

УДК 911.52 : 528.88

## КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЛАНДШАФТОВ ОСТРОВНОГО УЧАСТКА ЗАПОВЕДНИКА “РОСТОВСКИЙ” С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ

© 2010 г. Л.Д. Немцева<sup>1</sup>, Л.А. Беспалова<sup>2</sup>

Представлены результаты применения метода ландшафтного картографирования островных территорий заповедника “Ростовский”, которые включают использование геоинформационных технологий, многозональных космических снимков и подспутниковых наблюдений. Выделено 23 природно-территориальных комплекса, характеризующихся статистически значимыми отличиями экологических характеристик, и построена ландшафтная карта.

**Ключевые слова:** ландшафтное картографирование, природно-территориальные комплексы, ландшафтная карта, геоинформационные технологии, многозональные космические снимки.

Государственный природный заповедник “Ростовский” – первый степной заповедник России – состоит из четырех обособленных участков (Островной, Стариковский, Краснопартизанский и Цаган-Хак), вытянутых по правобережью долины Маныча [1]. Острова Водный и Горелый находятся в Орловском районе Ростовской области, в прошлом были частью территории госплемзавода “Орловский” (рис. 1).

Ландшафты островов Водный и Горелый (Островной участок) представляют собой эталоны сохранившихся сухих степей и являются идеальным полигоном для отработки методики картографирования естественных ландшафтов с использованием космических снимков. В ландшафтной таксономии эти острова относятся к урочищам и характеризуются большим фациальным разнообразием [2].

На заповедных территориях островов Водный и Горелый состояние сухостепных ландшафтов зависит главным образом от природно-климатических условий, а также колебаний численности уникальной популяции обитающих здесь одичавших лошадей. В 1980-е гг. здесь обитало от 24 до 62 особей [3]. В 2000 г. табун насчитывал 110 голов, в 2002 г. – 180, в 2003 г. – 212 голов [4]. Особенно сильное воздействие на растительный и почвенный покров охраняемых степей копытные оказывают в засушливые годы.

Перспективной задачей мониторинга заповедных территорий является получение оперативных данных о состоянии ландшафтов на основе методов дистанционного зондирования. В этой связи основной целью проводимых исследований была отработка методики составления ландшафтных карт с использованием космических снимков. Для достижения поставленной цели применялись дистанционная мультиспектральная спутниковая съемка отраженной солнечной радиации за различные сроки измерения (разные годы), цифровая модель рельефа, построенная на основе топографических карт, выполнялись полевые подспутниковые геоботанические съемки на ключевых участках, привязанных к географической системе координат.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе были использованы материалы пяти экспедиций, проведенных Южным научным центром РАН на оз. Маныч-Гудило (апрель, май, июнь 2008–2009 гг.), многозональные космические снимки Landsat и AWiFS, топографические карты М 1 : 100 000, 1 : 200 000; почвенная карта М 1 : 25 000 госплемзавода “Орловский” Орловского района Ростовской области. Применялись программные продукты ArcGIS и ENVI. Космические снимки были бесплатно предоставлены инженерно-технологическим центром “СканЭКС”.

При дешифрировании космических снимков и составлении ландшафтной карты использовались рекомендации Ю.Ф. Книжникова и др. (1982) [5].

<sup>1</sup> Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук, 344006, Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41; тел. (863)250-98-05, e-mail: karpinskaja@mmbi.krinc.ru.

<sup>2</sup> Южный федеральный университет, 344090, Ростов-на-Дону, ул. Р. Зорге, 40, тел./факс+7(863) 222-5701; e-mail: bespal@aanet.ru.

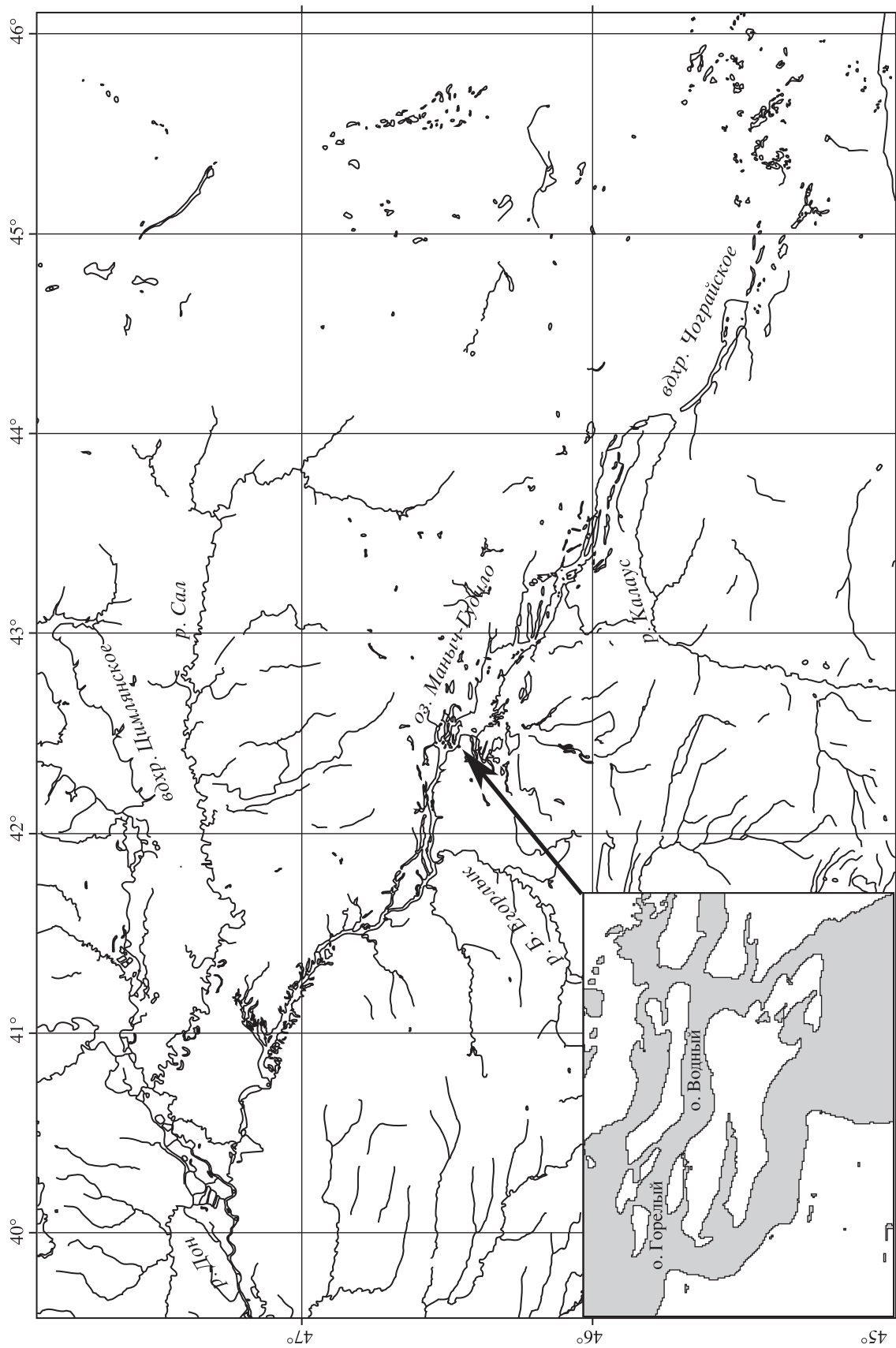


Рис. 1. Географическое расположение участка Островной заповедника "Ростовский"

Многозональные космические снимки широко используются при создании ландшафтных карт в качестве топографической и специальной тематической основы, что позволяет проводить экстраполяцию результатов полевого дешифрирования. В процессе картографирования космические снимки играют роль промежуточной ландшафтной модели между природным регионом и картой.

Идентификация типов ландшафтов островов Водный и Горелый проводилась в два этапа: подспутниковые исследования и камеральные работы. На этапе подспутниковых исследований в период пика вегетации растительности (весна, лето) были выполнены стандартные геоботанические [6] и почвенные съемки [7] по четырем ландшафтно-геоботаническим профилям.

На ключевых участках проведено детальное описание растительных ассоциаций. Определялись проективное покрытие, высота травостоя, видовое разнообразие и доминирующие виды, наземная биомасса растений, типы разновидностей почв с выделением почвенных ареалов. Использование навигатора GPS позволило привязать мониторинговые площадки к космическим снимкам.

Камеральная часть работы включала в себя создание ГИС-проекта «Водный» в системе координат WGS\_1984\_UTM\_Zone\_38N, построение в нём векторных слоев, необходимых для проведения ландшафтного районирования. Следует пояснить, что слой – это совокупность однотипных пространственных объектов, относящихся к од-

ной теме или классу объектов в пределах некоторой территории и в системе координат, общих для набора слоев [8]. Кроме того, был проведен сбор, обработка и дешифрирование данных дистанционного зондирования.

Как известно, рельеф является важным фактором пространственной дифференциации ландшафтных характеристик. Морфология земной поверхности – это один из основных критериев выделения и картирования природных территориальных комплексов. Поэтому на основе топографических листов масштаба 1 : 100 000 была создана цифровая модель рельефа (ЦМР) островного участка заповедника «Ростовский». Компьютерный анализ ЦМР в программе ArcGIS дал возможность рассчитать уклоны на всю исследуемую территорию. Слой ЦМР и слой уклонов были разбиты на классы исходя из анализа топографической карты. Это позволило выделить участки, в заданном масштабе однородные по характеристикам рельефа и уклонам местности.

В слое *ЦМР* было выделено три класса абсолютных отметок высот: 1) от 0 до 20 м – в основном равнинные участки с выраженным микрорельефом и понижениями; 2) от 20 до 30 м – склоны увалов с выраженным микрорельефом, 3) 30 до 50 м – плато водораздела с выраженным микрорельефом (рис. 2).

Слой «Уклоны» разделен на четыре класса: 1) 0° до 0,5° – очень пологие склоны с выраженным микрорельефом; 2) 0,5° до 1° – пологие склоны с выраженным микрорельефом; 3) 1° до 2° – слабо

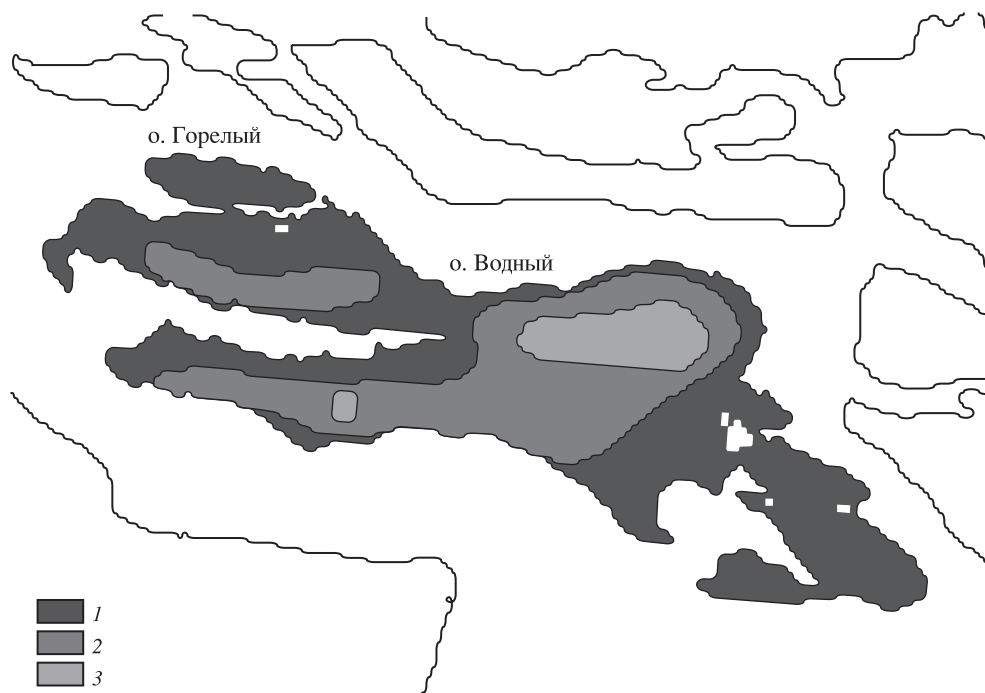


Рис. 2. Слой «Рельеф», классифицированный по абсолютным отметкам высот: 0–20 м (1), 20–30 м (2), 30–50 м (3)

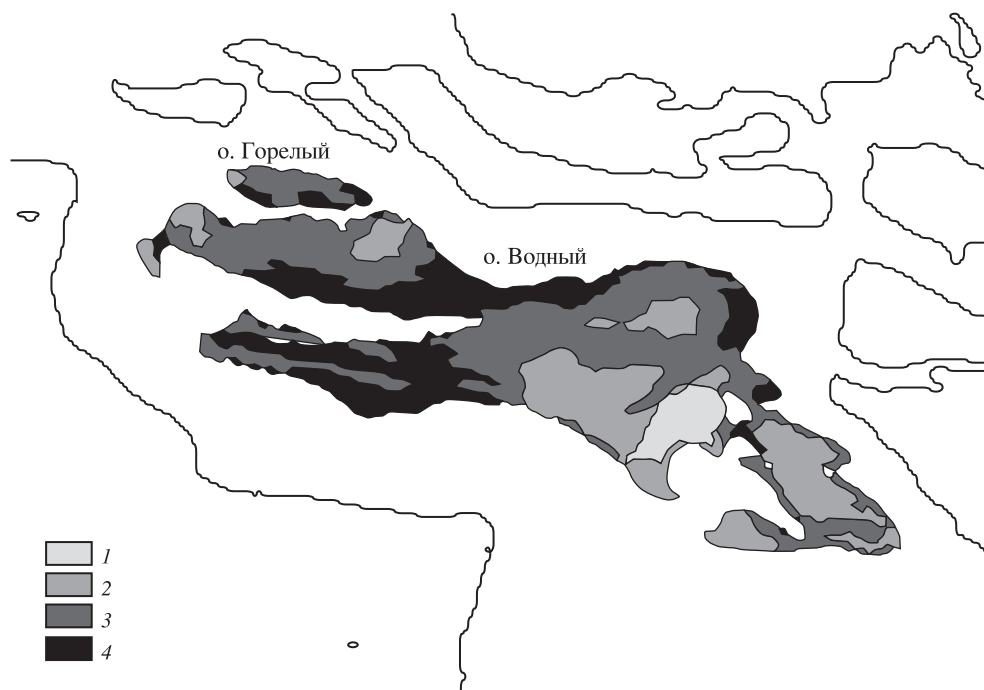


Рис. 3. Слой “Уклоны”: 0–0,5° (1), 0,5°–1° (2), 1°–2° (3), 2–4° (4)

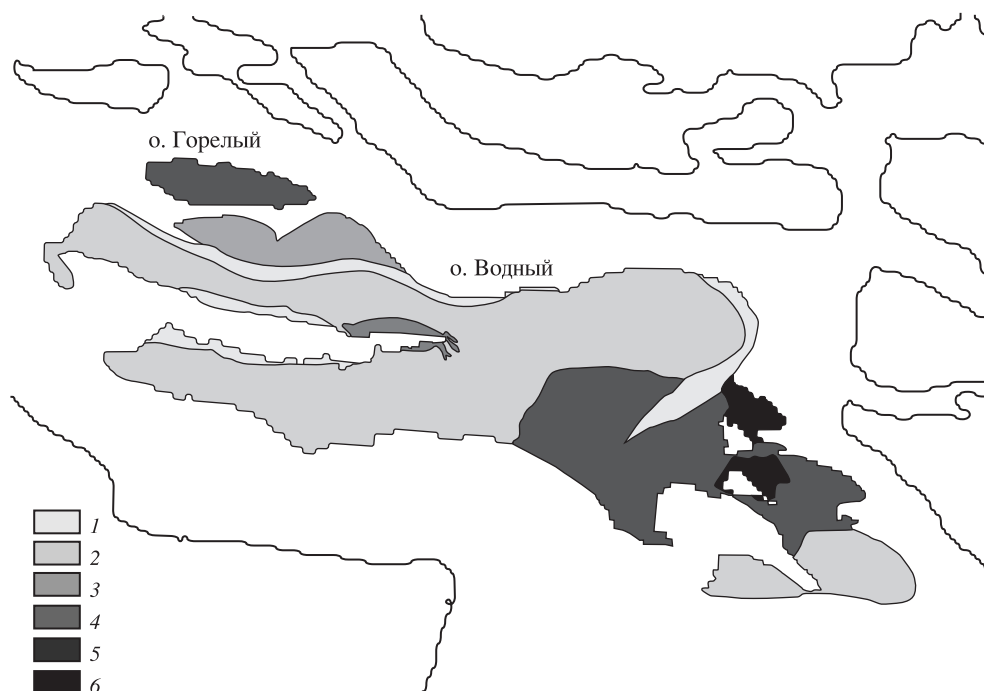


Рис. 4. Слой “Почвы”: 1 – каштановые почвы сильно и слабо смытые, 2 – комплекс каштановых почв солонцеватых, 3 – лугово-каштановые почвы, 4 – иловато-болотные почвы осолоделые, 5 – комплекс солонцов каштановых, 6 – солончаки луговые

покатые склоны, 4) 2° до 4° – покатые склоны (рис. 3).

При создании слоя “Почвы” почвенная карта масштаба 1 : 25 000 была отсканирована, привязана по космическим снимкам в проекте ArcGIS и векторизована. По результатам классификации выделено шесть классов типов почв (рис. 4).

Полученные слои можно рассматривать в качестве потенциальных карт месторасположений различных типов растительности сухостепных ландшафтов.

Наиболее сложные технологии применялись при создании слоя “Растительность”. На территории исследования были отобраны многозо-

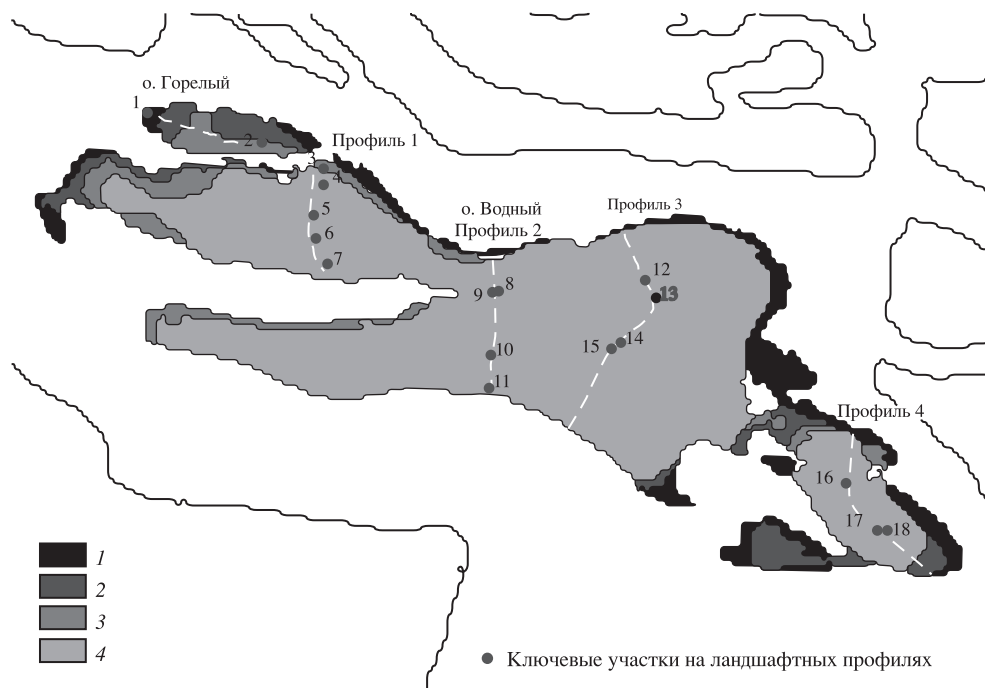
**Таблица 1.** Сопоставление растительных ассоциаций на ключевых участках классам на карте (“+” – соответствует, “–” – не соответствует)

Номер на карте (рис. 5)	Класс на карте	Соответствие	Растительная ассоциация на ключевом участке
1	Пустыня солончаковая	+	Пустыня солончаковополюнная
2	Степь умеренно сухая дерновиннозлаковая	+	Степь умеренно сухая типчаково-ковыльковая с примесью полынка и разнотравья
3	Степь умеренно сухая дерновиннозлаковая	–	Луг остепненный житняково-типчаковый с примесью тысячелистника благородного, грудницы волосистой и шалфея остепненного
4	Степь сухая дерновиннозлаковая	–	Луг остепненный пырейно-типчаковый с примесью тысячелистника благородного, грудницы волосистой и шалфея остепненного
5	Степь сухая дерновиннозлаковая	–	Луг остепненный житняково-пырейно-типчаковый в комплексе с полынью солончаковой на пятнах солонцов
6	Степь сухая дерновиннозлаковая	+	Степь сухая типчаково-ковыльковая (нарушенная) с примесью клевера пашенного и мятлика курчавого
7	Степь сухая дерновиннозлаковая	+	Степь сухая ковыльково-пустынножитняковая с примесью грудницы волосистой и разнотравья
8	Степь сухая дерновиннозлаковая	+	Степь сухая житняково-типчаково-ковыльковая с примесью разнотравья в комплексе с полынью солончаковой на солонцах
9	Степь сухая дерновиннозлаковая	+	Степь сухая ковыльковая сильно сбита с примесью клевера пашенного и мятлика курчавого
10	Степь сухая дерновиннозлаковая	–	Луг типчаково-пырейный с примесью тысячелистника благородного
11	Степь сухая дерновиннозлаковая	+	Степь сухая житняково-ковыльковая сбита с примесью мятлика курчавого и разнотравья
12	Степь сухая дерновиннозлаковая	+	Степь сухая житняково-ковыльковая сбита с примесью примесью мятлика курчавого и разнотравья
13	Степь сухая дерновиннозлаковая	+	Степь сухая житняково-ковыльковая сбита с примесью мятлика курчавого и разнотравья
14	Степь сухая дерновиннозлаковая	–	Луг пырейно-солодковый с понтийской полынью и девясилом британским
15	Степь сухая дерновиннозлаковая	–	Луг остепненный житняково-пырейный
16	Степь сухая дерновиннозлаковая	+	Степь сухая житняково-ковыльковая сбита с примесью мятлика курчавого и разнотравья в комплексе с полынью солончаковой и ромашником на солонцах
17	Степь сухая дерновиннозлаковая	+	Степь сухая житняково-ковыльковая сбита с примесью мятлика курчавого и разнотравья в комплексе с полынью солончаковой и ромашником на солонцах
18	Степь сухая дерновиннозлаковая	+	Степь сухая житняково-ковыльковая сбита с примесью мятлика курчавого и разнотравья в комплексе с полынью солончаковой и ромашником на солонцах

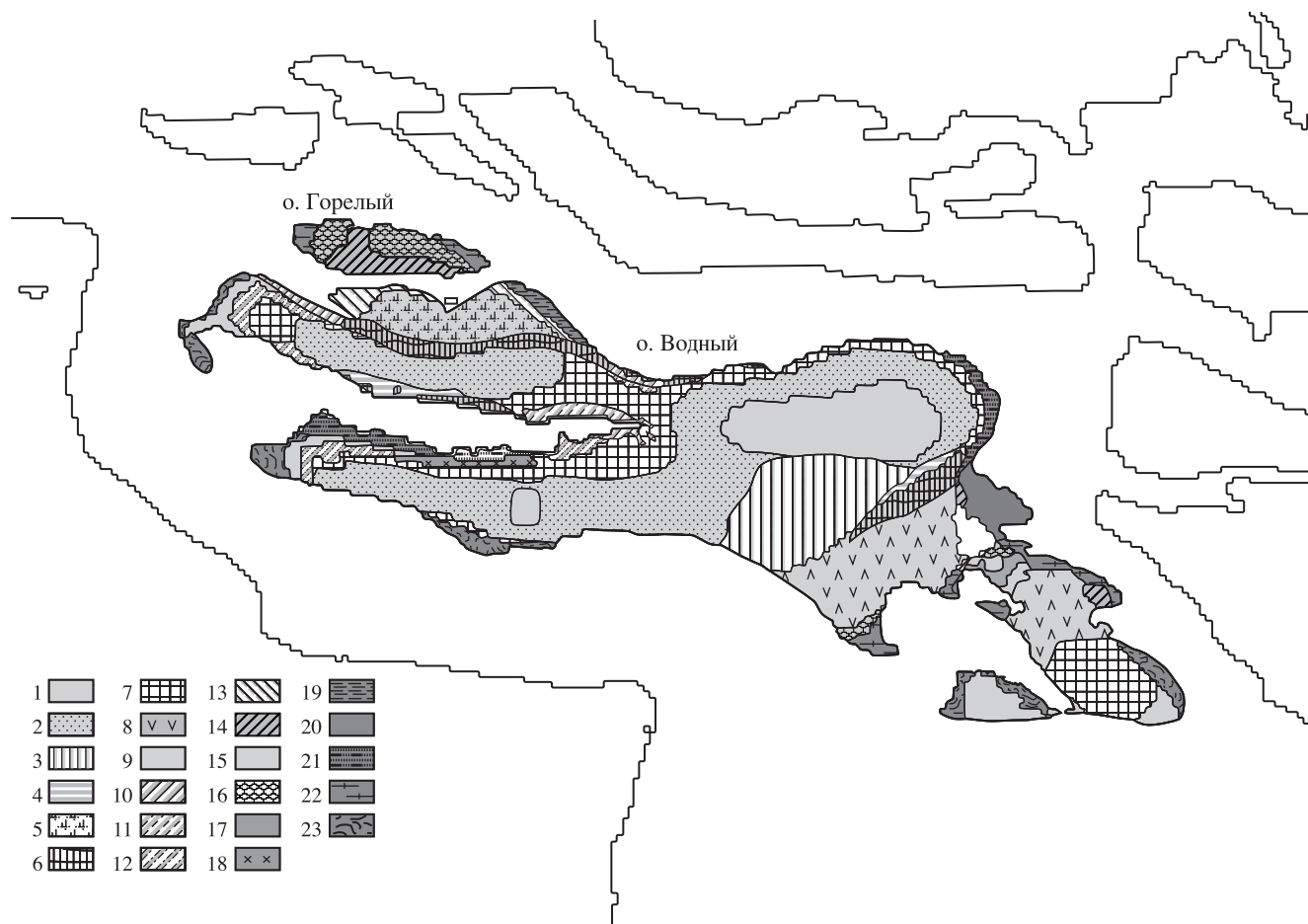
нальные космические снимки AWiFS и Landsat с пространственным разрешением 60 и 30 м соответственно. Для дальнейшего сравнения спутниковых данных с натурными было решено использовать в работе только те космические снимки, даты съемок которых совпадают с периодами проведения полевых исследований. Эти даты со-

ответствуют маю – июню 2008 г. и апрелю – июню 2009 г. В эти месяцы наблюдался пик вегетации, что позволило наиболее четко провести картографирование растительного покрова по космическим снимкам.

На первом этапе обработки космических снимков в программе ENVI было проведено уточнение



**Рис. 5.** Слой “Растительность”, полученный в результате классификации космических снимков со схемой геоботанических профилей, где 1 (1-й класс) – пустыня солончаковая, 2 – остепненные луга, 3 – степь умеренно сухая дерновиннозлаковая, 4 – степь дерновиннозлаковая сухая



**Рис. 6.** Ландшафтная карта Островного участка заповедника “Ростовский” (о-в Водный и о-в Горелый) (пояснение в табл. 2)

Таблица 2. Описание природно-территориальных комплексов

№	Местоположение	Преобладающий тип растительности	Преобладающие почвы	Площадь	
				га	%
Степные ландшафты					
Возвышенные					
1	Плато водораздела с выраженным микро-рельефом (0,5°–1°)	Степь дерновиннозла-ковая сухая	Комплекс каштановых почв солонцеватых	154	7,9
Низменные					
2	Слабопокатые склоны увалов (1°–4°)	Степь дерновиннозла-ковая сухая	Комплекс каштановых почв солонцеватых	503	26
3	Очень пологий склон (0,5°–1°) с сильно выраженным микро-рельефом		Комплекс солонцов кашта-новых	152	7,9
4	Покатые (2°–4°) склоны увалов		Каштановые почвы сильно, слабо смытые	17	0,9
Низинные					
5	Пониженные участки долины с выраженным микро-рельефом	Степь дерновиннозлаковая сухая	Лугово-каштановые почвы	74	3,8
6	Покатые (2°–4°) склоны увалов		Каштановые почвы сильно, слабо смытые	84	4,3
7	Пологие склоны увалов (1°–2°)		Комплекс каштановых почв солонцеватых	269	13,9
8	Равнинные участки долины с выраженным микро-рельефом (0°–1°)		Комплекс солонцов кашта-новых	199	10,3
9	Лиманы и лиманные понижения (0,5°–1°)	Степь умеренно сухая дерновиннозлаковая	Солончаки луговые	9	0,4
10	Покатые (2°–4°) склоны увалов		Каштановые почвы сильно, слабо смытые	12	0,6
11	Покатые прилиманные склоны (2°–4°)		Иловато-болотные почвы осолоделые	18	0,9
12	Покатые (2°–4°) склоны увалов		Комплекс каштановых почв солонцеватых	48	2,5
13	Пониженные участки долины с выраженным микро-рельефом (1°–2°)		Лугово-каштановые почвы	22	1
14	Пологие склоны увалов (1°–2°)		Комплекс солонцов кашта-новых	40	2
15	Пологие склоны увалов (1°–2°)	Остепненные луга	Комплекс каштановых почв солонцеватых	68	3,5
16	Пологие склоны увалов (1°–2°)		Комплекс солонцов кашта-новых	46	2,4
17	Лиманы и лиманные понижения (0,5°–1°)		Солончаки луговые	8	0,4
18	Покатые (2°–4°) склоны увалов		Каштановые почвы сильно, слабо смытые	12	0,6
19	Пологие склоны увалов (1°–2°)	Пустыня солончаковая	Лугово-каштановые почвы	11	0,6
20	Лиманы и лиманные понижения (1–2°)		Солончаки луговые	33	1,7
21	Покатые (2–4°) склоны увалов		Каштановые почвы сильно, слабо смытые	42	2,1
22	Прилиманные пологие склоны с сильно выраженным микро-рельефом (1°–2°)		Комплекс солонцов каштановых	45	2,3
23	Равнинные участки долины с выраженным микро-рельефом (0,5°–1°)		Комплекс каштановых почв солонцеватых	68	3,5

их географической привязки по опорным точкам, снятым навигатором GPS на местности (в основном углы полей). Затем снимки за разные годы весенне-летнего периода были объединены с целью получения усредненных данных и совместно классифицированы по алгоритму ISODATA (Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique) [9]. Использование этого алгоритма позволило

решить одну из задач дешифрирования – выявление на снимках однородных образований, наиболее схожих по своему спектральному образу.

Растительный покров исследуемой территории комплексный состоит из множества ассоциаций, которые слишком малы для картографирования по космическим снимкам Landsat и AWiFS. Поэтому в результате кластеризации по данным

снимкам были выделены более крупные таксономические единицы – типы растительности. Для различных типов растительности характерны некоторые ассоциации, в связи с этим удалось сопоставить полученные кластеры с геоботаническими описаниями ассоциаций на 18 ключевых участках. Из них на 12 участках было отмечено совпадение ассоциаций и кластеров типов растительности на карте. Геоботанические описания остальных шести ключевых участков не совпали с кластерами, в которые они попали. Это связано с тем, что данные участки были заложены в пределах нетипичных растительных ассоциаций (табл. 1). В итоге совпадение результатов автоматической классификации космических снимков по алгоритму ISODATA с полевыми данными составило 66%.

В результате был получен слой *“Растительность”*, который можно рассматривать в качестве карты типов растительности сухостепных ландшафтов (рис. 5).

Создание слоя *«Ландшафты»* острова Водный осуществлялось в программе ArcGIS путем пересечения слоев *“Рельеф”*, *“Уклоны”*, *“Почвы”*, *“Растительность”*. В результате была получена ландшафтная карта о-ва Водный и о-ва Горелый, состоящая из 23 типов ландшафтов (рис. 6, табл. 2).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Основными ландшафтообразующими факторами острова Водный являются равнинный рельеф территории, засушливый, умеренно континентальный климат, почвенный покров, представленный каштановыми разновидностями, характерными для сухих степей, а также растительность острова, состоящая из злаковых разнотравных ассоциаций и солеросов. Среди засоленных почв отмечены солонцы каштановые и солончаки [10]. Неоднородность растительного покрова участка Островного связана со сложными формами рельефа, различными условиями увлажнения, комплексностью почвенного покрова.

На основе проведенных исследований была создана ландшафтная карта острова Водный, состоящая из 23 типов природно-территориальных комплексов (ПТК).

ПТК 1 относится к ландшафтам возвышенных равнин, расположенных на плоских водоразделах, осложненных различными формами микрорельефа (потяжины). ПТК характеризуется преобладанием комплекса каштановых солонцеватых почв и развитием сухостепной дерновиннозлаковой растительности. Доминирующей растительной ассо-

циацией является житняково-ковылковая сбитая степь с примесью мятлика курчавого и разнотравья. Доля ПТК от общей площади островов составляет 7,9%.

Ландшафты низменных равнин с сухостепной дерновиннозлаковой растительностью представлены тремя типами ПТК (ПТК 2–4). Рельеф данных ПТК представлен пониженными и равнинными участками долин с выраженным микрорельефом (озера-блюдца). Наибольшую площадь из этой группы занимает ПТК 2 – низменная равнина с сухостепной дерновиннозлаковой растительностью на комплексе каштановых солонцеватых почв. ПТК 2 составляет 26% от общей площади островов и занимает слабопокатые склоны увалов. По данным полевых наблюдений здесь преобладают: житняково-типчачково-ковылковая растительная ассоциация с примесью разнотравья в комплексе с полынью солончаковой на солонцах, ковылковая сильно сбитая с примесью клевера пашенного и мятлика курчавого, житняково-ковылковая сбитая с примесью мятлика курчавого и разнотравья. ПТК 3 расположен на очень пологих склонах увалов, а ПТК 4 – на покатых. В связи с различиями в крутизне склонов ПТК 3 характеризуется наличием комплекса каштановых солонцеватых, а ПТК 4 – каштановых сильно смытых почв.

Ландшафты низменных равнин с умеренно сухой дерновиннозлаковой растительностью представлены шестью типами (ПТК 9–14). В рельефе преобладают лиманные понижения, а также покатые прилиманные склоны увалов. Ландшафты данного типа расположены на более низких отметках высот, а почвы представлены различными типами солонцов и солончаков и иловато-болотными осолоделыми почвами. Здесь меняется доминантный состав растительности по сравнению с сухой дерновиннозлаковой степью, преобладающей ассоциацией становится типчачково-ковылковая с примесью полынка и разнотравья. Данная группа ПТК занимает 7,4 % от общей площади исследуемой территории.

Ландшафты низинных степей с остепненными лугами состоят из четырех типов ПТК. Эти луга занимают пологие склоны увалов и лиманные понижения. Преобладающие типы почв – комплекс каштановых солонцеватых почв и солонцов каштановых. Остепненные луга образуют житняково-типчачковые, пырейно-типчачковые ассоциации с примесью тысячелистника благородного, грудницы волосистой и шалфея остепненного, житняково-пырейно-типчачковые в комплексе с полынью солончаковой на пятнах солонцов, типчачково-пы-



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

рейные, пырейно-солодковые с понтийской полынью и девясилом британским. Ландшафты низинных степей с остепненными лугами занимают 6,9% территории островов.

Ландшафты низинных равнинных солончаковых пустынь представлены пятью типами ПТК (ПТК 19–23). Наибольшая их площадь приурочена к плоским прибрежным равнинам, склонам берегов, а также лиманным понижениям. Из растительных ассоциаций здесь преобладают солончаковополюнные, кермеково-солончаковополюнные, сарсозановые. Доля их площади 10,2% от общей территории.

Таким образом, использование современных методов ландшафтного картографирования с применением геоинформационных систем и данных дистанционного зондирования позволило провести районирование и типизацию ландшафтов острова Водный. Выделенные 23 природно-территориальных комплекса островных территорий заповедника “Ростовский” характеризуются статистически значимыми различиями экологических характеристик. По результатам исследования была построена ландшафтная карта. Главным преимуществом данной карты является отсутствие субъективности при разбиении территории на природно-территориальные комплексы и проведении границ между ними. Использование описанной в статье методики способствовало получению более надежных и объективных результатов, чем при картографировании традиционными методами, без использования ГИС-технологий и материалов многозональной спутниковой съемки.

Работа выполнена по Программе фундаментальных исследований ОНЗ РАН № 14 “Современные трансформации среды и биоты аридной и семиаридной зон Юга России в условиях изменения климата”, а также при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ № 09-05-90713-моб\_ст.

1. *Клец Л.В.* Перспективы развития государственного природного заповедника “Ростовский” в обеспечении охраны биоразнообразия ВБУ международного значения // Сохранение биоразнообразия водно-болотных угодий и устойчивое использование биологических ресурсов в степной зоне: Мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. (Ростов-на-Дону, 28–30 мая 2007 г.). Ростов н/Д, 2007. С. 105–108.
2. *Беспалова Е.В., Беспалова Л.А.* Ландшафтно-фациальное разнообразие о. Водный заповедника “Ростовский” // Современные проблемы аридных и семиаридных экосистем юга России: Сб. науч. ст. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2006. С. 313–326.
3. *Паклина Н.В., Климов В.В.* Социальная организация популяции одичавших лошадей *Equus caballus* острова Южный (озеро Маньч-Гудило) // Зоол. журн. 1990. Т. 69. Вып. 10. С. 107–116.
4. *Савельева Е.С.* Характеристика островной популяции одичавших лошадей в заповеднике “Ростовском” на острове Водный (Южный) озера Маньч-Гудило Ростовской области // Зоокультура и биологические ресурсы: конф., 2004. URL: <http://www.horse.ru/oloshadi/structure.php?cur=4640>.
5. Дешифрирование многозональных космических снимков. Методика и результаты. Берлин: Академиферлаг; М.: Наука, 1982. 82 с.
6. *Юрцев Б.А., Камелин Р.В.* Программа флористических исследований разной степени детальности // Теоретические и методические проблемы сравнительной флористики. Л., 1987. С. 219–233.
7. *Кауричев И.С.* Практикум по почвоведению. М.: Колос, 1980. 280 с.
8. *Гершензон В.Е. и др.* Информационные технологии в управлении качеством среды обитания. М.: Академия, 2003. 288 с.
9. *Замятин А.В.* Анализ динамики земной поверхности по данным дистанционного зондирования Земли. М.: Физматлит, 2007. 176 с.
10. *Ильина Л.П., Невидомская Д.Г.* Солевой режим каштаново-солонцовых комплексов долины Маньча // Вестник ЮНЦ. 2007. Т. 3. № 4. С. 47–52.

## LANDSCAPES MAPPING OF OSTROVNOY REGION OF “ROSTOVSKY” PRESERVE WITH THE USE OF SATELLITE IMAGERY

L.D. Nemtseva, L.A. Bespalova

The paper presents the results of the method of mapping the landscape island territories of the preserve “Rostovsky”, which include the use of geoinformation technology, multispectral satellite imagery and field observations. Twenty three natural-territorial complexes, characterized by statistically significant differences of the environmental characteristics, were identified. A landscape map was built.

**Key words:** landscape mapping, environmental systems, landscape map, GIS technology, multispectral satellite imagery.

## REFERENCES

1. Klets L.V. 2007. [Prospects of development of the state natural reserve “Rostovskiy” to ensure the protection of biodiversity of wetlands of international importance]. In: *Sokhranenie bioraznoobraziya vodno-bolotnykh ugodiy i ustoychivoe ispol'zovanie biologicheskikh resursov v stepnoy zone. Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (Rostov-na-Donu, 28–30 maya 2007 g.)*. [Biodiversity conservation of wetlands and sustainable use of biological resources in the steppe zone: Proceedings of the International scientific and practical conference (Rostov-on-Don, 28-30 May 2007)]. Rostov-on-Don: 105–108. (In Russian).
2. Bespalova E.V., Bespalova L.A. 2006. [Landscape and facies diversity of the island Vodnyy in the reserve “Rostovskiy”]. In: *Sovremennyye problemy aridnykh i semiaridnykh ekosistem yuga Rossii. Sbornik nauchnykh statey*. [Modern problems of arid and semi-arid ecosystems of southern Russia. Collection of scientific articles]. Rostov-on-Don, SSC RAS Publishers: 313–326. (In Russian).
3. Paklina N.V., Klimov V.V. 1990. [The social organization of a population of feral horses *Equus caballus* of Island Yuzhnyy (Manych-Gudilo Lake)]. *Zoologicheskii zhurnal*. 69(10): 107–116. (In Russian).
4. Savel'eva E.S. 2004. [Characteristic of the island populations of feral horses in the reserve “Rostovskiy” Island Vodnyy (Yuzhnyy) of lake Manych-Gudilo in Rostov region]. In: *Zookul'tura i biologicheskie resursy: konferentsiya*. [Zooculture and biological resources: Conference]. Available at: <http://www.horse.ru/oloshadi/structure.php?cur=4640>. (In Russian).
5. *Deshifrirovaniye mnogozonal'nykh kosmicheskikh snimkov. Metodika i rezul'taty*. [Interpretation of multispectral satellite images. Methods and results]. 1982. Berlin, Akademi-ferlag; Moscow, Nauka: 82 p. (In Russian).
6. Yurtsev B.A., Kamelin R.V. 1987. [Program of floristic studies of varying degrees of detail]. In: *Teoreticheskie i metodicheskie problemy sravnitel'noy floristiki*. [Theoretical and methodological problems of comparative floristics]. Leningrad: 219–233. (In Russian).
7. Kaurichev I.S. 1980. *Praktikum po pochvovedeniyu*. [Workshop on soil science]. Moscow, Kolos: 280 p. (In Russian).
8. Gershenson V.E. et al. 2003. *Informatsionnye tekhnologii v upravlenii kachestvom sredy obitaniya*. [Information technologies in the management of the quality environment]. Moscow, Akademiya: 288 p. (In Russian).
9. Zamyatin A.V. 2007. *Analiz dinamiki zemnoy poverkhnosti po dannym distantsionnogo zondirovaniya Zemli*. [An analysis of the dynamics of the earth's surface by remote sensing data]. Moscow, Fizmatlit: 176 p. (In Russian).
10. Il'jina L.P., Nevidomskaya D.G. 2007. [Salt regime of the Manych valley chestnut-solonetz complexes]. *Vestnik Yuzhnogo Nauchnogo Tsentra*. 3(4): 47–52. (In Russian).