

14. Soils within Cities. Global approaches to their sustainable management – composition, properties, and functions of soils of the urban environment. Eds. M.J. Levin, K.-H.J. Kim, J.L. Morel, W. Burghardt, P. Charzynski, R.K. Shaw, IUSS Working Group SUITMA, 2017, 253 p.

УДК 528.8

DOI: 10.24057/2414-9179-2017-1-23-266-276

О.С. Аникеева¹, Т.Г. Тибилов²

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ГРАНИЦ ЛЕСНЫХ МАССИВОВ РЕГИОНА КАВКАЗСКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

АННОТАЦИЯ

Ухудшение состояния лесных массивов и проведение незаконных вырубок лесов являются глобальной проблемой нашего времени. Регион Кавказских Минеральных вод обладает малым количеством лесных массивов, поэтому необходимость внедрения новых методов анализа состояния лесных массивов является важной задачей на пути сохранения лесов в этом районе. Одним из таких методов является геоинформационный анализ. Для проведения исследования использовались геоинформационные системы ScanEx Image Processor 4.0, Mapinfo Professional 12, QGIS 2.8.

В работе рассмотрен видовой состав крупнейших лесных массивов Кавказских Минеральных Вод. Определены основные причины изменения границ лесных массивов. Проведён геоинформационный анализ изменения границ лесных массивов региона с помощью данных дистанционного зондирования за период с 1987 года по 2014 год. Для проведения анализа использовались космические снимки системы Landsat 5 и 8 за период с 1987 по 2014 год.

Проведена классификация многовременных оптических изображений, позволившая получить значения площадей лесных массивов в разные годы и рассчитать их процент лесистости. В 1987 году площадь лесных массивов региона составляла 35,2 тыс. га. В 1998 году – 41,99 тыс. га, а к 2014 году сократилась до 33,16 тыс. га.

На основании полученных данных построена серия карт, характеризующих лесные массивы Кавказских Минеральных Вод в разные годы.

Проведённое исследование позволило сделать вывод о том, что основные изменения границ лесов произошли в районе гор Машук, Лысой, Железной, Бештау, Верблюд и Бык. Связано это в первую очередь с близостью к самым густонаселённым городам региона: г. Пятигорску, г. Железноводску, г. Ессентуки и г. Минеральные Воды.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

геоинформационный анализ, лесные массивы, данные дистанционного зондирования, Кавказские Минеральные Воды, дешифрирование

ВВЕДЕНИЕ

Вырубка лесов и ухудшение состояния лесных ресурсов является глобальной проблемой нашего времени. Проблемы незаконной рубки лесов стоят перед каждым государством весьма остро. Ведь если одно незаконно срубленное дерево почти не наносит особого ущер-

¹ Северо-Кавказский федеральный университет; Россия, 355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1; e-mail: stepanova-olga@mail.ru.

² Северо-Кавказский федеральный университет; Россия, 355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1; e-mail: delis77793@mail.ru.

ба природе и экономике государства, то миллионы таких деревьев наносят ощутимый вред, такой как неуплаченные налоги, изменение климата, деградация почв, снижение естественного воспроизводства лесных ресурсов и исчезновение многих ценных видов лесных культур [Сысоев, 2011]. Кроме того, не происходит посадка новых деревьев, что уменьшает общий ресурс леса страны [Петряев и др., 2016].

Все эти факторы негативно сказываются на зелёном фонде нашей планеты. На сегодняшний день проблема незаконной вырубке лесов является одной из актуальных [Барталев и др., 2006].

Одной из причин незаконной вырубки многие авторы считают вырубку с целью застройки. Человеку с каждым годом необходимо всё большее и большее количество пространства для размещения новых кварталов городов, промышленных предприятий, полей под сельскохозяйственные угодья и так далее.

На сегодняшний день ведётся серьезная борьба с незаконной вырубкой леса. Статья 260 УК РФ устанавливает ответственность за незаконную порубку, повреждение до степени роста деревьев, кустарников и лиан в лесах первой группы, либо в особо защитных участках лесов всех групп, либо тех, которые не входят в лесной фонд или запрещены к порубке вообще. Также действует система органов, борющихся с данными преступлениями. К ним относятся органы внутренних дел, предупреждающие и пресекающие данные преступления, прокуратура РФ, осуществляющая надзор за соблюдением законодательства об окружающей среде.

Целью исследования было проведение геоинформационного анализа изменений границ лесных массивов региона Кавказских Минеральных Вод Ставропольского края с помощью данных дистанционного зондирования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

При выполнении нами работы были использованы многовременные оптические изображения или космические снимки систем Landsat 5 и Landsat 8 за периоды 1987 год (1.09) / 1998 год (15.09) / 2006 год (7.10) / 2011 год (19.09) / 2014 год (13.10) с процентом облачности не более 10 %. Выбор снимков исключительно осеннего периода был обусловлен тем, что в данный сезон мало облаков. Кроме того, в качестве временной подложки использовались топографические карты масштаба 1:200000 за периоды 1990 и 2000 годов. Помимо созданных в ходе выполнения работы векторных слоев нами были использованы уже существующие слои OSM в формате .shp.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Регион Кавказских Минеральных Вод (рис. 1) расположен в южной части Ставропольского края на северных склонах Главного Кавказского хребта. Всего на 90 км южнее расположена гора Эльбрус. На западе регион выражен верховьями рек Эшаккона и Подкумка, на севере границей служит город Минеральные Воды, за которым начинаются степи Предкавказья, на юге же расположились предгорья Эльбруса, долины рек Хасаут и Малки.

На территории Кавказских Минеральных Вод 55 тыс. гектаров лесных массивов. После отделения Карачаево-Черкессии 17 тыс. гектаров лесных горных угодий отошли соседней республике. По новому лесному кодексу все леса были поделены на 3 категории: эксплуатационные, резервные и защитные. Часть лесов КМВ отнесли к «городским», что дало право чиновникам отдать их под застройку. Их площадь составила 10,7 тыс. гектаров [Бардацкая, 2008].

На сегодняшний день площадь лесных массивов КМВ 27 тыс. гектаров. На территории КМВ функционирует три мехлесхоза: Кисловодский (13 126 га), Эссентукский (3 515 га) и Бештаугорский (12 306 га). Бештаугорский лесопарк с недавних пор является заказником. Показатель лесистости региона Кавказских Минеральных Вод является самым высоким по

сравнению со всей остальной территорией края. Бештаугорский лесной массив является самым крупным на всём Ставрополье [Сысоев, 2011].

Видовой состав зелёных массивов представлен лиственными лесами, кустарниковыми зарослями, степными ковылями и луговой растительностью. Старые широколиственные леса занимают северные и восточные и северо-западные склоны гор Бештау, Железной, Развалки. Здесь преобладают дуб, ясень, липа, бук, граб. Также можно встретить иву, вербу, ольху, орешник, яблони и многие другие деревья. Общая численность растений в регионе – полторы тысячи видов.



Рисунок 1. Положение КМВ на территории Ставропольского края
Figure 1. Position of the Caucasian Mineral Waters in the Stavropol Territory

В ходе проведения исследования нами были определены основные причины изменения границ лесного массива.

Одной из самых главных причин остаётся пожар. Ежегодно в России их регистрируется до 37000. Причиной большинства является человеческая деятельность. Так, по данным Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Ставропольского края, в 2008 г. площадь, пройденная пожарами, составила 67,9 га; в 2009 – 49,68 га; в 2010 – 8,74 га; а в 2011 г. этот показатель был значительно ниже среднего многолетнего показателя, который равен 126 га. В 2012 и 2013 гг. лесных пожаров зафиксировано не было.

Кроме того, на природу региона оказывают большую нагрузку промышленные предприятия, непрерывно разрастающиеся новостройки, транспорт и другие факторы. Принимаемых мер по охране природы КМВ недостаточно. Природоохранное законодательство часто нарушается. Сложилась тяжёлая экологическая обстановка, которая вызвана в первую очередь неразумным использованием природных ресурсов.

Так, в 2011 году на склонах горы Машук началась вырубка ореховой рощи площадью 4 га (рисунок 2) под строительство частного пансионата. Также, согласно генплану развития региона, в ближайшем будущем ожидается расширение дороги между городами КМВ за счёт вырубки части леса Бештаугорского заповедника, придорожной зелёной полосы по трассе Пятигорск – Минеральные Воды. Эти лесные массивы находятся во второй природоохранной зоне.

Сегодня общественность пытается остановить запущенные на КМВ процессы по уничтожению «зеленого» фонда. Так, на форуме «Эко-Машук» в Пятигорске экологи выступали за сохранение природоохранных зон и против вырубки зелёных насаждений.



Рисунок 2. Территория вырубки ореховой рощи
Figure 2. The area of cutting walnut groves

Практическим результатом нашей работы стала серия карт, наглядно показывающая, как изменилась площадь лесного массива региона.

С помощью проведенной классификации в ScanEx Image Processor 4.0 мы получили значения площадей лесных массивов за 1987 и 1998 гг. (рисунок 3), 35,2 тыс. га и 41,99 тыс. га соответственно. Процент лесистости составил за 1987 г. – 12 %, а за 1998 год – 14,3 %.

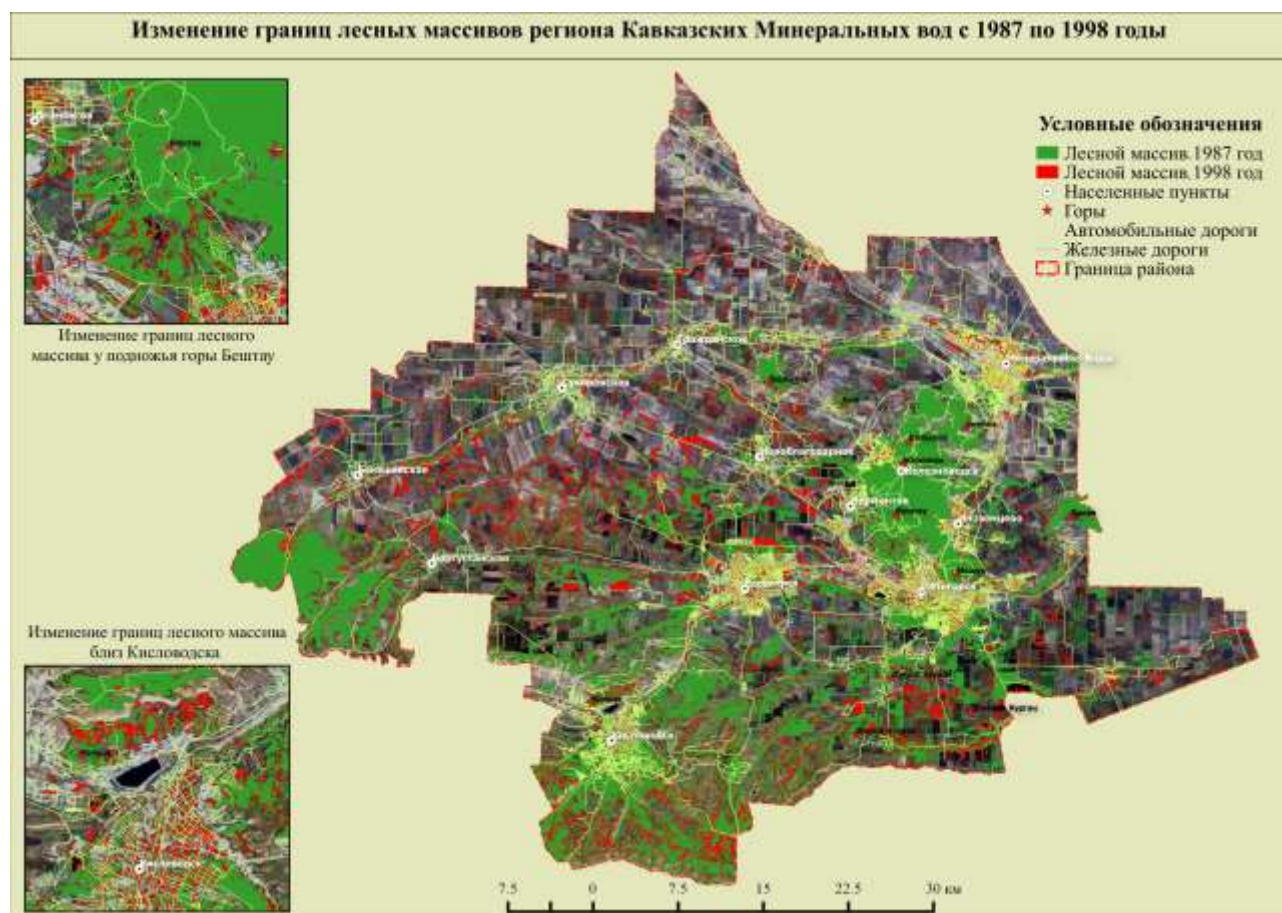


Рисунок 3. *Схема изменения границ лесных массивов Кавказских Минеральных Вод с 1987 по 1998 годы*
Figure 3. *Scheme of changes in the boundaries of the forest tracts of the Caucasian Mineral Waters from 1987 to 1998*

Эти данные позволяют нам сделать следующие выводы:

За период с 1987 по 1998 годы количество лесов в регионе КМВ увеличилось. В дальнейшем подобная ситуация уже не повторялась никогда. Причина таких изменений в площади лесов заключается в нестабильной обстановке в государстве и застое 90-ых годов. Аграрный сектор находился в бедственном положении, что привело к разрушению многих с/х предприятий. На какой-то срок прекратились вырубki лесов под сельскохозяйственные и другие нужды, что не могло не сказаться на расширении границ лесного массива КМВ.

При анализе снимков 1998 и 2006 гг. мы получили следующую схему (рисунок 4). По результатам классификации площадь лесов с 1998 г. с 41,99 тыс. га к 2006 г. упала до 39,61 тыс. га, то есть процент лесистости за 8 лет с 14,3 % снизился до 13,1 %.

Основные изменения границ лесов произошли в районе горы Машук, города Железноводска и горы Железной, горы Бештау. С 1998 г. эти области являются самыми активными по динамике изменения границ лесов. Связано это в первую очередь с близостью к самым густонаселённым городам региона: Пятигорску, Железноводску, Минеральным Водам. Также значительные изменения отмечены в районе гор Джуца 1-я и Джуца 2-я. Здесь леса уступают место полям. Такая же картина наблюдается и недалеко от станицы Боргустанской.

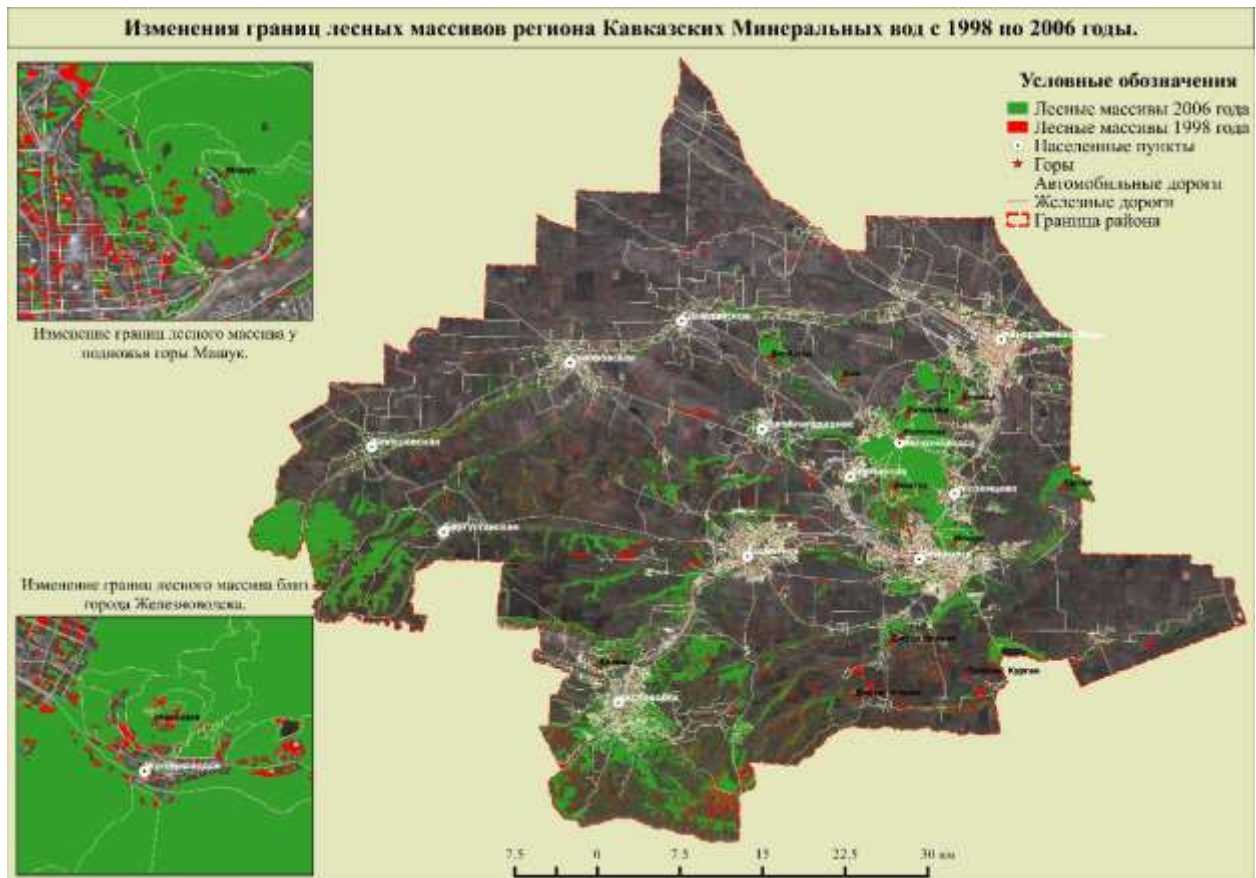


Рисунок 4. Схема изменения границ лесных массивов Кавказских Минеральных Вод с 1998 по 2006 годы
Figure 4. Scheme of changes in the boundaries of the forest tracts of the Caucasian Mineral Waters from 1998 to 2006

В результате дальнейшего анализа снимков за 2006 и 2011 годы мы получили третью схему (рисунок 5). По результатам классификации площадь лесов с 39,6 тыс. га (за 2006 г.) упала до 34,12 тыс. га (за 2011 г.). Процент лесистости к 2011 г. составил 13 % против 13,1 % за 2006 г. Изменения за этот период оказались не столь большими. При этом мы всё же можем выделить некоторые области, где особенно заметно сокращение лесного массива: в первую очередь, это области гор Бештау и Машук, особенно – горы Машук, где продолжается застройка подножья горы, подножье горы Лысая, некоторые районы города Минеральные Воды, территории близ гор Верблюды и Бык.

Дальнейшая классификация снимков дала нам четвёртую схему и показала следующие результаты: процент лесистости упал до 12 % (2014 г.) против 13 % за 2011 г. Площадь леса сократилась с 34,12 тыс. га до 33,16 тыс. га. Несмотря на лесовосстановительную деятельность, территория лесного массива продолжает снижаться. Зоны, где выявлены самые большие изменения: область горы Бештау, горы Машук, гор Джуца 1-я и Джуца 2-я, территории близ города Ессентуки, где леса уступили место полям. Такая же картина наблюдается близ станции Суворовской.

По результатам заключительной классификации площадь лесов составила 33,16 тыс. га (за 2014 г.) против 35,2 тыс. га (за 1987 г.).

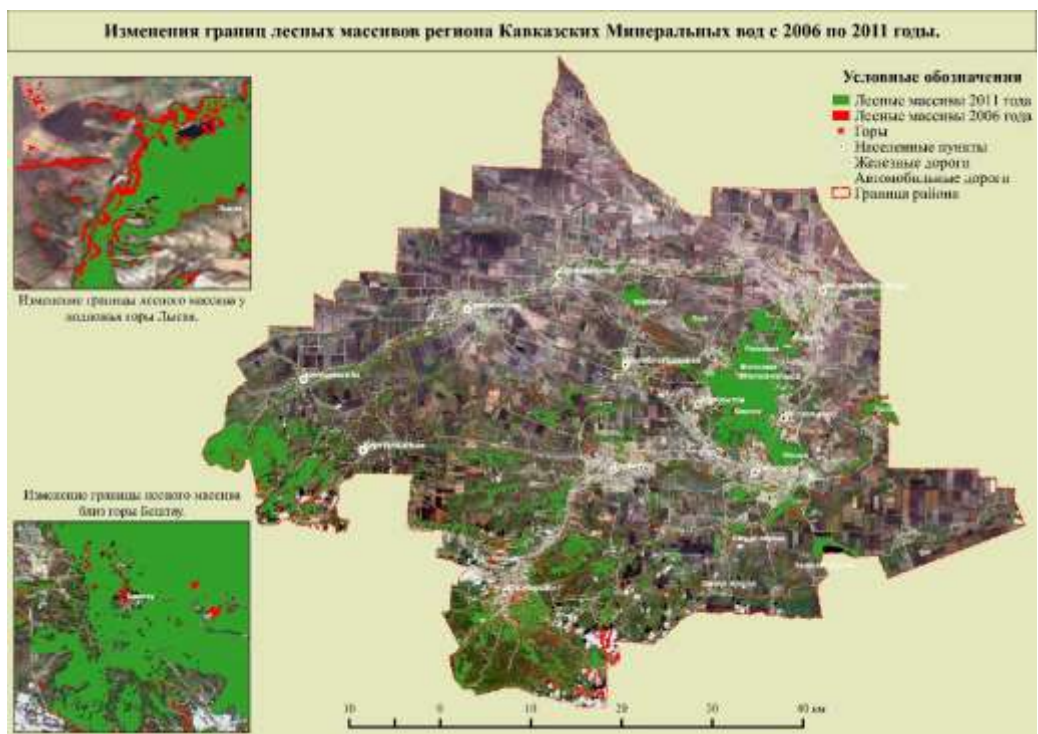


Рисунок 5. Схема изменения границ лесных массивов Кавказских Минеральных Вод с 2006 по 2011 годы
Figure 5. Scheme of changes in the boundaries of the forest tracts of the Caucasian Mineral Waters from 2006 to 2011

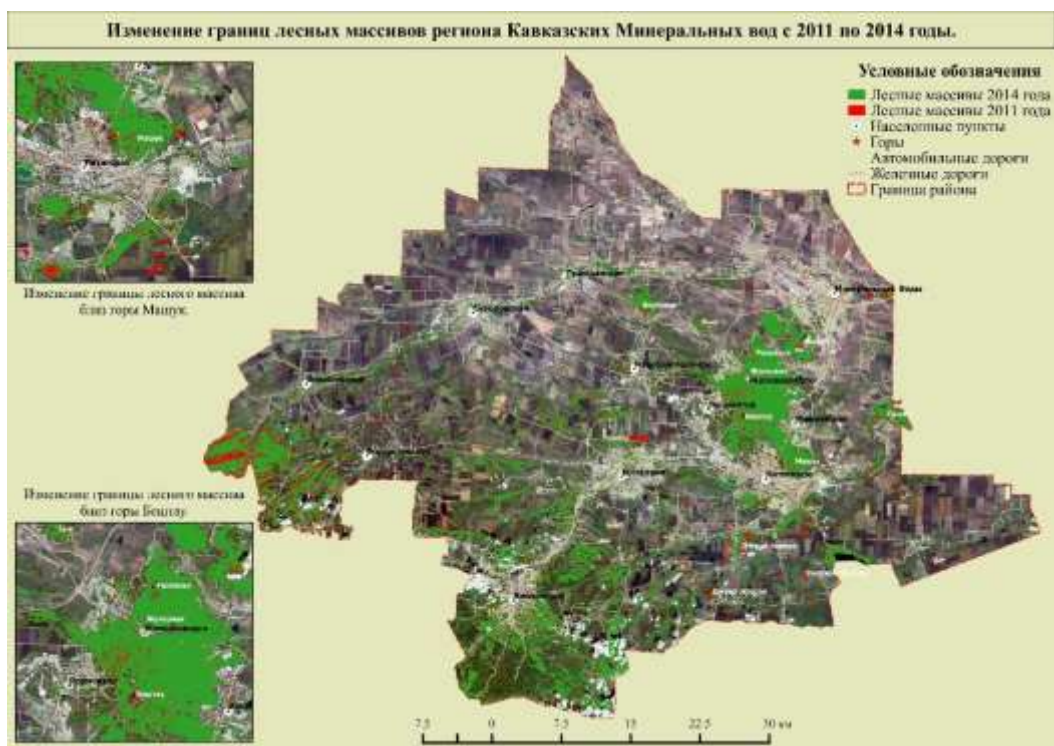


Рисунок 6. Схема изменения границ лесных массивов Кавказских Минеральных Вод с 2011 по 2014 годы
Figure 6. Scheme of changes in the boundaries of the forest tracts of the Caucasian Mineral Waters from 2011 to 2014

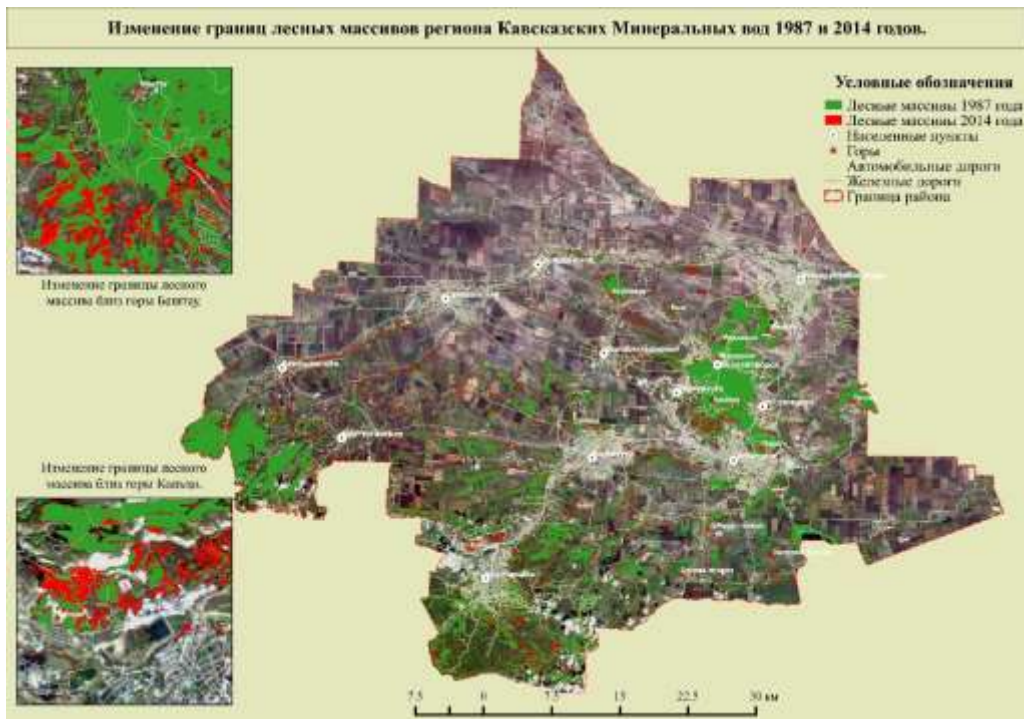


Рисунок 7. Схема изменения границ лесных массивов Кавказских Минеральных Вод за 1987 и 2014 годы
Figure 7. Scheme of changes in the boundaries of the forest tracts of the Caucasian Mineral Waters since 1987 and 2014

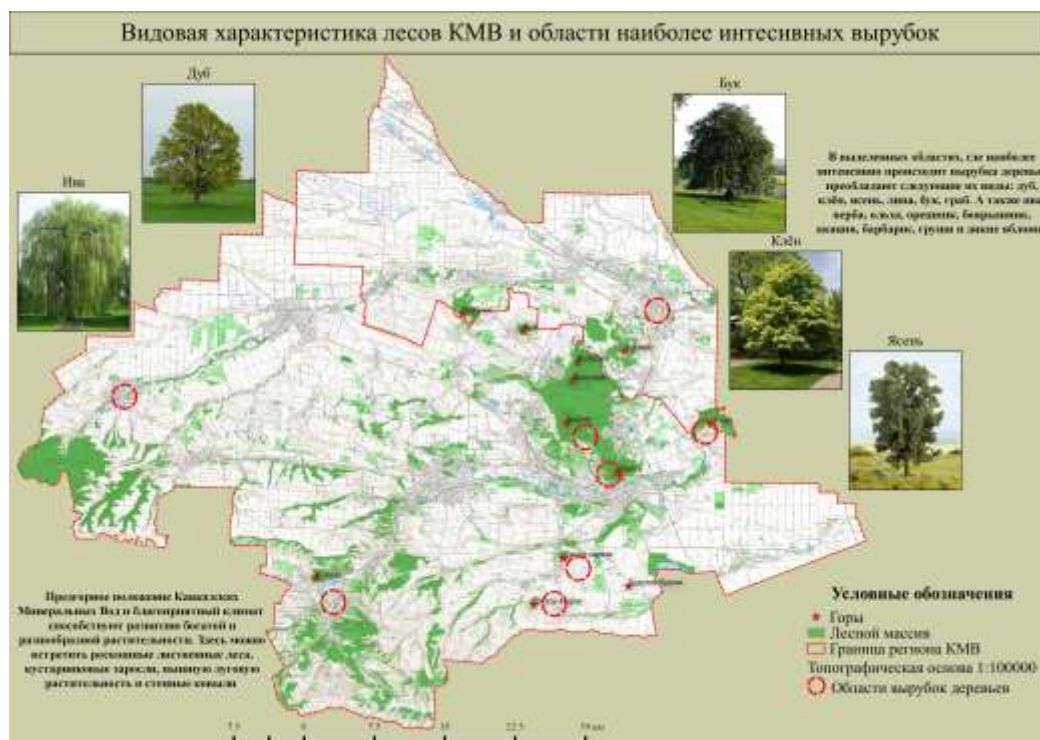


Рисунок 8. Видовая характеристика лесов Кавказских Минеральных Вод и области наиболее интенсивных вырубок
Figure 8. Species characteristic of the forests of the Caucasian Mineral Waters and the area of the most intensive felling

Была получена пятая схема. Основные области изменения границ лесных массивов: гора Кольцо близ Кисловодска, гора Бештау, гора Машук. Обширные пространства ушли под сельскохозяйственные нужды, а также для расширения территорий городов.

Помимо изменений границ лесных массивов была создана схема, отображающая видовой состав деревьев Кавказских Минеральных Вод. Выделены области с наиболее интенсивной деятельностью по вырубке деревьев (рисунок 8).

Таким образом, начиная с 1998 г., площадь лесов на КМВ сокращается. Общие значения площадей лесов отображены на таблице ниже:

Таблица 1. Значения площади лесного массива региона КМВ с 1987 по 2014 годы
Table 1. Forests area of the Caucasian Mineral Waters from 1987 to 2014

ГОДЫ	ПЛОЩАДЬ ЛЕСОВ, га
1987	35200
1998	41990
2006	39610
2011	34120
2014	33160

Интересен также тот факт, что с 1987 по 1998 гг. площадь лесов значительно увеличилась, это единственный отрезок времени, когда нами фиксировалась положительная динамика зелёного фонда региона.

ВЫВОДЫ

В ходе работы был проведен мониторинг изменений границ лесных массивов региона Кавказских Минеральных Вод с 1987 по 2014 гг., выявлены основные области изменения границ лесных массивов. Основные изменения произошли на территории гор Бештау и Машук, а также городов Пятигорск, Железноводск и Минеральные Воды. Особенно интенсивное изменение площадей лесов происходило в два этапа: в период с 1987 по 1998 гг. площадь лесов увеличилась до отметки в 41 тыс. га; с 1998 по 2006 годы наблюдалась обратная картина – площадь лесов упала до 39,6 тыс. га. С этого периода площадь лесов постоянно снижается.

Для того чтобы сохранить бальнеологические и другие лечебные ресурсы курортов КМВ, необходимо вывести с территории региона все экологически опасные производства, создать эффективную систему особо охраняемых территорий, в том числе природный парк на хребтах Боргустанском, Джанальском и Кабардинском.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксёнов Д.Е., Гершензон О.Н., Гречищев А.В., Кейко Т.В. Лесное хозяйство и лесоустройство. Космические и геоинформационные технологии // Земли из Космоса. Наиболее эффективные решения. – 2009. – № 1. – С. 5–34.
2. Бардацкая Е.Н. Рекреационное районирование Ставропольского края. Сборник научных трудов. – Ставрополь, СГУ, 2008. – С. 173–176.
3. Барталёв С.С. Возможности региональной экологической оценки лесов по данным спутниковых наблюдений // Известия высших учебных заведений, 2006. – № 6. – С. 3–18.
4. Вышинский В.Н. Кавказские Минеральные Воды к двухсотлетию 1803–2003: В 2 т. – Т 2. – Пятигорск.: Вестник Кавказа, 2003. – 364 с.
5. Капаева А.А. Форум «Эко-Машук» [Электронный ресурс] // Кавказский узел. – 2013. –
6. Кононов А.В. Вырубка леса на Машуке [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <http://www.na-kmv.ru/content/view/348/130/>.

7. Маслов А.А. Космический мониторинг лесов России: современное состояние, проблемы и перспективы // Лесной бюллетень. – Сер. Геодезия и аэрофотосъёмка. – 2006, № 1 (31). – С. 12–17.
8. Петряев В.Е., Герц Э.Ф., Перепечина Т.А. Мониторинг леса для борьбы с незаконной вырубкой с помощью rfid технологий // Научные исследования и разработки молодых учёных. – 2016, № 9–1. – С. 144–147.
9. Резной И.А. Природа КМВ: утрата зеленых насаждений [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: <http://www.kmv-turizm.ru/?p=1239>.
10. Сысоев А.В. Крах лесного комплекса Кавминвод [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <http://www.esskmv.ru/krah-lesnogo-kompleksa.html>.
11. Шавалдина А.С. Проблема незаконной рубки лесов в РФ на примере Республики Башкортостан // Наука и общество в эпоху перемен. – 2016, № 1 (2). – С. 101–103.

Olga S. Anikeeva¹, Timur G. Tibilov²

GEOINFORMATIONAL ANALYSIS OF CHANGING BOUNDARIES OF FOREST TRACTS OF THE REGION OF CAUCASIAN MINERAL WATERS OF STAVROPOL TERRITORY

ABSTRACT

Deterioration of the state of forests and illegal logging are a global problem of our time. The region of the Caucasian Mineral Waters has a small number of forest areas, so the need to introduce new methods for analyzing the state of forests is an important task in the conservation of forests in this area. One such method is geoinformational analysis. For the survey, the geoinformation systems ScanEx Image Processor 4.0, Mapinfo Professional 12, QGIS 2.8 have been used.

The species composition of the largest forest tracts of the Caucasian Mineral Waters is considered. The main reasons for changing the boundaries of forest areas have been determined. A geoinformational analysis of the changes in the boundaries of the forest tracts of the region has been carried out using remote sensing data for the period from 1987 to 2014. For the analysis, space images of the Landsat 5 and 8 system were used for the period from 1987 to 2014.

A classification of multi-temporal optical images has been made, which allowed obtaining the values of forest areas in different years and to calculate their percentage of forest cover. In 1987, the forest area of the region was 35.2 thousand hectares; in 1998, 41.99 thousand hectares, and by 2014 it was reduced to 33.16 thousand hectares.

On the basis of the data obtained, a series of maps characterizing the forests of the Caucasian Mineral Waters in different years has been constructed.

The conducted study led to the conclusion that the main changes in the forest boundaries occurred in the Mashuk, Lysoy, Zheleznaya, Beshtau, Verblud and Bik mountains. This is due primarily to the proximity to the most densely populated cities in the region: Pyatigorsk, Zheleznovodsk, Essentuki and the city of Mineralnye Vody.

KEYWORDS:

geoinformational analysis, forest tracts, remote sensing data, Caucasian Mineral Waters, interpretation

¹ North Caucasus Federal University; 1, Pushkin st., Stavropol 355009, Russia; e-mail: stepanova-olga@mail.ru.

² North Caucasus Federal University; 1, Pushkin st., Stavropol 355009, Russia; e-mail: delis77793@mail.ru

REFERENCES

1. Aksyonov D.E., Gershenzon O.N., Grechishchev A.V., Keyko T.V. Lesnoe khozyaystvo i lesoustroystvo. Kosmicheskoe i geoinformatsionnye tekhnologii [Forestry and Forest Inventory. Space and Geoinformation Technologies], Zemli iz Kosmosa. Naibolee effektivnye resheniya, 2009, No 1, pp. 5–34 (in Russian).
2. Bardatskaya E.N. Rekreativnoye rayonirovaniye Stavropolskogo kraya. Sbornik nauchnykh trudov [Recreational zoning of Stavropol Territory. Collection of scientific papers], Stavropol: SGU, 2008, pp.173–176 (in Russian).
3. Bartalev S.S. Vozmozhnosti regional'noy ekologicheskoy otsenki lesov po dannym sputnikovykh nablyudeniyy [Possibilities of regional ecological assessment of forests according to satellite surveillances], Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniyy, 2006, No 6, pp. 3–18 (in Russian).
4. Vyshinskiy V.N., Mikhaylenko V.N. Kavkazskiy Mineral'nyye Vody k dvukhsotletiyu 1803 – 2003 [Caucasian Mineral Waters for the bicentennial 1803 – 2003], V 2 t., T 2. Vestnik Kavkaza, Pyatigorsk, 2003, 364 p. (in Russian).
5. Kapaeva A.A. Forum “Eko-Mashuk” [Forum Eco-Mashuk], Kavkazskiy uzel; Available at: <http://stavropol.arbitr.ru/node/2836> (in Russian).
6. Kononov A.V. Vyрубka lesa na Mashuke [Deforestation on Mashuk]; Available at: <http://www.na-kmv.ru/content/view/348/130/> (in Russian).
7. Maslov A.A. Kosmicheskiy monitoring lesov Rossii: sovremennoye sostoyaniye, problemy i perspektivy [Space monitoring of Russian forests: current state, problems and prospects], Lesnoy byulleten', Ser. Geodeziya i aerofotos'yomka, 2006, No 1(31), pp. 12–17 (in Russian).
8. Petryaev V.E., Gerts E.F., Perepechina T.A. Monitoring lesa dlya bor'by s nezakonnoy vyrubkoy s pomoshch'yu rfid tekhnologiy [Forest monitoring for fight contra illegal logging through rfid technologies], Nauchnye issledovaniya i razrabotki molodykh uchenykh, 2016, No 9–1, pp. 144–147 (in Russian).
9. Reznov I.A. Priroda KMV: utrata zelenykh nasazhdeniy [Nature of CMW: loss of green plantations], Available at: <http://www.kmv-turizm.ru/?p=1239> (in Russian).
10. Sysoev A.V. Krakh lesnogo kompleksa Kavminvod [The collapse of the forest complex Kavminvod], Available at: <http://www.esskmv.ru/krah-lesnogo-kompleksa.html> (in Russian).
11. Shavaldina A.S. Problema nezakonnoy vyrubki lesov v RF na primere respubliki Bashkortostan [Problem of illegal deforestation on the example of Republic of Bashkortostan], Nauka i obshchestvo v epokhu peremen, 2016, No 1 (2), pp. 101–110 (in Russian).