

Замкина И.А.¹, Тесленок С.А.², Тесленок К.С.³

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ГЕОИНФОРМАЦИОННО-КАРТОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ЛЕСНОЙ ПЛОЩАДИ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ

АННОТАЦИЯ

В статье представлены результаты определения границ водосборных бассейнов рек Мокши и Суры в пределах Республики Мордовия средствами геоинформационных технологий, а также подсчета площадей речных бассейнов и лесов в их пределах, и единиц административного деления путем автоматизированного геоинформационно-картометрического анализа цифровой топографической карты масштаба 1 : 200 000.

Согласно полученным уточненным данным, бассейны названных рек были распределены на территории региона следующим образом: 54,1 % территории отнесены к бассейну р. Мокши, а 45,9 % – к бассейну р. Суры. В абсолютных значениях это составило, соответственно, 14 156 и 12 009 км².

Кроме того, получены и проанализированы уточненные данные по лесистости водосборных бассейнов рек Мокши и Суры (40,85 и 20,76 % соответственно), а также каждой административной единицы (изменяющиеся от 5,9 % для Ромодановского района до 67,7 % – для Zubovo-Полянского) и республики в целом (31,6 %).

Анализ этих данных показал, что лесопокрытая площадь, полученная по картографическим материалам в результате картометрических работ, превышает официальную площадь лесного фонда как в подавляющем большинстве административных единиц (прирост изменяется от 0,9 до 13,9 %), так и в целом по республике (4,6 %).

Увеличение лесопокрытой площади может быть объяснено забрасыванием и неиспользованием земель сельскохозяйственного назначения, зарастающих в настоящее время молодым лесом. Отмеченное незначительное уменьшение площади лесов в пределах небольшой части территории связывается с вырубками леса и последствиями пожаров (преимущественно в 2010 г.).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: геоинформационные системы, геоинформационно-картометрический анализ, площадь, облесенность территории, речной бассейн.

¹ Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева, ул. Большевикская, 68, 430005, Саранск, Республика Мордовия, Россия, *e-mail*: vandaeva94@mail.ru

² Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева, ул. Большевикская, 68, 430005, Саранск, Республика Мордовия, Россия, *e-mail*: teslserg@mail.ru.

³ Общество с ограниченной ответственностью «Сурская горно-геологическая компания», ул. Ст. Разина, д. 17а, 430011, Саранск, Республика Мордовия, Россия, *e-mail*: kirilltesl@mail.ru

Irina A. Zamkina¹, Sergey A. Teslenok², Kirill S. Teslenok³

EVALUATION OF THE RESULTS OF GEOINFORMATION-KARTOMETRIC ANALYSIS OF THE FOREST SQUARE OF THE REPUBLIC OF MORDOVIA

ABSTRACT

The article presents the results of determining the boundaries of the Moksha and Sura catchment river basins within the Republic of Mordovia by means of geoinformation technologies, as well as counting the areas of river basins and forests within them and units of administrative division by automated geoinformation-cartographic analysis of a digital topographic map with a scale of 1 : 200,000 .

According to the received updated data, the basins of the named rivers were distributed in the region as follows: 54.1 % of the territory was assigned to the basin of the river Moksha, and 45.9 % – to the basin of the river Surah. In absolute terms this amounted to 14.156 and 12.009 km², respectively.

In addition, refined data on the forest cover of the Moksha and Sura river basins was obtained and analyzed (40.85 and 20.76 %, respectively) and also for each administrative unit (varying from 5.9 % for the Romodanovsky district to 67.7 % for Zubovo-Polyansky) and the republic as a whole (31.6 %).

The analysis of the obtained data showed that the forest area obtained from cartographic materials as a result of cartometric works exceeds the official forest fund area in the vast majority of administrative units (the increase varies from 0.9 to 13.9 %), and in the whole in the republic (4.6 %).

The increase in the forest area can be explained by the abandonment and non-use of agricultural land, which is now overgrown with young forest. The noted slight decrease in forest area within a small part of the territory is associated with deforestation and the consequences of fires (mainly in 2010).

KEYWORDS: geographic information systems geoinformation-cartometric analysis, area, afforestation, river basin.

ВВЕДЕНИЕ

Леса всегда играли значительную роль в жизни общества, выполняя разнообразные функции, важнейшие среди которых – функция вмещающей ландшафтной и культурно-исторической среды, под прямым влиянием, в условиях и в пределах которой шли процессы этногенеза и формирования этнокультурных особенностей многих народов, и экономическая (ресурсная, источник различной лесопродукции). Актуальной проблемой, имеющей большое значение в решении фундаментальных и прикладных проблем взаимоотношения лесных и окружающих их геосистем, является рациональное использование их компонентов в условиях интенсивного антропогенного воздействия и антропогенной трансформации геопространства [Тесленок С.А. и др., 2015б]. При этом в связи с повсеместным ухудшением геоэкологического состояния, значение лесов сильно изменилось.

¹ National Research Ogarev Mordovia State University, Bolshevistskaya str., 68, 430005, Saransk, Republic of Mordovia, Russia, *e-mail:* vandaeva94@mail.ru

² National Research Ogarev Mordovia State University, Bolshevistskaya str., 68, 430005, Saransk, Republic of Mordovia, Russia, *e-mail:* teslserg@mail.ru

³ Limited Liability Company "Surskaya gorno-geologicheskaya kompaniya"; Stepana Razina str., 17A, 430011, Saransk, Republic of Mordovia, Russia, *e-mail:* kirilltesl@mail.ru

Сейчас они, как наиболее важные экосистемы, оказывают значительно большее влияние на все окружающие комплексы и их компоненты. Это прямое и опосредованное воздействие на климатические особенности, продуцирование кислорода атмосферного воздуха, выполнение защитных функций сельскохозяйственных ландшафтов, санитарно-гигиенические и оздоровительные функции районов комфортного проживания и рекреации населения, средообразующие и средостабилизирующие экологические функции сохранения биологического разнообразия и др. [Тесленок С.А. и др., 2015б; Chuviesco, Justice, 2004 и др.]. В целом степень влияния лесных экосистем определяется большим количеством факторов, среди которых на первом месте особенности пространственной и морфологической структуры леса, ландшафтно-географические и климатические особенности конкретной территории.

Леса выполняют важную водоохранную и водорегулирующую роль, поддерживают водный баланс территорий и качество поверхностных и подземных вод, снижают интенсивность поверхностного стока и замедляют проникновения воды в почву. Посредством задержания в бассейне реки части талых снеговых и дождевых вод возможно бассейновое регулирование речного стока. Максимальные расходы воды под влиянием лесистости уменьшаются, а минимальные, напротив, увеличиваются. С увеличением степени лесистости территории возрастает объем годового стока. Аккумулирующая способностью леса проявляется и в зимний период: лесные почвы промерзают в меньшей степени, и при снеготаянии талые воды поглощаются лесными почвами больше. Весной в лесах замедляются процессы снеготаяния, что способствует просачиванию талых вод в почву и пополнению запасов подземных вод [Меркулова и др., 2014; Бундаева, Вандаева, 2016; Тесленок и др., 2015а, б и др.]. Повышенная степень шероховатости лесных почв замедляет стекание дождевых вод и вместе с корневой системой лесной растительности увеличивает инфильтрацию, а влажная почва в меньшей степени подвергается процессам дефляции. Сведение же леса и распашка открытых участков, не занятых лесной растительностью, также напрямую влияет на уровень стока, но в противоположном направлении – происходит увеличение поверхностного стока, резкое сокращение инфильтрации талых и дождевых вод, приводящие к уменьшению питания подземных вод [Меркулова и др., 2014; Бундаева, Вандаева, 2016].

Однако разумное использование, сохранение и восстановление лесов в современных условиях становится все более сложной задачей. В Республике Мордовия, как и в других регионах страны, остро стоит проблема неиспользуемых сельскохозяйственных угодий, когда происходит быстрое зарастание их значительных по площади массивов малоценными породами деревьев. При определении степени оптимальной лесистости на водосборных бассейнах необходимо учитывать не только природные, но и экономические условия, в результате чего должна быть создана научно обоснованная система лесохозяйственных мероприятий, направленных на создание высокопродуктивных и устойчивых насаждений из ценных древесных пород. Задача установления оптимальной лесистости имеет две стороны: необходимость предвидения возможных потерь в связи со снижением процента лесистости до определенного минимума и определения возможных выгод в связи с увеличением лесистости до оптимума. Необходимо знать и размеры затрат, необходимых для установления оптимальной для той или иной территории доли лесов.

В связи с этим на первое место выходят инвентаризационные задачи. Однако в настоящее время совершенно отсутствуют данные по лесистости речных бассейнов в пределах территории республики, а сведения по залесенности территорий административных районов и республики в целом не соответствуют действительности, так как были получены ранее с использованием устаревших мелкомасштабных картографических материалов

и с использованием архаичных методов картометрии. Данные, полученные в результате геоинформационно-картометрических работ с использованием ГИС-технологий, в настоящее время для территории Мордовии являются выборочными, фрагментарными и практически отсутствуют.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель данного исследования заключалась в определении границ водосборных бассейнов рек Мокши и Суры в пределах Республики Мордовия (рис. 1) средствами геоинформационных технологий, а также подсчете площадей лесов в пределах речных бассейнов и единиц административного деления путем автоматизированного геоинформационно-картометрического анализа цифровой топографической карты масштаба 1 : 200 000.

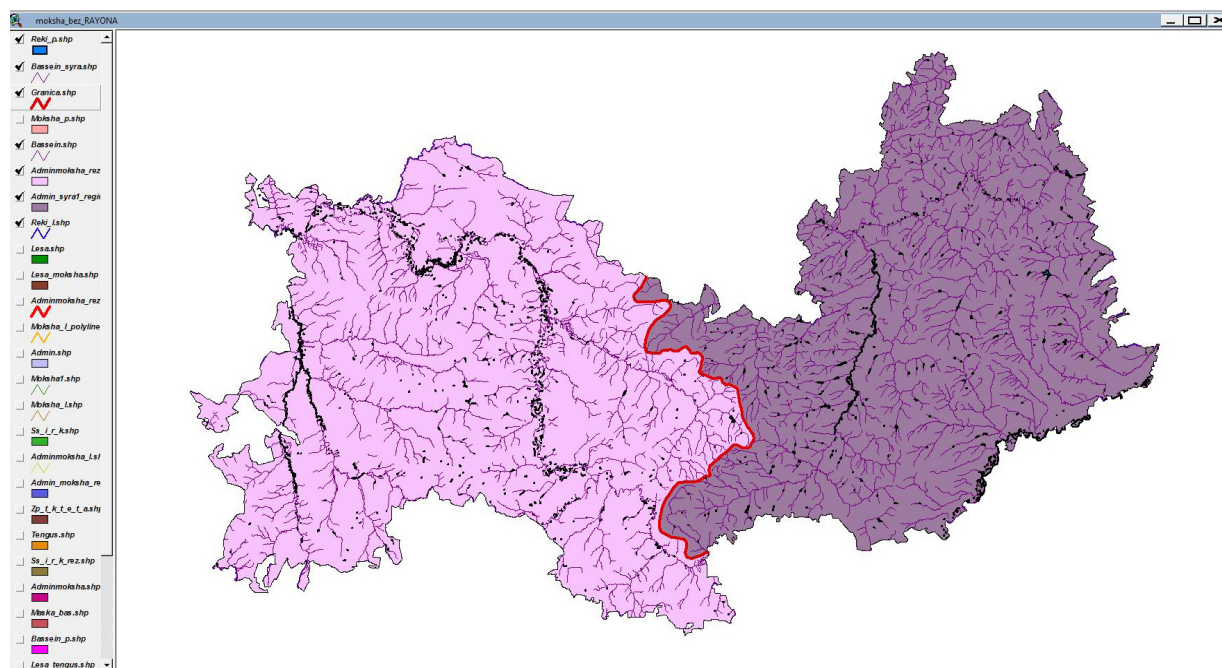


Рис. 1. Бассейны рек Мокши и Суры
Fig. 1. Moksha and Sura river basins

Состояние лесного фонда традиционно оценивается по материалам лесоустройства, имеющим продолжительный межинвентаризационный период. Использование картографических материалов в процессе выявления и мониторинга площадей земель, занятых лесными геосистемами, должно быть сопряжено с привлечением данных дистанционного зондирования Земли, аэрокосмических и геоинформационных технологий [Лурье, 2002, 2008; Justice, 2002; Chuvieco, Justice, 2004; Смирнов, 2014; Вдовин и др., 2015; Тесленок и др., 2015а, б и др.]. В таком случае возможно существенное снижение периодичности традиционного геоботанического и лесохозяйственного картирования [Тесленок и др., 2015а].

Решение поставленных задач достигалось использованием в качестве основного программного обеспечения геоинформационной системы (ГИС) ArcView GIS ESRI, в качестве дополнительного – ГИС SAS. Планета, ГИС MapInfo Professional, программный комплекс для векторизации растровых изображений EasyTrace.

В ГИС ArcView GIS предварительно было произведено формирование набора геопространственной информации специализированной базы данных для целей картографирования и осуществления геоинформационно-картометрического анализа, с опреде-

лением состава и характера локализации слоев географической основы, последующими разработкой содержания и составлением электронных тематических карт [Лурье, 2001, 2008; Шаши, Санжей, 2004; Тесленок и др., 2015а, б и др.].

Проведение картометрических работ позволило получить данные о площадях лесных ландшафтов в пределах водосборных бассейнов рек Мокши и Суры и на территориях единиц административного деления Республики Мордовия. Для расчета облесенности названных территорий были использованы соответствующие полигональные темы. С использованием возможностей дополнительного модуля расширения ArcView GIS «Геопроессинг» (Geoprocessing) был выполнен комплекс подготовительных работ, заключавшихся, прежде всего, в определении и вырезании речных бассейнов и единиц административного деления (рис. 2), а затем – в вырезании участков лесов, находящихся в пределах границ речных бассейнов и единиц административного деления (рис. 3).

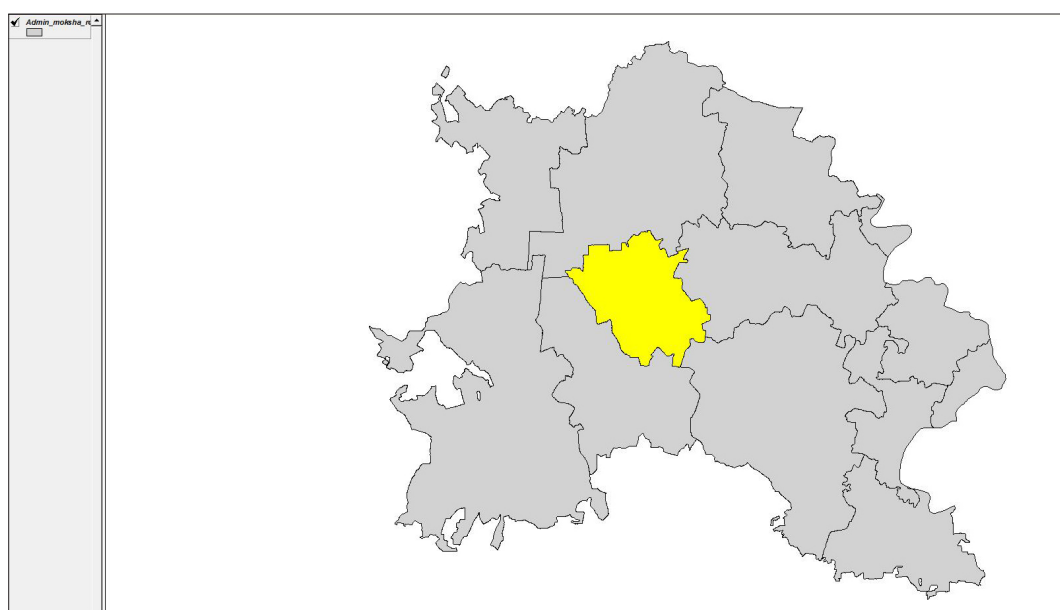


Рис. 2. Выбранный для вырезания модулем «Геопроессинг» объект (территория Атюрьевского района в пределах бассейна р. Мокши)
Fig. 2. The object chosen for cutting out the module "Geoprocessing" (the territory of the Atyurievsky district within the Moksha river basin)

Затем с использованием инструмента ArcView GIS «Калькулятор поля» (Field Calculator) был произведен подсчет площади лесов в полях атрибутивной таблицы, соответствующих речным бассейнам и единицам административного деления. Данные были получены в абсолютных (в км²) величинах и в относительных (в %) значениях.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Вся речная сеть Республики Мордовия (в соответствии с ее строением и территориальным размещением), согласно устоявшимся представлениям, может быть разделена на две группы: реки бассейна Мокши (53 % всей площади республики в ее западной части) и реки бассейна Суры (47 % всей площади в восточной часть Мордовии) (см. рис. 1). Материалы Лесного плана Республики Мордовия [Лесной план..., 2009] указывают несколько иное соотношение доли речных бассейнов в общей площади республики: более половины рек приурочены к западной части республики и относятся к бассейну р. Мокши (55 %), восточная же часть республики относится к бассейну р. Суры (45 %).

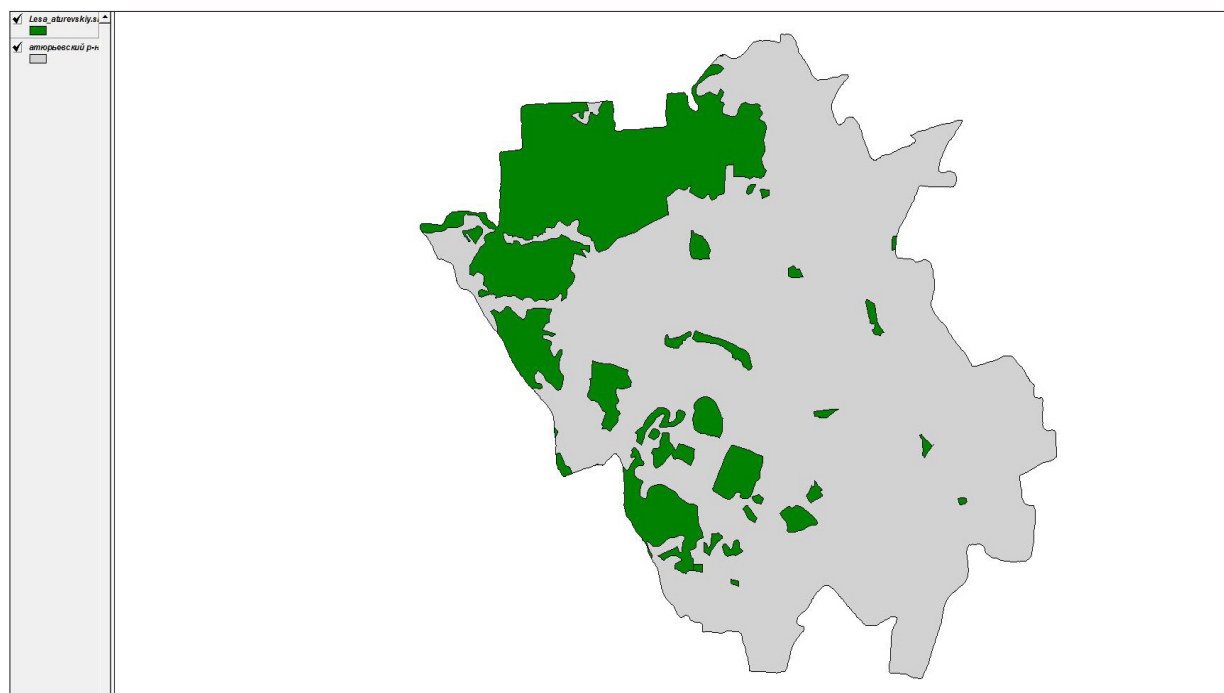


Рис. 3. Участки леса, вырезанные в пределах границы административного района (Атыурьевский)

Fig. 3. Forest areas, cut within the boundaries of the administrative district (Atyurievsky)

Путем автоматизированной обработки цифровой топографической карты Республики Мордовия масштаба 1 : 200 000 было выполнено новое, более детальное определение границ и площади водосборных бассейнов рек Мокши и Суры. Такого рода работа с использованием цифровой топографической основы произведена впервые. Ранее традиционное определение границ бассейнов было проведено с использованием среднемасштабных карт и без привлечения возможностей геоинформационных технологий.

Согласно полученным нами уточненным данным, бассейны рек Мокши и Суры распределены на территории региона таким образом: 54,1 % территории республики относятся к бассейну р. Мокши, а 45,9 % – к бассейну р. Суры. В абсолютных значениях это составило соответственно 14 156 и 12 009 км² (табл. 1). Определение площади важнейших бассейнов показало, что среднее различие между справочными литературными данными и определенными по цифровой карте площадями составляет для бассейна р. Мокши 1,7 %, а для р. Суры оно достигает 2 % (см. табл. 1).

Таблица 1. Сравнение размеров площади бассейнов рек по разным источникам данных, км²

Table 1. Comparison of the sizes of river basins area by different data sources, км²

Бассейны рек	Данные		Δ (%)
	литературные	полученные на основе цифровой карты	
Мокши	13 920	14 156	+ 236 (1,7)
Суры	12 260	12 009	- 251 (2)

Такие ошибки могут быть признаны случайными, обусловленными либо погрешностями традиционной ручной технологии обработки топографических карт, либо сглаживанием и частными нарушениями в процессе картографической генерализации истинного

рельефа при его представлении на используемой цифровой карте. Но разница в 236 км² и 251 км² для республики с размером территории 26 128 км² (см. табл. 1) (до 0,96 % всей ее площади) представляется нам очень существенной. Литературные источники под редакцией А.А. Ямашкина, которые для территории Республики Мордовия принято считать надежными, определяют площади бассейнов р. Мокши в 13 920 км², а для рек бассейна Суры – в 12 260 км² (см. табл. 1).

Лесной фонд, являясь природно-хозяйственным объектом федеральной собственности, лесных отношений, управления, использования и воспроизводства лесов, представляет собой совокупность лесов, лесных и нелесных земель в границах, установленных в соответствии с лесным и земельным законодательством. Леса, расположенные на землях лесного фонда Мордовии (680,8 тыс. км²), находятся в ведении республиканского Министерства лесного и охотничьего хозяйства и природопользования [Министерство лесного, охотничьего хозяйства и природопользования Республики Мордовия. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minleshoz.e-mordovia.ru/>]. На территории республики в границах ее административных районов организованы лесничества – 9 территориальных и 36 участковых [Тесленок и др., 2015б].

Это важнейший элемент экологического каркаса, общая площадь которого по данным Лесного плана Республики Мордовия, рассчитанного на период с 1 января 2009 г. по 31 декабря 2018 г. [Лесной план, 2009], достигала 749 610 га по состоянию на 1 января 2010 г., составляя 28,6 % всей территории республики, исходя из чего она отнесена к числу малолесных субъектов Российской Федерации. Кроме того, леса по территории республики размещены неравномерно. В западной ее части лесистость достигает 46,7 %, в восточной – 19,1 %, а в центральной – 34,2 % [Тесленок и др., 2015б; Министерство лесного, охотничьего хозяйства и природопользования Республики Мордовия. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minleshoz.e-mordovia.ru/>].

В соответствии с лесорастительным районированием (приказ Федерального агентства лесного хозяйства от 9 марта 2011 г. № 61 «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации») леса Мордовии отнесены к хвойно-широколиственной зоне лесов хвойно-широколиственного лесного района Европейской части Российской Федерации и лесостепной зоне лесов лесостепного лесного района [Государственный доклад..., 2015; Министерство лесного, охотничьего хозяйства и природопользования Республики Мордовия. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minleshoz.e-mordovia.ru/>].

Результаты сравнения данных по лесистости административных районов и Республики Мордовия в целом, полученных нами в результате геоинформационно-картометрических работ с использованием ГИС-технологий, подтверждаются официальными данными, согласуясь с ними, и приведены в табл. 2, 3. Данные по лесистости речных бассейнов в пределах территории республики, представленные в таблицах, получены впервые.

Таблица 2. Сравнение лесистости бассейнов рек Мокши и Суры по разным источникам данных, %
Table 2. Comparison of the forest cover of the Moksha and Sura river basins by different data sources, %

Бассейны рек	Данные		Δ
	литературные (2010 г.)	полученные на основе цифровой карты	
Мокши	46,7	40,85	– 5,85
Суры	19,1	20,76	+ 1,66

Исходя из результатов, полученных с использованием возможностей ГИС ArcView GIS путем анализа цифровой карты Республики Мордовия масштаба 1 : 200 000, площадь лесов республики составляет 827 300 га, или 31,6 % всех земель Республики Мордовия (см. табл. 3). Лесистость главных водосборных бассейнов рек Мокши и Суры, согласно полученным нами уточненным данным, составила 40,85 и 20,76 % соответственно (см. табл. 2).

Кроме того, получены и проанализированы уточненные данные по лесистости каждой административной единицы (изменяющиеся от 5,9 % для Ромодановского района, до 67,7 % – для Зубово-Полянского) и республики в целом (31,6 %) и определена разница с принятыми официальными сведениями (см. табл. 3).

Анализ данной информации показал, что лесопокрытая площадь, полученная по картографическим материалам в результате картометрических работ, превышает официальную площадь лесного фонда как в подавляющем большинстве административных единиц (прирост изменяется от 0,9 до 13,9 %), так и в целом по республике (4,6 %) (см. табл. 3).

Таблица 3. Величина лесистости по административным единицам, %
Table 3. The size of the forest cover by administrative units, %

Наименование единицы административного деления	Данные		Δ
	литературные 2010 г.	полученные на основе цифровой карты	
Ардатовский район	25,1	29,1	+ 4,0
Атюрьевский район	21,6	22,5	+ 0,9
Атяшевский район	7,9	11,4	+ 3,5
Большеберезниковский район	22,3	25,7	+ 3,4
Большеигнатовский район	25,4	35,1	+ 9,7
Дубенский район	26,1	27,8	+ 1,7
Ельниковский район	30,9	35,6	+ 4,7
Зубово-Полянский район	62,7	67,6	+ 4,9
Инсарский район	16,7	16,06	– 0,64
Ичалковский район	29,8	28,4	– 1,4
Кадошкинский район	30,2	32,2	+ 2,0
Ковылкинский район	18,0	21,6	+ 3,6
Кочкуровский район	27,6	31,7	+ 4,1
Краснослободский район	21,2	26,02	+ 4,82
Лямбирский район	8,7	12,2	+ 3,5
Ромодановский район	4,1	5,9	+1,8
Рузаевский район	13,1	16,0	+2,9
Старошайговский район	21,2	22,2	+ 1,0
Темниковский район	43,6	57,5	+ 13,9
Теньгушевский район	43,9	57,4	+ 13,5
Торбеевский район	21,1	24,4	+ 3,3
Чамзинский район	20,8	20,5	– 0,3
городской округ Саранск	6,7		
Всего по республике	27,0	31,6	+ 4,6

ВЫВОДЫ

Данные по лесистости административных районов и Республики Мордовия в целом, полученные в результате геоинформационно-картометрического анализа цифровой картографической основы масштаба 1 : 200 000, в целом согласуются с официальными

данными, отличаясь при этом преимущественно в большую сторону (для 19 административных единиц из 23, или 83 %). Из этого числа также для подавляющего большинства административных единиц (17 из 23, или 74 %) эти отличия изменяются в пределах от + 0,9 до + 9,7 %, (за исключением Теньгушевского и Темниковского районов с показателями прироста лесистости в + 13,5 и + 13,9 % соответственно). Для показателей лесистости территорий трех районов – Чамзинского, Инсарского и Ичалковского эта разница составляет – 0,3; – 0,64 и – 1, 4 % соответственно (см. табл. 3).

Увеличение лесопокрытой площади может быть объяснено забрасыванием и неиспользованием земель сельскохозяйственного назначения, зарастающих в настоящее время молодым лесом. Отмеченное незначительное уменьшение площади лесов в пределах небольшой части территории связывается с вырубками леса и последствиями пожаров (преимущественно в 2010 г.).

Полученные в результате исследования материалы являются надежной геоинформационно-картографической основой для принятия управленческих решений в сфере лесного хозяйства и лесопользования, организации и ведения мониторинга, направленных, в конечном счете, на решение проблемы оптимизации регионального природопользования [Тесленок и др., 2015а, б].

Лесные экосистемы являются главным регулятором гидрологического режима. По нашему мнению, одним из наиболее эффективных способов управления гидрологическим режимом рек в пределах Республики Мордовия (к тому же с пролонгированным по времени периодом действия) может быть признано увеличение лесистости водосборных бассейнов рек, так как показатели годового стока с однородными условиями в пределах всего водосбора находятся в прямой зависимости от лесистости бассейнов. Единственным отрицательным моментом при этом является только длительный срок практической реализации этого мероприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бундаева Е.А., Вандаева (Замкина) И.А. Динамика внутригодового стока рек Республики Мордовия // Научные труды SWorld. 2016. Т. 11, № 1 (3). С. 81–84.
2. Вандаева (Замкина) И.А., Тесленок С.А. Подготовка геоинформационно-картографических материалов в целях управления лесными ресурсами (на примере территории Республики Мордовия) // Научный альманах (Науки о Земле). 2017. № 3–3 (29). С. 442–446. DOI: 10.17117/na.2017.03.03.442 .
3. Вдовин Е.С., Каверин А.В., Стволкова Е.Н. Сравнительная оценка лесистости на территориях республик Мордовия и Марий-Эл по результатам классификации спутниковых снимков LANDSAT // ИнтерКарто/ИнтерГИС-21. Устойчивое развитие территорий: картографо-геоинформационное обеспечение: материалы Междунар. науч. конф. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2015. С. 433–439.
4. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды в Республике Мордовия в 2014 году. Саранск, 2015. 196 с.
5. Лесной план Республики Мордовия. Саранск, 2009. 297 с.
6. Лурье И.К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков. М.: КДУ, 2008. 424 с.
7. Лурье И.К. Основы геоинформатики и создание ГИС: учебное пособие. М.: ИНЭКС-92, 2002. 140 с.
8. Меркулова С.В., Меркулов П.И., Белов А.А., Мартынова В.В. Особенности формирования стока малых рек Мордовии // Научные труды SWorld. 2014. Т. 33, № 4. С. 78–82.

9. *Смирнов Л.Е.* Аэрокосмические методы географических исследований. СПб.: Изд. СПбУ, 2005. 348 с.
10. *Тесленок К.С., Горелов А.В., Тесленок С.А.* Мониторинг площади земель лесных ландшафтов на основе картографической базы данных ГИС // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: сб. докл. IX Междунар. науч. конф. аспирантов и студентов. Донецк: ГВУЗ «ДонНТУ», 2015а. С. 209–211.
11. *Тесленок С.А., Тесленок К.С., Горелов А.В.* Анализ динамики лесных ландшафтов административного района средствами геоинформационных технологий // Вестн. Волгогр. гос. ун-та. Сер. 11. Естеств. науки. 2015б. № 4 (14). С. 68–80. DOI: 10.15688/jvolsu11.2015.4.8.
12. *Шаши Ш., Санжей Ч.* Основы пространственных баз данных. М.: Кудиц-образ, 2004. 336 с.
13. *Ямашкин А.А., Сафонов В.Н., Шутов А.М. и др.* Водные ресурсы Республики Мордовия и геоэкологические проблемы их освоения. Саранск, 1999. 188 с.
14. *Chuvieco E., Justice C.O.* Forest Fire Prevention and Assessment. Special Edition, Remote Sensing of Environment. 2004. V. 92, issue 3. P. 295–423.
15. *Fowler P.J.* World Heritage Cultural Landscapes 1992–2002. World Heritage Papers 6. UNESCO World Heritage Center. 2003. 140 p.
16. *Justice C.O.* MODIS Science Team Meeting Land Discipline Summary, Earth Observer, 2002, September/October. V. 5 (14). P. 12–13.

REFERENCES

1. *Bundayeva E.A., Vandaeva (Zamkina) I.A.* Dynamics of intra-annual flow of rivers in the Republic of Mordovia]. Nauchnye trudy SWorld. 2016. V. 11, No 1 (3). P. 81–84 (in Russian).
2. *Chuvieco E., Justice C.O.* Forest Fire Prevention and Assessment. Special Edition, Remote Sensing of Environment, 2004. V. 92, issue 3. P. 295–423.
3. Forest plan of the Republic of Mordovia. Saransk, 2009. 297 p. (in Russian).
4. *Fowler P.J.* World Heritage Cultural Landscapes 1992–2002. World Heritage Papers 6. UNESCO World Heritage Center, 2003. 140 p.
5. State report on the state and protection of the environment in the Republic of Mordovia in 2014. Ed. V.T. Shumkin. Saransk, 2015. 196 p. (in Russian).
6. *Justice C.O.* MODIS Science Team Meeting Land Discipline Summary, Earth Observer, 2002, September/October. V. 5 (14). P. 12–13.
7. *Lur'e I.K.* Geoinformation mapping. The methods of geoinformatics and digital processing of satellite images. Moscow: KDU Publ., 2008. 424 p. (in Russian).
8. *Lur'e I.K.* Basics of Geoinformatics and GIS creation: a tutorial. Moscow, INJeKS-92 Publ., 2002. 140 p. (in Russian).
9. *Merkulova S.V., Merkulov P.I., Belov A.A., Martynova V.V.* Features of the formation of the flow of small rivers of Mordovia. Nauchnye trudy SWorld. 2014. V. 33, No 4. P. 78–82 (in Russian).
10. *Shashi Sh., Sanzhej Ch.* Fundamentals of spatial databases. Moscow, Kudic-obraz Publ., 2004. 336 p. (in Russian).
11. *Smirnov L.E.* Aerospace methods of geographical research. St. Petersburg: Izdatel'stvo SpbU Publ., 2005. 348 p. (in Russian).
12. *Teslenok K.S., Gorelov A.V., Teslenok S.A.* Monitoring of land area of forest landscapes on the basis of a map database of GIS. Environmental protection and rational use of natural resources: the collection of reports IX International scientific conference of graduate students and students. Doneck, GVUZ "DonNTU" Publ., 2015a. P. 209–211 (in Russian).

13. *Teslenok S.A., Teslenok K.S., Gorelov A.V.* Analysis of dynamics of forest landscapes of administrative district by means gis technologies. Vestn. Volgogr. gos. un-ta. Ser. 11, Yestestv. Nauki, 2015b. No 4 (14). P. 68–80 (in Russian). DOI: 10.15688/jvolsu11.2015b.4.8.
14. *Vandaeva (Zamkina) I.A., Teslenok S.A.* The preparation GIS-cartographic materials for the purposes of forest management (on example of territory of the Republic of Mordovia)]. Nauchnyj al'manah (Nauki o Zemle). 2017. V. 29. No 3–3. P. 442–446 (in Russian). DOI: 10.17117/na.2017.03.03.442.
15. *Vdovin E.S., Kaverin A.V., Stvolkova E.N.* Comparative Assessment of Forest Cover in the Republics of Mordovia and Mari El According to the Results of the LANDSAT Satelite Images Classification. InterKarto/InterGIS-21. Ustojchivoe razvitie territorij: kartografo-geoinformacionnoe obespechenie: materialy Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii. Krasnodar, Kubanskij gosudarstvennyj universitet Publ., 2015. P. 433–439 (in Russian).
16. *Yamashkin A.A., Safonov V.N., Shutov A.M. and others.* Water resources of the Republic of Mordovia and geoeological problems of their development. Saransk, 1999. 188 p. (in Russian).