает рядом преимуществ по сравнению с уже рассмотренными. Наиболее существенным преимуществом является количественная оценка отклонений между точками на карте и на растре. Качество посадки растра можно оценивать не только визуально, но и с помощью конкретных числовых показателей – отклонений в положении точек, среднеквадратического (стандартного) отклонения всех точек и максимального отклонения. Сам процесс преобразования растра является наглядным и обратимым – отмечаемые на растре точки видны на экране, они автоматически нумеруются, их можно перемещать и удалять. После преобразования растра при неудачном результате, процесс можно повторить, используя прежние точки.

Для использования модуля «Омега-Фото» при загрузке растра необходимо выделить пункт “Загрузить с трансформацией” (см. п.3.4.2.). После открытия файла среди стандартных панелей инструментов ГИС появится дополнительная панель блока «Омега-Фото». Растр будет отражаться не в проекте ГИС, а внутри окна модуля «Омега-Фото». Для удобства работы рекомендуется так располагать изображения карты и растра в окнах, чтобы интересующая область целиком отражалась на экране (рис. 14).

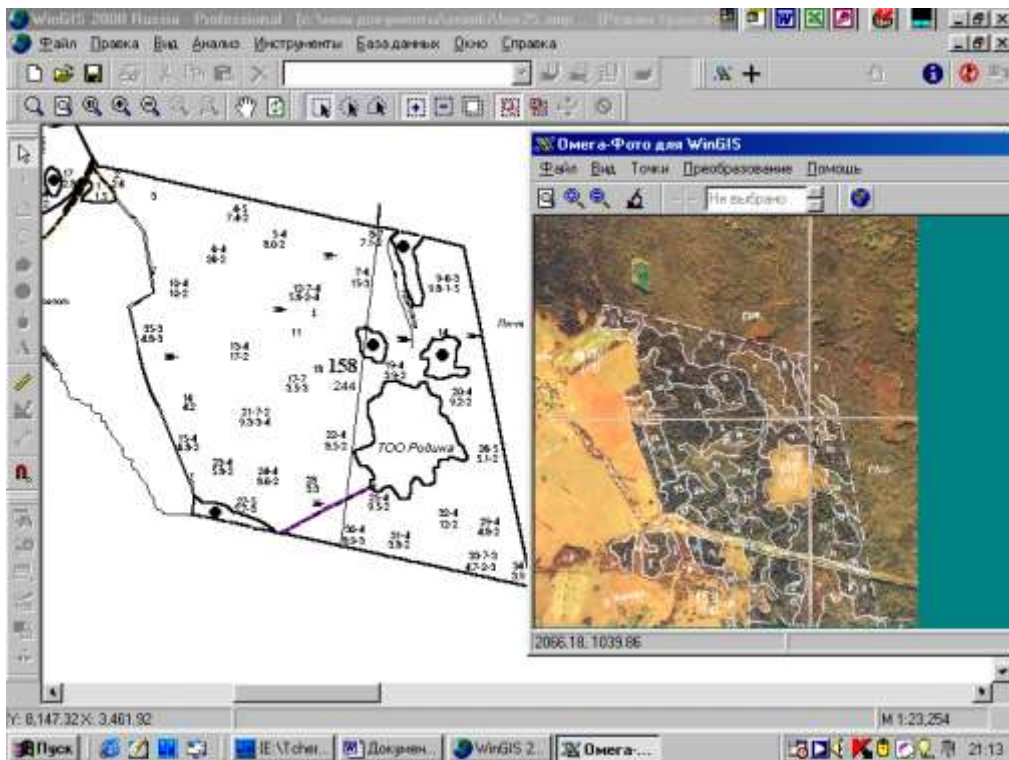


Рис. 34. Использование модуля «Омега-Фото»

Для расстановки точек необходимо нажать клавишу “+” (добавить) дополнительной панели модуля «Омега-Фото», и вставить точку на карту при включенной функции точной привязки (F9). После указания первой точки на карте необходимо внутри модуля «Омега-Фото» указать соответствующую точку на растре, перетаскивая мигающее изображение креста с верхней панели на растр (рис. 15). При нажатии клавиши “Enter” точка будет зафиксирована.

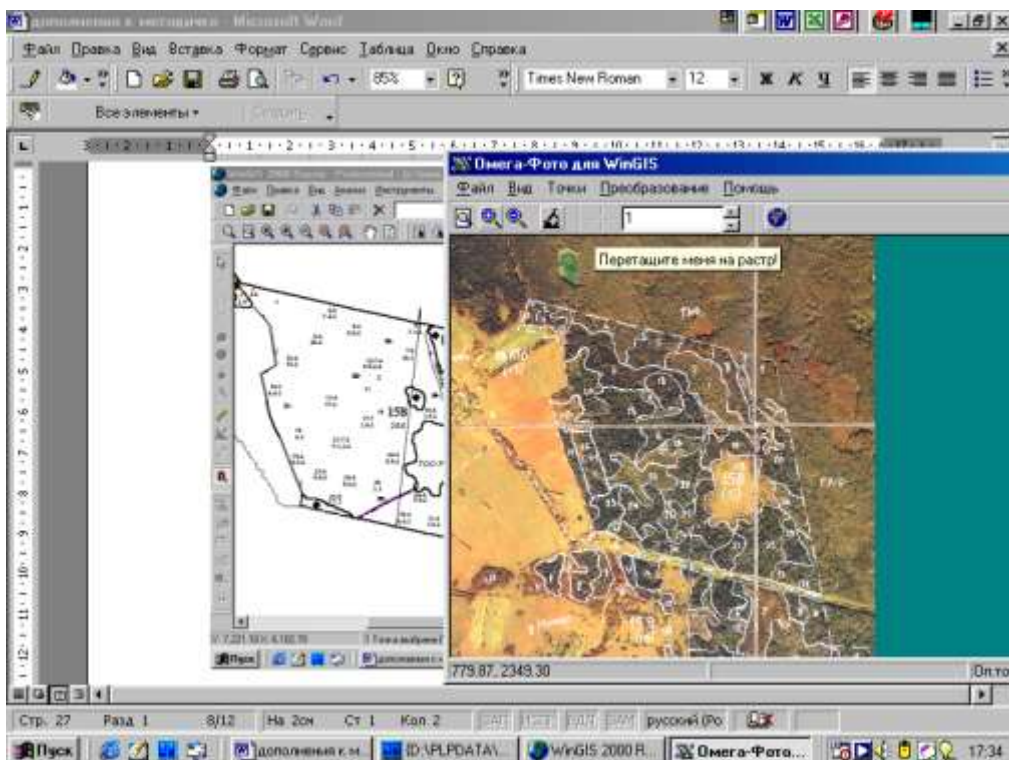
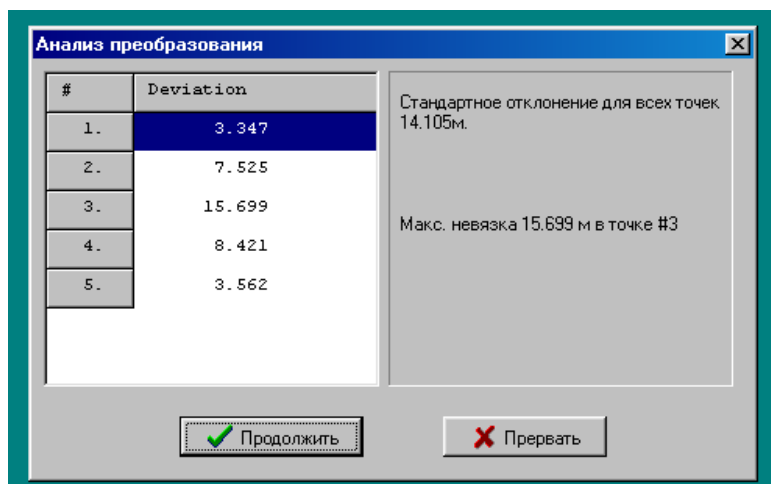


Рис. 15. Расстановка точек на растре

Далее операция повторяется необходимое количество раз. Удобством для пользователя является возможность изменять положение точек уже после их расстановки. Задачей пользователя будет окончательная корректировка положения точек на растре перед преобразованием.

После расстановки всех точек в подменю “Преобразования” модуля «Омега-Фото» выбирается команда “Преобразовать”. Промежуточным этапом преобразования будет отчет о результатах – значения отклонений точек растра от точек карты (рис. 16).



#	Deviation
1.	3.347
2.	7.525
3.	15.699
4.	8.421
5.	3.562

Стандартное отклонение для всех точек
14.105м.

Макс. невязка 15.699 м в точке #3

Продолжить Прервать

Рис. 16. Количественная оценка отклонений

При неудовлетворительных значениях отклонений можно вернуться назад, с помощью клавиши “Прервать” и откорректировать положение точек. Точки на растре можно удалять с помощью клавиши “Del”. Когда значения отклонений будут соответствовать допустимым, нажать “Продолжить”. В результате трансформации появится сообщение об успешно проведенной операции с предложением вставить преобразованное изображение в проект. Также будет предложено сохранить растр под новым именем.

3.4.5. Координатная привязка растровых изображений

Для создания одного проекта на объект лесоустройства обычно требуется несколько десятков растровых изображений. Например, при создании электронных карт лесничества сканируются планшеты предыдущего лесоустройства (или топографические карты или аэрофотоснимки). Даже при незначительных размерах лесничества его изображение не сможет поместиться на одном планшете или одном аэрофотоснимке. А один планшет, как правило, не помещается целиком в рабочее поле сканера. Поэтому необходимо соединять растры частей карт. Для соединения растров – “сшивки” используется система координат. Создается сеть опорных точек в ГИС (п.п. 1.4.), задаются координаты – X (по вертикали), Y (по горизонтали). При загрузке новых растров с помощью функциональной клавиши F4 задаются координаты опорных точек уже существующих в проекте растров.

Перед загрузкой в проект нового растра определяются координаты точки сети ближайшего “посаженного” растра с помощью функции точной привязки и указателя курсора. Например, к растру абриса нужно присоединить новый растр. Общая для обоих растров точка сети имеет координаты Y = 4800, X = 6400.

При загрузке смежного растра в меню диалога (п. 3.4.2.) указывается “Загрузка с координатами”. С помощью функциональной клавиши F4 задаются координаты верхней левой точки нового растра. После открытия новый растр будет “привязан” к точке Y = 4800, X = 6400 (рис. 17).

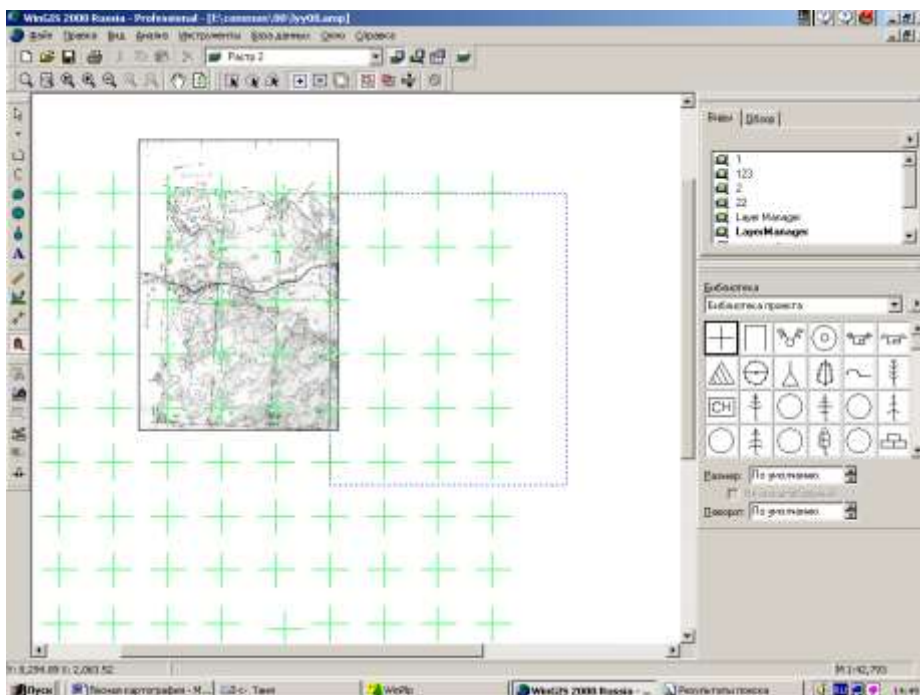


Рис. 17. Координатная привязка растров

При работе с совокупностью растров (например, аэрофотоснимками на лесничестве) рекомендуется помещать отдельные растры на отдельные слои, чтобы при работе с конкретным растром остальные могли бы быть отключены. После сканирования, посадки и трансформации растров на следующий этап – векторизацию передаются файлы проекта лесничества (с расширением *.amp) и растровых изображений (с расширениями *.bmp).

4. ВЕКТОРНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

4.1. Свойства векторных моделей

Векторной моделью географических данных называется способ представления географических данных в базе данных ГИС в виде пар прямоугольных координат точек (X,Y), которые определяют начало и направление вектора [1].

При построении векторных моделей объекты создаются путем соединения точек линиями, дугами, полилиниями и т.д. Полная векторная модель данных ГИС отображает пространственные данные как совокупность следующих частей: геометрических объектов (точек, линий, полилиний, полигонов), атрибутов (признаков, связанных с объектами), связей между объектами.

Типы геометрических объектов:

Точка – отдельная дискретная позиция на карте. В ГИС характеризуется координатами (x;y).

Полилиния – непрерывная ломаная линия, состоящая из сопряженных друг с другом отрезков. Характеризуется общей длиной.

Линия – полилиния, состоящая из одного отрезка, без промежуточных точек. Характеризуется длиной.

Полигон – замкнутая полилиния. Характеризуется площадью.

Пространственные связи в векторных изображениях ГИС описываются с помощью топологии. *Топология* - раздел математики, изучающий свойства фигур не меняться при любых деформациях без разрывов и соединений. Примеры геометрических фигур, обладающих близкими топологическими свойствами - окружность, эллипс, квадрат, ромб. Все перечисленные фигуры могут быть преобразованы одна в другую с

нарушением пропорций, но без нарушения связей, подобно рисунку на резине. Применительно к электронным картам, топология определяет связи между объектами, устанавливает соседство полигонов и представляет один объект в виде набора других объектов – линий, точек, полигонов. При использовании топологии данные хранятся более эффективно, поэтому их обработка ускоряется и появляется возможность обработки данных больших размеров [3, 16].

Топологические изображения в ГИС определяются следующими характеристиками – связанностью векторов (информацией о взаимосвязях между отдельными контурами, линиями, полигонами), пересечением векторов (информацией о точках пересечения векторов), связанностью и примыканием полигонов (информацией о взаимном расположении полигонов), близостью (информацией о пространственной близости линий и полигонов).

В топологических ГИС изображения образуются взаимосвязанными элементами, и разорвать связи между ними без специальной операции нельзя. В нетопологических ГИС конструкции рассыпаются при перемещении. Поэтому в нетопологических ГИС нет операций, позволяющих обрабатывать и анализировать соседство объектов, и многих видов анализа территории. Такие ГИС используются в основном только для паспортизации территории.

Топологические отношения в ГИС необходимы для моделирования, анализа, с помощью электронных карт.

4.2. Создание векторных изображений

Векторные изображения создаются и редактируются с помощью специальных программ – графических редакторов, которые входят в состав всех инструментальных ГИС-систем. Также существуют специальные программы-векторизаторы. Наиболее распространенные способы создания векторных изображений (векторизации) приведены в табл.10.

Таблица 10
Способы создания векторных изображений [3, 16]

Способ	Вид программного обеспечения	Состав работ	Достоинства	Недостатки
Ручной “по подложке”	Графические редакторы ГИС (ГИС, AUTOVECT, CADOverlay, MapEdit, EasyTrase)	- сканирование растрового изображения; - загрузка растрового файла в проект; - с помощью манипулятора “мышь” объекты, видимые на растре, обводятся на экране.	Сравнительная простота технологии, наглядность, низкая стоимость программного обеспечения. Может применяться для исходных материалов любого качества и сложности. Удовлетворительная точность	Высокая доля ручного труда, значительные временные затраты, качество и сроки выполнения работ зависят от квалификации исполнителей и внешних условий.
Автоматический	Программы-векторизаторы (Col-orFast, I/VEC)	- сканирование растрового изображения; - редактирование отсканированного изображения; - автоматический перевод в векторный формат с помощью специальных программных средств; - окончательная редакция векторного изображения	Незначительные объемы временных и трудовых затрат, минимальная доля ручного труда. Эффективная векторизация линейных объектов	Высокая стоимость программного обеспечения, недостаточная точность векторизации для объектов с интенсивной хозяйственной деятельностью (лесного фонда лесничества). Применяется в основном для карт с преобладанием линейных элементов.

				При хорошем качестве исходного материала
Полуавтоматический (интерактивный)	Программы-векторизаторы (MapEdit, EasyTrase, AUTOVECT)	- сканирование растрового изображения; - редактирование отсканированного изображения; - автоматический перевод в векторный формат с помощью специальных программных средств с одновременным редактированием оператором труднодоступных для компьютера объектов	Рекомендуется для создания карт средней сложности и исходными материалами хорошего качества. Незначительные затраты времени. Не нужна редакция после векторизации.	При создании сложных карт и исходных материалах невысокого качества запросы к оператору могут становиться слишком частыми. Качество и сроки выполнения работ зависят от квалификации исполнителей

Применение ручного способа векторизации определяется необходимостью решения экспертных задач, создания топологии, присвоения ГИС-идентификаторов графическим объектам. Он является наиболее распространенным способом создания векторных моделей. Векторизация ручным способом представляет собой выделение векторных объектов со сканированного изображения и сохранение его в векторном формате.

Векторизация позволяет преобразовывать растровые изображения, хранящиеся в растровых файлах в векторные рисунки и сохранять их в векторных файлах, поэтому векторизация может рассматриваться как способ сжатия растровых данных с сохранением информативности исходного изображения. Для векторных изображений могут осуществляться различные процедуры геометрического анализа (определение расстояний, длин ломаных линий, координат, площадей) без дополнительных преобразований.

Программы-векторизаторы отличаются друг от друга видом управляющей операционной системы, возможностью векторизации разных видов растра, требуемым качеством векторизации растра, возможностью и методами редактирования исходного растрового изображения, видом графической оболочки. Действие программ-векторизаторов основано на поиске связи между формой растровых изображений и векторными объектами определенного типа с последующим преобразованием их в векторные файлы [16].

При автоматизированном режиме векторизации неизбежно возникают трудности, связанные с качеством выходных материалов. Так при автоматической векторизации сложных объектов с исходных материалов невысокого качества (фотоабрисов с размытыми границами, поврежденными влагой или солнечным светом) и высокой контрастностью возможна потеря информации при наличии плохо прорисованных линий, границ, мест соединения линий. Также возможно обратное – автоматическая векторизация “шумов” – случайных штрихов, точек с исходного изображения. Эффективность в этом случае зависит от успешного сочетания контролирования и влияния пользователя на автоматизированные методы векторизации. Несмотря на наличие большого числа программных средств, выполняющих преобразование растр-вектор, наиболее точным и надежным является интерактивный метод преобразования [3].

4.3. Сравнение векторных и растровых моделей

Векторные и растровые модели являются на данный момент наиболее распространенными при создании и использовании ГИС в разных областях. При этом нельзя однозначно утверждать о приоритете одной из них – преимущества и недостатки каждой модели проявляются на разных этапах создания ГИС при решении разных задач.

Отдельные ГИС специально созданы для обработки растровых изображений, большинство современных ГИС использует векторную графику. В технологии создания лесных электронных карт с помощью ГИС используются обе модели. Сравнение основных свойств этих моделей приведено в табл. 11.

Таблица 11 Сравнение векторных и растровых моделей

Критерии оценки	Растровая модель	Векторная модель
Основные задачи	просмотр информации	анализ и манипулирование информацией
Представление информации на экране монитора	Совокупность точек определенного размера, занимающих все пространство изображения	Совокупность графических объектов - точек, линий, полигонов, связанных геометрически и математически, занимающих часть пространства изображения
Возможности просмотра	дает представление о том, что расположено в той или иной точке территории	дает представление, где расположен тот или иной объект
Способы создания	сканирование фотографий, рисунков, текста	векторизация
Объем памяти при хранении	значительные объемы памяти (особенно при сканировании цветных аэрофотоснимков)	Объемы памяти в 100-1000 раз меньше, чем у растровых моделей на ту же территорию
Целостность изображения на экране	Не искажается в определенных пределах, при масштабировании и трансформировании изменяет свойства	При редактировании, масштабировании и трансформировании не искажаются.
Возможности анализа и поиска	Ограниченные возможности поиска, так как в растровых моделях объектом является целая ячейка. Отдельные задачи анализа – выделение объекта, создание буферных зон, определение площадей, периметров, форм зон могут решаться легче, чем в векторных.	Широкие возможности поиска и анализа различных графических объектов. Анализ и поиск более прост, по сравнению с растровыми моделями, так как объектами являются линии, полигоны, связанные друг с другом пространственными связями. Определение длин линий, расстояний, площадей, координат, маршрутов.
Редактирование	обрабатываются добавлением, либо удалением частей изображения. При использовании системы фильтров возможно распознавание различных растров – чертежей, карт, схем, планов.	простые алгоритмы редактирования, позволяющие выбирать и изменять векторные объекты, используя геометрические отношения между объектами
Расположение на слоях	Разнородные растровые объекты могут располагаться только на разных слоях. Обычно растровая модель имеет больше слоев, чем векторная.	на одном слое могут отображаться объекты разных типов с разными атрибутами
Точность измерений	Невысокая точность измерений, так как в растровых моделях нет четких границ	высокая точность измерений, обычно превышающая точность исходных данных (кроме случаев точной съемки участков)
Область применения	выявление территорий с неясными границами – природных явлений, границ земельных участков, районов, типов почв и растительности, просмотр и обработка сканированных аэрофотоснимков, изучение новых неисследованных явлений, статистическая обработка	Создание электронных карт, схем, тематических карт с окраской по условию, решение задач пространственного анализа, оптимизации

4.4. Основные стадии векторизации лесных карт

Векторизация представляет собой процесс создания векторных объектов (точек, линий, полигонов), связанных между собой топологическими связями. Основой для векторизации служат растровые изображения исходных картографических материалов – топографических карт, аэрофотоснимков, абрисов. Основные этапы векторизации указаны в таблице 8.

На производстве векторизация состоит из следующих видов работ.

1. Получение задания (сканированных растровых изображений, карты – схемы лесничества).
2. Открытие проекта, просмотр качества преобразования и “сшивки” растров проекта.
3. Создание слоев для линейных объектов.
4. Векторизация границ проекта, границ смежных землепользователей внутри проекта.
5. Векторизация существующей квартальной сети.
6. Нанесение границ всех имеющихся категорий защитности.
7. Создание слоя “Ситуация” (векторизация границ выделов).
8. При наличии дорожной сети – создание слоя “Дороги”.
9. При наличии объектов гидрографической сети, создание слоя “Гидрография”.
10. Нанесение прочих объектов (визеры, телефонные линии и т.д.) на соответствующие слои.
11. Расстановка номеров выделов и кварталов.
12. Сохранение проекта, закрытие проекта.

При создании векторных изображений нужно соблюдать ряд правил:

- наименования слоев проекта назначаются в точном соответствии с перечнем слоев (приложение 1);
- на одном слое осуществляется векторизация определенных типов объектов;
- граница квартала изображается отдельной прямой линией, если она идет по прямой просеке (рекомендуется квартальные просеки изначально изображать непрерывными линиями, с точками в концах отрезков, а затем, с помощью команды “Вставить точку” вставлять точки для точной привязки в местах примыкания других линий);
- объекты векторизируются линиями;
- при векторизации рек учитывается их направление (векторизация ведется от истока);
- в местах пересечения всех линий выполняется точная привязка;
- при векторизации необходимо добиваться максимального соответствия конфигурации растровых и векторизируемых объектов, рекомендуется чаще использовать функцию увеличения изображения.

4.5. Векторизация лесоуправляющего квартала

Для векторизации лесоуправляющего квартала на основе растрового изображения необходимо выполнить следующие действия:

1. Открыть проект лесничества.
2. Создать слой “ситуация”, задать ему свойства.
3. Переместить слой с растровым изображением под слой “ситуация” с помощью менеджера слоев.
4. Создать векторное изображение лесоуправляющего квартала на основе растровой подложки, используя команды “полилиния”, “привязка”, “вставить новую точку в объект”, “удалить точку”, “переместите точку объекта”, функцию точной привязки. При создании векторных изображений необходимо соблюдать правила векторизации (рис. 18).

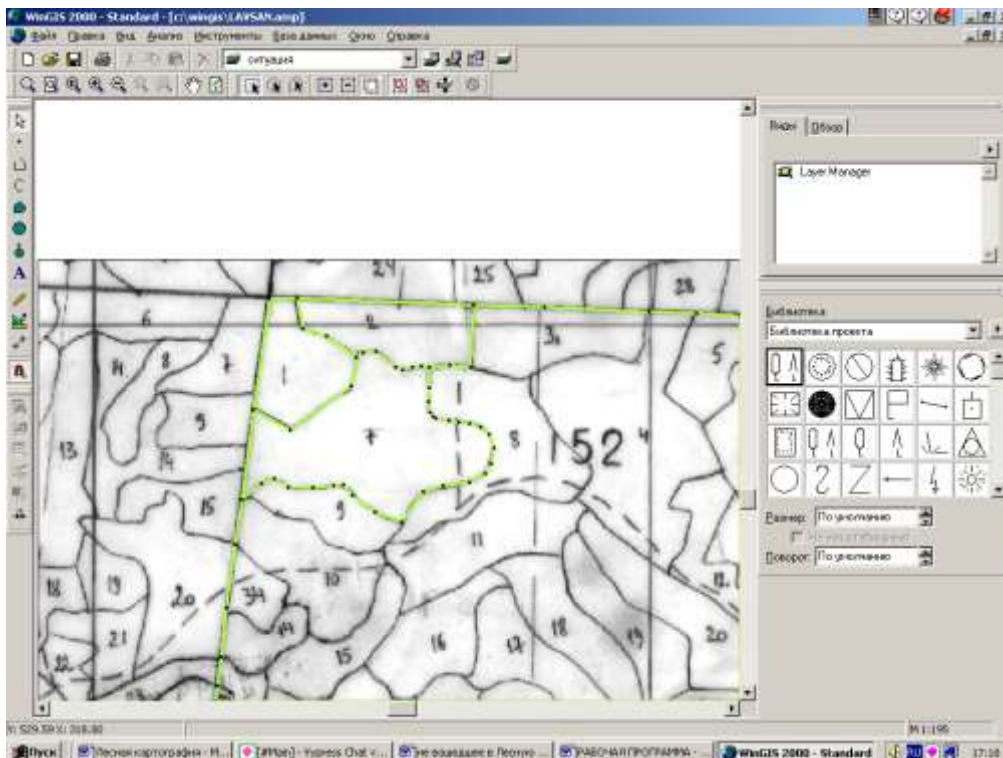


Рис. 18. Векторизация лесоустроительного квартала.

5. ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ В ГИС

5.1. Возможности пространственного анализа

Возможность совместного анализа картографической и тематической информации является главным признаком, отличающим геоинформационные системы от баз данных, электронных карт, систем автоматического проектирования, экспертных систем. Специалисты отмечают недостаточное использование функций пространственного анализа ГИС в лесоустройстве и в лесном хозяйстве [9]. При создании электронных карт пространственный анализ применяется для определения площадей, длин линий, выделения и поиска объектов, создания буферных зон, выполнения отдельных этапов векторизации, редактирования и контроля, создания тематических карт, построения диаграмм и трехмерных моделей. Возможности пространственного анализа для ГИСБД лесного хозяйства ограничены программным обеспечением и диапазоном решаемых задач.

Наборы функций пространственного анализа в разных ГИС отличаются. Типичными функциями пространственного анализа являются выборка, классификация, генерализация, геометрический, арифметический и сетевой анализ, выделение объектов в новый слой, функции работы с полями баз данных,

Под *выборкой* понимают целенаправленный поиск, реорганизацию и вывод пространственных и атрибутивных данных без изменения их содержания. В процессе выборки создаются временные структуры, которые могут сохраняться в базе данных как промежуточные карты и описания, но могут и уничтожаться после реализации запроса и использования информации. В системе «ЛУГИС» удобно осуществлять выборки из ТБД с последующим слежением (окраской) выбранных выделов на КБД. Возможны следующие варианты выборки:

- с помощью стандартной библиотеки выборок лесохозяйственного и лесоустроительного содержания (лесосеки текущего года, эксплуатационный фонд, непокрытые лесом земли и т.д.),
- с помощью самостоятельного составления условий выборки,
- с помощью документов системы реализации запросов SRZ.

Полученная выборка (набор выделов, выбранных из ТБД по заданному условию) может быть просмотрена на экране, обработана с помощью системы реализации запросов, выделена на графике, выведена на печать в виде таксационного описания, по выборке могут быть произведены расчеты главного пользования.

В ГИС можно выбирать графические объекты разных типов – точки, линии, полигоны, символы, текст, растр на отдельных слоях.

Функция **классификация** используется для отнесения объектов анализа к различным классам, разрядам, ступеням. Объектом классификации может являться любой слой базы данных. Результаты классификации позволяют выявлять совершенно непредвиденные закономерности в пространственной организации объекта анализа. В ГИС возможно разделение сложных графических объектов на отдельные линии, точки, полилинии.

Генерализация – набор процедур ГИС, предназначенных для отбора и отображения картографических объектов, соответственно масштабу, содержанию и тематической направленности создаваемой цифровой карты [17]. Функция генерализации в ГИС (в менеджере слоев генерализация обозначается в специальной колонке в виде изображения глаза с линейкой) определяет показ слоя при определенных масштабах, задаваемых одним из условий: “всегда”, “если масштаб между”, “если масштаб крупнее”, “если масштаб мельче”. Так, например, при задании генерализации слоя “границы выделов” при условии “если масштаб мельче” 1:10000 при увеличенном изображении на экране границы будут видны, при уменьшении изображения слой не будет показан и операции с проектом будут занимать меньше времени.

Геометрический анализ используется для анализа пространственных данных и связей между ними (перекрытие, внутренние области, объединение площадей, определение линии пересечения, создание буферной зоны, поиск объектов, попадающих в определенный район, поиск ближайшего соседа). В ГИС реализованы функции поиска в окрестностях полигонов (автоматическая визуализация соседних областей и автоматическое создание отчета в базе данных), поиска внутри заданного радиуса (окружности), создание буферных зон, объединение векторных полигонов, точное позиционирование, наложение полигонов, функции смещения линий.

Арифметический анализ используются при расчете площадей, длин линий, периметров, радиусов окружностей и дуг.

Сетевой анализ – позволяет строить и анализировать различные виды сетей (для посадки растров, определения маршрутов, анализа зон влияния на объекты сети других объектов).

Выделение объектов в новый слой необходимо при анализе электронных карт, поиске определенных объектов, корректировке карт, создании новых объектов, связанных с существующими, выделении нескольких объектов.

Функции работы с полями баз данных. Относятся к атрибутивным базам данных, содержащих табличную информацию о картографических объектах. В системе ГИС существует встроенная база данных, где хранится информация о площадях, номерах выделов, кварталов, ГИС-идентификаторах картографического проекта. К функциям работы с полями баз данных обычно относят: поиск имени поля и его значения; создание, редактирование, удаление поля; классификацию, перегруппировку полей; статистическую обработку.

5.2. Использование функций пространственного анализа при работе с ГИС-проектом лесничества

Открыть проект лесничества в ГИС. Установить связь с системой обработки лесоустроительной информации. В меню “Инструменты” выбрать “Основные установки”, где указать “База данных” (рис. 19). Нажать “ОК”.

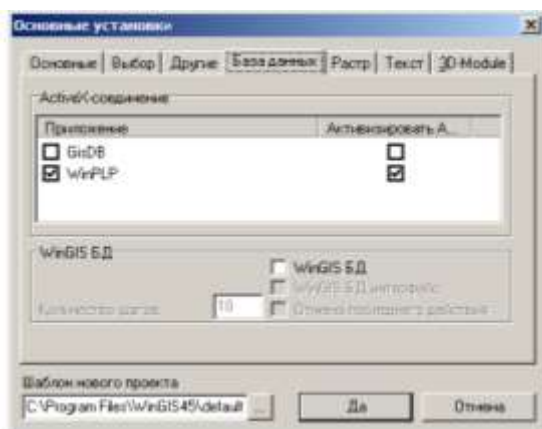


Рис. 19. Установка связи ГИС с базой данных

В окне системы обработки лесоустроительных данных ввести пароль и код. После инсталляции системы выбрать базу данных одноименного лесничества. Вернуться в графический редактор. Сделать слой “полигон-выделов” активным. Выбрать несколько кварталов на карте с помощью левой клавиши мыши (рис. 20).

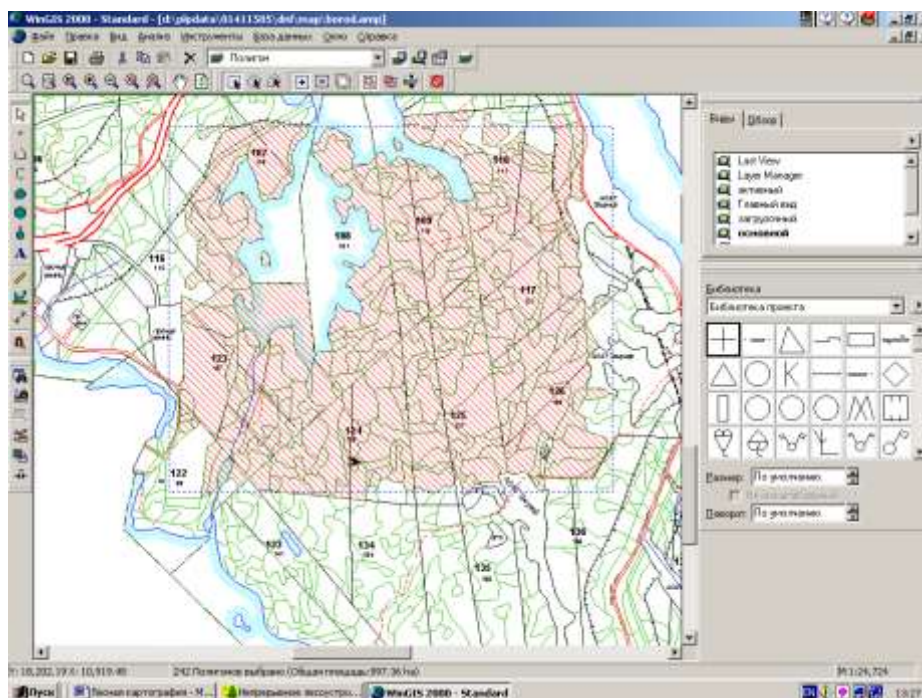


Рис. 20. Выбор выделов в картографическом проекте

В меню “База данных” выбрать команду “Слежение”. В результате в окне появится список отмеченных в графике выделов (рис.21)

5.3. Создание тематических карт и площадных диаграмм

Открыть проект лесничества в ГИС. Установить связь с базой данных в настройках системы. Сделать слой “полигон-выделов” активным. В окне ввести пароль и код. После инсталляции системы выбрать базу данных одноименного лесничества. Выбрать в меню “Функции графики” пункт “Окраска”. В перечне запросов по окраске выбрать “По главным породам”. Выполнить команду “Окраска планшета” (рис.25).

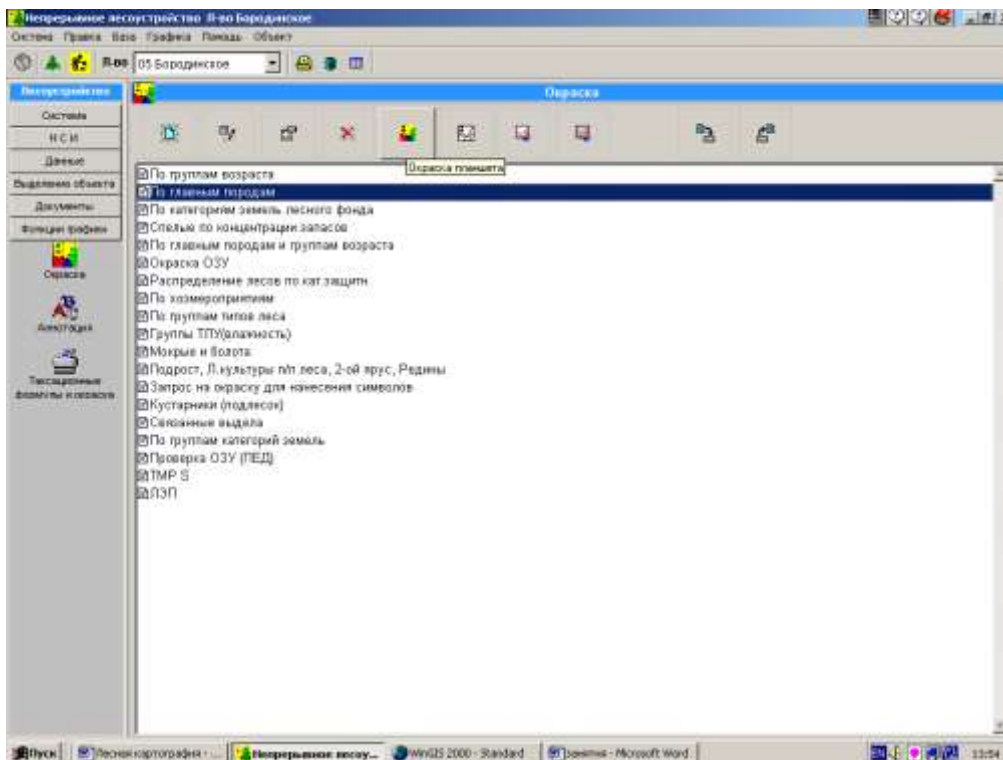


Рис. 25. Окраска карты по условию

Результатом выполнения запроса будет тематическая карта лесничества, окрашенная по главным породам (рис. 26).

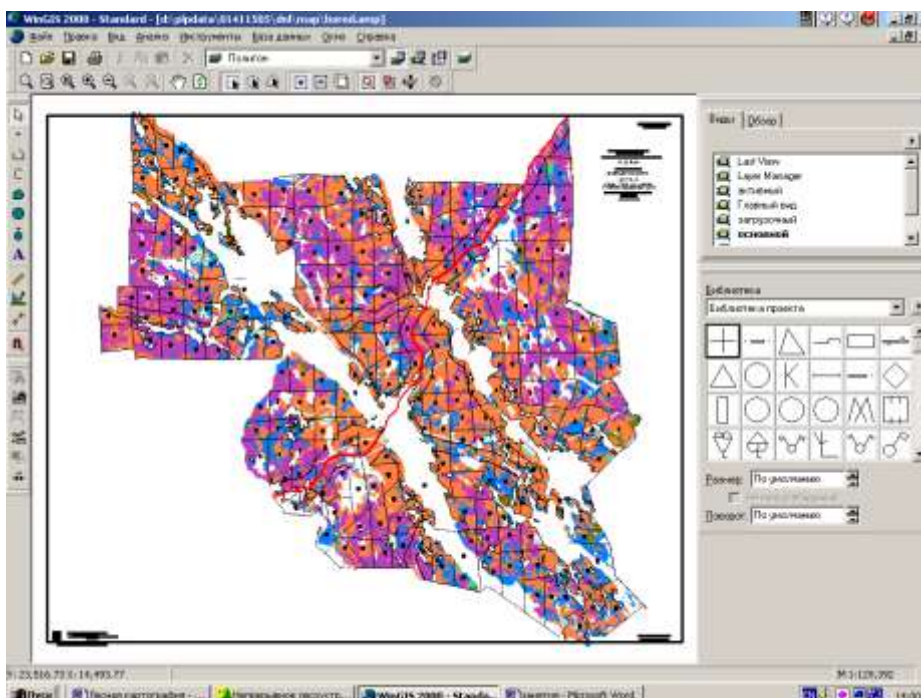


Рис. 26. План лесонасаждений с окраской по главным породам

В системе в пункте “Окраска” выполнить команду “Площадная диаграмма по лесничеству”. В результате появится диаграмма распределения главных пород в процентах от площади лесничества (рис. 27). Внутри окна “Площадная диаграмма” с помощью клавиш верхней панели можно менять вид диаграммы (круговая, горизонтальная, вертикальная).

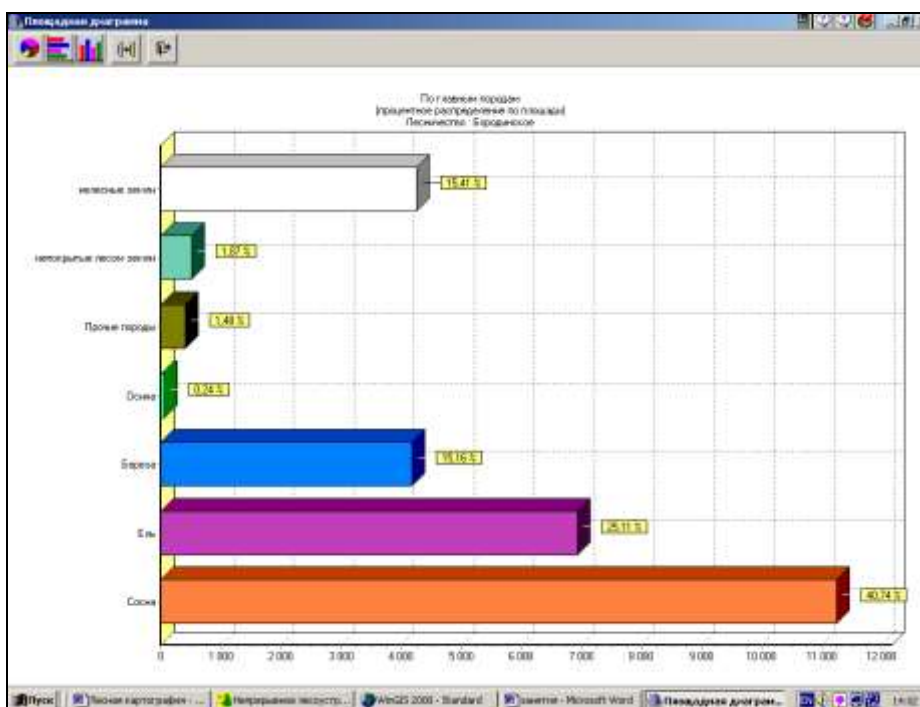


Рис. 27. Диаграмма распределения главных пород в процентах от площади лесничества

Список литературы:

Методические указания составлены на основе методического пособия Черниховского Д.М. Создание лесных карт с помощью ГИС-технологий. СПбГЛТА, 2003 г.