

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ГРАНИЦ СТАВРОПОЛЬСКОГО ГОРОДСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА

Д.А. Липилин^{1,2}, Д.А. Гура^{1,3}, Е.В. Яроцкая¹, Н.О. Науменко³✉

¹ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», 350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. Калинина, д. 13

²ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», 350040, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149

³ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», 350072, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Московская, д. 2

naumenko.nadyusha@mail.ru

Проведено исследование методом сравнения пространственных данных проекта организации и ведения лесного хозяйства Ставропольского лесхоза. Общая площадь Ставропольского городского лесничества с 1997 по 2021 гг. увеличилась на 564,7 га благодаря присоединению территории, покрытой степным ландшафтом. Установлено, что 429,75 га покрытых лесным массивом территорий было исключено из лесничества. Исходя из сведений Единого государственного реестра недвижимости массивы, которые были исключены из состава лесничества, в настоящее время используются под жилую застройку. На космических снимках показаны границы территорий урочищ на момент 1997 и 2021 года, отмечены разными цветами территории, исключенные из общей площади лесничества, а также добавленные участки. Проведенный сравнительный анализ данных за 1997, 2013 и 2021 годы позволяет выявить все изменения в качественном и количественном аспекте. В соответствии с результатами исследования, за исследуемый период прослеживается положительная динамика увеличения площади Ставропольского городского лесничества. Однако установлено, что на основании результатов детального анализа изменения площади урочищ и краевых заказников, площадь земель лесного фонда, входящих в состав лесничества, уменьшилась. Проведен анализ факторов, оказавших негативное влияние на лесной фонд.

Ключевые слова: геоинформационные системы, спутниковый мониторинг, лесной фонд, лесничество, лесоустройство, лесохозяйственный регламент, особо охраняемые природные территории

Ссылка для цитирования: Липилин Д.А., Гура Д.А., Яроцкая Е.В., Науменко Н.О. Геоинформационный анализ изменения границ Ставропольского городского лесничества // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2022. Т. 26. № 5. С. 40–53. DOI: 10.18698/2542-1468-2022-5-40-53

Ставропольский край расположен на юге европейской части Российской Федерации, в центральной и восточной части Северного Кавказа.

Земли Ставропольского края можно отнести к тем территориям, на которых площадь земель лесного фонда незначительна — 114,6 тыс. га или 1,7 % площади всех земель. Лесистость, показатель степени облесенности территории, рассчитываемая отношением территорий с преобладающей лесной растительностью к площади территории всего региона, составляет 0,1 %...7,0 %. Показатели зависят от климатических, почвенных и физико-географических условий [3, 4].

Происходящие негативные процессы, такие как подтопление, заболачивание, рост оврагов, сбитость пастбищ, ветровая и водная эрозия, нивелируются проводимыми мероприятиями по лесоразведению и защите леса, что дает благоприятный эффект по стабилизации ситуации [1, 2].

21 августа 2008 года вышел приказ Рослесхоза по Ставропольскому краю, в котором было

утверждено 12 государственных казенных учреждений (лесничеств) для охраны и использования, воспроизводства и защиты лесов (рис. 1), в том числе и Ставропольское.

Ставропольское городское лесничество находится на западе Ставропольского края в пределах территории города Ставрополя. В соответствии с районированием территории Ставропольского края по признакам различия и сходства агроклиматических условий земли Ставропольского городского лесничества расположены в зоне неустойчивого увлажнения, которая характеризуется следующими факторами: теплым сухим летом, длительным вегетационным периодом, умеренно-континентальным климатом, умеренной зимой и недостаточным увлажнением [5–7]. Температура в летний период в среднем составляет +21,5 °С, а в зимний –5 °С. Максимально низкую зимнюю температуру, в частности –31 °С, вызывает появление холодных воздушных масс с Атлантического океана. Критическая температура летом поднимается до +40 °С вследствие перемещения воздушных масс из тропических широт [8, 9].

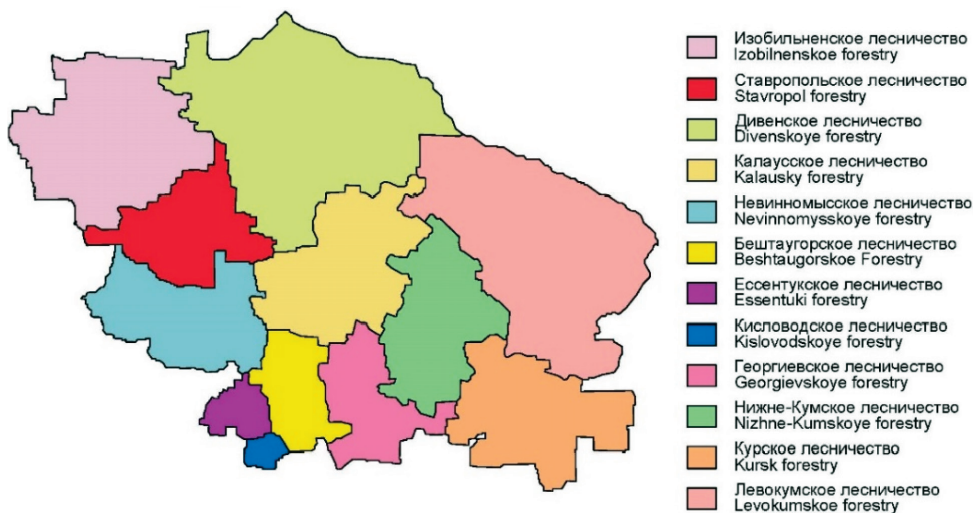


Рис. 1. Схема организации лесничеств Ставропольского края
Fig. 1. Scheme of the forestry units in Stavropol Territory

Осенью распространены осадки в виде сильных дождей. Зимой слой снега может достигать 16 см, хотя снежный покров нестабильный и сохраняется не более 2 мес. Среднее количество осадков за год — 480 мм.

Ставропольское городское лесничество размещено на пересеченной местности, некоторые формы рельефа позволяют увидеть древние морские отложения [10–12]. Территория разделена балками и долинами рек на отдельные столовые горы; отложения представлены известняками, глинами и песчаниками. Почвы отличаются большим разнообразием [13, 14]. Преимущественно это карбонатный чернозем средне- и тяжелосуглинистого механического состава, что обуславливает его высокое плодородие. Изредка встречаются солонцевато-глинистые и песчано-глинистые разновидности чернозема.

Цель работы

Цель работы — анализ динамики изменений границ урочищ, входящих в состав Ставропольского городского лесничества, с 1997 по 2021 год, отображение изменений на фрагментах космоснимка.

Материалы и методы

Лесоустроительные работы с 1985 по 1997 гг. во всех бывших лесхозах Ставропольского края проводила Вторая Воронежская экспедиция Государственного специализированного лесоустроительного предприятия «Воронежлеспроект». Лесхозами производились работы по упорядочению территории в дни выполнения комплекса подготовительных работ к лесоустройству. С органами землеустройства каждого района были согласованы границы и площади лесного фонда лесхозов, а также проведена инвентаризация лес-

ного фонда методом глазомерно-измерительной и наземной глазомерной таксации [15, 16].

За исходные данные для анализа динамики изменения границ урочищ, входящих в состав Ставропольского городского лесничества, были взяты материалы:

- Постановление Администрации города Ставрополя Ставропольского края от 19 февраля 2021 г. N 339 «Об утверждении лесохозяйственного регламента Ставропольского городского лесничества»;

- Постановление Администрации города Ставрополя Ставропольского края от 17 июня 2013 г. N 1970 «Об утверждении лесохозяйственного регламента Ставропольского городского лесничества»;

- проект организации и ведения лесного хозяйства Ставропольского лесхоза (ФГБУ «Воронежлеспроект», г. Воронеж, 1997 г.).

В настоящем исследовании кроме вышеуказанных данных о границах лесного фонда в качестве дополнительного источника информации о текущем состоянии местности были использованы актуальные спутниковые фотоснимки сверхвысокого пространственного разрешения (0,5...1,0 м) полученные из программного комплекса Google Earth Pro, с высокой обзорностью и информативностью.

Обработка спутниковых фотоснимков и картографических материалов проводилась в профессиональном геоинформационном программном обеспечении (программный комплекс ArcGIS) в системах координат WGS-84 UTM zone 37N и местной системе координат Ставропольского края (МСК-26). Выбор данных систем координат обусловлен прежде всего наличием разнообразных исходных данных, например, спутниковые снимки имеют исходную привязку во всемирной системе геодезических параметров Земли

1984 года (WGS-84), а границы лесного фонда, представленные в нормативно-правовых актах, в системе координат единого государственного реестра недвижимости (МСК-26).

На первоначальном этапе была осуществлена пространственная привязка к местности лесоустроительных материалов, а также к картам-схемам участков Ставропольского городского лесничества, представленных в нормативно-правовых актах. Следующим шагом была выполнена оцифровка привязанных материалов и создание пространственных слоев (в формате *.shp). Далее решение поставленных задач пространственного анализа осуществлялось на основе применения как общенаучных методов (описания, сравнения), так и специализированных (картографического, геоинформационного) посредством осуществления ретроспективного анализа и интерпретации графической информации [17, 18].

Анализ изменения площади проводился как в целом в лесничестве, так и в каждом из следующих урочищ: «Мамайская лесная дача», «Русская лесная дача», «Таманская лесная дача», «Члинский лес», «Ташлянский склон», «За бойней», «Мутнянка», «Надежда», «Сенгилеевское озеро», Краевой заказник «Вишневая поляна», «Бибердова дача», Краевой заказник «Приозерный». В результате были выявлены сводные данные по изменению площади и количеству участков Ставропольского городского лесничества (табл. 1).

Результаты и обсуждение

Согласно официальным данным Управления Федеральной службы государственной статистики по Северо-Кавказскому федеральному округу за последние три десятилетия наблюдается значительный рост постоянно проживающего населения города Ставрополя, что обусловило значительное увеличение стоимости земельных ресурсов, повышение рекреационной нагрузки на леса как места отдыха жителей города. Как следствие, санитарное состояние Ставропольского городского лесничества ухудшилось, участились лесные пожары, и нарушилось соблюдение санитарных норм в лесном фонде [21]. С ростом населения увеличивался жилой фонд, нередко путем застройки территории по границам рассматриваемого лесничества. Такая тенденция четко видна на фрагментах космоснимков урочищ «Мутнянка», «Русская Лесная дача», «Таманская лесная дача» и др.

Как известно, климатические факторы оказывают большое влияние на растительность, в том числе лесную. Систематически повторяющиеся засухи и суховеи, сильные ветры, которые в наибольшей степени проявляются на возвышенных участках и в долинах, поздневесенние и раннео-

Т а б л и ц а 1

Сводные данные о динамике площадей и количестве участков Ставропольского городского лесничества

Summary data on the dynamics of the areas and the number of the Stavropol urban forestry plots

| По состоянию на год | Количество земельных участков, шт. | Площадь, га |
|---------------------|--|-------------|
| 1997 | 54 лесных квартала (кадастровые номера земельных участков отсутствуют) | 3374 |
| 2013 | 189 | 2454,9 |
| 2021 | 214 | 3938,7 |

Т а б л и ц а 2

Урочища Ставропольского городского лесничества и динамика изменения их площадей с 2013 по 2021 гг.

Stavropol urban forestry stows and the dynamics of area changes from 2013 to 2021

| Наименование урочища | Площадь, га | | Динамика 2013–2021 г. | |
|------------------------------------|-------------|--------|-----------------------|-----|
| | 2013 | 2021 | га | % |
| «Мамайская лесная дача» | 944,1 | 954,43 | +10,33 | 1,1 |
| «Русская лесная дача» | 259,9 | 262,3 | +2,4 | 0,9 |
| «Таманская лесная дача» | 441,5 | 441,8 | +0,3 | 0,1 |
| «Члинский лес» | 196,2 | 196,2 | 0 | 0 |
| «Ташлянский склон» | 72,7 | 72,7 | 0 | 0 |
| «За бойней» | 39,2 | 39,2 | 0 | 0 |
| «Мутнянка» | 47,6 | 48,1 | +0,5 | 1 |
| «Надежда» | 278,9 | 279,4 | +0,5 | 0,2 |
| «Сенгилеевское озеро» | 174,8 | 174,8 | 0 | 0 |
| Краевой заказник «Вишневая поляна» | – | 72,6 | +72,6 | 100 |
| «Бибердова дача» | – | 7,82 | +7,82 | 100 |
| Краевой заказник «Приозерный» | – | 1389,4 | +1389,4 | 100 |
| Итого | 2454,9 | 3938,7 | +1483,8 | 38 |

сенние заморозки, туманы, как правило, зимние обледенения, в частности образование корок льда (ожеледей) и повреждение ими деревьев, а также крутые склоны, затрудняющие искусственное лесоразведение, — все это в совокупности сформировало в целом неблагоприятные, а порой, и непригодные условия для лесоразведения [19, 20], обусловило потерю биологической устойчивости насаждений, снижение полезных функций леса, широкое распространение патологических явлений и в результате привело к уменьшению покрытой лесом площади, хотя и в пределах лесного фонда [22].

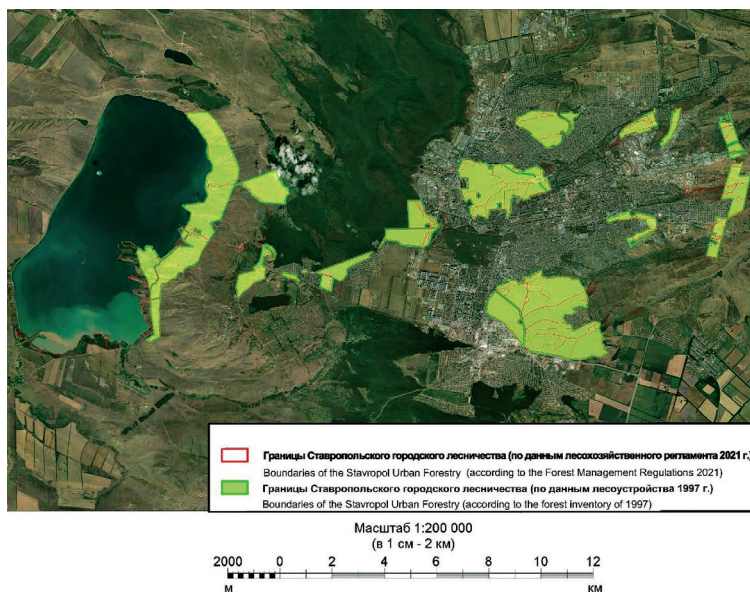


Рис. 2. Обзорная карта Ставропольского городского лесничества с указанием границ лесничества, по данным лесоустройства 1997 г. и лесохозяйственного регламента 2021 г.

Fig. 2. Overview map of the Stavropol urban forestry, indicating the boundaries of forestry according to the forest management of 1997 and forestry regulations 2021

Согласно данным лесохозяйственных регламентов, участки Ставропольского городского лесничества объединены в лесные урочища по принципу взаимного пространственного расположения (табл. 2).

Согласно данным, представленным в табл. 2, площадь Ставропольского городского лесничества с 2013 по 2021 г. увеличилась на 1483,3 га (38 %). Такое изменение обусловлено включением в его состав краевого заказника «Вишневая поляна» площадью 72,6 га, урочища «Бибердова дача» площадью 7,82 га и краевого заказника «Приозерный» площадью 1389,4 га. Кроме того, увеличилась площадь и изменились границы урочищ «Мамайская лесная дача» — на 10,33 га (1,1 %), «Русская Лесная Дача» — на 2,4 га (0,9 %), «Таманская лесная дача» — на 0,3 га (0,1 %), «Мутнянка» — на 0,5 га (1 %) и «Надежда» — на 0,5 га (0,2 %). Такое увеличение площади, покрытой лесной растительностью, произошло в результате естественной восстановительно-возрастной динамики лесов, выполнения мер содействия естественному возобновлению [23, 24], создания лесных культур и перевода молодняков в покрытые лесом площади. Площадь урочищ «Члинский лес», «Ташлянский склон», «За бойней» и «Сенгилеевское озеро» не изменилась.

Отдельно были рассмотрены земли, входившие ранее в территорию Ставропольского лесхоза и, согласно материалам лесоустройства 1997 г., вошли (сохранились) в границы современного городского лесничества (рис. 2).

На основании лесохозяйственного регламента 2021 г. в состав городских лесов вошли 54 лесных квартала: 1–40, 56, 61, 63, 72–81, 85 — общей площадью 3374 га (табл. 3).

Согласно рис. 2 и данным, полученным в результате анализа проекта лесоустройства 1997 г. и лесохозяйственного регламента 2021 г., можно отметить увеличение общей площади Ставропольского городского лесничества. Однако детальный анализ каждого урочища показал, что границы лесничеств изменились с 1997 г. по 2021 г., так как присутствуют участки, включенные в границы лесничеств и исключенные из него.

Наибольшие потери земель лесного фонда произошли в урочище «Мутнянка», «Русская Лесная дача», «Надежда» и краевых заказниках «Вишневая поляна» и «Приозерный».

В границы урочища «Мутнянка» не вошло 26,61 га земель лесного фонда, или 59,26 % общей площади урочища на момент 1997 г. (рис. 3). Согласно сведениям Единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН), исключенные земельные участки используются в настоящее время под жилую застройку.

Аналогичная ситуация произошла и с урочищами «Русская Лесная дача» и «Надежда». Их площадь уменьшилась соответственно на 51,98 и 44,0 га, или на 21,31 и 21,08 % (рис. 4, 5).

Границы краевых заказников «Вишневая поляна» и «Приозерный» были изменены за счет соответственно исключения 20,55 га (30,46 %) и 176,27 га (24,04 %) земель лесного фонда (рис. 6, 7).

Т а б л и ц а 3

Урочища Ставропольского городского лесничества
и динамика изменения их площадей с 1997 по 2021 гг.

Stavropol urban forestry stows and the dynamics of changes in their areas from 1997 to 2021

| Наименование урочища | Площадь на 2021 г., га | Площадь на 1997 г., га | Кварталы лесного фонда, вошедшие лесничество | Потери земель лесного фонда, | |
|------------------------------------|------------------------|-----------------------------|--|------------------------------|-----------------------------|
| | | | | га | % |
| «Мамайская лесная дача» | 954,43 | 910,32 | 22–40 | 44,07 | 4,84 |
| «Русская лесная дача» | 262,3 | 243,96 | 56, 61, 63 | 51,98 | 21,31 |
| «Таманская лесная дача» | 441,8 | 436,27 | 5–12 | 43,08 | 9,87 |
| «Члинский лес» | 196,2 | 193,4 | 1–4 | 7,49 | 3,87 |
| «Ташлянский склон» | 72,7 | 58,82 | 19 | 8,38 | 14,25 |
| «За бойней» | 39,2 | 29,95 | 20 | 4,13 | 13,79 |
| «Мутнянка» | 48,1 | 44,57 | 21 | 26,41 | 59,26 |
| «Надежда» | 279,4 | 208,76 | 13–18 | 44,00 | 21,08 |
| «Сенгилеевское озеро» | 174,8 | 44,44 | 81 | 3,39 | 7,63 |
| Краевой заказник «Вишневая поляна» | 72,6 | 67,47 | 85 | 20,55 | 30,46 |
| «Бибердова дача» | 7,82 | Лесные кварталы отсутствуют | Лесные кварталы отсутствуют | Лесные кварталы отсутствуют | Лесные кварталы отсутствуют |
| Краевой заказник «Приозерный» | 1389,4 | 733,25 | 72–80 | 176,27 | 24,04 |

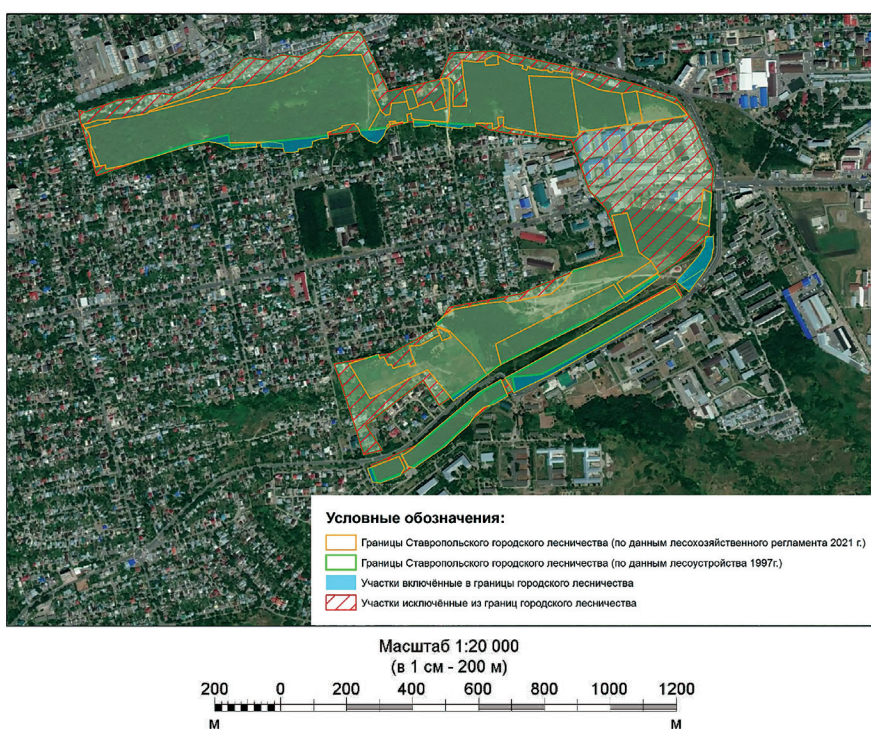


Рис. 3. Изменение границ урочища «Мутнянка» (Источник: <https://www.stav.kp.ru/daily/28337/4482267/>)
Fig. 3. Changing the boundaries of the tract «Mutnyanka» (Source: <https://www.stav.kp.ru/daily/28337/4482267/>)

Однако исходя из сведений ЕГРН, 142,7 га исключенных земель из краевого заказника «Приозерный» являются, по документу, также природным заказником с видом разрешенного использования «Под иными объектами специального назначения».

Границы остальных урочищ претерпели меньшие изменения. Так, по состоянию на 2021 г., по-

тери земель лесного фонда урочища «Мамайская лесная дача» составили 44,07 га (4,84 % общей площади урочища), «Таманская лесная дача» — 43,08 га (9,87 %), «Члинский лес» — 7,49 га (3,87 %), «Ташлянский склон» 8,38 га (14,25 %), «За бойней» — 4,13 га (13,79 %), «Сенгилеевское озеро» — 3,39 га (7,63 %) (рис. 8–10).

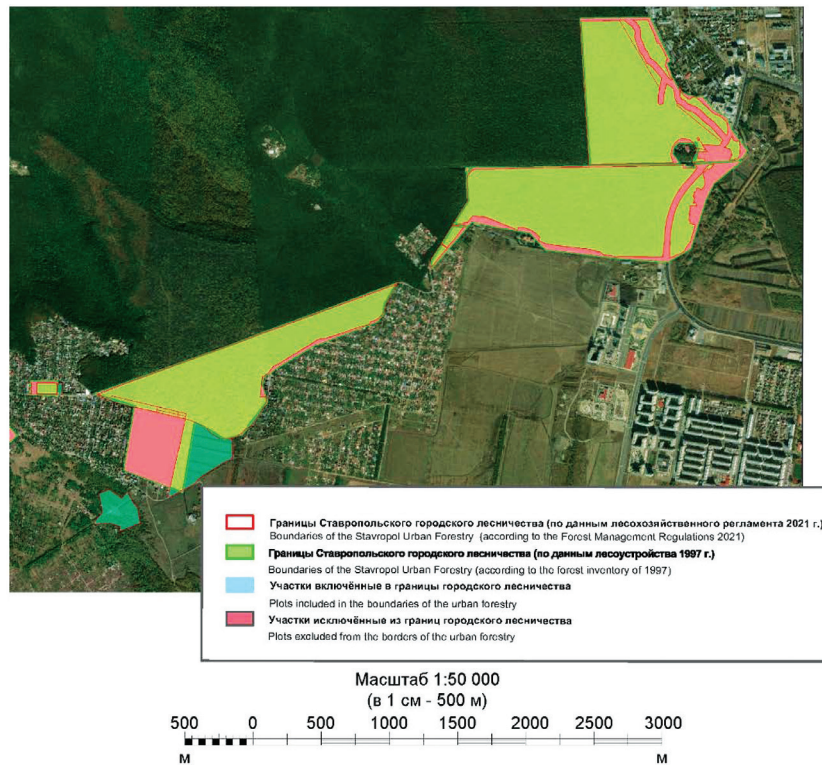


Рис. 4. Изменение границ урочища «Русская Лесная дача»
Fig. 4. Changing the boundaries of the tract « Russian forest dacha»

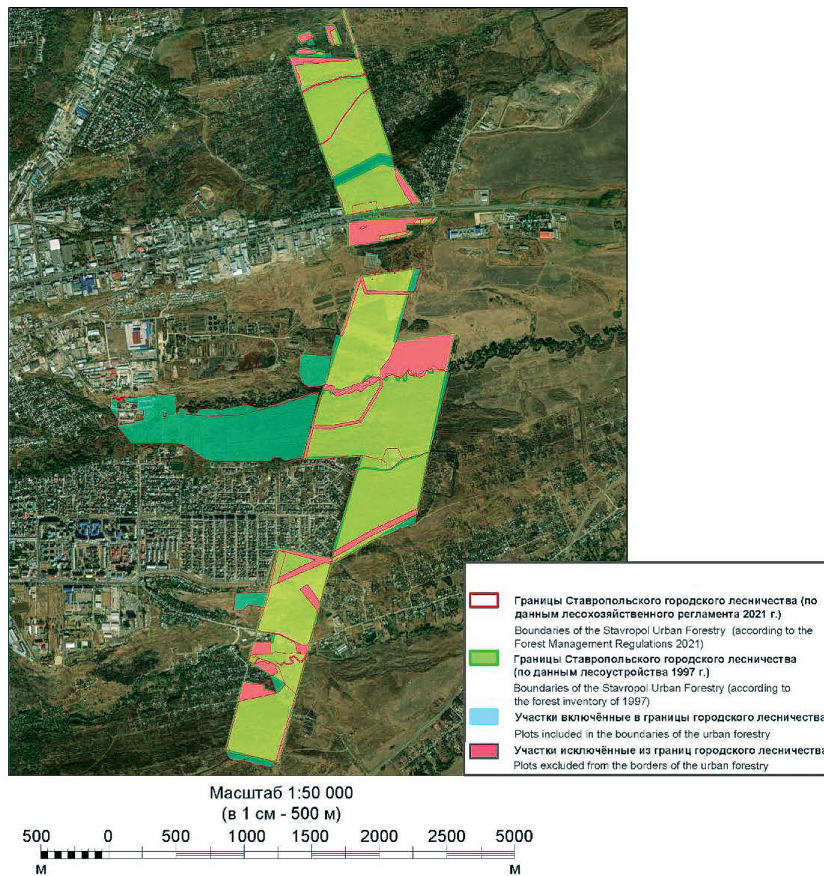


Рис. 5. Изменение границ урочища «Надежда»
Fig. 5. Changing the boundaries of the «Nadezhda» stow

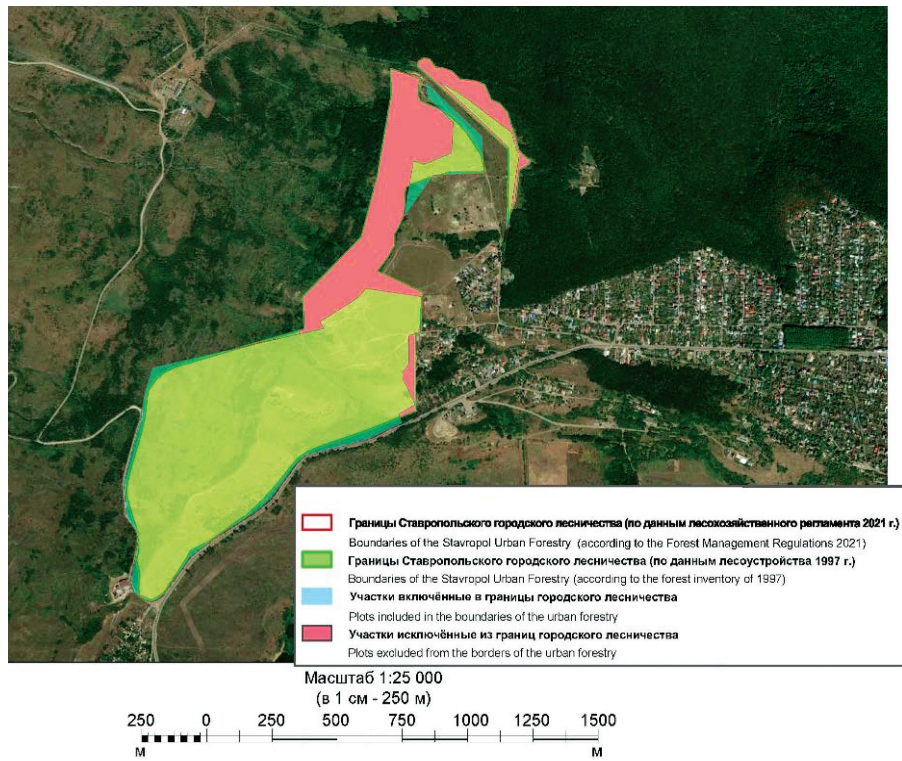


Рис. 6. Изменение границ урочища краевого заказника «Вишневая поляна»
 Fig. 6. Changing the boundaries of the regional reserve «Cherry Glade» stow

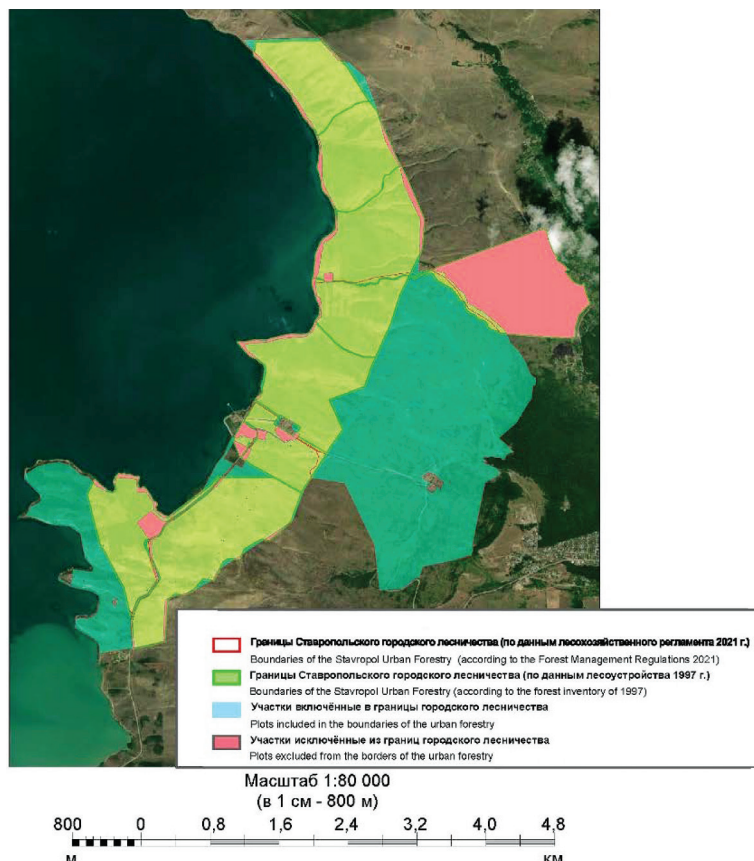


Рис. 7. Изменение границ урочища краевого заказника «Приозерный»
 Fig. 7. Changing the boundaries of the regional reserve «Priozerny» stow

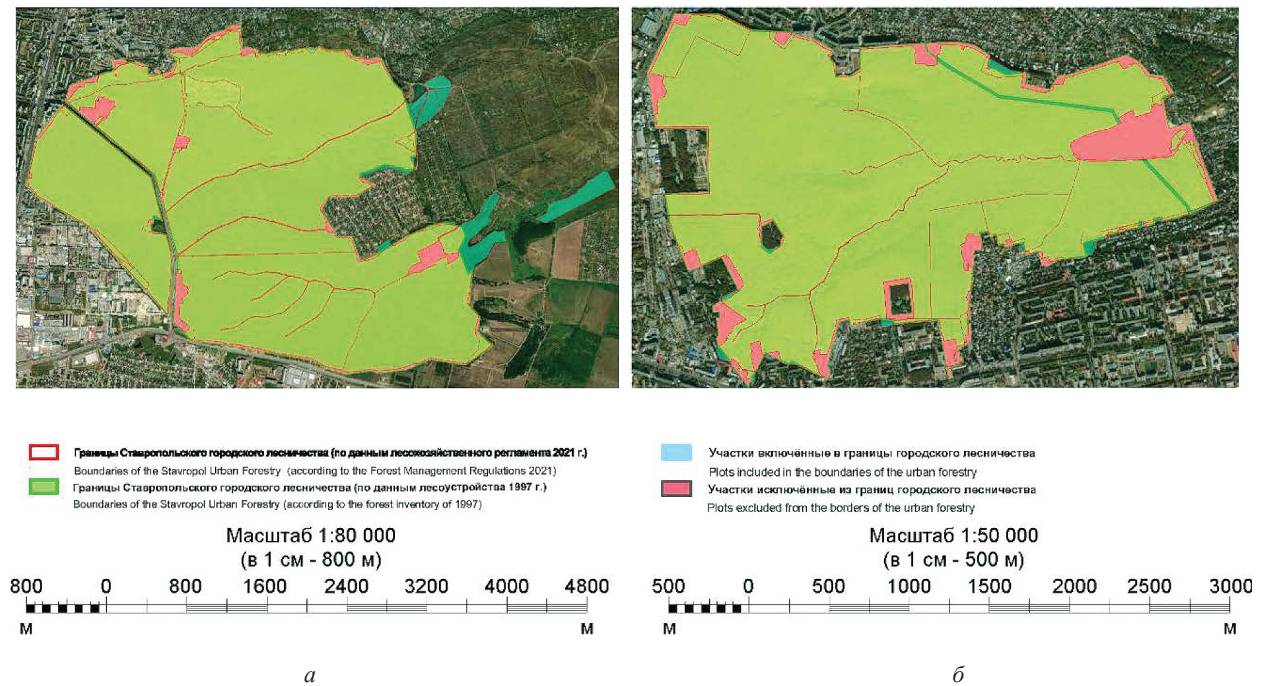


Рис. 8. Изменение границ урочищ «Мамайская лесная дача» (а), «Таманская лесная дача» (б)
Fig. 8. Changing the boundaries of «Mamayskaya lesnaya dacha» stows (a), «Tamanskaya lesnaya dacha» (b)

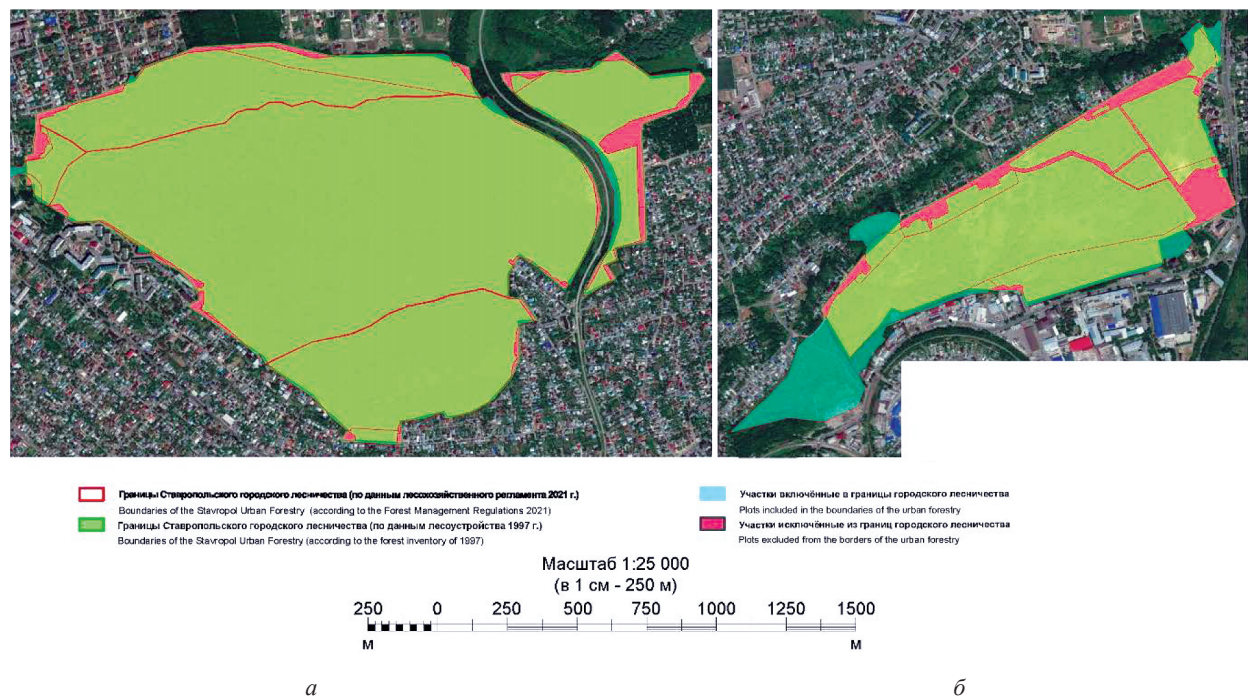


Рис. 9. Изменения границ урочищ «Члинский Лес» (а), «Ташлянский склон» (б)
Fig. 9. Changing the boundaries of «Chlinsky forest» (a), «Tashlyansky slope» (b) stows

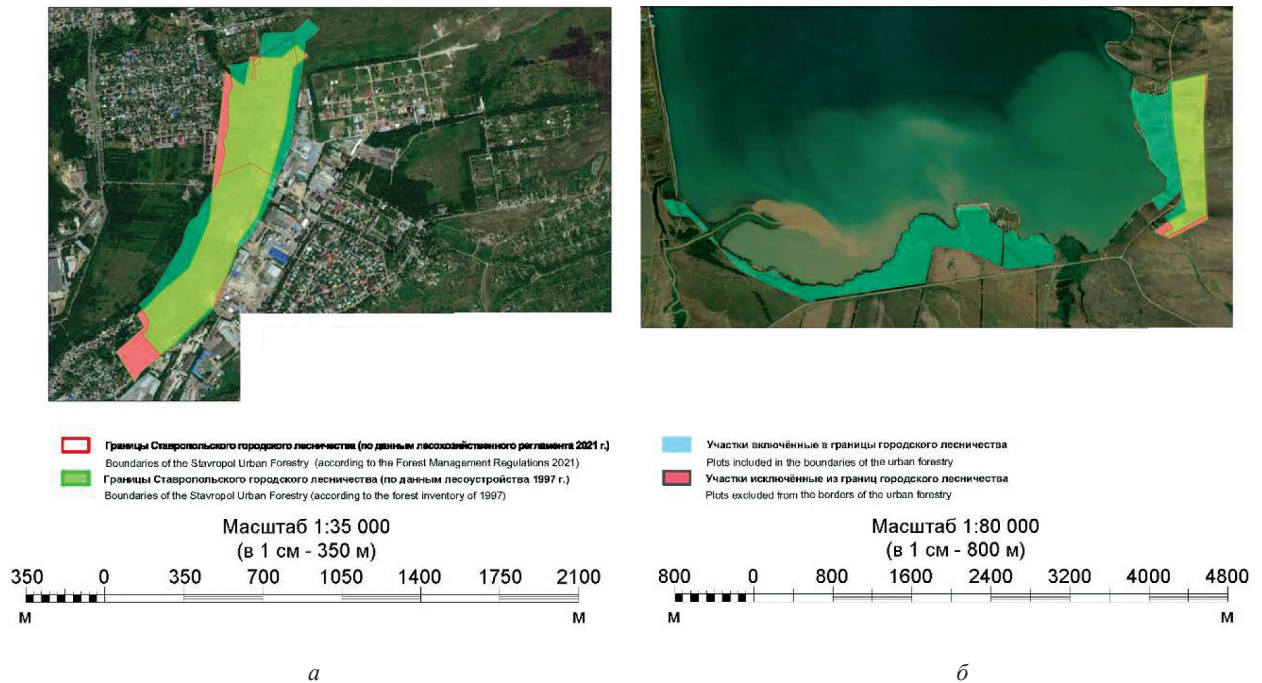


Рис. 10. Изменение границ урочищ «За бойней» (а), «Сенгилеевское озеро» (б)
 Fig. 10. Changing the boundaries of «Za bojnei» (a), «Sengileey lake» (b) stows

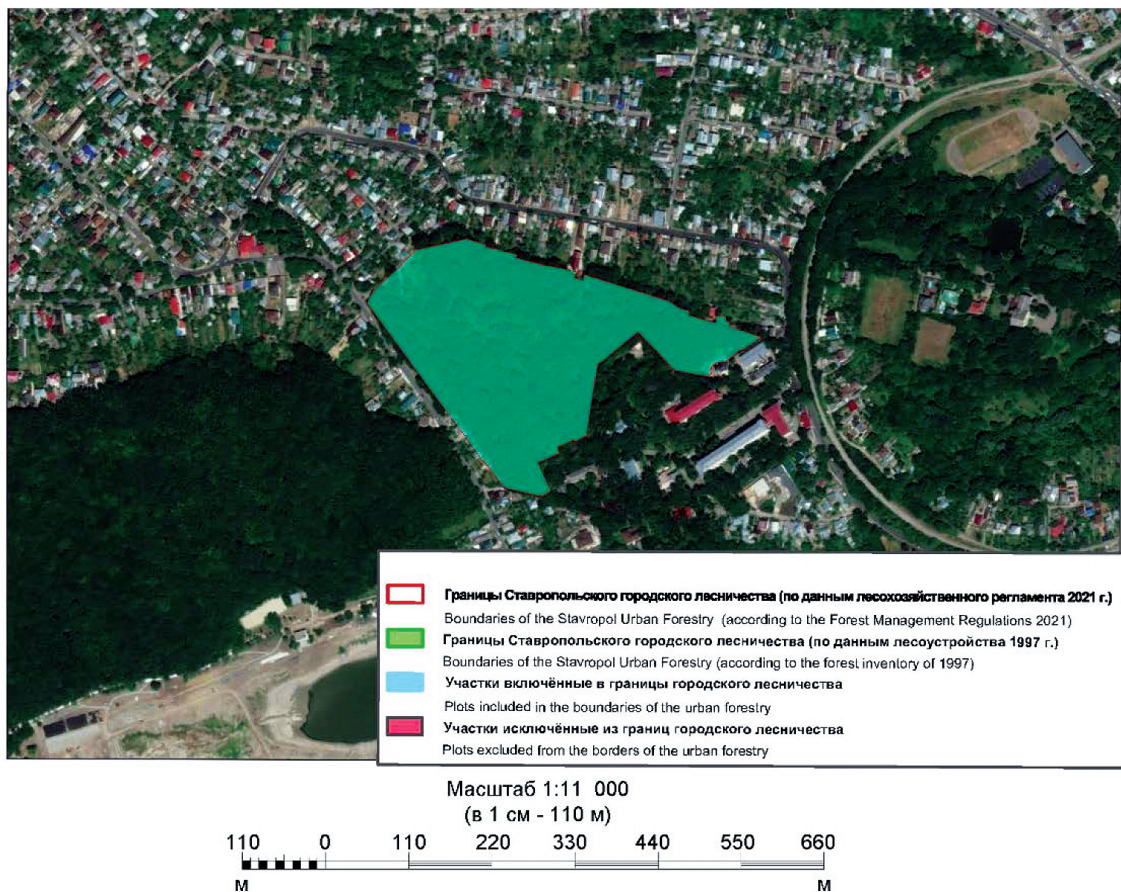


Рис. 11. Изменение границ урочища «Бибердова дача»
 Fig. 11. Changing the boundaries of the «Biberdova Dacha» stow

Исключением является урочище «Бибердова дача», границы которого со временем не изменились (рис. 11).

Выводы

Представленный графический материал является авторским. Подготовлен с использованием средств геоинформационного анализа в целях визуальной оценки изменения границ Ставропольского городского лесничества [25–28].

В ходе ретроспективного анализа было выявлено, что на основании данных лесохозяйственного регламента за 2013 год и 2021 год, площадь лесничеств увеличилась на 1483,8 га. Однако детальный анализ текстовых и картографических данных лесоустройства за 1997 г. и лесохозяйственного регламента за 2021 г. показал, что площадь земель лесного фонда уменьшилась. Причиной этому послужило увеличение численности населения, повышение рекреационной нагрузки на леса, ухудшение санитарного состояния лесничества и влияние иных климатических факторов на лесной фонд в целом. Были исключены в основном лесопокрытые территории в городе Ставрополе, а расширение Ставропольского городского лесничества произошло преимущественно благодаря присоединению степных ландшафтов.

Благодарности

Исследование проводилось с использованием оборудования Научно-исследовательского центра пищевых и химических технологий КубГТУ (СКР_3111), разработка которого поддерживается Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (Соглашение № 075-15-2021-679)

Список литературы

[1] Гаврилова Е.К. Мониторинг категории земель лесного фонда Ставропольского края // Аграрная наука, творчество, рост : сборник научных трудов по материалам IX Междунар. науч.-практ. конф., Ставрополь, 05–08 февраля 2019 года. Ставрополь: Секвойя, 2019. С. 75–79.

[2] Липилин Д.А., Волкова Т.А., Мищенко А.А., Миненкова В.В. Оценка рекреационного потенциала ООПТ Западного Кавказа с помощью методов космосъемок (на примере Туапсинского района) // Глобальный научный потенциал, 2015. № 9(54). С. 90–97.

[3] Бешенцев А.Н., Куклина Е.Э., Калашников К.И., Балданов Н.Д. Мониторинг урбанизированной территории: методы, технологии, результаты // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий), 2020. Т. 25. № 2. С. 169–182. DOI 10.33764/2411-1759-2020-25-2-169-182

[4] Папышева А.В., Мизгирева А.В. Структура лесного фонда Няганьского городского лесничества // Инновации в науке, 2015. № 48. С. 60–66.

[5] Гура Д.А. Оценка комфортности биоклиматических условий Краснодарского края с применением ГИС-технологий // Юг России: экология, развитие, 2020. Т. 15. № 3(56). С. 66–76. DOI 10.18470/1992-1098-2020-3-66-76

[6] Шабайкина В.А., Ларина А.В., Саулин В.А. Оценка состояния системы озеленения г. Рузаевка с использованием многозональных космических снимков // Вектор ГеоНаук, 2020. Т. 3. № 3. С. 96–105. DOI: 10.24411/2619-0761-2020-10036

[7] Bengston D.N., Peck J., Olson R. North American Forest Futures 2018–2090: Scenarios for Building a More Resilient Forest Sector // World Futures Review, 2018, v. 10, no. 2, pp. 152–169.

[8] Батвенкина Т.В. Динамика таксационных и ландшафтно-архитектурных показателей сосновых древостоев Зеленогорского лесничества Красноярского края // Вестник современных исследований, 2018. № 5.3(20). С. 305–307.

[9] Куклина Е.Э., Калашников К.И., Балданов Н.Д., Бешенцев А.Н. Геоинформационная оценка и картографирование динамики урбанизированной территории г. Улан-Удэ // ИВУЗ Северо-Кавказский регион. Сер. Естественные науки, 2020. № 3(207). С. 44–50. DOI: 10.18522/1026-2237-2020-3-44-50

[10] Седловский А.К. К вопросу об установлении границ лесничеств и лесопарков // Московский экономический журнал, 2018. № 5–3. С. 13. DOI: 10.24411/2413-046X-2018-15093

[11] Rout S. Sustaining Southeast Asia's Forests: Community, Institution and Forest Governance in Thailand // Millennial Asia, 2018, v. 9, no. 2, pp. 140–161.

[12] Vinceti B., Valette M., Bougma A.L., Turillazzi A. How is forest landscape restoration being implemented in Burkina faso? Overview of ongoing initiatives. Sustainability // Croatian J. of Forest Engineering, 2020, no 12(24), pp. 1–16.

[13] Архипов Ю.П., Архипова К.Э. Использование данных дистанционного зондирования земли для эколого-экономического анализа состояния лесного фонда Шолоховского района Ростовской области // Экология. Экономика. Информатика. Сер. Геоинформационные технологии и космический мониторинг, 2021. Т. 2. № 6. С. 42–45. DOI 10.23885/2500-123X-2021-2-6-42-45

[14] Чермных А.И., Годовалов Г.А. Информационные технологии в лесном хозяйстве // Успехи современного естествознания, 2018. № 10. С. 85–89.

[15] Погорелов А.В., Липилин Д.А., Лубенцова А.А. Оценка многолетних изменений зеленых насаждений города Краснодара по данным спутниковых снимков // Региональные географические исследования. Краснодар: Изд-во Кубанского государственного университета, 2017. С. 119–137.

[16] Рахматуллина И.Р., Рахматуллин З.З., Кулагин А.Ю. Дистанционный мониторинг зеленых насаждений Уфы за 1988–2018 годы // Вестник Российского университета дружбы народов. Сер. Экология и безопасность жизнедеятельности, 2020. Т. 28. № 3. С. 263–274. DOI: 10.22363/2313-2310-2020-28-3-263-274

[17] Каширина Е.С., Новиков А.А., Голубева Е.И., Новикова А.М. Оценка уровня озеленения г. Севастополя по данным дистанционного зондирования земли // Системы контроля окружающей среды, 2020. № 2(40). С. 108–116.

[18] Погорелов А.В. Опыт дешифрирования земель разного хозяйственного назначения на территории Краснодарского края по материалам космической съемки // Известия Кубанского государственного университета. Естественные науки, 2013. № 1. С. 92–99.

- [19] Мартынова М.В. Оценка трансформации городских лесов с использованием ГИС-технологий // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова, 2021. № 1(62). С. 131–137. DOI: 10.34655/bgsha.2021.62.1.019
- [20] Погорелов А.В., Киселев Е.Н. Дистанционное зондирование – источник данных об урбогеосистеме (Краснодар) // Современные проблемы и перспективы развития земельно-имущественных отношений: сб. ст. по материалам II Всерос. науч.-практ. конф., Краснодар, 24 апреля 2020 года / отв. за выпуск Е.В. Яроцкая. Краснодар: Изд-во Кубанского государственного аграрного университета имени И.Т. Трубилина, 2020. С. 635–639.
- [21] Van Herzele A. A Forest for Each City and Town: Story Lines in the Policy Debate for Urban Forests in Flanders // Urban Studies, v. 43, no. 3, pp. 673–696.
- [22] Коржов В.Л., Часковский О.Г. Методологические аспекты создания геоинформационной системы лесных автодорог // Наукові праці Лісівничої академії наук України, 2017. № 14. С. 259–264.
- [23] Kuzyakina M.V., Gura D.A., Sekisov A.N., Granik N.V. Assessment of Potential Forest Biomass Resource on the Basis of Data of Air Laser Scanning // Advances in Intelligent Systems and Computing, 2019, v. 983, pp. 403–416. DOI: 10.1007/978-3-030-19868-8_41
- [24] Yan F., Hu X., Xu L., Wu Y. Construction and Accuracy Analysis of a BDS/GPS-Integrated Positioning Algorithm for Forests // Croatian J. of Forest Engineering, 2021, v. 42, no. 2, pp. 19. DOI: 10.5552/crojfe.2021.1105
- [25] Егоров К.П., Филимонова Ю.Г. Анализ лесного покрова на основе открытых данных дистанционного зондирования земли на примере Таежинского лесничества Красноярского края // Актуальные вопросы в лесном хозяйстве: Материалы III Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Санкт-Петербург, 06–08 ноября 2019 года. Санкт-Петербург: Полиграф-Экспресс, 2019. С. 157–160.
- [26] Chyi-Rong Chiou, Jiunn-Cheng Lin, Wan-Yu Liu, Tsung-Wei Lin. Assessing the recreational value of protective forests at Taitung Forest Park in Taiwan // Tourism Economics, v. 22, no. 5, pp. 1132–1140.
- [27] Gura D.A., Dubenko Yu.V., Dyshkant E., Pavlyukova A., Akopyan G. 3D laser scanning for monitoring the quality of surface in agricultural sector // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, Interagromash 2019, Rostov-on-Don, 10–13 September 2019. UK: Institute of Physics Publishing, 2019, p. 012184.
- [28] Efimov, O., Gura, D., Makar, S., Mustafin, R., 2022: Potential for carbon sequestration and the actual forest structure: The case of Krasnodar Krai in Russia. Central European Forestry Journal, 2022, 68(1), p. 15–22

Сведения об авторах

Липилин Дмитрий Александрович — канд. геогр. наук, доцент кафедры землеустройства и земельного кадастра, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», старший преподаватель кафедры геоинформатики, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», lipilin_dmitrii@mail.ru

Гура Дмитрий Андреевич — канд. техн. наук, доцент кафедры геодезии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», доцент кафедры кадастра и геоинженерии, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», gda-kuban@mail.ru

Яроцкая Елена Вадимовна — канд. экон. наук, доцент кафедры землеустройства и земельного кадастра ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», yarockaya_ev@mail.ru

Науменко Надежда Олеговна — магистр, институт «Строительства и транспортной инфраструктуры», факультет «Землеустройство и кадастры», кафедра «Кадастра и геоинженерии», ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», naumenko.nadyusha@mail.ru

Поступила в редакцию 13.04.2022.

Одобрено после рецензирования 11.07.2022.

Принята к публикации 15.08.2022.

GEOINFORMATION ANALYSIS OF CHANGES IN STAVROPOL URBAN FORESTRY BORDERS

D.A. Lipilin^{1,2}, D.A. Gura^{1,3}, E.V. Yarotskaya¹, N.O. Naumenko³✉

¹«Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin», 13, Kalinin st., 350044, Krasnodar, Krasnodar Territory, Russia

²«Kuban State University», 149, Stavropol st., 350040, Krasnodar, Krasnodar Territory, Russia

³«Kuban State Technological University», 2, Moskovskaya st., 350072, Krasnodar, Krasnodar Territory, Russia

naumenko.nadyusha@mail.ru

A study was carried out by comparing the spatial data of the project for the organization and management in the Stavropol forestry enterprise. The total area of the Stavropol urban forestry from 1997 to 2021 increased by 564,7 hectares due to the addition of a steppe landscape territory. It was established that 429,75 hectares of forested areas were excluded from forestry. Based on the information from the Unified State Register of Real Estate, the areas that were excluded from the forestry are currently used for residential development. Satellite images show the boundaries of the territories of the stows in 1997 and 2021, marked with different colors of the territory excluded from the total area of forest areas, as well as added areas. The comparative analysis of data for 1997, 2013 and 2021 allows us to identify all the changes in the qualitative and quantitative aspects. In accordance with the results of the study, during the study period, there is a positive trend in the increase in the area of the Stavropol urban forestry. However, it has been established that, based on the results of a detailed analysis of changes in the area of natural boundaries and regional reserves, the area of forest lands that are part of the forestry has decreased. The analysis of the factors that had a negative impact on the forest fund was carried out.

Keywords: geoinformation systems, satellite monitoring, forest fund, forestry, forest management, forest management regulations, specially protected natural areas

Suggested citation: Lipilin D.A., Gura D.A., Yarotskaya E.V., Naumenko N.O. *Geoinformatsionnyy analiz izmeneniya granits Stavropol'skogo gorodskogo lesnichestva* [Geoinformation analysis of changes in Stavropol urban forestry borders]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2022, vol. 26, no. 5, pp. 40–53.

DOI: 10.18698/2542-1468-2022-5-40-53

Reference

- [1] Gavrilova E.K. *Monitoring kategorii zemel' lesnogo fonda Stavropol'skogo kraja* [Monitoring of the category of lands of the forest fund of Stavropol Krai.]. *Agrarnaya nauka, tvorchestvo, rost : sbornik nauchnykh trudov po materialam IKh Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Collection of scientific papers on the materials of the IX International Scientific-Practical Conference «Agrarian Science, Creativity, Growth»]. Stavropol, 05–08 February, 2019. Stavropol: Sekvoyya, 2019, pp. 75–79.
- [2] Lipilin D.A., Volkova T.A., Mishchenko A.A., Minenkova V.V. *Otsenka rekreatsionnogo potentsiala OOPT Zapadnogo Kavkaza s pomoshch'yu metodov kosmos' emok (na primere Tuapsinskogo rayona)* [Assessment of the recreational potential of protected areas of the Western Caucasus using methods of space surveys (on the example of the Tuapse district)]. *Global'nyy nauchnyy potentsial* [Global scientific potential], 2015, no. 9(54), pp. 90–97.
- [3] Beshentsev A.N., Kuklina E.E., Kalashnikov K.I., Baldanov N.D. *Monitoring urbanizirovannoy territorii: metody, tekhnologii, rezul'taty* [Monitoring of urbanized territory: methods, technologies, results]. *Vestnik SGUGiT (Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta geosistem i tekhnologiy)* [Bulletin of SGUGiT (Siberian State University of Geosystems and Technologies)], 2020, v. 25, no. 2, pp. 169–182. DOI: 10.33764/2411-1759-2020-25-2-169-182
- [4] Pypysheva A.V., Mizgireva A.V. *Struktura lesnogo fonda Nyagan'skogo gorodskogo lesnichestva* [Structure of the forest fund of Nyagan city forestry]. *Innovatsii v nauke* [Innovations in science], 2015, no. 48, pp. 60–66.
- [5] Gura D.A. *Otsenka komfortnosti bioklimaticheskikh usloviy Krasnodarskogo kraja s primeneniem GIS-tekhnologiy* [Assessment of comfort bioclimatic conditions of Krasnodar Krai using GIS-technologies]. *Yug Rossii: ekologiya, razvitie* [South of Russia: Ecology, Development], 2020, v. 15, no. 3(56), pp. 66–76. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-66-76
- [6] Shabaykina V.A., Larina A.V., Saulin V.A. *Otsenka sostoyaniya sistemy ozeleneniya g. Ruzaevka s ispol'zovaniem mnogozonal'nykh kosmicheskikh snimkov* [Assessment of the state of the greening system of Ruzaevka using multi-zone satellite images]. *Vektor GeoNauk* [Vector Geosciences], 2020, v. 3, no. 3, pp. 96–105. DOI: 10.24411/2619-0761-2020-10036
- [7] Bengston D.N., Peck J., Olson R. *North American Forest Futures 2018–2090: Scenarios for Building a More Resilient Forest Sector*. *World Futures Review*, 2018, v. 10, no. 2, pp. 152–169.
- [8] Batvenkina T.V. *Dinamika taksatsionnykh i landshafino-arkhitekturnykh pokazateley sosnovykh drevostoev Zelenogorskogo lesnichestva Krasnoyarskogo kraja* [Dynamics of taxation and landscape-architectural indicators of pine stands of the Zelenogorsky forestry of the Krasnoyarsk Territory]. *Vestnik sovremennykh issledovaniy* [Bulletin of Modern Research], 2018, no. 5.3(20), pp. 305–307.
- [9] Kuklina E.E., Kalashnikov K.I., Baldanov N.D., Beshentsev A.N. *Geoinformatsionnaya otsenka i kartografirovanie dinamiki urbanizirovannoy territorii g. Ulan-Ude* [Geoinformation assessment and mapping of the dynamics of the urbanized territory of Ulan-Ude]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Severo-Kavkazskiy region. Seriya: Estestvennye nauki* [Izvestia of higher educational institutions. The North Caucasus region. Series: Natural Sciences], 2020, no. 3(207), pp. 44–50. DOI: 10.18522/1026-2237-2020-3-44-50
- [10] Sedlovskiy A.K. *K voprosu ob ustanovlenii granits lesnichestv i lesoparkov* [On the issue of establishing the boundaries of forestry and forest parks]. *Moskovskiy ekonomicheskii zhurnal* [Moscow Economic Journal], 2018, no. 5–3, pp. 13. DOI: 10.24411/2413-046X-2018-15093

- [11] Rout S. Sustaining Southeast Asia's Forests: Community, Institution and Forest Governance in Thailand. *Millennial Asia*, 2018, v. 9, no. 2, pp. 140–161.
- [12] Vinceti B., Valette M., Bougma A.L., Turillazzi A. How is forest landscape restoration being implemented in Burkina faso? Overview of ongoing initiatives. *Sustainability*. *Croatian J. of Forest Engineering*, 2020, no 12(24), pp. 1–16.
- [13] Arkhipov Yu.P., Arkhipova K.E. *Ispol'zovanie dannykh distantsionnogo zondirovaniya zemli dlya ekologo-ekonomicheskogo analiza sostoyaniya lesnogo fonda Sholokhovskogo rayona Rostovskoy oblasti* [Using Earth remote sensing data for ecological and economic analysis of the state of the forest fund of the Sholokhovsky district of the Rostov region]. *Ekologiya. Ekonomika. Informatika. Seriya: Geoinformatsionnye tekhnologii i kosmicheskiy monitoring* [Ecology. Economy. Computer science. Series: Geoinformation technologies and space monitoring], 2021, v. 2, no 6, pp. 42–45. DOI: 10.23885/2500-123X-2021-2-6-42-45
- [14] Chermnykh A.I., Godovalov G.A. *Informatsionnye tekhnologii v lesnom khozyaystve* [Information technologies in forestry]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Successes of modern natural science], 2018, no. 10, pp. 85–89.
- [15] Pogorelov A.V., Lipilin D.A., Lubentsova A.A. *Otsenka mnogoletnikh izmeneniy zelenykh nasazhdeniy goroda Krasnodara po dannym sputnikovyykh snimkov* [Assessment of long-term changes in the green spaces of the city of Krasnodar according to satellite images]. *Regional'nye geograficheskie issledovaniya* [Regional Geographical Studies]. Krasnodar: Kuban State University, 2017, pp. 119–137.
- [16] Rakhmatullina I.R., Rakhmatullin Z.Z., Kulagin A.Yu. *Distantsionnyy monitoring zelenykh nasazhdeniy Ufy za 1988–2018 gody* [Remote monitoring of Ufa green spaces for 1988–2018]. *Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti* [Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Ecology and life safety], 2020, v. 28, no. 3, pp. 263–274. DOI: 10.22363/2313-2310-2020-28-3-263-274
- [17] Kashirina E.S., Novikov A.A., Golubeva E.I., Novikova A.M. *Otsenka urovnya ozeleneniya g. Sevastopolya po dannym distantsionnogo zondirovaniya zemli* [Assessment of the greening level of Sevastopol according to the data of remote sensing of the Earth]. *Sistemy kontrolya okruzhayushchey sredy* [Environmental monitoring systems], 2020, no. 2(40), pp. 108–116. DOI: 10.33075/2220-5861-2020-2-108-116
- [18] Pogorelov A.V. *Opyt deshifirovaniya zemel' raznogo khozyaystvennogo naznacheniya na territorii Krasnodarskogo kraya po materialam kosmicheskoy s'emki* [The experience of deciphering lands of various economic purposes on the territory of the Krasnodar Territory based on space survey materials]. *Izvestiya Kubanskogo gosudarstvennogo universiteta. Estestvennye nauki* [Izvestiya Kuban State University. Natural sciences], 2013, no 1, pp. 92–99.
- [19] Martynova M.V. *Otsenka transformatsii gorodskikh lesov s ispol'zovaniem GIS-tekhnologiy* [Assessment of urban forest transformation using GIS-technologies]. *Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii im. V.R. Filippova* [Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippov], 2021, no. 1(62), pp. 131–137. DOI: 10.34655/bgsha.2021.62.1.019
- [20] Pogorelov A.V., Kiselev E.N. *Distantsionnoe zondirovanie — istochnik dannykh ob urbogeosisteme (Krasnodar)* [Remote sensing — a source of data on the urban geosystem (Krasnodar)]. *Sovremennyye problemy i perspektivy razvitiya zemel'no-imushchestvennykh otnosheniy: sbornik statey po materialam II Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Modern problems and prospects for the development of land and property relations: A collection of articles based on the materials of the II All-Russian Scientific and Practical Conference, Krasnodar, April 24, 2020]. Ed. for the issue of E.V. Yarotskaya. Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, 2020, pp. 635–639.
- [21] Van Herzele A. A Forest for Each City and Town: Story Lines in the Policy Debate for Urban Forests in Flanders. *Urban Studies*, v. 43, no. 3, pp. 673–696.
- [22] Korzhov V.L., Chaskovskiy O.G. *Metodologicheskie aspekty sozdaniya geoinformatsionnoy sistemy lesnykh avtodorog* [Methodological aspects of creating a Geoinformation system of forest roads]. *Naukovi pratsi Lisivnichoi akademii nauk Ukraini* [Scientific works of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine], 2017, no. 14, pp. 259–264.
- [23] Kuzyakina M.V., Gura D.A., Sekisov A.N., Granik N.V. Assessment of Potential Forest Biomass Resource on the Basis of Data of Air Laser Scanning. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2019, v. 983, pp. 403–416. DOI: 10.1007/978-3-030-19868-8_41
- [24] Yan F., Hu X., Xu L., Wu Y. Construction and Accuracy Analysis of a BDS/GPS-Integrated Positioning Algorithm for Forests. *Croatian J. of Forest Engineering*, 2021, v. 42, no. 2, pp. 19. DOI: 10.5552/crojfe.2021.1105
- [25] Egorov K.P., Filimonova Yu.G. *Analiz lesnogo pokrova na osnove otkrytykh dannykh distantsionnogo zondirovaniya zemli na primere Tazhinskogo lesnichestva Krasnoyarskogo kraya* [Analysis of forest cover based on open data of remote sensing of the earth on the example of the Tazhinsky forestry of the Krasnoyarsk Territory]. *Aktual'nye voprosy v lesnom khozyaystve: Materialy III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh* [Topical issues in forestry: Materials of the III International Scientific and Practical Conference of Young Scientists]. St. Petersburg, November 06–08, 2019. Saint Petersburg: Polygraph-Express, 2019, pp. 157–160.
- [26] Chyi-Rong Chiou, Jiunn-Cheng Lin, Wan-Yu Liu, Tsung-Wei Lin. Assessing the recreational value of protective forests at Taitung Forest Park in Taiwan. *Tourism Economics*, v. 22, no. 5, pp. 1132–1140.
- [27] Gura D.A., Dubenko Yu.V., Dyshkant E., Pavlyukova A., Akopyan G. 3D laser scanning for monitoring the quality of surface in agricultural sector. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, Interagromash 2019, Rostov-on-Don, 10–13 September 2019. UK: Institute of Physics Publishing, 2019, p. 012184.
- [28] Efimov, O., Gura, D., Makar, S., Mustafin, R., 2022: Potential for carbon sequestration and the actual forest structure: The case of Krasnodar Krai in Russia. *Central European Forestry Journal*, 2022, 68(1), p. 15–22.

Acknowledgments

The study was carried out using the equipment of the Research Center for Food and Chemical Technologies of KubGTU (CKP_3111), the development of which is supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (Agreement No. 075-15-2021-679)

Authors' information

Lipilin Dmitry Aleksandrovich — Cand. Sci. (Geography), Associate Professor of the Department of Land Management and Land Cadastre, «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin», Senior Lecturer of the Department of Geoinformatics, «Kuban State University», lipilin_dmitrii@mail.ru

Gura Dmitry Andreevich — Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor of the Department of Cadastre and Geoenvironment, «Kuban State Technological University», Associate Professor of the Department of Geodesy, «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin», gda-kuban@mail.ru

Yarotskaya Elena Vadimovna — Cand. Sci. (Economy), Associate Professor of the Department of Land Management and Land Cadastre of «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin», yarockaya_ev@mail.ru

Naumenko Nadezhda Olegovna [✉] — Master graduand, Institute of Construction and Transport Infrastructure, Faculty of Land Management and Cadastre, Department of Cadastre and Geoenvironment, «Kuban State Technological University», naumenko.nadyusha@mail.ru

Received 13.04.2022.

Approved after review 11.07.2022.

Accepted for publication 15.08.2022.

Вклад авторов: все авторы в равной доле участвовали в написании статьи
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов
Authors' Contribution: All authors contributed equally to the writing of the article
The authors declare that there is no conflict of interest