

УДК 913

DOI: <https://doi.org/10.26456/2226-7719-2022-1-22-31>

ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОЩАДИ ЛЕСОВ НА ТЕРРИТОРИИ ТВЕРСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ЗА ПОСЛЕДНИЕ 30 ЛЕТ

Л.В. Муравьева, А.Р. Сергеев

ФГБОУ ВО «Тверской государственной университет», г. Тверь

Применение «лесного индекса» при обработке космоснимков Landsat позволило выделить контуры лесов, существовавших в 1990 г. и 2021 г. При их сопоставлении выявлено зарастание сельскохозяйственных угодий и выработанных торфяных болот на значительных площадях. Выделены участки деградации лесов в результате вырубок и пожаров.

Ключевые слова: космоснимки Landsat, лесной индекс, изменение площади лесов.

В доагрикультурное время лесные ландшафты занимали почти всю территорию Тверской области за исключением небольших участков болот и пойм. По мере хозяйственного освоения территории, развития сельского хозяйства, урбанизации, дорожного и промышленного строительства, площади лесов сокращались. Сегодня лесные сообщества, расположенные на землях всех категорий, занимают 5 103,5 тыс. га [1], т.е. около 61 % площади области. В последние 30 лет социально-экономические процессы в нашей стране привели к забрасыванию и зарастанию лесом значительной части сельскохозяйственных земель. Одновременно увеличилась вырубка лесов. Целью работы являлось изучение изменения площади лесов на территории Тверского лесничества за последние 30 лет. Задачи работы – выявление участков обезлесивания и участков зарастания, определение их площади и причин изменений.

Актуальность работы связана с большим значением лесов для устойчивого функционирования ландшафтов, особенно вблизи крупных промышленных и административных центров. Леса выполняют многие средообразующие и природоохранные функции: регулируют водный режим рек, защищают от эрозии, поддерживают газовый состав атмосферного воздуха, поглощают аэроплютанты, леса служат средой обитания многих видов животных и растений, защищают от неблагоприятных природных явлений, имеют рекреационную и др. ценности, т.е. во многом определяют экологическое состояние территории.

© Муравьева Л.В., 2022

© Сергеев А.Р., 2022

Объект нашего исследования – леса Тверского лесничества, расположенные вокруг г. Твери в Калининском и Конаковском муниципальных районах Тверской области, включающие леса на землях лесного фонда, землях обороны и безопасности, землях ООПТ. По данным министерства лесного комплекса Тверской области, общая площадь лесов Тверского лесничества составила в 2020 г. 3686,35 км² [2]. Преобладающая часть этих лесов (99,5 %) относится к защитным. Около трети (34 %) составляют леса с преобладанием хвойных пород. В пределах территории лесничества находятся также леса, появившиеся относительно недавно на землях сельскохозяйственного назначения, сведения о которых в лесном реестре отсутствуют.

Для выявления изменения общей площади лесов на землях всех категорий были использованы снимки Landsat-5 TM, Landsat-8 OLI, отобранные с 30-летним интервалом за 1990 и 2021 гг. Критериями отбора стали: летний период, когда лесные сообщества находятся в фазе активной вегетации, а также минимальное облачное покрытие. В табл. 1 приведены снимки Landsat, использованные для анализа.

Таблица 1

Снимки Landsat, используемые в исследовании

Местоположение в системе WRS-2		Снимки 1990 г.		Снимки 2021 г.	
Path	Row	Сенсор	Дата	Сенсор	Дата
180	20	Landsat 5 TM	09.08.1990	Landsat-8 OLI	18.06.2021
179	20	Landsat 5 TM	16.08.1990	Landsat-8 OLI	18.06.2021
178	21	Landsat 5 TM	16.08.1990	Landsat-8 OLI	18.06.2021

Все снимки прошли этап радиометрической и атмосферной коррекции. Вычисления выполнены в свободно распространяемом программном обеспечении QGIS 3.4.10 и в лицензионном программном обеспечении ArcGIS 10.8.1. В качестве топографической основы использована карта ESRI World Topo.

Для выделения контуров лесов использован лесной индекс (Forest Index - FI), предложенный коллективом авторов в 2014 г. [3]. Он основан на использовании трех каналов мультиспектральных космических снимков:

$$FI = \frac{(B5 - B4 - L)}{B5 + B4} * \frac{c1 - B5}{c2 + B3},$$

где B_4 – красный спектральный канал, B_5 – ближний инфракрасный спектральный канал и B_3 – зелёный спектральный канал; значения L , c_1 и c_2 установлены эмпирическим путем и составляют 0,01, 1 и 0,1 соответственно. Полученные значения F_1 находятся в диапазоне от минус бесконечности до 10. Как показали исследования, проведенные в широколиственных и хвойных лесах США и Канады, пороговым значением пикселя, отделяющим лесной участок от нелесного является 3,5. При значении F_1 3,5 и более участок может быть классифицирован как лесной, при меньшем значении – нелесной [3].

Расчет лесного индекса был произведен с помощью инструмента *калькулятор растров*. В результате получены растровые изображения контуров леса для всей изучаемой территории на 1990 и 2021 гг. Далее растровые изображения были преобразованы в векторные; 17 тыс. полученных объектов объединены, и с помощью инструмента *калькулятор площадей* определена общая площадь лесов. В 1990 г. она составила, по нашему расчету, 3012,84 км², в 2021 г. – 4283,86 км².

Наложение и вычитание растровых изображений контуров леса позволило выделить участки перехода территорий из лесных в нелесные и наоборот. Отображенные на электронных картах изменения контуров лесов подтверждаются космоснимками высокого разрешения и натурными наблюдениями на ключевых участках.

Наибольшие площади зарастания зафиксированы на бывших торфоразработках – болотах Оршинский Мох, Святинский Мох и др. После завершения добычи торфа они были переданы в лесной фонд.

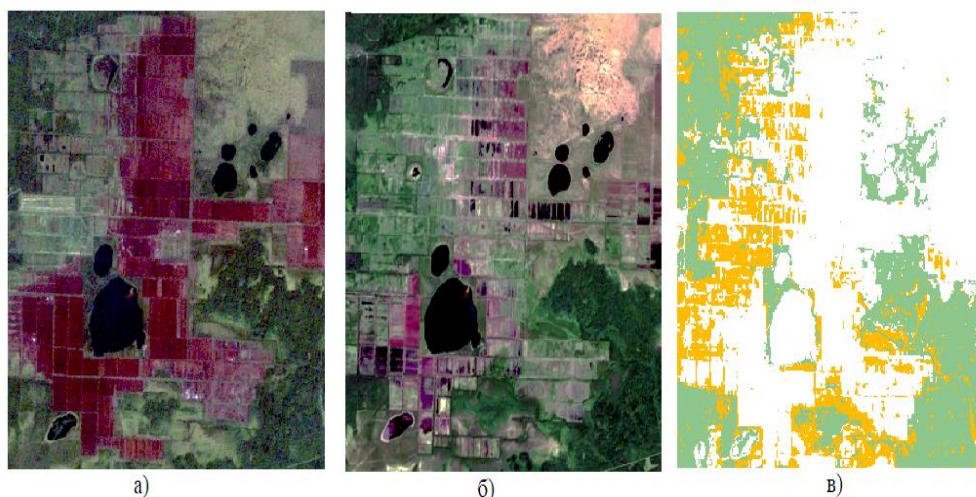


Рис. 1. Зарастание торфоразработок на участке болота Оршинский Мох
а) участок болота на космоснимке Landsat 5 TM в 1990 г.; б) участок болота на космоснимке Landsat-8 OLI в 2021 г.; в) участки зарастания лесом

Кое-где здесь произведены посадки хвойных культур, но в основном, происходило зарастание естественным путем, преимущественно березняками. Меньшие по площади контуров, но широко распространенные по всей территории, участки зарастания расположены на землях сельскохозяйственного назначения. Развитие древесной растительности идет на заброшенных лугах и пашнях, зарастают также лесные поляны (рис. 1–4). Молодые леса – преимущественно мелколиственные с преобладанием березы, местами распространяется сосна. Значительные площади зарастания сельхозугодий отмечены в национальном парке Завидово, на границе с Московской областью.

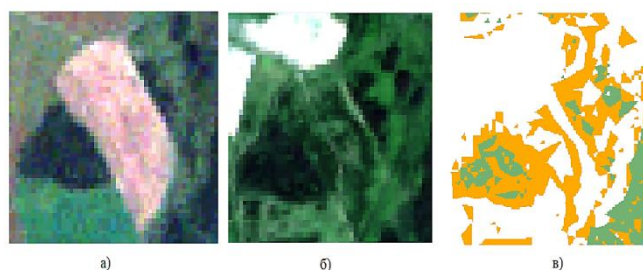


Рис. 2. Зарастание сельскохозяйственных угодий к югу от д. Володеево а) состояние полей на космоснимке Landsat 5 ТМ в 1990 г.; б) состояние полей на космоснимке Landsat-8 ОЛ в 2021 г.; в) участки зарастания

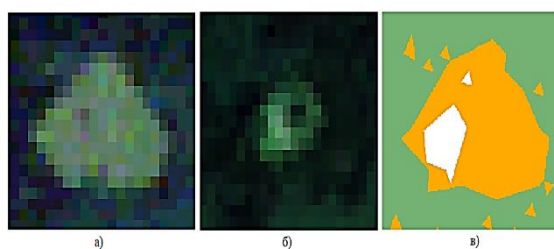


Рис. 3. Зарастание лесной поляны близ д. Шульгино а) лесная поляна на космоснимке Landsat 5 ТМ в 1990 г; б) лесная поляна на космоснимке Landsat-8 ОЛ в 2021 г; в) участок зарастания лесом

В целом за 30 лет увеличение площади лесов составило 1271,7 км².

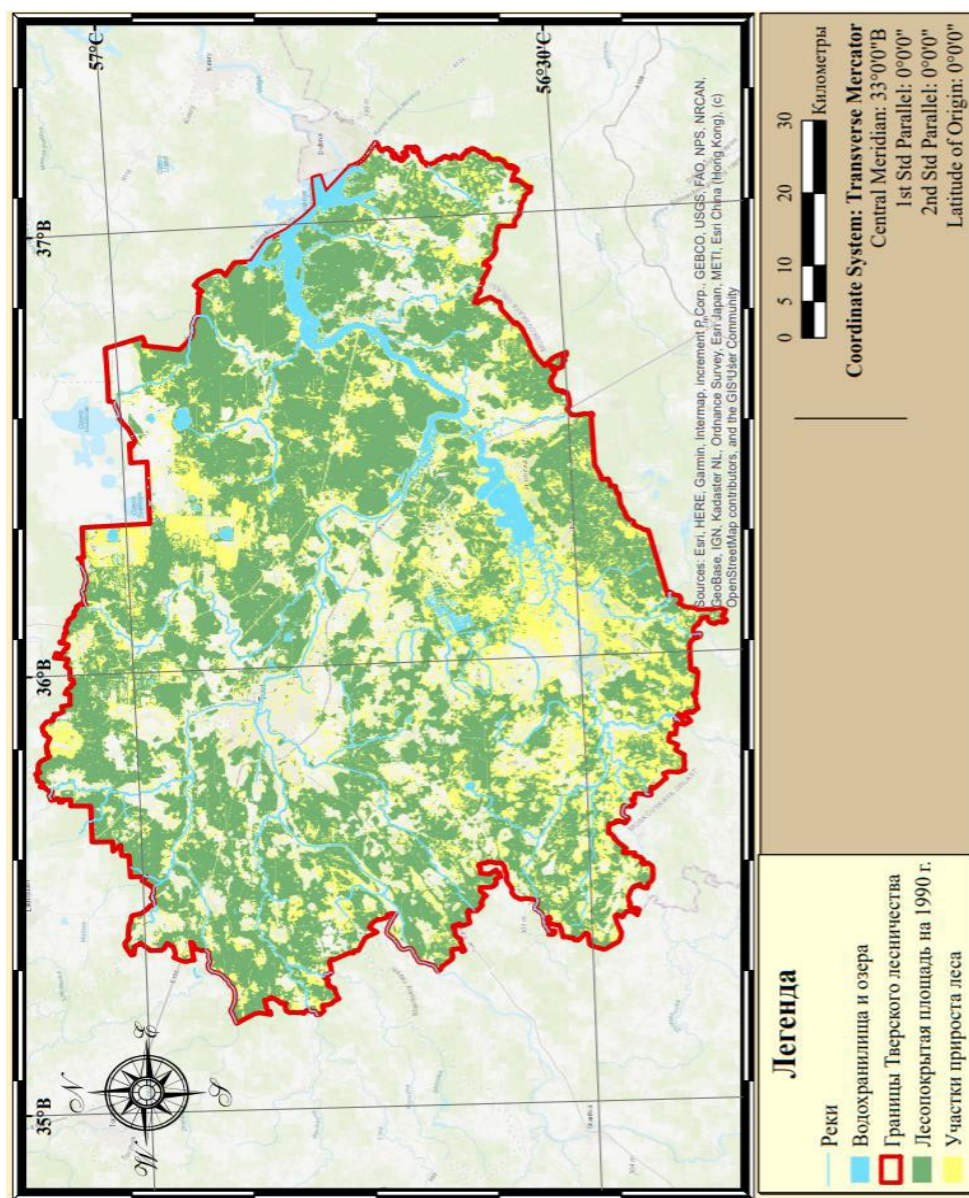


Рис. 4. Увеличение площади лесов с 1990 г. по 2021 г.

Наряду с расширением лесных площадей выявлены также участки деградации леса. Основными причинами являются вырубки и пожары. Вырубки осуществляются для целей заготовки древесины, для расширения и строительства новых автомагистралей и развязок, расчистки просек линий электропередачи, производятся также санитарные рубки (рис. 5–7). Поскольку большая часть лесов относится к категории защитных, крупных вырубок не выявлено. На землях лесного фонда на месте вырубок, как правило, высаживают хвойные культуры. Однако, если их возраст на момент космосъемки не превышает 5–7 лет, высота и сомкнутость невелики, то рассчитываемый лесной индекс не превышает 3,5, поэтому система относит их к нелесным землям.

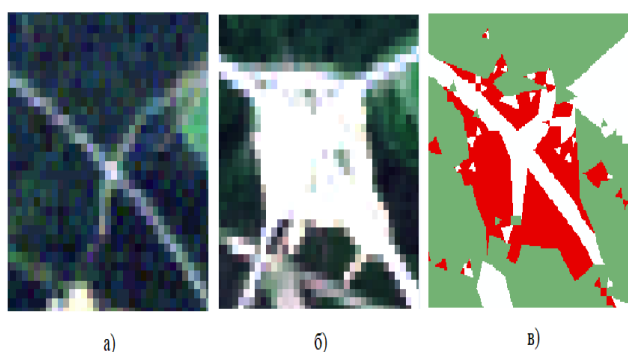


Рис. 5. Расширение автомобильной развязки в районе пос. Медное
а) перекресток на космоснимке Landsat 5 ТМ в 1990 г.; б) новая развязка на космоснимке Landsat-8 OL в 2021 г.; в) отображение площади сокращения леса на электронной карте

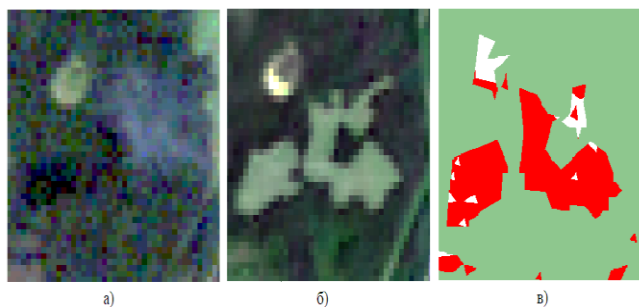


Рис. 6. Вырубка у д. Славное
а) участок леса на космоснимке Landsat 5 ТМ в 1990 г.; б) вырубка на космоснимке Landsat-8 OL в 2021 г.; в) отображение площади сокращения леса на электронной карте

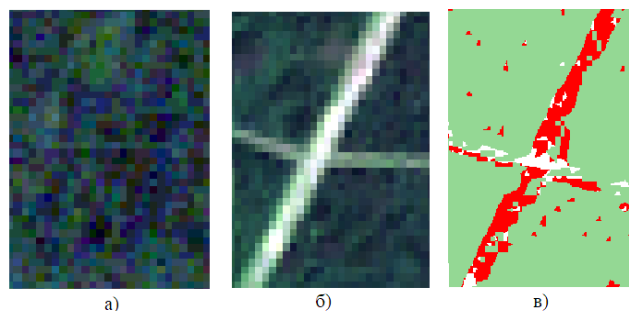


Рис. 7. Расчистка просеки ЛЭП к северо-востоку от д. Поддубки
а) просека на космоснимке Landsat 5 ТМ в 1990 г.; б) просека на
космоснимке Landsat-8 OL в 2021 г.; в) отображение площади
сокращения леса на электронной карте

Участки гарей имеют в основном небольшие размеры, лесные сообщества восстанавливаются на них быстрее, чем на вырубках, поэтому не все гари могут быть идентифицированы для 30-летнего временного интервала. Наиболее крупные участки гарей обнаружены на зарастающих торфоразработках; они образовались в результате торфяных пожаров (рис. 8).

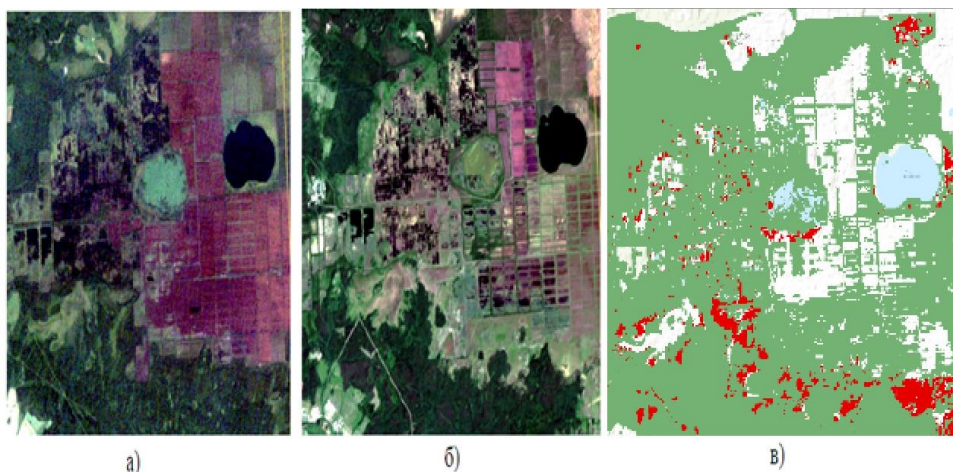


Рис. 8. Сокращение площади лесов в результате пожаров на болоте
Оршинский Мох
а) состояние участка торфоразработок на космоснимке Landsat 5 ТМ в
1990 г.; б) состояние участка торфоразработок после пожара на
космоснимке Landsat-8 OL в 2021 г.; в) отображение участков гарей

Общая площадь сокращения площади лесов составила 126,8 км²
(рис. 9).

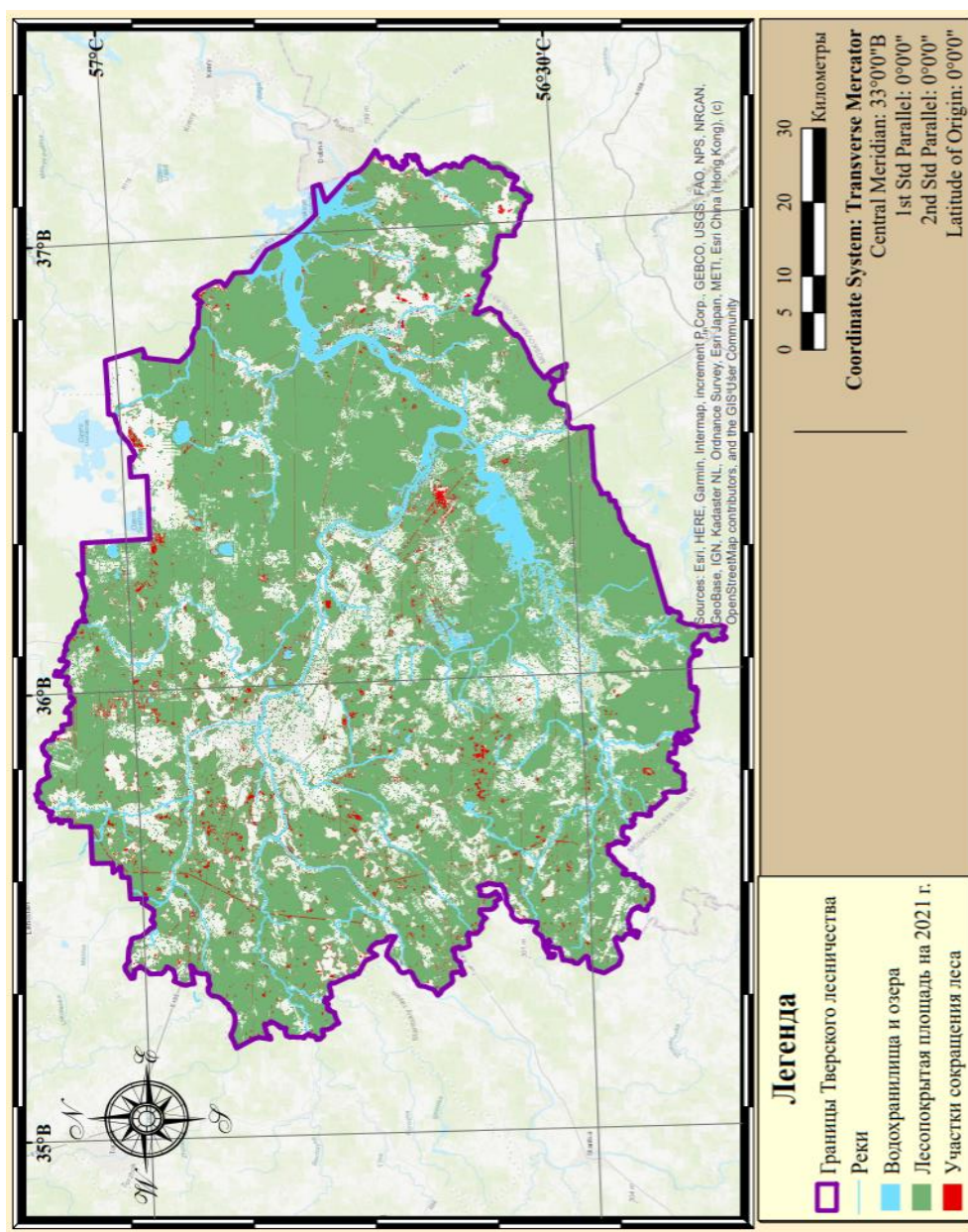


Рис. 9. Сокращение площади лесов с 1990 г. по 2021 г.

Выводы. Использование данных космической съемки территории позволяет выявить изменения лесопокрытой площади за длительный временной интервал. Применение лесного индекса в работе представляется обоснованным и подтверждается снимками высокого разрешения и натурными наблюдениями. Метод позволяет получить

общую информацию о распространении лесопокрытых площадей на всех категориях земель.

На территории Тверского лесничества активно идут процессы зарастания древесной растительностью бывших торфоразработок и сельскохозяйственных угодий. Общая площадь увеличения лесных площадей за последние 30 лет составила 1271,7 км². Деграция лесных земель связана с вырубками лесных массивов для заготовки древесины, для расширения и строительства новых автомагистралей и развязок, расчистки просек линий электропередачи, также с санитарными рубками.

Гари наиболее распространены на заросших участках бывших торфоразработок, а также в местах отдыха, вблизи населенных пунктов. Общая площадь сокращения лесов за 30 летний период составила 126,8 км².

Таким образом, в последние десятилетия идет увеличение площади лесов. При этом изменяется структура лесных сообществ: сокращается доля хвойных пород и увеличивается доля мелколиственных. Для более точного описания изменения структуры лесов необходимы дополнительные исследования.

Список литературы

1. Лесной план Тверской области. Тверь. 2019. Министерство лесного комплекса Тверской области. Электронный ресурс. Режим доступа <https://xn--e1afjcg0a.xn--80aaccp4ajwpkgl4lpb.xn--p1ai/np-baza/np-dokumenty/lesnoy-plan-i-reglamenty/> Дата обращения 1.03.2022. Загл с экрана.
2. Состав лесов лесного фонда и земель иных категорий, на которых расположены леса. Министерство лесного комплекса Тверской области. Электронный ресурс. Режим доступа <http://les.tver.ru/opendata/6950116540-State-forest-register-f3/data-20200729T03-structure-20180213T03.csv> Дата обращения 1.03.2022. Загл с экрана
3. Wentao Ye, Xi Li, Xiaoling Chen, Guo Zhang. A spectral index for highlighting forest cover from remotely sensed imagery // November 2014. Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering 9260DOI:10.1117/12.2068775. Conference: Proc. SPIE 9260, Land Surface Remote Sensing II, 92601L At: Beijing, China. Volume: 9260.

Об авторах:

МУРАВЬЕВА Любовь Валерьевна – кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и экологии ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет» (170021, г. Тверь-21, Прошина, д. 3 корп.2, e-mail: lmuraviova@mail.ru), ORCID: 0000-0002-6434-2056, SPIN-код: 4091-7957.

СЕРГЕЕВ Антон Романович – студент 4 курса факультета географии и геоэкологии ФГБОУ ВО «Тверской государственной университет» (170021, г. Тверь-21, Прошина, д. 3 корп. 2), e-mail: arsergeev2000@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5963-4126, SPIN-код: 7848-7262.

**CHANGES IN THE AREA OF FORESTS ON THE TERRITORY
OF THE TVER FORESTRY OVER THE LAST 30 YEARS**

L.V. Muraveva, A.R. Sergeev

Tver State University, Tver

The use of the "forest index" in the processing of Landsat space images made it possible to identify the contours of the forests that existed in 1990 and 2021. When compared, it was revealed that agricultural lands and disturbed peat bogs were overgrown in large areas. Areas of forest degradation as a result of deforestation and fires have been identified.

Keywords: *Landsat satellite images, forest index, change in forest area.*