

УДК ...

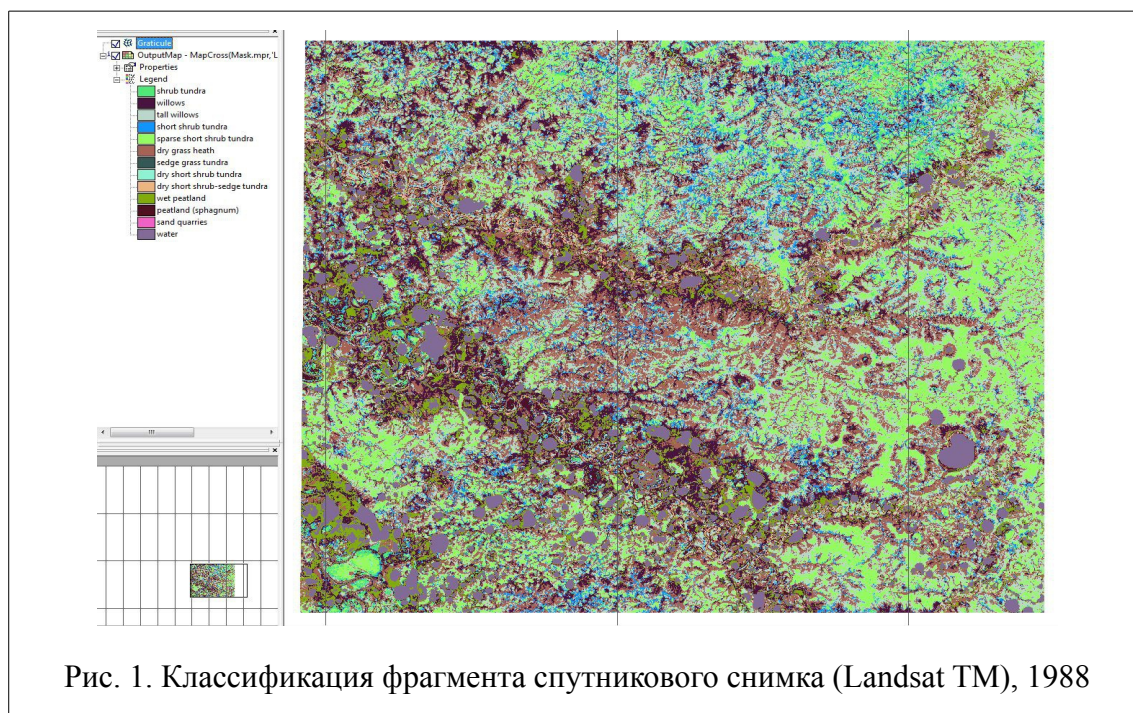
## СПУТНИКОВОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЗАБОЛОЧЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ ТУНДРЫ С ПОМОЩЬЮ ILWIS GIS

Леменкова П.А.

Карлов университет в Праге (Чехия), Институт экологических исследований

Целью исследования является картографирование заболоченных областей п-ова Ямал на основе применения разновременных спутниковых снимков Landsat TM и программного обеспечения (ПО) ILWIS GIS. Задача исследования — визуализировать экологическую динамику изменения избранных ландшафтов на Крайнем Севере России методами ГИС.

Полуостров Ямал является важным биогеографическим регионом Арктики, расположенным в пределах субарктической континентальной климатической зоны пересекая два основных физико-географических региона: субарктическая и арктическая тундры. Геоморфологическая особенность Ямала — практически плоская равнинная поверхность — создает прекрасные условия для формирования здесь густой сети взаимосоединяющихся небольших озер и неглубоких рек, а также заболоченной местности, районов с топиями и местностей с повышенной влажной почвой, которые подвергаются регулярному ежегодному сезонному затоплению, характерному в весенне время.



Одним из последствий такого геоморфологического строения являются криогенные оползни, образующиеся в результате развития эрозионных процессов в результате проседания почв и оттаивания грунтов [1]. Негативный эффект криогенных оползней состоит в изменении типов земной поверхности и смены растительного покрова на месте их образования: так, в течение 10 лет после активных криогенных оползневых процессов очаг возникновения оползня остается непокрытым [2]. Затем, в течение нескольких следующих лет наблюдается процесс

медленного восстановления почвенно-растительного покрова, который включает в себя растительные сообщества с доминирующими травами, мхи, лишайники и осока, ивняк и луга с короткими кустарничковыми [3]. Т.о., растительность на ранних стадиях восстановления, (мхи и лишайники), могут косвенно свидетельствовать о недавнем образовании здесь криогенных оползней, тогда как луга и ивняковые кустарниковые, наоборот, указывают на относительно развитое и восстановленное растительное сообщество. Области, ранее подвергнувшиеся образованию криогенных оползней, через 2-3 декады обычно характеризуются распространением ивняка и кустарниковых, что является косвенным индикатором этих процессов в прошлом [4]. Благодаря повсеместному распространению мерзлоты, почвы Ямала остаются замерзшими круглогодично: максимальная глубина активного почвенного слоя, регулярно оттаивающего в летний период, достигает не глубже 0.2 м на севере и до 2 м на юге [5]. Почвы бедны минеральным составом: глинистые и суглинки являются доминирующими. Как следствие, биоразнообразие в пределах тундр Ямала в целом довольно низкое [6]. В таких условиях ключевым природным ресурсом является мохово-лишайниковая тундра, вересковое разнотравье, обширные заболоченные области и карликовая кустарниковая растительность. К древесной растительности относятся ивовые (*Salix glauca* и *S. lanata*). Их распространение, типы и структура сообществ сильно различается согласно химическому составу и уровню влаги почв и микроклиматическим условиям, включая глубину активного слоя мерзлоты и топографию поверхности. В целом, ивняки занимают низменности долин с высокой влажностью почв и заболоченностью [7].

ГИС-картографирование проведено на основе результатов классификации двух спутниковых снимков Ландсат ТМ, которое, в свою очередь, основано на зависимости спектральной яркости пикселей на растровом изображении от индивидуальных свойств объектов, т.е. Различных типов поверхности Земли и растительного покрова (отражательной способности). Результаты обучающей классификации показаны на картах (Рис.1 для 1988 и Рис.2 для 2011) , демонстрирующих распределение различных типов растительности в пределах заболоченных ландшафтах по территории тундры. Статистические результаты вычислений типов растительного покрова были получены в полуавтоматическом режиме в ПО ILWIS GIS. Так, результаты на 1988 год показывают, что тип «ивовые кустарники» покрывал 412292 пикселей от общей части изучаемой территории, и класс «высокие ивы» - соответственно, 823430 пикселей. Оба класс вместе взятые создают площадь в 1235722 пикселей на растровом изображении, или 33,38 % от общей части территории. Далее, максимальная площадь покрытая классом “вереск, сухотравье” составляет 933798 пикселей на снимке. В 2011 процент ивняка немного увеличился: теперь здесь отмечены 651427 пикселя, которые принадлежат к классу “ивовые кустарники”, и 893092 пикселей ассоциированно с классом “высокие ивы”, соответственно. Оба вместе взятых класса ив, столь характерные для местности с повышенным содержанием воды теперь насчитывают суммарно 1544519 пикселей, что составляет, соответственно 40,27%. Также, изменения значительны для класса “кустарниковая тундра”: тогда как в 1988 г. они занимали площадь в 3,66% от общей, в 2011 они покрывают уже 6,71%. Одновременно, площадь разнотравья сократилась по сравнению с кустарниковыми и ивняком: в 1988 “вереск и сухое разнотравье” занимали площадь в 25,23% (933798 пикселей), в то время как в 2011 они уже занимают ареал в 14,43% (553429 пикселей).

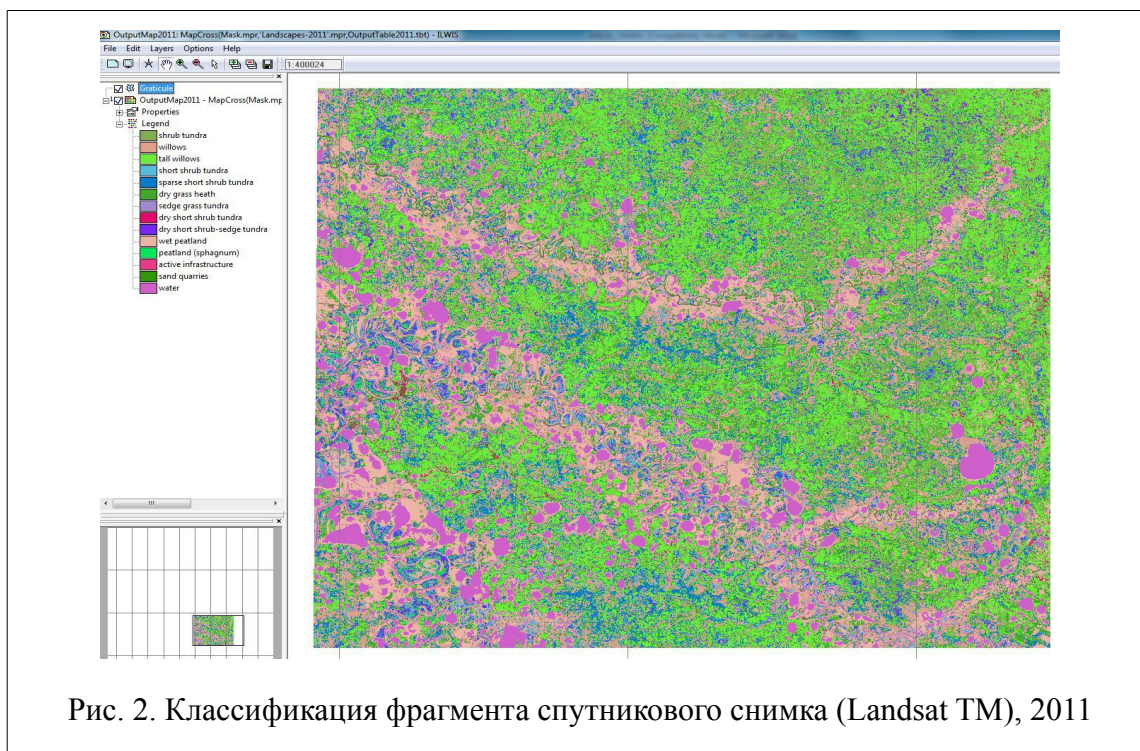


Рис. 2. Классификация фрагмента спутникового снимка (Landsat TM), 2011

Представленная работа продемонстрировала успешное применение ГИС-технологий для обработки данных спутниковых снимков, а также проиллюстрировала изменение тундровых ландшафтов в заболоченной местности п-ова Ямал на Крайнем Севере России.

#### Литература

- [1] Ukraintseva, N.G., Streletskaya, I.D., Ermokhina, K.A., Yermakov I.D. Geochemical properties of plant-soil-permafrost systems on landslide slopes, Yamal, Russia // *Permafrost*. - 2003.
- [2] Walker, D.A., Leibman, M.O., Epstein, H.E., Forbes, B.C., Bhatt, U.S., Raynolds, M.K., Comiso, J.C., Gubarkov, A.A., Khomutov, A.V., Jia, G.J., Kaarlejärvi, E., Kaplan, J.O., Kumpula, T., Kuss, P., Matyshak, g., Moskalenko, N.G., Orekhov, P., Romanovsky, V.E., Ukraintseva, N.G., and Yi, Q.. Spatial and temporal patterns of greenness on the Yamal Peninsula, Russia: interactions of ecological and social factors affecting the Arctic normalized difference vegetation index // *Environmental Research Letters*. - 2009. -№4(16), 045-004 .
- [3] Ukraintseva, N.G.. Willows tundra of Yamal as the indicator of salinity of superficial sediments. Results of basis research of Earth cryosphere in Arctic & Subarctic // 1997. - Novosibirsk, Nauka.
- [4] McKendrick, Jay D.. Plant Succession on Distributed Sites, North Slope, Alaska, U.S.A. // *Arctic and Alpine Research*. -1987. -№19(4), 554-565.
- [5] Добринский, Л.Н., ред. *Природа Ямала* // 1995. - Екатеринбург: Наука.
- [6] Hodkinson, I.D., Wookey, P.A. Functional ecology of soil organisms in tundra ecosystems: towards the future // *Applied Soil Ecology*. - 1999. - №11, 111-126.
- [7] Pajunen, A.M., Kaarlejärvi, E.M., Borbes, B.C., Virtanen, R. Compositional differentiation, vegetation-environment relationships and classification of willow-characterised vegetation in the western Eurasian Arctic // *Journal of Vegetation Science*. - 2010. - №21, 107-119.