



DOI 10.15688/jvolsu11.2015.4.8

УДК 911:004:004.9:528.88:574:332.3(470.345)

ББК 26

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ЛЕСНЫХ ЛАНДШАФТОВ АДМИНИСТРАТИВНОГО РАЙОНА СРЕДСТВАМИ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ¹

Сергей Адамович Тесленок

Кандидат географических наук,
доцент кафедры геодезии, картографии и геоинформатики,
Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева
teslserg@mail.ru
ул. Большевистская, 68, 430005 г. Саранск, Республика Мордовия

Кирилл Сергеевич Тесленок

Аспирант кафедры физической и социально-экономической географии,
Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева
kirilltesl@mail.ru
ул. Большевистская, 68, 430005 г. Саранск, Республика Мордовия

Александр Владимирович Горелов

Студент кафедры геодезии, картографии и геоинформатики,
Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева
gorelov1994@bk.ru
ул. Большевистская, 68, 430005 г. Саранск, Республика Мордовия

Аннотация. На примере территории Инсарского района Республики Мордовия рассмотрена методика и представлены результаты использования возможностей геоинформационных технологий для анализа динамики площади лесных ландшафтов за период между двумя временными срезами – 1941 и 2009 годы. Результаты исследований позволили выявить направления и возможные причины произошедших изменений. На большей части анализируемой территории произошло увеличение площади лесных ландшафтов, причиной которого следует считать забрасывание и неиспользование земель сельскохозяйственного назначения. Незначительное уменьшение площади лесных геосистем может быть связано с вырубкой леса и пожарами.

Полученные геоинформационно-картографические модели и статистические данные являются основой для принятия управленческих решений в сфере лесного хозяйства и лесопользования, организации и ведения мониторинга и направлены, в конечном счете, на решение задач оптимизации регионального природопользования.

Ключевые слова: геоинформационные системы (ГИС), геоинформационные технологии, данные дистанционного зондирования Земли, геоинформационное картографирование, лесные ландшафты, динамика площади лесов, Республика Мордовия, Инсарский район.

Лесные ландшафты всегда играли важную роль и выполняли разнообразные функции в жизни как отдельного человека, так и общества в целом. Традиционно это экономическая или ресурсная роль лесопользования – источник различной лесопродукции: древесины, живицы, лекарственного сырья, грибов, ягод, дичи, база пчеловодства и т. п. Очень важно то, что лесные ресурсы являются возобновляемыми, хотя этот процесс весьма долговременный и трудоемкий. Неоценимо значение лесных геосистем как части вмещающей ландшафтной и культурно-исторической среды, под воздействием и в пределах которой происходил этногенез и формировались этнокультурные особенности и обычаи многих народов нашей планеты.

В настоящее время в условиях интенсивной антропогенной трансформации геопространства, в связи с повсеместным ухудшением геоэкологического состояния значение лесных геосистем существенно изменилось. Будучи важнейшей составной частью окружающей человека среды, лесные ландшафты в значительно большей степени влияют на климатические особенности; способствуют формированию и сохранению экологически чистых поверхностных и подземных вод и кислорода атмосферного воздуха; обеспечивают защитные функции сельскохозяйственных ландшафтов (особенно их растительности и почвенного покрова); определяют районы комфортного проживания и отдыха населения, выполняя санитарно-гигиенические и оздоровительные функции, способствуют сохранению биологического разнообразия геосистем, выполняя, таким образом, и важнейшие средообразующие и средостабилизирующие экологические функции.

Вместе с тем лесные, а также другие генетически и территориально сопряженные с ними геосистемы, образующие лесохозяйственные ландшафты, по-прежнему сохраняют свое значение в качестве источника трудовой деятельности, материальной независимости и благополучия значительной части проживающего в них населения, выполняя важную социальную роль и являясь частью культурных ландшафтов [25; 29].

Отечественные лесоведы (Г.Н. Высоцкий, А.А. Крюденер, И.С. Мелехов, Г.Ф. Мо-

розов, В.Г. Нестеров, Н.С. Нестеров, П.С. Погребняк, П.П. Серебрянников, В.Н. Сукачев, М.К. Турский, Г.Р. Эйтинген и др.) рассматривали лес как биогеоценотическое, географическое и историческое явление [10].

Поскольку лесные геосистемы зависят от ландшафтно-экологических условий и характера антропогенного воздействия, изучение динамики и направлений их развития имеет важное практическое значение. Природные факторы, и особенно разнообразная хозяйственная деятельность (лесные пожары, разного вида рубки, выпас скота и т. п.) [1; 4; 6; 11; 19; 23; 24; 26; 27; 28; 30] приводят к экологическим сукцессиям или необходимости искусственного лесовозобновления.

Понимание отрицательных последствий как антропогенной деятельности в целом, так и одного из важнейших ее проявлений – уменьшения площади лесных ландшафтов, сопряженных с ними геосистем и даже полного истребления лесов, пришло уже давно [23; 28; 30; и др.]. Так, один из корифеев немецкого лесоводства первой половины XIX в. Г. Котта цитирует своего предшественника Э. Арндта: «С истреблением лесов изменяется вся атмосфера, и земля делается сухой и безобразною, представляя вид, как будто она навсегда уже истощена и ни на что более не годится. Кто отнимает у земли леса, а особливо истребляет их на горах и высотах, тот, можно сказать, похищает у людей драгоценнейшее их достояние» [6, с. 63].

Актуальными проблемами, имеющими важное теоретическое значение для решения фундаментальных и прикладных проблем взаимоотношений степных и лесных ландшафтов в условиях лесостепной зоны, являются изучение динамических проблем лесных геосистем и рациональное использование их компонентов в условиях интенсивного антропогенного воздействия. Результаты исследований динамических процессов в разных секторах европейской лесостепи говорят о сходности их этапов и направлений. В первую очередь, это сylvатизация растительного покрова (распространение деревьев и кустарников) как следствие преимущественно климатических изменений [12; 17]. Представляют существенный научный и практический интерес анализ и сравнение динамических процессов в лесных геокомплекс-

сах в условиях заповедных режимов и под влиянием антропогенных факторов, исследование различных аспектов сохранения основных компонентов лесных ландшафтов (прежде всего растительности) в условиях антропогенных воздействий разной степени [17].

Динамика лесных ландшафтов – это, в первую очередь, изменение количественных и качественных характеристик лесного фонда, происходящее во времени и пространстве в результате роста и развития леса, а также под влиянием различных природных и антропогенных воздействий, в частности лесохозяйственных мероприятий и лесопользования. В процессе динамики меняется породная и возрастная структура лесов, запасы древесины, но в первую очередь изменяется соотношение площадей лесопокрытых и свободных от лесной растительности земель.

Тенденции динамики лесных геосистем могут быть как положительными, так и отрицательными. К положительным (с точки зрения лесоустройства и лесопользования) тенденциям относят, например, увеличение площадей земель, покрытых лесной растительностью, доли лесных культур и насаждений хозяйственно-ценных (целевых) древесных пород, размера текущего изменения древесного запаса; сокращение площадей фонда лесовосстановления, малоценных насаждений, нелесных земель и т. п. Отрицательными тенденциями динамики лесного фонда, напротив, считаются сокращение площади земель, покрытых лесной растительностью, и хозяйственно-ценных насаждений, величины текущего изменения запасов древесины; увеличение площадей малоценных насаждений; прогрессирующее накопление спелых и перестойных насаждений (особенно малоценных древесных пород) [17].

Изменение площади лесных ландшафтов и сопряженных с ними геосистем происходит в силу причин разного рода – как естественных, природных, так и связанных с деятельностью общества, антропогенных. Хотя это разделение достаточно условно, к первым можно отнести динамику границ лесной зоны в связи с изменениями климата (хотя климатические изменения теперь уже даже на глобальном уровне могут быть вызваны антропогенными воздействиями), пожары (есте-

ственные – после гроз в результате ударов молнии, но гораздо чаще антропогенные), процессы естественного лесовозобновления [опять-таки в результате снижения интенсивности или прекращения антропогенной (прежде всего сельскохозяйственной) деятельности] [24; 26; 27]. Вторые включают прямое уничтожение леса в результате вырубок, антропогенные пожары, аграрное природопользование в лесах – прежде всего выпас скота (в последние десятилетия его действие значительно снижено). Антропогенная деятельность может способствовать и увеличению лесопокрытой площади – как напрямую (посадки лесовозобновления, полезащитные лесные полосы), так и опосредованно [забрасывание сельскохозяйственных земель (особенно пашни) и самопроизвольное зарастание залежи лесом] [17].

Лесной фонд является природно-хозяйственным объектом федеральной собственности, лесных отношений, управления, использования и воспроизводства лесов. Он представляет собой совокупность лесов, лесных и нелесных земель в границах, установленных в соответствии с лесным и земельным законодательством.

Это важнейший элемент экологического каркаса Мордовии, площадь которого достигает 750 тыс. кв. км составляя 29 % территории республики, исходя из чего она отнесена к числу малолесных субъектов Российской Федерации. В западной ее части лесистость достигает 46,7 %, в восточной – 19,1 %, а в центральной – 34,2 % [3; 4; 9].

В соответствии с лесорастительным районированием (приказ Федерального агентства лесного хозяйства от 9 марта 2011 г. № 61 «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации») леса Мордовии отнесены к хвойно-широколиственной зоне лесов хвойно-широколиственного лесного района Европейской части Российской Федерации и лесостепной зоне лесов лесостепного лесного района [4; 9]. Для предварительного определения районов распространения лесных геосистем на основе ландшафтной карты Мордовии и региональной части справочника «Ландшафты Земли» [3; 15] авторами создана карта, показывающая особеннос-

ти территориальной пространственной привязки различных типов растительности, среди которых преобладают лесные (см. рис. 1).

Кроме смешанных, хвойно-широколиственных и широколиственных лесов на территории республики распространены кустарниковые и луговые степи, пойменная растительность (см. рис. 1). Особенности ландшафтно-экологических условий республики определяют возможность произрастания различных лесобразующих древесных пород. Основными являются сосна обыкновенная, ель обыкновенная, дуб черешчатый, ясень обыкновенный, клены платановидный и остролистный, вяз гладкий, березы бородавчатая и пушистая, ольха клейкая и черная, липа мелколистная, тополь черный. Из кустарников наиболее распространены бузина, ива, калина, крушина, лещина, черемуха, шиповник [3; 4; 9].

В составе лесов преобладают мягколиственные породы деревьев (54,6 % лесопокрывтой площади), хвойные занимают 30,8 %, на твердолиственные приходится 14,5 %. Первое место среди лесобразующих пород занимает береза (32,1 %), второе – сосна (29,5 %). Значительный удельный вес приходится на дубравы (13,2 %) и осину (12,6 %) [3; 4; 9].

По данным учета лесного фонда, по состоянию на 1.01 2014 г. общий запас древеси-

ны основных лесобразующих пород по республике составил 110,72 млн куб. м, в том числе хвойных 119,4 тыс. куб. м, твердолиственных – 87,4 куб. м, мягколиственных – 886,8 тыс. куб. м [3; 4; 9]. Доходность лесного хозяйства составляет лишь 1,8 % внутреннего валового регионального продукта.

Леса, расположенные на землях лесного фонда (680,8 тыс. кв. км), находятся в ведении Министерства лесного и охотничьего хозяйства и природопользования Республики Мордовия. На территории республики в границах ее административных районов организовано 9 территориальных и 36 участковых лесничеств.

Цель данного исследования заключалась в изучении динамики и тенденций изменения и развития лесных ландшафтов на основе создания картографической базы данных ГИС с использованием ретроспективных картографических материалов и актуальных данных дистанционного зондирования. Анализ, сравнение, выявление и показ произошедших изменений площади лесных геосистем, картографическая визуализация динамики изменения площади земель, занятых лесной растительностью, производились на примере территории Инсарского муниципального района Республики Мордовии, расположенного на юге срединной части Республики Мордовии и гра-



Рис. 1. Карта растительности Республики Мордовии на ландшафтной основе

ничающего с Пензенской областью. Лесистость его территории 16,7 %, преобладают в основном широколиственные леса, кустарниками занято 1,4 % площади.

Как правило, динамика лесного фонда оценивается по материалам лесоустройства, имеющим длительный межинвентаризационный период. Наряду с использованием разновременных картографических материалов при определении и мониторинге площадей земель, занятых лесными ландшафтами, состава и состояния лесной растительности, исследовании ее динамических режимов необходимо широкое привлечение и применение данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), аэрокосмических и геоинформационных технологий [1; 2; 5; 7; 8; 11; 14–16; 18; 19; 21; 24; 26; 27]. Периодичность традиционного геоботанического картирования при этом может быть существенно снижена [17].

Для решения поставленных в исследовании задач в качестве основного программного обеспечения была использована ГИС «ArcView GIS», в качестве дополнительного – такие программные средства, как ГИС «SAS. Планета», ГИС «MapInfo Professional», растровый графический редактор и программный продукт для обработки данных дистанционного зондирования «ERDAS Imagine», программный комплекс для векторизации растровых изображений «EasyTrase».

Материал для ретроспективного исследования самого раннего периода времени был представлен фрагментом листа «Пенза (NN 38-8)» из набора военных топографических карт масштаба 1 : 250 000 на территорию Советского Союза, подготовленных картографическим сервисом корпуса инженеров армии США (Вашингтон) в 1954 г. по картам Генерального штаба Красной армии масштаба 1 : 500 000 1941 года. Исходный файл формата «tхu-oclc-6519747-nn38-2» размером 8,2 Мб представлен в различных источниках сети Интернет (например, в соответствующем разделе сайта «Монетонос» – <http://www.monetonos.ru/>).

В качестве источника пространственной информации для следующего временного среза был использован векторный слой лесов на территории Республики Мордовии масштаба 1 : 200 000, отражающий ситуацию на 1989 год.

Дополнительно использовалась часть набора пространственных данных на территории Республики Мордовия. Характеристики всех использованных в исследовании первичных источников информации представлены в таблице.

На начальном периоде работ с исходными картографическими материалами был использован векторный редактор «Easy Trase», с помощью инструмента «Обрезка по многоугольнику» которого был подготовлен лист исходной карты 1941 г.: получены растровые

Характеристика исходных данных

Название источника	Краткое описание	Информация о координатной основе	Временная характеристика	Происхождение данных (источник, технология создания)	Формат файла
Космические снимки, полученные в ГИС «SAS. Планета» и Google Earth	Растровая модель (96 dpi).	Внешняя азимутальная проекция	Дата съемки 04.10 2013 г.	Высокоточная спутниковая съемка (высота 10–11 км)	JPEG
Mordovia (admin, rivers, lakes, towns, forests)	Часть набора пространственных данных на территории Республики Мордовии	Проекция Гаусса-Крюгера, 8 координатная зона (СК-42)	1989 г.	Цифровая копия топографической карты Республики Мордовия масштаба 1 : 200 000	Shp-файл
Лист топографической карты 1941 г. [Пенза (NN 38-8)]	Растровое изображение (300 dpi)	Проекция «Mercator»	1941 г.	Набор военных топографических карт масштаба 1 : 50 000 картографического сервиса корпуса инженеров армии США	JPEG

изображения меньшего объема без потери качества, содержащие только необходимую картографическую информацию.

Исследования динамики площади лесных геосистем на основе ГИС и аэрокосмических технологий с использованием данных ДЗЗ базируются на сопоставительном дешифрировании разновременных космических фотографических снимков одной и той же территории, представляющих собой спектральные временные образы изображенных на них объектов, извлечении из них динамической информации, выявлении произошедших изменений, их графическом отображении и последующей содержательной интерпретации [5; 8; 14; 18; 21]. Все приемы совместного наблюдения разновременных космических снимков требуют предварительной коррекции – трансформирования и приведения к единым масштабам и проекции.

Для анализа и визуализации современных площадей, занятых лесными ландшафтами, в качестве источника применялись космоснимки, полученные с помощью программного обеспечения ГИС «SAS. Планета» и возможностей сервиса Google Earth «Карты Google» [1; 5; 18; 21] (см. рис. 2). Они являются наиболее доступными, хотя известен и опыт сравнительной оценки степени лесистости территории Мордовии с использованием спутниковых снимков LANDSAT [2].

В процессе создания карт и осуществления картометрических морфометрических работ была использована проекция Гаусса–Крюгера [Пулково 1942 (СК-42)] 8-й координатной зоны. Ее применение позволяет прак-

тически без существенных искажений показать довольно значительные участки земной поверхности, изображение которых практически не имеет искажений и допускает выполнение любых картометрических и морфометрических работ.

Для проекции Гаусса – Крюгера характерны умеренное и легко учитываемое изменение масштабов в пределах зон, их единообразие, универсальность и глобальность координатных систем [13]. А такие ее недостатки, как отсутствие единой системы координат и значительные искажения на краях зон, учитывая что Республика Мордовия (не говоря уже о территории отдельного административного района) расположена в пределах одной координатной зоны, не имеет никакого значения.

При установке параметров проекции в качестве сфероида использован эллипсоид Красовского, приняты центральный меридиан 45° и восточное смещение в 500 000 м, хорошо подходящие для картографических исследований на территории Республики Мордовии.

Все дальнейшие работы по трансформированию исходных растровых геоизображений, их регистрации, дешифрированию и оцифровке производились с использованием возможностей программного обеспечения «ERDAS Imagine», «ArcView» и «MapInfo».

Поскольку система координат в программе Google Earth – WGS-84, для дальнейшего трансформирования снимков координаты контрольных точек должны быть пересчитаны в прямоугольную систему координат СК-

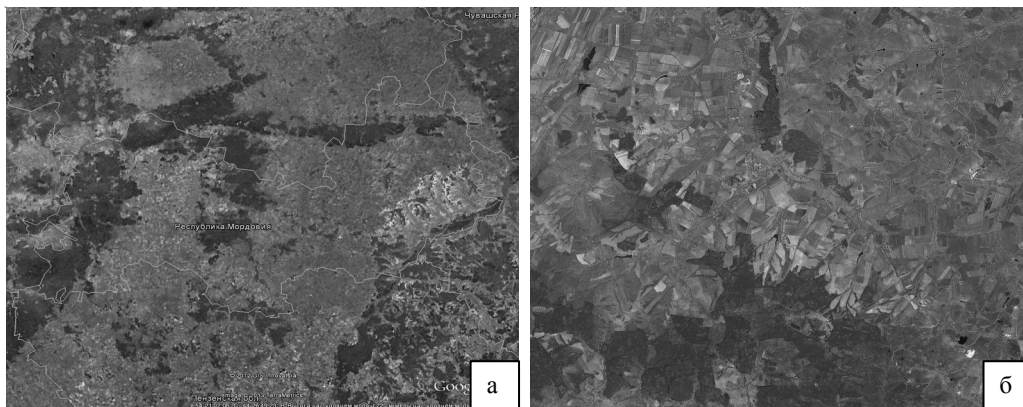


Рис. 2. Исходные космоснимки территории Республики Мордовия (а) и Инсарского муниципального района (б)

42 проекции Гаусса – Крюгера. Перевод координат из одной системы в другую осуществляется с использованием «ERDAS Imagine» с использованием координатного калькулятора (Tools_Coordinate calculator), а затем производится трансформирование космических снимков с целью составления мозаики. Все снимки в программе «ERDAS Imagine» сшиваются с высокой точностью и выравниваются их спектральные характеристики, что в дальнейшем существенно облегчает проведение дешифрирования (как визуального, так и автоматизированного) [1; 5; 8; 14; 18; 21].

Дальнейшая обработка информации трансформированных снимков и оцифровка полигональной темы лесных ландшафтов производилась в созданном проекте ГИС «ArcView» с использованием инструмента «Полигон», там же предварительно было осуществлено формирование набора пространственной информации базы данных ГИС для целей картографирования с определением состава и характера локализации слоев географической основы, последующими разработкой содержания и составлением электронных тематических карт [7; 8; 11; 16; 17; 19; 22]. Все полученные в процессе исследований картографические материалы были составлены в масштабе 1 : 250 000, в котором территория Инсарского района полностью размещается на листе формата А4. Для ГИС-картографирования и получения итоговых карт, например, распространения лесных ландшафтов Инсарского района 1941 г. (рис. 3, а),

2013 г. (рис. 3, б) и ряда других, был использован способ качественного фона.

С целью выявления динамики площади лесных ландшафтов в ГИС MapInfo были произведены наложение (оверлей) векторных слоев, анализ и сравнение полученных карт с выявлением направленности (увеличение или снижение) произошедших изменений (см. рис. 4) и их возможных причин. В случае обработки растровых картографических материалов возможно использование инструментария растровой алгебры (алгебры карт) [20].

Проведение картометрических работ позволило получить данные о площадях лесных ландшафтов на территории Инсарского района для каждого из изученных временных срезов (кв. км):

1941 г.	147,8
1989 г.	186,9
2013 г.	211,5

Количественные характеристики сохранившихся, исчезнувших и вновь появившихся лесных массивов Инсарского района за период с 1941 по 2013 г. выглядят следующим образом (кв. км):

Новые	21,8
Сохранившиеся	131,2
Исчезнувшие	32,5

Анализ полученных результатов и картографических материалов показал, что площадь лесных ландшафтов Инсарского райо-

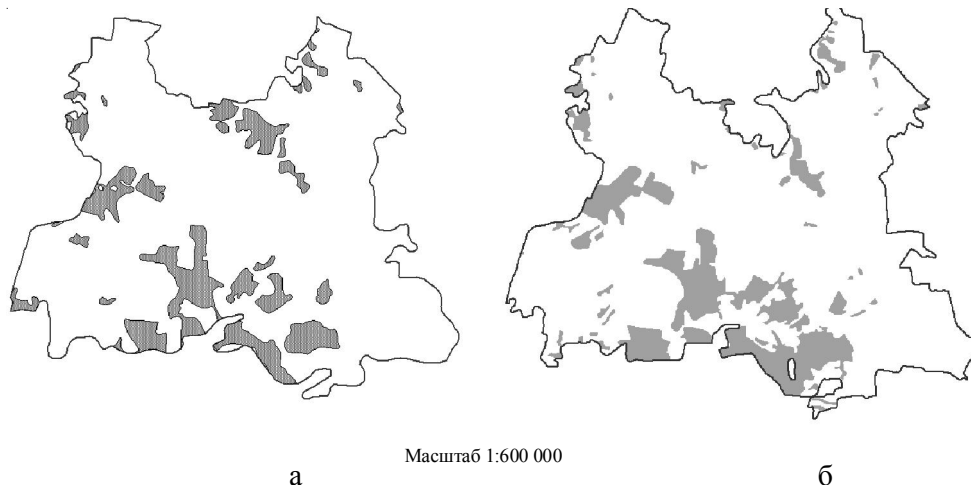


Рис. 3. Лесные ландшафты Инсарского района:
а – 1941 г.; б – 2013 г.

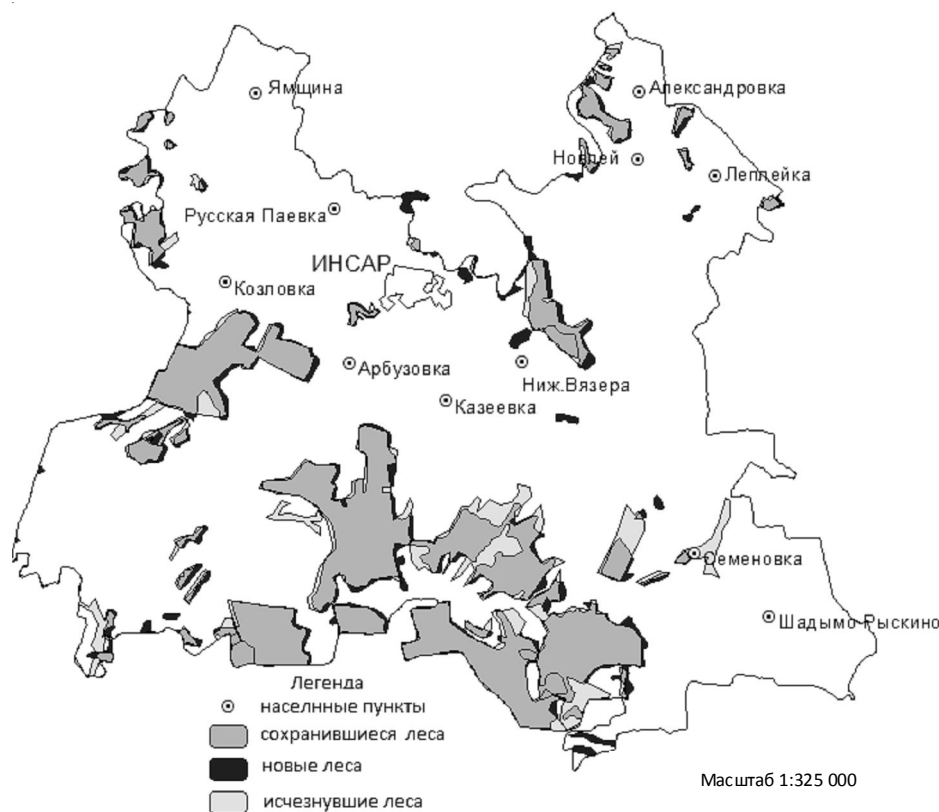


Рис. 4. Динамика площади лесных ландшафтов Инсарского муниципального района

на, полученная по картографическим материалам 1941 и 1989 гг., превышает площадь лесного фонда, полученную в результате дешифрирования актуальных данных ДЗЗ 2013 г. (16,7 % территории). Главной причиной увеличения площади лесных геосистем следует считать забрасывание и неиспользование земель сельскохозяйственного назначения. Вместе с тем необходимо отметить, что на части территории района произошло незначительное уменьшение площади лесных геосистем, связанное с вырубкой леса и пожарами (главным образом, печально знаменитого пожара 2010 г.).

Полученные в результате исследований геоинформационно-картографические модели и статистические данные могут быть использованы при проведении природного компьютерного картографирования на локальном уровне и создании более детальных карт соответствующего комплексного атласа (растительности, лесов, лесных позолащитных полос, подлеска, лесной травянистой растительности, распространения лекарственных растений, лесохозяйственной, нарушенности фитоценозов и др. [11].

Полученные материалы являются геоинформационно-картографической основой для принятия управленческих решений в сфере лесного хозяйства и лесопользования, организации и ведения мониторинга и направлены на решение задач оптимизации регионального природопользования [1; 16–21].

ПРИМЕЧАНИЕ

¹ Исследование выполнено при поддержке РФФИ (проект № 14-05-00860-а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арацкова, А. Д. Аэрокосмический мониторинг территориальных систем Акмолинского Приишимья / А. Д. Арацкова, К. С. Тесленок, С. А. Тесленок // Исследование территориальных систем: теоретические, методические и прикладные аспекты : материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участием (4–6 окт. 2012 г., г. Киров.). – Киров : Лобань, 2012. – С. 510–518.
2. Вдовин, Е. С. Сравнительная оценка лесистости на территориях республик Мордовии и Марий-Эл по результатам классификации спутниковых

снимков LANDSAT / Е. С. Вдовин, А. В. Каверин, Е. Н. Стволкова // *ИнтерКарто/ИнтерГИС-21. Устойчивое развитие территорий: картографо-геоинформационное обеспечение : материалы Междунар. науч. конф. – Краснодар : Кубан. гос. ун-т, 2015. – С. 433–439.*

3. Географический атлас Республики Мордовия. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2012. – 204 с.

4. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды в Республике Мордовия в 2014 году. – Саранск, 2015. – 196 с.

5. Дистанционные материалы в региональных агроландшафтных исследованиях и картографировании / С.А. Тесленок [и др.] // *Геоинформационное картографирование в регионах России : материалы III Всерос. науч.-практ. конф. (Воронеж, 15–18 сент. 2011 г.). – Воронеж : Науч. кн., 2011. – С. 135–146.*

6. Котта, Г. Основания лесоводства / Г. Котта. – СПб., 1835. – 160 с.

7. Лурье, И. К. Основы геоинформатики и создание ГИС : учеб. пособие / И. К. Лурье. – М. : ИНЭКС-92, 2002. – 140 с.

8. Лурье, И. К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков / И. К. Лурье. – М. : КДУ, 2008. – 424 с.

9. Министерство лесного, охотничьего хозяйства и природопользования Республики Мордовия. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://minleshoz.e-mordovia.ru/>. – Загл. с экрана.

10. Отечественные лесоводы. – М. : Гослесбуиздат, 1953. – 190 с.

11. Бучацкая, Н. В. Природное компьютерное картографирование на локальном уровне / Н. В. Бучацкая [и др.] // *ИнтерКарто/ИнтерГИС-21. Устойчивое развитие территорий: картографо-геоинформационное обеспечение : материалы Междунар. науч. конф. – Краснодар : Кубан. гос. ун-т, 2015. – С. 396–408.*

12. Режимы степных особо охраняемых природных территорий : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 130-летию со дня рождения проф. В.В. Алехина (г. Курск – пос. Заповедный, 15–18 янв. 2012 г.). – Курск, 2012. – 276 с.

13. Серапинас, Б. Б. Математическая картография : учебник для вузов / Б. Б. Серапинас. – М. : Академия, 2005. – 339 с.

14. Смирнов, Л. Е. Аэрокосмические методы географических исследований / Л. Е. Смирнов. – СПб. : Изд-во СПбУ, 2005. – 348 с.

15. Тесленок, К. С. Использование возможностей цифрового образовательного ресурса «Справочник “Ландшафты Земли” для создания региональной части по Республике Мордовия / К. С. Тесленок, С. А. Тесленок, О. А. Чекурова // *Огарев-online. Раздел «Науки о Земле». – 2015. – № 4. –*

Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/ispolzovanie-vozmozhnostej-cifrovogo-obrazovatel'nogo-resursa-spravochnik-landshafty-zemli-dlya-sozdaniya-regionalnoj-chasti-pro-respublike-mordoviya>. – Загл. с экрана.

16. Тесленок, К. С. Использование геоинформационных технологий для принятия оперативных управленческих решений в целях рационализации сельскохозяйственного природопользования / К. С. Тесленок, С. А. Тесленок // *Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы : сб. ст. X Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза : РИО ПГСХА, 2014. – С. 103–106.*

17. Тесленок, К. С. Мониторинг площади земель лесных ландшафтов на основе картографической базы данных ГИС / К. С. Тесленок, А. В. Горелов, С. А. Тесленок // *Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов : сб. докл. IX Междунар. науч. конф. аспирантов и студентов. – Донецк : ГВУЗ «ДонНТУ», 2015. – С. 209–211.*

18. Тесленок, К. С. Технология получения аэрокосмической информации для решения проблем природопользования / К. С. Тесленок, С. А. Тесленок // *Природоресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России : сб. ст. XIII Междунар. науч.-практич. конф. – Пенза : РИО ПГСХА, 2015. – С. 90–94.*

19. Тесленок, С. А. Агроландшафтогенез в районах интенсивного хозяйственного освоения: исследование с использованием ГИС-технологий : монография / С. А. Тесленок. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publ., 2014. – 189 с.

20. Тесленок, С. А. Опыт использования возможностей алгебры растров в геоэкологических исследованиях / С. А. Тесленок, К. С. Тесленок, В. Ф. Манухов // *Известия Смоленского государственного университета. – 2014. – № 1 (25). – С. 368–379.*

21. Тесленок, С. А. Технологии ГИС и ДЗЗ в управлении ресурсами и природопользованием АПК / С. А. Тесленок, К. С. Тесленок // *Проблемы и перспективы развития агропромышленного производства: монография. – Пенза : РИО ПГСХА, 2014. – С. 166–181.*

22. Шаши, Ш. Основы пространственных баз данных / Ш. Шаши, Ч. Санжей – М. : Кудиц-образ, 2004. – 336 с.

23. Barrows, H. H. Geography as Human Ecology / H. H. Barrows // *Annals of the Association of American Geographers. – 1923. – Vol. 13, № 1. – P. 1–14. – Electronic text data. – Mode of access: <http://www.jstor.org/stable/2560816> (Date of access: 1 Dec. 2015). – Title from screen.*

24. Chuvieco, E. Forest Fire Prevention and Assessment / E. Chuvieco // *Special Edition, Remote Sensing of Environment – 2004. – Vol. 92, is. 3. – P. 295–423.*

25. Fowler, P. J. World Heritage Cultural Landscapes 1992-2002 / P. J. Fowler // Fowler World Heritage Papers 6. / UNESCO, World Heritage Center. – 2003. – 140 p.

26. Justice, C. O. Global Observation of Forest Cover (GOFC) – Fire: The Way Forward / C. O. Justice // Proceedings of the Workshop on “Earth Observation Satellites for Earth Resource Monitoring”, Asian Institute of Technology. – 2000: Amarin Printing and Publishing Co. Ltd., Thailand. – P. 92–98.

27. Justice, C. O. MODIS Science Team Meeting Land Discipline Summary / C. O. Justice // Earth Observer. – 2002. – Vol. 5 (14). – P. 12–13.

28. Marsh, G. P. Man and nature, or, Physical geography as modified by human action / G. P. Marsh. – N. Y., Scribner, 1864. – 560 p. – Electronic text data. – Mode of access: http://openlibrary.org/b/OL14645794M/Man_and_nature_or_Physical_geography_as_modified_by_human_action (Date of access: 1 Dec. 2015). – Title from screen.

29. Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention / UNESCO, WHC-99/2, 1999. – 38 p.

30. Sherlock, R. L. Man as a geological agent, an account of his action on inanimate nature / R. L. Sherlock. – L., H. F. & G. Witherby, 1922. – 372 p. – Electronic text data. – Mode of access: <http://www.archive.org/details/manasgeological00sheriala> (Date of access: 1 Dec. 2015). – Title from screen.

REFERENCES

1. Aratskova A.D., Teslenok K.S., Teslenok S.A. Aerokosmicheskiy monitoring territorialnykh sistem Akmolinskogo Priishimya [Aerospace monitoring of territorial systems of Akmola Priishimye]. *Issledovanie territorialnykh sistem: teoreticheskie, metodicheskie i prikladnye aspekty: materialy Vseros. nauch. konf. s mezhdunar. uchastiem (4–6 okt. 2012 g., g. Kirov)* [Research of Territorial Systems: Theoretical, Methodological and Applied Aspects: Materials of All-Russian Scientific Conference With International Participation (October 4-6, 2012, Kirov)]. Kirov, Loban Publ., 2012, pp. 510-518.

2. Vdovin E.S., Kaverin A.V., Stvolkova E.N. Sravnitel'naya otsenka lesistosti na territoriyakh respublik Mordovii i Mariy-El po rezultatam klassifikatsii sputnikovyykh snimkov LANDSAT [Comparative Assessment of Forest Cover in the Republics of Mordovia and Mari El According to the Results of the LANDSAT Satellite Images Classification]. *InterKarto/InterGIS-21. Ustoychivoe razvitie territoriy: kartografo-geoinformatsionnoe obespechenie: materialy Mezhdunar. nauch. konf. [InterKarto/InterGIS-21. Sustainable development of*

territories: Cartography and GI Support. Proceeding of the International Conference]. Krasnodar, Kubanskiy gosudarstvennyy universitet Publ., 2015, pp. 433-439.

3. Jamashkin A.A., ed. *Geograficheskiy atlas Respubliki Mordoviya* [Geographical Atlas of the Republic of Mordovia]. Saransk, Izd-vo Mordovskogo universiteta, 2012. 204 p.

4. Shumkin V.T., ed. *Gosudarstvennyy doklad o sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchey sredy v Respublike Mordoviya v 2014 godu* [State report on the state and protection of the environment in the Republic of Mordovia in 2014]. Saransk, 2015. 196 p.

5. Teslenok S.A., Teslenok K.S., Rodin A.V., Zhirnov S.A. Distantionnye materialy v regional'nykh agrolandshaftnykh issledovaniyakh i kartografirovanii [Remote materials in agrolandscape regional research and mapping]. *Geoinformatsionnoe kartografirovanie v regionakh Rossii: materialy III Vseros. nauch.-prakt. konf. (Voronezh, 15–18 sent. 2011 g.)* [Geoinformation mapping in regions of Russia: Materials of III All-Russian scientific-practical conference (Voronezh, 15-18 September 2011)]. Voronezh, Nauchnaya kniga Publ., 2011, 135-146 p.

6. Kotta G. *Osnovaniya lesovodstva* [Forestry Foundations]. Saint Petersburg, 1835. 160 p.

7. Lurye I.K. *Osnovy geoinformatiki i sozдание GIS: uchebnoe posobie* [Basics of Geoinformatics and GIS creation: a tutorial]. Moscow, INJeKS-92 Publ., 2002. 140 p.

8. Lurye I.K. *Geoinformatsionnoe kartografirovanie. Metody geoinformatiki i tsifrovoy obrabotki kosmicheskikh snimkov* [Geoinformation mapping. The methods of geoinformatics and digital processing of satellite images]. Moscow, KDU Publ., 2008. 424 p.

9. Ministerstvo lesnogo, okhotnichyego khozyaystva i prirodopolzovaniya Respubliki Mordoviya [Ministry of Forestry, hunting economy and Nature Management of the Republic of Mordovia]. Available at: <http://minleshoz.e-mordovia.ru/> (accessed December 1, 2015).

10. Nesterov V.G., ed. *Otechestvennye lesovody* [The domestic foresters]. Moscow, Goslesbumizdat Publ., 1953. 190 p.

11. Buchackaja N.V., Teslenok S.A., Kozlov D.A., Teslenok K.S. Prirodnoe kompjuternoe kartografirovanie na lokal'nom urovne [Natural Computer Mapping at the Local Level]. *InterKarto/InterGIS-21. Ustoychivoe razvitie territorij: kartografo-geoinformatsionnoe obespechenie: materialy Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii* [InterKarto/InterGIS-21. Sustainable development of territories: Cartography and GI Support. Proceeding of the International Conference]. Krasnodar, Kubanskiy gosudarstvennyy universitet Publ., 2015, pp. 396-408.

12. Ryzhkov O.V., ed. *Rezhimy stepnyh osobno ohranjaemyh prirodnyh territorij: Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvjashhennoj 130-letiju so dnja rozhdenija professora V.V. Alehina (g. Kursk – pos. Zapovednyj, 15-18 janvarja 2012 g.)* [Modes of steppe specially protected natural territories: Materials of the international scientific-practical conference dedicated to the 130th anniversary of the birth of Professor V.V. Alehin (Kursk - Zapovedny, 15-18 January 2012)]. Kursk, 2012. 276 p.
13. Serapinas B.B. *Matematicheskaja kartografija: Uchebnik dlja vuzov* [Mathematical cartography: the Textbook for high schools]. Moscow, Izdatelskij centr "Akademija" Publ., 2005. 339 p.
14. Smirnov L.E. *Ajerokosmicheskie metody geograficheskikh issledovanij* [Aerospace methods of geographical research]. Saint Petersburg, Izdatelstvo SpbU Publ., 2005. 348 p.
15. Teslenok K.S., Teslenok S.A., Chekurova O.A. Ispolzovanie vozmozhnostej cifrovogo obrazovatel'nogo resursa "Spravochnik "Landschafty Zemli" dlja sozdaniya regionalnoj chasti po Respublike Mordovija [Digital Educational Resource "Landscapes of the Earth": an Experience of Mordovia Republic Coverage]. *Ogarev-online. Razdel "Nauki o Zemle"*, 2015, no. 4. Available at: <http://journal.mrsu.ru/arts/ispolzovanie-vozmozhnostej-cifrovogo-obrazovatel'nogo-resursa-spravochnik-landschafty-zemli-dlja-sozdaniya-regionalnoj-chasti-po-respublike-mordoviya> (accessed December 1, 2015).
16. Teslenok K.S. Teslenok S.A. Ispolzovanie geoinformacionnyh tehnologij dlja prinjatija operativnyh upravlencheskih reshenij v celjah racionalizacii selskohozjajstvennogo prirodopolzovanija [Use of geoinformation technologies for adoption of operational administrative decisions for rationalization of agricultural environmental management]. *Agropromyshlennyj kompleks: sostojanie, problemy, perspektivy: Sbornik statej X Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii* [Agricultural complex: Status, Problems and Prospects: A Collection of Articles X International scientific-practical conference]. Penza, RIO PGSHA Publ., 2014, pp. 103-106.
17. Teslenok K.S. Gorelov A.V., Teslenok S.A. Monitoring ploshhadi zemel lesnyh landshaftov na osnove kartograficheskoj bazy dannyh GIS [Monitoring of land area of forest landscapes on the basis of a map database of GIS]. *Ohrana okruzhajushhej sredy i racionalnoe ispolzovanie prirodnyh resursov: sbornik dokladov IX Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii aspirantov i studentov* [Environmental protection and rational use of natural resources: the collection of reports IX International scientific conference of graduate students and students]. Doneck, GVUZ "DonNTU" Publ., 2015, pp. 209-211.
18. Teslenok K.S., Teslenok S.A. Tehnologija poluchenija ajerokosmicheskoj informacii dlja reshenija problem prirodopolzovanija [Technology of Obtaining Aerospace Information for the Solution of Problems of Environmental Management]. *Prirodnorekursnyj potencial, jekologija i ustojchivoje razvitie regionov Rossii: sbornik statej XIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii* [Natural-resource potential, ecology and sustainable development of regions of Russia: a collection of articles XIII International Scientific and Practical Conference]. Penza, RIO PGSHA Publ., 2015, pp. 90-94.
19. Teslenok S.A. Agrolandshaftogenez v rajonah intensivnogo hozjajstvennogo osvoenija: Issledovanie s ispol'zovaniem GIS-tehnologij. Monografija [Agrolandshaftogenez in areas of intensive economic development: A study by using GIS technology: monography]. Saarbrücken, LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. 189 p.
20. Teslenok S.A., Teslenok K.S., Manuhov V.F. Opyt ispolzovanija vozmozhnostej algebry rastrov v geojekologicheskikh issledovanijah [Experience of Using the Possibilities of Map Algebra in Geological Research]. *Izvestija Smolenskogo gosudarstvennogo universiteta* [News of the Smolensk State University]. 2014, no. 1 (25), pp. 368-379.
21. Teslenok S.A., Teslenok K.S. Tehnologii GIS i DZZ v upravlenii resursami i prirodopolzovanii APK [GIS Technology and Remote Sensing in Resource Management and Nature Management of Agrarian and Industrial Complex]. *Problemy i perspektivy razvitija agropromyshlennogo proizvodstva: monografija* [Problems and prospects of development of agricultural production: a monograph]. Penza, RIO PGSHA Publ., 2014, pp. 166-181.
22. Shashi Sh., Sanzhej Ch. Osnovy prostranstvennyh baz dannyh [Fundamentals of spatial databases]. Moscow, Kudic-obraz Publ., 2004. 336 p.
23. Barrows H.H. Geography as Human Ecology. *Annals of the Association of American Geographers*, 1923, vol. 13, no. 1, Mar., pp. 1-14. Available at: <http://www.jstor.org/stable/2560816> (accessed December, 1 2015).
24. Chuvieco E. and Justice C.O. Forest Fire Prevention and Assessment. *Special Edition, Remote Sensing of Environment*, 2004, vol. 92, iss. 3, pp. 295-423.
25. Fowler P.J. World Heritage Cultural Landscapes 1992-2002. *World Heritage Papers 6*. UNESCO World Heritage Center, 2003, 140 p.
26. Justice C.O. Global Observation of Forest Cover (GOFC) – Fire: The Way Forward. *Proceedings of the Workshop on "Earth Observation Satellites for Earth Resource*

Monitoring”, Asian Institute of Technology, Bangkok Thailand, 2000, Amarin Printing and Publishing Co. Ltd., Thailand, pp. 92-98.

27. Justice C.O. MODIS Science Team Meeting Land Discipline Summary, *Earth Observer*, 2002, September/October, vol. 5 (14), pp. 12-13.

28. Marsh G.P. *Man and nature, or, Physical geography as modified by human action*. N. Y., Scribner, 1864. 560 p. Available at: http://openlibrary.org/b/OL14645794M/Man_and_nature_or_Physical_

[geography_as_modified_by_human_action](http://www.geography_as_modified_by_human_action) (accessed December 1, 2015).

29. Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention. *UNESCO*, WHC-99/2, 1999. 38 p.

30. Sherlock R.L. *Man as a geological agent, an account of his action on inanimate nature*. L., H. F. & G.+Wetherby, 1922. 372 p. Available at: <http://www.archive.org/details/manasgeologicala00seriala> (accessed December 1, 2015).

ANALYSIS OF DYNAMICS OF FOREST LANDSCAPES OF ADMINISTRATIVE DISTRICT BY MEANS OF GIS TECHNOLOGIES

Sergey Adamovich Teslenok

Candidate of Geographical Sciences,
Associate Professor, Department of Geodesy, Cartography and Geoinformation,
Mordovian State University named after N.P. Ogarev
teslserg@mail.ru
Bolshevitskaya St., 68, 430005 Saransk, Russian Federation

Kirill Sergeevich Teslenok

Postgraduate Student, Department of Physical and Socio-Economic Geography,
Mordovian State University named after N.P. Ogarev
kirilltes@mail.ru
Bolshevitskaya St., 68, 430005 Saransk, Russian Federation

Aleksandr Vladimirovich Gorelov

Student, Department of Geodesy, Cartography and Geoinformation,
Mordovian State University named after N.P. Ogarev
gorelov1994@bk.ru
Bolshevitskaya St., 68, 430005 Saransk, Russian Federation

Abstract. On the example of the territory of Insarsky District, located in the South of the middle part of the Republic of Mordovia, the authors reviewed the methodology and presented the results of the use of geographic information and aerospace technologies for the analysis of the dynamics of forest landscape in the period between the time slices – 1941 and 2009. The research allowed to reveal tendencies of change and development of forest landscapes through the creation of specialized GIS databases and the use of software ArcView GIS, MapInfo Professional, SAS.Planet, ERDAS Imagine, EasyTrace.

Baseline data were presented cartographic materials – retrospective traditional and digital, as well as the actual remote sensing data. Determining the area of forest landscapes, analysis, comparison, display and cartographic visualization of their dynamics are based on cartographic materials produced using GIS technology. In the GIS have been produced covered (overlay) vector layers, analysis and comparison of obtained maps identifying the direction (increase or decrease) of the changes and their possible causes, in order to reveal the dynamics the area of forest landscapes. In the case of processing of raster cartographic materials you can use toolkit raster algebra (map algebra). As a result, have been identified direction and possible causes of the changes the area of forest geosystems for each of the studied time sections, as well as the quantitative characteristics of extant disappeared and re-emerged of their arrays. In most of the analyzed territory there was an increase of forest landscapes, the cause of which

should be considered as abandonment and non-use of agricultural land. The slight decrease in the area of forest geosystems may be associated with deforestation and fires.

Obtained through research geoinformation and cartographic models and statistics are the basis for management decisions in the field of forestry and forest management, organization and conduct of monitoring and directed ultimately to solve optimization problems of regional nature management.

Key words: geographic information systems, GIS, geoinformation technology, Earth remote sensing data, geoinformation mapping, forest landscapes, dynamic of forest area, Republic of Mordovia, Insarsky District.