



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2019.3.7>

UDC 528.8

LBC 43.47

**MONITORING TREE-SHRUB, AND MEADOW VEGETATION
IN THE VOLGA-AKHTUBA FLOODPLAIN USING REMOTE SENSING
METHODS (BASED ON “KRASNYY BUKSIR” RANGE)**

Irina R. Ozerina

Volgograd Centre for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, Volgograd, Russian Federation

Abstract. The article deals with the assessment of the state of tree-shrub and meadow vegetation by remote sensing methods. The author reveals the reasons of degradation and change of floristic richness of vegetation. These include: trampling of grass cover and forest floor (1), mechanical damage of trees (2), increasing the area of fire pits (3), and littering and contamination of the territory (4). In addition, mowing and grazing have a great influence. The development of the path network leads to changes in water-physical properties of the soil. Changes in the species composition of meadow vegetation indicate an increase in the processes of xerophytization and pasture digression. The article considers various methods of decoding forest plantations. Among them, the method of aerospace research is the most effective. This method makes it possible to assess the state of tree-shrub and meadow vegetation in dynamics and to carry out continuous monitoring. For a greater accuracy of the assessment, Earth remote sensing data are confirmed by on-site studies. Projective coverage has been used as a sign of degradation for the assessment. The level of preservation of plantings has been determined by the area of the canopy of the stand, that is the ratio of the canopy area to the entire area of the plantings. Under the area of the canopy a set of pixels that match the tone assigned to the canopy is understood. Using the methodology given in the article, the author has carried out the vegetation analysis at “Krasnyy Buksir” range. The area of land belonging to different environmental levels has been calculated for this purpose. The author draws the conclusion that the studied site is subject to a significant anthropogenic load and environmental protection measures are strongly necessary in this area.

Key words: agroforestry, Earth remote sensing, Volga-Akhtuba floodplain, forest stand, anthropogenic load.

УДК 528.8

ББК 43.47

**АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВОЙ
И ЛУГОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ
С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ
(НА ПРИМЕРЕ ПОЛИГОНА «КРАСНЫЙ БУКСИР»)**

Ирина Романовна Озерина

Волгоградский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, г. Волгоград,
Российская Федерация

Аннотация. Статья посвящена оценке состояния древесно-кустарниковой и луговой растительности методами дистанционного зондирования Земли. Выявлены причины деградации и изменения флористического богатства растительности. К ним относятся: вытаптывание травяного покрова и лесной подстилки, механическое повреждение деревьев, увеличение площади кострищ, замусоривание и загрязнение территории. Кроме того, большое влияние оказывает сенокошение и выпас скота. Развитие тропиной сети ведет к изменению водно-физических свойств почвы. Изменения в видовом составе луговой растительности говорит об усилении процессов ксерофитизации и пастбищной дигрессии. Рассмотрены различные методы дешифрирования лесных насаждений. Из них наиболее эффективен метод аэрокосмических исследований. Этот метод позволяет оценивать состояние древесно-кустарниковой и луговой растительности в динамике и осуществлять непрерывный мониторинг. Для большей точности оценки данные дистанционного зондирования Земли подтверждаются исследованиями на местности. В качестве признака деградации для оценки использовалось проективное покрытие. Уровень сохранности насаждения определялся по площади полога древостоя, то есть отношением площади полога ко всей площади насаждения. Под площадью полога понимается совокупность пикселей совпадающих по тону, отнесенному к пологу. На основании приведенной в статье методики, был проведен анализ растительности на полигоне «Красный Буксир». Для этого была подсчитана площадь земель, относившаяся к разным экологическим уровням. В заключение делается вывод о том, что исследуемый полигон подвержен значительной антропогенной нагрузке и необходимы природоохранные мероприятия на данной территории.

Ключевые слова: агролесомелиорация, дистанционное зондирование Земли, Волго-Ахтубинская пойма, древостой, антропогенная нагрузка.

Одна из причин деградации древесно-кустарниковой и луговой растительности – это нерегулируемое воздействие человека на окружающую среду. В результате воздействия человека на агролесосистемы Волго-Ахтубинской происходит: вытаптывание травяного покрова и лесной подстилки, механическое повреждение деревьев, увеличение площади кострищ, замусоривание и загрязнение территории [7].

Антропогенное воздействие на Волго-Ахтубинскую пойму ведет к развитию на ее территории густой и разветвленной тропиной сети. Большая часть территории поймы оголена, а почва уплотнена до предельной плотности [11]. Таким образом, что травянистая растительность отсутствует даже под деревьями, это ведет к потере влаги в почве и развитию процессов эрозии.

Все это ведет к тому, что водно-физические свойства почвы на тропинке и вблизи нее существенно отличаются. Увеличивается объемный вес почвы при ее уплотнении. Это ведет к нарушению водно-воздушного режима почвы [8].

Важнейшими факторами, влияющими на луговую растительность Волго-Ахтубинской поймы, является сенокошение и выпас скота. Еще до наступления половодья скот начинают выпасать на лугах, а после спада воды, когда вырастает трава, ее косят. Из-за зарегулированности водного режима, половодье заканчивается раньше на 1–1,5 месяца, чем

это было в середине XX века [16]. Поэтому косят сено и выпасают скот тоже раньше. Из-за развития современной техники сенокошение проводится довольно быстро. Таким образом, нагрузка на луговые экосистемы в последние годы существенно возросла [1].

Голуб В. Б. сравнивал видовое богатство луговой растительности Волго-Ахтубинской поймы в настоящее время с исследованиями, проведенными в 1928 г. группой геоботаников под руководством Л.Г. Раменского [4]. Был сделан вывод о том, что флористическое богатство лугов в настоящее время выше, чем в 1928 г. Однако, необходимо учитывать какие именно новые виды стали встречаться в Волго-Ахтубинской пойме. Автор отмечает, что произошел рост числа видов засухоустойчивых растений. Это говорит о ксерофитизации и пастбищной дигрессии ландшафтов Волго-Ахтубинской поймы.

Для оценки состояния травянистого покрова наиболее эффективен метод аэрокосмических исследований. Достоинством данного метода является то, что с его помощью можно быстро дать объективную оценку состояния травянистой растительности и разработать карту деградации территории [12]. Полевые исследования древесно-кустарниковой растительности требуют большой затраты времени и денежных средств, что не позволяет обеспечить постоянный мониторинг лесных насаждений. Поэтому оценка древесно-кустарниковой

растительности по данным космоснимков является наиболее эффективной [9].

Нанесение результатов исследований на карты делает информацию более наглядной, дает представление об особенностях пространственного распределения различных характеристик [14; 17; 18; 22], что существенно облегчает их анализ.

Признаком деградации травянистого покрова является уменьшение проективного покрытия. Наибольшая точность определения проективного покрытия достигается при значениях от 20 до 60 %, ошибка составляет менее 5 % [6]. Соотношение проективного покрытия и фототона травянистой растительности имеет корреляционную связь. Это позволяет дистанционно выявлять деградированные участки и прогнозировать их дальнейшее состояние. Чтобы установить диапазон фототона, проводится фотоэталонирование земель. Для анализа выбирают участок земли с установленным полевыми исследованиями уровнем деградации. Таким образом, данные дистанционного зондирования Земли проверяются исследованиями на местности.

С помощью наземных методов и фотофиксации создаются фотоэталонные образцы отдельных деревьев и древостоев, затем устанавливается параметрическая связь с изображением данных объектов на космоснимке. Космосъемка позволяет осуществлять непрерывный мониторинг лесных насаждений с заданными сроками и периодичностью. Результатом является создание карт динамики сохранности древесно-кустарниковой растительности [10].

Существуют различные методы дешифрирования лесных насаждений. К ним относят визуальное дешифрирование [3] и фотограмметрические исследования с помощью различных программных комплексов. Визуальное дешифрирование производится при помощи специальных атласов. Изображение, на космоснимке сопоставляется с эталонным изображением в атласе, а затем переносится на карту. Таким образом, разрабатываются и обновляются тематические карты.

Масштаб и разрешение космоснимка зависит от размера объекта наблюдения и детализации. Низкое разрешение используется, когда требуется большая обзорность территории, а детальность объекта не так важна. Среднее

разрешение (<30 м) имеет большую детальность, но меньшую полосу захвата. К таким спутникам относится Landsat 7, Landsat 8 [19; 21]. К спутникам высокого разрешения (до 0,5 м) относят WorldView и GeoEye [2].

Для мониторинга состояния лесных насаждений используют снимки масштаба 1: 20 000 с разрешением 10 м. (спутник SPOT) или 1: 5 000 с разрешением 1 м. (GeoEye, Ресурс-П). Для оценки состояния отдельных стоящих деревьев используют снимки спутника OrbView3 (разрешение 30 см в панхроматическом режиме и 1 м. в мультиспектральном) [5]. В последнее время наблюдается рост количества спутников дистанционного зондирования Земли, в том числе увеличение числа спутников высокого разрешения [19; 23].

Для оценки растительного покрова на региональном уровне используют снимки среднего разрешения. В том числе снимки Landsat-7 ETM+ [13; 20] и Landsat-8.

Последовательность обработки и анализа данных ДЗЗ состоит из следующих этапов [3]: отображение источника данных, улучшение изображения для облегчения дальнейшего анализа, географическая привязка, геометрическое трансформирование (приведение изображения к заданному масштабу и проекции), классификация снимка, его ГИС-анализ и обобщение результатов и составление отчета.

Для исследования и классификации растительного покрова были использованы космические мультиспектральные снимки спутника Landsat-8. Далее была проведена обработка снимка. Она заключалась в выделении пространственных объектов, классификации объектов на снимке и подсчете площади выделенных объектов на снимке [15; 24].

Полигон, выбранный для исследования, расположен на территории природного парка Волго-Ахтубинская пойма в окрестностях поселка Красный Буксир Среднеахтубинского района, Волгоградской области (координаты центра участка 48°44'7.63"СШ, 44°42'48.66"ВД). С юга участок исследования ограничен руслом ерика Гнилой, с севера грунтовой дорогой, с запада асфальтированной дорогой от поселка Красный Буксир в поселок Третья Карта, с востока руслом ерика Пахотный. Было выделено

распределение угодий на полигоне «Красный Буксир» (см. рис. 1). На выбранном участке была произведена оценка экологического состояния и получена геокодированная информация (площадь, периметр, координаты). Полученные данные занесены в таблицу 1.

Далее была проведена экологическая оценка состояния древесной растительности на исследуемом участке «озеро Лотосов». Результаты оценки занесены в таблицу 3.

Произведена оценка состояния растительности на исследуемом участке. Травянистая растительность находится в неудовлетворительном состоянии. Только 15,2 % растительности находится на экологическом уровне «Норма», а уровень «Риск» и «Кризис» составляют 46,6 % и 29,2 % соответственно (см. рис. 2). К уровню: «Бедствие» отнесено 9 % травянистой растительности участка. Результаты занесены в таблицу 2.

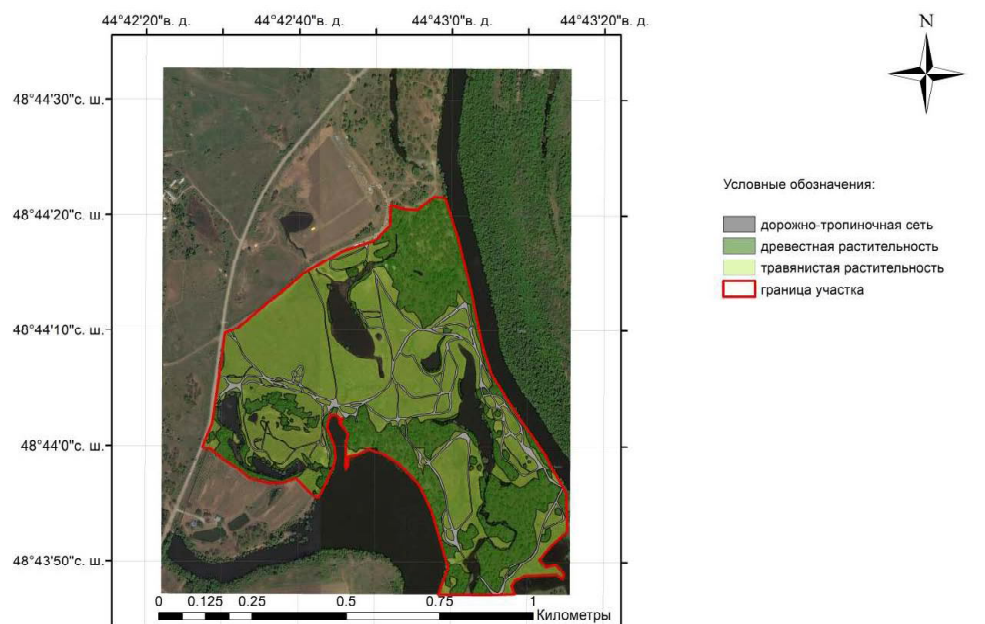


Рис. 1. Распределение земель на полигоне «Красный Буксир»

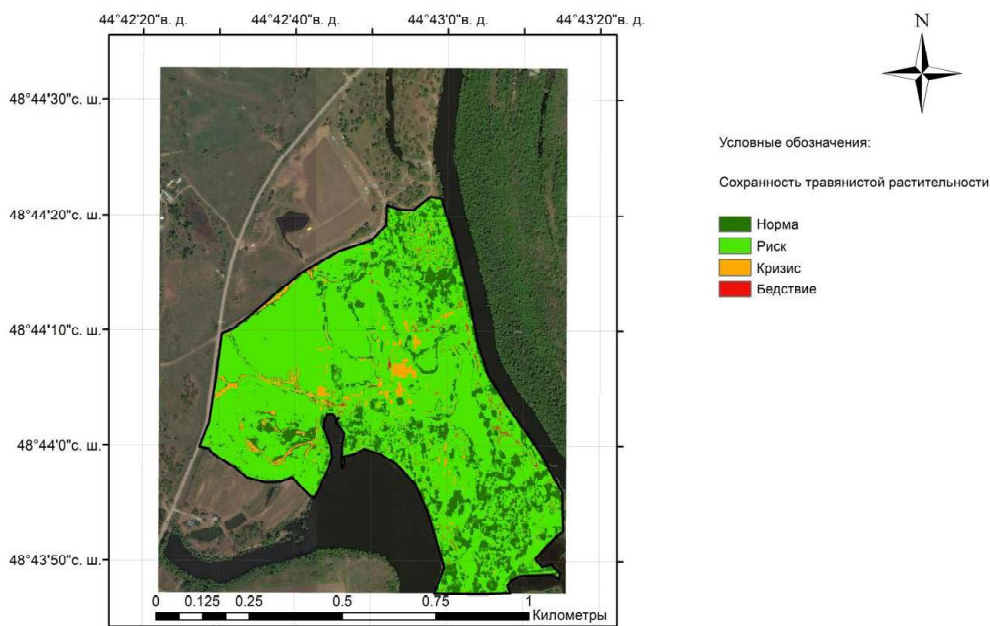


Рис. 2. Карта сохранности травянистой растительности

Таблица 1

Распределение земель на полигоне «Красный Буксир»

Название	Площадь, га	% от общей площади
Водные объекты	5,04	9,58
Дорожно-тропиночная сеть	3,55	6,75
Древесная растительность	17,8	33,85
Травянистая растительность	26,2	49,82

Таблица 2

Оценка состояния травянистой растительности на полигоне «Красный Буксир»

Экологический уровень	Площадь, га	Площадь, %
Норма	3,97	15,2
Риск	12,2	46,6
Кризис	7,64	29,2
Бедствие	2,39	9,0
Всего	26,2	100

Таблица 3

Экологическая оценка состояния древесной растительности на полигоне «Красный Буксир»

Экологический уровень	Площадь, га	Площадь, %
Норма	4,9	27,53
Риск	5,98	33,60
Кризис	6,78	38,09
Бедствие	0,14	0,78
Всего	17,8	100

Состояние древесной, как и травянистой растительности неудовлетворительное, более 70 % находятся в состоянии «Риск» и «Кризис». И только менее 30 % находится в состоянии «Норма».

Таким образом, можно сделать вывод, что активное использование лесных и луговых ресурсов Волго-Ахтубинской поймы без проведения природоохранных мероприятий может привести к их деградации и уничтожению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ пастбищных ресурсов Волгоградской области в геоинформационной системе / С. С. Шинкаренко [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 1 (53). – С. 123–130. – DOI: <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2019-01-15>.
2. Боярчук, К. А. Дистанционное зондирование Земли как часть современной информационной системы / К. А. Боярчук, М. В. Туманов // Вопросы электромеханики, труды ВНИЭМ. – 2009. – № 6. – Т. 113 – С. 33–36.

3. Геоинформационные технологии в агролесомелиорации / В. Г. Юферев [и др.]. – Волгоград : ВНИАЛМИ, 2010. – 102 с.

4. Динамика луговой растительности северной части Волго-Ахтубинской поймы (1928–2009 гг.) / В. Б. Голуб [и др.] // Вестник Волжского университета им. В. Н. Татищева. – 2011. – № 12. – С. 110–120.

5. Методическое пособие по применению информационных технологий в агролесомелиоративном картографировании / К. Н. Кулик [и др.]. – М. : РАСХН, 2003. – 48 с.

6. Прогнозирование процессов опустынивания пастбищ Западного Прикаспия на основе аэрокосмической фотоинформации / Б. В. Виноградов [и др.] // Лесомелиорация и ландшафт. – Волгоград, 1993. – С. 67–82.

7. Рекреационная дигрессия интразональных ландшафтов Нижней Волги / Д. А. Солодовников [и др.] // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11, Естественные науки. – 2014. – № 2 (8). – С. 50–57.

8. Роль лесных насаждений Волго-Ахтубинской поймы в формировании лесоаграрных ландшафтов и их рекреационное использование / В.П. Зволинский [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2013. – № 3 (31). – С. 1–5.

9. Рулев, А. С. Картографирование деградированных ландшафтов Нижнего Поволжья / А. С. Рулев, В. Н. Анопин. – Волгоград : ВолгГАСУ, 2007. – 168 с.
10. Сухих, В. И. Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве / В. И. Сухих. – Йошкар-Ола : МарГТУ, 2005. – 392 с.
11. Чиждова, В. П. Дубравы Волго-Ахтубинской поймы и перспективы их рекреационного использования / В. П. Чиждова, А. И. Комаров // Сборник научных трудов Пермского гос. университета. – Пермь, 2006. – С. 213–223.
12. Эколого-экономическая эффективность картографо-аэрокосмического мониторинга деградации и опустынивания ландшафтов / К.Н. Кулик [и др.] // Эколого-экономическая оптимизация природопользования. – Волгоград, 2004. – С. 7–11.
13. A Comparison of Four Methods to Map Biomass from Landsat-TM and Inventory Data in Western Newfoundland / S. Labrecque [et al.] // Forest Ecology and Management Journal. – 2006. – № 226. – P. 129–144.
14. Brimicombe, A. (ed.) GIS, Environmental Modelling and Engineering. Second Edition. – GRC Press, 2010. – 378 p.
15. Coppin, P. R. Processing of Multitemporal Landsat TM Imagery to Optimize Extraction of Forest Cover Change Features / P. R. Coppin, M. E. Bauer // IEEE Trans. Geosci. Remote Sens. – 2002. – Vol. 32, № 4. – P. 918–927.
16. Evaluation of Landscape-Ecological Parameters of Steppe Geosystems for Regulation of Recreational Impact / S. Kirillov [et al.] // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM 14. – 2014. – P. 251–258.
17. GIS and Environmental Modeling: Progress and Research Issues / M. F. Goodchild, L.T. Steyaert, B.O. Parks (eds.) – [S. l.] : Wiley & Sons, 1996. – 285 p.
18. Jensen, J. R. Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective (2nd ed.) / J. R. Jensen. – [S. l.] : Prentice Hall, 2006. – 608 p.
19. Landsat-8: Science and Product Vision for Terrestrial Global Change Research / D. P. Roy [et al.] // Remote Sensing of Environment. – 2014. – № 145. – P. 154–172.
20. Modeling Forest Stand Structure Attributes Using Landsat ETM+ Data: Application to Mapping of Aboveground Biomass and Stand Volume / R.J. Hall [et al.] // Forest Ecology and Management Journal. – 2006. – № 225. – P. 378–390.
21. Olsson, H. A Method for Using Landsat Time Series for Monitoring Young Plantations in Boreal Forests / H. Olsson // International Journal of Remote Sensing. – 2009. – Vol. 30, № 19. – P. 5117–5131.
22. Royle, K. R. Property Attribution of 3D Geological Models in the Thames Gateway, London: New Ways of Visualizing Geoscientific Information / K. R. Royle, H. K. Rutter, D. C. Entwisle // Bull. Eng. Geol. Environ. – 2009. – Vol. 68. – P. 1–16.
23. Stoney, W. E. ASPRS Guide to Land Imaging Satellites. USA : ASPRS, 2008. – 15 с.
24. Trinder, J. Recent Developments in International Remote Sensing and GIS markets. The Third International Conference “Earth from Space – the Most Effective Solutions”. – Moscow : [s. n.], 2007. – P. 32.

REFERENCES

1. Shinkarenko S.S., Kosheleva O.Yu., Solodovnikov D.A., Pugacheva A.M. Analiz pastbishnykh resursov Volgogradskoy oblasti v geoinformatsionnoy sisteme [Analysis of Pasture Resources of Volgograd Region in Geoinformation System]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo Agrouniversitetskogo Kompleksa: Nauka i Vysshee Professionalnoe Obrazovanie* [Proceedings of Nizhnevolzhskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education], 2019, no. 1 (53), pp. 123-130. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-15.
2. Boyarchuk K.A., Tumanov M.V. Distantionnoe zondirovanie Zemli kak chast sovremennoj informatsionnoj sistemy [Remote Sensing of the Earth as Part of a Modern Information System]. *Voprosy Elektromekhaniki, Trudy VNIEM* [Questions of Electromechanics, Proceedings of VNIEM], 2009, vol. 113, no. 6, pp. 33-36.
3. Juferev V.G., Kulik K.N., Rulev A.S., et al. *Geoinformacionnye Tehnologii v Agrolesomelioracii* [Geoinformation Technologies in Agroforestry]. Volgograd: VNIALMI, 2010. 102 p.
4. Golub V.B., Bondareva V.V., Barmin A.N., et al. Dinamika lugovoj rastitelnosti severnoj chasti Volgo-Akhtubinskoj pojmy (1928–2009 gg.) [Dynamics of Meadow Vegetation of the Northern Part of the Volga-Akhtuba Floodplain (1928–2009)]. *Vestnik Volzhskogo Universiteta im. V.N. Tatishcheva* [Bulletin of Tatishchev Volga University], 2011, no. 12, pp. 110-120.
5. Kulik K.N., Petrov V.I., Svintsov I.P., et al. *Metodicheskoe Posobie po Primeneniju Informacionnyh Tehnologij v Agrolesomelirativnom Kartografirovanii* [Methodical Manual on Application of Information Technologies in Agroforestry Mapping]. Volgograd: VNIALMI, 2003. 43 p.
6. Vinogradov B.V., Salugin A.N., Kulik K.N., et al. Prognozirovanie processov opustynivaniya pastbish Zapadnogo Prikaspiya na osnove aerokosmicheskoy fotoinformatsii [Forecasting Processes of Desertification of Pastures in the Western Caspian Region Based on Aerospace Photo-Information]. *Lesomelioratsiya i Landshaft*

[Forest Amelioration and Landscape]. Volgograd, 1993, pp. 67-82.

7. Solodovnikov D.A., Kanishhev S.N., Zolotarev D.V., Shinkarenko S.S. Rekreatsionnaya digressiya intrazonalnykh landshaftov Nizhnej Volgi [Recreational Digression of Intrazonal Landscapes of the Lower Volga]. *Vestnik Volgogradskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Seriya 11, Estestvennye Nauki* [Bulletin of the Volgograd State University. Series 11, Natural Sciences], 2014, no. 2 (8), pp. 50-57.

8. Zvolinskij V.P., Zaplavinov D.M., Kishhenko A.A., Koshelev A.V. Rol lesnykh nasazhdenij Volgo-Ahtubinskoj pojmy v formirovanii lesoagrarnykh landshaftov i ikh rekreatsionnoe ispolzovanie [The Role of Forest Plantations of the Volga-Akhtuba Floodplain in the Formation of Forest-Agrarian Landscapes and Their Recreational Use]. *Izvestija Nizhnevolzhskogo Agrouniversitetskogo Kompleksa* [Proceedings of Nizhnevolzskiy agrouniversity complex: Science and Higher Vocational Education], 2013, no. 3 (31), pp. 1-5.

9. Rulev A.S., Anopin V.N. *Kartografirovanie Degradirovannykh Landshaftov Nizhnego Povolzhja* [Mapping Degraded Landscapes of the Lower Volga Region]. Volgograd: VolgGASU, 2007, 168 p.

10. Sukhikh V.I. *Ajerokosmicheskie Metody v Lesnom Khozyajstve i Landshaftnom Stroitelstve* [Aerospace Methods in Forestry and Landscape Construction]. Joshkar-Ola, MarGTU, 2005. 392 p.

11. Chizhova V.P., Komarov A.I. Dubravy Volgo-Ahtubinskoj pojmy i perspektivy ikh rekreatsionnogo ispolzovaniya [Volgo-Akhtuba Floodplain of Oak Trees and Prospects of Their Recreational Use]. *Sbornik Nauchnykh Trudov Permskogo Gosudarstvennogo Universiteta* [Proceedings of Perm State University]. Perm, PGU, 2006, pp. 213-223.

12. Kulik K.N., Rulev A.S., Bakurova K.B., et al. *Eekologo-ekonomicheskaya effektivnost kartografio-aerokosmicheskogo monitoringa degradatsii i opustynivaniya landshaftov* [Ecological and Economic Cartographic and Aerospace Efficiency of Monitoring of Degradation and Desertification of Landscapes]. *Ekologo-ekonomicheskaja Optimizatsiya Prirodopolzovaniya* [Ecological and Economic Optimization of Nature Management]. Volgograd, 2004, pp. 7-11.

13. Labrecque S., Fomier R.A., Luther J.E., Piercey D. A Comparison of Four Methods to Map Biomass from Landsat-TM and Inventory Data in

Western Newfoundland. *Forest Ecol. Manag. J.*, 2006, no. 226, pp. 129-144.

14. Brimicombe A. (ed.) GIS, Environmental Modelling and Engineering. Second Ed. *GRC Press*, 2010, 378 p.

15. Coppin P.R., Bauer M.E. Processing of Multitemporal Landsat TM Imagery to Optimize Extraction of Forest Cover Change Features. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, 2002, vol. 32, no. 4, pp. 918-927.

16. Kirillov S., Kanischev S., Kholodenko A., Solodovnikov D. Evaluation of Landscape-Ecological Parameters of Steppe Geosystems for Regulation of Recreational Impact. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM 14*, 2014, pp. 251-258.

17. Goodchild M.F., Steyaert L.T., Parks B.O. (eds.) *GIS and Environmental Modeling: Progress and Research Issues*. Wiley & Sons, 1996, 285 p.

18. Jensen J.R. *Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective (2nd Edition)*. Prentice Hall, 2006, 608 p.

19. Roy D.P., Wulder M.A., Loveland T.R. Landsat-8: Science and Product Visions for Ground-Based Research of Global Changes. *Remote Sens. Environ*, 2014, no. 145, pp. 154-172.

20. Hall R.J., Skakun R.S., Arsenault E.J., Case B.S. Modeling Forest Stand Structure Attributes Using Landsat ETM+ Data: Application to Mapping of Aboveground Biomass and Stand Volume. *Forest Ecol. Manag. J.*, 2006, no. 225, pp. 378-390.

21. Olsson H. A Method for Using Landsat Time Series for Monitoring Young Plantings in Boreal Forests. *Int. J. Remote Sens.* 2009, vol. 30, no. 19, pp. 5117-5131.

22. Royse K.R., Rutter H.K., Entwisle D.C. Property Attribution of 3D Geological Models in the Thames Gateway, London: New ways of visualizing geoscientific information. *Bull. Eng. Geol. Environ.* 2009, vol. 68, pp. 1-16.

23. Stoney W.E. *ASPRS Guide to Land Imaging Satellites. Updated for the NOAA Commercial Remote Sensing Symposium*. USA ASPRS, 2008. 15 p.

24. Trinder J. Recent Developments in International Remote Sensing and GIS Markets. *The Third International Conference "Earth from Space – the Most Effective Solutions"*. Moscow, 2007, p. 32.

Information About the Author

Irina R. Ozerina, 1 Category Hydrologist, Volgograd Centre for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, Gagarina St., 12, 400131 Volgograd, Russian Federation, i.ozjorina@yandex.ru.

Информация об авторе

Ирина Романовна Озерина, гидролог 1-й категории, Волгоградский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, ул. Гагарина, 12, 400131 г. Волгоград, Российская Федерация, i.ozjorina@yandex.ru.