

МЕТОД СПУТНИКОВОЙ ФИТОИНДИКАЦИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРАНСГРЕССИИ ВОДОЕМОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Финиченко Е.Н., Дмитриев В.В.

Омский государственный педагогический университет



В 2005-2007 годах в отдельных районах Западной Сибири отмечен значительный рост увлажненности. В Называевском р-не Омской области современная трансгрессия имела столь значительную амплитуду, что акватории озер распространились не только на пограничные луговые экосистемы, но также заняли часть площади лесных биоценозов и агроценозов. Вокруг заболоченных днищ депрессий, возникли периферические акватории, на которых начала формироваться водная растительность из несбалансированных группировок.

Вновь образующиеся группировки имеют значительную пространственную протяженность, четко отграничены как от стабильных болотных фитоценозов, с которыми контактируют со стороны водоемов, так и от наземных луговых или лесных фитоценозов, с которыми граничат со стороны прилегающей суши. Поэтому вновь формирующийся класс растительности хорошо выявляется на спутниковых снимках и может служить индикатором увлажненности исследуемых территорий.



Рис.1. Фитоценозы осоки береговой как индикатор периферических, временно обводненных частей заболоченных озер (класс №3 классифицированного спутникового изображения)

Цель работы – обоснование применимости и оценка точности метода спутниковой фитоиндикации для дистанционной оценки масштабов трансгрессии водоемов и роста увлажненности территории.

Для отработки метода спутниковой фитоиндикации и оценки его точности выбраны 2 тестовых участка, включающие заболоченные озера: «северное» – с координатами центра $51^{\circ} 31' 16''$ с.ш. и $71^{\circ} 33' 48''$ в.д., и «южное» – с координатами центра $51^{\circ} 29' 03''$ с.ш. и $71^{\circ} 30' 33''$ в.д., а также прилегающие части их водосборов.

Для дистанционного изучения тестовых участков использовано изображение земной поверхности, полученное радиометром LISS-3 08.08.2005 г.

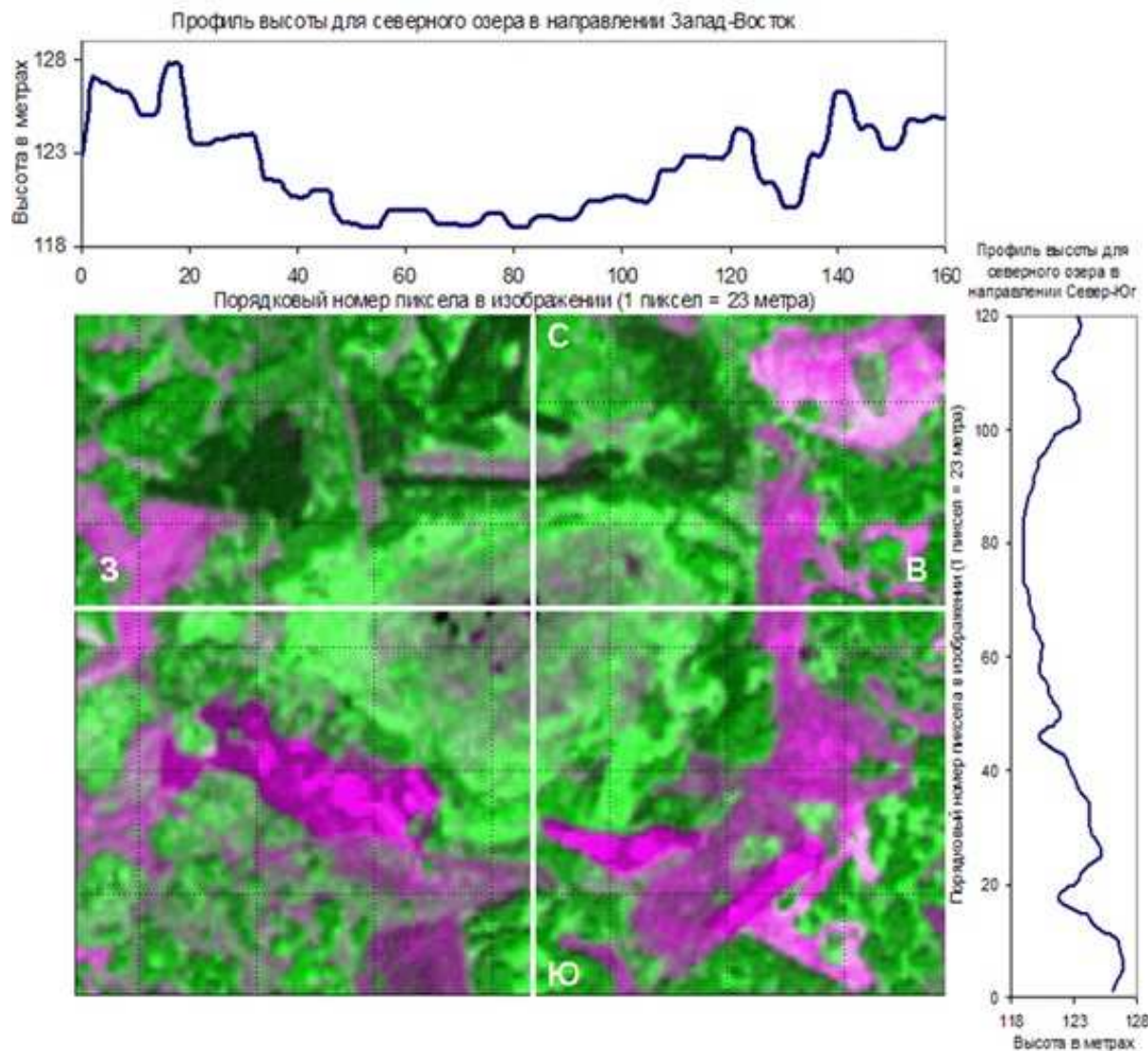


Рис 1. Исходное спутниковое изображение «северного» озера и прилегающих к нему участков водосборного бассейна. Фрагмент является цветосинтезированным RGB изображением, полученным с использованием 2х каналов радиометра LISS-3 в комбинации 1-2-1. Сетка из пунктирных линий проведена через 500 м. Выше и сбоку показаны профили высот с учетом средней высоты растительного покрова, проведенные с запада на восток (вдоль линии З-В) и с севера на юг (вдоль линии С-Ю).

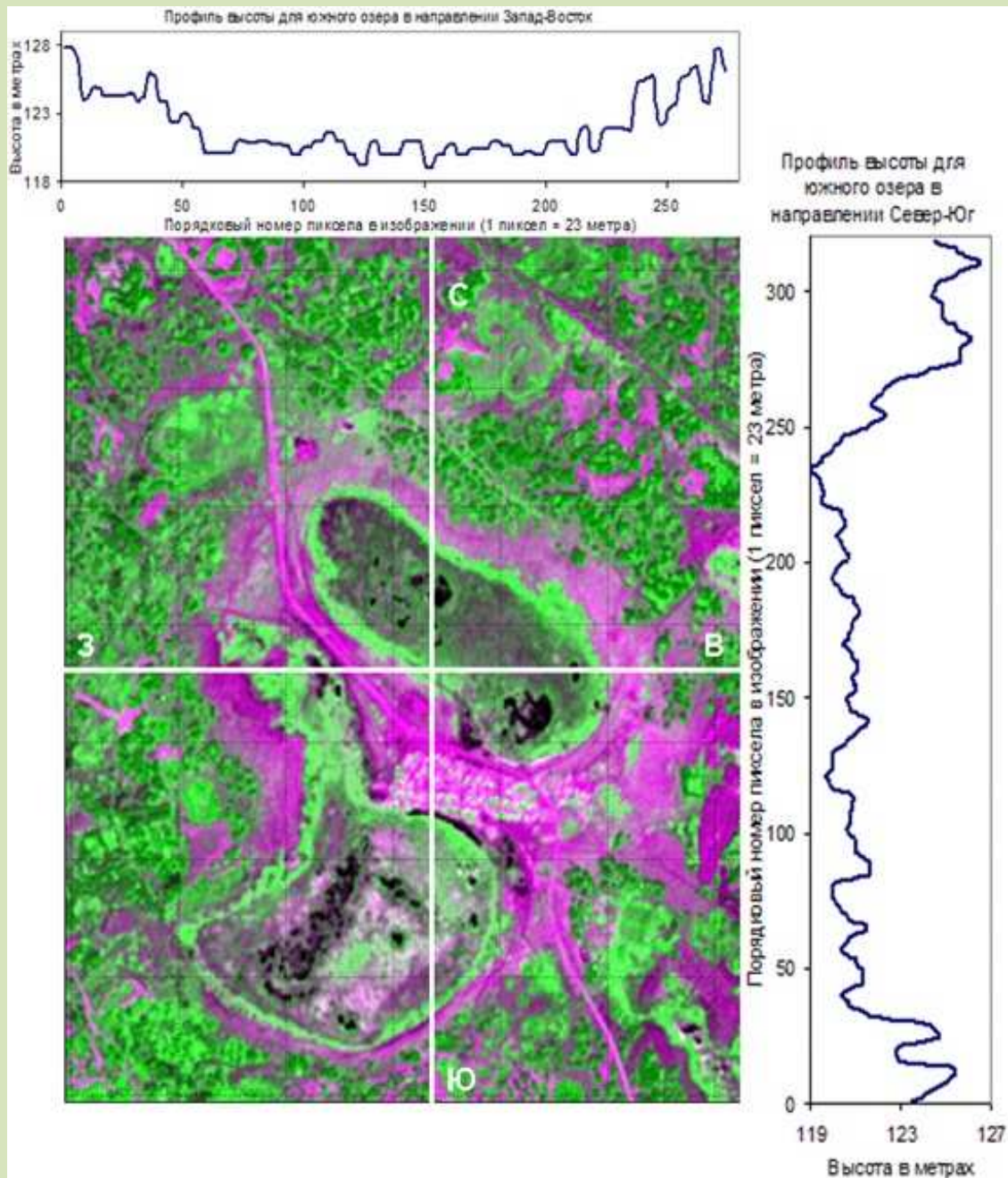


Рис.2. Исходное спутниковое изображение для модельного участка «южного» озера и прилегающих к нему участков водосборного бассейна. Фрагмент является цветосинтезированным RGB изображением, полученным с использованием 2х каналов радиометра LISS-3 в комбинации 1-2-1. Сетка из пунктирных линий проведена через 1000 м. Выше и сбоку показаны профили высот с учетом средней высоты растительного покрова, проведенные с запада на восток (вдоль линии 3-В) и с севера на юг (вдоль линии С-Ю).

Ценотический состав растительности изученных озер Называевского района Омской области



Для численной оценки площадей был разработан алгоритм автоматической классификации и разделения земных покрытий. За основу был взят метод обучаемой классификации с использованием критерия максимального правдоподобия.

По наземным геоботаническим исследованиям на исследуемой территории выделялось 7 типов покрытий (классов):

№ 1 – открытая водная поверхность в центре депрессий;

№ 2 – болотные (травяные и кустарниковые) формации – на низких уровнях поверхности (в сочетании с открытой водной поверхностью и водными осоковыми, рогозовыми, тростянковыми и тростниковыми формациями в депрессиях), или луга закустаренные разнотравно-злаковые и проценозы наземные травяные (залежи) – на высоких уровнях поверхности (в сочетании с луговыми и лесными формациями на водоразделах).

№ 3 – водные осоковые (осока береговая), рогозовые, тростянковые и тростниковые формации на обводненной периферии депрессий;

№ 4 – пашни без растительного покрова;

№ 5 – луговые (вейниковые, полынно-разнотравные, кострцовые, пырейные) формации;

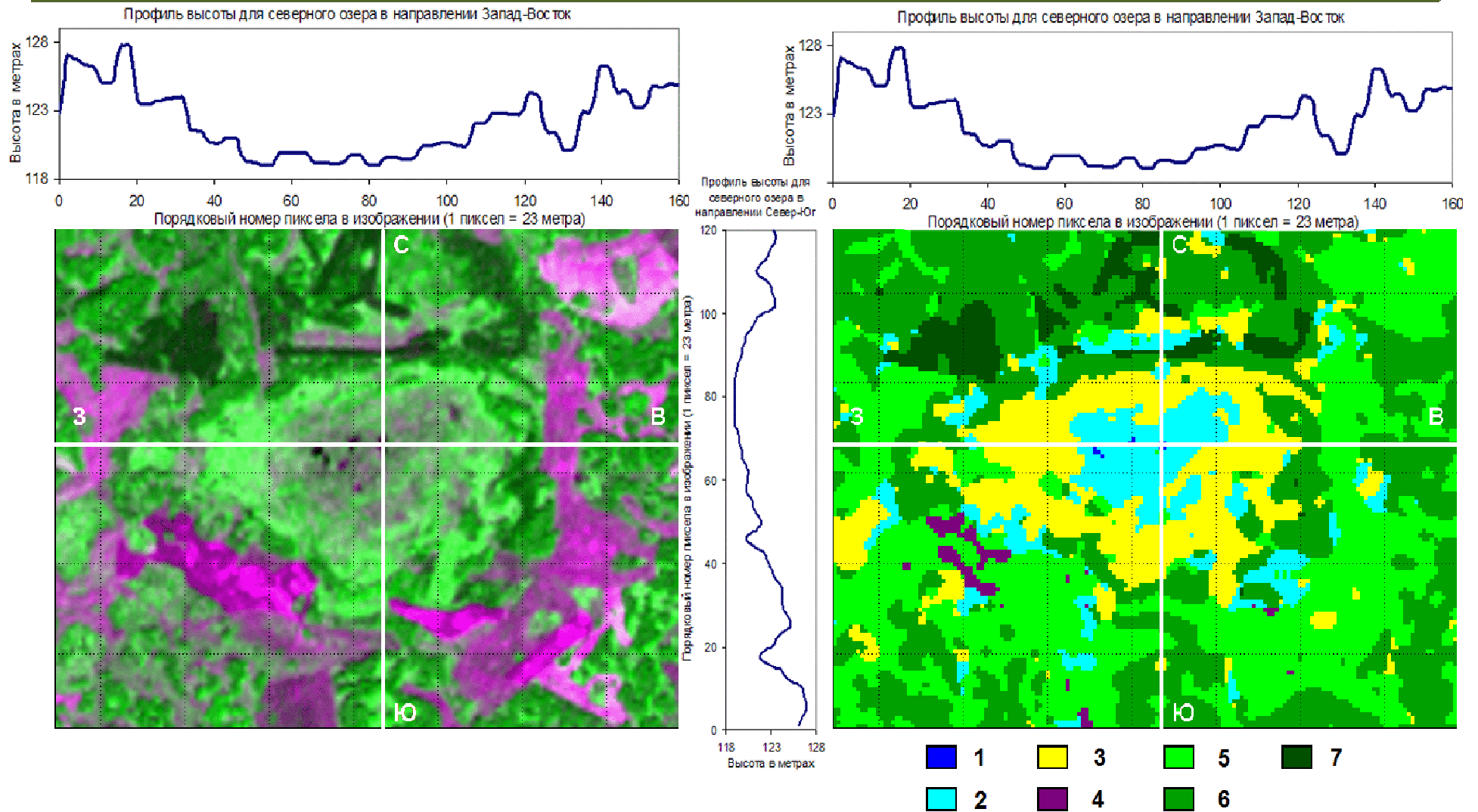
№ 6 – лесные (березовые, осиново-березовые) формации;

№ 7 – лесные сосновые искусствен-ные насаждения

По сколько разделяемые поверхности имеют близкие спектрально-яркостные характеристики, а количество используемых каналов всего 2, для более уверенной классификации были созданы еще 2 дополнительных слоя: слой цифровой модели рельефа (ЦМР) и слой NDVI. Слой ЦМР был построен по данным миссии SRTM, выполненной на корабле Space Shuttle.



Рис 3. Исходное спутниковое изображение (слева) и результаты «обучаемой» автоматической классификации (справа) для модельного участка «северного» озера и прилегающих к нему участков водосборного бассейна.



Относительная погрешность определения площади посредством автоматической классификации по типу № 3 для «северного» озера – 14,7%, для «южного» озера – 19,2%. Средняя величина относительной погрешности – 17%.

Таблица 1. Результаты определения площадей покрытий №2 и №3

№ типа покрытия	«Северное» озеро			«Южное» озеро		
	Количество пикселей	Площадь, км ²	3	Количество пикселей	Площадь, км ²	3
2	1713	0,91	100	4646	2,46	100
3	1398	0,74	81,6	2042	1,08	44,0
Всего	3111	1,65	181,6	6688	3,54	144,0

Для «северного» озера трансгрессия акватории – 81,6% (с учетом относительной погрешности классификации — от 69,6% до 93,6%, в абсолютных числах увеличение на $0,74 \pm 0,11$ км² к исходной акватории 0,91 км²). Для «южного» озера увеличение – 44% (с учетом относительной погрешности классификации — от 35,5% до 52,4%, в абсолютных числах увеличилась на $1,08 \pm 0,21$ км² к исходной площади 2,46 км²).

Применение классификационного алгоритма ко всему спутниковому изображению.

9 типов покрытий и 2 маски:

- № 1 – открытая водная поверхность в центре депрессий;
- № 2 – болотные (тростниковые и ивовые) формации;
- № 3 – водная тростниковая формация;
- № 4 – водные осоковые (осока береговая), рогозовые, тростянковые формации на обводненной периферии депрессий;
- № 5 – луговые (вейниковые, полынно-разнотравные, кострцовые, пырейные) формации;
- № 6 – молодые, восстанавливающиеся после рубки, лесные (березовые, осиново-березовые) формации;
- № 7 – зрелые лесные (березовые, осиново-березовые) формации;
- № 8 – лесные сосновые искусственные насаждения;
- № 9 – пашни без растительного покрова.

маска №1 включающая только котловины озер

маска №2 содержащая только суходолы.

На основе этих масок проводится классификация природных поверхностей.

Рис.4. Распределение количества пикселей от значения NDVI для типов покрытий №№ 2 - 4. По оси абсцисс отложены значения NDVI, по оси ординат – относительная частота встречаемости пикселей, соответствующих данному значению NDVI.

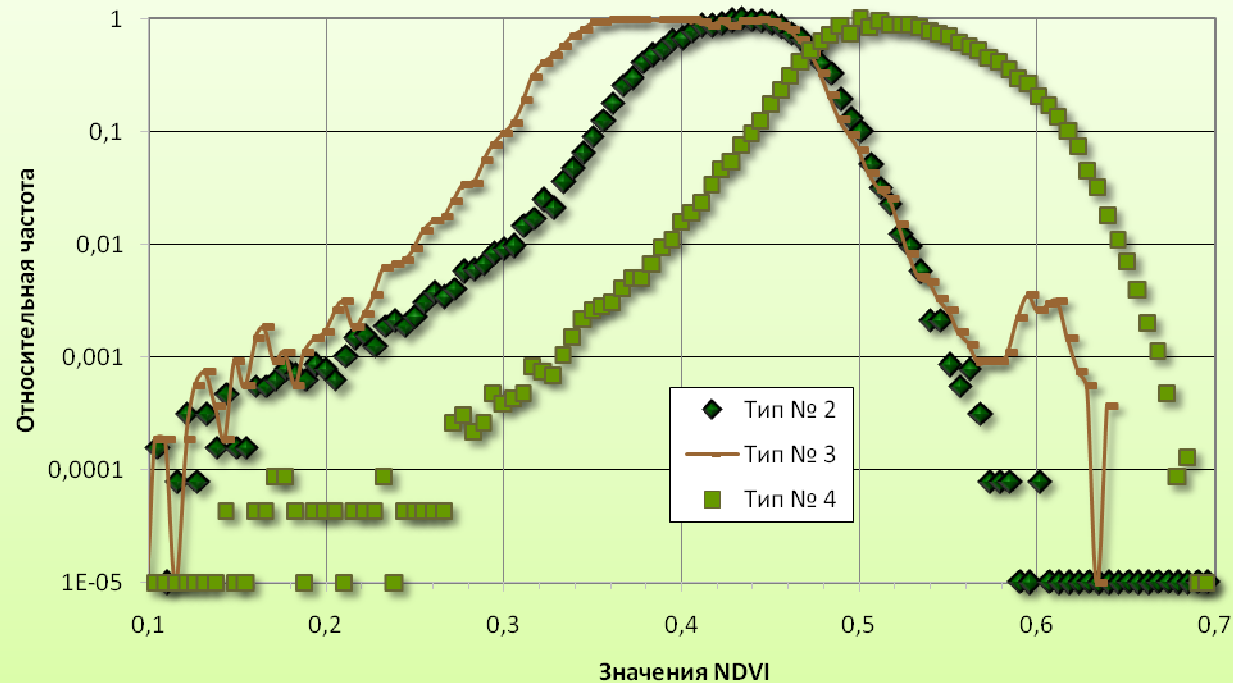
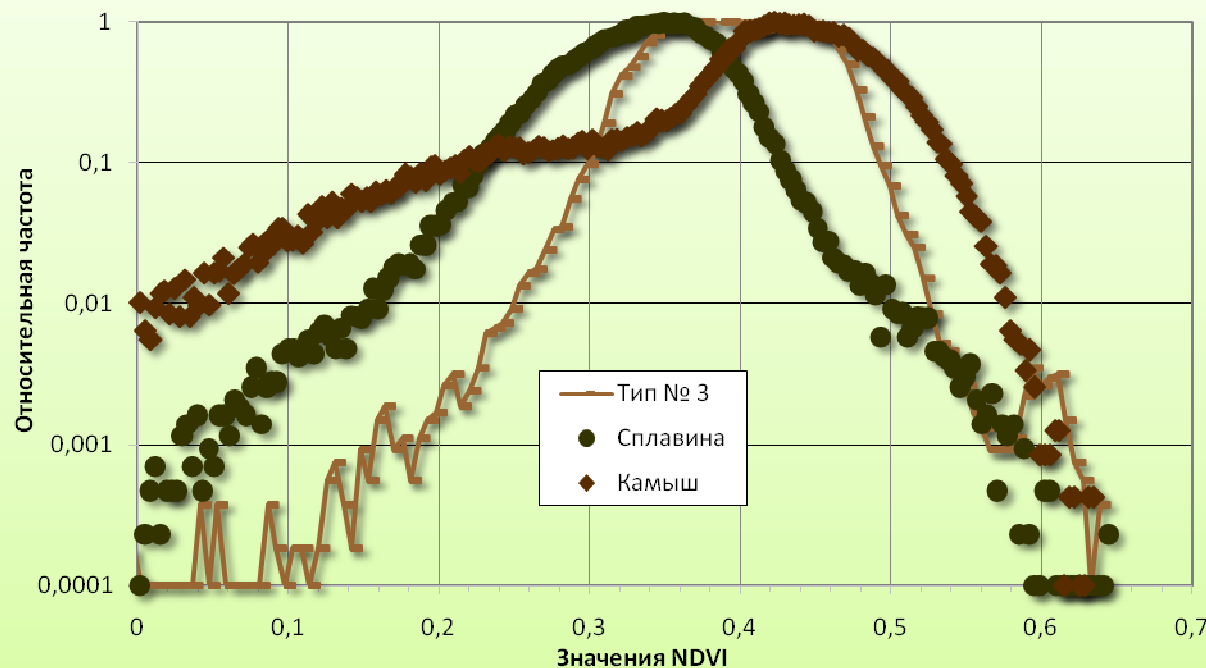


Рис.5. Распределение количества пикселей от значения NDVI для типов покрытий № 3 данной работы, а также «сплавина» и «камыш». По оси абсцисс – значения NDVI, по оси ординат – относительная частота встречаемости пикселей, соответствующих данному значению NDVI.



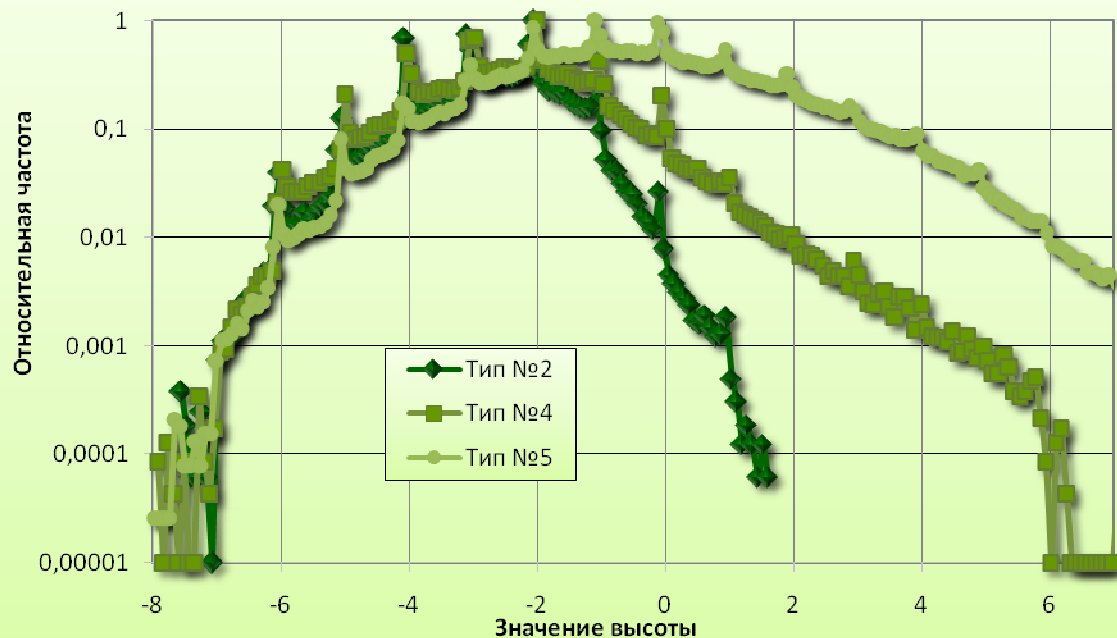


Рис.6. Распределение количества пикселей от высоты поверхности для типов покрытий №№ 2, 4 и 5. По оси абсцисс – значения высоты, полученные по сглаженному слою ЦМР, по оси ординат – относительная частота встречаемости пикселей, соответствующих данному значению высоты.

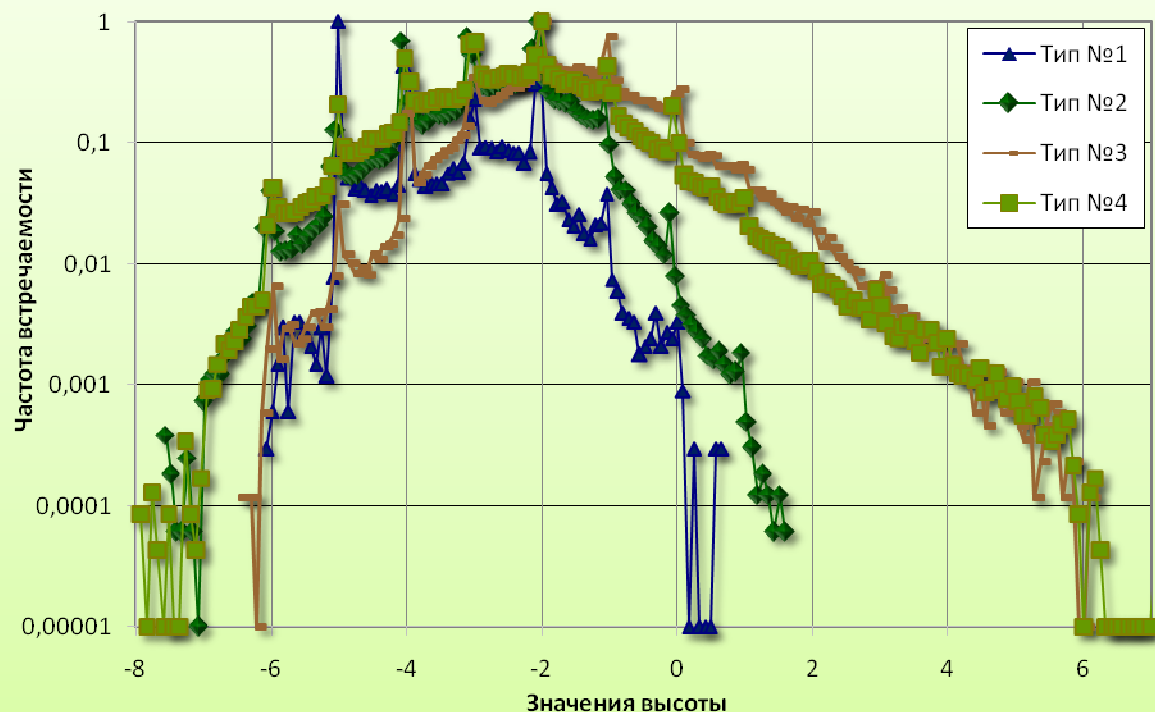
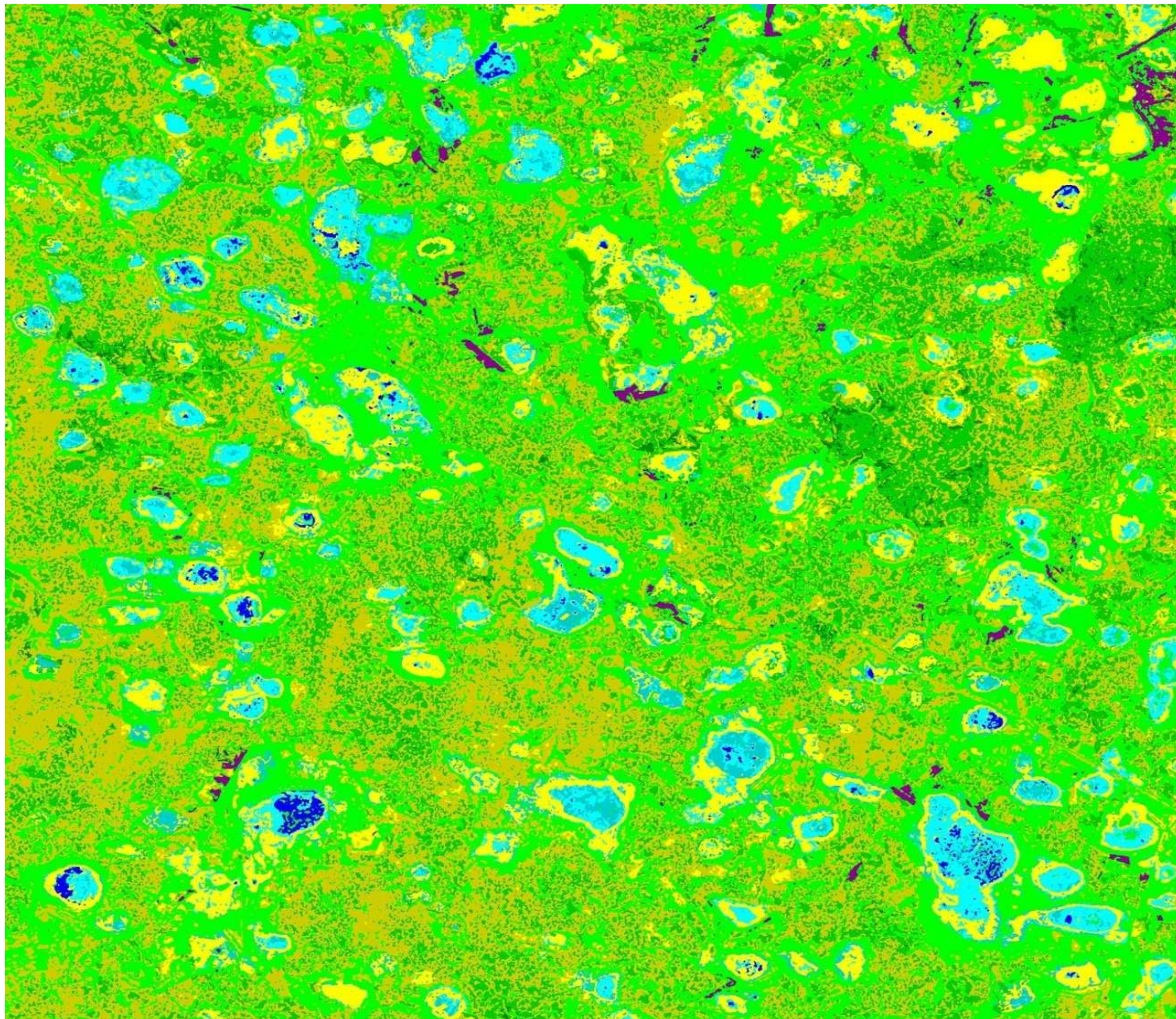


Рис.7. Распределение количества пикселей от высоты поверхности для типов покрытий №№ 1 – 4. По оси абсцисс – значения высоты, полученные по сглаженному слою ЦМР, по оси ординат – относительная частота встречаемости пикселей, соответствующих данному значению высоты.



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

Рис.8. Полное классификационное изображение для всего кадра.

Результаты сравнения показывают, что относительная погрешность определения площади посредством автоматической классификации по классу 4 составила для «северного» озера – 1,33%, а для «южного» озера – 1,04%. Средняя величина относительной погрешности – 1,185%. Таким образом, второй вариант классификации оказывается более точным по сравнению с первым

ВЫВОДЫ

1. В начале трансгрессивной фазы увлажненности территории в периферических частях заболоченных озер формируются проценозы гелофитов, которые за 1-2 вегетационных сезона достигают высокой сомкнутости. Они хорошо выявляются на спутниковых снимках и могут служить качественными и количественными индикаторами границ и величины трансгрессии водоемов.
2. Среднее значение относительной погрешности определения площади трансгрессии методом спутниковой фитоиндикации по типу покрытия №4 (маркерные гелофитные растительные сообщества) составляет 1,185%.
3. Увеличение акватории изученных озер Называевского р-на достигало в 2006 г. 44 - 81,6 % от исходной поверхности озер и 14,6 - 15,6 % от полной площади поверхности модельных участков.
4. Оценки увеличения площади обводненных территорий, отнесенных к полной площади модельных участков Называевского р-на, совпадают в пределах погрешности. Это позволяет говорить о надежности произведенных численных оценок.

Спасибо за внимание!

*Омский государственный педагогический университет
644099, Омск, Тухачевского 14, E-mail: efinchenko@mail.ru,
тел.: 8-3812-235138, 8-913-9710800*