

DOI 10.31509/2658-607x-2019-2-3-1-50

УДК 528.9

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО  
КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ  
ЛЕСОСТЕПНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО ЗАПОВЕДНИКА**

© 2019

**О.В. Рыжков\*, Г.А. Рыжкова**

*Центрально-Черноземный государственный природный биосферный заповедник*

*имени профессора В.В. Алехина*

*Россия, 305528, Курская область, Курский район, посёлок Заповедный*

*\*E-mail: ryzhkov\_oleg@mail.ru*

Поступила в редакцию 15.06.2019

Представлены методы картографических исследований древесной растительности заповедника, в том числе с использованием современных ГИС-технологий и приборов спутникового позиционирования. Проанализирована динамика пространственной структуры и состава дубрав за последние 50 лет. Приведены результаты изучения основных древесных пород заповедника с применением GPS (ГЛОНАСС)-съёмки и ГИС. Изучены особенности и характер распространения деревьев и кустарников на открытых пространствах (залежи, целинные степи, пастбища).

**Ключевые слова:** *лесостепь, природные заповедники, дубравы, картографирование, GPS, ГЛОНАСС, приборы спутникового позиционирования, ГИС.*

Леса Центрально-Черноземного заповедника (ЦЧЗ) расположены в юго-западной части Среднерусской возвышенности в пределах центральной полосы лесостепной зоны (Курская область). Преобладают дубравы байрачные и водораздельные преимущественно порослевого происхождения.

Как известно, основу геоинформационных систем (ГИС) составляют различного рода цифровые картографические материалы, представленные в определённой системе координат или проекции. В «догисовский» период (с 50-х по 90-е годы XX века) в заповеднике карты создавались исключительно в бумажном виде.

Картографирование растительного покрова, включая древесную растительность, стало использоваться для изучения природных комплексов ЦЧЗ с середины прошлого века. Значительный блок картографических материалов в этот период представлен геоботаническими и лесоустроительными картами. Результаты картографических исследований того времени освещены в серии публикаций (Картометрические исследования..., 1975; Кашкарова, Рубайло, Утехин, 1973; Нешатаев, 1970, 1983, 1996; Нешатаев, Новикова, Ухачева, 1982; Петрова, 1990; Рыжков, Собакинских, 2006; Утехин, 1967 и др.). Картографические работы, как правило, были основаны на методе сплошной контурной

глазомерной съёмки с разбивкой пикетажной сети на местности и фиксацией результатов на бумаге. Единицами картирования обычно выступали растительные ассоциации или их комплексы и типы, которые представляли собой полигоны в современном понимании ГИС. Объектами исследований обычно являлись крупные территориальные единицы ЦЧЗ (участки и урочища).

Географическое расположение Центрально-Черноземного заповедника в зоне Центральной лесостепи определяет непосредственный контакт лесной и степной растительности, поэтому их взаимоотношениям всегда уделялось и уделяется большое внимание многими исследователями. Отдельный цикл картографических работ на территории заповедника связан с изучением распространения древесно-кустарниковых видов на участках, находящихся в режиме абсолютного заповедания (как целинных, так и бывших залежных). Наиболее исследована в этом отношении залежь «Дальнее поле» Казацкого участка ЦЧЗ, на части которой (29.6 га) выполнено трёхкратное картирование в 1970, 1980 и 1999-2000 гг. По результатам съёмки 1970 и 1980 гг. составлены карты размещения оснований стволов древесных видов и контуров зарослей кустарников (Краснитский, 1973; Краснитский, Сошнин, 1984), а итогом картирования 1999-2000 гг. явилась детальная карта проективных покрытий деревьев и кустарников (как одиночно растущих, так и формирующих заросли). Анализ динамики распространения древесной растительности на залежи «Дальнее поле» представлен в серии публикаций (Рыжков, Рыжкова, 2000а,б,в; Рыжкова, Рыжков, 2001). Именно с картированием расселения по степи древесно-кустарниковой растительности связана апробация современных методов съёмки, что является предметом исследования настоящей статьи.

На территории заповедника лесоустройства проводились 5 раз (1953, 1968, 1979, 1990 и 2000 гг.). Планы лесонасаждений составлялись в бумажном виде, только при лесоустройстве 2000 г. были созданы как твёрдые бумажные копии, так и их электронные варианты (оцифровка карт выполнена специалистами ФГУ «Воронежлеспроект» первоначально в программе WinGIS с последующим конвертированием в MapInfo в декартовой системе координат).

Разновременные серии геоботанических и лесоустроительных карт объективно отражают общие тенденции динамики растительного покрова. Однако принятие за единицу картирования растительной ассоциации или типа леса предполагает наличие значительных погрешностей в точности отрисовки их контуров, что обусловлено также и субъективными факторами. На наш взгляд, наиболее детально и полно отражают динамику древесной растительности периодические картографические работы, выполненные на стационарных объектах научных исследований – СОНИ (постоянных пробных площадях (ППП), профилях,

трансектах, учётных площадках, отдельных режимных объектах и пр.). При этом за единицы картирования выбираются реальные особи деревьев и кустарников или их биогруппы (заросли). Картирование растительности на СОНИ, в отличие от более генерализованного геоботанического картографирования, имеет первостепенное значение, так как в данном случае за счёт высокой точности разбивки сети ( $5 \times 5$  м или  $10 \times 10$  м) и привязки к местности обеспечивается подробная и объективная съёмка растительного покрова, и, соответственно, получение высококачественных карт различной тематической направленности. Однако говорить о привязке природных объектов с указанием географических координат, которая используется в современных ГИС, в «догисовский» период не приходится.

Картографические материалы, составленные по данным съёмок на стационарных объектах, наиболее точно и объективно отражают статику и динамику растительного покрова, формируют базу для всестороннего изучения, анализа и моделирования развития природных экосистем. Важность стационарных картографических работ ещё более возрастает при проведении повторных работ, что позволяет отслеживать локальные и глобальные динамические тенденции растительности (Рыжков, 2006б). Опубликована методика стационарных исследований древесной растительности в заповедниках (Рыжков, 1996б).

Стационарные методы изучения растительного покрова заповедника стали практиковаться на его территории сразу после окончания Великой Отечественной войны. В 1945 г. Н.А. Прозоровским в лесных урочищах Дуброшина и Соловьятник на Стрелецком участке были заложены две первые постоянные пробные площади для изучения лесной растительности ЦЧЗ (Летопись природы..., 1949). В 1950 г. Г.М. Зозулиным выполнено повторное картирование этих ППП и проанализирована динамика изменения их растительности за пятилетний период (Зозулин, Кусмарцева, 1951). Результаты одних из первых картографических исследований приводятся также в научном отчёте заповедника за 1949-1950 гг. (Летопись природы..., 1951), в котором размещены схемы распространения древесно-кустарниковой растительности в логах, составленные Г.М. Зозулиным. На схемы по элементам рельефа глазомерно нанесены специальными знаками основания стволов деревьев и скоплений кустарников. Эти изображения являются прототипом современных картографических материалов, полученных на основе GPS (ГЛОНАСС)-съёмки древесной растительности. В последующие годы картографические исследования на СОНИ заповедника проводились Г.М. Зозулиным (1952), С.С. Левицким (1958, 1961), Ф.И. Хакимзяновой (1968), А.М. Краснитским (1963) и другими учёными. Полный обзор этих работ опубликован (Рыжков, 2006б).

В 1963 г. А.М. Краснитским и последующих лесоустройствах 1968 и 1979 гг. в дубравах ЦЧЗ заложена сеть лесных ППП, на которых периодически выполняются лесоводственно-

таксационные исследования, в частности сплошные перечёты и картирование древостоев, подроста, подлеска и травяного покрова. Эти ППП в настоящее время составляют основу лесного блока ГИС ЦЧЗ.

Сейчас в заповеднике реализованы современные методы картографирования растительности, которые связаны с появлением приборов спутникового позиционирования, беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), десктопных и мобильных геоинформационных систем.

**Цель работы** – обзор результатов картографических исследований в ЦЧЗ, демонстрация преимуществ использования современных программных и аппаратных средств ГИС для исследования лесостепных экосистем.

**Задачи** – показать динамику лесной растительности по материалам периодических картирований на ППП, дать оценку состояния древостоев основных пород, представить результаты изучения процесса распространения деревьев и кустарников в степи.

В зависимости от типов исходных данных, предназначенных для внедрения в ГИС, выделяются несколько методических подходов. Далее речь пойдёт о методах и результатах картирования древесной растительности на СОНИ.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

### *1. Метод переноса данных в ГИС на основе сканирования бумажной картографической основы с последующей векторизацией объектов или без неё.*

Глазомерную съёмку древесно-кустарниковой растительности на лесных ППП предварял процесс разбивки на местности пикетажной сети размером  $5 \times 5$  м. Для каждой пробной площади в полевых условиях на миллиметровой бумаге вычерчивались схемы размещения оснований стволов и проекций крон деревьев по породам и ярусам (с изображением сухостоя и валежа) в масштабе 1:100. Наиболее детально изучена горизонтальная структура лесных сообществ на 14-ти СОНИ, а именно проективное покрытие древостоев, подроста и подлеска по материалам картирований 1991-1993 и 2002 гг. (Рыжков, Рыжкова, 2006а). В полном объёме данная методика отработана при картировании сложных водораздельных дубрав и заболоченных березняков Зоринского участка ЦЧЗ (Золотухин, Рыжков, Филатова, 2001; Рыжков, Рыжкова, 2001).

В 2002-2006 гг. такие бумажные схемы были отсканированы, а их фрагменты сшиты в единые растровые изображения. Далее было бы методически корректным зарегистрировать полученные растры непосредственно в ГИС и выполнить векторизацию уже непосредственно с привязкой к местности. Однако, на период проведения картографических работ и формирования электронного архива карт в заповеднике отсутствовала десктопная ГИС.



Поэтому для оцифровки была выбрана программа AutoCAD. Векторизация объектов осуществлялась ручным способом («по экрану») в декартовой системе координат. В результате были получены слои размещения оснований стволов и проекций крон деревьев каждой древесной породы, что позволило оценить их количественные пропорции путём автоматического расчёта площадей (ранее приходилось определять площади проекций крон с бумажной основы при помощи планиметра, что приводило к завышению их значений приблизительно на 4% (Рыжков, 2006в)). Разработаны методические рекомендации по оцифровке растров в среде AutoCAD и последующем использовании полученных векторных объектов в ГИС (Рыжков, 2000; Рыжков, Власов, 2000; Рыжков, 2001а; Рыжков, 2006а).

С появлением в заповеднике лицензионной версии ГИС MapInfo Professional возникла необходимость привязки сформированных в AutoCAD векторных слоёв проекций крон древостоев и оснований стволов деревьев, а также проективных покрытий подлеска и подроста на лесных ППП. Стандартным инструментом MapInfo допускается регистрация векторных слоёв только по трём опорным точкам, чего явно недостаточно для точной трансформации. Нами использован отдельно поставляемый модуль MiTransformer, который позволяет на основе аффинных или проективных преобразований выполнять регистрацию векторных объектов сразу нескольких таблиц по неограниченному числу опорных точек, что позволяет добиться высокого качества привязки к местности.

Для автоматического создания векторного слоя площадей сечений стволов древостоев на лесных ППП использовалась функция генерации окружности по центру и диаметру в модуле MapCAD, причём значения последнего извлекались из числового поля таблицы (базы данных) (Рыжков, 2013). Центры стволов формировались поверх растрового изображения созданием символа вручную в каждом круге.

При трансформации векторных объектов в ГИС из проекции ПЛАН-СХЕМА (декартовой системы координат) в одну из картографических проекций ГИС возможно появление артефактов – наличие в результирующих объектах лишних деталей или шумов (в частности, искажения плавности границ), отсутствующих в исходных объектах. Сечения стволов легко корректируются путём построения центроидов и генерации на их основе окружностей по заданным диаметрам. Для корректного преобразования границ полигонов проекций крон необходимо предварительно выполнить процедуру генерализации (разреживания) их узлов, используя соответствующий функционал ГИС (MapInfo или ArcGIS).

Методически более правильным и менее трудоёмким является реализация следующего подхода, который используется в настоящее время. Растр каждой лесной ППП регистрируется в ГИС MapInfo Professional (действующая лицензия Advanced v.16.0.4) по четырём граничным

точкам, координаты которых определены статической съёмкой в безлистный период при помощи современного ГНСС-оборудования (приёмник Trimble GeoExplorer 6000 GeoXH CE) с точностью 0.2-0.3 м (достигалась при длительной фиксации координат в режиме RTK неподвижным прибором). Далее в среде ГИС выполняются ручная векторизация объектов по экрану уже с привязкой к местности в универсальной поперечной проекции Меркатора (зона 37, северное полушарие (WGS 84) [EPSG:32637]) и последующие аналитические расчёты (Рыжков, Рыжкова, 2019б). Таким способом были обработаны материалы картографирования древостоев водораздельной дубравы участка ЦЧЗ Пойма Псла (Рыжков, Рыжкова, 2019а).

Описанный метод, основанный на оцифровке бумажных схем, позволяет использовать в ГИС картографические материалы, полученные в условной (чаще всего декартовой) системе координат. Последующие два метода базируются на данных полевой съёмки объектов приборами спутникового позиционирования разных классов, что позволяет экспортировать их в ГИС на основе полученных географических координат.

## ***2. Метод сплошной съёмки с использованием персональных навигаторов и ГИС.***

GPS- (и/или ГЛОНАСС) съёмка, которая осуществляется приборами спутникового позиционирования, является одним из способов оперативного сбора данных для ГИС. В данных устройствах реализована возможность записи географических координат путевых точек и треков и их хранения в энергонезависимой памяти. Именно использование GPS-приёмников, начиная с 2000 г., положило начало созданию в ЦЧЗ геопространственных баз данных. В настоящее время сотрудниками заповедника применяются в своей деятельности более 10 портативных GPS-навигаторов компании Garmin (GPSMAP 76CSx, GPSMAP 78S, OREGON 550, GPSMAP 64ST и др.), а также смартфоны и планшеты, включая защищённые, с функцией определения местоположения. Перечисленное мобильное оборудование позволяет осуществлять навигацию по растровым изображениям.

Полученные точечные и линейные объекты при помощи специализированного программного обеспечения экспортировались в ГИС-форматы. В геоинформационных системах выполнялась окончательная обработка данных (сглаживание границ, преобразование полилиний в полигоны и пр.). Основные недостатки данного метода – невозможность сохранения с графикой необходимых атрибутов, и невысокая точность записи координат (3-5 и более метров). Подготовлены некоторые методические рекомендации по сбору GPS-данных (Рыжков, Рыжкова, 2006б, Рыжков, 2014б) и их обработке в среде ГИС MapInfo, в частности создания сглаженных полигонов (Рыжков О. и др., 2013; Рыжков, 2014а), совместному использованию GPS (GLONASS)-приборов и ГИС при картографировании природных объектов в реальном времени (Рыжков, 2010, 2011), опубликован обзор методов геоинформационного картографирования природных объектов и их применения на ООПТ

(Рыжков, 2008, 2009б).

### **3. Метод сплошной съёмки с использованием высокоточного ГНСС-оборудования, БПЛА, мобильных и десктопных ГИС.**

Начиная с 2016 г. на территории ЦЧЗ осуществляются детальные картографические исследования с применением современных аппаратных и программных средств – высокоточного ГНСС-оборудования, БПЛА, мобильных и десктопных ГИС, апробация которых выполнена при картировании распространения деревьев и кустарников на Втором некосимом участке Стрелецкой степи – самом крупном и репрезентативном на Стрелецком участке (площадь – 101.6 га). Данный объект находится в абсолютно заповедном режиме с 1935 г. В предшествующие годы сплошного наземного картографирования этой территории не проводилось.

В работе задействованы двухчастотный спутниковый приёмник Trimble GeoExplorer 6000 GeoXH CE и два БПЛА – DJI Inspire-1 Pro лаборатории картографии Института географии РАН и DJI Inspire-1 Центрально-Черноземного заповедника. Картирование осуществлялось в режиме реального времени (RTK) с непрерывным приёмом поправок через 3G-модем от Регионального центра навигационных услуг по Курской области (плановая точность фиксации координат объектов при открытом небосводе составляла 2-3 см). С помощью квадрокоптеров получены фотоснимки высокого разрешения, которые использовались для построения ортофотопланов местности и уточнения проблемных контуров в труднодоступных участках зарослей степных кустарников.

Обработка, анализ и визуализация информации выполнялись в среде ГИС MapInfo Professional v.15.2.4 64bit, конвертирование растров – в Global Mapper v.13.0, управление данными – в Trimble GPS PathFinder Office v.5.81. Мобильное приложение: TerraSync Centimeter Edition v.5.41 на базе Windows Mobile v.6.5.

Высокая точность определения местоположения прибором Trimble GeoExplorer 6000 GeoXH CE позволила использовать при картировании виртуальную пикетажную сеть вместо реальной, создание которой требовало значительных трудозатрат при классическом картографировании растительного покрова в предшествующие периоды. Такая двухслойная виртуальная пикетажная сеть с размером квадратов  $100 \times 100$  м (1 га) была сформирована в среде ГИС MapInfo Professional v.15.2.4 64bit инструментом *Нарисовать сетку* (гектарные квадраты с целью минимизации пропусков молодых особей при выполнении картирования были дополнительно разбиты на более мелкие квадраты  $10 \times 10$  м (1 ар)). Основная и дополнительная пикетажные сети с уникальной нумерацией квадратов были загружены в формате SHP в прибор для последующего выноса в натуру.

Мобильная ГИС TerraSync приёмника Trimble GeoExplorer 6000 GeoXH CE позволяет

использовать в качестве подложек фоновые растровые карты в формате GeoTIFF (космические снимки, схемы лесоустройства и пр.). Растровые и векторные изображения загружались в приёмник через модуль *Перенос данных* программы GPS PathFinder Office v.5.81. Компанией TRIMBLE разработана также автономная программа Data Transfer для выполнения аналогичной операции.

Уникальной особенностью десктопного программного обеспечения GPS PathFinder Office является возможность разработки структуры мобильной ГИС в виде формы сбора полевых данных с определённым перечнем полей, которая использовалась при съёмке древесной растительности.

При картировании сохранялись два типа данных – точечные (основания стволов) и полигональные (проекции крон), по которым одновременно собиралась атрибутивная информация.

Полевые работы включали в себя картирование древесной растительности со сплошным перечётом деревьев и кустарников (учёту подлежали все экземпляры, начиная с имматурного возрастного состояния, также фиксировались ювенильные растения, которые удалось обнаружить). Для одиночных деревьев и кустарников с помощью прибора Trimble GeoExplorer 6000 GeoXH определялись географические координаты и высота над уровнем моря оснований стволов с целью последовательного формирования массива путевых точек, пригодных для построения точечных тематических карт в ГИС. Обособленные контуры (заросли) растительности картировались путём обхода с указанным прибором по их периметру. При этом в память приёмника через каждую секунду заносились узлы полигона. Прибор был настроен на запись только качественных объектов, плановая ошибка определения координат которых не превышает установленную величину (в большинстве случаев, она, как правило, составляла 2-3 см – при открытом небосводе и 50-100 см – под кронами деревьев и в плотных зарослях кустарников).

Одновременно с картографированием осуществлялся подробный сбор атрибутивной информации по каждому объекту. При сплошном поддеревоном перечёте в полевых условиях в специальную форму заносились следующие сведения: участок, урочище, автор(ы), дата, время, номер полигона или точки, порода, происхождение, периметр или диаметр ствола на высоте груди (см), высота ствола (м), возраст, состояние, болезни, жизненная форма, плодоношение, примечание для ввода дополнительных сведений и фото (фотографировались только выборочные объекты).

Параллельно с наземным картированием древесной растительности осуществлена аэрофотосъёмка территории участка при помощи квадрокоптеров DJI Inspire-1. Полученные фотоснимки были соединены в единые изображения, которые использовались для построения

ортофотопланов некосимого участка. Некоторые фотоснимки, включающие изображения крон деревьев и кустарников в трудно доступных местах (непроходимых колючих зарослях), регистрировались в ГИС отдельно и использовались в качестве подложки для оцифровки контуров крон по экрану вручную.

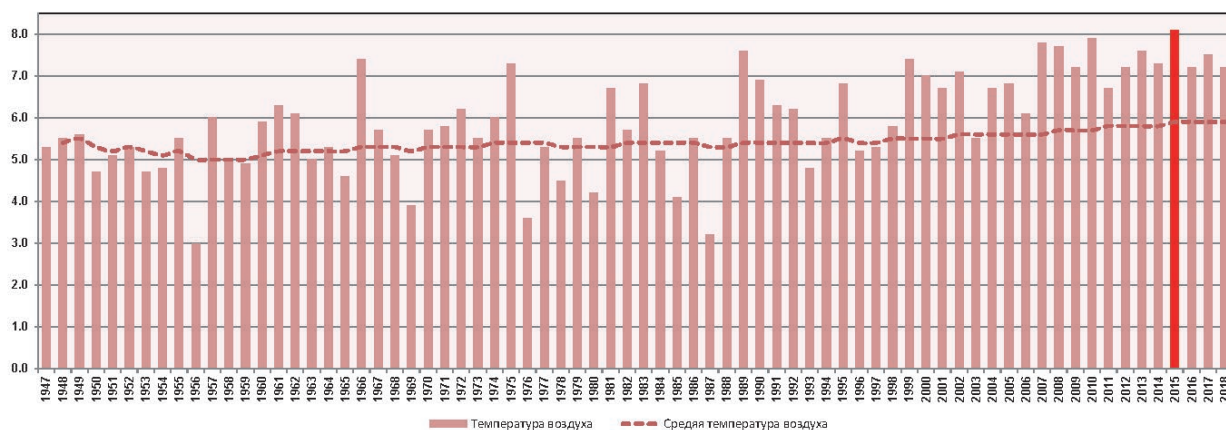
Полученные в мобильной ГИС TerraSync Centimeter Edition v.5.41 точечный слой распространения одиночных деревьев и кустарников и полигональный слой проективных покрытий древесно-кустарниковой растительности Второго некосимого участка Стрелецкой степи со всей атрибутикой экспортировались через файлы обменного формата MIF в ГИС Mapinfo. На их основе строились тематические карты М 1 : 5000 и 1 : 400 (на 134 листах). Подробная методика ГИС-картографирования древесной растительности с использованием современных аппаратных и программных средств опубликована (Рыжков и др., 2017).

Следует отметить, что непосредственное использование высокоточных приборов геодезического класса при картировании древесной растительности под пологом леса мало эффективно вследствие наличия значительных препятствий для прохождения спутниковых сигналов. Даже при приёме дифференциальных поправок в режиме RTK точность определения координат в данном случае обычно не превышает 1.0 м, что явно недостаточно для корректной записи координат. К тому же требуется наличие устойчивой мобильной или радиосвязи. Поэтому в высокосомкнутых насаждениях предпочтительнее использование классического метода картирования с разбивкой пикетажной сети на местности или применения геодезических приборов другого класса, в частности электронных тахеометров, в которых используется метод обратной линейно-угловой засечки. Опыт применения подобного оборудования в заповеднике имеется.

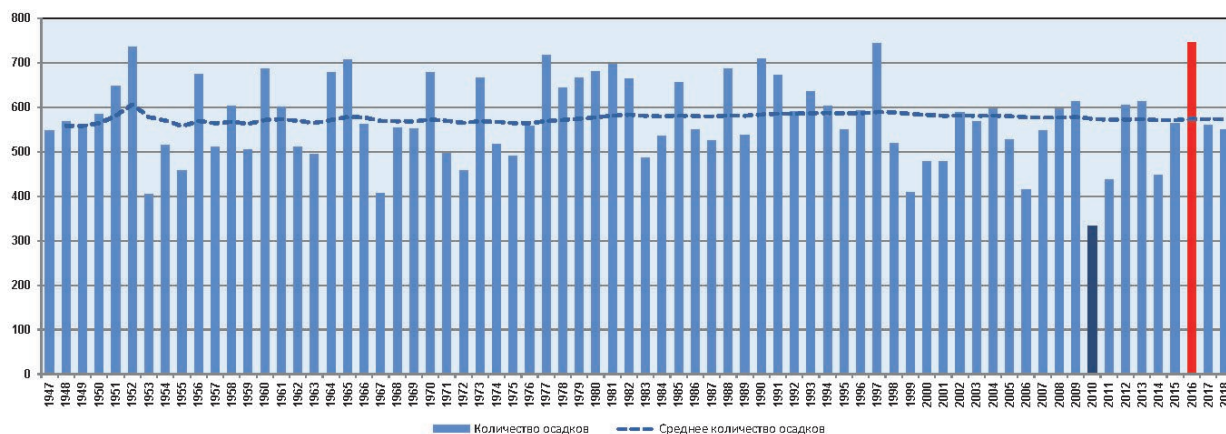
## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Представленные методы использовались нами для изучения как отдельных компонентов лесостепных экосистем, так и для оценки общих тенденций их динамики. Прежде чем приступить к обзору результатов целесообразно показать особенности изменения климата на изучаемой территории. В ЦЧЗ имеется собственная метеостанция «Стрелецкая степь», на которой ведутся непрерывные восьмисрочные наблюдения, начиная с 1947 г. Анализ динамики основных климатических параметров показал, что за последние 20 лет годовые температуры воздуха превышали средние многолетние значения (рис. 1), а количество выпадающих осадков, напротив, соответствовало средним величинам или было ниже (рис. 2). В целом за весь период наблюдений среднегодовая температура воздуха увеличилась почти на 1° С (с 5.0° (1956 г.) до 5.9° (2019 г.)). Таким образом, погода в районе расположения заповедника по многолетним наблюдениям становится жарче и суше. Однако, последнее десятилетие характеризуется значительными климатическими экстремумами, в том

числе и аномально высоким суммами осадков в отдельные месяцы (табл., рис. 3).



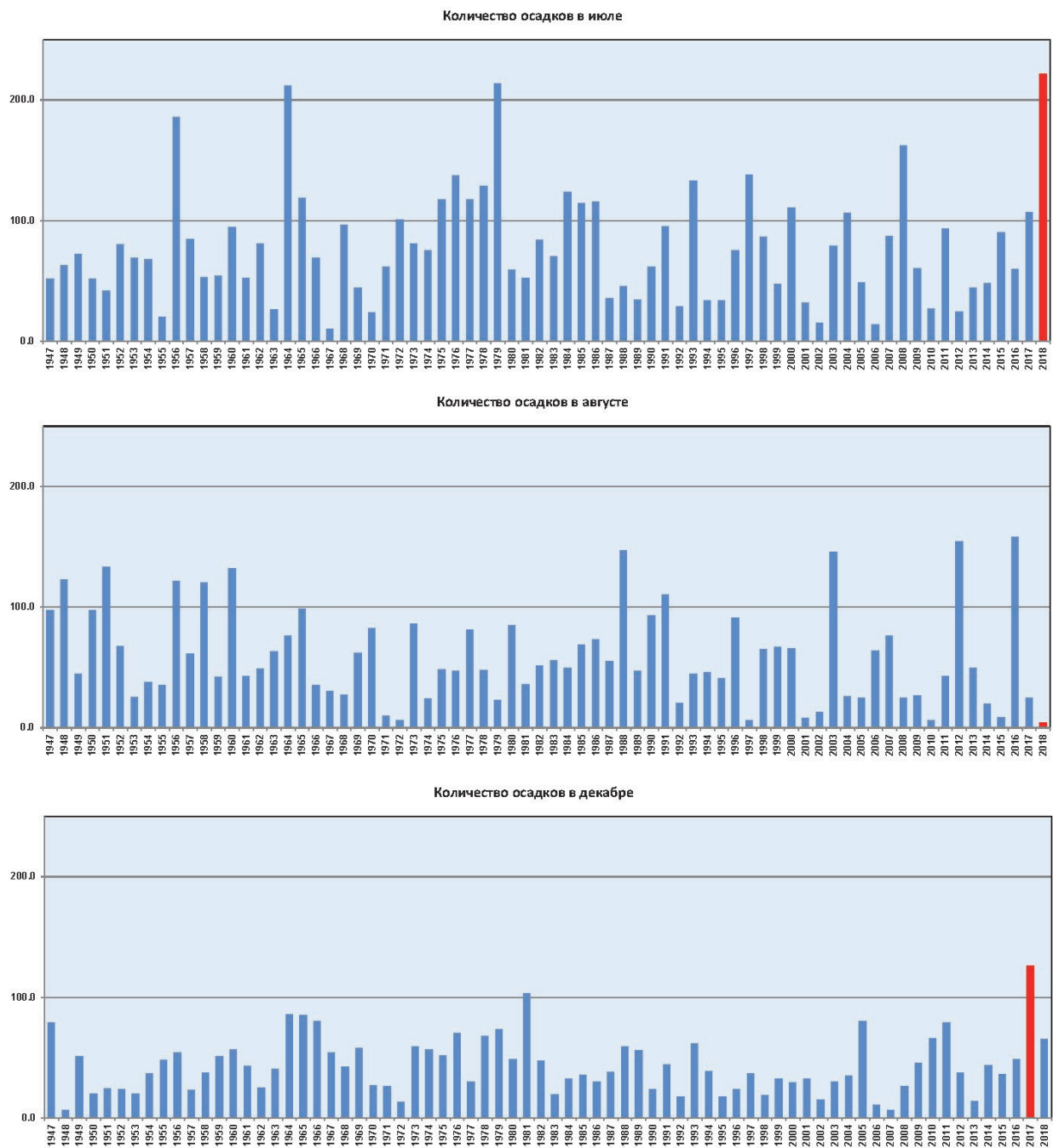
**Рисунок 1.** Многолетняя динамика среднегодовой температуры воздуха



**Рисунок 2.** Многолетняя динамика годового количества осадков

**Таблица.** Экстремальные значения температуры воздуха и количества осадков в последнее десятилетие (2010-2019 гг.) в районе расположения ЦЧЗ за период наблюдений с 1947 г.

2010 год
Аномальная жара (абсолютный максимум температуры воздуха +39.2°С) и засуха (абсолютный минимум количества осадков 333.8 мм)
2015 год
Впервые среднегодовая температура воздуха превысила +8°С (+8.1°С)
2016 год
Самый дождливый год (абсолютный максимум количества осадков 746.4 мм)
2017 год
Самый дождливый декабрь (абсолютный максимум количества осадков 126.2 мм)
2018 год
Самый дождливый июль (абсолютный максимум количества осадков 221.5 мм)
Самый засушливый август (абсолютный минимум количества осадков 4.4 мм)
Максимум температуры воздуха отмечен в сентябре, что было ранее только в 1963 г.



**Рисунок 3.** Аномальные климатические показатели последних лет  
(по данным метеостанции ЦЧЗ «Стрелецкая степь»)

Общая характеристика и особенности климата в районе расположения заповедника опубликованы (Непочатых, Рыжков, 2016). Наличие многолетних рядов наблюдений за климатом и биотой заповедника позволило выявить основные тенденции изменения биотических компонентов биогеоценозов под влиянием климата за последние 100 лет (до 1999 г.) (Рыжков и др., 2001; Рыжков и др., 2018). Как было сказано выше, начало XXI века характеризуется заметными изменениями климата, влияние которых на растительный и животный мир ЦЧЗ проанализировано за период с 2000 по 2013 гг., а результаты исследований опубликованы в 2017 г. (Рыжков и др., 2017а,б). Указанные погодные тенденции и аномалии

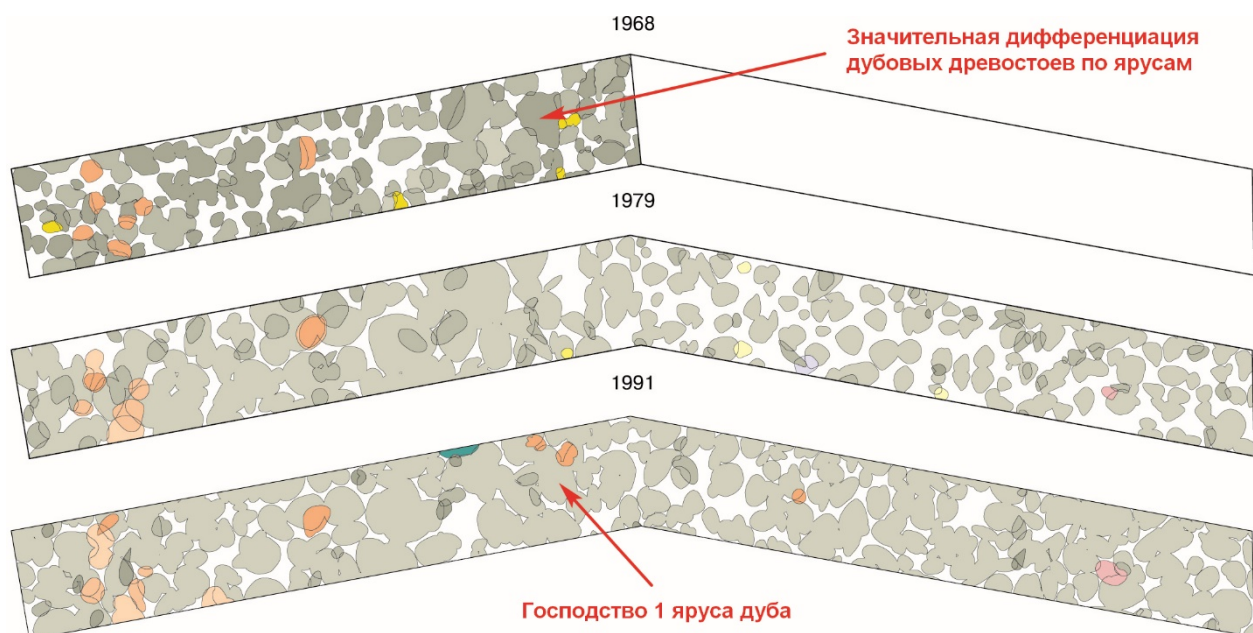


безусловно повлияли на структуру и динамику лесной растительности ЦЧЗ, что нашло отражение в результатах исследований. Приводим основные их них, полученные в том числе с использованием аналитических средств ГИС, основанных, в частности, на построении цифровых моделей рельефа (ЦМР) и генерации на их основе производных векторных покрытий для изучения пространственного распределения особей отдельных древесных видов по высотам над уровнем моря, уклонам и экспозиции склонов.

***Динамика пространственной структуры дубрав (проективного покрытия древостоев, подроста и подлеска) на лесных ППП по материалам картирований разных лет***

Результаты исследований по данному направлению освещены в открытой печати в период с 1995 по 2019 гг. (Рыжкова, Рыжков, 1995; Рыжков, 1996; Рыжков, Рыжкова, 1999; Рыжков, Рыжкова, 2001, Рыжков, Рыжкова, 2006а).

1. В 60-е годы XX века дубовые древостои ЦЧЗ, в которых древесным эдификатором является дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) в существенно большей степени были дифференцированы по ярусам. Их общее проективное покрытие было максимальным и относительно равномерным. Сопутствующие виды не играли значимой роли в горизонтальной структуре сообществ (рис. 4).



**Рисунок 4.** Динамика структуры и видового состава древостоя с 1968 по 1991 гг. (Стрелецкий участок ЦЧЗ, ур. Бабка, лесная ППП № 12)



Примечание. Условные обозначения к рисунку:

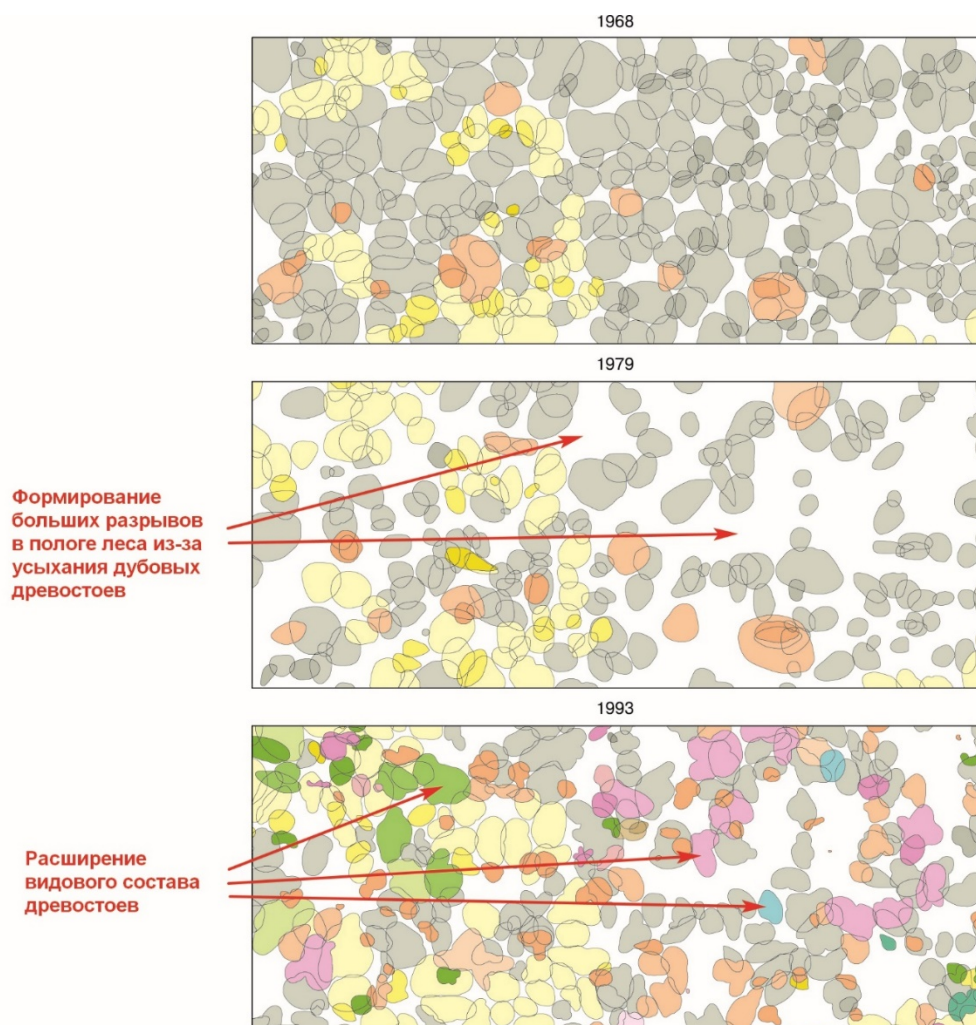
ВИДЫ		
1 ярус		<b>Береза бородавчатая</b> ( <i>Betula pendula</i> )
2 ярус		
3 ярус		
1 ярус		<b>Вяз</b> ( <i>Ulmus sp.</i> )
2 ярус		
3 ярус		
1 ярус		<b>Груша дикая</b> ( <i>Pyrus pyraeaster</i> )
2 ярус		
3 ярус		
1 ярус		<b>Дуб черешчатый</b> ( <i>Quercus robur</i> )
2 ярус		
3 ярус		
1 ярус		<b>Ива козья</b> ( <i>Salix caprea</i> )
2 ярус		
3 ярус		
1 ярус		<b>Клен остролистный</b> ( <i>Acer platanoides</i> )
2 ярус		
3 ярус		
1 ярус		<b>Клен полевой</b> ( <i>Acer campestre</i> )
2 ярус		
3 ярус		
1 ярус		<b>Клен татарский</b> ( <i>Acer tataricum</i> )
2 ярус		
3 ярус		
1 ярус		<b>Клен ясенелистный</b> ( <i>Acer negundo</i> )
2 ярус		
3 ярус		
1 ярус		<b>Липа мелколистная</b> ( <i>Tilia cordata</i> )
2 ярус		
3 ярус		
1 ярус		<b>Осина</b> ( <i>Populus tremula</i> )
2 ярус		
3 ярус		
1 ярус		<b>Яблоня ранняя</b> ( <i>Malus praecox</i> )
2 ярус		
3 ярус		
1 ярус		<b>Ясень обыкновенный</b> ( <i>Fraxinus excelsior</i> )
2 ярус		
3 ярус		

2. Вследствие массового усыхания дубрав в лесостепи в 70-е годы XX века произошло значительное изреживание древостоев и в ЦЧЗ, в основном, за счёт гибели тонкомерных и отстающих в росте дубовых деревьев. Наблюдалось упрощение вертикальной стратификации сообществ, которое проявлялось в доминировании первого древесного яруса (рис. 4). Сформировались большие разрывы в пологе леса. Уменьшилось общее проективное покрытие древостоев (рис. 5).

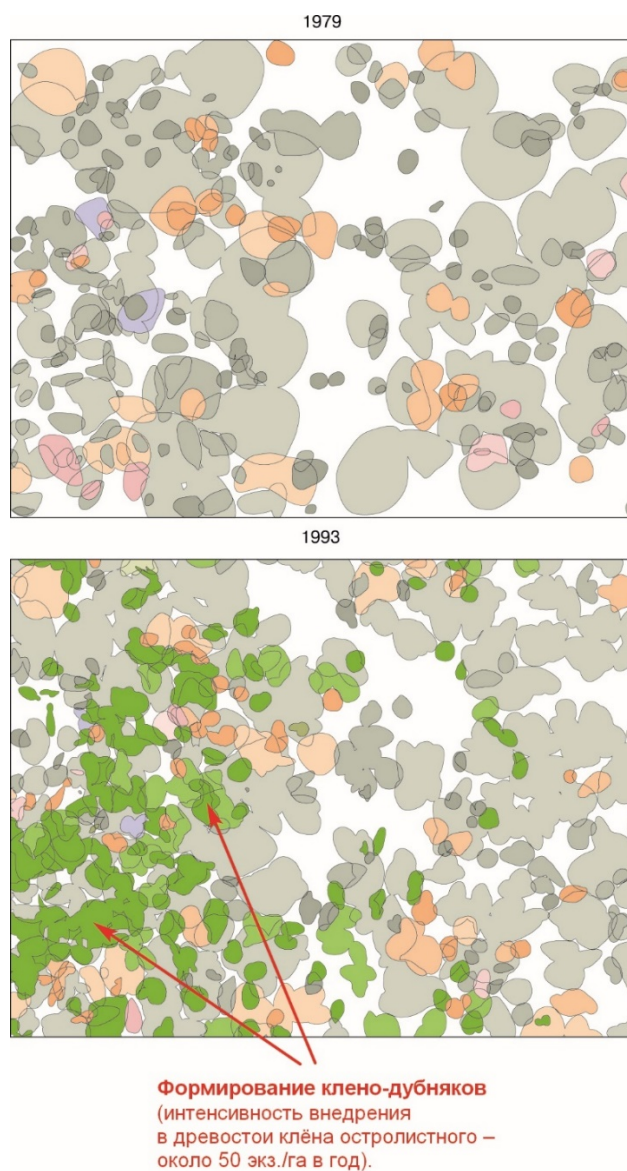
3. Из-за изменения светового режима образовавшиеся окна быстро заселились широколиственными спутниками дуба (особенно, клёном остролистным) и дикими фруктовыми породами, благодаря чему к 90-м годам XX века значительно расширился видовой состав древостоев (рис. 5, 6) (Рыжков, 1997). В популяциях дуба черешчатого сохранился хронологический разрыв: продолжали доминировать исключительно зрелые генеративные деревья и отсутствовали, за редким исключением, особи прегенеративных фракций.

4. В дубравах сформировался мощный подлесочный ярус из черёмухи обыкновенной (*Prunus padus* L.) (Рыжкова, Рыжков, 2003; Рыжкова, Рыжков, 2004) и (или) лещины обыкновенной (*Corylus avellana* (L.) H.Karst.), что создало дополнительные препятствия для

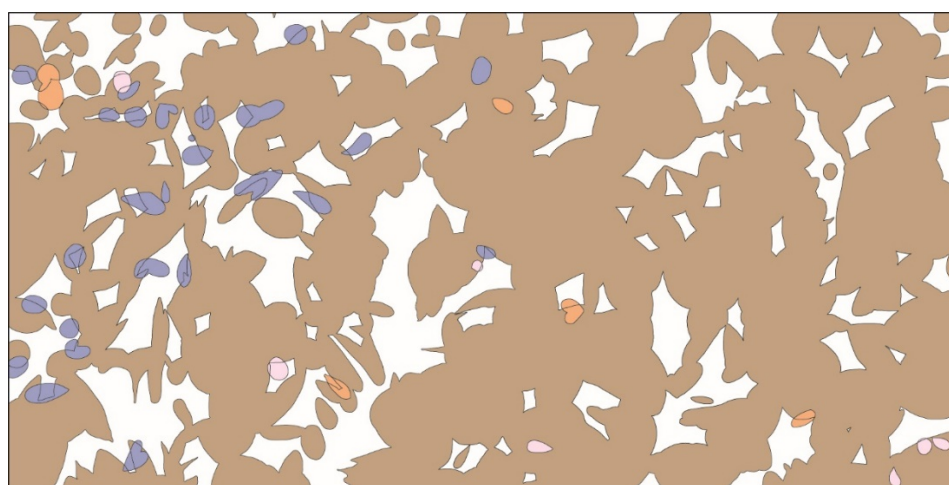
успешного возобновления дуба. При этом, черёмуха заселяет преимущественно простые по структуре порослевые дубравы с господством в древесном ярусе дуба черешчатого, образуя плотный подлесок, в котором на её долю приходится более 90% проективного покрытия (рис. 7). Кроме того, данный вид в условиях заповедника может участвовать в сложении третьего и даже второго ярусов древостоя. Констатируется формирование в отдельных лесных урочищах черёмухово-дубняков – уникальных для лесостепи типов леса. Лещина, напротив, приурочена, как правило, к сложным многовидовым широколиственным лесам. По мере взросления популяций данного вида наблюдается слияние мелких разрозненных контуров в крупные сплошные локусы с очень высоким проективным покрытием (рис. 8). В динамике наблюдается активное расселение лещины в лесах Казацкого и Стрелецкого участков ЦЧЗ, включая её появление на водораздельных пространствах, где ранее она не встречалась или была истреблена (рис. 9). В Казацком лесу, по материалам трёхкратного крупномасштабного геоботанического картирования Ю.Н. Нешатаева (1968, 1979, 1993 гг.), площадь распространения *Corylus avellana* увеличилась с 55.4 до 97.0 га (Рыжков, 20016).



**Рисунок 5.** Динамика структуры и видового состава древостоя с 1968 по 1993 гг.  
(Казацкий участок ЦЧЗ, ур. Казацкий лес, лесная ППП № 6)  
Примечание. Условные обозначения см. примечание к рис. 4.

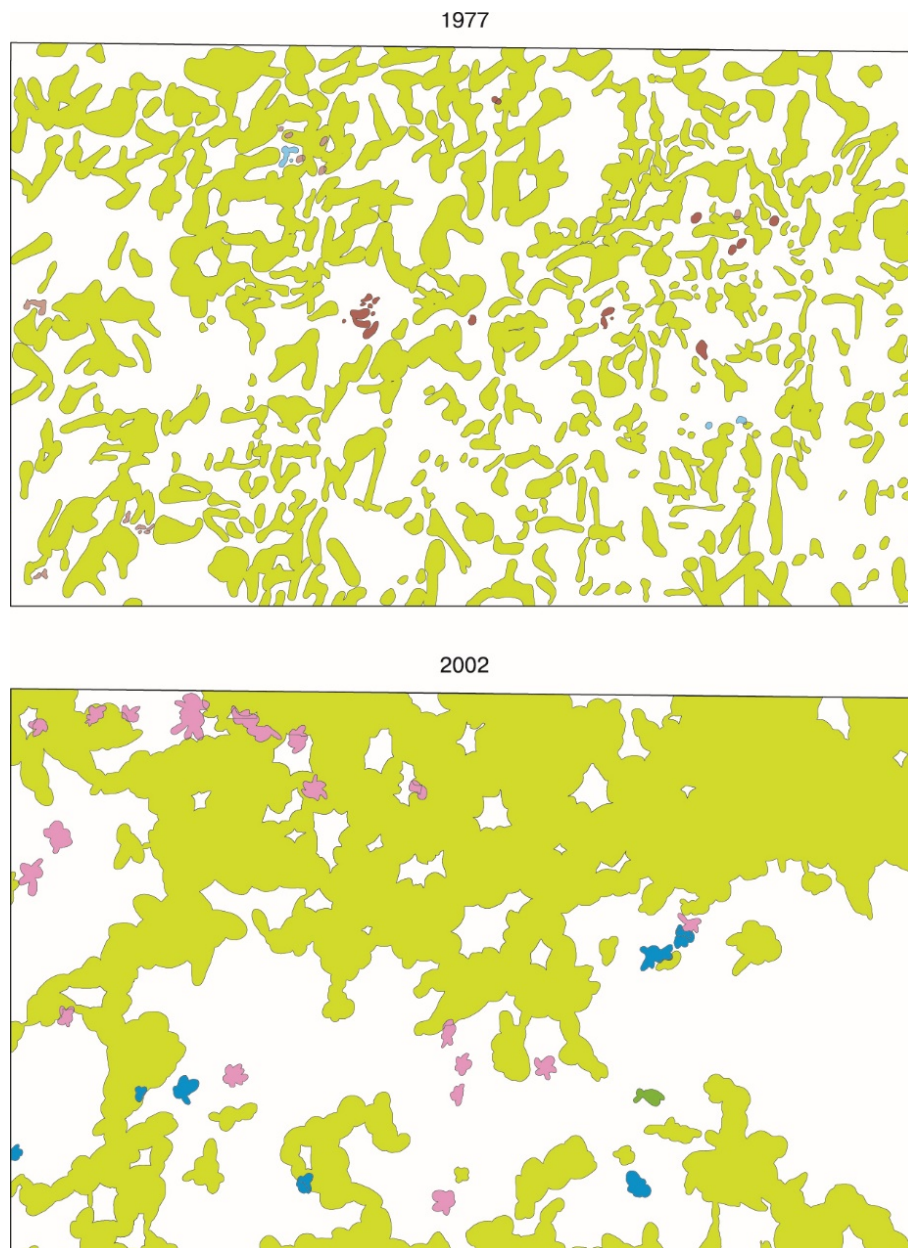


**Рисунок 6.** Динамика структуры и видового состава древостоя с 1968 по 1993 гг.  
(Стрелецкий участок ЦЧЗ, ур. Дедов-Весёлый, лесная ППП № 19)  
Примечание. Условные обозначения см. примечание к рис. 4.



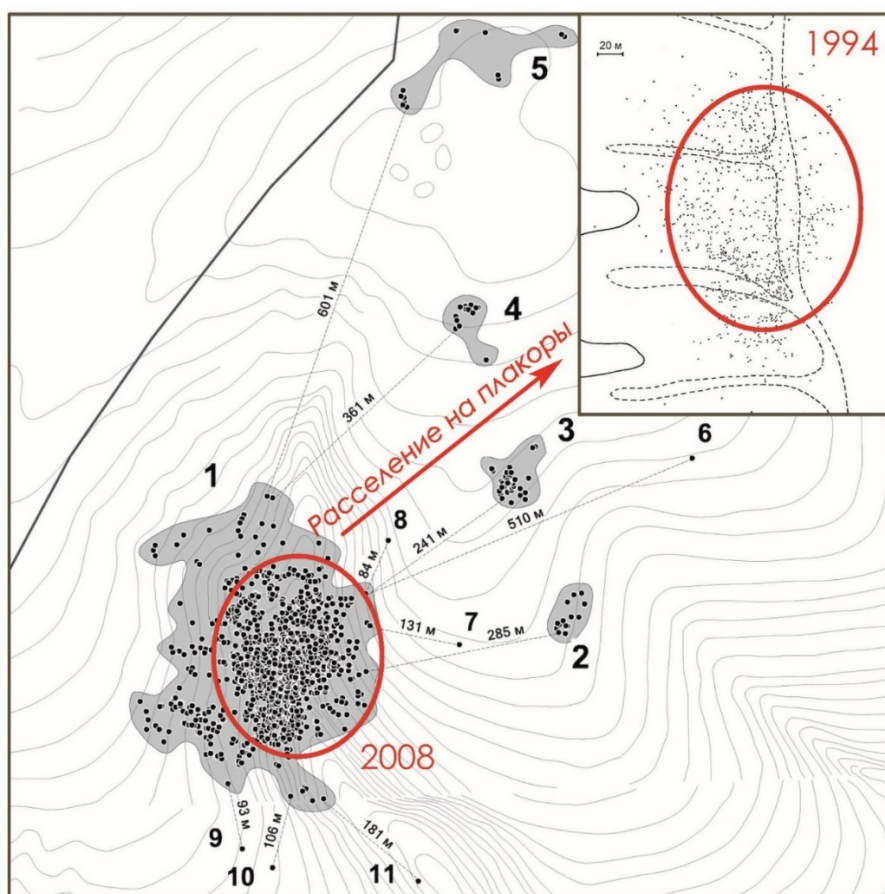
**Рисунок 7.** Проективное покрытие черёмухи обыкновенной  
(Стрелецкий участок ЦЧЗ, ур. Петрин лес, лесная ППП № 9, 1992 г.)





**Рисунок 8.** Динамика горизонтальной структуры популяции лещины обыкновенной (Казацкий участок ЦЧЗ, ур. Казацкий лес, лесная ППП № 4)

С 2008 по 2014 гг. нами выполнено сплошное картографирование популяции лещины обыкновенной на Стрелецком участке ЦЧЗ с помощью персональных навигаторов Garmin. Полученные путевые точки размещения оснований кустов были обработаны при помощи аналитических инструментов ГИС. Так, производные карты, созданные на основе ЦМР Стрелецкого участка, использовались для автоматической разnosки мест обнаружения лещины по высотам над уровнем моря, диапазонам уклонов и экспозициям склонов с помощью географических операторов и SQL-запросов MapInfo Professional (Рыжков, Рыжкова, 2010а; Рыжкова, Рыжков, 2011; Рыжков, Рыжкова, 2014б). Аналогичная GPS-съёмка на этой же территории выполнена для липы мелколистной (Рыжков, Рыжкова, 2010б).



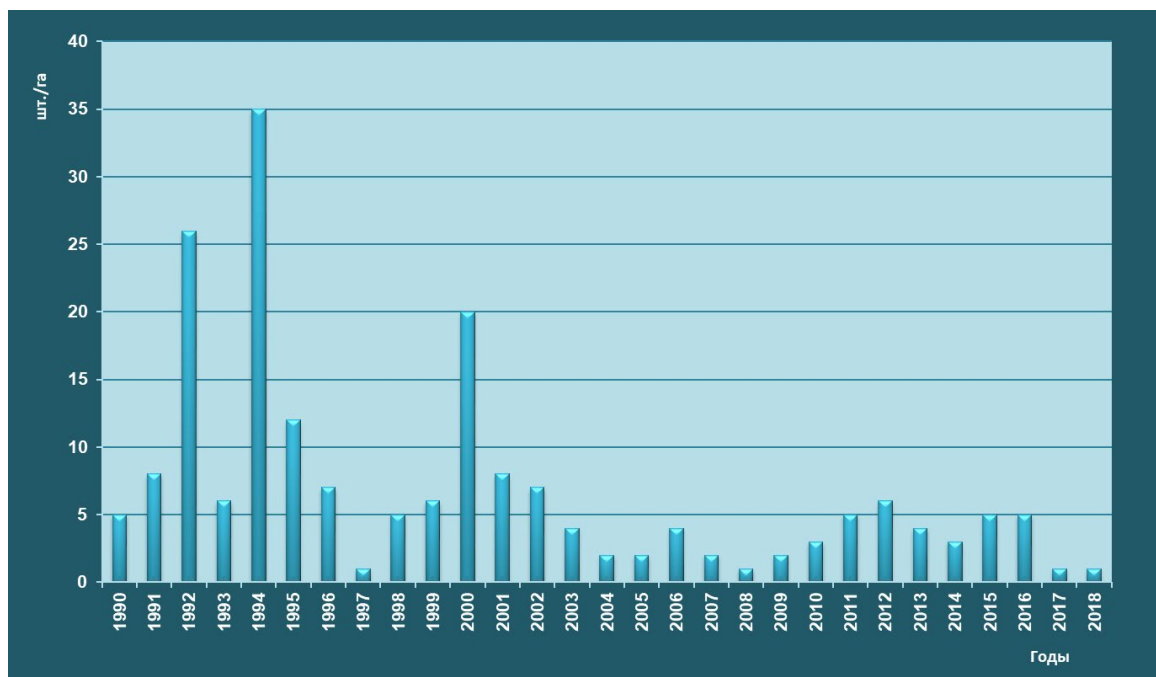
**Рисунок 9.** Расселение лещины обыкновенной из Тёмной лощины на водоразделы в ур. Дуброшина Стрелецкого участка ЦЧЗ (по материалам картирования 1994 и 2008 гг.)



**Рисунок 10.** Локальное усыхание дуба в Тёмной лощине (ур. Дуброшина, Стрелецкий участок ЦЧЗ)

5. В настоящее время продолжается процесс самоизреживания материнских древостоев дуба порослевого происхождения и усиление фитоценотических позиций других широколиственных пород. Последние локальные очаги усыхания дубрав заповедника зафиксированы в 1999-2000 гг. и были связаны с поздними весенними заморозками, последствия которых усугубились летними засухами (рис. 10).

За 1999-2000 гг. в дубравах заповедника погибло около 20 деревьев дуба на 1 га. Последующий период с 2001 г. по 2018 гг. характеризовался низкими темпами изреживания дубовых древостоев. В среднем на 1 га в год усыхало от 1 до 8 деревьев (рис. 11).



**Рисунок 11.** Многолетняя динамика текущего отпада стволов дуба черешчатого в ЦЧЗ (по данным 13-ти лесных ППП)

На фоне продолжающегося активного вывала старого сухостоя дуба и редкого появления свежего сухостоя произошла кардинальная смена динамики численности сухих деревьев. Если с 1970 по 2000 гг. процесс носил волнообразный характер с плавным увеличением и снижением численности сухостоя в диапазоне от 150 до 250 шт./га, то, начиная с 2001 г. определилась выраженная тенденция постоянного ежегодного убывания анализируемого показателя (Рыжков О. и др., 2013). К 2018 г. количество сухостоя дуба уменьшилось до 73 шт./га – это самая низкая величина за весь период наблюдений, что объясняется, с одной стороны, отсутствием в настоящее время очагов усыхания дуба, а с другой стороны, активным переходом сухостоя в категорию валежа. Ветровал (отчасти бурелом) сухостойных деревьев способствует прогрессирующему накоплению валежа, численность которого на 2018 год составила 542 шт./га, а запас – более 84 м<sup>3</sup>/га.

Таким образом, для процесса отпада стволов дуба черешчатого в лесах ЦЧЗ в последнее

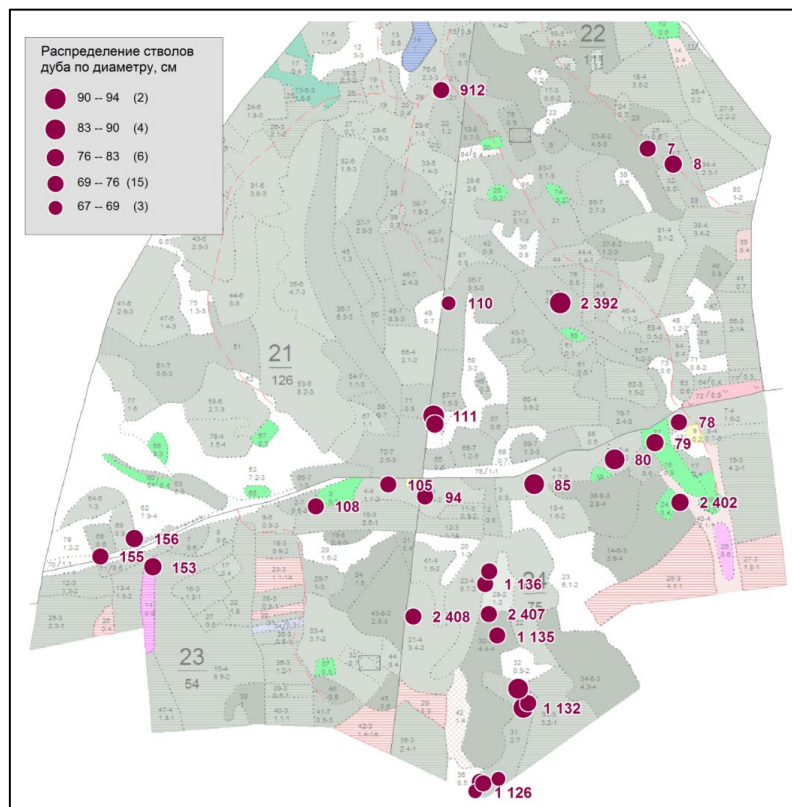


десятилетие характерны следующие особенности:

- стабильное ежегодное уменьшение численности и запаса сухостойных деревьев и такое же стабильное увеличение этих показателей у валежа;
- низкие темпы изреживания дубовых древостоев.

В ГИС на картах ППП периодически обновляется информация о деревьях дуба черешчатого, изменивших своё жизненное состояние.

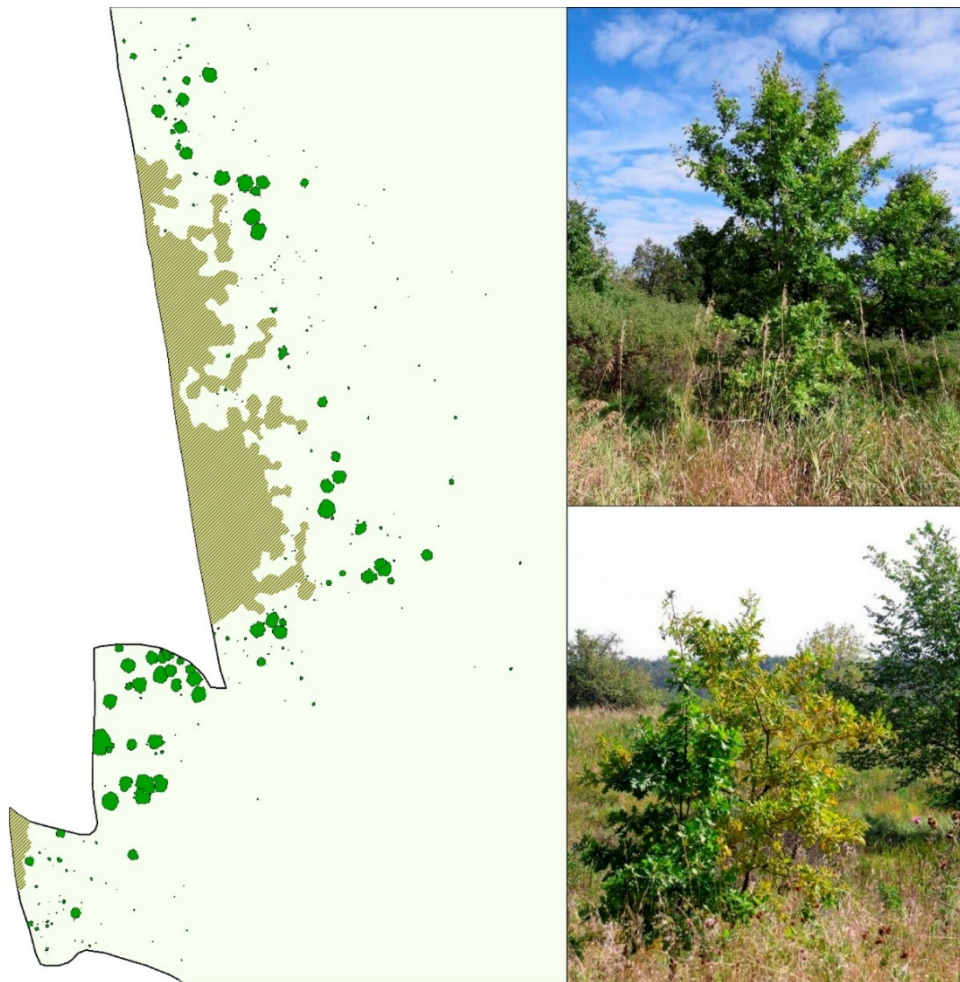
Во время Великой отечественной войны большинство дубовых древостоев заповедника было вырублено, за исключением небольшого количества так называемых «маяков», возраст которых к тому времени составлял 40-45 лет. В 2008-2010 гг. нами осуществлено ГИС-картографирование таких старовозрастных деревьев дуба, которые удалось обнаружить на Стрелецком участке (рис. 12).



**Рисунок 12.** Схема распространения старовозрастных деревьев дуба черешчатого в ур. Дуброшина и Соловьятник Стрелецкого участка ЦЧЗ (2010 г.)

6. В современных границах лесопокрытой площади ЦЧЗ начинают формироваться теневые широколиственные леса. Об этом свидетельствует динамика видового состава молодого поколения в дубравах, обследованного при повторных картографических работах на отдельных лесных ППП и представленного в основном широколиственными спутниками дуба (Рыжков, Рыжкова, 2004). Омоложение популяций лесообразующей породы наблюдается исключительно в тех местообитаниях, где освещённость не является лимитирующим фактором среды (поляны, экотоны со степью и пр.).

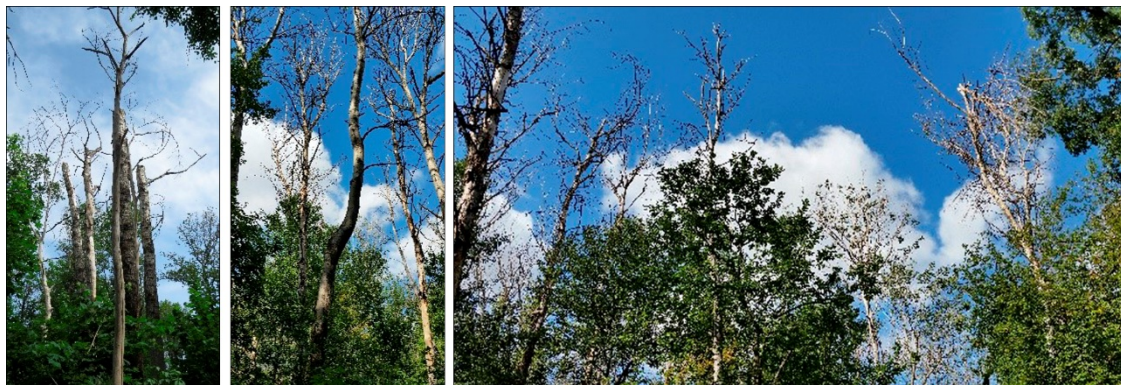
Нами выполнены картографические исследования популяций дуба черешчатого в зонах контакта дубрав с открытыми пространствами (бывшими залежами и целинными некосимыми степями). Важным результатом этой работы является оценка современного состояния и структуры популяции главной лесообразующей породы лесостепной зоны. Самый крупный и репрезентативный некосимый участок Стрелецкой степи, детально обследованный в 2016 г., оказался подходящим резерватом для самовоспроизводства в заповеднике семенных дубрав. Порослевые дубовые древостой в ЦЧЗ постепенно отмирают и не дают жизнеспособного потомства под своим пологом. Успешность возобновления дуба в экотонной зоне некосимого участка объективно подтверждена материалами картографирования. Его популяция имеет полночленную структуру с явным преобладанием молодых особей (рис. 13). В настоящее время мы являемся свидетелями начальной стадии формирования высокопродуктивных семенных дубовых древостоев, которые придут на смену порослевым (Рыжков О. и др., 2017б,в). Такой вывод правомочен только для участков со световым режимом открытых мест в естественных зонах контакта леса и степи.



**Рисунок 13.** Естественное семенное возобновление дуба черешчатого в экотонах между лесом и целинной некосимой степью (2016 г.). Примечание. На фото – виргинильные растения дуба на Втором некосимом участке Стрелецкой степи.



7. Аномальные погодные условия 2009-2012 гг., в частности жара и засуха привели к иссушению верхних горизонтов почвы в лесах, что, в свою очередь, вызвало массовое усыхание осинников, особенно на Стрелецком и Казацком участках ЦЧЗ (рис. 14). Наиболее изучена древесная растительность лесной ППП «Осиновый куст», расположенной на Стрелецком участке в ур. Петрин лес (Краснитский, 1983). Доминантом древостоя на протяжении длительного времени была осина (*Populus tremula* L.). В 1975 и 2004 гг. на этом стационаре выполнены детальные картографические исследования, которые показали значительное увеличение проективного покрытия осинового древостоя (Рыжкова, Рыжков, 2006). Однако, после указанных климатических аномалий популяция осины перешла в стадию регрессии. При этом погибали преимущественно зрелые генеративные деревья, составляющие ядро популяции данного вида (рис. 15). Информация об усыхании осиновых насаждений и его динамике опубликована (Рыжкова и др., 2012; Рыжков Д. и др., 2015; Рыжкова и др., 2018).



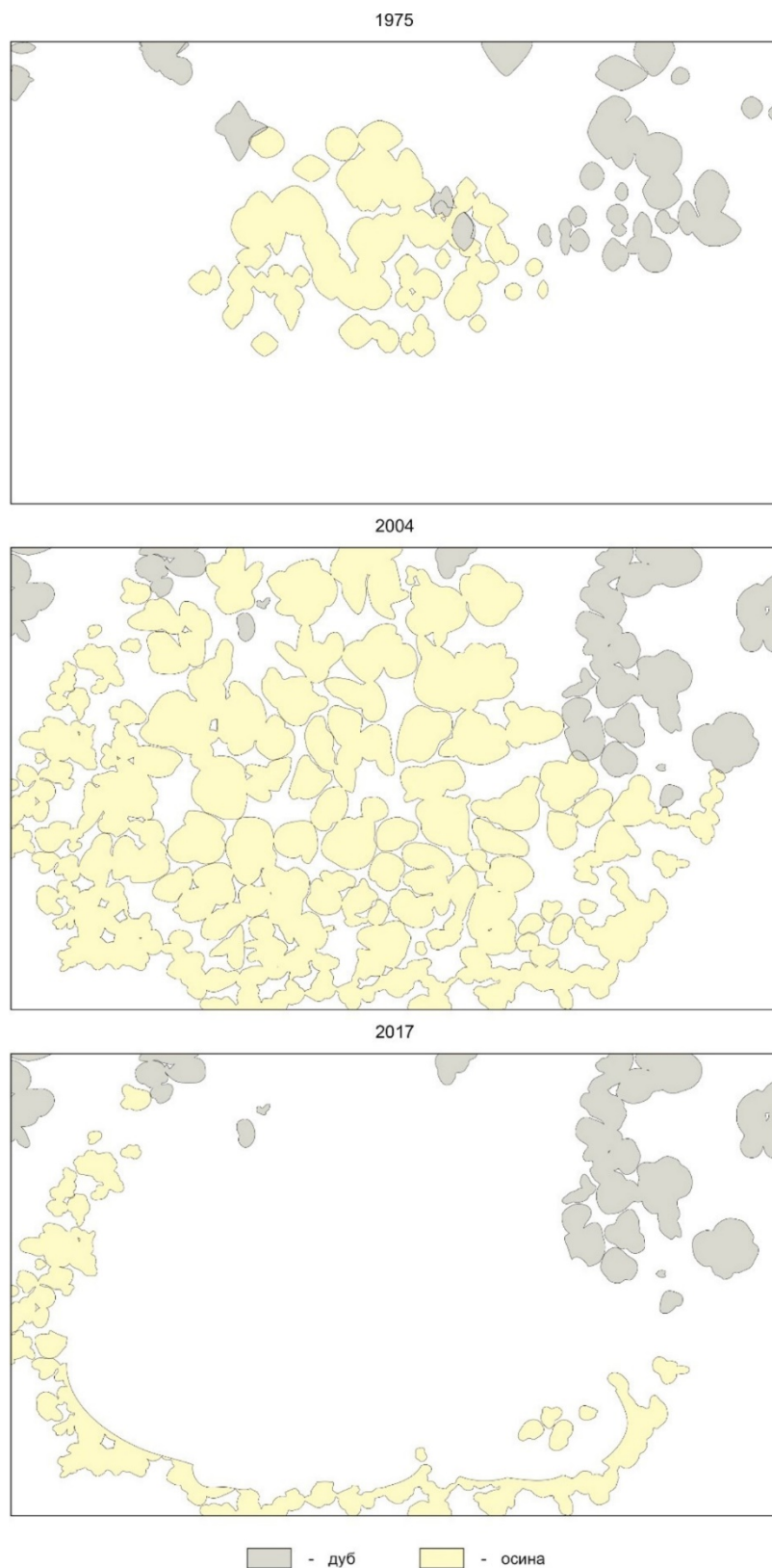
**Рисунок 14.** Распад осинового древостоя на Казацком и Стрелецком участках ЦЧЗ

Процесс разрушения осинового древостоя наглядно демонстрирует гистограмма многолетней динамики относительного участия осины в общем древесном опаде, которое сократилось с 95.1% в 1970 г. до 2.4% в 2017 г. (рис. 16).

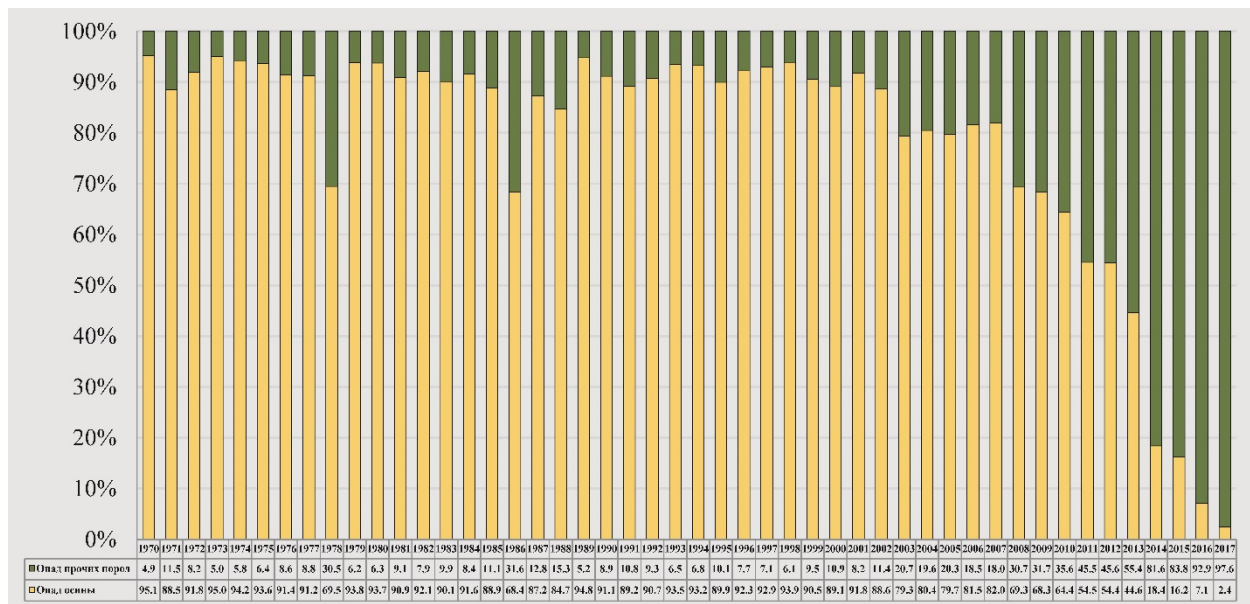
8. В отличие от осины, для берёзы повислой (*Betula pendula* Roth) характерно расширение площади произрастания, что показали результаты современных картографических исследований. Ранее данная порода была чрезвычайно редкой в ЦЧЗ. Во всех дубравах Стрелецкого участка было обнаружено лишь 10 экземпляров высотой не более 4 м: Соловьятник – 6 шт., Петрин лес – 1 шт., Дуброшина – 3 шт. (Алехин, 1940). Позже появились новые сведения о распространении берёзы: Соловьятник – 99 шт., Дуброшина – 7 шт. (Левицкий, 1957).

В 1994 г. нами был сделан сплошной перебор и глазомерное картирование размещения деревьев берёзы в ур. Дуброшина, Соловьятник и Дедов-Весёлый, по результатам которых опубликованы сведения о изменениях ареала данного вида и его встречаемости в лесах

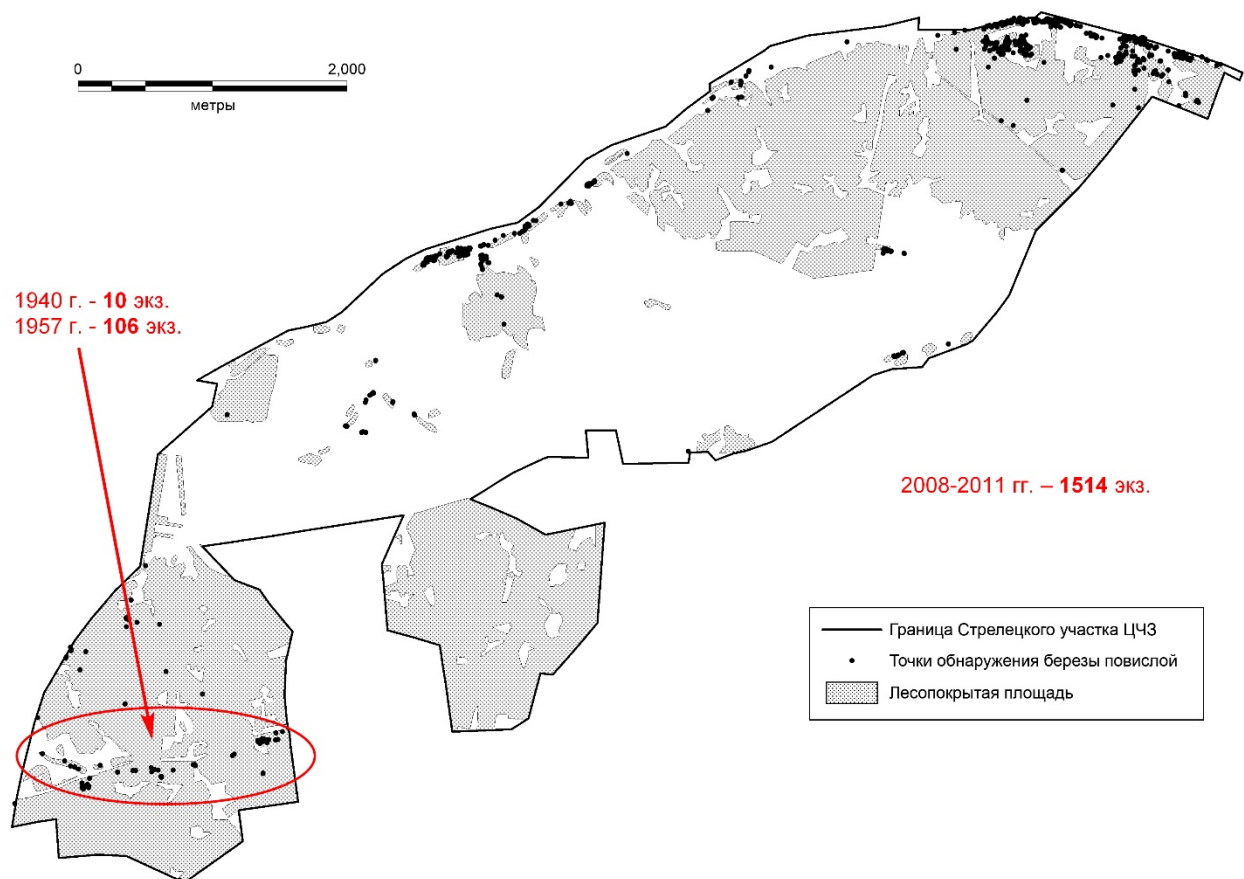
Стрелецкого участка ЦЧЗ (Рыжков, 1997). Наиболее оптимальными экотопами для расселения берёзы оказались участки северного склона Петрина лога с разреженным древесным ярусом и наличием полей (Рыжков, 2001б).



**Рисунок 15.** Динамика проективных покрытий осины по материалам картирований разных лет (Стрелецкий участок, ППП «Осиновый куст»). Примечание: в 2017 г. проекции крон осины отрисованы визуально без детального полевого картографирования.



**Рисунок 16.** Динамика относительной доли участия в древесном опаде осиновых фракций на лесной ППП «Осиновый куст»



**Рисунок 17.** Схема распространения березы повислой на Стрелецком участке Центрально-Черноземного заповедника по материалам картирования 2008-2011 гг.

В течение 2008-2011 гг. выполнено на основе GPS-съемки сплошное наземное ГИС-



картографирование популяции берёзы повислой на территории Стрелецкого участка и составлены точные карты её распространения (рис. 17). Общее количество закартированных деревьев этого вида составило 1514 экз., большинство из которых характеризовалось высокой жизнеспособностью (Рыжков, Рыжкова, 2014в).

Таким образом, несмотря на светолимитированность современных лесных сообществ заповедника, на Стрелецком участке сохраняются экотопы, пригодные для поселения и распространения берёзы повислой, что подтверждают результаты наших исследований.

Для улучшения визуализации процесса расселения берёзы использовался метод драпирования ЦМР различными растровыми изображениями (Рыжков, 2013).

В процессе полевой GPS-съёмки помимо сбора атрибутивной информации каждое дерево берёзы фотографировалось, в последующем в среде ГИС снимки привязывались к соответствующей записи в базе геоданных (рис. 18).

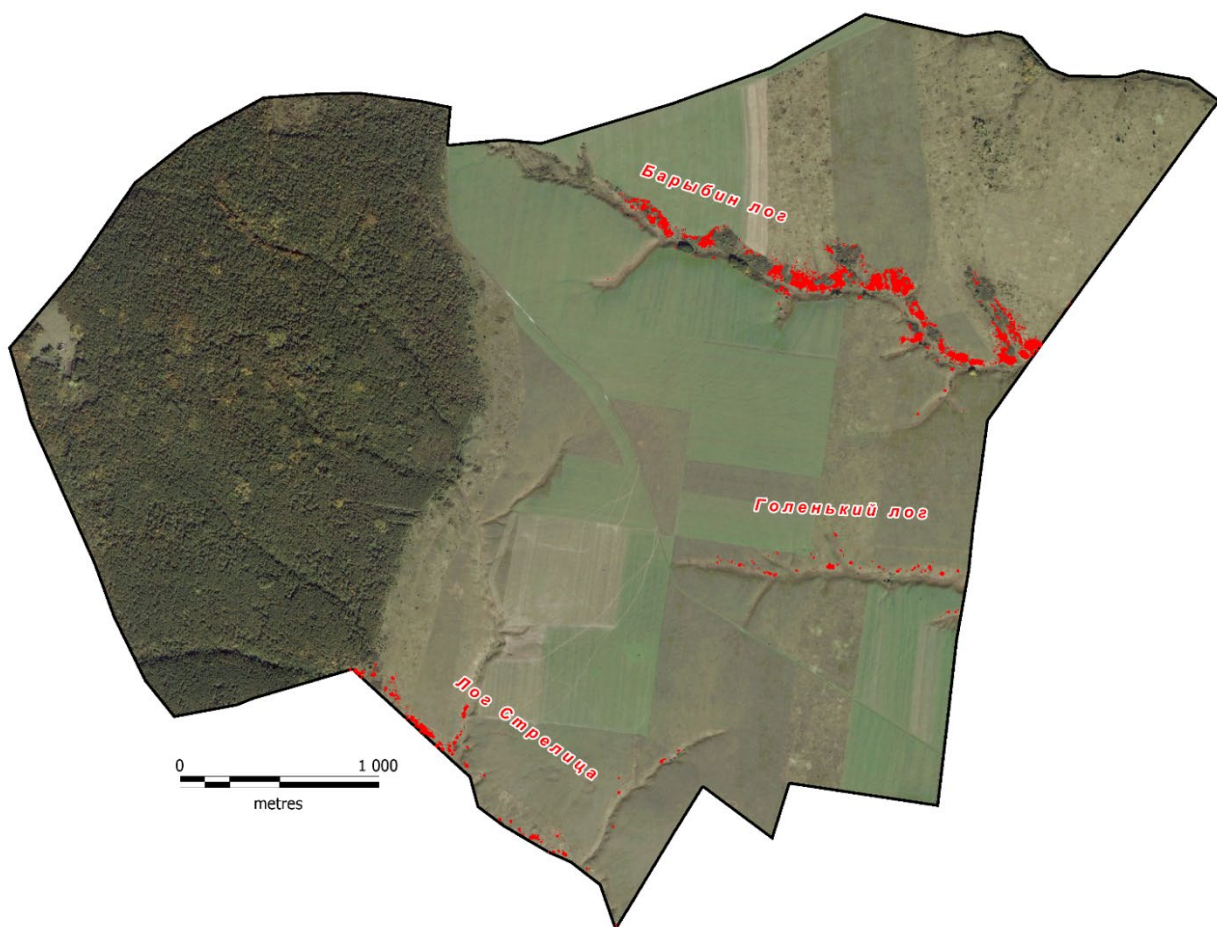


**Рисунок 18.** Визуализация фото дерева берёзы повислой из записи атрибутивной таблицы ГИС

9. Методы геоинформационного картографирования использовались также при изучении популяций редких древесных видов, произрастающих в заповеднике, в частности миндаля низкого (*Amygdalus nana* L.). По миндалю низкому собрана наиболее полная геопространственная информация как по заповеднику, так и по Курской области в целом. В 2009 г. выполнено детальное картографирование популяции этого вида в Хвощевом логу Стрелецкого участка ЦЧЗ, в 2011 г. – в урочище Городном на участке Баркаловка и в урочищах

Покоснево и Букреево участка Букреевы Бармы, в 2012-2013 гг. – на Казацком участке, где в Барыбином логу отмечено самое крупное в области местообитание вида (Рыжков, Рыжкова, 2012б). Применялся метод сплошной контурной съёмки при помощи приборов спутникового позиционирования.

Общее проективное покрытие миндаля низкого на Казацком участке ЦЧЗ по материалам картирования 2012-2013 гг. составило 12.9 га (рис. 19). Построена ЦМР территории участка, которая послужила основой для генерации полиномиальных покрытий основных морфометрических параметров рельефа и позволила проанализировать в зависимости от них пространственную структуру популяции миндаля низкого (Рыжков, Рыжкова, 2014а,б).



**Рисунок 19.** Схема проективных покрытий миндаля низкого на Казацком участке ЦЧЗ, 2013 г.

10. Как отмечалось, Центрально-Черноземный заповедник расположен в зоне контакта леса и степи, поэтому проблеме их взаимоотношения всегда уделялось первостепенное внимание. Изучение распространения древесно-кустарниковой растительности как по бывшим залежам, так и целинным степям с точки зрения ГИС имеет преимущества перед исследованием типичных лесных экосистем, так как на открытых пространствах имеется возможность использования как персональных навигаторов, так и высокоточного ГНСС-

оборудования. Наиболее значимыми картографическими работами, выполненными в ЦЧЗ по этой тематике с использованием приборов спутникового позиционирования, были следующие:

*2007 год. Картирование распространения древесной растительности на залежи участка ЦЧЗ Букреевы Бармы.*

Участок расположен в центральной части Среднерусской возвышенности, в верховьях бассейна р. Оскол. Исследования проводились на самой крупной залежи площадью 20 га. На момент картирования её возраст составлял 29 лет. Применялся метод съёмки координат оснований стволов растений персональным навигатором Garmin GPSMap 78s. В 2007 г. выявлено 38 видов деревьев и кустарников. При обработке данных использовались аналитические средства ГИС. Значительный массив GPS-точек, имеющих трёхмерные координаты и более-менее равномерно распределённых по территории залежи, позволил на их основе строить карты проективных покрытий древесно-кустарниковых видов в среде MapInfo. Для этого использовался модуль Vertical Mapper, при помощи которого на основе высот генерировались растровые сетевые файлы или GRD-файлы. Используя сеть высот особей древесных видов залежи участка ЦЧЗ Букреевы Бармы, были созданы векторные карты проективных покрытий деревьев и кустарников, имеющих определённые высоты, и рассчитаны их площади. Возможность получения векторных проективных покрытий древесно-кустарниковой растительности из GRD-файла представляется нам чрезвычайно важной. Этот способ можно рассматривать в качестве альтернативного ручному трудоёмкому вычерчиванию контуров крон на бумаге в полевых условиях (Рыжков, 2013).

*2004, 2011 годы. Картирование распространения древесно-кустарниковых видов на пастбище Стрелецкого участка ЦЧЗ.*

Составлены динамические карты по материалам GPS-съёмок в указанные годы одиночно растущих деревьев и кустарников на пробных площадях размером 15.5 (2004 г.) и 5.0 (2011 г.) га. Картирование выполнено с помощью персональных спутниковых навигаторов Garmin GPS 12CX (2004 г.) и Garmin GPSMap 78s (2011 г.). При помощи ГИС MapInfo Professional 10.5.2 rus был выполнен пространственный анализ появления и гибели на пастбище разных видов деревьев и кустарников на ПП (5 га) за период с 2004 по 2011 гг. Установлено, что темпы пополнения древесных группировок на пастбище составляют на 5 га около 18 экземпляров в год, а темпы элиминации – около 5 экземпляров в год (Рыжков, Рыжкова, 2012а).

*2016 год. Картирование распространения древесной растительности на Втором некосимом участке Стрелецкой степи.*

Для съёмки использовались спутниковый приёмник геодезического класса Trimble

GeoExplorer 6000 GeoXN CE и БПЛА – DJI Inspire-1.

На обследованной территории выявлено произрастание 56 видов древесных растений, в т.ч. деревьев – 23 вида, кустарников – 33 вида (Рыжков и др., 2017). Всего учтено 7251 отдельная особь и 1787 зарослей. Общее проективное покрытие древесно-кустарниковой растительности составило 14.3 га (или 14.1% площади Второго некосимого участка), из них одиночные растения – 3.0 га и заросли – 11.3 га (Рыжков О. и др., 2017а,б). Эта величина общего проективного покрытия является самой высокой среди всех закартированных ранее некосимых участков заповедника. Из указанного значения на долю леса приходится 1.6%, который занял 1.67 га некосимого участка за 80 лет после его организации (с 1935 по 2016 гг.) (Рыжков, Рыжкова, 2018).

Центрально-Черноземным заповедником активно развивается сотрудничество, включая международное (Рыжков, Трегубов, 2006), в плане освоения и обмена опытом работы по использованию GPS- и ГИС-технологий на ООПТ (Солнцев и др., 2006). Разработаны соответствующие методические рекомендации и курсы практических упражнений для сотрудников природных заповедников и национальных парков (Рыжков, 2007; Рыжков, 2009а).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные ГИС-технологии, особенно основанные на сборе данных при помощи высокоточных приборов спутникового позиционирования, позволяют оперативно получать достоверную информацию о природных объектах и наладить периодическое слежение за их состоянием. Наиболее ценные сведения в ходе такого мониторинга получены при сплошном картографировании древесной растительности ЦЧЗ на постоянных пробных площадях, а также при изучении популяций отдельных видов на заповедных участках. Накопленные многолетние ряды наблюдений в совокупности с картографическими материалами легли в основу краткосрочных прогнозов развития лесных экосистем ЦЧЗ (Рыжков, 2002). Основные выводы из выполненных исследований за период с 1989 по 2019 гг. сводятся к следующим:

1. Зональная лесообразующая порода – дуб черешчатый постепенно утрачивает роль древесного доминанта. Порослевые дубовые древостои 5-6-й генерации не могут сформировать жизнеспособный подрост под пологом леса и однонаправленно будут замещаться сопутствующими видами. Однако в экотонных зонах между лесом и степью, где свет не является лимитирующим фактором среды, наблюдается формирование полночленных популяций дуба черешчатого со значительным удельным весом прегенеративных растений. Таким образом, вместо порослевых материнских древостоев в отдалённой перспективе возможно формирование семенных дубрав, которые будут территориально привязаны к ныне существующей краевой части леса.

2. Осиновые насаждения ЦЧЗ оказались крайне чувствительными к климатическим аномалиям и в настоящее время находятся в стадии распада. На отдельных участках происходит омоложение популяции: после гибели генеративных деревьев появились корневые отпрыски, но насколько они долговечны покажет время. В большинстве случаев на месте бывших осинников начинают формироваться другие типы леса, где древесными эдификаторами будут виды, толерантные к низкой освещённости (вероятнее всего клён остролистный).

3. Берёзовые древостои оказались более устойчивыми к неблагоприятным факторам среды. Наблюдается активное расселение берёзы повислой на Стрелецком участке ЦЧЗ, преимущественно по склонам северной экспозиции.

4. В дубравах сформировался мощный подлесок из черёмухи и лещины, что также создаёт дополнительную затенённость под пологом леса. Данные виды практически полностью вытеснили из дубрав светолюбивые кустарники (тёрн, жёстер слабительный, шиповники и пр.). Прослеживается тенденция увеличения площади произрастания лещины с выходом её из логов на водоразделы, обнаружены новые очаги её расселения.

5. В процессе противостояния между лесом и степью в настоящее время первый является более сильным. При естественном ходе природных процессов в ЦЧЗ происходит облесение открытых пространств (восстановленных степей на бывших залежах, целинных луговых степей в некосимом режиме, пастбищ и пр.).

Не вызывает сомнения, что области применения геопространственной информации в лесоведении с каждым годом будут всё более расширяться, а современные ГИС-технологии уже стали неотъемлемым инструментом познания природы леса.

## БЛАГОДАРНОСТИ

В 2016 г. картографические исследования выполнены при финансовой поддержке Проектом ПРООН/ГЭФ/ Минприроды России № 00072294 «Совершенствование системы и механизмов управления ООПТ в степном биоме России».

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алехин В.В. Очерк растительности и ее последовательной смены на участке Стрелецкая степь под Курском // Тр. СПб. общ. естествоиспытателей, отд. ботан. 1909. Т. 40. Вып. 1. 112 с.

Зозулин Г.М., Кусмарцева Н.М. Изменение границ древесно-кустарниковой и травянистой растительности на опытных участках Центрально-Черноземного заповедника за 5 лет // Ботан. журн. 1951. Т. 36. № 3. С. 240-248.

Золотухин Н.И., Рыжков О.В., Филатова Т.Д. История организации, научные



исследования и общие сведения о Зоринском участке Центрально-Черноземного заповедника // Природные условия и биологическое разнообразие Зоринского заповедного участка в Курской области: Тр. Центр.-Черноземн. гос. заповедника. Вып. 17. Тула, 2001. С. 7-30.

Картометрические исследования на территории Центрально-Черноземного заповедника им. проф. В.В. Алехина // Отчет ИГАН СССР за 1961-1975 гг. (сост. П.К. Рубайло). Инв. № 438. 1975. 43 с.

Кашкарова В.П., Рубайло П.К., Утехин В.Д. Карта растительности дальнего некосимого участка Стрелецкой степи (отчёт на 4-х стр.) Центрально-Черноземного государственного заповедника им. проф. В.В. Алехина. Съёмка 1973 г. Инв. № 425.

Краснитский А.М. Естественное распространение деревьев и кустарников на некосимой залежи в Центрально-Черноземном заповеднике // Ботан. журн. 1973. Т. 58. № 2. С. 212-224.

Краснитский А.М. Лесообразующая роль осины в процессах распространения и возобновления дубрав на примере осинового куста в Центрально-Черноземном заповеднике // Экологоценоотические и географические особенности растительности. М., 1983. С. 107-121.

Краснитский А.М., Сошнин Г.П. Внедрение деревьев и кустарников на некосимых участках Центрально-Черноземного заповедника // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1984. Т. 89. Вып. 2. С. 88-97.

Левицкий С.С. Список сосудистых растений Центрально-Черноземного государственного заповедника // Тр. Центр.-Черноземн. гос. заповедника. 1957. Вып. 4. С. 110-173.

Летопись природы Центрально-Черноземного заповедника. Книга 2 (1941-1945 гг.). 1949. 34 с.

Летопись природы Центрально-Черноземного заповедника. Книга 4 (1949-1950 гг.). 1951. 70 с.

Непочатых Л.В., Рыжков О.В. Климат // Центрально-Черноземный государственный природный биосферный заповедник имени профессора В.В. Алехина (научно-популярное издание) / Под общ. ред. А.А. Власова, О.В. Рыжкова, Н.И. Золотухина. Курск: Мечта, 2016. С. 15-19.

Нешатаев Ю.Н. Выборочно-статистический метод в детальном картографировании дубрав // Крупномасштабное картографирование растительности. Новосибирск: Наука, 1970. С. 56-65.

Нешатаев Ю.Н. Детальное крупномасштабное геоботаническое картирование как обязательный элемент экологического мониторинга (на примере биосферного Центрально-Черноземного заповедника) // Региональный экологический мониторинг. Пущино: НЦБН

СССР, 1983. С. 58-63.

*Нешатаев Ю.Н.* Некоторые итоги изучения динамики растительности Казацкого участка Центрально-Черноземного биосферного заповедника методом выборочно-статистического картографирования // Заповедное дело: Научно-методические записки комиссии по заповедному делу. Вып. 1. М., 1996. С. 35-40.

*Нешатаев Ю.Н., Новикова Л.А., Ухачева В.Н.* Основные тенденции изменения растительности Казацкого участка Центрально-Черноземного заповедника (по итогам геоботанического картирования 1968 и 1979 гг.) // Научное наследие В.В. Алехина и развитие его идей в заповедном деле. Курск, 1982. С. 49-52.

*Петрова И.Ф.* Тенденции изменения луговостепной растительности Центральной лесостепи. М., 1990. 206 с.

*Рыжков Д.О., Рыжкова Г.А., Рыжков О.В.* Распад осиновых насаждений Центрально-Черноземного заповедника // Биологическое разнообразие как основа существования и функционирования естественных и искусственных экосистем: Матер. Всеросс. молодёж. науч. конф. 8-10 июня 2015 года. Воронеж: Изд-во «Истоки», 2015. С. 267-271.

*Рыжков О.В.* Состояние и развитие дубрав Центральной лесостепи (на примере заповедников Центрально-Черноземного и «Лес на Ворскле») // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Краснодар, 1996а. 22 с.

*Рыжков О.В.* Стационарные исследования древесной растительности в заповедниках // Почвенный и биотический мониторинг заповедных экосистем: Методическое пособие. М.: KMK Scientific Press Ltd., 1996б. С. 51-60.

*Рыжков О.В.* Динамика состава лесов Центрально-Черноземного заповедника / Многолетняя динамика природных процессов и биологическое разнообразие заповедных экосистем Центрального Черноземья и Алтая / Труды Центрально-Черноземного государственного заповедника, вып. 15. М: KMK Scientific Press Ltd., 1997. С. 73-86.

*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.

*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, 2001а. С. 82-93.

*Рыжков О.В.* Состояние и развитие дубрав Центральной лесостепи (на примере заповедников Центрально-Черноземного и «Лес на Ворскле»). Тула. 2001б. 182 с.

*Рыжков О.В.* Лесные экосистемы Центрально-Черноземного заповедника: прошлое,

настоящее, будущее // Изучение и охрана природы лесостепи: Материалы научн.-практ. конф., посвящ. 120-летию со дня рождения В.В. Алехина (пос. Заповедный, Курская обл., 17 января 2002 г.). Тула, 2002. С. 11-14.

*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 биосферного заповедника). Под редакцией: В.Н. Солнцева, О.В. Трегубова, О.В. Рыжкова, Б.А. Алексеева, С. Кола, П. Уорда. Тула, 2006а. С. 14-115.

*Рыжков О.В.* Обзор стационарных картографических исследований растительности Центрально-Чернозёмного заповедника // Картографические исследования в Центрально-Черноземном заповеднике: Тр. Центр.-Черноземн. гос. заповедника. Вып. 19. Курск. 2006б. С. 35-39.

*Рыжков О.В.* Ручной и электронный методы определения площадей проективных покрытий древостоев (обзор, преимущества и недостатки, сравнение) // Картографические исследования в Центрально-Черноземном заповеднике: Тр. Центр.-Черноземн. гос. заповедника. Вып. 19. Курск, 2006в. С. 138-140.

*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.

*Рыжков О.В.* Применение методов наземного спутникового позиционирования и ГИС для изучения редких видов биоты на особо охраняемых природных территориях Курской области // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: матер. III Всерос. науч. конф. (27 января – 1 февраля 2008 г.). Йошкар-Ола; Пущино, 2008. С. 581-583.

*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) / Калининградский региональный фонд сохранения и развития национального парка «Куршская коса», Проект «Школа содружества». Рыбачий, 2009а. 195 с.

*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», 2009б. С. 184-187.

*Рыжков О.В.* Использование новых средств интеграции GPS и ГИС в среде Mapinfo professional 10.5 (модуль Geographic tracker 4.0) при проведении географических исследований // Геоинформационное картографирование в регионах России: матер. II (заочной) Всерос. науч.-практ. конф. (Воронеж, 15 ноября 2010 г.) / Воронежский государственный университет.

Воронеж: Изд-во «Научная книга», 2010. С. 63-68.

*Рыжков О.В.* Совместное использование GPS (GLONASS)-приборов и ГИС при картографировании природных объектов в реальном времени // Геоинформационное картографирование в регионах России: матер. III Всеросс. науч.-практ. конф. (Воронеж, 15-18 сентября 2011 г.) / Воронежский государственный университет. Воронеж: Изд-во «Научная книга», 2011. С. 111-116.

*Рыжков О.В.* Развитие геоинформационной системы Центрально-Черноземного заповедника // ИнтерКарто/ИнтерГИС-19: Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт. Матер. Междунар. конф., Курск, Богота (Колумбия), 2-7 февраля 2013 г. Курск, 2013. С. 220-239.

*Рыжков О.В.* Методика создания сглаженных полигонов в среде MAPINFO PROFESSIONAL v.12.0 по данным приборов спутникового позиционирования // Современные технологии в деятельности ООПТ (ГИС-Нарочь, 12-16 мая 2014). Матер. междунар. науч.-практ. конф. (избранное). Курортный поселок Нарочь, Беларусь, 2014а. С. 94-107.

*Рыжков О.В.* Приемы повышения точности определения координат и записи треков персональными GPS-навигаторами GARMIN при съемке природных объектов // Современные технологии в деятельности ООПТ (ГИС-Нарочь, 12-16 мая 2014). Матер. междунар. науч.-практ. конф. (избранное). Курортный поселок Нарочь, Беларусь, 2014б. С. 86-93.

*Рыжков О.В.* Формирование сглаженных полигонов в среде Mapinfo Proffessional v.12.0 по данным приборов спутникового позиционирования // Современные технологии в деятельности ООПТ: Матер. междунар. науч.-практ. конф. (курортный поселок Нарочь, Беларусь, 12-16 мая 2014 г.). Нарочь: ООО «Аль Пак», 2014в. С. 133-134.

*Рыжков О.В., Власов А.А.* Метод создания векторных карт лесных фитоценозов для использования в системах ГИС // ГИС в научных исследованиях заповедников Сибири: Тез. докл. конф., посвящ. 75-летию гос. природн. заповедника «Столбы». Красноярск, 2000. С. 14-15.

*Рыжков О.В., Власов А.А., Рыжкова Г.А., Филатова Т.Д., Золотухин Н.И., Золотухина И.Б., Непочатых Л.В., Власова О.П., Власов Е.А.* Многолетняя динамика климата и биоты Стрелецкого участка Центрально-Чернозёмного заповедника // Вопросы географии. Сб. 143. Географические основы заповедного дела (к 100-летию заповедной системы России) / Редкол.: В.М. Котляков, А.А. Чибилёв, А.А. Тишков. М.: Изд. дом «Кодекс», 2017а. С. 267-285.

*Рыжков О.В., Власов А.А., Рыжкова Г.А., Филатова Т.Д., Золотухин Н.И., Золотухина И.Б., Непочатых Л.В., Власова О.П., Власов Е.А.* Мониторинг климата и биоты Стрелецкого участка Центрально-Черноземного заповедника // Тр. Мордовского гос. природ. заповедника им. П.Г. Смидовича / Редкол.: Е.В. Варгот (отв. ред.), А.Б. Ручин, А.А. Хапугин. Саранск –

Пушта, 2017б. Вып. 18. С. 17-32.

*Рыжков О.В., Золотухин Н.И., Рыжкова Г.А.* Видовой состав дендрофлоры Второго некосимого участка Стрелецкой степи Центрально-Черноземного заповедника (по материалам картирования 2016 года) // Тез. докл. Всеросс. науч. конф. «Научные исследования на заповедных территориях», посвящ. 160-летию со дня рождения основателя Карадагской научной станции, доктора медицины, приват-доцента Московского университета Терентия Ивановича Вяземского, а также Году особо охраняемых природных территорий и Году экологии в России / под общ. ред. к.г.н. Горбунова Р.В. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2017. С. 43.

*Рыжков О.В., Пузаченко А.Ю., Власов А.А., Золотухин Н.И., Корольков А.К., Филатова Т.Д.* Столетняя динамика климата и биоты Центральной лесостепи (на примере Центрально-Черноземного заповедника и прилегающих территорий // Влияние изменения климата на экосистемы: Серия публикаций Департамента природоохранной политики и экспертизы Всемирного фонда дикой природы. Вып. 4. Охраняемые природные территории России. Анализ многолетних наблюдений. М.: Русский университет, 2001. С. 69-81.

*Рыжков О.В., Рыжкова Г.А.* Изучение горизонтальной структуры лесных сообществ на основе векторных (цифровых) карт // Роль заповедников Кавказа в сохранении биоразнообразия природных экосистем. Юбил. конф., посвящ. 75-летию Кавказского гос. природн. биосферн. заповедника: Авторефераты докладов. Сочи, 1999. С. 60-63.

*Рыжков О.В., Рыжкова Г.А.* Анализ динамики распространения деревьев и кустарников на залежи Казацкого участка Центрально-Черноземного заповедника по материалам картирования 1970, 1980 и 1999 годов // Ботанические, почвенные и ландшафтные исследования в заповедниках Центрального Черноземья: Тр. Ассоциации ООПТ Центрального Черноземья России. Вып. 1. Тула, 2000а. с. 136-146.

*Рыжков О.В., Рыжкова Г.А.* Динамика внедрения древесно-кустарниковых видов растений на некосимой залежи Казацкого участка Центрально-Черноземного заповедника за 58 лет // Чтения памяти проф. В.В. Станчинского. Вып. 3. Смоленск: Изд-во Смоленского госпедуниверситета, 2000б. С. 364-368.

*Рыжков О.В., Рыжкова Г.А.* Изменение численности и проективного покрытия древесно-кустарниковых видов на некосимой залежи Казацкого участка Центрально-Черноземного заповедника по материалам картирования 1970, 1980 и 1999 годов // Степи северной Евразии: стратегия сохранения природного разнообразия и степного природопользования в XXI веке: Матер. междунар. симпозиума. Оренбург, 2000в. С. 339-341.

*Рыжков О.В., Рыжкова Г.А.* Леса Зоринского участка Центрально-Черноземного заповедника // Природные условия и биологическое разнообразие Зоринского заповедного

участка в Курской области: Тр. Центр.-Черноземн. гос. заповедника. Вып. 17. Тула, 2001. С. 140-186.

Рыжков О.В., Рыжкова Г.А. Возрастная структура и жизненное состояние пополнения древостоев в дубравах Центрально-Черноземного заповедника (участки Баркаловка и Букреевы Бармы) за период 1991-2003 гг. // Актуальные проблемы управления заповедниками в Европейской части России: Материалы юбилейной научн.-практ. конф., посвящ. 10-летию юбилею гос. природн. заповедника «Воронинский» (пос. Инжавино, Тамбовская обл., 21-24 сентября 2004 г.). Воронеж: Воронежский государственный университет, 2004. С. 138-141.

Рыжков О.В., Рыжкова Г.А. Анализ многолетней динамики горизонтальной структуры дубрав Центрально-Черноземного заповедника на основе стационарных исследований // Картографические исследования в Центрально-Черноземном заповеднике: Тр. Центр.-Черноземн. гос. заповедника. Вып. 19. Курск. 2006а. С. 52-64.

Рыжков О.В., Рыжкова Г.А. Использование навигационных приборов для фиксации местонахождений и представления карт ареалов видов из Красной книги Курской области // Исследования по Красной книге Курской области: Мат-лы науч.-практ. конф. (Курская обл., Курский р-н, пос. Заповедный, март 2006 г.). Курск, 2006б. С. 9-12.

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», 2010а. С. 67-86.

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, 2010б. С. 377-379.

Рыжков О.В., Рыжкова Г.А. Использование ГИС-картографирования для изучения динамики растительного покрова пастбища Центрально-Черноземного заповедника и проектирования заповедно-режимных мероприятий // 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. 168-187.

Рыжков О.В., Рыжкова Г.А. GPS-картографирование популяций миндаля низкого на участках Центрально-Черноземного заповедника Баркаловка и Букреевы Бармы в 2011 году // Геоинформационное картографирование в регионах России: матер. IV (заочной) Всерос.

науч.-практ. конф. (Воронеж, 15 ноября 2012 г.). Воронеж: Изд-во «Научная книга», 2012б. С. 105-110.

*Рыжков О.В., Рыжкова Г.А.* Использование цифровой модели рельефа для изучения пространственной структуры популяции миндаля низкого в Центрально-Черноземном заповеднике // Актуальные проблемы экологии России и стран ближнего зарубежья: матер. все-росс. науч. конф. с междунар. участием (г. Курск, 12 ноября 2013 г.). Курск, 2014а. С. 80-83.

*Рыжков О.В., Рыжкова Г.А.* Использование цифровых моделей рельефа для анализа геопространственных данных Центрально-Черноземного заповедника // Современные технологии в деятельности ООПТ (ГИС-Нарочь, 12-16 мая 2014). Матер. междунар. науч.-практ. конф. (избранное). Курортный поселок Нарочь, Беларусь, 2014б. С. 108-144.

*Рыжков О.В., Рыжкова Г.А.* Применение методов ГИС-картографирования для изучения динамики распространения березы повислой (*Betula pendula* Roth) на Стрелецком участке Центрально-Черноземного заповедника в 2008-2011 годах // Флора и растительность Центрального Черноземья – 2014: Матер. межрегион. науч. конф. (г. Курск, 5 апреля 2014 г.). Курск, 2014в. С. 148-153.

*Рыжков О.В., Рыжкова Г.А.* Лес и степь в Центрально-Черноземном заповеднике: методы и результаты картографирования растительности (1999–2016 гг.) // Сборник тезисов Всероссийской научной конференции «Национальная картографическая конференция – 2018», Москва, Российская государственная библиотека, 16–19 октября 2018 г. М.: Географический факультет МГУ, 2018. DOI: 10.15356/ncc2018; <http://nccconf.ru/>. С. 237-238.

*Рыжков О.В., Рыжкова Г.А.* Динамика состояния древостоев пойменных дубрав участка Пойма Псла Центрально-Черноземного заповедника // Флора и растительность центрального Черноземья – 2019: Матер. межрегион. науч. конф., посвящ. 50-летию организации участков Центрально-Черноземного заповедника Баркаловка и Букреевы Бармы (п. Заповедный, 13 апреля 2019 г.). Курск: Мечта, 2019а. С. 140-146.

*Рыжков О.В., Рыжкова Г.А.* Результаты изучения лесных экосистем Центрально-Черноземного заповедника на основе ГИС-технологий // Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении, лесном хозяйстве и экологии: Доклады VII Всероссийской конференции (Москва, 22-24 апреля 2019 г.). М.: ЦЭПЛ РАН, 2019б. С. 157-159.

*Рыжков О.В., Рыжкова Г.А., Золотухин Н.И., Золотухина И.Б., Филатова Т.Д.* Многолетние ряды данных Центрально-Черноземного заповедника и возможности их миграции в ГИС // Современные технологии в деятельности особо охраняемых природных территорий: геоинформационные системы, дистанционное зондирование Земли: сборник научных статей. Минск, 2018. С. 64-69.

*Рыжков О.В., Рыжкова Г.А., Непочатых Л.В.* Многолетняя динамика отпада стволов дуба черешчатого в лесах Центрально-Черноземного заповедника // Флора и растительность Центрального Черноземья – 2013: Матер. межрегион. науч. конф. (г. Курск, 6 апреля 2013 г.). Курск, 2013. С. 132-138.

*Рыжков О.В., Рыжкова Г.А., Рыжков Д.О.* Обзор новых возможностей версии 11.5 ГИС MapInfo Professional для создания карт проективных покрытий растительности на основе сплайнов // Флора и растительность Центрального Черноземья – 2013: Матер. межрегион. науч. конф. (г. Курск, 6 апреля 2013 г.). Курск, 2013. С. 138-140.

*Рыжков О.В., Рыжкова Г.А., Рыжков Д.О.* Методика ГИС-картографирования древесной растительности с использованием современных аппаратных и программных средств // Современные технологии в деятельности особо охраняемых природных территорий: геоинформационные системы, дистанционное зондирование земли: сборник научных статей – Минск. 2017а. С. 63-72.

*Рыжков О.В., Рыжкова Г.А., Рыжков Д.О.* Проективные покрытия древесно-кустарниковой растительности Второго некосимого участка Стрелецкой степи Центрально-Черноземного заповедника по материалам картографирования 2016 года // Вестник ТвГУ. Серия «Биология и экология». 2017б. № 3. С. 91-99.

*Рыжков О.В., Рыжкова Г.А., Рыжков Д.О.* Результаты картирования популяции дуба черешчатого на Втором некосимом участке Стрелецкой степи Центрально-Черноземного заповедника в 2016 году // Флора и растительность Центрального Черноземья – 2017: матер. межрегион. науч. конф., посвящ. Году особо охраняемых природных территорий и экологии (8 апреля 2017 г., г. Курск). Курск: Мечта, 2017в. С. 126-131.

*Рыжков О.В., Собакинских В.Д.* Обзор геоботанического и лесного картографирования участков и урочищ Центрально-Чернозёмного заповедника // Картографические исследования в Центрально-Черноземном заповеднике: Тр. Центр.-Черноземн. гос. заповедника. Вып. 19. Курск. 2006. С. 6-34.

*Рыжков О.В., Трегубов О.В.* Развитие российско-американского сотрудничества по использованию GPS- и ГИС- технологий на особо охраняемых природных территориях // Использование GPS - и ГИС-технологий для изучения особо охраняемых природных территорий (на примере ландшафтной структуры Воронежского государственного биосферного заповедника). Под редакцией: В.Н. Солнцева, О.В. Трегубова, О.В. Рыжкова, Б.А. Алексеева, С. Кола, П. Уорда. Тула, 2006. С. 197-208.

*Рыжкова Г.А., Рыжков О.В.* Некоторые результаты исследования горизонтальной структуры заповедных дубрав // Материалы Российско-Украинской научной конференции, посвящённой 60-летию Центрально-Черноземного заповедника. М.: KMK Scientific Press Ltd.,



1995. С. 125-127.

*Рыжкова Г.А., Рыжков О.В.* Распространение древесно-кустарниковых видов на некосимых залежах Казацкого участка Центрально-Черноземного заповедника // Растительный покров Центрально-Черноземного заповедника: Тр. Центр.-Черноземн. гос. заповедника. Тула: Гриф и К°, 2001 (на обложке 2002). Вып. 18. С. 94-224.

*Рыжкова Г.А., Рыжков О.В.* Распространение черемухи обыкновенной в лесных экосистемах Центрально-Черноземного заповедника на основе анализа многолетних наблюдений за опадом // Флора и растительность Центрального Черноземья-2003 (материалы научн. конф.). Курск, 2003. С. 28-31.

*Рыжкова Г.А., Рыжков О.В.* Динамика листового опада в дубравах Центрально-Черноземного заповедника // Лесоведение. 2004. № 5. С. 20-27.

*Рыжкова Г.А., Рыжков О.В.* Динамика растительности лесной постоянной пробной площади «Осиновый куст» по материалам картирований разных лет // Картографические исследования в Центрально-Черноземном заповеднике: Тр. Центр.-Черноземн. гос. заповедника. Вып. 19. Курск. 2006. С. 103-110.

*Рыжкова Г.А., Рыжков О.В.* Изучение динамики распространения лещины обыкновенной на Стрелецком участке Центрально-Черноземного заповедника с использованием методов GPS и ГИС (дополнение) // Геоинформационное картографирование в регионах России: матер. III Всеросс. науч.-практ. конф. (Воронеж, 15-18 сентября 2011 г.) / Воронежский государственный университет. Воронеж: Изд-во «Научная книга», 2011. С. 117-120.

*Рыжкова Г.А., Рыжков О.В., Непочатых Л.В.* Усыхание осиновых насаждений Центрально-Черноземного заповедника // Флора и растительность Центрального Черноземья – 2012: Матер. науч. конф. (г. Курск, 6 апреля 2012 г.). Курск: Курский гос. ун-т, 2012. С. 138-142.

*Рыжкова Г.А., Рыжков О.В., Рыжков Д.О.* Распад осиновых насаждений Центрально-Черноземного заповедника (2008-2017 годы) // Флора и растительность Центрального Черноземья – 2018: Матер. межрегион. науч. конф. (г. Курск, 21 апреля 2018 г.). Курск: Мечта, 2018. С. 105-111.

*Солнцев В.Н., Рыжков О.В., Трегубов О.В., Алексеев Б.А., Калуцкова Н.Н., Анциферова А.А.* Использование GPS- и ГИС-технологий для изучения особо охраняемых природных территорий (на примере ландшафтной структуры Воронежского государственного природного биосферного заповедника). Тула: Гриф и К, 2006. 216 с.

*Утехин В.Д.* Растительность Центрально-Черноземного заповедника и ее продуктивность // Биогеография, фенология. М., 1967. Вып. 1. С. 18-21.

## REFERENCES

Alehin V.V., Ocherk rastitel'nosti i ee posledovatel'noj smeny na uchastke Streleckaja step' pod Kurskom (Essay of vegetation and its successive change in the area of the Streletskaia steppe near Kursk), *Tr. SPb. obshh. estestvoispytatelej, otd. botan.*, 1909, Vol. 40, Issue 1, 112 p.

Kartometricheskie issledovaniya na territorii Central'no-Chernozemnogo zapovednika im. prof. V.V. Alehina (Cartometric studies on the territory of the Central Chernozem reserve), *Otchet IGAN SSSR za 1961-1975 gg.* (sost. P.K. Rubajlo), Inv. No 438, 1975, 43 p.

Kashkarova V.P., Rubajlo P.K., Utehin V.D., Karta rastitel'nosti dal'nego nekosimogo uchastka Strelekoj stepi (Vegetation Map of the distant non-irrigated area of the Sagittarius steppe) *Otchjot Central'no-Chernozemnogo gosudarstvennogo zapovednika im. prof. V.V. Alehina*, 1973, Inv. No 425.

Krasnitskij A.M., Estestvennoe rasprostranenie derev'ev i kustarnikov na nekosimoy zalezhi v Central'no-Chernozemnom zapovednike (Natural distribution of trees and shrubs on an unattainable Deposit in the Central black earth reserve), *Botan. zhurn.*, 1973, Vol. 58, No 2, pp. 212-224.

Krasnitskij A.M., Lesoobrazujushhaja rol' osiny v processah rasprostraneniya i vozobnovleniya dubrav na primere osinovogo kusta v Central'no-Chernozemnom zapovednike (Forest-Forming role of aspen in the processes of distribution and renewal of oak forests on the example of aspen Bush in the Central black earth reserve), *Jekologocenoticheskie i geograficheskie osobennosti rastitel'nosti*, Moscow, 1983, pp. 107-121.

Krasnitskij A.M., Soshnin G.P., Vnedrenie derev'ev i kustarnikov na nekosimyh uchastkah Central'no-Chernozemnogo zapovednika (The Introduction of trees and shrubs on nekomimi areas of the Central Chernozem reserve), *Bjul. MOIP Otd. biol.*, 1984, Vol. 89, Issue 2, pp. 88-97.

*Letopis' prirody Central'no-Chernozemnogo zapovednika* (Chronicle of the nature of the Central black earth reserve), Book 2 (1941-1945), 1949, 34 p.

*Letopis' prirody Central'no-Chernozemnogo zapovednika* (Chronicle of the nature of the Central black earth reserve), Book 4 (1949-1950), 1951, 70 p.

Levickij S.S. Spisok sosudistyh rastenij Central'no-Chernozemnogo gosudarstvennogo zapovednika (List of vascular plants of the Central Chernozem state reserve), In: *Tr. Centr.-Chernozemn. gos. zapovednika* (Tr. Center.-Chernozemn. state reserve), Kursk, 1957, Issue 4, pp. 110-173.

Nepochatyh L.V., Ryzhkov O.V., Klimat (Climate), In: *Central'no-Chernozemnyj gosudarstvennyj prirodnyj biosfernyj zapovednik imeni professora V.V. Alehina* (nauchno-populjarnoe izdanie), Pod obshh. red. A.A. Vlasova, O.V. Ryzhkova, N.I. Zolotuhina, Kursk: Mechta, 2016, pp. 15-19.

Neshataev Ju.N., Vyborochno-statisticheskij metod v detal'nom kartografirovanii dubrav (Sampling-statistical method in detailed mapping of oak forests), *Krupnomasshtabnoe kartografirovanie rastitel'nosti*, Novosibirsk: Nauka, 1970, pp. 56-65.

Neshataev Ju.N., Detal'noe krupnomasshtabnoe geobotanicheskoe kartirovanie kak objazatel'nyj jelement jekologicheskogo monitoringa (na primere biosfernogo Central'no-Chernozemnogo zapovednika) (Detailed large-scale geobotanical mapping as a mandatory element of environmental monitoring (on the example of the Central black earth biosphere reserve)), *Regional'nyj jekologicheskij monitoring*, Pushhino: NCBN SSSR, 1983, pp. 58-63.

Neshataev Ju.N., Nekotorye itogi izuchenija dinamiki rastitel'nosti Kazackogo uchastka Central'no-Chernozemnogo biosfernogo zapovednika metodom vyborochno-statisticheskogo kartografirovaniya (Some results of studying vegetation dynamics of the Cossack site of the Central Chernozem biosphere reserve method of selectively and statistical mapping), In: *Zapovednoe delo: Nauchno-metodicheskie zapiski komissii po zapovednomu delu*, Issue 1. Moscow, 1996, pp. 35-40.

Neshataev Ju.N., Novikova L.A., Uhacheva V.N., Osnovnye tendencii izmenenija rastitel'nosti Kazackogo uchastka Central'no-Chernozemnogo zapovednika (po itogam geobotanicheskogo kartirovaniya 1968 i 1979 gg.) (The main trends in the vegetation of the Cossack section of the Central black earth reserve (according to the results of geobotanical mapping in 1968 and 1979)), *Nauchnoe nasledie V.V. Alehina i razvitie ego idej v zapovednom dele*, Kursk, 1982, pp. 49-52.

Petrova I.F., *Tendencii izmenenija lugovostepnoj rastitel'nosti Central'noj lesostepi* (Tendencies of change of meadow-steppe vegetation of the Central forest-steppe), Moscow, 1990, 206 p.

Ryzhkov D.O., Ryzhkova G.A., Ryzhkov O.V., Raspad osinovyh nasazhdenij Central'no-Chernozemnogo zapovednika (The Decay of aspen plantations of the Central black earth reserve), In: *Biologicheskoe raznoobrazie kak osnova sushhestvovaniya i funkcionirovaniya estestvennyh i iskusstvennyh jekosistem: Mater. Vserosp. molodjzh. nauch. konf.* (All-Russian. youth. scientific conf.) 8-10 June 2015, Voronezh: Istoki, 2015, pp. 267-271.

Ryzhkov O.V., Sostojanie i razvitie dubrav Central'noj lesostepi (na primere zapovednikov Central'no-Chernozemnogo i "Les na Vorskle") (Condition and development of oak forests of the Central forest-steppe (on the example of reserves of the Central Chernozem and "Forest on Vorskla")), *Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata biologicheskikh nauk*, Krasnodar, 1996a, 22 p.

Ryzhkov O.V., Stacionarnye issledovaniya drevesnoj rastitel'nosti v zapovednikah (Stationary studies of woody vegetation in nature reserves), In: *Pochvennyj i bioticheskij monitoring zapovednyh*

*jekosistem: Metodicheskoe posobie (Pochvennyj i bioticheskij monitoring zapovednyh jekosistem: Metodicheskoe posobie)*, Moscow: KMK Scientific Press Ltd., 1996b, pp. 51-60.

Ryzhkov O.V., Dinamika sostava lesov Central'no-Chernozemnogo zapovednika (Forest composition Dynamics of the Central Chernozem reserve), In: *Mnogoletnjaja dinamika prirodnih processov i biologicheskoe raznoobrazie zapovednyh jekosistem Central'nogo Chernozem'ja i Altaja, Trudy Central'no-Chernozemnogo gosudarstvennogo zapovednika*, Issue 15, M: KMK Scientific Press Ltd., 1997, pp. 73-86.

Ryzhkov O.V., Metodologija ispol'zovanija vektornyh kart rastitel'nosti v lesovedenii i vizualizacii graficheskoi informacii (Methodology of use of vector maps of vegetation in forest science and visualization of graphic information), In: *Botanicheskie, pochvennye i landshaftnye issledovaniya v zapovednikah Central'nogo Chernozem'ja: Tr. Associacii OOPT Central'nogo Chernozem'ja Rossii*, Issue 1. Tula, 2000, p. 120-130.

Ryzhkov O.V., Ispol'zovanie Autocad 2000 dlja sozdanija vektornyh kart lesnyh fitocenozov (Using Autocad 2000 to create vector maps of forest phytocenoses), In: *Rastitel'nyj pokrov Central'no-Chernozemnogo zapovednika: Tr. Centr.-Chernozemn. gop. zapovednika*, Issue 18, Tula, 2001a, pp. 82-93.

Ryzhkov O.V., *Sostojanie i razvitie dubrav Central'noj lesostepi (na primere zapovednikov Central'no-Chernozemnogo i "Les na Vorskle")* (Condition and development of oak forests in the Central forest-steppe zone (by the example of nature reserves in the Central Chernozem and "Forest on the Vorskla")), Tula, 2001b, 182 p.

Ryzhkov O.V., Lesnye jekosistemy Central'no-Chernozemnogo zapovednika: proshloe, nastojashhee, budushhee (Forest ecosystems of the Central Chernozem reserve: past, present, future), In: *Izuchenie i ohrana prirody lesostepi (Study and conservation of forest-steppe): Scientific-Practical Conf., Dedicated. 120th Anniversary of the Birth of V.V. Alekhina*, Tula, 17 January 2002, Tula, 2002, pp. 11-14.

Ryzhkov O.V., Metodicheskie aspekty primeneniya GPS i GIS dlja izuchenija osobo ohranjaemyh prirodnih territorij (Methodological aspects of the use of GPS and GIS for the study of specially protected natural areas), In: *Ispol'zovanie GPS- i GIS-tehnologij dlja izuchenija osobo ohranjaemyh prirodnih territorij (na primere landshaftnoj struktury Voronezhskogo gosudarstvennogo biosfernogo zapovednika)* (The use of GPS - and GIS technologies for the study of specially protected natural areas (for example, the landscape structure of the Voronezh State Biosphere Reserve), Pod redakciej: V.N. Solnceva, O.V. Tregubova, O.V. Ryzhkova, B.A. Alekseeva, S. Kola, P. Uorda, Tula, 2006a, pp. 14-115.

Ryzhkov O.V., Obzor stacionarnyh kartograficheskikh issledovanij rastitel'nosti Central'no-Chernozemnogo zapovednika (Overview of the stationary mapping studies of the vegetation of the

Central black earth reserve), In: Kartograficheskie issledovanija v Central'no-Chernozemnom zapovednike: *Tr. Centr.-Chernozemn. gos. zapovednika*, Issue 19, Kursk, 2006b, pp. 35-39.

Ryzhkov O.V., Ruchnoj i jelektronnyj metody opredelenija ploshhadej proektivnyh pokrytij drevostoev (obzor, preimushhestva i nedostatki, sravnenie) (Manual and electronic methods of determining the areas of projective cover of stands (review, advantages and disadvantages, comparison)), In: Kartograficheskie issledovanija v Central'no-Chernozemnom zapovednike: *Tr. Centr.-Chernozemn. gos. zapovednika*, Issue 19, Kursk, 2006c, pp. 138-140.

Ryzhkov O.V., *Metodicheskoe posobie k seminaru "Geoinformacionnye sistemy i osobo ohranjaemye prirodnye territorii" (16-21 aprelja 2007, Elizovo)* (Handbook for the seminar "Geoinformation systems and specially protected natural areas" (April 16-21, 2007, Elizovo), Tula: Grif i K, 2007, 240 p.

Ryzhkov O.V., Primenenie metodov nazemnogo sputnikovogo pozicionirovanija i GIS dlja izuchenija redkih vidov bioty na osobo ohranjaemyh prirodnih territorijah Kurskoj oblasti (Application of methods of terrestrial satellite positioning and GIS for the study of rare species of biota in specially protected natural areas of Kursk region), In: Principy i sposoby sohraneniya bioraznoobraziya (Principles and Methods of Biodiversity Conservation III): All-Russian. scientific conf. Joshkar-Ola; Pushhino, 27 January – 1 February 2008, Joshkar-Ola; Pushhino, 2008, pp. 581-583.

Ryzhkov O.V., Kurs prakticheskikh uprazhnenij k seminaru "Geoinformacionnye sistemy na osobo ohranjaemyh prirodnih territorijah na primere nacional'nogo parka "Kurshskaja kosa" (9-15 nojabrja 2009 g., pop. Rybachij) (Course of practical exercises for the seminar "Geoinformation systems in specially protected natural areas on the example of the national Park "Kurshskaja kosa" (9-15 November 2009, Rybachy village)), *Kaliningradskij regional'nyj fond sohraneniya i razvitija nacional'nogo parka "Kurshskaja kosa", Proekt "Shkola sodruzhestva"*, Rybachij, 2009a, 195 p.

Ryzhkov O.V., Metody geoinformacionnogo kartografirovanija prirodnih ob"ektov (Methods of geoinformation mapping of natural objects), In: Geoinformacionnoe kartografirovanie v regionah Rossii (Geoinformation Mapping in the Regions of Russia): mater All-Russiann scientific-practical conf.), Voronezh, 2-4 December 2009, Voronezh: Izd-vo "Istoki", 2009b, pp. 184-187.

Ryzhkov O.V., Ispol'zovanie novyh sredstv integracii GPS i GIS v srede Mapinfo professional 10.5 (modul' Geographic tracker 4.0) pri provedenii geograficheskikh issledovanij (The Use of new means of integration of GPS and GIS in the environment Mapinfo professional 10.5 (module Geographic tracker 4.0) in the conduct of geographical research), In: *Geoinformacionnoe kartografirovanie v regionah Rossii* (Geoinformation Mapping in the Regions of Russia): mater. II (correspondence) All-Russian scientific-practical. conf., Voronezh, 15 November 2010, Voronezhskij gosudarstvennyj universitet, Voronezh: Izd-vo "Nauchnaja kniga", 2010, pp. 63-68.

Ryzhkov O.V., Sovmestnoe ispol'zovanie GPS (GLONASS)-priborov i GIS pri kartografirovanii prirodnyh ob'ektov v real'nom vremeni (Joint use of GPS (GLONASS)-devices and GIS in mapping natural objects in real time), In: *Geoinformacionnoe kartografirovanie v regionah Rossii* (Geoinformation Mapping in the Regions of Russia): mater. III (correspondence) All-Russian scientific-practical. conf., Voronezh, 15-18 September 2011), Voronezhskij gosudarstvennyj universitet. Voronezh: Izd-vo "Nauchnaja kniga", 2011, pp. 111-116.

Ryzhkov O.V., Razvitie geoinformacionnoj sistemy Central'no-Chernozemnogo zapovednika (Development of geoinformation system of the Central Chernozem reserve), In: *InterKarto/InterGIS-19: Ustojchivoe razvitie territorij: teorija GIS i prakticheskij opyt.* (Intercarto / InterGIS-19: Sustainable Development of Territories: GIS Theory and Practical Experience): Materials of the international conference, Kursk, Bogota (Kolumbija), 2-7 February 2013, Kursk, 2013, pp. 220-239.

Ryzhkov O.V., Metodika sozdaniya sglazhennyh poligonov v srede MAPINFO PROFESSIONAL v.12.0 po dannym priborov sputnikovogo pozicionirovanija (Methodology of creation of anti-aliased polygons in the environment of MAPINFO PROFESSIONAL v.12.0 according to the satellite positioning devices), In: *Sovremennye tehnologii v dejatel'nosti OOPT* (Modern Technologies in Activity of the OOPT): Mater international scientific-practical conf. (selected) 12-16 May 2014, Kurortnyj poselok Naroch', Belarus', 2014a, pp. 94-107.

Ryzhkov O.V., Priemy povyshenija tochnosti opredelenija koordinat i zapisi trekov personal'nymi GPS-navigаторами GARMIN pri s"emke prirodnyh ob"ektov (Methods of improving the accuracy of positioning and recording tracks personal GPS-navigators GARMIN when shooting natural objects), In: *Sovremennye tehnologii v dejatel'nosti OOPT* (Modern Technologies in Activity of the OOPT): Mater international scientific-practical conf. (selected) 12-16 May 2014, Kurortnyj poselok Naroch', Belarus', 2014b, pp. 86-93.

Ryzhkov O.V., Formirovanie sglazhennyh poligonov v srede Mapinfo Proffessional v.12.0 po dannym priborov sputnikovogo pozicionirovanija (Formation of smoothed polygons in Mapinfo Proffessional v environment.12.0 according to satellite positioning devices), In: *Sovremennye tehnologii v dejatel'nosti OOPT* (Modern Technologies in Activity of the OOPT): Mater international scientific-practical conf. (selected) 12-16 May 2014, Kurortnyj poselok Naroch', Belarus', 2014c, pp. 133-134.

Ryzhkov O.V., Puzachenko A.Ju., Vlasov A.A., Zolotuhin N.I., Korol'kov A.K., Filatova T.D., Stoletnjaja dinamika klimata i bioty Central'noj lesostepi (na primere Central'no-Chernozemnogo zapovednika i prilegajushhih territorij (Centenary dynamics of climate and biota of the Central forest-steppe (on the example of the Central Chernozem reserve and adjacent territories), In: *Vlijanie izmenenija klimata na jekosistemy: Serija publikacij Departamenta prirodoohrannoj*

*politiki i jekspertizy Vsemirnogo fonda dikoj prirody, Ohranjaemye prirodnye territorii Rossii. Analiz mnogoletnih nabljudenij*, Issue 4, Moscow: Russkij universitet, 2001, pp. 69-81.

Ryzhkov O.V., Ryzhkova G.A., *Izuchenie gorizontal'noj struktury lesnyh soobshhestv na osnove vektornyh (cifrovyyh) kart* (Study of the horizontal structure of forest communities on the basis of vector (digital) maps), In: *Rol' zapovednikov Kavkaza v sohranении bioraznoobraziya prirodnih jekosistem* (The Role of the Caucasus Reserves in Preserving the Biodiversity of Natural Ecosystems) Yubil. conf., dedicated. 75th anniversary of the Caucasian GOP. natural biosphere. Reserve: Abstracts of reports, Sochi, 1999, pp. 60-63.

Ryzhkov O.V., Ryzhkova G.A., *Analiz dinamiki rasprostraneniya derev'ev i kustarnikov na zalezhi Kazackogo uchastka Central'no-Chernozemnogo zapovednika po materialam kartirovaniya 1970, 1980 i 1999 godov* (Analysis of the dynamics of the spread of trees and shrubs on the deposits of the Cossack section of the Central Chernozem reserve on the materials of mapping 1970, 1980 and 1999), In: *Botanicheskie, pochvennye i landshaftnye issledovaniya v zapovednikah Central'nogo Chernozem'ja: Tr. Associacii OOPT Central'nogo Chernozem'ja Rossii*, Issue 1, Tula, 2000a, p. 136-146.

Ryzhkov O.V., Ryzhkova G.A., *Dinamika vnedreniya drevesno-kustarnikovyyh vidov rastenij na nekosimoy zalezhi Kazackogo uchastka Central'no-Chernozemnogo zapovednika za 58 let* (Dynamics of introduction of tree-shrub species of plants on the certain Deposit of the Cossack section of the Central Chernozem reserve for 58 years), In: *Chtenija pamjati prof. V.V. Stanchinskogo* (Readings Memory Prof. V.V. Stanchinsky), Issue 3, Smolensk: Izd-vo Smolenskogo gospeduniversiteta, 2000b, pp. 364-368.

Ryzhkov O.V., Ryzhkova G.A., *Izmenenie chislennosti i proektivnogo pokrytija drevesno-kustarnikovyyh vidov na nekosimoy zalezhi Kazackogo uchastka Central'no-Chernozemnogo zapovednika po materialam kartirovaniya 1970, 1980 i 1999 godov* (Changes in the number and projective cover of tree-shrub species on the certain deposits of the Cossack section of the Central Chernozem reserve based on the mapping materials of 1970, 1980 and 1999), In: *Stepi severnoj Evrazii: strategija sohraneniya prirodnogo raznoobraziya i stepnogo prirodopol'zovaniya v XXI veke* (The Steppes of Northern Eurasia: a Strategy for the Conservation of Natural Diversity and Steppe Environmental Management in the XXI Century): Mater. international symposium, Orenburg, 2000c., pp. 339-341.

Ryzhkov O.V., Ryzhkova G.A., *Lesa Zorinskogo uchastka Central'no-Chernozemnogo zapovednika* (Forests of the Zorinsky section of the Central Chernozem reserve), In: *Prirodnye uslovija i biologicheskoe raznoobraziye Zorinskogo zapovednogo uchastka v Kurskoj oblasti: Tr. Centr.-Chernozemn. gop. zapovednika*, Issue 17, Tula, 2001, pp. 140-186.

Ryzhkov O.V., Ryzhkova G.A., *Vozrastnaja struktura i zhiznennoe sostojanie popolnenija drevostoev v dubravah Central'no-Chernozemnogo zapovednika (uchastki Barkalovka i Bukreevy Barmy) za period 1991-2003 gg.* (Age structure and life as the replenishment of trees in the oak forests of the Central Chernozem reserve (areas Barkalova and Bukreeva the Barm) for the period 1991-2003 period), In: *Aktual'nye problemy upravlenija zapovednikami v Evropejskoj chasti Rossii* (Actual Problems of Management of Reserves in the European part of Russia): Materials anniversary scientific-practical. conf., dedicated 10th anniversary of the state. natural Reserve "Voroninsky", village Inzhavino, Tambov region, 21-24 September, 2004., Voronezh: Voronezhskij gosudarstvennyj universitet, 2004, pp. 138-141.

Ryzhkov O.V., Ryzhkova G.A., *Analiz mnogoletnej dinamiki gorizontal'noj struktury dubrav Central'no-Chernozemnogo zapovednika na osnove stacionarnyh issledovanij* (Analysis of long-term dynamics of the horizontal structure of oak forests of the Central Chernozem reserve on the basis of stationary studies), In: *Kartograficheskie issledovanija v Central'no-Chernozemnom zapovednike: Tr. Centr.-Chernozemn. gop. zapovednika*, Issue 19, Kursk, 2006a, pp. 52-64.

Ryzhkov O.V., Ryzhkova G.A., *Ispol'zovanie navigacionnyh priborov dlja fiksacii mestonahozhdenij i predstavlenija kart arealov vidov iz Krasnoj knigi Kurskoj oblasti* (The Use of navigation devices for fixing the locations and presentation of maps of species ranges from the red book of the Kursk region), In: *Issledovanija po Krasnoj knige Kurskoj oblasti* (Studies in the Red Book of the Kursk Region): Mat-ly scientific-practical. conf. Kursk region, Kursk district, village Zapovednyj, March 2006, Kursk, 2006b, pp. 9-12.

Ryzhkov O.V., Ryzhkova G.A., *Izuchenie dinamiki rasprostraneniya leshhiny obyknovЕННОj na Streleckom uchastke Central'no-Chernozemnogo zapovednika s ispol'zovaniem metodov GPS i GIS* (Study of the dynamics of the distribution of common hazel on the Streletsky section of the Central black earth reserve using GPS and GIS methods), In: *Geoinformacionnoe kartografirovanie v geografii i geojekologii: sbornik statej*, Voronezhskij gosudarstvennyj universitet, Voronezh: Izd-vo "Istoki", 2010a, pp. 67-86.

Ryzhkov O.V., Ryzhkova G.A., *Rasprostranenie *Tilia cordata* v lesnyh urochishhah Streleckogo uchastka CChZ* (Distribution of *Tilia cordata* in the forest tracts of the Streletsky district of the Central black earth reserve), In: *Problemy monitoringa prirodnyh processov na osobo ohranjaemyh prirodnyh territorijah* (Problems of Monitoring Natural Processes in Specially Protected Natural Territories): mater international Scientific Practical konf., dedicate. 75th anniversary of the Khopzhor State nature reserve, village Varvarino, Voronezh region, 20-23 September, 2010), Voronezh: VGPU, 2010b, pp. 377-379.

Ryzhkov O.V., Ryzhkova G.A., *Ispol'zovanie GIS-kartografirovaniya dlja izuchenija dinamiki rastitel'nogo pokrova pastbishha Central'no-Chernozemnogo zapovednika i proektirovaniya*



zapovedno-rezhimnyh meroprijatij (Use of GIS mapping to study the dynamics of vegetation cover of the pasture of the Central Chernozem reserve and the design of conservation measures), In: *Mater. mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvjashh. 130-letiju so dnja rozhdenija professora V.V. Alekhina* (Mater International Scientific-Practical Conf., Dedicated the 130th Anniversary of the Birth of Professor V.V. Alekhina), Kursk, village Zapovednyj, 15-18 January 2012), Kursk, 2012a, pp. 168-187.

Ryzhkov O.V., Ryzhkova G.A., GPS-kartografirovanie populjacij mindalja nizkogo na uchastkah Central'no-Chernozemnogo zapovednika Barkalovka i Bukreevy Barmy v 2011 godu (GPS mapping populations of almonds low on the territories of Central-Chernozem reserve Barkalova and Bukreeva the Barm in 2011), In: *Geoinformacionnoe kartografirovanie v regionah Rossii* (Geoinformation Mapping in the Regions of Russia): mater IV (absentee) Vserop. scientific-practical conf., Voronezh, 15 November, 2012, Voronezh: Izd-vo "Nauchnaja kniga", 2012b, pp. 105-110.

Ryzhkov O.V., Ryzhkova G.A., Ispol'zovanie cifrovoj modeli rel'efa dlja izuchenija prostranstvennoj struktury populjacji mindalja nizkogo v Central'no-Chernozemnom zapovednike (The Use of digital elevation model to study the spatial structure of the low almond population in the Central black earth reserve), In: *Aktual'nye problemy jekologii Rossii i stran blizhnego zarubezh'ja* (Actual Problems of Ecology of Russia and Neighboring Countries): mater All-Russian scientific conf. from Intern. participation (Kursk, 12 November, 2013), Kursk, 2014a, pp. 80-83.

Ryzhkov O.V., Ryzhkova G.A., Ispol'zovanie cifrovych modelej rel'efa dlja analiza geoprostranstvennyh dannyh Central'no-Chernozemnogo zapovednika (The Use of digital elevation models for the analysis of geospatial data of the Central Chernozem reserve), In: *Sovremennye tehnologii v dejatel'nosti OOPT* (Modern Technologies in the Activities of Protected Areas), Mater international scientific-practical conf. (selected), 12-16 May 2014, The resort village Naroch, Belarus', 2014b, pp. 108-144.

Ryzhkov O.V., Ryzhkova G.A., Primenenie metodov GIS-kartografirovaniya dlja izuchenija dinamiki rasprostraneniya berezy povisloj (*Betula pendula* Roth) na Streleckom uchastke Central'no-Chernozemnogo zapovednika v 2008-2011 godah (Application of GIS mapping methods to study the dynamics of the spread of birch (*Betula pendula* Roth) on the Streletsky site of the Central Chernozem reserve in 2008-2011), In: *Flora i rastitel'nost' Central'nogo Chernozem'ja – 2014* (Flora and Vegetation of the Central Black Earth Region - 2014): Mater interregion. scientific conf. (Kursk, 5 April, 2014), Kursk, 2014c. pp. 148-153.

Ryzhkov O.V., Ryzhkova G.A., Les i step' v Central'no-Chernozemnom zapovednike: metody i rezul'taty kartografirovaniya rastitel'nosti (1999–2016 gg.) (Forest and steppe in the Central Chernozem reserve: methods and results of vegetation mapping (1999-2016)), In: *Sbornik tezisov Vserossijskoj nauchnoj konferencii "Nacional'naja kartograficheskaja konferencija – 2018"* (Book

of abstracts of the All-Russian Scientific Conference "National Cartographic Conference – 2018"), M., Rossijskaja gosudarstvennaja biblioteka, 16–19 October 2018, M.: Geograficheskij fakul'tet MGU, 2018, pp. 237-238, DOI: 10.15356/ncc2018; <http://nccconf.ru/>.

Ryzhkov O.V., Ryzhkova G.A., Dinamika sostojanija drevostoev pojmennyh dubrav uchastka Pojma Psla Central'no-Chernozemnogo zapovednika (Dynamics of forest stands of floodplain oak forests of the floodplain area of the Central Chernozem reserve), In: *Flora i rastitel'nost' central'nogo Chernozem'ja – 2019* (Flora and Vegetation of the Central Chernozem Region - 2019): Mater. Interregion. scientific konf., dedicate. 50-year-old organization of participants in the Central Chernozem Reserve Barkalovka and Bukreevyy Barma, Zapovedny village, 13 April, 2019, Kursk: Mechta, 2019a, pp. 140-146.

Ryzhkov O.V., Ryzhkova G.A., Rezul'taty izuchenija lesnyh jekosistem Central'no-Chernozemnogo zapovednika na osnove GIS-tehnologij (Results of the study of forest ecosystems of the Central Chernozem reserve on the basis of GIS technologies), In: *Ajerkosmicheskie metody i geoinformacionnye tehnologii v lesovedenii, lesnom hozjajstve i jekologii* (Aerospace methods and geo-information technologies in forest science, forestry and ecology), Moscow, 22-24 April, 2019, Moscow: CFEP RAN, 2019b, pp. 157-159.

Ryzhkov O.V., Ryzhkova G.A., Nepochatyh L.V., Mnogoletnjaja dinamika otpada stvolov duba chereschatogo v lesah Central'no-Chernozemnogo zapovednika (Long-term dynamics of mortality of the trunks of oak-trees in the forests of the Central Chernozem reserve), In: *Flora i rastitel'nost' Central'nogo Chernozem'ja – 2013* (Flora and Vegetation of the Central Chernozem Region – 2013): Mater interregion. scientific conf., Kursk, 6 April, 2013, Kursk, 2013, pp. 132-138.

Ryzhkov O.V., Ryzhkova G.A., Ryzhkov D.O., Obzor novyh vozmozhnostej versii 11.5 GIS MapInfo Professional dlja sozdaniya kart proektivnyh pokrytij rastitel'nosti na osnove splajnov (Review of new features of version 11.5 of GIS MapInfo Professional for creating maps of projective vegetation coatings based on splines), In: *Flora i rastitel'nost' Central'nogo Chernozem'ja – 2013* (Flora and Vegetation of the Central Chernozem Region – 2013): Mater interregion. scientific conf., Kursk, 6 April, 2013, Kursk, 2013, pp. 138-140.

Ryzhkov O.V., Ryzhkova G.A., Ryzhkov D.O., Metodika GIS-kartografirovanija drevesnoj rastitel'nosti s ispol'zovaniem sovremennyh apparatnyh i programmnyh sredstv (Methods of GIS mapping of woody vegetation using modern hardware and software), In: *Sovremennye tehnologii v dejatel'nosti osobo ohranjaemyh prirodnyh territorij: geoinformacionnye sistemy, distancionnoe zondirovanie zemli: sbornik nauchnyh statej* – Minsk, 2017a, pp. 63-72.

Ryzhkov O.V., Ryzhkova G.A., Ryzhkov D.O., Proektivnye pokrytija drevesno-kustarnikovej rastitel'nosti Vtorogo nekosimogo uchastka Strelečkoj stepi Central'no-Chernozemnogo zapovednika po materialam kartografirovanija 2016 goda (Projective covers of tree-

shrub vegetation of the Second non-existent section of the Streletskaya steppe of the Central Chernozem reserve based on the mapping materials of 2016), *Vestnik TvGU, Serija "Biologija i jekologija"*, 2017b, No 3, pp. 91-99.

Ryzhkov O.V., Ryzhkova G.A., Ryzhkov D.O., Rezul'taty kartirovanija populjacji duba chereschatogo na Vtorom nekositom uchastke Strelečkoj stepi Central'no-Chernozemnogo zapovednika v 2016 godu (Results of mapping the population of English oak on the Second non-irrigated area of the Streletskaya steppe of the Central Chernozem reserve in 2016), In: *Flora i rastitel'nost' Central'nogo Chernozem'ja – 2017* (Flora and Vegetation of the Central Black Earth Region – 2017): mater interregion. scientific conf., Kursk, 8 April 2017, Kursk: Mechta, 2017c, pp. 126-131.

Ryzhkov O.V., Ryzhkova G.A., Zolotuhin N.I., Zolotuhina I.B., Filatova T.D., Mnogoletnie rjady dannyh Central'no-Chernozemnogo zapovednika i vozmozhnosti ih migracii v GIS (Long-Term data series of the Central Chernozem reserve and the possibility of their migration to GIS), In: *Sovremennye tehnologii v dejatel'nosti osobo ohranjaemyh prirodnyh territorij: geoinformacionnye sistemy, distancionnoe zondirovanie Zemli: sbornik nauchnyh statej*, Minsk, 2018, pp. 64-69.

Ryzhkov O.V., Sobakinskih V.D., Obzor geobotanicheskogo i lesnogo kartografirovaniya uchastkov i urochishh Central'no-Chernozjomnogo zapovednika (Review of geobotanical and forest mapping of sites and tracts of the Central Chernozem reserve), In: *Kartograficheskie issledovaniya v Central'no-Chernozemnom zapovednike: Tr. Centr.-Chernozemn. gop. zapovednika*, Issue 19, Kursk, 2006, pp. 6-34.

Ryzhkov O.V., Tregubov O.V., Razvitie rossijsko-amerikanskogo sotrudnichestva po ispol'zovaniju GPS- i GIS- tehnologij na osobo ohranjaemyh prirodnyh territorijah (Development of Russian-American cooperation on the use of GPS and GIS technologies in specially protected natural areas), In: *Ispol'zovanie GPS - i GIS-tehnologij dlja izuchenija osobo ohranjaemyh prirodnyh territorij (na primere landshaftnoj struktury Voronezhskogo gosudarstvennogo biosfernogo zapovednika)* (The use of GPS - and GIS technologies for the study of specially protected natural areas (on the main landscape structure of the Voronezh State Biosphere Reserve), Pod redakciej: V.N. Solnceva, O.V. Tregubova, O.V. Ryzhkova, B.A. Alekseeva, S. Kola, P. Uorda, Tula, 2006, pp. 197-208.

Ryzhkov O.V., Vlasov A.A., Metod sozdaniya vektornyh kart lesnyh fitocenozov dlja ispol'zovanija v sistemah GIS (Method of creating vector maps of forest phytocenoses for use in GIS systems), In: *GIS v nauchnyh issledovanijah zapovednikov Sibiri* (GIS in the Research of Reserves in Siberia): Tez. report conf., dedicated. 75th anniversary of the gop. natural Reserve "Stolby", Krasnojarsk, 2000, pp. 14-15.

Ryzhkov O.V., Vlasov A.A., Ryzhkova G.A., Filatova T.D., Zolotuhin N.I., Zolotuhina I.B., Nepochatyh L.V., Vlasova O.P., Vlasov E.A., Mnogoletnjaja dinamika klimata i bioty Streleckogo uchastka Central'no-Chernozjomnogo zapovednika (Long-Term dynamics of climate and biota of the Streletsky site of the Central Chernozem reserve), In: *Voprosy geografii*, Sb. 143, Geograficheskie osnovy zapovednogo dela (k 100-letiju zapovednoj sistemy Rossii), Redkol.: V.M. Kotljakov, A.A. Chibiljov, A.A. Tishkov, Moscow: Izd. dom "Kodeks", 2017a, pp. 267-285.

Ryzhkov O.V., Vlasov A.A., Ryzhkova G.A., Filatova T.D., Zolotuhin N.I., Zolotuhina I.B., Nepochatyh L.V., Vlasova O.P., Vlasov E.A., Monitoring klimata i bioty Streleckogo uchastka Central'no-Chernozemnogo zapovednika (The monitoring of the climate and biota of the Streletsky site of the Central Chernozem nature reserve), In: *Tr. Mordovskogo gos. prirod. zapovednika im. P.G. Smidovicha*, E.V. Vargot (otv. red.), A.B. Ruchin, A.A. Hapugin, Saransk – Pushta, 2017b, Issue 18, pp. 17-32.

Ryzhkov O.V., Zolotuhin N.I., Ryzhkova G.A., Vidovoj sostav dendroflory Vtorogo nekosimogo uchastka Streleckoj stepi Central'no-Chernozemnogo zapovednika (po materialam kartirovaniya 2016 goda) (Species composition of the dendroflora of the Second non-irrigated area of the Streletskaya steppe of the Central Chernozem reserve (based on the mapping of 2016)), In: *Vseros. nauch. konf. "Nauchnye issledovaniya na zapovednyh territorijah"* (All-Russia. Scientific Conf. "Scientific Research in Protected Areas"): book of abstracts, Simferopol': IT "ARIAL", 2017, pp. 43.

Ryzhkova G.A., Ryzhkov O.V., Nekotorye rezul'taty issledovaniya gorizonta'noj struktury zapovednyh dubrav (Some results of the study of the horizontal structure of protected oak forests), In: *Materialy Rossijsko-Ukrainskoj nauchnoj konferencii, posvjashhjonnoj 60-letiju Central'no-Chernozemnogo zapovednika* (Materials of the Russian-Ukrainian scientific conference dedicated to the 60th anniversary of the Central Black Earth Reserve), Moscow: KMK Scientific Press Ltd., 1995, pp. 125-127.

Ryzhkova G.A., Ryzhkov O.V., Rasprostranenie drevesno-kustarnikovyh vidov na nekosimyh zalezah Kazackogo uchastka Central'no-Chernozemnogo zapovednika (Distribution of tree-shrub species on certain deposits of the Cossack section of the Central Chernozem reserve), In: *Rastitel'nyj pokrov Central'no-Chernozemnogo zapovednika: Tr. Centr.-Chernozemn. gos. zapovednika*, Tula: Grif i K°, 2001 (na oblozhke 2002), Issue 18, pp. 94-224.

Ryzhkova G.A., Ryzhkov O.V., Rasprostranenie cheremuhi obyknovennoj v lesnyh jekosistemah Central'no-Chernozemnogo zapovednika na osnove analiza mnogoletnih nabljudenij za opadom (Distribution of common bird cherry in forest ecosystems of the Central Chernozem reserve based on the analysis of long-term observations of the fall), In: *Flora i rastitel'nost' Central'nogo Chernozem'ja – 2003* (Flora and Vegetation of the Central Black Soil Region – 2003): mat-l'y science. conf., Kursk, 2003, pp. 28-31.

Ryzhkova G.A., Ryzhkov O.V., Dinamika listovogo opada v dubravah Central'no-Chernozemnogo zapovednika (Dynamics of leaf litter in the oak forests of the Central Chernozem reserve), *Lesovedenie*, No 5, 2004, pp. 20-27.

Ryzhkova G.A., Ryzhkov O.V., Dinamika rastitel'nosti lesnoj postojannoj probnoj ploshhadi "Osinovyj kust" po materialam kartirovanij raznyh let (Dynamics of vegetation of the forest permanent trial area "Aspen Bush" on the materials of mapping of different years), In: Kartograficheskie issledovanija v Central'no-Chernozemnom zapovednike: *Tr. Centr.-Chernozemn. gop. zapovednika*, Issue 19, Kursk. 2006, pp. 103-110.

Ryzhkova G.A., Ryzhkov O.V., Izuchenie dinamiki rasprostraneniya leshhiny obyknovennoj na Streleckom uchastke Central'no-Chernozemnogo zapovednika s ispol'zovaniem metodov GPS i GIS (dopolnenie) (Study of the dynamics of the distribution of common hazel on the Streletsky section of the Central black earth reserve using GPS and GIS methods (Supplement), In: *Geoinformacionnoe kartografirovanie v regionah Rossii* (Geoinformation Mapping in the Regions of Russia) mater. III All-Russian scientific-practical conf., Voronezh, 15-18 September 2011, Voronezhskij gosudarstvennyj universitet. Voronezh: Izd-vo "Nauchnaja kniga", 2011. pp. 117-120.

Ryzhkova G.A., Ryzhkov O.V., Nepochatyh L.V., Usyhanie osinovyh nasazhdenij Central'no-Chernozemnogo zapovednika (Desiccation of aspen plantations of the Central Chernozem reserve), In: *Flora i rastitel'nost' Central'nogo Chernozem'ja – 2012* (Flora and Vegetation of the Central Chernozem Region – 2012): Mater. nauch. konf., Kursk, 6 April 2012, Kursk: Kurskij gos. un-t, 2012, pp. 138-142.

Ryzhkova G.A., Ryzhkov O.V., Ryzhkov D.O., Raspad osinovyh nasazhdenij Central'no-Chernozemnogo zapovednika (2008-2017 gody) (Decay of aspen plantations in the Central Chernozem reserve (2008-2017), In: *Flora i rastitel'nost' Central'nogo Chernozem'ja – 2018* (Flora and Vegetation of the Central Chernozem Region – 2018): Mater. nauch. konf., Kursk, 21 April 2018, Kursk: Mechta, 2018, pp. 105-111.

Solncev V.N., Ryzhkov O.V., Tregubov O.V., Alekseev B.A., Kaluckova N.N., Anciferova A.A., *Ispol'zovanie GPS- i GIS-tehnologij dlja izuchenija osobo ohranjaemyh prirodnyh territorij (na primere landshaftnoj struktury Voronezhskogo gosudarstvennogo prirodnogo biosfernogo zapovednika)* (The use of GPS and GIS technologies for the study of specially protected natural areas (on the example of the landscape structure of the Voronezh state natural biosphere reserve)). Tula: Grif i K, 2006, 216 p.

Utehin V.D., Rastitel'nost' Central'no-Chernozemnogo zapovednika i ee produktivnost' (Vegetation of the Central Chernozem reserve and its productivity), *Biogeografija, fenologija*, 1967, Issue 1, pp. 18-21.

Zolotuhin N.I., Ryzhkov O.V., Filatova T.D., Istorija organizacii, nauchnye issledovaniya i obshhie svedeniya o Zorinskom uchastke Central'no-Chernozemnogo zapovednika (the History of the organization, scientific research and General information about the Zorinsky area of the Central black earth reserve), In: Prirodnye uslovija i biologicheskoe raznoobrazie Zorinskogo zapovednogo uchastka v Kurskoj oblasti: *Tr. Centr.-Chernozemn. gos. zapovednika*, Issue 17, Tula, 2001, pp. 7-30.

Zozulin G.M., Kusmarceva N.M., Izmenenie granic drevesno-kustarnikovej i travjanistoj rastitel'nosti na opytnyh uchastkah Central'no-Chernozemnogo zapovednika za 5 let (Changing the boundaries of tree-shrub and herbaceous vegetation in the experimental areas of the Central Chernozem reserve for 5 years), *Botan. zhurn.*, 1951, Vol. 36, No 3, pp. 240-248.

## THE USE OF METHODS OF GEOINFORMATION MAPPING FOR THE STUDY OF WOODY VEGETATION OF FOREST-STEPPE ECOSYSTEMS OF THE CENTRAL CHERNOZEM RESERVE

O.V. Ryzhkov\*, G.A. Ryzhkova

*Central Chernozem State Nature Biosphere Reserve named after Professor V.V. Alyokhin*

*Russia, 305528, Kursk region, Kursk district, Zapovedny settlement*

\*E-mail: ryzhkov\_oleg@mail.ru

Received 15 June 2019

The methods of cartographic studies of the wood vegetation of the reserve, including the use of modern GIS technologies and satellite positioning devices, are presented. The dynamics of the spatial structure and composition of oak forests over the past 50 years is analyzed. The results of the study of the population of the main tree species of the reserve using GPS (GLONASS)-survey and GIS. Features and character of distribution of trees and bushes on open spaces (deposits, virgin steppes, pastures) are studied.

**Key words:** *forest-steppe, nature reserves, oak forests, mapping, GPS, GLONASS, satellite positioning devices, geographic information systems.*

Рецензент: к.т.н., н.с. Подольская Е.С.