

УДК 630*587.6

**Э. А. Курбанов, О. Н. Воробьев, А. В. Губаев,
С. А. Лежнин, С. А. Незамаев, Т. Л. Александрова**

ОЦЕНКА ЗАРАСТАНИЯ ЗЕМЕЛЬ ЗАПАСА РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ ПО СПУТНИКОВЫМ СНИМКАМ

Проведена оценка площадей зарастания бывших сельскохозяйственных земель Республики Марий Эл молодняками сосны и березы по спутниковым снимкам высокого разрешения ALOS. Обработка и классификация спутниковых снимков проводилась в программных пакетах ENVI и ArcGIS. Полученные результаты свидетельствуют о значительных площадях зарастания земель запаса и перераспределения березовыми и сосновыми насаждениями, что особенно характерно для восточной части Республики Марий Эл.

Ключевые слова: *лесное хозяйство, естественные леса, дистанционное зондирование земли, спутниковые снимки, геоинформационные системы, земли запаса и перераспределения.*

Введение. Во второй половине XX века почти в 80 странах мира наблюдалось устойчивое сокращение сельскохозяйственных угодий. В период 1961–2003 гг. из оборота было выведено 223 млн. га сельскохозяйственных угодий. Больше всего таких земель в течение кризиса 1990-х годов потеряла Россия (58,3 млн. га), от которой совсем немного отстают Австралия (40,8 млн. га), США (35,6 млн. га) и Западная Европа (25,1 млн. га) [1].

В связи с общим ухудшением экономического состояния в сельскохозяйственном производстве, прекращением работ по мелиорации земель происходит сокращение площадей сельхозугодий, ухудшается состояние земель сельскохозяйственного назначения. В Республике Марий Эл площадь пашни, используемая сельскохозяйственными предприятиями, организациями и гражданами, только в 2008 году сократилась на 13 тыс. га в результате перевода в фонд перераспределения земель (*фонд перераспределения земель* формируется за счет земельных участков из земель сельскохозяйственного назначения, поступающих в этот фонд. Он создается в целях перераспределения земель для сельскохозяйственного производства, создания и расширения крестьянских (фермерских) хозяйств, личных подсобных хозяйств, ведения садоводства, животноводства, огородничества, сенокосения, выпаса скота в составе земель сельскохозяйственного назначения [2]) и запаса (к *землям запаса* относятся земли, находящиеся в государственной или муниципальной собственности и не предоставленные гражданам или юридическим лицам, за исключением земель фонда перераспределения земель. Использование земель запаса допускается после перевода их в другую категорию [2]), за исключением земель для несельскохозяйственных нужд. Повсеместно происходит

процесс зарастания пашни и естественных кормовых угодий кустарником и мелколесьем, что особенно заметно в Килемарском, Юринском, Сернурском и Параньгинском районах.

По сравнению с 2007 годом произошло уменьшение сельскохозяйственных земель на 37,3 тыс. га. Согласно официальной статистике [3], общая площадь земель сельскохозяйственного назначения, которая потенциально будет захвачена лесной растительностью в Республике Марий Эл при существующем сценарии развития экономики, может достичь 200 и более тысяч га, что составляет до 25 % от всех земель этого назначения.

Сокращение площади сельскохозяйственных угодий характерно практически для всех субъектов Российской Федерации [4]. По неофициальным оценкам, в ряде областей Нечерноземья (Псковская, Костромская, Ярославская, Вологодская и др.) в настоящее время заброшено и зарастает молодняками мягколиственных пород до 40–60 % пахотных земель, что подтверждается данными дистанционного зондирования. Для региона Верхнего Поволжья было установлено, что на начальных стадиях расселения растительности на лугах и залежах участвуют 10–12 видов древесно-кустарниковых пород, основными из которых являются береза, сосна, ива, ольха серая, осина [5]. Береза в большинстве случаев (до 40%) равномерно распределяется по площади поля и за считанные годы (3–6 лет) образует высокополнотное насаждение [6,7].

Установлено, что к 5–8-летнему возрасту на всех бывших сельскохозяйственных угодьях неравномерность возобновления леса ликвидируется (деревья равномерно распределены по всей площади участка) и начинает формироваться лесная среда [8]. На скорость зарастания влияют форма и ориентация поля в пространстве, а также характеристика опушки леса [9].

Много публикаций о проблеме зарастания сельхозугодий встречается в зарубежной литературе, особенно по исследованиям в тропических лесах [10, 11].

В Латвии с 1990-х г.г. произошло зарастание бывших сельскохозяйственных земель на площади более 3 млн. га [12]. Доминирующими породами на этих территориях являются лиственные древостои с преобладанием березы и ольхи серой.

В Австралии по снимкам Landsat было выявлено зарастание сельскохозяйственных угодий травянистой растительностью [13].

Целью работы является выявление бывших сельскохозяйственных участков (земли запаса и перераспределения), зарастающих молодняками березы и сосны на основе использования снимков высокого разрешения ALOS и данных наземных исследований, проведенных авторским коллективом в 2007–2009 гг. на территории различных районов Республики Марий Эл. Для выполнения этой цели были поставлены следующие задачи:

1) провести оценку зарастания бывших сельскохозяйственных земель породами пионерами (сосна, береза) на территории Оршанского, Юринского, Килемарского, Сернурского и Параньгинского районов РМЭ путем глазомерной таксации;

2) выявить эти участки на спутниковых снимках высокого разрешения ALOS для формирования дополнительных классов при создании «обучающей выборки» (testing site) в пакете ENVI [14] на исследуемых сценах;

3) создать тематическую карту исследуемых районов методом управляемой классификации и определить точность границ площадей зарастания молодняками березы и сосны с использованием программных продуктов ENVI и ArcGIS;

4) провести оценку точности созданных карт и определить общую площадь зарастания на землях перераспределения и запаса.

Методика исследований включает в себя два этапа: полевые и камеральные работы. В основу работ по выбору тестовых участков полевых исследований были положены следующие требования: 1) объекты должны быть бывшими землями сельскохозяйственного пользования и расположены в пределах сцен имеющихся спутниковых снимков; 2) с целью минимизации влияния антропогенного фактора выбирались участки, удаленные от интенсивного посещения местным населением. Полевые исследования проведены с июня по сентябрь 2008–2009 года [15].

Работа со спутниковыми снимками в программных комплексах (ПК) «ENVI4.7» и «ArcGIS-9.3». Для получения информации о площадях зарастания бывших сельскохозяйственных земель проводились следующие этапы работ: 1) атмосферная коррекция снимков ALOS в пакете ENVI 4.7; 2) создание тематической карты в ПК ENVI4.7; 3) оценка точности классификации; 4) векторизация тематической карты в ПК ENVI-4.7; 5) генерализация полигонального слоя тематической карты в ПК ArcMap; 6) определение площади зарастания земель запаса по векторным полигонам.

Тематическая карта распределения растительности на исследуемой площади получена методом управляемой классификации в программе ENVI-4.7 на основе обучающей выборки наших тестовых полевых участков, выделенных на снимках.

Пошаговая оценка точности классификации проводилась на основе расчета коэффициентов матрицы различий (Confusion Matrix) и коэффициента Каппа (Kappa Index) [16], которые наиболее используются в современной научной литературе.

Следующим этапом работ была векторизация – трансформация растрового изображения тематической карты в векторный слой в виде шейп-файла в программе ENVI-4.7. Каждый слой растительного покрова имеет свой цвет в соответствии с заданным классом легенды тематической карты. Полученные полигональные слои молодняка сосны и березы на землях запаса и перераспределения показали высокое дробление на мелкие участки. Степень генерализации составила более 0,5 га (полигоны менее 0,5 га не учитывались).

Результаты исследований. Тематические карты-схемы земель запаса и перераспределения, основанные на спутниковых снимках ALOS, прошли проверку на точность в соответствии с критериями, применяемыми большинством современных ученых, работающих в области геоинформационных систем и дистанционного зондирования. Коэффициент Каппа в большинстве случаев достигал 0,75–0,85, что свидетельствует о высоком соответствии проведенной классификации на снимках полевым (эталонным) данным. Такая точность проведенных натурных и камеральных исследований позволяет рекомендовать полученные карты-схемы лесохозяйственному производству Республики Марий Эл.

Анализ карт лесной растительности на землях запаса и перераспределения, составленных на основе спутниковых снимков ALOS, позволил сделать выводы о масштабах происходящих сукцессий для различных районов Республики Марий Эл. В частности, большие территории зарастания молодняками березы и сосны на землях запаса и перераспределения были выявлены на территории Параньгинского и Сернурского муниципальных районов Республики Марий Эл (рис., а, б). Сосновые молодняки, расположенные в пределах двух сцен спутниковых снимков ALOS занимают общую площадь 12,9 тыс. га, в то время как березовые молодняки на землях запаса и перераспределения этого региона являются преобладающими, достигая по площади 30,5 тыс. га.

В Оршанском и Килемарском муниципальных районах на брошенных сельскохозяйственных землях доминируют естественные березовые молодняки, площадь которых в

пределах сцены спутникового снимка ALOS и карты-схемы составляет 5,6 и 3,7 тыс. га соответственно (рис., в). Сосновые молодняки на землях запаса и перераспределения этих районов практически не встречаются, что было подтверждено многочисленными полевыми данными.



Карты-схемы, составленные на основе спутникового снимка ALOS, территорий Параньгинского (а), Сернурского (б), Килемарского (в) и Юринского районов (з):

синий цвет – зарастающие площади бывших сельхозугодий молодняками березы, оранжевый цвет – молодняки сосны, фиолетовые отметки – места закладки пробных площадей

В Юринском муниципальном районе на землях запаса и перераспределения, расположенных в основном на песчаных почвах вдоль реки Ветлуги, больше встречается молодняков сосны (2,3 тыс. га), чем березы (1,2 тыс. га). На территории лесного фонда Юринского лесничества береза в основном захватывает открытые участки (сенокосы, прогалины, вырубки и свежие гари) (рис., з), на которых полностью или частично прекращена хозяйственная деятельность местных жителей и работников лесничества.

Результаты исследования показывают, что спутниковые снимки ALOS высокого разрешения имеют высокую практическую значимость для классификации и картографирования лесных насаждений в РМЭ. В частности, они могут быть успешно применены для решения задач по выявлению и оценке площадей бывших сельскохозяйственных земель, зарастающих лесной растительностью. Береза является доминирующей породой на этих землях, в то время как сосна захватывает в основном территории на супесчаных почвах.

Естественные процессы зарастания земель запаса и перераспределения лесной растительности продолжаются в Республике Марий Эл уже второе десятилетие. На этих землях происходит формирование высокополнотных продуктивных березовых и сосновых насаждений. Возврат этих земель в сельскохозяйственное пользование потребует вклада значительных ресурсов для вырубки и раскорчевки молодых лесных насаждений. В связи с этим более целесообразно переводить такие участки в лесной фонд ближайших лесничеств, что позволит усилить охрану этих насаждений и повысить эффективность использования земель. Кроме того, увеличение лесного фонда лиственных и смешанных насаждений, которые являются более устойчивыми к лесным пожарам, будет также благоприятно сказываться на пожароопасной ситуации в Республике Марий Эл.

В классическом лесоводстве общепризнанной является аксиома о том, что естественное возобновление леса, в отличие от искусственных посадок, позволяет также сохранять их генетическое и биологическое разнообразие, сформировавшиеся на занимаемых лесом территориях в течение нескольких столетий. Естественные насаждения более устойчивы к болезням и вредителям. Кроме того они дают много других дополнительных выгод – рекреационных, климатических (Киотские леса) [17], экономических (недревесная и древесная продукция леса). Авторский коллектив продолжает работу по оценке бывших сельскохозяйственных земель других районов Республики Марий Эл, что позволит сделать более глубокие и комплексные выводы о происходящих изменениях.

Список литературы

1. Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота / под ред. акад. Г. А. Романенко. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 64 с.
2. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ <http://www.consultant.ru/popular/earth/> (дата обращения: 09.08.10).
3. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Марий Эл за 2008 г. / Министерство сельского хозяйства, продовольствия и природопользования Республики Марий Эл. – Йошкар-Ола, 2009. – 210 с.
4. Гульбе, А. Я. Процесс формирования молодняков древесных пород на залежи в Южной тайге: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / А. Я. Гульбе. – М., 2009. – 23 с.
5. Уткин, А. И. О наступлении лесной растительности на сельскохозяйственные земли в Верхнем Поволжье / А. И. Уткин, Т. А. Гульбе, Я. И. Гульбе, Л. С. Ермолова // Лесоведение. – 2002. – №5. – С. 44–52.

6. Гульбе, А. Я. Надземная фитомасса и годовая продукция соснового насаждения на брошенной пашне в подзоне южной тайги / А. И. Гульбе // Актуальные проблемы лесного комплекса: Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции. – Вып. 17. – Брянск: БГИТА, 2007. – С. 50–53.

7. Аткина, Л. И. Структура надземной фитомассы естественных молодняков и культур сосны Челябинской области / Л. И. Аткина, О. А. Петелина // Лесной комплекс: состояние и перспективы развития. – Вып. 3. – Брянск: БГИТА, 2002. – С. 3–6.

8. Балашкевич, Ю. А. Заращение бывших сельскохозяйственных земель древесной растительностью / Ю. А. Балашкевич // Актуальные проблемы лесного комплекса: Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции [под ред. Е. А. Памфилова]. – Вып. 13. – Брянск: БГИТА, 2006. – С. 4–6.

9. Курбанов, Э. А. Распределение фитомассы березы на землях запаса в Республике Марий Эл / Э. А. Курбанов, Л. С. Устюгова, А. Гретшель и др. // Сборник материалов международной конференции по проекту Темпус «LAREMA». – Ташкент, 2010. – С. 25–31.

10. Lugo, A. E. Emerging forests on abandoned land: Puerto Rico's new forests / A. E. Lugo, E. Helmer // Forest Ecology and Management. – 2004. – № 190. – P.145–161.

11. Feldpausch, T. R. Carbon and nutrient accumulation in secondary forests regenerating in Central Amazonia / T. R. Feldpausch, M. A. Rondon, E. C. M. Fernandes and othes // Ecological Applications. – 2004. – № 14(4). – P. 164–176.

12. Liepins, K. Naturally afforested agricultural lands in Latvia – assessment of available timber resources and potential productivity / K. Liepins, A. Lazdins, D. Lazdina and othes // Environmental engineering. Proceedings of the 7th international conference, 2008. – P. 194–199.

13. Lawes, R. A. Monitoring an invasive perennial at the landscape scale with remote sensing / R. A. Lawes, J. F. Wallace // Ecological Management & Restoration. – 2008. – №9. – P. 53–59.

14. Программный комплекс ENVI: Учебное пособие. – М.: «Совзонд», 2009. – 320 с.

15. Курбанов, Э. А. Пространственная динамика фитомассы березняков на бывших сельскохозяйственных землях Марийского Заволжья / Э. А. Курбанов, О. Н. Воробьев, Л. С. Устюгова и др. // Лесной журнал. – 2010. – №3. – С. 8–14.

16. Verbula, D. L. Satellite remote sensing of natural resources / D. L. Verbula // CRC Press. – 2000, Levis Published. – P. 198.

17. Курбанов, Э. А. К вопросу об углероддепонирующих насаждениях / Э. А. Курбанов, О. Н. Воробьев, Л. С. Мошкина, А. В. Губаев, С. А. Лежнин, С. А. Незамаев // Вестник МарГТУ. Серия «Лес. Экология. Природопользование». – 2008. – №3 – С. 5–17.

Работа выполнена в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научнопедагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы, ГК № 02.740.11.5202 Министерства образования и науки Российской Федерации «Региональная оценка методов картирования растительного покрова по спутниковым снимкам» и ГК № 02.740.11.0838 «Разработка и реализация алгоритмов передачи, обработки и анализа данных дистанционного зондирования лесных покровов для автоматических расчетов фитомассы растительности и пулов углерода».

Статья поступила в редакцию 16.08.10.

*E. A. Kurbanov, O. N. Vorobyev, A. V. Gubayev,
S. A. Leznin, S. A. Nezamayev, T. L. Alexandrova*

**ESTIMATION OF REFORESTATION OF MARI EL REPUBLIC
ABANDONED AGRICULTURAL LANDS BY SATELLITE IMAGES**

Estimation of reforestation on the abandoned agricultural lands by pine and birch trees in Mari El Republic with the use of high resolution satellite pictures ALOS was carried out. Processing and classification of the satellite pictures were provided in ENVI and ArcGIS program packages. The results show significant amount of reforested areas of the abandoned agricultural lands with pine and birch. In particular, it is a typical situation for the eastern part of Mari El Republic.

Key words: *forestry, natural forests, earth remote sensing, satellite pictures, geo information systems, abandoned agricultural lands.*

КУРБАНОВ Эльдар Аликрамович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесоводства МарГТУ, руководитель Центра устойчивого управления лесами. Область научных интересов – устойчивое управление лесами, биологическая продуктивность лесных экосистем, депонирование углерода лесными экосистемами, дистанционное зондирование земли, леса Киото. Автор 90 публикаций.

E-mail: kurbanovea@marstu.net

ВОРОБЬЕВ Олег Николаевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесоводства МарГТУ. Область научных интересов – дистанционное зондирование лесов, депонирование углерода лесными экосистемами, мониторинг лесных экосистем. Автор 23 публикаций.

E-mail: vorobievon@marstu.net

ГУБАЕВ Александр Владимирович – соискатель кафедры лесоводства МарГТУ. Область научных интересов – дистанционное зондирование земли, биологическая продуктивность лесных экосистем. Автор 11 публикаций.

E-mail: galex@marstu.net

ЛЕЖНИН Сергей Анатольевич – аспирант кафедры лесоводства МарГТУ. Область научных интересов – дистанционное зондирование земли, биологическая продуктивность лесных экосистем. Автор 14 публикаций.

E-mail: lejninsa@marstu.net

НЕЗАМАЕВ Сергей Александрович – программист кафедры лесоводства МарГТУ. Область научных интересов – дистанционное зондирование земли, биологическая продуктивность лесных экосистем. Автор десяти публикаций.

E-mail: nezamaevsa@marstu.net

АЛЕКСАНДРОВА Татьяна Леонидовна – программист кафедры лесоводства МарГТУ. Область научных интересов – дистанционное зондирование земли, биологическая продуктивность лесных экосистем. Автор пяти публикаций.

E-mail: alexandrovatl@marstu.net