

УДК 911.9

В.Н. Бодрова¹

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЛЕСИСТОСТИ ОСТРОВА САРПИНСКИЙ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Представлен результат применения метода изолинейного картографирования к оценке степени лесистости территории острова Сарпинский Волгоградской области при помощи геоинформационных методов анализа. Используются материалы космического наблюдения КА Landsat-8, подобрана необходимая комбинация каналов для дешифрирования по алгоритму ISODATA типичных видов землепользования в районе Волго-Ахтубинской поймы. В качестве источника данных о модельных участках предложено совместное использование топографических карт ГосГисЦентр и данных дистанционного зондирования Земли. В результате сеточного картографирования были получены карта изолиний и растровая модель коэффициента лесистости территории. Разработан и описан алгоритм соответствующих вычислений и картографирования для программного обеспечения ArcGIS.

Ключевые слова: геоинформационная система, лесные насаждения, сеточное картографирование, изолинейное картографирование, коэффициент лесистости, ArcGis.

Введение. Конус волжской дельты в пределах г. Волгограда и его южные окрестности образуют узкую акваторию с множеством последовательно расположенных друг за другом и линейно вытянутых речных островов (рис. 1). Они формируют крайнюю северо-западную часть Волжской ландшафтной провинции. Генетически природа островов аналогична ландшафтному устройству Волго-Ахтубинской поймы. На высоких террасах больших островов преобладают климаксные и порой перезрелые лесные сообщества, деградирующие в степные ландшафты. Растительность островов имеет ярко выраженную дифференциацию по высотным уровням, в зависимости от продолжительности половодья. На

прибрежных террасах встречаются травяные сообщества с преобладанием рудеральных видов. Древесные породы представлены дубравами и ленточными порослями тополя черного и ивы вдоль берега. Во время половодья вследствие перемещения песка возможно частичное или полное погребение многолетних деревьев.

Остров Сарпинский является самым большим по площади островом реки Волги и европейской части России, а также вторым по величине в Европе. Его длина составляет около 20 км, наибольшая ширина – до 18 км, площадь – около 112 км². Он был образован еще до зарегулирования волжского стока каскадом ГЭС в середине XX в. Постоянное насе-

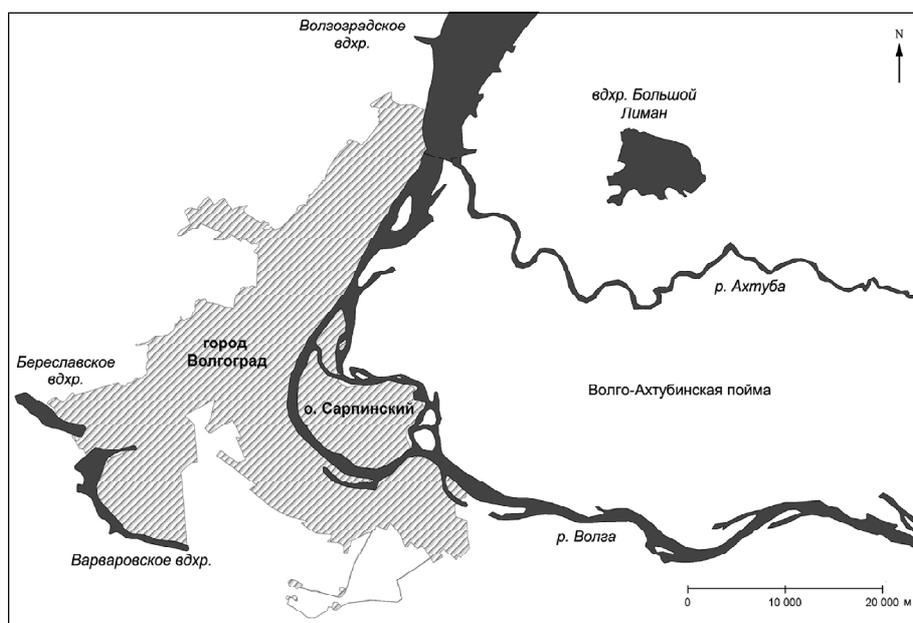


Рис. 1. Карта-схема расположения о. Сарпинский

Fig. 1. Schematic map of location of the Sarpinsky Island

¹ Волгоградский государственный университет, Институт естественных наук, кафедра географии и картографии, ст. преподаватель; e-mail: bodrova@volsu.ru

ление острова насчитывает до 800 человек, которые проживают в 16-ти хуторах. На острове расположены 13 садоводческих товариществ, в связи с чем летом его население увеличивается за счет дачников до 6 тыс. чел. Постоянное население занимается огородничеством, приусадебным хозяйством и, частично, браконьерским промыслом рыбы.

Природоохранная зона острова является уникальным орнитологическим заказником, включенным в 1996 г. в «Список потенциальных ключевых орнитологических территорий России международного значения». На о. Сарпинском насчитывается 25 крупных и десятки мелких озер, множество ериков и болот, в которых водится около 20 видов рыб, болотная черепаха, водяной уж, выхухоль. Флора включает редкие виды травянистых растений: болотноцветник щитолистный (*Nymphoides peltata* (S.G. Gmel.) Kuntze), солодка голая (*Glycyrrhiza glabra* L.), стрелолист трехраздельный (*Sagittaria sagittifolia* L.), валериана волжская (*Valeriana wolgensis* Kazak.) и др. Среди древесных сообществ преобладают дубравы. Наряду с типичными представителями пойменных ландшафтов отмечается большое распространение видов-вселенцев – ясеня пенсильванского (*Fraxinus pennsylvanica* Marshall), клена татарского (*Acer tataricum* L.), клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) [Судаков с соавт., 2015]. Одной из важнейших экологических проблем Волго-Ахтубинской поймы является утрата восстановительной способности растительных сообществ, в том числе пойменных дубрав, вследствие отсутствия достаточного уровня затопляемости территории и высокой степени минерализации грунтовых вод, чрезмерного сельскохозяйственного использования земель под пастбища и сенокосы, а также в результате стихийной рекреационной деятельности [Кузьмина, 2013; Серегин, 2012]. Предлагаемый в данной работе картографический подход к оценке территории с использованием геоинформационных методов анализа позволяет количественно оценить современное состояние лесных насаждений, что необходимо для разработки мер по предотвращению их деградации и внедрения наиболее эффективных экологических мероприятий.

Постановка проблемы. Методика картографирования лесистости с применением ГИС-технологий играет огромную роль в общей системе адаптивно-ландшафтного обустройства территорий, так как позволяет в кратчайшие сроки без финансовых затрат на рекогносцировочные выезды провести предварительную оценку агролесомелиоративной обустроенности территории, а также отследить динамику деградации или уничтожения растительности, проконтролировать ход лесовосстановительных работ. Тем самым закладывается основа системы экологического мониторинга территории [Судаков с соавт., 2015].

Для изучения пространственного размещения и обеспеченности территории острова Сарпинский лесными насаждениями; выбрана методика изолиней-

ного картографирования. Главным основополагающим принципом анализа по данному методу является предварительное деление территории исследования на пространственные операционные единицы – ячейки территории, для которых проводится непосредственный анализ, включая все расчеты. В тематической картографии данный подход находит применение при необходимости перехода от пространственных характеристик объектов исследования (ареалов обитания и распространения) к их количественному относительному учету. Свое начало данный подход берет в XX веке как метод стандартных картографических сеток, использовавшийся для построения карт ареалов таксонов в биогеографических исследованиях [Емельянова с соавт., 2006–4]. С развитием ГИС-технологий для учета и картографирования флористических и фаунистических наблюдений появляются более широкие возможности создания сложных растровых моделей территорий, построенных по принципу картографической сетки анализа, именуемой в научных работах «методом сеточного картографирования» [Абрамова с соавт., 2011; Гришуткин, 2013; Серегин, 2012, 2013]. Важными критериями при построении таких карт является выбор размера квадрата сетки и способ передачи (отображения) в них информации.

Часто в географических исследованиях в качестве операционных единиц анализа выступают границы административно-территориального деления (границы федеральных округов, муниципальных районов, сельских поселений, лесничеств и др.), аккумулирующие, как правило, периодическую статистическую информацию. В результате картографического отображения таких данных получают картограммы. Однако при изучении локальных небольших территорий, при исследованиях флоры и фауны данный подход невозможен, поэтому необходимо прибегать к средствам математико-картографического анализа пространства, позволяющего выполнять операции пространственного деления на ячейки заданного размера – квадраты сетки картографирования. Метод изолинейного картографирования требует и, в свою очередь, предоставляет актуальную возможность предварительного создания регулярной геометрической сетки, аналогичной растровому изображению, где размер ячейки задается заранее. Методика изолинейного картографирования, а именно, преобразование пространственных характеристик о площади (распространении, плотности) участков лесных насаждений в количественный показатель, на сегодняшний день является недостаточно изученной, о чем свидетельствует незначительное количество опубликованных научных работ с использованием этого подхода [Кошелева, 2015; Кулик с соавт., 2015; Рулев с соавт., 2014]. Представим последовательный алгоритм подбора пространственных исходных данных, их анализа на основе метода сеточного картографирования и отображения с помощью изолиний на примере оценки лесистости типичного участка Волго-Ахтубинской поймы – острова Сарпинский.

Материалы и методы исследований. Для проведения комплексного исследования выбранной территории необходим сбор существующих картографических материалов и данных. Были получены необходимые листы топографических карт ГГЦ (ГосГисЦентр) масштаба 1:250 000, мультиспектральный космический снимок среднего разрешения (30 м) КА Landsat-8 (2 июля 2014 г.) [USGS, 2016], позволивший оценить лесистость в период пика вегетационной активности растительного покрова.

С помощью программы Scanex Image Processor выполнена корректировка изображения. Так как необходим анализ только площадных характеристик лесистости, была выбрана стандартная комбинация каналов «естественные цвета» – 4 (Red), 3 (Green), 2 (Blue). Данная комбинация позволяет различить на снимке территории, занятые лесными насаждениями, участки антропогенной застройки и сельскохозяйственные угодья, участки степной растительности, песчаные пляжи и водные объекты. В данном случае дешифрирование выделенных типов земель осуществлено благодаря сопоставлению изображений на космическом снимке с изображением на топографической карте. Это позволило исключить необходимость закладки модельных участков в полевых условиях и значительно сократило временные затраты на выполнение работы.

Первоначально с помощью программы Scanex Image Processor была выполнена автоматическая классификация космического снимка КА Landsat-8 (комбинация каналов 4,3,2) по алгоритму ISODATA с использованием маски обучения. Маска обучения содержала предварительно созданный векторный слой с указанием участков лесной растительности, водных объектов, песков (пляжей), антропогенных участков и степной растительности (территорий, лишенных лесных насаждений, отнесенных к категории «прочие земли»). Местонахождение модельных участков было установлено по топографической карте ГГЦ М 1:250 000.

В результате классификации были получены растровое изображение и векторный слой выделенных типов земель острова Сарпинский и прилегающих территорий (о. Голодный, о. Спорный, рис. 2). Для векторного слоя была автоматически вычислена площадь (м²) всех лесных насаждений (полигонов лесных насаждений) с помощью картометрической функции ArcGIS – «Вычислить геометрию».

Методика изолинейного картографирования предполагает предварительное создание регулярной геометрической сетки, аналогичной растровому изображению. Внутри каждого квадрата сетки определяют площадь лесных насаждений. Полученные цифры делят на площадь квадрата и таким образом вычисляют для каждого из них показатель (коэффициент) лесистости [Рулев с соавт., 2014]. Данная методика позволит получить итоговую изолинейную карту общей лесистости.

Инструментально процедура создания регулярной геометрической сетки была выполнена с по-

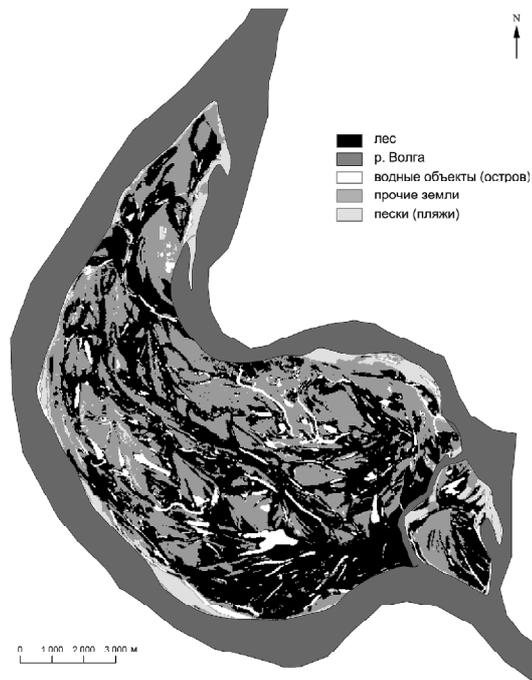


Рис. 2. Результат классификации космического снимка КА Landsat-8 (комбинация каналов 4, 3, 2) по алгоритму ISODATA с использованием маски обучения

Fig. 2. Result of Landsat-8 space image classification (combination of channels 4, 3, 2) by means of the ISODATA algorithm with training mask

мощью программы ArcGIS и включала в себя несколько этапов:

1. Создание нормального растра (создает растр из произвольных значений с нормальным (гауссовым) распределением в пределах экстенда и размера ячейки окна анализа) с размером ячейки 500×500 м (площадь 0,25 км²). Итого – 534 ячейки.
2. Переклассификация растра по полю Value для получения нового растра с типом значений Integer.
3. Векторизация нового растра (Инструмент «Растр в полигон»/Raster to Polygon (инструменты группы Конвертация/Conversion tools)).

Далее необходимо выполнить исключение из решетки лишних ячеек, не пересекающих территорию исследования. Для этого осуществлена выборка объектов (ячеек) по расположению, и соответственно очистка слоя, то есть исключение лишних ячеек для получения регулярной геометрической сетки, покрывающей только территорию исследования (рис. 3).

Так как объектом исследования в нашем случае являются лесные насаждения, то для проведения дальнейших расчетов необходимо получить отдельный векторный слой лесов из общего векторного слоя выделенных типов земель. Это необходимо для дальнейшего выполнения операции наложения полученной ранее решетки и полигонов лесов, что позволит провести вычисления площади лесов в пределах каждой ячейки.

Инструменты Наложения/Overlay (группа инструментов Анализа/Analysis tools) – инструмент «Пе-

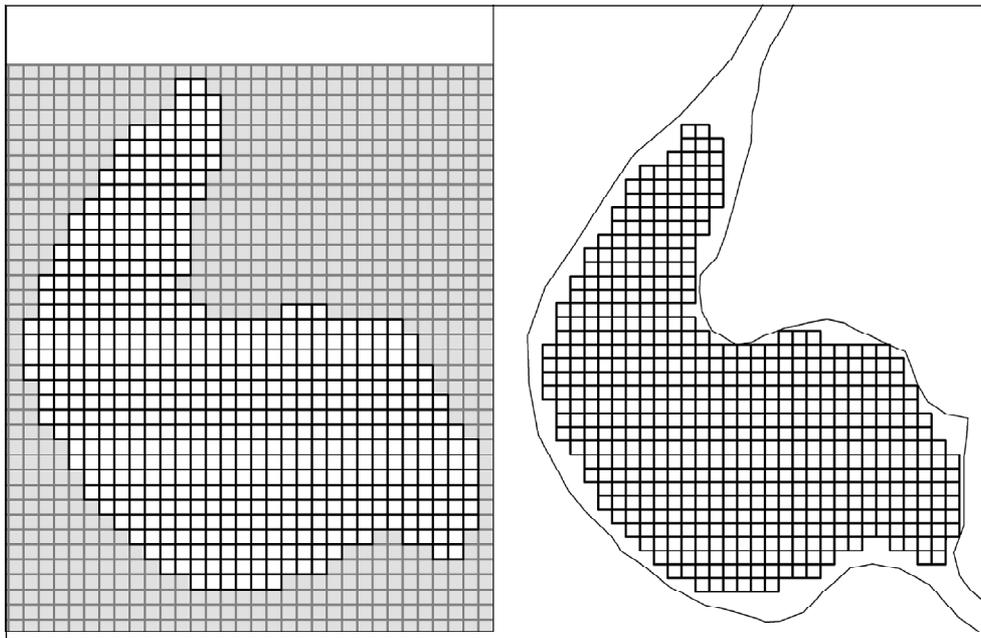


Рис. 3. Построение регулярной геометрической сетки анализа для территории о. Сарпинский

Fig. 3. Construction of a regular geometric grid for the analysis of the Sarpinsky Island territory

ресечение»/Intersect позволил получить векторный слой, содержащий одновременно ячейки регулярной геометрической решетки и полигоны лесов совместно с их атрибутами. Атрибутивные таблицы были экспортированы в формат Excel и произведены подсчеты

площадей полигонов в каждой ячейке. Новая таблица, содержащая только строки с номером ячеек и значениями площади лесов в этой ячейке, была присоединена к векторному слою решетки анализа. В новом созданном поле таблицы слоя решетки с помощью инструмента «Калькулятор поля» был выполнен расчет коэффициента лесистости ($K_{л}$) по формуле:

$$K_{л} = \frac{S_{лес}}{S_{ячейка}},$$

где S – площадь, m^2 .

Полученные значения $K_{л}$ необходимы для построения изолиний лесистости.

Алгоритм, описанный выше, выглядит следующим образом (ПО ArcGIS):

1. Применение инструмента группы «Наложение»/Overlay для векторных слоев решетки и лесов (инструмент «Пересечение»/Intersect) – получен векторный слой intersect.shp (рис. 4).

2. Экспорт атрибутивной таблицы объединенного векторного слоя intersect.shp в Excel.

3. Подсчет площади лесов в каждой ячейке путем суммирования.

4. Создание новой таблицы Excel, содержащей данные суммарной площади лесов для каждой ячейки.

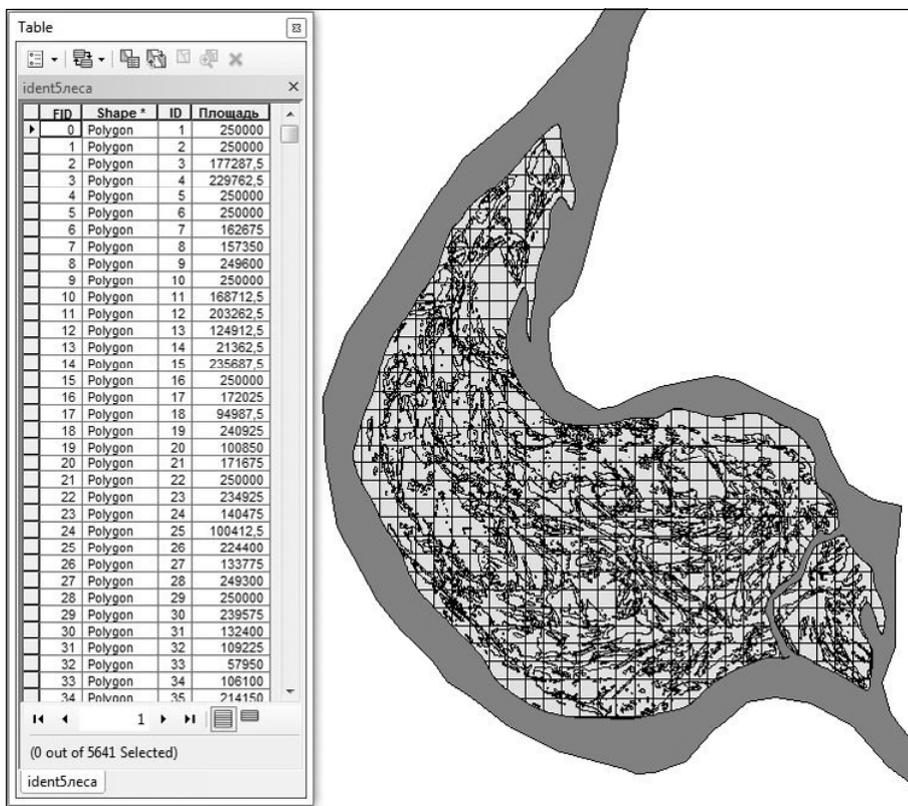


Рис. 4. Объединенный векторный слой «intersect.shp», содержащий объекты и атрибуты регулярной геометрической сетки и лесных насаждений. ПО ArcGIS 10.1

Fig. 4. Combined vector layer «intersect.shp», containing objects and attributes of a regular geometric grid and forest plantations. ArcGIS 10.1 software

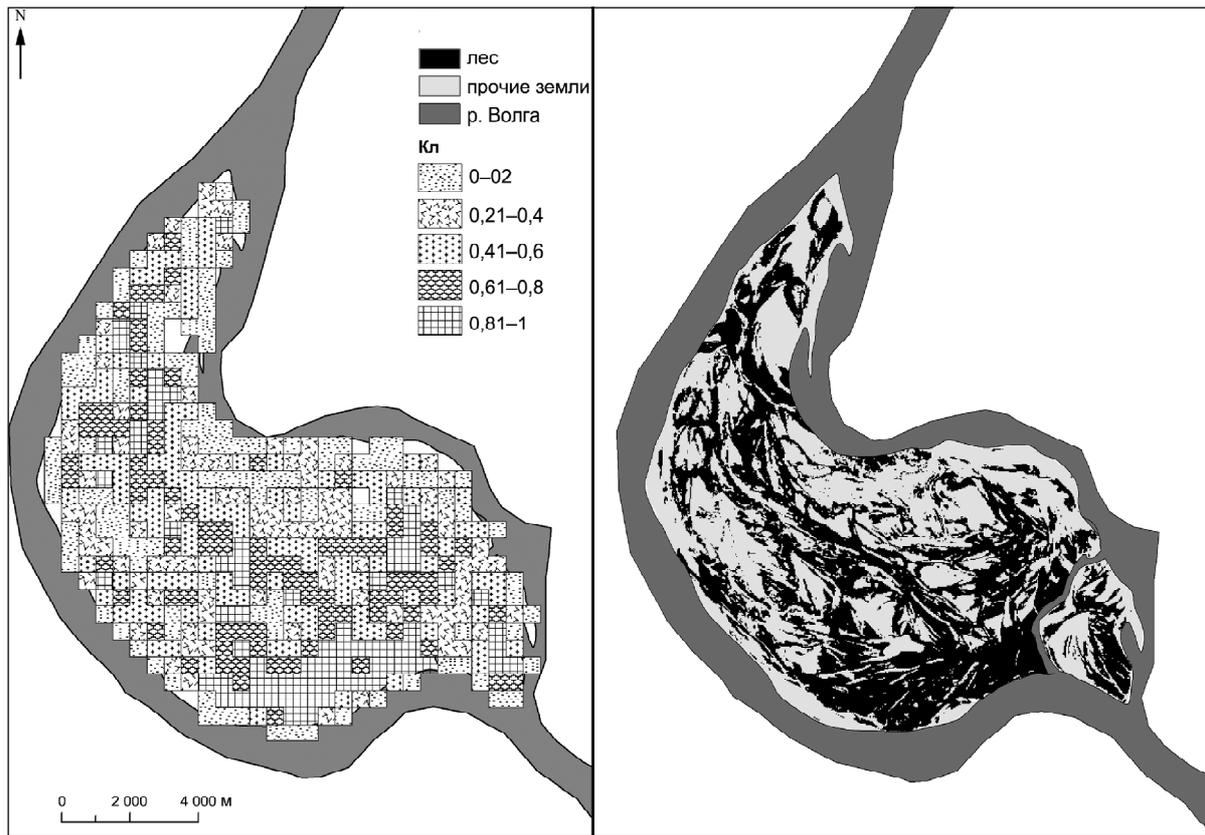


Рис. 5. Растровая модель распределения $K_{л}$ по территории (слева) и векторная карта лесов (справа)

Fig. 5. Raster model of the spatial distribution of the coefficient of forest coverage (left) and the vector map of forests (right)

5. Применение инструмента «Объединение»/Join для новой таблицы и исходного векторного слоя решетки по полю «№ ячейки».

6. Создание нового поля в атрибутивной таблице решетки и вычисление в нем значений коэффициента лесистости – $K_{л}$ (Инструмент «Калькулятор поля»).

Для дальнейшего построения изолиний лесистости необходим перевод исходных данных из векторной модели в растровую. Для этого выполнена конвертация векторного слоя регулярной геометрической сетки по полю $K_{л}$ (Инструменты группы «Конвертация»/Conversion tools – инструмент «Объекты в растр»/Features to raster). Таким образом получен растр, отражающий распределение по территории значений $K_{л}$ в пределах ячеек площадью $0,25 \text{ км}^2$ каждая (рис. 5).

Полученная растровая модель распределения $K_{л}$ по территории позволяет выполнить построение изолиний значений коэффициента с помощью инструментов пространственного анализа ArcGIS (модуль Spatial Analyst – группа инструментов «Поверхность»/Surface – инструмент «Изолинии»/Contour). Таким образом, получена изолинейная карта общей лесистости о. Сарпинский и прилегающих территорий (о. Голодный и о. Спорный) (рис. 6).

Результаты исследований и их обсуждение. В результате выполненного анализа территории о. Сарпинский были получены растровая модель $K_{л}$ (рис. 5) и соответствующая карта изолиний (рис. 6).

С помощью растровой модели распределения $K_{л}$ удалось определить процентное соотношение территорий, имеющих различное значение коэффициента лесистости (табл.) Данные указывают на то, что 24% территории практически лишены лесных насаждений ($K_{л} < 0,2$), 42% территории имеет среднюю обеспеченность лесными насаждениями ($K_{л} = 0,2-0,6$), и 33% территории имеет $K_{л} > 0,6$.

Применяемая при данном подходе операция предварительного деления территории на ячейки заданного размера (наложение сетки анализа) позволяет говорить о возможности повышения точности (детальности) территориального анализа при уменьшении размера ячеек, и, наоборот, о возможности получения более усредненных данных, что зависит от поставленных целей исследования. Главным преимуществом подхода является исключение зависимости от административных границ и собираемой в ее пределах статистики. Также важно отметить, что современное развитие геоинформационного программного обеспечения и открытый доступ к данным космических наблюдений и картографическим государственным материалам делают представленный подход весьма перспективным и доступным для широкого круга специалистов.

Разработанный и описанный алгоритм вычислений для ПО ArcGIS ранее не был представлен в научных работах и может быть использован или

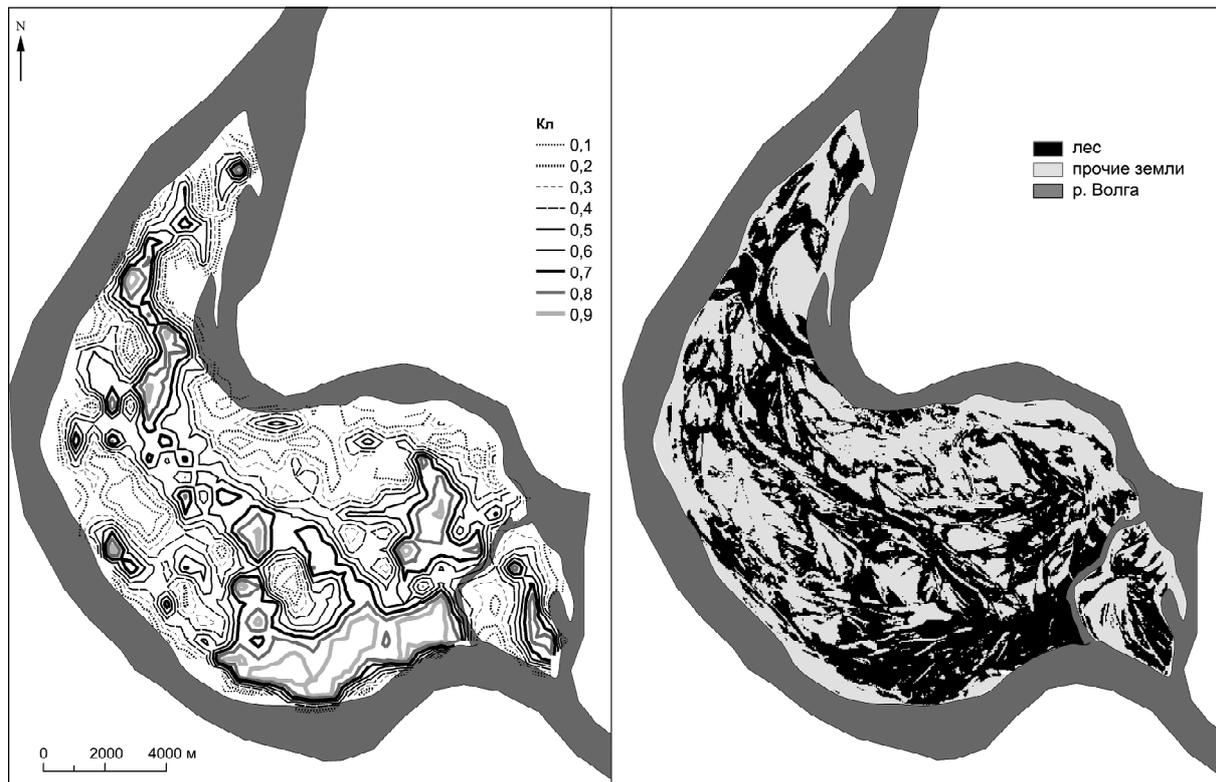


Рис. 6. Карты изолиний коэффициента лесистости ($K_{л}$) (слева) и лесов (справа) о. Сарпинский и прилегающих территорий
 Fig. 6. Maps of isolines of the coefficient of forest coverage (left) and of forests (right) of the Sarpinsky Island and adjacent territories

Анализ соотношения земель по значению $K_{л}$

Диапазон значений $K_{л}$	Площадь, км ²	% от общей площади территории
0–0,2	29,0	24,4
0,21–0,4	22,75	19,0
0,41–0,6	28,25	23,6
0,61–0,8	21,5	17,9
0,8–1	18,0	15,1

адаптирован для проведения исследований на других территориях.

Выводы:

– полученные количественные данные указывают на довольно высокий уровень обеспеченности исследуемой территории лесными насаждениями. Около 75% территории имеет средний ($K_{л} = 0,21–0,6/42,6\%$ территории) и высокий ($K_{л} > 0,6/33\%$ территории) уровень лесистости;

– полученные карты – растровая (сеточная) модель коэффициента лесистости и изолинейная карта в комплексе могут быть использованы при районировании территории острова по степени обеспеченности лесами и для выявления районов, требующих более детальных исследований состояния лесов. При проведении экологической экспертизы и оценке земель именно относительная количе-

ственная оценка состояния природных ресурсов играет ключевую роль в расчетах экологических ущербов, разработке и планировании природоохранных мероприятий, кадастровых оценках земель и ресурсов и т. п.

– полученные данные могут быть использованы как первичные в дальнейших мониторинговых исследованиях состояния лесных ландшафтов о. Сарпинский и прилегающих территорий, так как ранее подобные научные работы для этой территории не публиковались. Территория острова остается малоизученной, но представляет высокую ценность с точки зрения ландшафтного разнообразия. Среди обширных территорий Волго-Ахтубинской поймы, о. Сарпинский в связи с транспортной труднодоступностью из-за отсутствия моста подвергается наименьшей антропогенной нагрузке. Мы полагаем, что рекреационная ценность этой территории будет продолжать расти. Необходимо привлечение внимания научного сообщества для изучения ее рекреационного потенциала. Подробно описанная методика автоматизированного дешифрирования космического снимка среднего разрешения с помощью ПО Scanex Image Processor и представленный алгоритм геоинформационного анализа для ПО ArcGIS могут быть использованы для анализа степени обеспеченности данной территории лесами, исследования их динамики и при экологической оценке земель других территорий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абрамова Л.А., Волкова П.А., Борисова П.Б., Митирёва Е.А.* Предварительные итоги сеточного картирования флоры Удомельского района Тверской области // Вестн. Тверского гос. ун-та. Сер. Биология и экология. 2011. № 24. С. 127–143.
- Гришуткин О.Г.* Возможности применения ГИС-технологий в ботанических исследованиях // Вестн. Мордовского ун-та. 2013. № 3–4. С. 16–20.
- Емельянова Л.Г., Огуреева Г.Н.* Биогеографическое картографирование. Уч. пособие. М.: Географический факультет МГУ, 2006. 132 с.
- Интерпретация комбинаций каналов данных Landsat TM/ETM+ [Электронный ресурс] // GIS-LAB: Географические информационные системы и дистанционное зондирование. Режим доступа: <http://gis-lab.info/qa/landsat-bandcomb.html> (дата обращения 01.04.2016).
- Кошелева О.Ю.* Изолинейное картографирование защитной лесистости // Актуальные вопросы сельскохозяйственных наук в современных условиях развития страны. 2015. С. 89–93.
- Кузьмина Е.Г.* О состоянии дубрав в Волго-Ахтубинской пойме // Естественные науки. 2013. № 4. С. 52–56.
- Кулик К.Н., Ткаченко Н.А., Кошелев А.В.* Использование ГИС-технологий при оценке антропогенной нагрузки на агроландшафты Волгоградского Заволжья // Изв. Оренбургского гос. аграрного ун-та. 2015. № 2(52). С. 161–163.
- Рулев А.С., Кошелева О.Ю.* Картографическое моделирование лесистости для адаптивно-ландшафтного обустройства водосборов (на примере бассейна р. Ольховка Волгоградской области) // Изв. Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Наука и высшее профессиональное образование. 2014. № 4(36). С. 32–36.
- Серегин А.П.* Сеточное картирование флоры: мировой опыт и современные тенденции // Вестн. Тверского гос. ун-та. Сер. Биология и экология. 2013. № 32. С. 210–245.
- Серегин А.П.* Флора Владимирской области: конспект и атлас. Тула: Гриф и К, 2012. 620 с.
- Солодовников Д.А., Канищев С.Н., Золотарев Д.В., Шинкаренко С.С.* Рекреационная дигрессия интразональных ландшафтов Нижней Волги // Вестн. Волгоградского гос. ун-та. Сер. 11. Естественные науки. 2014. № 2. С. 50–57.
- Судаков А.В., Новицкий С.Л., Моников С.Н.* Волжские острова в границах г. Волгограда: природные условия и хозяйственно-рекреационный потенциал // Псковский региональный журнал. 2015. № 22. С. 18–30.
- USGS= Геологическая службы США [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://eros.usgs.gov> (дата обращения: 01.04.2016).

Поступила в редакцию 19.01.2016
Принята к публикации 28.12.2017

V.N. Bodrova¹

MAPPING OF FOREST COVERAGE OF THE SARPINSKY ISLAND
(VOLGOGRAD OBLAST)

The paper presents the results of applying the method of contour mapping for the assessment of the current state of forest plantations on the Sarpinsky Island (Volgograd oblast) with the use of geoinformation analysis techniques. The materials of Landsat-8 space observations were used and a fine-tuned combination of channels was selected for the interpretation of characteristic land use types in the Volga-Akhtuba floodplain area by means of the ISODATA algorithm. As a source of data about model areas we propose to combine topographic maps and remote sensing data. A contour map and a raster model of the coefficient of forest coverage are the result of grid mapping. An appropriate algorithm of computing and mapping was elaborated for ArcGIS software.

Key words: Geographic Information System, forest plantations, grid mapping, contour mapping, coefficient of forest coverage, ArcGis.

REFERENCES

- Abramova L.A., Volkova P.A., Borisova P.B., Mitiryova E.A.* Predvaritel'nye itogi setochnogo kartirovaniya flory Udomel'skogo rajona Tverskoj oblasti [Preliminary results of grid mapping of the flora of Udomlya district of Tver region] // Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Biologiya i ekologiya. 2011. № 24. P. 127–143 (in Russian).
- Emel'yanova L.G., Ogureeva G.N.* Biogeograficheskoe kartografirovanie [Biogeographical mapping]. M.: Geograficheskij fakul'tet MGU. 2006. 132 p. (in Russian).
- Grishutkin O.G.* Vozmozhnosti primeneniya GIS-tehnologij v botanicheskikh issledovaniyah [Possible application of GIS-technologies in botanical research] // Vestnik Mordovskogo universiteta. 2013. № 3–4. P. 16–20 (in Russian).
- Interpretaciya kombinacij kanalov dannyh Landsat TM/ETM+ [Interpretation of the combinations of channels of the Landsat TM/ETM+ data]. URL: <http://gis-lab.info/qa/landsat-bandcomb.html> Accessed: 01.04.2016.
- Kosheleva O.Ju.* Izolinejnoe kartografirovanie zashhitnoj lesistosti [Isoline mapping of protective forest coverage] // Aktual'nye voprosy sel'skohozyajstvennyh nauk v sovremennyh usloviyah razvitiya strany. Sbornik nauchnyh trudov po itogam mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. 2015. P. 89–93 (in Russian).
- Kulik K.N., Tkachenko N.A., Koshelev A.V.* Ispol'zovanie GIS-tehnologij pri ocenke antropogennoj nagruzki na agrolandshafty Volgogradskogo Zavolzh'ya. [Application of GIS-technologies for

¹ Volgograd State University, Institute of Natural Sciences, Department of Geography and Cartography, Senior Lecturer; e-mail: bodrova@volsu.ru

the evaluation of anthropogenic load on agricultural landscapes in Volgograd Trans-Volga area] // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2015. № 2(52). P. 161–163 (in Russian).

Kuz'mina E.G. O sostoyanii dubrav v Volgo-Ahtubinskoj pojme [About the state of oak grove in the Volga-Akhtuba floodplain] // *Estestvennye nauki*. 2013. № 4. P. 52–56 (in Russian).

Rulev A.S., Kosheleva O.Ju. Kartograficheskoe modelirovanie lesistosti dlya adaptivno-landshaftnogo obustrojstva vodosborov (na primere bassejna r. Ol'hovka Volgogradskoj oblasti) [Cartographic modeling of forest coverage for adaptive and landscaped development of catchments (case study of the Olkhovka River basin, Volgograd oblast)] // *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa. Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*. 2014. № 4(36). P. 32–36 (in Russian).

Seregin A.P. Flora Vladimirskoj oblasti: Konspekt i atlas [Flora of Vladimir oblast: Summary and the atlas]. Tula: Grif i K, 2012. 620 p. (in Russian).

Seregin A.P. Setochnoe kartirovanie flory: mirovoj opyt i sovremennye tendencii [Floristic grid mapping: world experience and current trends] // *Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Biologiya i ekologiya*. 2013. № 32. P. 210–245 (in Russian).

Solodovnikov D.A., Kanishhev S.N., Zolotarev D.V., Shinkarenko S.S. Rekreatcionnaya digressiya intrazonal'nyh landshaftov Nizhnej Volgi [The recreational digression of intrazonal landscapes of the Lower Volga River] // *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. 11. Estestvennye nauki*. 2014. № 2. P. 50–57 (in Russian).

Sudakov A.V., Novickij S.L., Monikov S.N. Volzhskie ostrova v granicah g. Volgograda: prirodnye usloviya i hozyajstvenno-rekreatcionnyj potencial [The Volga River islands within the boundaries of the city of Volgograd: natural conditions and economic and recreational potential] // *Pskovskij regionologicheskij zhurnal*. 2015. № 22. P. 18–30 (in Russian).

USGS. [The US Geological Survey] URL: <http://eros.usgs.gov> Accessed: 01.04.2016.

Received 19.01.2016
Accepted 28.12.2017