

РАЗВИТИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО ЗАПОВЕДНИКА

О.В. Рыжков

*Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центрально-Черноземный
государственный природный биосферный заповедник имени профессора В.В. Алехина»
п. Заповедный, Курская обл., Россия, ryzhkov@zapoved-kursk.ru*

DEVELOPMENT OF THE GEOINFORMATIONAL SYSTEM OF CENTRAL CHERNOZEM RESERVE

O.V. Ryzhkov

*Federal State Budgetary Institution «The Central Chernozem
State nature biosphere reserve named in honour of Professor V.V. Alekhin»
Zapovednyi, Kursk region, Russia, ryzhkov@zapoved-kursk.ru*

Abstract. The stages of formation and basic GIS units of the Central Chernozem reserve are described. The examples of the use of GIS and GPS technologies in the research and protection of the reserve are shown. The detailed review of geospatial data of the reserve is presented. A series of methodical recommendations on the use of GPS and GIS on specially protected natural territories is developed, its approbation in various regions of Russia is carried out.

Конец прошлого и начало текущего столетий характеризуются бурным развитием геоинформационных технологий, особенно в природоохранной сфере. Особо охраняемые природные территории (ООПТ) в этом отношении представляют, с одной стороны, удобные, а, с другой, уникальные объекты для географических информационных систем (ГИС). При помощи ГИС атрибутивная информация из многолетних рядов наблюдений связывается с географическими координатами, что позволяет вывести на качественно новый уровень методы обработки, анализа и визуализации данных. Все поступающие в ГИС данные геокодируются, что означает сопоставление каждой записи базы данных графическому объекту карты, имеющему реальные географические координаты [Рыжков, 2009а].

В данной статье приводится характеристика геопространственных данных, описываются структурные единицы ГИС Центрально-Черноземного государственного природного биосферного заповедника имени профессора В.В. Алехина (ЦЧЗ), дается перечень основных публикаций по рассматриваемой тематике. Заповедник расположен в юго-западной части Среднерусской возвышенности в пределах центральной полосы лесостепной зоны и состоит из шести кластерных участков, находящихся в пределах одного субъекта Федерации – Курской области.

Одним из способов оперативного сбора данных для ГИС является GPS- (и/или ГЛОНАСС) съемка, которая осуществляется приборами спутниковой навигации. Именно использование GPS-приемников, начиная с 2000 г., положило начало создания в ЦЧЗ геопространственных баз данных. В настоящее время сотрудниками заповедника применяются в своей деятельности 10 портативных GPS-навигаторов американской компании Garmin, начиная с простых, устаревших моделей GPS II Plus (1), GPS 12 CX (1) и заканчивая современными высокоточными моделями GPSMAP 76CSx (4), GPSMAP 78S (1) и OREGON 550 (3), которые позволяют осуществлять навигацию по растровым изображениям.

В качестве базовой ГИС заповедника выбрана MapInfo Professional, лицензионная версия которой приобретена в 2008 г. В последующем программа ежегодно обновлялась. В настоящее время используется в работе MapInfo Professional rus v. 10.52. Кроме того, ФГБУ «Центрально-Черноземный государственный заповедник» осуществлена закупка другого программного обеспечения (ПО), необходимого для решения специфических задач по сбору и обработке данных для ГИС, а именно, Global Mapper v. 14.0 (визуализация и конвертирование разнообразных геоданных, подготовка растровых карт для загрузки в GPS-навигаторы Garmin и пр.), MITransformer (модуль для преобразования векторных данных, оцифрованных в локальной системе координат, в новую векторную таблицу MapInfo Professional в заданной системе координат или координатной привязки векторных данных, импортированных из других программ в случае отсутствия информации об используемой проекции), GPSMapEdit v. 1.1 (создание векторных GPS-карт). На практике используется также свободно распространяемые программы по обмену данными между ПК и спутниковыми навигаторами Garmin BaseCamp v. 4.01, GPS TrackMaker v. 13.8 и пр. (полный обзор используемого ПО с конкретными примерами приведен в методическом пособии [Рыжков, 2007]).

Обзор геопространственных данных Центрально-Черноземного заповедника.

Важнейшими геопространственными данными любой ООПТ являются точные географические координаты ее границ. До недавнего времени ЦЧЗ располагал только условными координатами границ, которые были непригодны для загрузки в ГИС. В 2009 г. ООО «Белгородземпроект» выполнило работу по землеустройству заповедника. Были подготовлены межевые и кадастровые планы всех участков, уточнены их границы и составлены ведомости географических координат всех граничных столбов в системе координат СК95 (рис. 1). Такая же информация была представлена по охранным зонам 4-х участков ЦЧЗ.

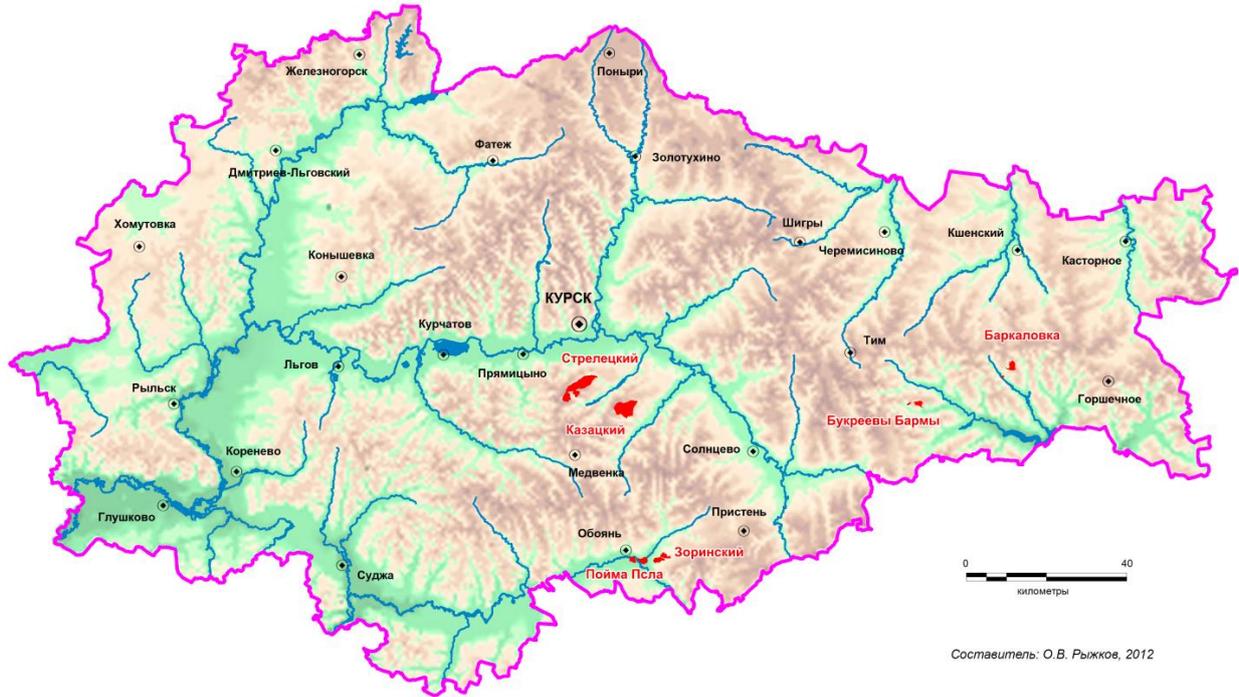


Рис. 1. Схема расположения участков ЦЗ на территории Курской области

В заповеднике инициирована работа по зонированию территории, которое разрабатывается для всех биосферных резерватов. На основе картографических материалов лесоустройства 2000 г. А.А. Власовым в 2008 г. подготовлена растровая схема зонирования территории Стрелецкого участка ЦЗ, которая в 2009 г. была переведена в векторный формат (рис. 2).

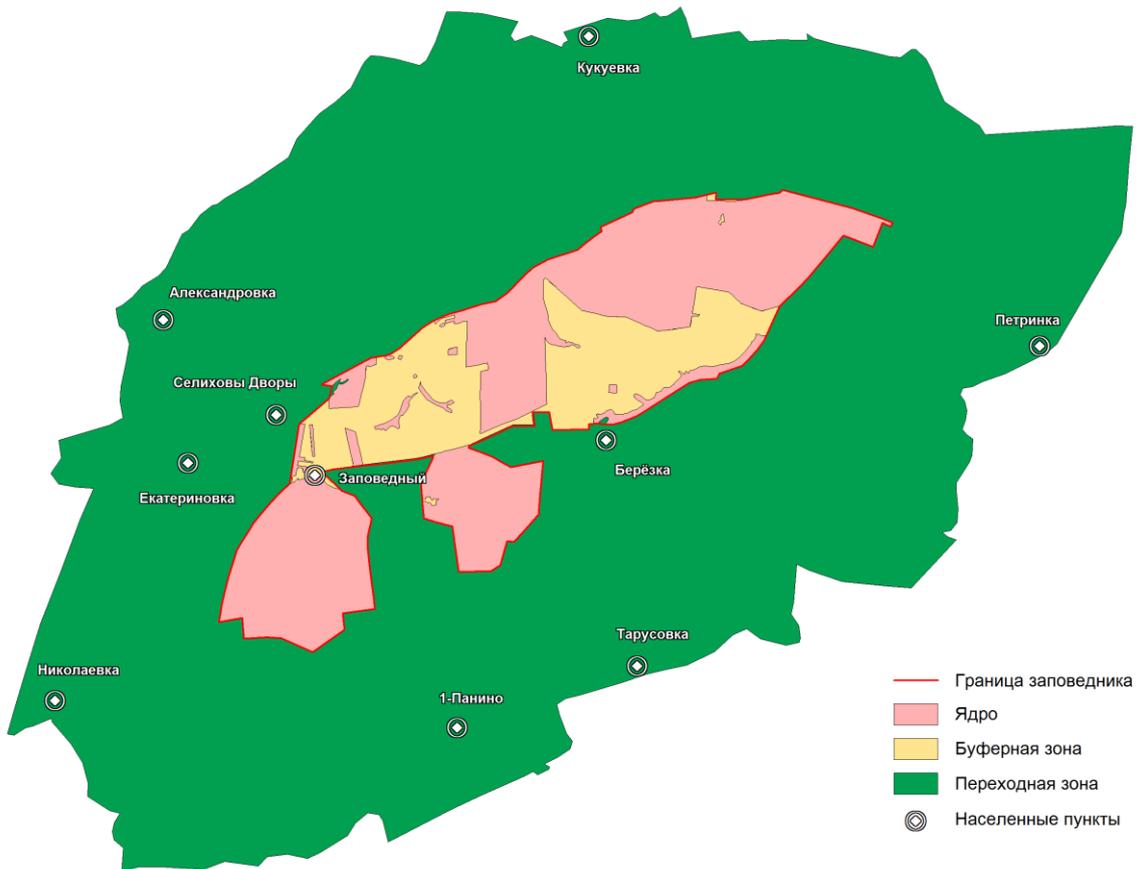


Рис. 2. Схема зонирования Центрально-Черноземного биосферного резервата (на примере Стрелецкого участка)

С 2010 г. проводится комплекс мероприятий по проектированию охранной зоны вокруг участков ЦЧЗ Зоринский и Пойма Псла. В рамках этой работы на основе цифровой топоосновы М 1 : 100 000 подготовлена серия карто-схем: *территории охранной зоны с границами исключенных населенных пунктов; разбивкой на кадастровые кварталы; границами лесничеств, растительными и водными объектами и размещением основных объектов* (О.В. Рыжков, 2012).

Наиболее наполненными блоками ГИС заповедника являются массив геопространственных баз данных, сформированных на основе GPS-съемки по материалам исследования отдельных видов биоты и их популяций, и построенные на его основе разнообразные тематические карты¹:

- *карты распространения деревьев и кустарников на степных некосимых участках ЦЧЗ* (О.В. Рыжков, Г.А. Рыжкова, 1999-2007 гг.; осуществлено геоинформационное картографирование трех экспериментальных объектов, расположенных на участках Стрелецком (первый некосимый участок Стрелецкой степи, в абсолютно заповедном режиме – 64 года, 2005 г.), Казацком (залежь «Дальнее поле», в абсолютно заповедном режиме – 59 лет, 1999-2000 гг.) и Букреевы Бармы (залежь, в абсолютно заповедном режиме – 20 лет, 2007 г.). Выявлено 38 видов деревьев и кустарников.

Рисунки 3-4 демонстрируют примеры тематических карт (диапазонов и индивидуальных значений точек), основанных на материалах GPS-картографирования древесно-кустарниковой растительности залежи участка ЦЧЗ Букреевы Бармы.

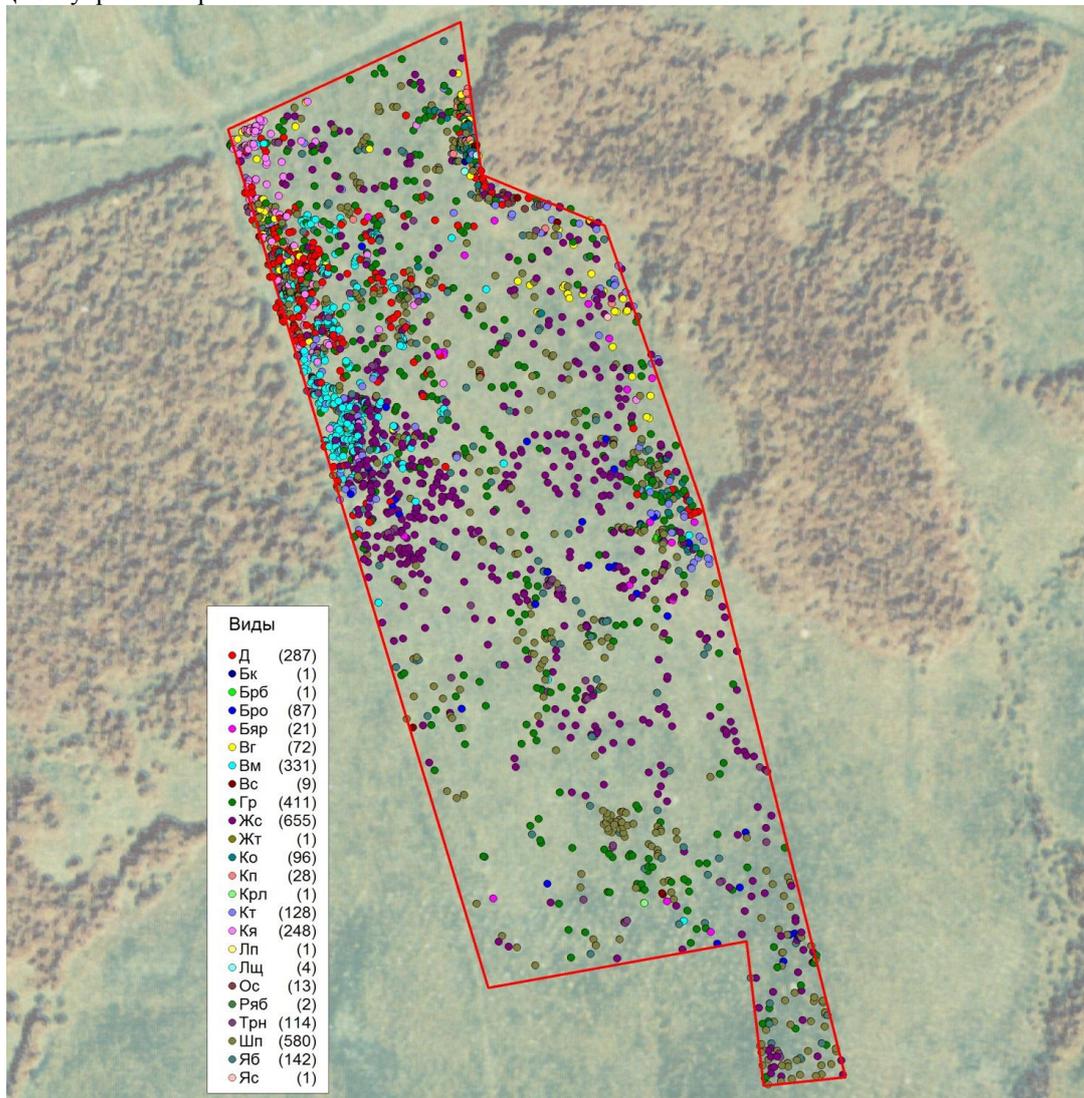


Рис. 3. Тематическая карта распространения одиночных экземпляров деревьев и кустарников на залежи участка заповедника Букреевы Бармы, 2007 г.

¹ Автор благодарит сотрудников Центрально-Черноземного заповедника к.б.н. А.А. Власова, Е.А. Власова, О.П. Власову, Н.И. Золотухина, И.Б. Золотухину, к.б.н. Г.А. Рыжкову, к.г.н. Т.Д. Филатову за предоставление информации по геопространственным данным; к.б.н. Г.А. Рыжкову, программиста Д.О. Рыжкова за электронный ввод атрибутивной информации и участие в подготовке карт.

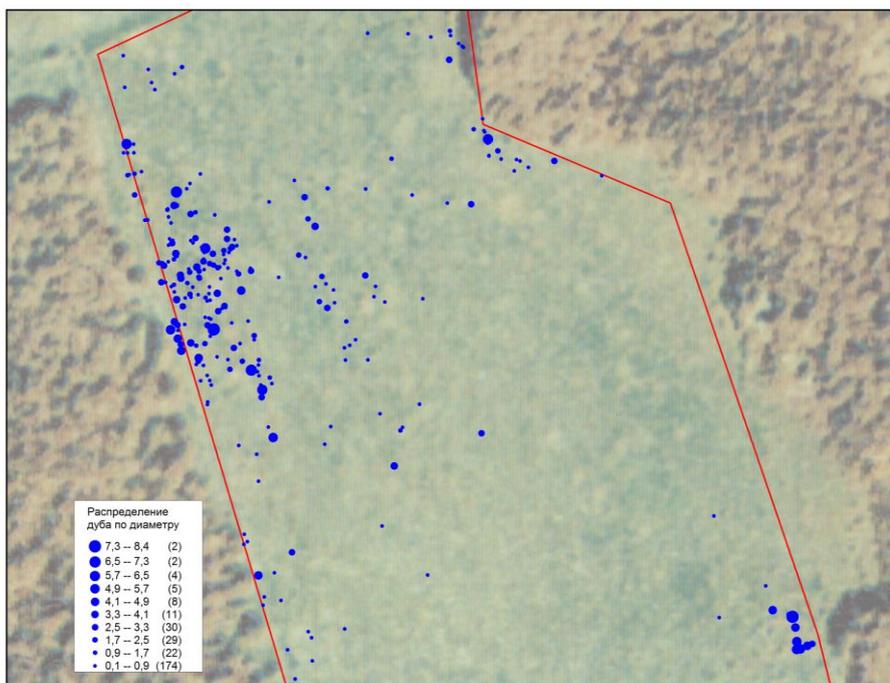


Рис. 4. Тематическая интервальная карта распространения одиночных экземпляров дуба черешчатого в зависимости от диаметра основания их стволов на участке Букреевы Бармы, 2007 г.

Отличительной особенностью залежи является присутствие значительного количества жизнеспособных имматурных и виргинильных особей зональной лесобразующей породы лесостепи – дуба черешчатого (287 шт./га). Наиболее крупные из них произрастают в непосредственной близости от прилегающих лесных урочищ Борки и Букреево, откуда осуществляется занос желудей. Примечательно присутствие дубков и в центре самой узкой части залежи (рис. 4), что не исключает в будущем соединения указанных урочищ в единый массив.

- карты распространения лещины обыкновенной, липы мелколистной и березы бородавчатой на Стрелецком участке ЦЧЗ (О.В. Рыжков, Г.А. Рыжкова, 2008-2011 гг.; в апреле-мае 2008-2011 гг. выполнены повторные сплошные перечеты с тщательным поиском и фиксацией координат всех особей перечисленных видов в лесных урочищах Дуброшина, Соловьятник, Дедов-Веселый, Селиховы кусты, Бабка и Петрин лес, а также на не покрытых лесом площадях Химиной ложины, Петрина и Хвощева логов. В предшествующие годы аналогичные исследования проведены по указанным видам в 1994 г., а по березе – в 1951 г. с составлением условных схем распространения. Для лещины и липы характерен процесс расселения особей, включая освоение новых местообитаний, в том числе и на плакорах [Рыжков, Рыжкова, 2010а,б]. Популяция березы, за исключением Петрина леса, продолжает оставаться регрессивной вследствие недостаточной представленности прегенеративных фракций. Ниже приведены данные о численности всех обнаруженных экземпляров видов, по которым собрана геопространственная информация с соответствующей атрибутикой:

| Виды | Годы | | | | Всего |
|---------------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|
| | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | |
| Липа мелколистная | 964 | 20 | - | - | 984 |
| Береза бородавчатая | 116 | 731 | 566 | 164 | 1577 |
| Лещина обыкновенная | 1431 | 1419 | 4 | 270 | 3124 |
| Итого | 2511 | 2170 | 570 | 434 | 5685 |

- карты местонахождений особо охраняемых видов сосудистых растений на территории ЦЧЗ (И.Б. Золотухина, Н.И. Золотухин, 2005-2012 гг.; осуществлено картирование местонахождений на территории участков заповедника 10 видов растений из Красной книги Российской Федерации: *Androsace kozo-poljanskii*, *Cotoneaster alauicus*, *Cypripedium calceolus*, *Fritillaria meleagris*, *F. ruthenica*, *Liparis loeselii*, *Paeonia tenuifolia*, *Stipa dasyphylla*, *S. pulcherrima*, *S. zalesskii*; 7 видов из Красной книги Курской области: *Clausia aprica*, *Dactylorhiza cruenta*, *D. incarnata*, *Gladiolus tenuis*, *Hammarbya paludosa*, *Phyteuma spicatum*, *Schivereckia podolica*. Одновременно проводился учёт численности особей всех этих видов, определялись возрастные

спектры у *Fritillaria meleagris*, *F. ruthenica*, *Liparis loeselii*, *Paeonia tenuifolia*, *Gladiolus tenuis* (Золотухина, 2007а, 2007б, 2009, 2010а, 2010б; Золотухина, Золотухин, 2010, 2012б; и др.); Г.А. Рыжкова, О.В. Рыжков, 2008-2011 гг.; за указанный период времени осуществлялась GPS-съемка мест обнаружения редких видов травянистых растений, произрастающих на территории заповедника, в частности, гнездовки обыкновенной, лилии кудреватой, лука медвежьего, тайника яйцевидного, дремлика морозникового, рябчиков русского и шахматного, купальницы европейской и др. Результаты этой работы за 2007-2009 гг. представлены в соответствующем отчете [Отчет..., 2009], а также частично опубликованы [Рыжкова, Рыжков О., Рыжков Д., 2010].

- карты распространения в ЦЧЗ кустарника из Красной книги Курской области миндаля низкого (О.В. Рыжков, Г.А. Рыжкова, 2008-2011 гг.; по миндалю низкому собрана наиболее полная геопространственная информация как по заповеднику, так и по Курской области в целом. В 2009 г. выполнено детальное геоинформационное картографирование популяции миндаля низкого в Хвощевом логу Стрелецкого участка ЦЧЗ [Рыжков, Рыжкова, 2010в], в 2011 г. – в урочище Городное на участке Баркаловка и в урочищах Покоснево и Букреево участка Букреевы Бармы (статья в печати, рис. 5), в 2012 г. аналогичные исследования начаты на Казацком участке, где в Барыбином логу отмечено самое крупное в области местообитание вида.

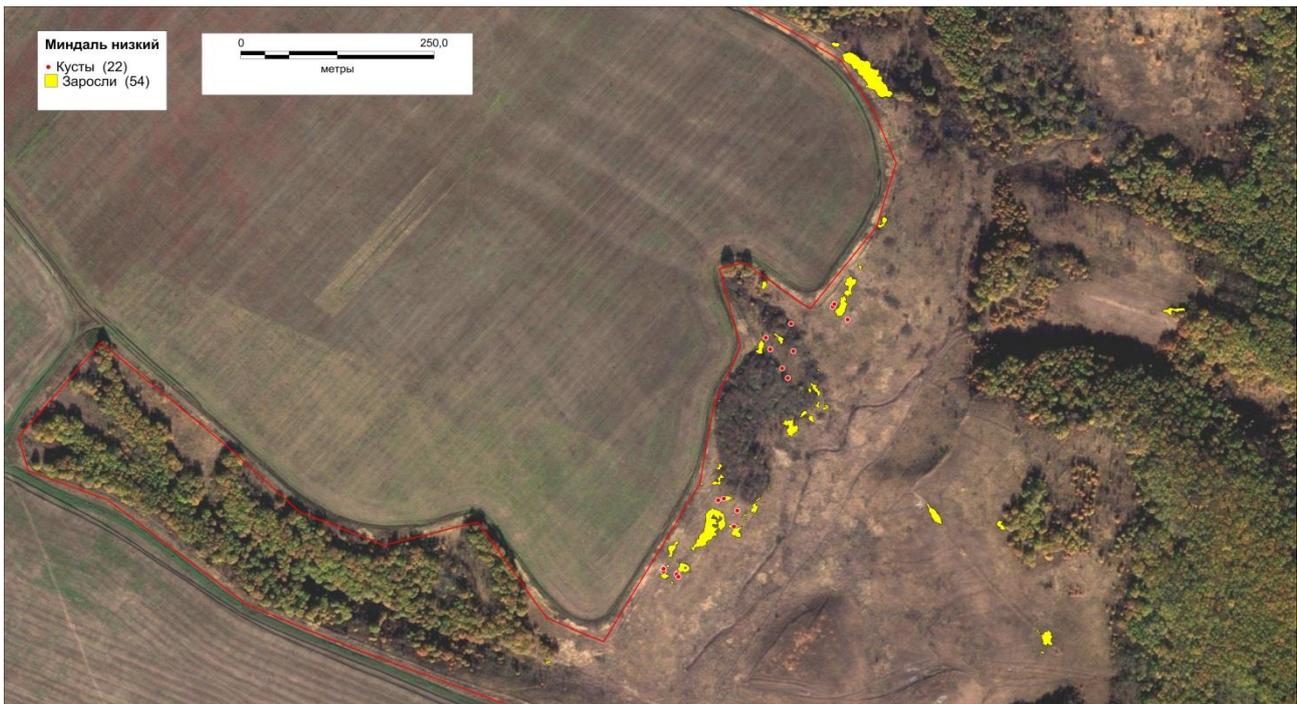


Рис. 5. Схема распространения миндаля низкого в ур. Городном на участке ЦЧЗ Баркаловка, 2011 г.

- карта распространения на Стрелецком участке ЦЧЗ старовозрастных деревьев дуба черешчатого (О.В. Рыжков, Г.А. Рыжкова, 2008-2011 гг.; создана на основе атрибутивных сведений и координат деревьев с диаметрами стволов на высоте груди 70 см и более. Ниже приводится информация об их численности по годам исследований: 2008 г. – 30 экз., 2009 г. – 46 экз., 2010 г. – 23 экз., 2011 г. – 2 экз.

- карты динамики распространения древесно-кустарниковых видов на пастбище Стрелецкого участка ЦЧЗ (Г.А. Рыжкова, О.В. Рыжков, 2004 г., 2011 г.; составлены по материалам GPS-съемок в указанные годы одиночно растущих деревьев и кустарников и их зарослей на пробных площадях размером 15.5 и 5.0 га [Рыжков, Рыжкова, 2012].

- карта зарослей вейника наземного на пастбище Стрелецкого участка ЦЧЗ (Г.А. Рыжкова, 2004 г.) [Рыжкова, 2006].

- карта учета кладок прыткой ящерицы на Стрелецком участке ЦЧЗ (О.П. Власова, Е.А. Власов, 2011);

- карты размещения реликтовых сурчин на Стрелецком и Казацком участках ЦЧЗ (О.В. Брандлер, 2011);

- карты мест обнаружения гнезд хищных птиц в лесных урочищах ЦЧЗ (С.Ф. Сапельников, 2008-2009 гг.) [Отчет..., 2009];

В заповеднике проводится работа по географической привязке постоянных пробных площадей. В настоящее время существуют геопространственные данные по следующим объектам научной инфраструктуры:
- схема расположения геоботанических постоянных пробных площадей на Стрелецком (О.В. Рыжков, 2010) и Казацком (Т.Д. Филатова, Н.А. Малешин, 2006) участках ЦЧЗ;

- *схемы размещения геоботанических постоянных пробных площадей по сравнительному изучению растительности залежей и целинных степей на 5-ти участках заповедника (Стрелецкий, Казацкий, Букреевы Бармы, Баркаловка, Зоринский) (Т.Д. Филатова, 2006);*
- *схема расположения лесных постоянных пробных площадей (О.В. Рыжков, Г.А. Рыжкова, 2012);*
- *схема расположения научных стационаров Зоринского участка ЦЧЗ (О.В. Рыжков, 2000) [Природные условия..., 2001];*
- *схемы местонахождений геоботанических описаний степных растительных сообществ ЦЧЗ (П.А. Дорофеева, Н.И. Золотухин, И.Б. Золотухина, А.В. Полуянов, Т.Д. Филатова, 2010-2012 гг.; проведена фиксация с помощью спутниковых навигаторов мест 303 стандартных геоботанических описаний по системе Браун-Бланке аровых площадей степных сообществ на территории четырех участков ЦЧЗ (Стрелецкий, Казацкий, Баркаловка, Букреевы Бармы). Кроме выявления полного видового состава сосудистых растений на аровых площадях, в пределах каждой из них проводился учет численности ковылей и видовой насыщенности растений на трех площадках по 1 м² (Дорофеева, Золотухин, 2012; Золотухин, Золотухина, Филатова, 2012; Золотухина, Золотухин, 2012а; и др.).*
- *схемы местонахождений геоботанических описаний растительных сообществ на лесостепном профиле Казацкого участка ЦЧЗ (Г.Н. Лысенко, 2006-2007 гг.).*
- *схема расположения зоологических постоянных пробных площадей по учету обыкновенного слепыша (А.Ю. Пузаченко, 2006);*
- *схема расположения зоологических постоянных пробных площадей по учету кладок прыткой ящерицы (О.П. Власова, Е.А. Власов, 2011).*

Создана также *схема хозяйственно-административной инфраструктуры поселка Заповедный*, в котором расположена центральная усадьба ЦЧЗ (О.В. Рыжков, Д.О. Рыжков, 2006).

В ЦЧЗ имеются цифровые топографические карты на территорию Курской области (М 1 : 1 000 000, векторные в формате MapInfo Professional, растровые с привязкой в формате OziExplorer) и Центральное Черноземье (М 1 : 2 000 000, векторные в формате ArcView).

В период с 2002 по 2006 гг. в заповеднике формировался архив электронных карт, созданных за период его существования. Результаты этой работы представлены в 19-м выпуске научных трудов [Картографические исследования..., 2006], который является в своем роде уникальным изданием. Впервые за историю существования заповедника проанализированы, обработаны и систематизированы картографические материалы, созданные на основе многочисленных исследований его природных комплексов. Работа над формированием архива началась в 2002 г. в ходе реализации темы НИОКР «Создание электронной картографической базы данных по различным компонентам природных комплексов Центрально-Черноземного заповедника». Основными задачами этого проекта являлись: 1) инвентаризация имеющихся в заповеднике картографических материалов; 2) сканирование и компьютерная обработка бумажных карт; 3) создание электронного архива карт. Результирующая научно-техническая продукция была представлена 57 растровыми картами различной тематической направленности (геоботанические, лесные, почвенные, геоморфологические, орографические и зоологические), объединенными в электронный каталог с предметным указателем и подробным описанием каждой карты [Власов, Рыжков, 2006]. В 2003-2005 гг. сотрудниками ЦЧЗ выполнен колоссальный объем работы по оцифровке растровых изображений карт и переводу их в векторный формат. Основной целью в то время было получение векторных карт, соответствующих типографским требованиям для изготовления высококачественных полноцветных вклеек для сборника научных трудов. Поэтому для ручной векторизации был выбран универсальный формат DWG в проекции план-схема с последующим конвертированием его в формат AI и EPS для фотонаборных машин. Техника подготовки векторных изображений к публикации подробно рассматривалась нами ранее [Рыжков, 2000, 2001, 2006]. В 2008 г. Южным филиалом ФГУП «Рослесинфорг» (Воронежлеспроект) также были подготовлены в декартовой системе координат планы лесонасаждений заповедника в формате TAB. В настоящее время начата работа по привязке к земной поверхности в среде MapInfo Professional накопленного массива векторных карт с помощью модуля MGTtransformer.

Большое внимание в процессе оцифровки растровых карт заповедника уделяется автоматизации однотипных процедур, что позволяют реализовать инструменты нового модуля MapCAD, который поставляется с MapInfo Professional, начиная с версии 10.5. Так, для автоматического создания векторного слоя площадей сечений стволов древостоев на лесных постоянных пробных площадях использовалась функция генерации окружности по центру и диаметру, причем значения последнего извлекались из числового поля таблицы (базы данных) (рис. 6).

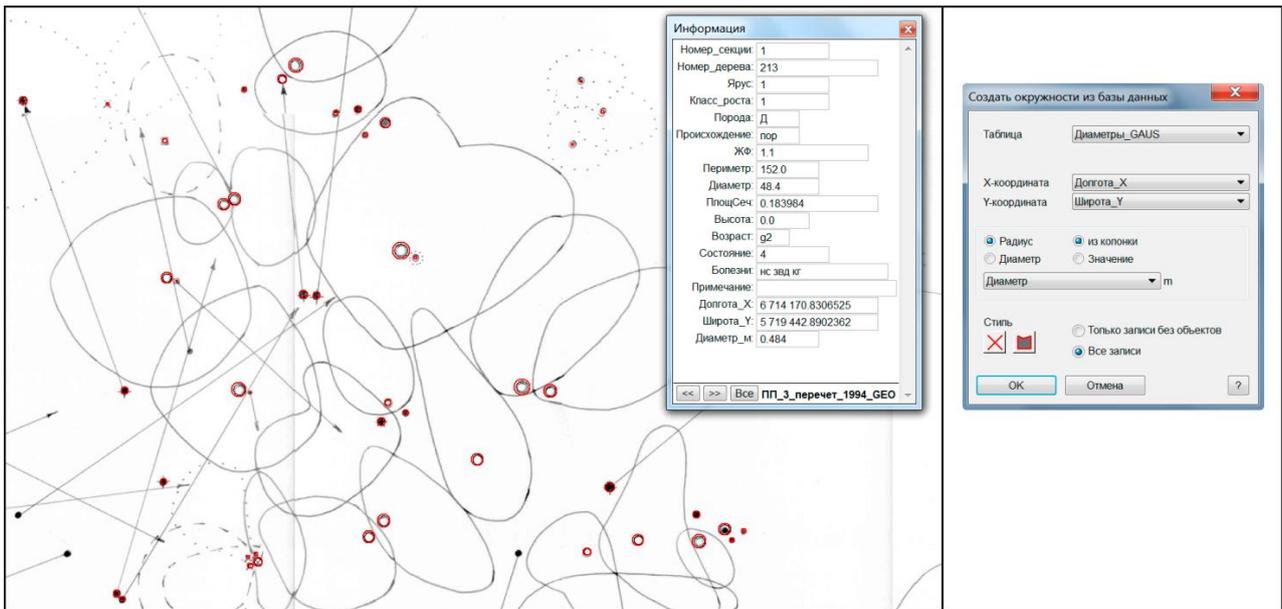


Рис. 6. Использование модуля MapCAD для автоматизации построения окружностей определенного диаметра в ГИС MapInfo Professional v.10.52.

На всю территорию заповедника изготовлены цветные аэрофотоснимки на бумажной основе (ГСЛП «Воронежлеспроект» (в настоящее время Южный филиал ФГУП «Рослесинфорг» (Воронежлеспроект)), год съемки – 1999, М 1 : 15 000), некоторые из которых отсканированы и зарегистрированы в ГИС MapInfo Professional.

В последних версиях указанного ПО появилась возможность визуализации космических снимков, схем и гибридных изображений с сервисов Google, Yandex, Kosmosnimki, Bing Maps, OpenStreetMap и др. для любой точки земной поверхности с помощью приложения Data Visual Connector (DVC), которое предназначено для отображения картографической информации из различных источников через службу Web Map Service (WMS). Программа DVC позволяет использовать серверы тайлов в MapInfo, работает в качестве Web-сервиса и доступна локально или через сеть. Изначально приложение настроено на подключение к спутниковым снимкам kosmosnimki.ru (© ООО ИТЦ «СКАНЭКС») и растровым картам openstreetmap.org (© Участники OpenStreetMap, CC-BY-SA). Другие сервера могут быть подключены с помощью файла настроек. Распространяется бесплатно официальным представителем Pitney Bowes Business Insight (производителя программного обеспечения MapInfo в России и странах СНГ) компанией ESTI MAP.

Через локальный WEB-сервер, настроенный в MapInfo Professional через DVC становятся доступны в среде ГИС в виде отдельных растровых слоев космические снимки высокого разрешения, один из которых представлен на рисунке 7.



Рис. 7. Космический снимок высокого разрешения урочища Петрин лес Стрелецкого участка ЦЧЗ, загруженный с помощью приложения DVC с тайлового сервера Bing Maps в MapInfo Professional v.10.52

В ЦЧЗ имеются также некоторые космические снимки на всю (или часть) территории, полученные со спутников Aster, IRS, Landsat, Quick Bird и др.

Цифровые модели рельефа и 3D-визуализация геопространственных данных.

Особым типом представления пространственных данных, наряду с точками, линиями и полигонами, является растровое отображение сетевых файлов, которое наиболее часто используется в случаях непрерывного распределения признака и позволяет получать его значение в любой точке пространства. Сети широко применяются для построения цифровых моделей рельефа (ЦМР) и пространственных моделей местности (ПММ) и позволяют осуществлять трехмерную визуализацию данных, например, на основе материалов оцифровки горизонталей [Рыжков, 2009].

В ЦЧЗ на бумажной основе имеются гипсометрические карты всех участков, изготовленные в 2000 г. Курским филиалом ФГУП «Южное АГП» (Курскгеодезия) в масштабе 1 : 10 000. В 2004 г. была выполнена векторизация растровых изображений этих карт в ручном и интерактивном (полуавтоматическом) режимах без географической привязки [Картографические исследования..., 2006]. На участки Стрелецкий и Букреевы Бармы подготовлены векторные слои горизонталей, зарегистрированные в среде MapInfo.

На основе материалов геоинформационного картографирования древесно-кустарниковой растительности степных участков ЦЧЗ нами показаны возможности использования фотоснимков земной поверхности разного разрешения, полученных со спутников, самолетов и вертолетов, а также ЦМР и ПММ, построенных на основе ГИС (Рыжков, Рыжкова, 2007).

5 августа 2005 г. В.В. Викторовым была осуществлена съемка с вертолета территории первого некосимого участка Стрелецкой степи. Снимок, представленный на рисунке 8, демонстрирует не только четкие очертания контуров крон крупных деревьев и зарослей кустарников, но и отдельно растущих экземпляров древесно-кустарниковых видов, имеющих компактные кроны, что недоступно на космических снимках со значительно меньшей разрешающей способностью. На таких изображениях, как правило, хорошо различаются живые и сухие деревья, что позволяет получить интегрированную оценку жизненного состояния древесной синузии. Аэрофотоснимки, полученные с использованием вертолета, являются идеальным средством для ведения детального фотомониторинга растительного покрова заповедников. Однако, по сравнению со спутниковыми, вертолетные снимки имеют существенный недостаток – «перспективность» изображения, что связано с фотографированием поверхности не под прямым углом (последнее обусловлено конструктивными особенностями летательных аппаратов данного класса). Это приводит к линейным искажениям растра, а при съемке под острым углом к горизонту – недоступности фиксации отдельных объектов за счет перекрытия другими.



Рис. 8. Аэрофотоснимок (с вертолета) территории первого некосимого участка Стрелецкой степи. Фото – В.В. Викторов, 2005

В июне 2006 г. И.А. Благовидовым с помощью лазерного тахеометра выполнена точная съемка микрорельефа первого некосимого участка. Как известно, для создания ЦМР требуется числовой массив трехмерных координат – широты, долготы и высоты над уровнем моря. На основе полевых измерений в среде ГИС получен сетевой файл рельефа и построены изолинии территории. Перепад высот между самой высокой (юго-западный угол участка) и самой низкой (северо-западный угол участка) составил около 5 м, а в абсолютном выражении, соответственно, 254 и 249 м. На рисунке 9 показаны полигональные контуры изолиний участка, проведенные через 0.3 м. Как видно из рисунка, древесная растительность приурочена преимущественно к высоким элементам рельефа, окрашенным в красный цвет.

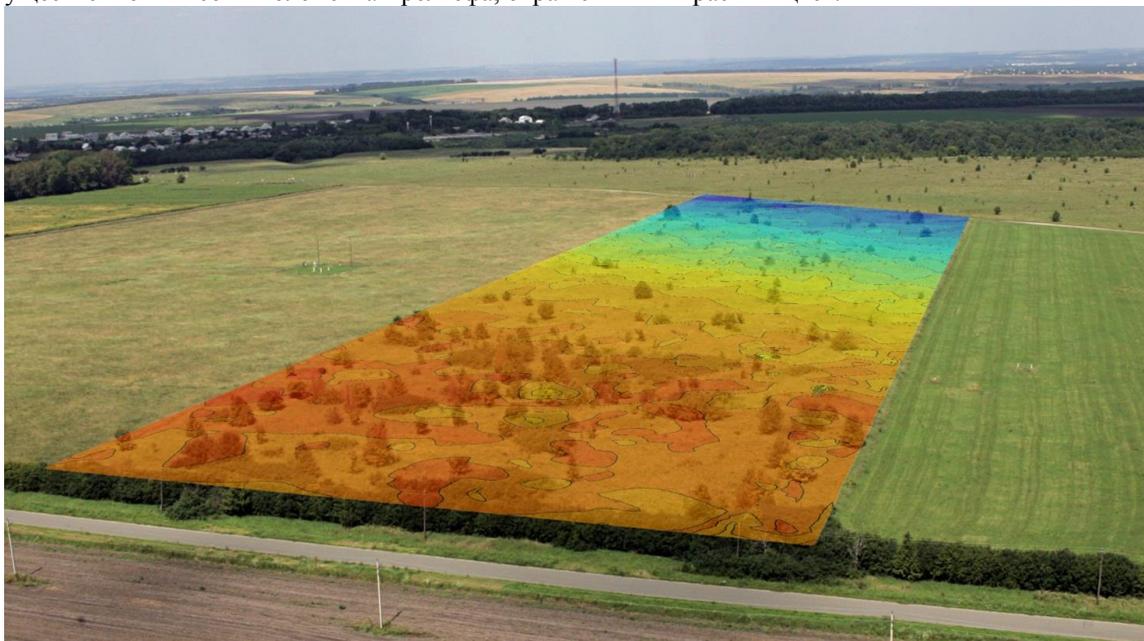


Рис. 9. Цифровая модель рельефа территории и отображение на ее фоне растительности первого некосимого участка Стрелецкой степи

Для участка ЦЧЗ Букреевы Бармы создана ЦМР на основе оцифрованных горизонталей в масштабе 1 : 10 000. Наложение слоя «отмывки» рельефа на аэрофотоснимок позволяет отображать растительный покров в зависимости от орографических особенностей местности (рис. 10).

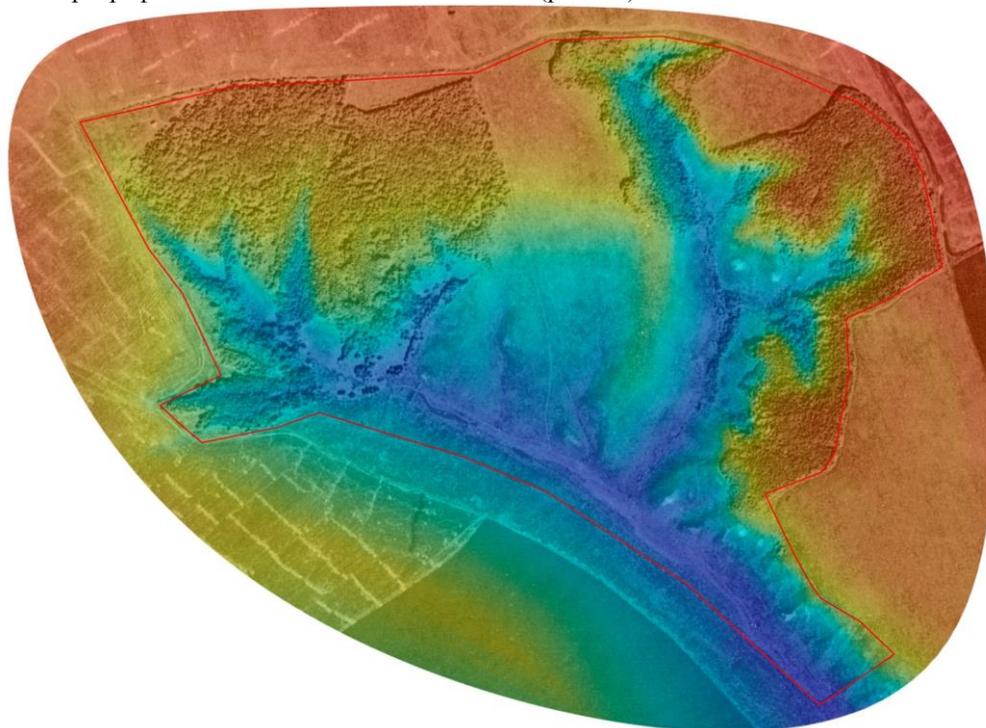


Рис. 10. Комбинирование ЦМР с аэрофотоснимком местности в двухмерном пространстве

На рисунке 11 изображен фрагмент 3D-карты участка Букреевы Бармы ЦЧЗ, созданной на основе ЦМР. Основное предназначение цифровых моделей рельефа заключается именно в трехмерной визуализации пространственно распределенных данных, что значительно повышает информативность карт. ЦМР являются базой для построения пространственных моделей местности, в основе которых лежит метод драпирования рельефа растровыми и векторными изображениями. Драпирование ЦМР крупномасштабными аэрофотоснимками, а также космоснимками высокого и сверхвысокого разрешений позволяет получить достаточно реалистичные картины местности (рис. 11-13).

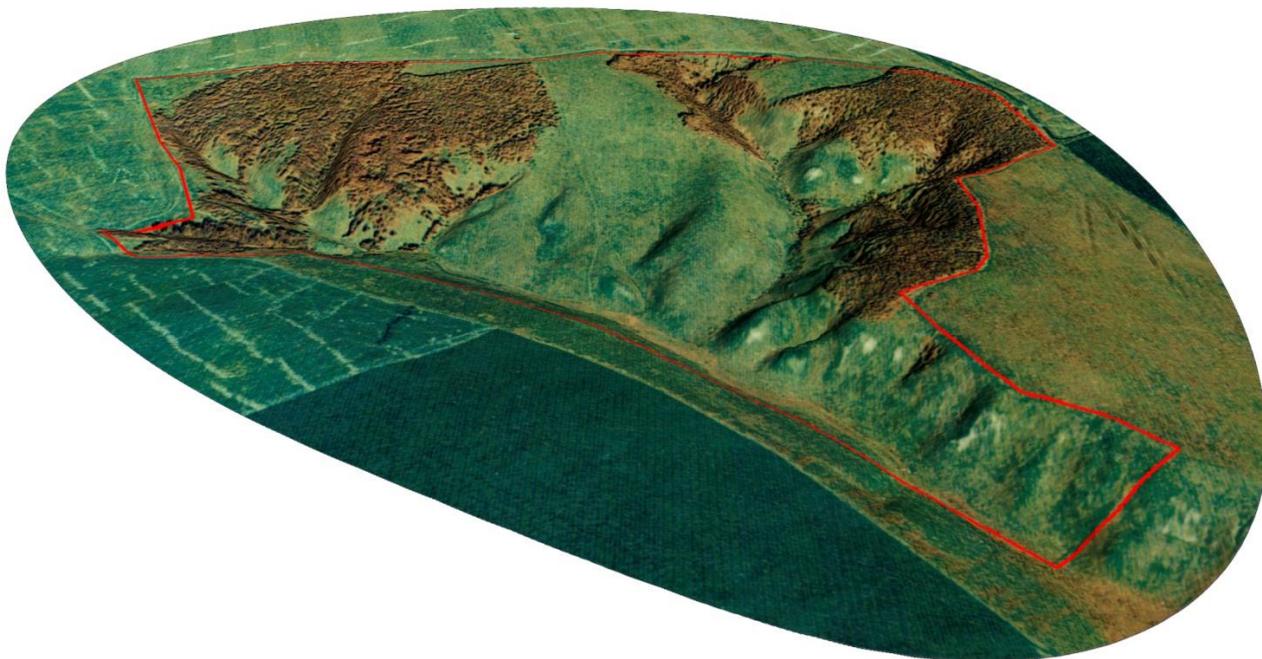


Рис. 11. Пространственная модель местности, полученная драпированием ЦМР аэрофотоснимком (кластерный участок Букреевых Барм)

Рисунок 11 подготовлен путем сканирования и ручной регистрации в ГИС растрового изображения аэрофотоснимка, однако аналогичный результат можно получить драпированием ЦМР космическим снимком высокого разрешения на основе приложения DVC в MapInfo (см. пояснения в тексте) (рис. 12). Этот способ быстрее, но качество выходного файла напрямую зависит от разрешения снимка.

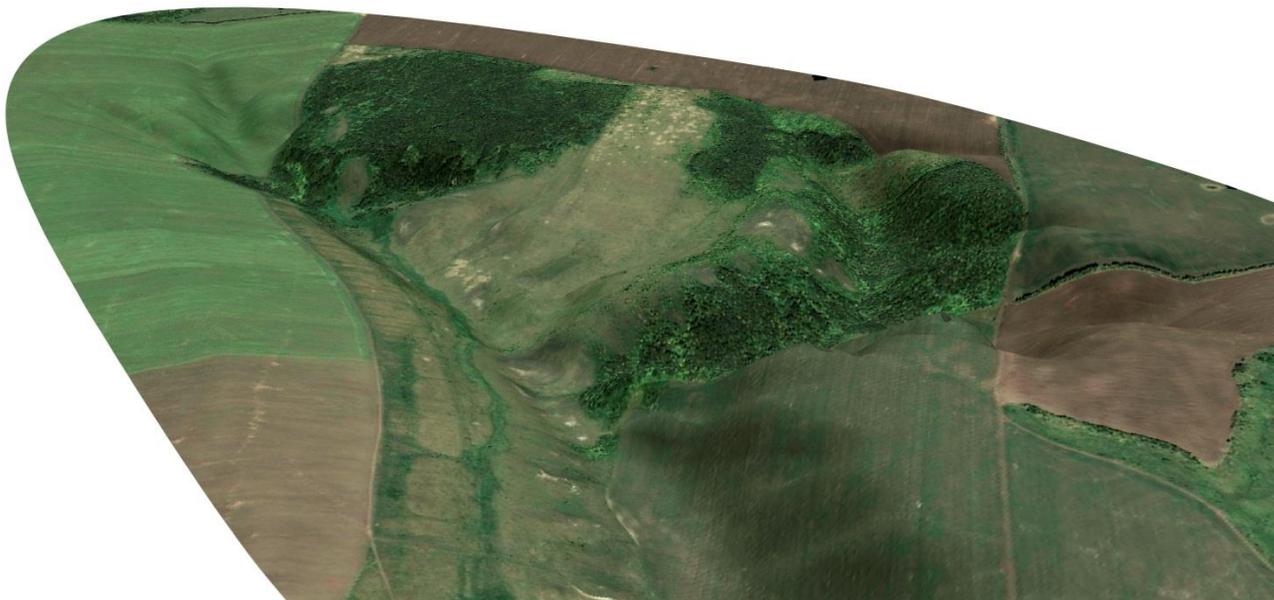


Рис. 12. Пространственная модель той же местности (рис. 11), полученная драпированием ЦМР космоснимком с картографического сервиса Google



Рис. 13. ЦМР Стрелецкого участка ЦЧЗ, драпированная аэрофотоснимком местности

ЦМР участков земной поверхности открыты также для свободного доступа в сети Интернет. Речь идет о данных радарной интерферометрической съемки поверхности земного шара SRTM (Shuttle radar topographic mission), осуществленной в феврале 2000 г. с борта космического корабля многоцелевого использования "Шаттл". Данная съемка проведена почти на всей (85%) территории Земли между 60° северной и 54° южной широты, а также океанов, с помощью двух радиолокационных сенсоров SIR-C и X-SAR, установленных на борту корабля. Файлы данных SRTM с разрешением 3 угловые секунды (~90 м) могут быть импортированы в виде отдельного слоя, например, в программу Global Mapper v.14.0.

Примеры ГИС-анализа на основе ЦМР.

Как отмечалось ранее, для построения ЦМР требуется числовой массив трехмерных координат – широты, долготы и высоты над уровнем моря. Однако сетевой или GRD-файл можно создать не только по данным высот над уровнем моря, но и по любому числовому показателю, например диаметру или высоте растений. Такую сеть, из произвольной точки которой можно извлечь значение высоты ствола, демонстрирует рисунок 14.

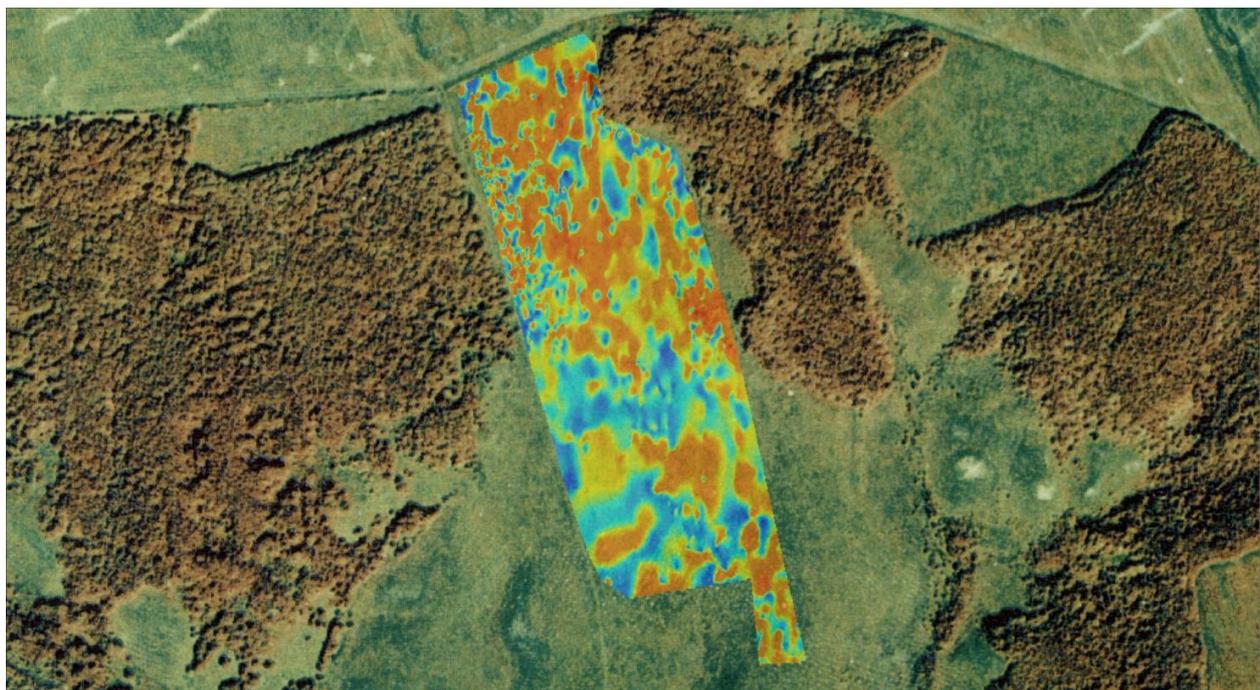


Рис. 14. Сетевой файл высот деревьев и кустарников залежи участка ЦЧЗ Букреевы Бармы

Сеть высот деревьев и кустарников залежи участка ЦЧЗ Букреевы Бармы является по своей природе растровой, но на ее основе можно генерировать разнообразные векторные слои. Например, несложно построить векторную карту проективного покрытия деревьев и кустарников залежи, имеющих высоту от 2 до 8 м, и мгновенно получить его площадь (рис. 15). Возможность получения векторных проективных покрытий древесно-кустарниковой растительности из GRD-файла представляется нам чрезвычайно важной. Этот способ можно рассматривать в качестве альтернативного ручному трудоемкому вычерчиванию контуров крон на бумаге в полевых условиях.

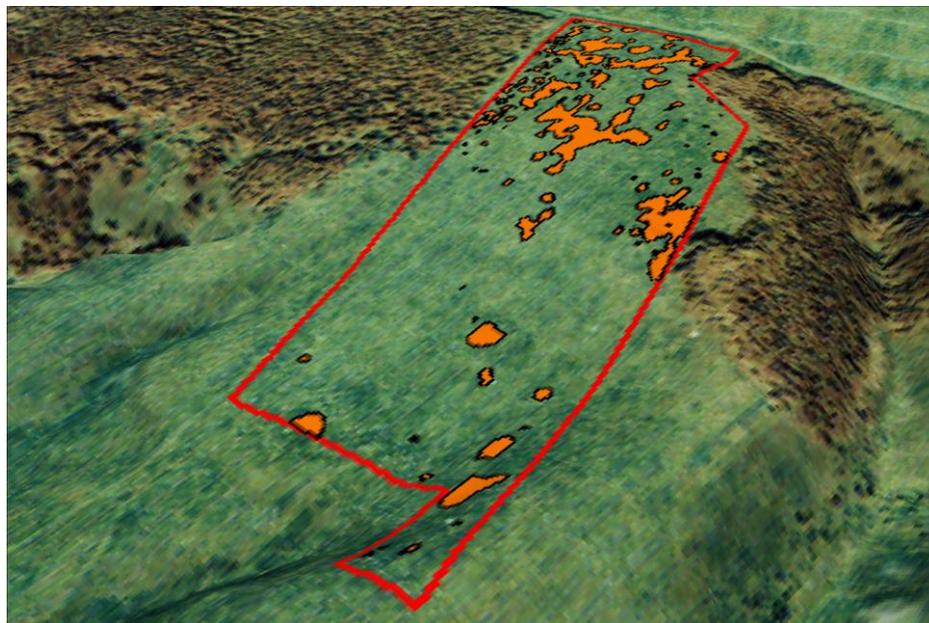


Рис. 15. Векторный слой проективного покрытия деревьев и кустарников с высотами стволов от 2 до 8 м, спроецированный на ЦМР

Для Стрелецкого участка ЦЧЗ на основе ЦМР были созданы полигональные карты рельефа, уклонов и экспозиции склонов местности (рис. 16). В последующем они использовались для автоматической разности мест обнаружения лещины обыкновенной (рис. 17) по высотам над уровнем моря, диапазонам уклонов и экспозициям склонов с помощью географических операторов и SQL-запросов MapInfo Professional 9.51 [Рыжков, Рыжкова, 2010б].

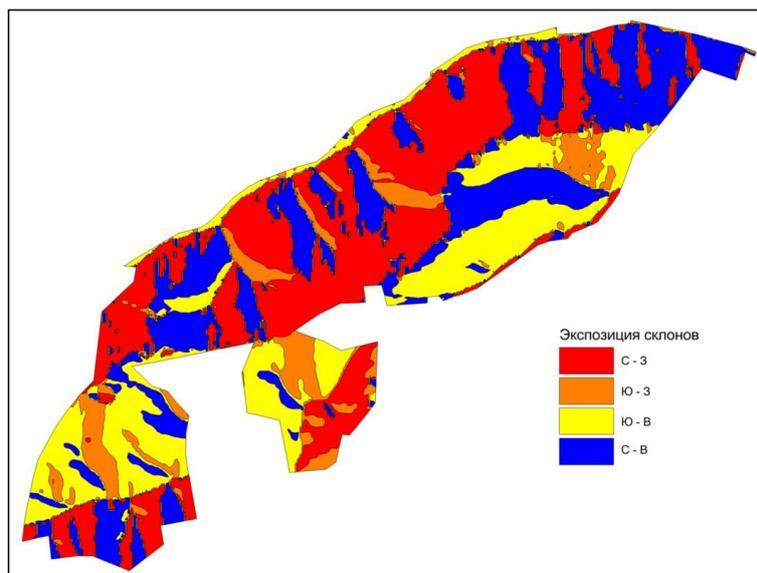
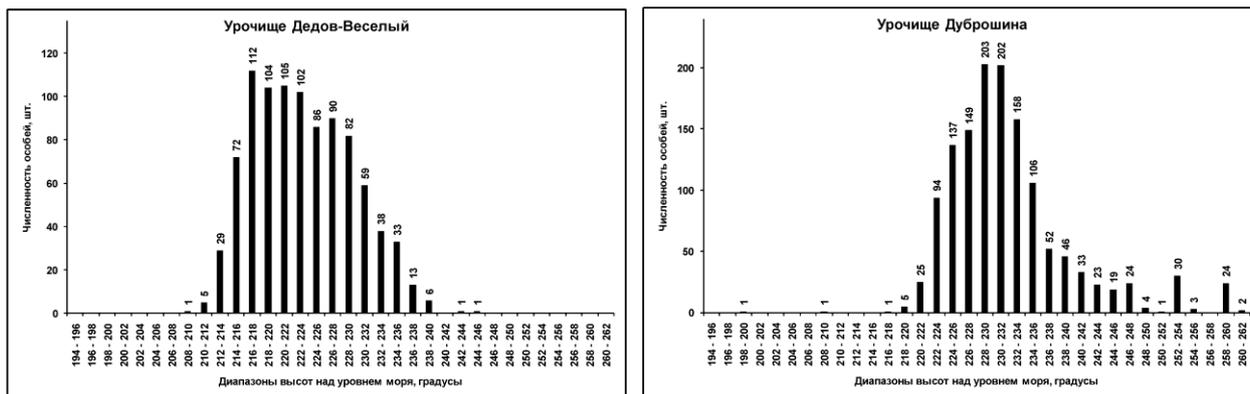


Рис. 16. Карта экспозиций склонов Стрелецкого участка ЦЧЗ, полученная на основе ЦМР

А



Б

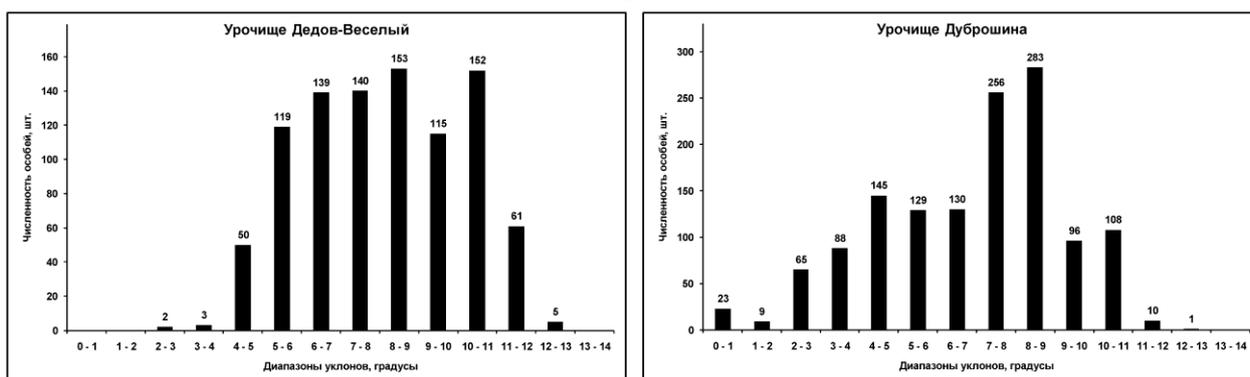


Рис. 17. Гистограммы распределения мест обнаружения в урочищах ЦЗ лецины: по диапазонам высот над уровнем моря (А) и уклонов местности (Б), созданные на основе ЦМР

В среде ГИС, помимо встроенной связи графических объектов с записями БД, можно связывать их с другими типами объектов из различных приложений. В этом отношении дополнительным информативным средством является использование фотографий. Данную возможность позволяет реализовать инструмент ГЕОЛИНК в MapInfo Professional, который эффективно применяется нами для ведения фотомониторинга природных объектов.

GPS-съемка активно используется в ЦЗ не только в научных целях, но и для охраны территории, в частности:

- фиксации последствий нарушения заповедного режима
- карта прокладки подземного кабеля через Запелецкие болота участка ЦЗ Пойма Псла (О.В. Рыжков, 2007).

Ниже приведены таксационные параметры поврежденных древесно-кустарниковых видов:

| Вид | Число кустов | Число побегов | Ср. диаметр основания ствола | Ср. высота ствола |
|--------------------|--------------|---------------|------------------------------|-------------------|
| Ива ломкая | 1 | 4 | 2.8 | 3.1 |
| Ива пепельно-серая | 29 | 228 | 2.0 | 2.1 |
| Ива ушастая | 1 | 7 | 1.5 | 1.7 |

- карта проезда по территории участка ЦЗ Баркаловка автомобильной техники филиала МРСК Курскэнерго Горшеченский РЭС для установки опоры ЛЭП (О.В. Рыжков, 2012) (рис. 18).

12 сентября 2012 года в нарушение действующего законодательства, без согласования с администрацией заповедника осуществлен заезд нескольких единиц специальной автомобильной техники филиала МРСК центра «Курскэнерго» Горшеченского РЭС, включая большегрузную (предположительно автокран, тягач на базе автомобиля УРАЛ, автомобиль ГАЗ-66 с буровой установкой) на участок ЦЗ Баркаловка для монтажа опоры ЛЭП. Общая площадь непосредственного механического повреждения почвы и растительного покрова в результате передвижения автотранспорта составила 1605 м² или 0.16 га. Техник на участок заповедника был доставлен железобетонный столб длиной 16 м. Для его установки в почве было пробурено отверстие диаметром около 0.5 м и глубиной 3.0 м. При этом на поверхность почвы был выброшен грунт объемом 0.75 м³. Общая площадь нарушения почвы при проведении указанных работ составила 13.5 м². Был разрушен 1 муравейник.

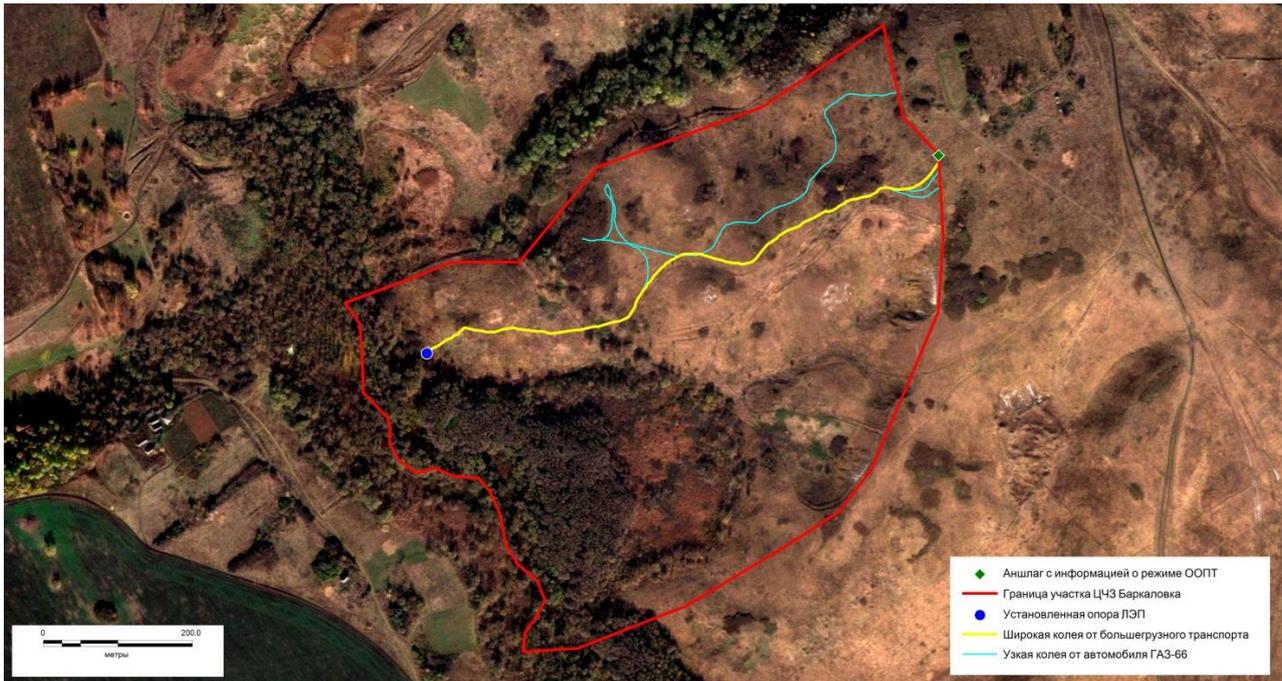


Рис. 18. Схема нарушения заповедного режима (проезд по территории участка ЦЧЗ Баркаловка автомобильной техники филиала МРСК Курскэнерго Горшеченский РЭС для установки опоры ЛЭП 12.09.2012 г.)

При передвижении техники по участку Баркаловка были повреждены 7 видов деревьев и кустарников, а также 8 видов травянистых растений, включая уникальные реликтовые виды, некоторые из которых охраняются в России только в ЦЧЗ, например волчегодник боровой. Всего повреждено 2 вида сосудистых растений из Красной книги Российской Федерации и 7 видов из Красной книги Курской области (табл. 1-2).

Таблица 1.

Численность поврежденных автомобильной техникой экземпляров деревьев и кустарников.
О.В. Рыжков, Б.И. Савченко, Н.И. Золотухин, 25.09.2012

| № п/п | Названия видов | Численность экземпляров, шт. |
|--|------------------------|------------------------------|
| Виды из Красной книги Российской Федерации | | |
| 1. | Волчегодник боровой | 39* |
| Виды из Красной книги Курской области | | |
| 2. | Карагана кустарниковая | 252** |
| Прочие виды | | |
| 3. | Груша дикая | 11 |
| 4. | Жестер слабительный | 5 |
| 5. | Терн (слива колючая) | 53 |
| 6. | Яблоня ранняя | 1 |
| 7. | Бересклет европейский | 1 |
| | ИТОГО | 362 |

Примечания: * - указана численность особей со средней степенью повреждения, произрастающих на площади 7 м² и обнаруженных в колеях, проложенных большегрузной техникой; кроме того, обнаружено еще 123 особи волчегодника борового на площади 12 м² со слабой степенью повреждения в колее ГАЗ-66;

** - всего учтено 1260 поврежденных побегов караганы кустарниковой.

Данные определения повреждения краснокнижных травянистых видов растений при проезде автотранспорта.
Н.И. Золотухин, 25.09.2012 г.

| Виды растений | | Повреждения большегрузными автомашинами (средняя степень) | | Повреждения автомашиной ГАЗ-66 (слабая степень) | |
|--|--------------------------|---|----------------|---|----------------|
| Латинские названия | Русские названия | Число особей | Площадь, кв. м | Число особей | Площадь, кв. м |
| Виды из Красной книги Российской Федерации | | | | | |
| <i>Stipa pennata</i> L. | Ковыль перистый | 312 | 16 | 178 | 8 |
| Виды из Красной книги Курской области | | | | | |
| <i>Adonis vernalis</i> L. | Горицвет весенний | 8 | 1 | 22 | 3 |
| <i>Artemisia sericea</i> Weber ex Stechm. | Полынь шелковистая | 285 | 3 | 194 | 2 |
| <i>Carex humilis</i> Leyss. | Осока низкая | 450 | 9 | 250 | 5 |
| <i>Centaurea sumensis</i> Kalen. | Василёк сумской | - | - | 26 | 2 |
| <i>Echinops ruthenicus</i> Bieb. (<i>E. ritro</i> auct. non L.) | Мордовник русский | 5 | 1 | 13 | 2 |
| <i>Helianthemum nummularium</i> (L.) Mill. | Солнцецвет монетолистный | 27 | 2 | 14 | 1 |

- съемки границ растительных пожаров
- карта растительного пожара на участке ЦЧЗ Пойма Псла (О.В. Рыжков, 2010) (рис. 19);

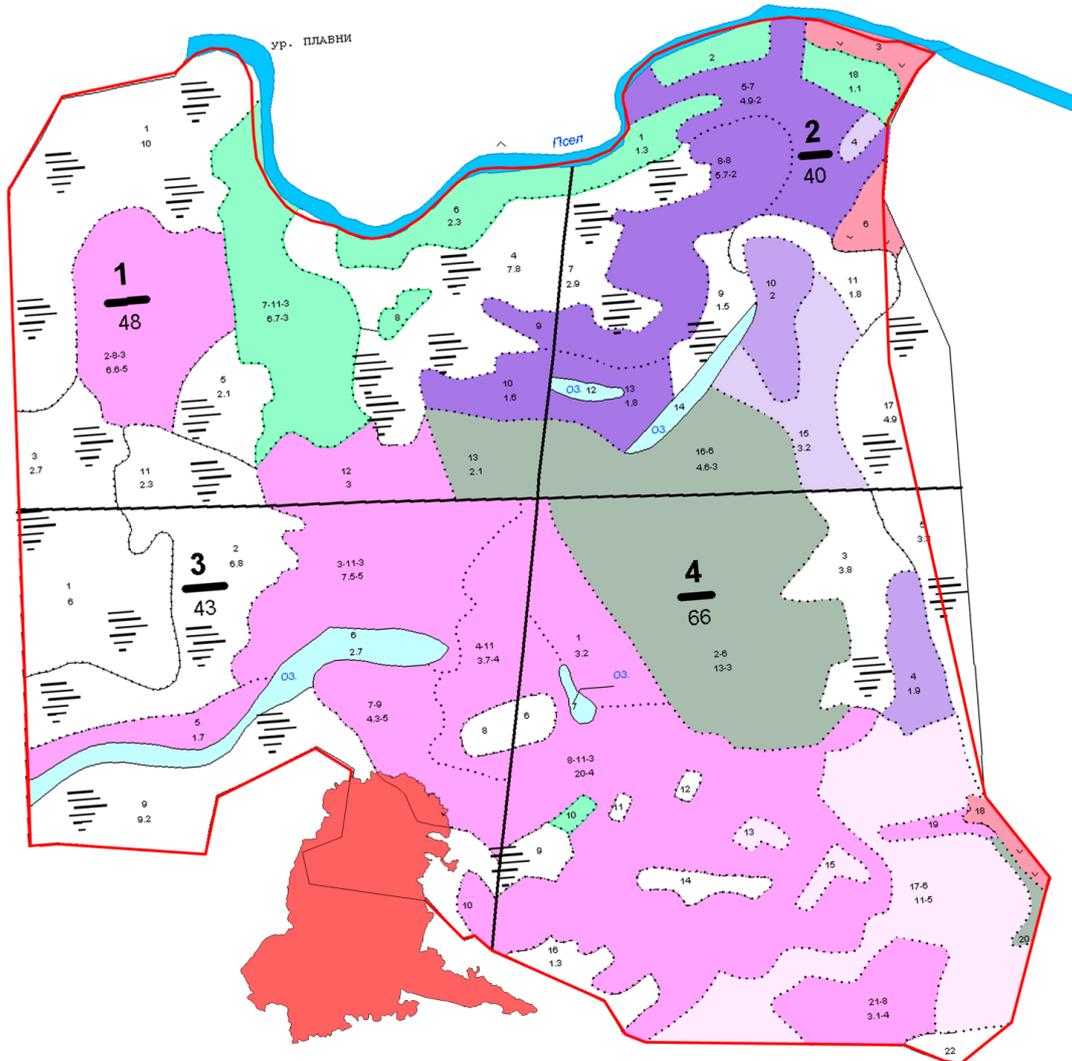


Рис. 19. Карта растительного пожара на участке ЦЧЗ Пойма Псла, 18.08.2010 г.

- карты растительных пожаров на Казацком участке ЦЧЗ (О.В. Рыжков, Г.А. Рыжкова, 2009, 2012) (рис. 20).

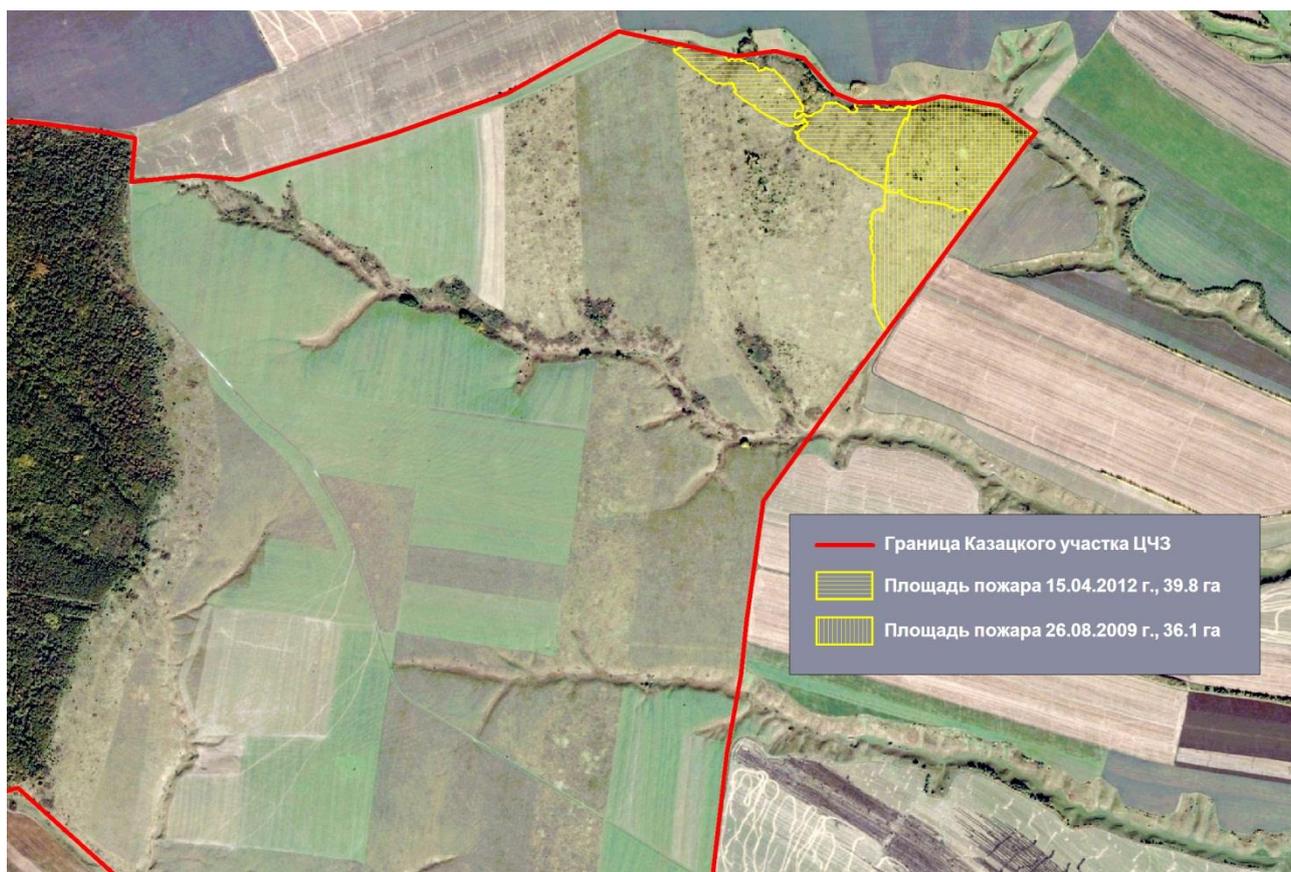


Рис. 20. Мониторинг растительных пожаров Казацкой степи

- регулирования хозяйственной деятельности в охранных зонах участков ЦЧЗ
- схема трассы магистрального газопровода в охранной зоне Казацкого участка ЦЧЗ (О.В. Рыжков, 2009);
- схема проектируемой окружной автодороги с южной стороны г. Курска в охранной зоне Стрелецкого участка ЦЧЗ (О.В. Рыжков, 2009);
- карты земельных участков для перевода из категории сельскохозяйственного назначения в другие категории земель в охранной зоне Стрелецкого участка ЦЧЗ (О.В. Рыжков, 2012) (рис. 21).
- планирования и осуществления заповедно-режимных мероприятий

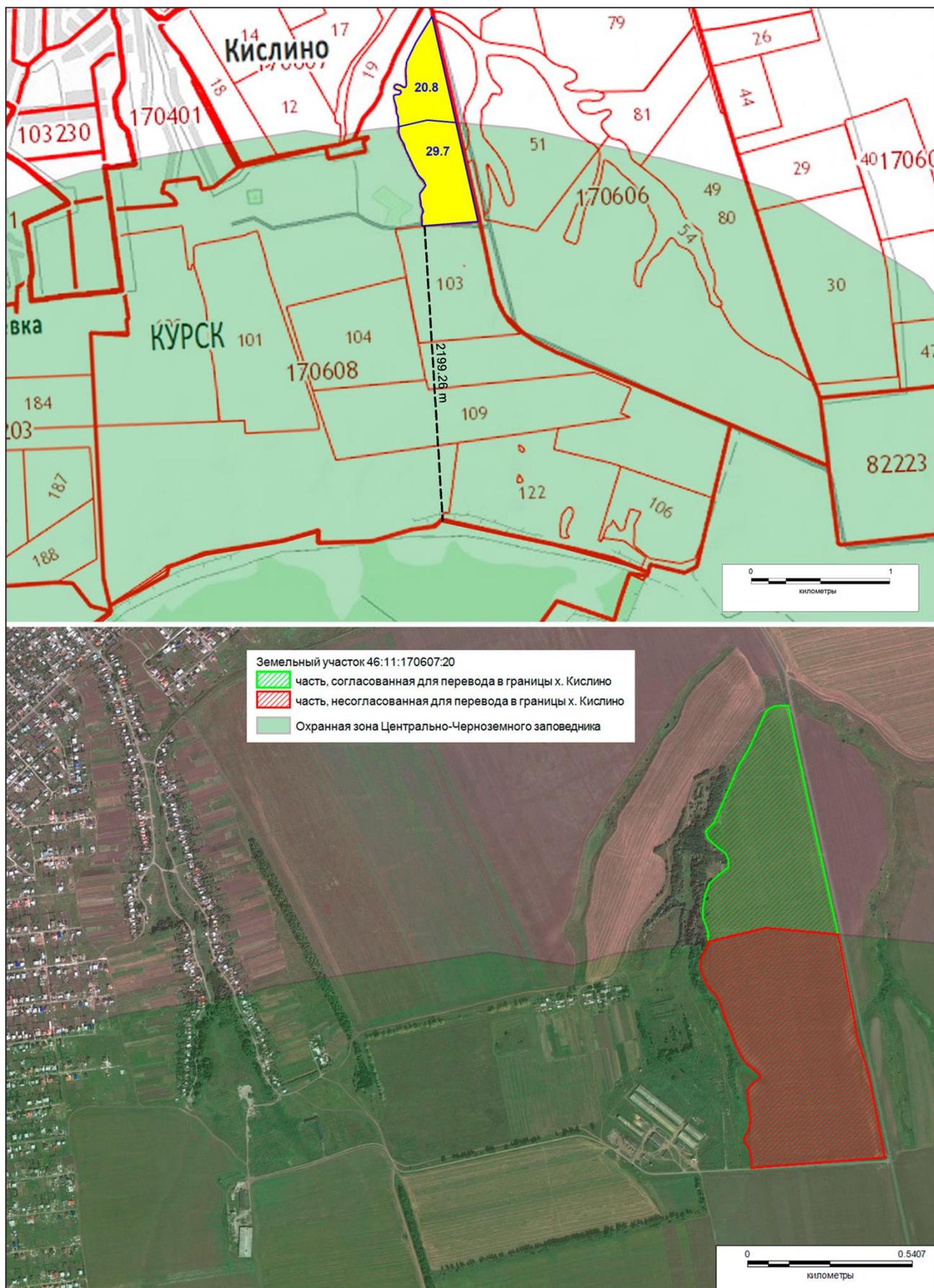


Рис. 21. Использование средств ГИС для принятия управленческих решений по земельным вопросам в охранной зоне ЦЧЗ

При помощи ГИС заповедника на основе дорожно-транспортной сети, близости населенных пунктов и прочих параметров осуществлен *выбор мест размещения информационных анилаггов по периметру охранной зоны Стрелецкого участка* и создана соответствующая карта. Используя картографические материалы лесоустройства ЦЧЗ, ежегодно в среде MapInfo Professional формируются *контуры сенокосных угодий*, которые загружаются в GPS-приемники и используются инспекторским составом для отвода на местности необходимых для сенокосения площадей. GPS- и ГИС-технологии использовались при проектировании мероприятий *по расчистке пастбища Стрелецкого участка от древесно-кустарниковой растительности* в 2011-2012 гг., *планировании выборочной санитарной рубки тополевой аллеи в пос. Заповедный*.

На базе MapInfo Professional разработана серия методических пособий по применению GPS- и ГИС-технологий для изучения особо охраняемых природных территорий [Рыжков, 2006, 2007, 2009б] (рис. 22). Данные методические рекомендации были использованы для обучения сотрудников следующих ООПТ России: Кроноцкого государственного природного биосферного заповедника, государственного заказника «Южно-Камчатский», природных парков «Налычево» и Быстринский (методический семинар «Геоинформационные системы и особо охраняемые природные территории» - Камчатский край, г. Елизово, 16-21 апреля 2007 г.); 10-ти федеральных и региональных ООПТ (семинар «Практика использования ГИС на особо охраняемых природных территориях» - Московская обл., г. Пушкино, 8-13 декабря 2008 г.); национального парка «Куршская коса» и студентов Калининградских ВУЗов (семинар-тренинг «Геоинформационные системы на особо охраняемых природных территориях на примере национального парка «Куршская коса» - Калининградская обл., пос. Лесной, 9-15 ноября 2009 г.); государственного природного заповедника «Галичья Гора» (полевого всероссийский семинар «Применение ГИС и GPS в изучении особо охраняемых природных территорий» (Липецкая обл., Задонский район, п/о Донское, 17-18 сентября 2011 г.).



Рис. 22. Методические пособия по применению ГИС на ООПТ, разработанные в Центрально-Черноземном заповеднике

Библиографический список

1. Власов А.А., Рыжков О.В. Предисловие // Картографические исследования в Центрально-Черноземном заповеднике: Тр. Центр.-Черноземн. гос. заповедника. Вып. 19. Курск, 2006. С. 3-4.
2. Дорофеева П.А., Золотухин Н.И. Константные виды растений сообществ с перистыми ковыльями в логах Стрелецкого участка Центрально-Черноземного заповедника // Матер. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 130-летию со дня рождения профессора В.В. Алехина (г. Курск – пос. Заповедный, 15-18 января 2012 г.). Курск, 2012. С. 52-58.
3. Золотухин Н.И., Золотухина И.Б., Филатова Т.Д. Встречаемость и обилие ковылей (*Stipa L., Poaceae*) на плакорах Стрелецкого и Казацкого участков Центрально-Черноземного заповедника // Матер. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 130-летию со дня рождения профессора В.В. Алехина (г. Курск – пос. Заповедный, 15-18 января 2012 г.). Курск, 2012. С. 63-75.
4. Золотухина И.Б. Пион тонколистый в Центрально-Черноземном заповеднике // Современные проблемы интродукции и сохранения биоразнообразия растений: Матер. Междунар. науч. конф., посвящ. 70-летию Ботанического сада (г. Воронеж, 26-29 июня 2007 г.). Воронеж: Изд.-полиграф. центр Воронежского гос. ун-та, 2007а. С. 125-129.

5. Золотухина И.Б. Рябчик шахматный на Стрелецком участке Центрально-Чернозёмного заповедника // Флора и растительность Центрального Черноземья – 2007: Матер. науч. конф. (г. Курск, 28 марта 2007 г.). Курск, 2007б. С. 16-20.
6. Золотухина И.Б. Локальные популяции гладиолуса тонкого в Первом и Втором отвершках Петрина лога (Центрально-Чернозёмный заповедник) // Флора и растительность Центрального Черноземья – 2009: Матер. науч. конф. (Курск, 27 марта 2009 г.). Курск: Курский гос. ун-т, 2009. С. 44-47.
7. Золотухина И.Б. Новые данные о пионе тонколистом (*Paeonia tenuifolia* L.) в Центрально-Чернозёмном заповеднике // Проблемы мониторинга природных процессов на особо охраняемых природных территориях: матер. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Хопёрского гос. природн. заповедника (пос. Варварино, Воронежская область, 20-23 сентября 2010 г.). Воронеж: ВГПУ, 2010а. С. 320-322.
8. Золотухина И.Б. Рябчик русский в Центрально-Черноземном заповеднике // Проблемы изучения и восстановления ландшафтов лесостепной зоны: сб. науч. статей. Вып. 1 / под. науч. ред. О.В. Буровой, Е.М. Волковой. Тула, 2010б. С. 144-152.
9. Золотухина И.Б., Золотухин Н.И. Численность ценопопуляций особо охраняемых сосудистых растений Курской области // Исследования по Красной книге Курской области. Вып. 2. Курск, 2010. С. 58-69.
10. Золотухина И.Б., Золотухин Н.И. Видовая насыщенность в сообществах с перистыми ковьями в логах Центрально-Черноземного заповедника // Матер. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 130-летию со дня рождения профессора В.В. Алехина (г. Курск – пос. Заповедный, 15-18 января 2012 г.). Курск, 2012а. С. 75-83.
11. Золотухина И.Б., Золотухин Н.И. Рябчик шахматный на территории и в окрестностях планируемого биосферного полигона «Степной» и на территории Стрелецкого участка Центрально-Черноземного заповедника // Флора и растительность Центрального Черноземья – 2012: Матер. науч. конф. (г. Курск, 6 апреля 2012 г.). Курск: Курский гос. ун-т, 2012б. С. 47-51.
12. Картографические исследования в Центрально-Черноземном заповеднике: Тр. Центр.-Черноземн. гос. заповедника. Вып. 19 / Отв. ред. О.В. Рыжков. Курск, 2006. 184 с.
13. Отчет о научно-исследовательской работе за 2008 г. «Тема 2. Структурно-функциональная организация экосистем и их компонентов Воронежского заповедника и сопредельных территорий. 2.6. Особенности экологии и охраны хищных птиц Центрального Черноземья». Исполнитель С.Ф. Сапельников. Машинопись, 2009. 31 с.
14. Отчёт о научно-исследовательской работе по реализации подпрограммы «Сохранение редких и исчезающих видов животных и растений» областной целевой программы «Экология и природные ресурсы Курской области на 2009-2010 годы» в 2009 году. Машинопись. Заповедный, 2009. 224 с.
15. Отчет о научно-исследовательской работе «Подготовка обоснования возможности реинтродукции колониальных роющих беличьих (степного сурика или крапчатого суслика) на территории Центрально-Черноземного биосферного заповедника или его охранной зоны (заключительный)». Руководитель темы О.В. Брандлер. Машинопись. М., 2012. 53 с.
16. Природные условия и биологическое разнообразие Зоринского заповедного участка в Курской области // Труды Центрально-Черноземного государственного заповедника. Выпуск 17 / Отв. ред. Н.И. Золотухин. Тула, 2001. 284 с.
17. Рыжков О.В. Методология использования векторных карт растительности в лесоведении и визуализации графической информации // Ботанические, почвенные и ландшафтные исследования в заповедниках Центрального Черноземья: Тр. Ассоциации ООПТ Центрального Черноземья России. Вып. 1. Тула, 2000. С. 120-130.
18. Рыжков О.В. Использование Autocad 2000 для создания векторных карт лесных фитоценозов // Растительный покров Центрально-Черноземного заповедника: Тр. Центр.-Черноземн. гос. заповедника. Вып. 18. Тула, 2001. С. 82-93.
19. Рыжков О.В. Методические аспекты применения GPS и ГИС для изучения особо охраняемых природных территорий // Использование GPS- и ГИС-технологий для изучения особо охраняемых природных территорий (на примере ландшафтной структуры Воронежского государственного природного биосферного заповедника) / В.Н. Солнцев, О.В. Рыжков, О.В. Трегубов, Б.А. Алексеев, Н.Н. Калущкова, А.А. Анциферова. Тула: Гриф и К°, 2006. С. 14-115.
20. Рыжков О.В. Методическое пособие к семинару «Геоинформационные системы и особо охраняемые природные территории» (16-21 апреля 2007 г., г. Елизово). Тула: Гриф и К°, 2007. 240 с.
21. Рыжков О.В. Методы геоинформационного картографирования природных объектов // Геоинформационное картографирование в регионах России: матер. Всерос. науч.-практ. конф. (Воронеж, 2-4 декабря 2009 г.). Воронеж: Изд-во «Истоки», 2009а. С. 184-187.
22. Рыжков О.В. Курс практических упражнений к семинару «Геоинформационные системы на особо охраняемых природных территориях на примере национального парка «Куршская коса» (9-15 ноября 2009 г., пос. Рыбачий). Рыбачий, 2009б. 195 с.
23. Рыжков О.В., Рыжкова Г.А. Изучение процессов зарастания деревьями и кустарниками некосимых участков Центрально-Черноземного заповедника // Роль особо охраняемых природных территорий лесостепной и степной природных зон в сохранении и изучении биологического разнообразия: Мат-лы науч.-практ. конф.,

- посвящ. восьмидесятилетию Воронежского гос. природн. биосферн. заповедника (Воронеж, ст. Графская, 17-21 сентября 2007 г.). Воронеж: ВГПУ, 2007. С. 109-112.
24. Рыжков О.В., Рыжкова Г.А. Распространение *Tilia cordata* в лесных урочищах Стрелецкого участка ЦЧЗ // Проблемы мониторинга природных процессов на особо охраняемых природных территориях: матер. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Хопёрского гос. природн. заповедника (пос. Варварино, Воронежская область, 20-23 сентября 2010 г.). Воронеж: ВГПУ, 2010а. С. 377-379.
25. Рыжков О.В., Рыжкова Г.А. Изучение динамики распространения лещины обыкновенной на Стрелецком участке Центрально-Черноземного заповедника с использованием методов GPS и ГИС // Геоинформационное картографирование в географии и геоэкологии: сборник статей / Воронежский государственный университет. Воронеж: Изд-во «Истоки», 2010б. С. 67-86.
26. Рыжков О.В., Рыжкова Г.А. Картирование популяций миндаля низкого в Октябрьском и Курском районах Курской области // Исследования по Красной книге Курской области. Вып. 2. Курск, 2010в. С. 115-124.
27. Рыжков О.В., Рыжкова Г.А. Использование ГИС-картографирования для изучения динамики растительного покрова пастбища Центрально-Черноземного заповедника и проектирования заповедно-режимных мероприятий // Режимы степных особо охраняемых природных территорий: Матер. международной науч.-практ. конф., посвящ. 130-летию со дня рождения проф. В.В. Алехина (г. Курск – пос. Заповедный, 15-18 января 2012 г.). Курск, 2012. С. 168-187.
28. Рыжкова Г.А. Пастбища Центрально-Черноземного заповедника: режим, сукцессии, картографические исследования // Картографические исследования в Центрально-Черноземном заповеднике: Тр. Центр.-Черноземн. гос. заповедника. Вып.19. Курск, 2006. С. 86-96.
29. Рыжкова Г.А., Рыжков О.В., Рыжков Д.О. Картирование местонахождений травянистых видов сосудистых растений из Красных книг России и Курской области (по материалам 2008-2009 годов) // Исследования по Красной книге Курской области. Вып. 2. Курск, 2010. С. 124-126.

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В ЗАБАЙКАЛЬСКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ

С.А. Седых, Г.А. Кондратьева
**Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН,*
г. Иркутск, Россия, sedykh@li.ru, kndratevag@rambler.ru

SCIENTIFIC METHODOLOGICAL AND APPLIED PRINCIPLES FOR THE ORGANIZATION OF ECOLOGICAL GIS-MONITORING IN ZABAİKALSKY NATIONAL PARK

S.A. Sedykh, G.A. Kondrateva
V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS.
Irkutsk, Russia, sedykh@li.ru, kndratevag@rambler.ru

Abstract. Scientific methodological and applied principles for the organization of GIS monitoring and ecological mapping in the areas of Zabaikalsky Park with anthropogenic impact are considered. The practical results of the research are the regional GIS system integrating field data, digital maps, spatial and geodetic data, monitoring points database. They can be used for the nature conservation and resource management by different establishments in the region

Актуальность темы. В настоящее время в различных странах мира, включая Россию, проводятся исследования, связанные с использованием ГИС-технологий для обеспечения мониторинга природной, социально-хозяйственной сферы, состояния окружающей среды, что особенно важно для ООПТ, где расположены рекреационные объекты.

Организация экологического мониторинга на геоинформационной основе поставлена как приоритетная задача в Концепции развития системы ООПТ федерального значения на период до 2020 года и отвечает прогрессивным мировым тенденциям. Такие работы ведутся Службой Леса США, Центром Экологическим Исследований Тахо (Калифорнийский Государственный Университет, Дэвис) и Тахо Институт Естественных Наук в водосборном бассейне озера Тахо (штаты Калифорния и Невада) в научных и прикладных целях. Результаты исследований обычно представлены на сайтах организаций и геопорталах. В текущий период для ряда российских ООПТ создаются геоинформационные системы, включающие функцию экологического мониторинга (Центрально-лесного государственного природного биосферного заповедника, Государственного природного заповедника «Денежкин камень», Алтайского заповедника и др.). Организация экологического