

DOI:10.17308/978-5-9273-3693-7-2023-317-320

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДДЗ И ЦМР ПРИ ЛАНДШАФТНОМ КАРТОГРАФИРОВАНИИ КЛЮЧЕВОГО УЧАСТКА ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА «ВАСЮГАНСКИЙ» (ВЕРХОВЬЯ Р. ПАРБИГ)**SOME ASPECTS OF APPLICATION OF RSD AND DEM IN LANDSCAPE MAPPING OF A KEY SITE OF THE «VASYUGANSKII» STATE NATURE RESERVE AREA (UPPER PARBIG RIVER)****Хромых В.В.**

Khromykh V.V.

e-mail: khromykh_vadim@mail.ru

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск

National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

Аннотация. Рассмотрены вопросы ландшафтного картографирования ключевого участка Васюганского заповедника с использованием полуавтоматической классификации космического снимка Landsat-8 и морфометрического анализа по цифровой модели рельефа. Выделены 15 типов урочищ, для них рассчитаны средние высоты и уклоны, проведена оценка степени дренированности урочищ и общей заболоченности территории. Даны рекомендации по использованию ДДЗ и ЦМР при крупномасштабном ландшафтном картографировании болотных массивов.

Abstract. The issues of landscape mapping of a key site of the Vasyugan Reserve area using the unsupervised classification of a Landsat-8 satellite image and morphometric analysis based on a digital elevation model are considered. Fifteen types of geosystems were identified, the average heights and slopes were calculated for them. The degree of drainage and the general swampiness of the territory were assessed. Recommendations are given on the use of remote sensing and DEM for large-scale landscape mapping of peatbogs.

Ключевые слова: ландшафтное картографирование, ДДЗ, ЦМР, Васюганское болото.

Keywords: landscape mapping, RSD, DEM, Vasyugan peatbog.

Территория Васюганского заповедника лежит в пределах Большого Васюганского болота – крупнейшей болотной системы [1–3]. В административном отношении Васюганский заповедник находится на границе Томской и Новосибирской областей. Работы по ландшафтному картографированию территории заповедника начаты относительно недавно, несколько лет назад. В связи с труднодоступностью территории и ограниченным финансированием работы проводятся поэтапно, по ключевым участкам, «нарезанным» по границам лесных кварталов. В данном исследовании объектом являются ландшафтные системы Парбигского ключевого участка, расположенного в верховьях р. Парбиг, примерно в 250 км к западу от г. Томска (рис. 1). В связи с полным отсутствием дорог и сложностью перемещения по болотному массиву полевые исследования, проведенные сотрудниками Биологического института Томского государственного университета, носили крайне ограниченный характер, поэтому большую актуальность приобрели дистанционные исследования территории с использованием мультиспектральных космических снимков высокого и относительно высокого пространственного разрешения.

На первом этапе был осуществлён поиск космического снимка на исследуемую территорию. Поиск осуществлялся с использованием сервиса Earth Explorer Геологической службы США (USGS). В результате был выбран снимок с платформы Landsat-8, датированный 26.08.2021 г. с нулевой облачностью. Первичная обработка и визуальное интерактивное дешифрирование осуществлялось в программном комплексе ERDAS Imagine (Intergraph Corp.). Для визуального дешифрирования использовалась комбинация каналов 4-5-2 (RGB), как наиболее соответствующая диапазонам красного и синего цветов, при этом для зелёного цвета выбор канала 5 обусловлен ближним инфракрасным диапазоном, как наиболее отражающим растительный покров. Полуавтоматическая классификация космического снимка проводилась методом кластерного анализа с использованием алгоритма ISODATA (рис. 2). Экспериментальным путём было подобрано число классов (от 20 до 25) – основным критерием служило выделение водных поверхностей озёр в отдельный класс (без слияния с болотами и прочими переувлажненными территориями). Максимальное количество итераций – 50, порог сходимости (Convergence Threshold) – 0.95. В результате было получено 25 классов (включая гидросеть), некоторые из которых в процессе дальнейшего дешифрирования были объединены. Дальнейшая обработка полученной растровой карты проводилась в ArcGIS (ESRI Inc.). Сначала растровая карта была «обрезана» по границам Парбигского ключевого участка, затем были проведены многочисленные операции генерализации с целью ликвидации большого числа мелких (в несколько пикселей) выделов. Итоговая растровая карта была конвертирована в векторный класс пространственных объектов базы геоданных с помощью инструмента «Растр в полигоны». После векторизации раstra полученный слой снова был подвергнут генерализации с целью удаления мелких полигонов с площадью менее 20 000 кв. м (2 га) в соответствии с масштабом картографирования 1:100 000. На основе сравнения полученных классов с топографической картой и материалами лесной инвентаризации, а также с описаниями полевых исследований была разработана предварительная легенда ландшафтной карты.

С целью уточнения характеристик рельефа в названиях урочищ, а также оценки степени дренированности урочищ был проведен морфометрический анализ полигонов ландшафтных систем по

цифровой модели рельефа (ЦМР). В связи с относительно небольшим размером исследуемой территории и исключительно равнинным характером рельефа для создания высокоточной ЦМР было принято решение использовать данные листов топографической карты масштаба 1:25 000. Топокарты более мелких масштабов, а также готовые ЦМР из открытых источников (SRTM, Aster GDEM и т.п.) не позволяют получить достаточную точность для анализа, поэтому использовать эти источники в контексте данного исследования не имело смысла.



Рис. 1. Карта расположения Парбигского ключевого участка (показан штриховкой)

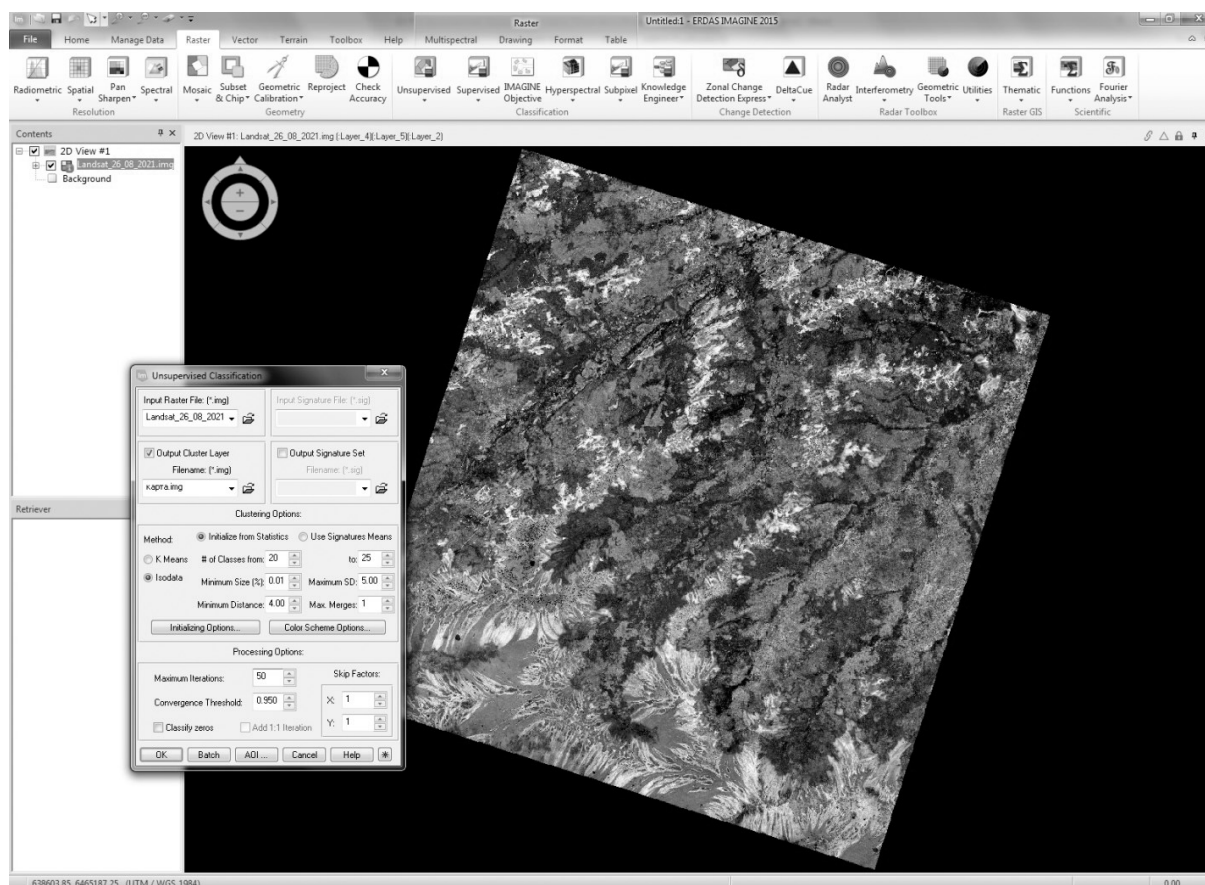


Рис. 2. Параметры классификации космического снимка Landsat-8 в ПО ERDAS

Для построения ЦМР был использован инструмент «Топо в растр» модуля Spatial Analyst ArcGIS. В основе инструмента «Топо в растр» лежит метод интерполяции, специально разработанный для создания гидрологически корректных ЦМР по данным топокарт. Впервые он был применен в программе ANUDEM, разработанной Майклом Хатчинсоном [9]. При этом использовались следующие

слои и параметры: Высоты (PointElevation), Горизонтالي (Contour), Малые реки (Stream), Озёра (Lake), Рамка (Boundary). Исходя из условий метода, все направления оцифрованных линий малых рек были исправлены на направление «от истока к устью». Размер ячеек ЦМР был выбран 5 м, что соответствует картографической точности карт масштаба 1:25 000 (0,2 мм). В результате ЦМР была построена в растровом формате GRID (ESRI Inc.) и затем конвертирована в формат GeoTIFF. С помощью инструмента «Уклон» модуля Spatial Analyst ArcGIS был построен растр крутизны склонов. В программе ArcScene ArcGIS была построена 3D-модель Парбигского ключевого участка (рис. 3).

Морфометрический анализ ландшафтов проводился методом зональной статистики с помощью модуля Spatial Analyst ArcGIS (ESRI Inc.). Для каждого типа урочищ были рассчитаны средняя абсолютная высота и средний уклон.

В результате коррекции предварительной ландшафтной карты по результатам морфометрического анализа было выделено 15 типов урочищ. Урочища одного генезиса, занимающие морфологически сходные формы рельефа и имеющие близкую степень дренированности и гидроморфизма, по сходному типу местообитания объединены в две группы урочищ: дренируемые урочища слабонаклонных озёрно-аллювиальных равнин и переувлажненные болотные урочища (рис. 4).

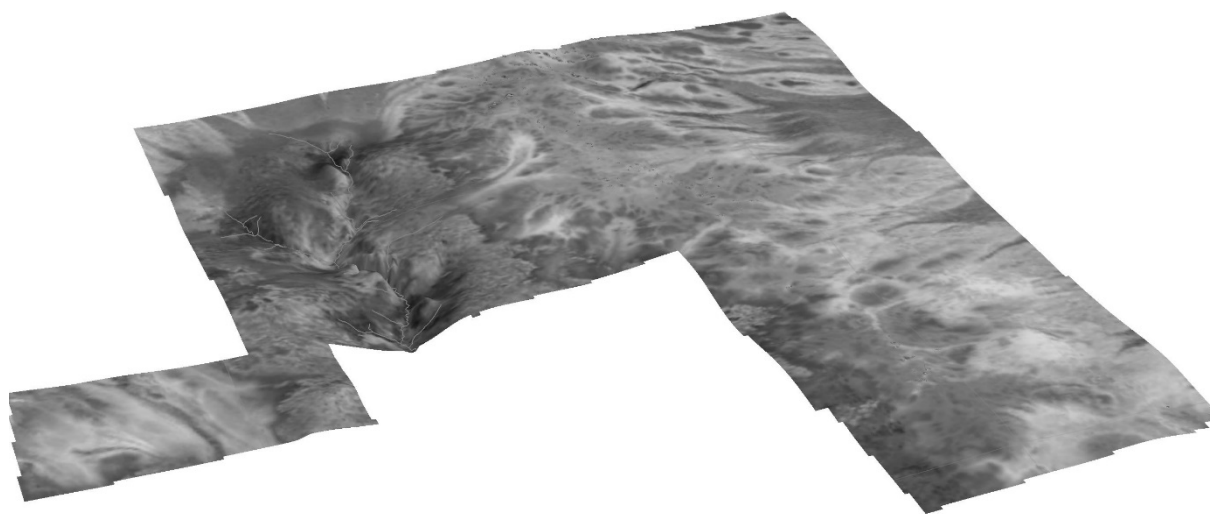


Рис. 3. 3D-модель рельефа Парбигского ключевого участка, драпированная гидросетью и космическим снимком Landsat-8 (26.08.2021 г.), созданная в программе ArcScene ArcGIS (ESRI Inc.). Вертикальный масштаб в 100 раз крупнее горизонтального. Вид с северо-востока

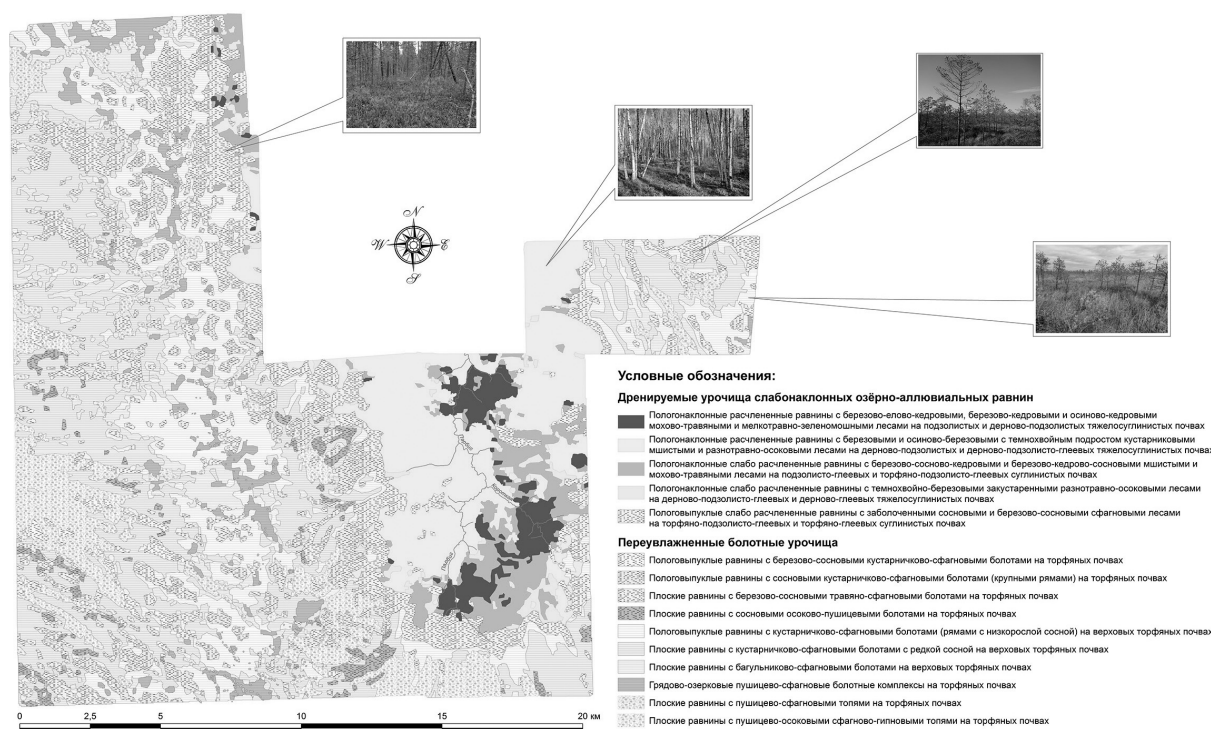


Рис. 4. Ландшафтная карта Парбигского ключевого участка

Дренируемые урочища слабонаклонных озёрно-аллювиальных равнин занимают меньшую часть территории Парбигского ключевого участка (32 %). Все они являются лесные геосистемы и характеризуются слегка повышенными средними уклонами (до 0,11 гр.), что обеспечивает более лучшую дренируемость по сравнению с остальной частью территории. Эти урочища приурочены к речной долине р. Парбиг и её окрестностям. Наибольшее распространение получили пологонаклонные расчлененные равнины с березовыми и осиново-березовыми с темнохвойным подростом кустарниковыми мшистыми, разнотравными и разнотравно-осоковыми лесами на дерново-подзолистых и дерново-подзолисто-глеевых тяжелосуглинистых почвах (39,9% от площади данной группы урочищ). Наиболее низкие территории Парбигского ключевого участка по обоим бортам речной долины р. Парбиг занимают пологонаклонные расчлененные равнины с березово-елово-кедровыми, березово-кедровыми и осиново-кедровыми мохово-травяными и мелкотравно-зеленомошными лесами на подзолистых и дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почвах (средняя абсолютная высота 141,3 м).

Переувлажненные болотные урочища занимают большую часть исследуемой территории – 68 %, охватывая с запада, юга и востока долину р. Парбиг. Это наиболее возвышенные участки – средняя высота урочищ в пределах 144 м. Средний уклон таких геосистем минимален – 0,02–0,03 гр. Преобладают плоские равнины с кустарничково-сфагновыми болотами с редкой сосной на верховых торфяных почвах (30,7% от площади данной группы урочищ). Древесные болота переходного и верхового типа занимают от 1,3 до 5,7 % площади ключевого участка. Это в основном пологовыпуклые равнины с крупными рядами на торфяных почвах и плоские равнины с березово-сосновыми травяно-сфагновыми болотами на торфяных почвах. Крайний юг и юго-запад Парбигского ключевого участка занимают обширные плоские равнины с пушицево-осоковыми сфагново-гипновыми топиями на торфяных почвах (7,3 % площади). В целом, общая заболоченность территории Парбигского ключевого участка составляет 79 %.

Как показал опыт проведенных работ, для крупномасштабного ландшафтного картографирования труднодоступных болотных территорий основой вполне могут стать карты, полученные в результате полуавтоматической классификации мультиспектральных космических снимков высокого и относительно высокого пространственного разрешения с оптических систем открытого доступа (Landsat, Sentinel) и дополненные материалами лесной инвентаризации и полевых исследований. Также важным источником картографирования и последующего комплексного пространственного анализа является высокодетальная цифровая модель рельефа. При этом ЦМР должна быть построена по данным топографической карты масштаба 1:25 000 или по результатам съёмки с БПЛА. Топокарты более мелких масштабов, а также готовые ЦМР из открытых источников (SRTM, Aster GDEM и т.п.) использовать не имеет смысла из-за недостаточной точности, учитывая полное отсутствие крупных неровностей рельефа на болотных массивах. В случае использования топокарт 1:25 000 шаг сетки ЦМР не имеет смысла делать менее 5 м, т.к. это будет менее картографической точности исходных материалов. Для создания гидрологически корректной модели рельефа очень хорошо подходит метод интерполяции, предложенный Хатчинсоном [4] и используемый в инструменте «Топо в растр» ArcGIS. Детальная ЦМР является основой для зональной статистики с целью расчётов средних высот и уклонов урочищ (не сильно отличающихся друг от друга в условиях болотного массива), что позволяет оценить степень дренируемости ландшафтных систем.

Предложенную методику планируется апробировать ещё на одном ключевом участке Васюганского заповедника в 2023 г.

Литература

1. Валуцкий В.И., Семенова Н.М., Кусковский В.С. О необходимости охраны Большого Васюганского болота на Обь-Иртышском водоразделе // География и природные ресурсы. – 2000. – № 3 – С.32–38.
2. Вартапетов Л.Г., Адам А.М. Ландшафтно-экологическая оценка животного мира Большого Васюганского болота // География и природные ресурсы. – 2009. – № 1 – С. 83–90.
3. Васюганское болото. Природные условия, структура и функционирование / 2-е изд., под ред. Л.И. Инишевой. – Томск: ЦНТИ, 2003. – 212 с.
4. Hutchinson M.F. A new procedure for gridding elevation and stream line data with automatic removal of spurious pits // Journal of Hydrology, 1989. – 106. – pp. 211-232.