

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ
ПОБЕРЕЖЬЯ ОЗ. БОЛ. ТОПОЛЬНОЕ (АЛТАЙСКИЙ КРАЙ) С ПОМОЩЬЮ
ВРЕМЕННОГО РЯДА МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫХ ДАННЫХ РАЗЛИЧНОГО
РАЗРЕШЕНИЯ

Институт водных и экологических проблем СО РАН

м.н.с. Головин А.В.

к.г.н., с.н.с. Стоящева Н.В.

к.т.н., с.н.с. Ковалевская Н.М.

АКТУАЛЬНОСТЬ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Озера степной части Алтайского края подвержены зарастанию околоводной и кустарниковой растительностью. Особенно это заметно на озерах Бурлинской системы, которые несколько десятилетий назад обладали песчаными пляжами, красивыми пейзажами. Некогда популярные озера стали непригодными для пляжно-купального отдыха. В будущем возникает риск исчезновения оставшихся благоприятных для развития туристической отрасли озер.

Для оценки динамики зарастания озер было выбрано оз. Большое Топольное, для которого характерен бордюрный тип зарастания (вдоль береговой полосы формируется пояс тростника с рогозом узколистым, камышом, рдестами) (Зарубина Е. Ю., Соколова, 2017), а также зарастание побережья шириной до 100 м. лохом узколистым.

Цель исследования: Оценить состояние побережья природных комплексов оз. Бол. Топольное с помощью временного ряда многоспектральных данных различного разрешения.

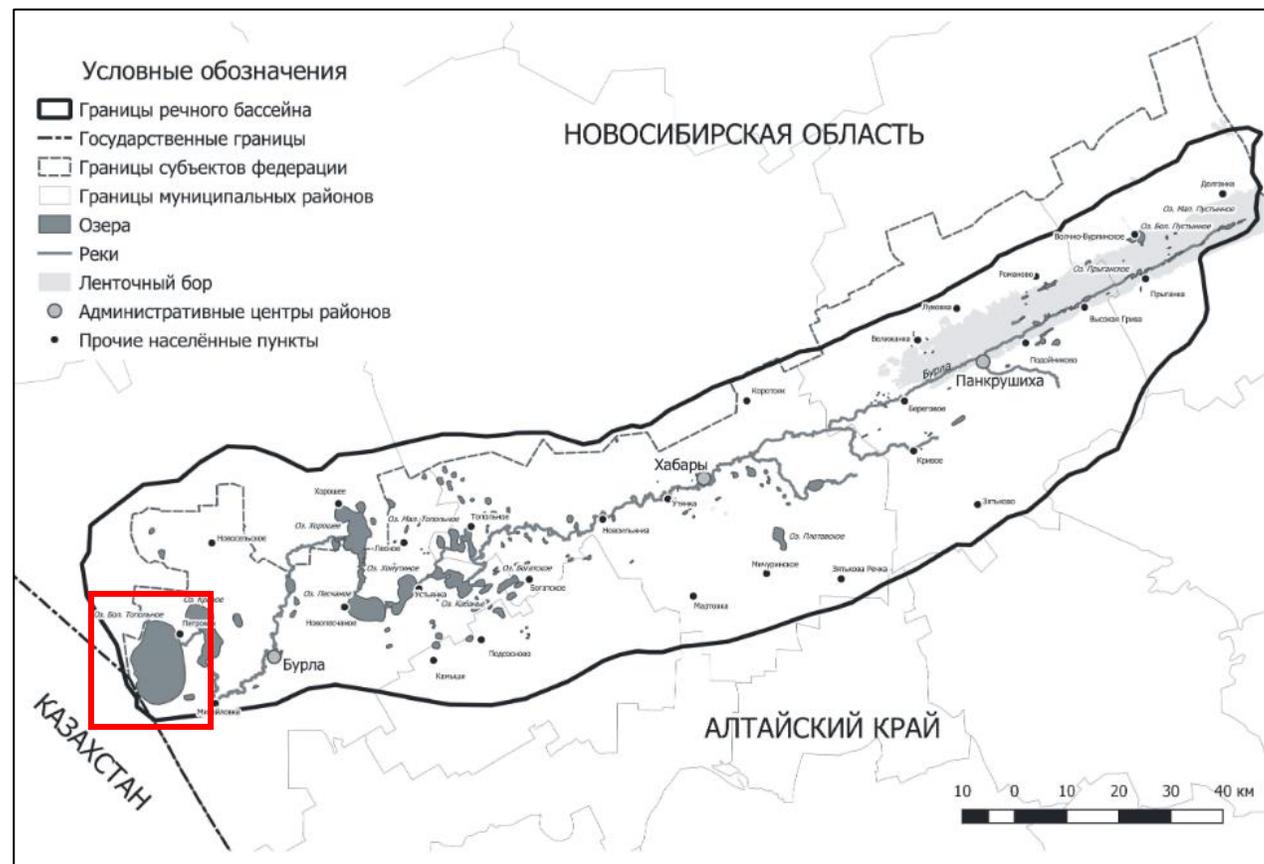
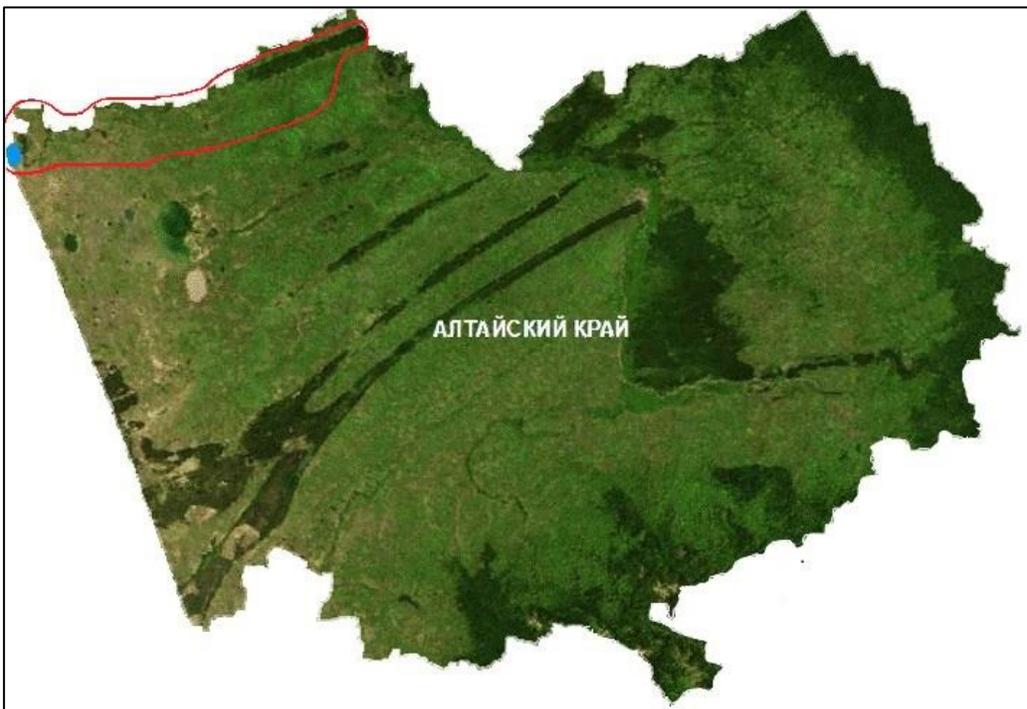
- Отработать методику определения надводной растительности с помощью использования вегетационных индексов,
- Оценить зарастание акватории озера околоводной растительностью,
- Оценить зарастание побережья озера кустарниковой растительностью (лохом узколистым).

Оз. Бол. Топольное



ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Озеро Бол. Топольное расположено на крайнем северо-западе Алтайского края на территории Бурлинского района, недалеко от границы с Казахстаном. Входит в группу проточных озер нижнего течения р. Бурла (Бурлинская система озер).



Расположение Оз. Бол. Топольное в бассейне р. Бурла

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Используемые многоспектральные данные

| Спутник | Sentinel-2 | Landsat-5 | | Landsat 7 |
|---|-----------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Сканер | MSI | MSS | TM | ETM+ |
| Пространственное разрешение (каналы) | 10 м. (2,3,4,8) | 30 м. (3,4) | 30 м. (1,2,3,4) | 30 м. (1,2,3,4) |
| Дата съемки | 12.08.2019 | 18.06.1990 | 28.08.2010 | 21.06.2000 |
| Используемые каналы (индекс растительности) | 2,4,8 | 3,4 | 1,3,4 | 1,3,4 |
| Используемые каналы (классификация) | 8,4,3 | 3,2,1 | 3,2,1 | 4,3,2 |

Оценка динамики состояния побережья базировалась на применении разновременных космических снимков, полученных многозональными сканирующими системами высокого и среднего разрешения с 1990 до 2019 года.

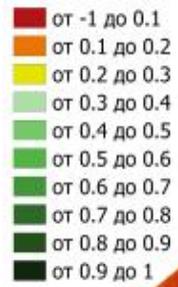
Для оценки были использованы:

- ✓ NDVI,
- ✓ MSAVI2,
- ✓ WAVI;
- ✓ методы параметрической и непараметрической классификации изображений.

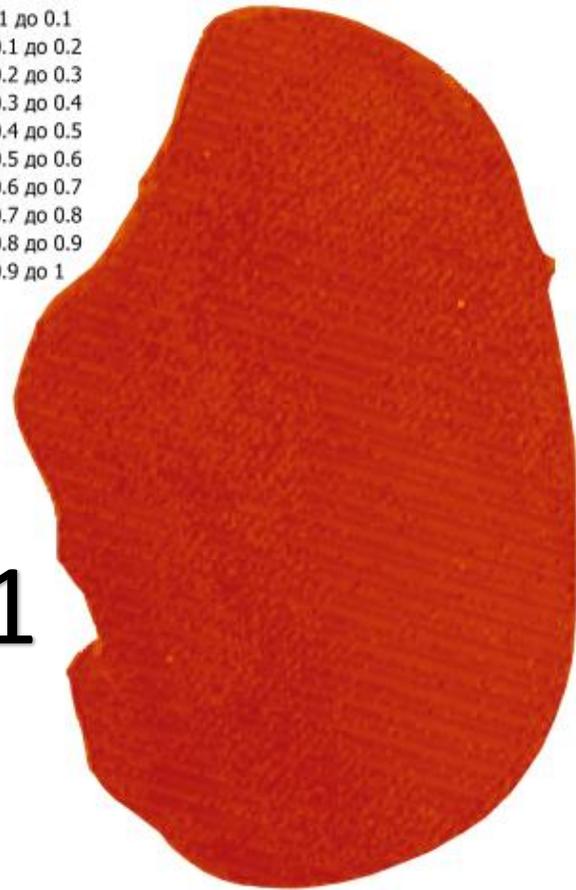
Обработка снимков проводилась в программах Erdas Imagine, Qgis, интернет-сервисе LandViewer.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

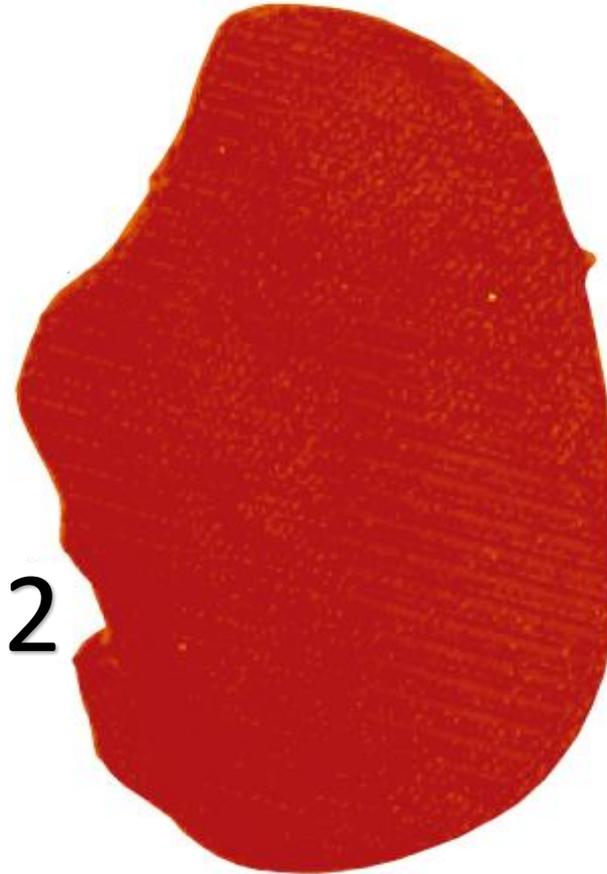
В 1990 г. значения индексов 0 и ниже



1

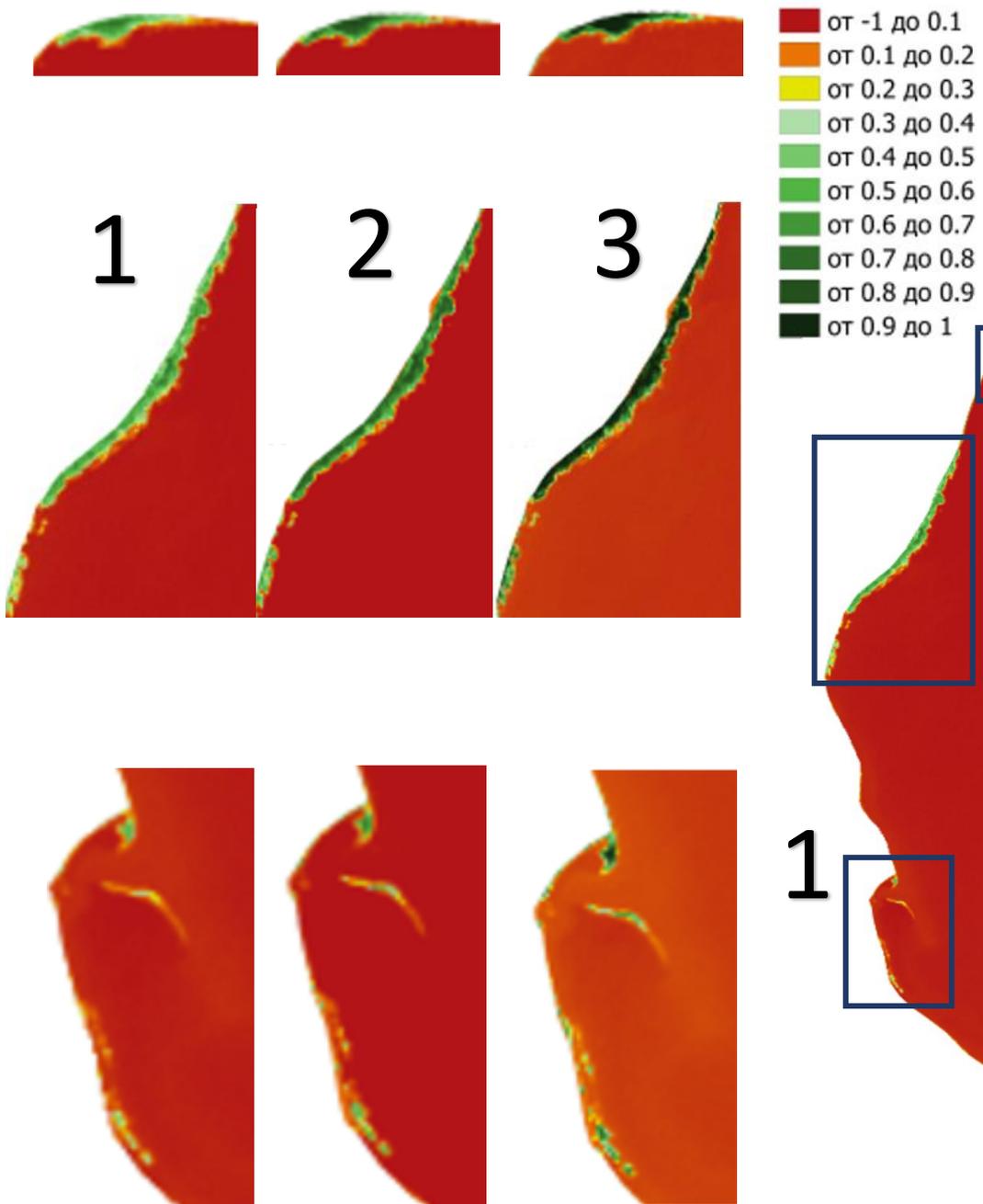


2



Спутник Landsat-5, дата съемки 18 июня 1990

- 1) Результаты расчета NDVI,
- 2) Результаты расчета MSAVI2,



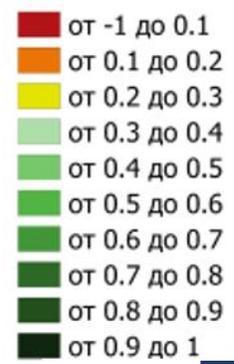
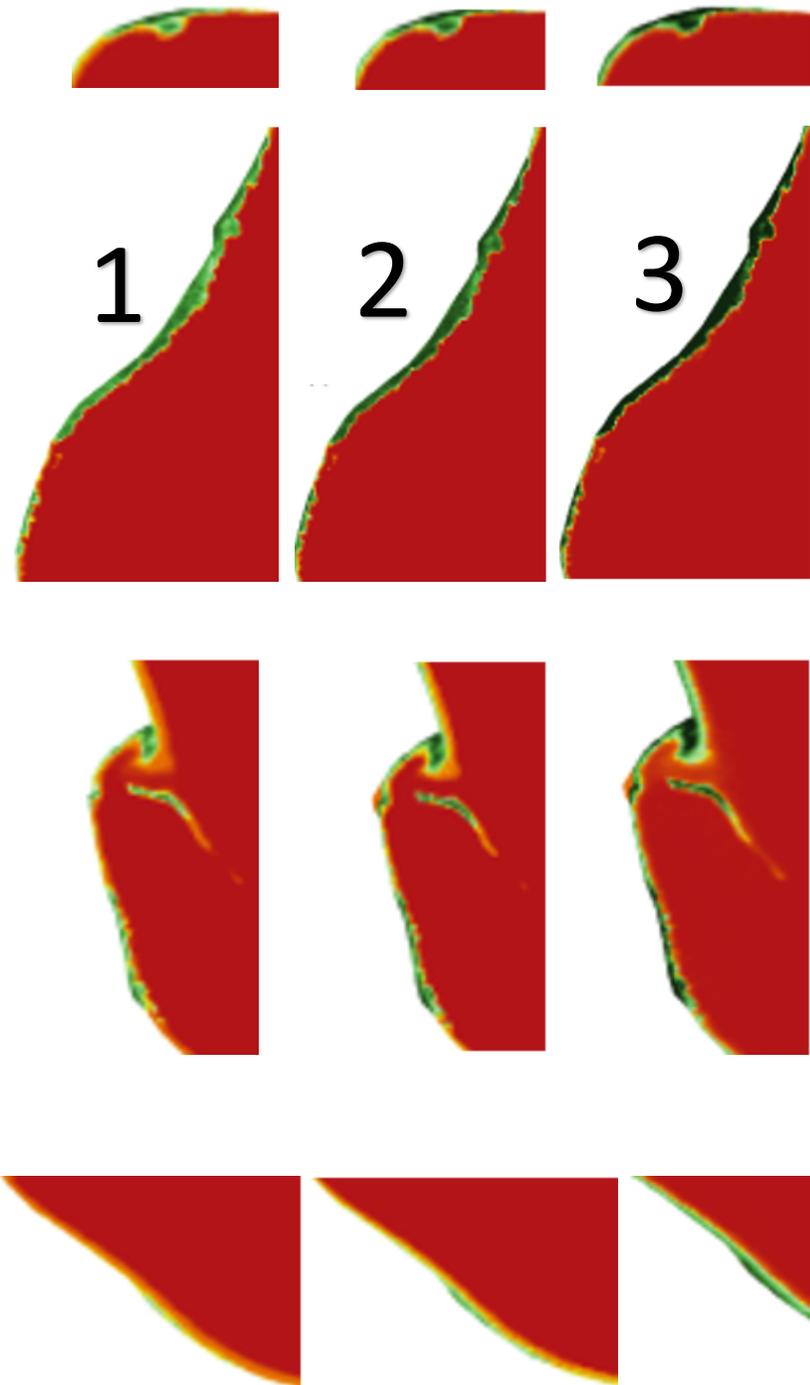
В 2000 г. увеличивается значения индексов на северном и северо-западном участках до 0,5-0,8 и появляются небольшие участки со значениями до 0,4-0,6 в юго-западной части озера.



Спутник Landsat-7, дата съемки 21 июня 2000

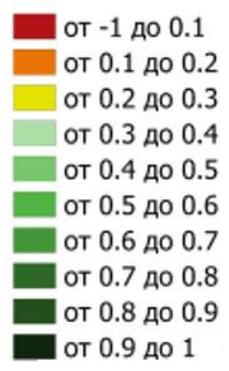
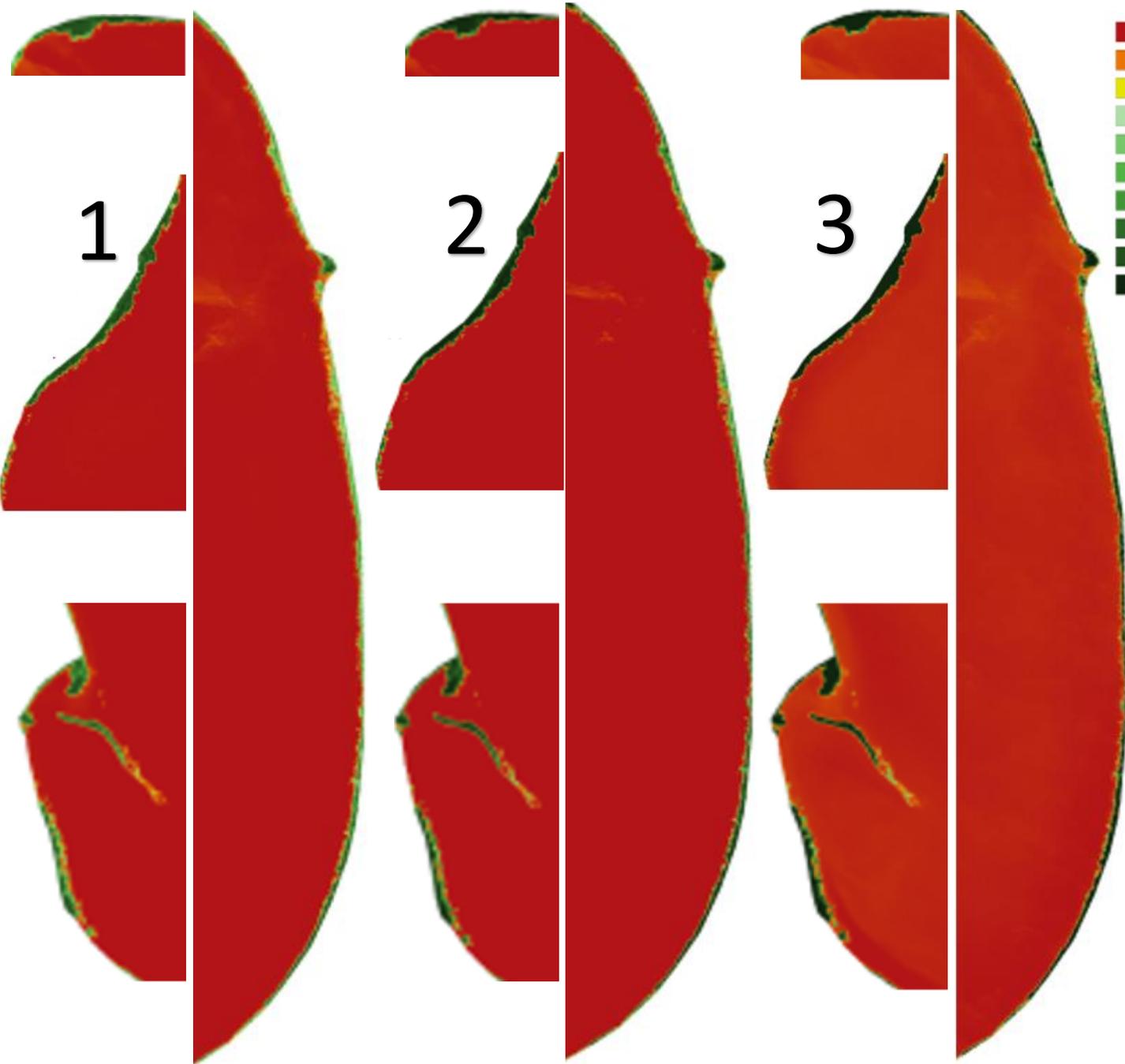
- 1) Результаты расчета NDVI,
- 2) Результаты расчета MSAVI2,
- 3) Результаты расчета WAVI.

С 2007 по 2015 гг. площадь водного зеркала озера уменьшалась. На восточном побережье образовалась широкая полоса пляжа. С 2015 по 2019 гг. озеро заполнялось. В 2010 г. увеличивается значение индексов на северном, северо-западном до 0,7-1,0, юго-западном до 0,7-0,8 участках.

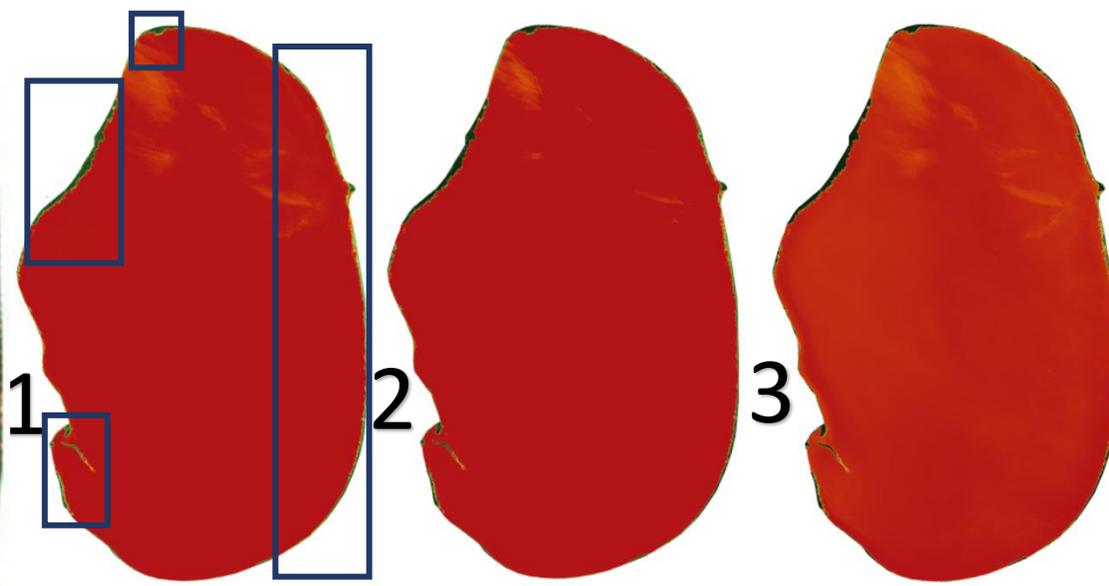


Спутник Landsat-5, дата съемки 28 августа 2010

- 1) Результаты расчета NDVI,
- 2) Результаты расчета MSAVI2,
- 3) Результаты расчета WAVI;



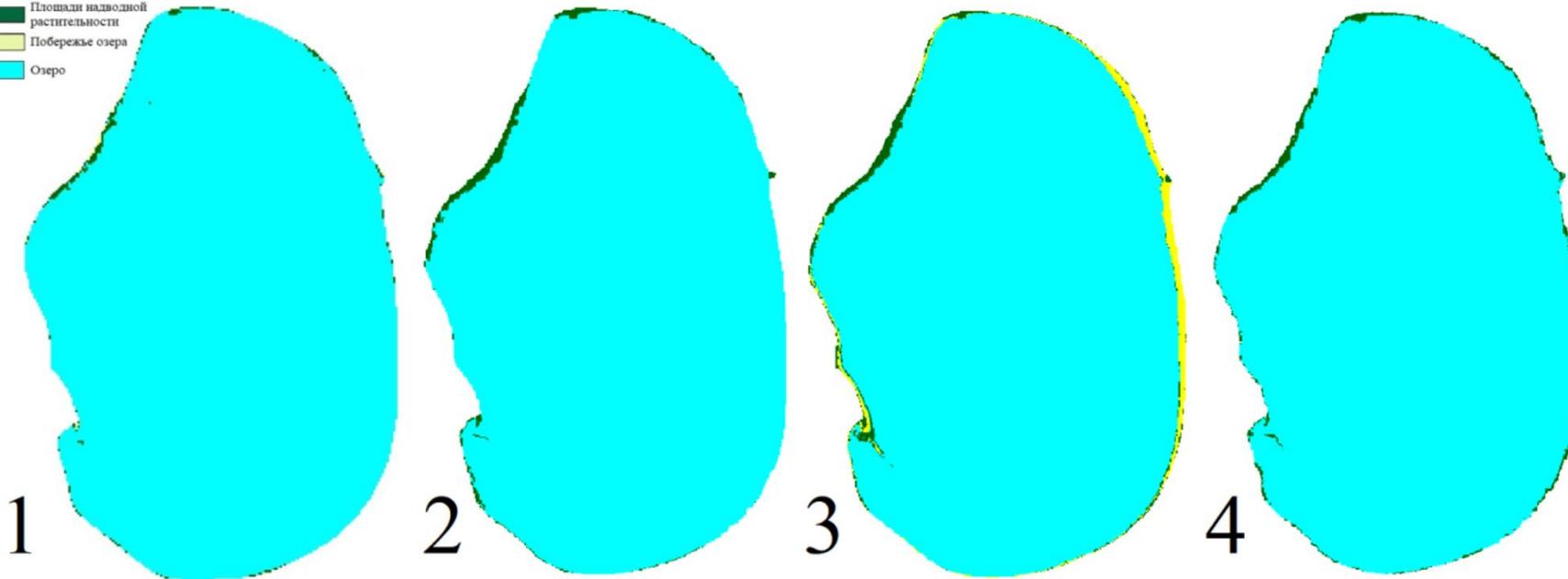
В 2019 г. увеличивается значение индексов на северном, северо-западном, юго-западном участках до 0,8-1,0. На всем западном побережье до 0,7-0,8.



Спутник Sentinel-2, дата съемки 12 августа 2019

- 1) Результаты расчета NDVI,
- 2) Результаты расчета MSAVI2,
- 3) Результаты расчета WAVI;

■ Площади надводной растительности
■ Побережье озера
■ Озеро



За 30-летний период произошло увеличение значений индексов с 0 до 0,7-1,0.

Площади зарастания акватории озера околководной растительностью увеличилась с 1 км² до 2,3 км² (с 1,3% до 3,0% площади озера).

При данной тенденции к 2050 году, озеро будет иметь пояс из околководной растительности шириной около 100 метров

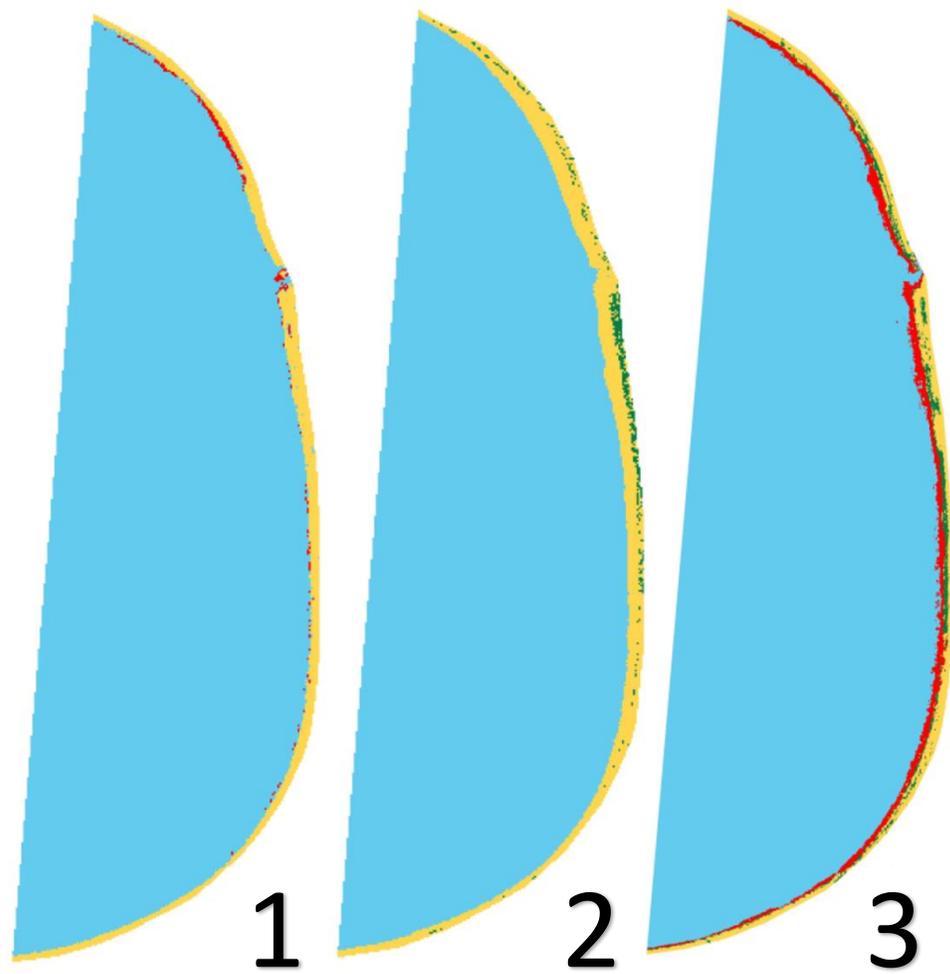
Карта-схемы зарастания, полученные в результате непараметрической классификации на 20 классов:

- 1) Landsat-5, 18 июня 1990
- 2) Landsat-7, 21 июня 2000
- 3) Landsat-5, 28 августа 2010
- 4) Sentinel-2, 12 августа 2019

| Дата | 18.06.1990 | 21.06.2000 | 28.08.2010 | 12.08.2019 |
|--|------------|------------|------------|------------|
| Значения NDVI | 0 | 0,4-0,6 | 0,7-0,8 | 0,8-1,0 |
| Значения MSAVI2 | 0 | 0,7-0,8 | 0,7-1,0 | 0,7-1,0 |
| Значения WAVI | 0 | 0,7-0,8 | 0,8-1,0 | 0,9-1,0 |
| Площадь распространения околководной растительности, км ² | 1,0 | 1,8 | 2,0 | 2,3 |

Изменение площади зарастания побережья оз. Бол. Топольное околководной растительностью (0 – значения вегетационных индексов 0 и ниже)

Изменение площади зарастания побережья оз. Бол. Топольное
лохом узколистным (0 – площади лоха узколистного незначительны или отсутствуют)



Условные обозначения

- Водная поверхность озера
- Зарастание макрофитами
- Зарастание лохом узколистным
- Берег озера

Карта-схемы зарастания,
полученные в
результате параметрической
классификации

- 1) Landsat-7, 21 июня 2000
- 2) Landsat-5, 28 августа 2010
- 3) Sentinel-2, 12 августа 2019

| Дата | 21.06.2000 | 28.08.2010 | 12.08.2019 |
|---|------------|------------|------------|
| Значения NDVI | 0,4-0,5 | 0,4-0,6 | 0,5-0,7 |
| Значения MSAVI2 | 0,5-0,7 | 0,5-0,8 | 0,6-0,8 |
| Площадь распространения лоха узколистного, км ² | 0 | 0,4 | 0,6 |

Лох узколистный растет в виде кустарника или небольшого дерева. Вырастает в высоту до 10 метров и живет до 60 лет. Лох активно внедряется в естественные и полустественные сообщества, изменяют облик экосистем, нарушают сукцессионные связи, выступает в качестве эдификаторов и доминантов, образуя значительные по площади одновидовые заросли, вытесняют и (или) препятствуют возобновлению видов природной флоры (Черная книга флоры Сибири, 2016)



Зарастание озера околководной растительностью и лохом узколистным

Интенсивное зарастание акватории оз. Бол. Топольное околководной растительностью связано с таким природным фактором как изменение уровня режима озера.

✓ В период обмеления с 2007 по 2015 гг. околководная растительность в западной части озера начала активно распространяться вглубь озерной котловины.

Зарастание побережья лохом узколиственным, связано с антропогенными факторами:

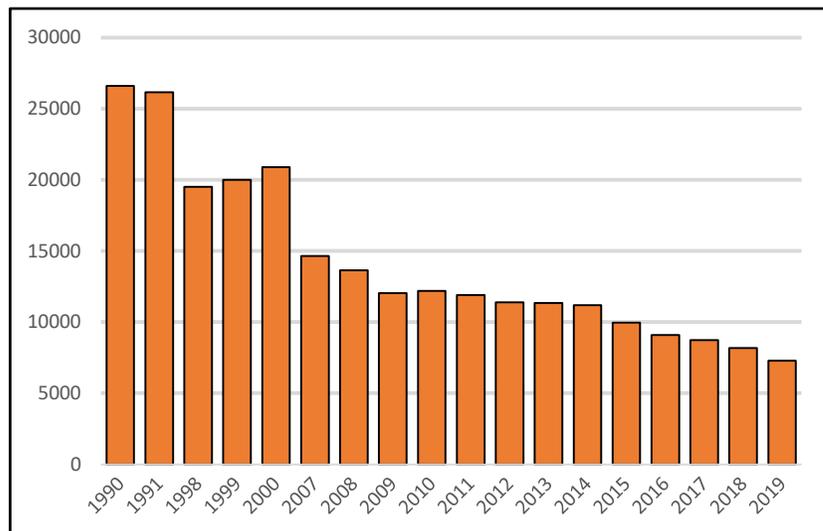
✓ Использование лоха в защитных лесонасаждениях в степной части Алтайского края в начале прошлого века, привело к его массовому расселению по побережьям озер,

✓ Сокращение поголовья крупного рогатого скота более чем в 2 раза в Бурлинском районе, уровня эксплуатации озера в туристических и рыболовных целях создает благоприятные условия для произрастания молодых ростков.

Изменение климата (по данным метеостанции М-II Славгород, происходит увеличение температуры воздуха (+0,9/30 лет) и увеличение осадков (+3,2/30 лет)) также может влиять на распространение зарастания акватории и побережья озера растительностью.



Зона распространения лоха узколистного в Алтайском крае (Черная книга флоры Сибири, 2016)



Динамика поголовья КРС в Бурлинском районе Алтайского края

| Метеостанция | Наблюдаемые изменения Т _{возд} и годового кол-ва осадков | | Характеристика тенденции климатических изменений на 2021-2050 гг. |
|---|--|---|---|
| | Градиент Т _{год} /1961-2020 гг. Δt°C/30 лет | Градиент годового количества осадков ΔQмм/30 лет | |
| Славгород (расположена в 50 км от озера) | +0,9°C/30 лет | +3,2/30 лет | Потепление при незначительном увеличении увлажнения |

Динамика изменения температуры и осадков (Харламова Н.Ф., 2022)



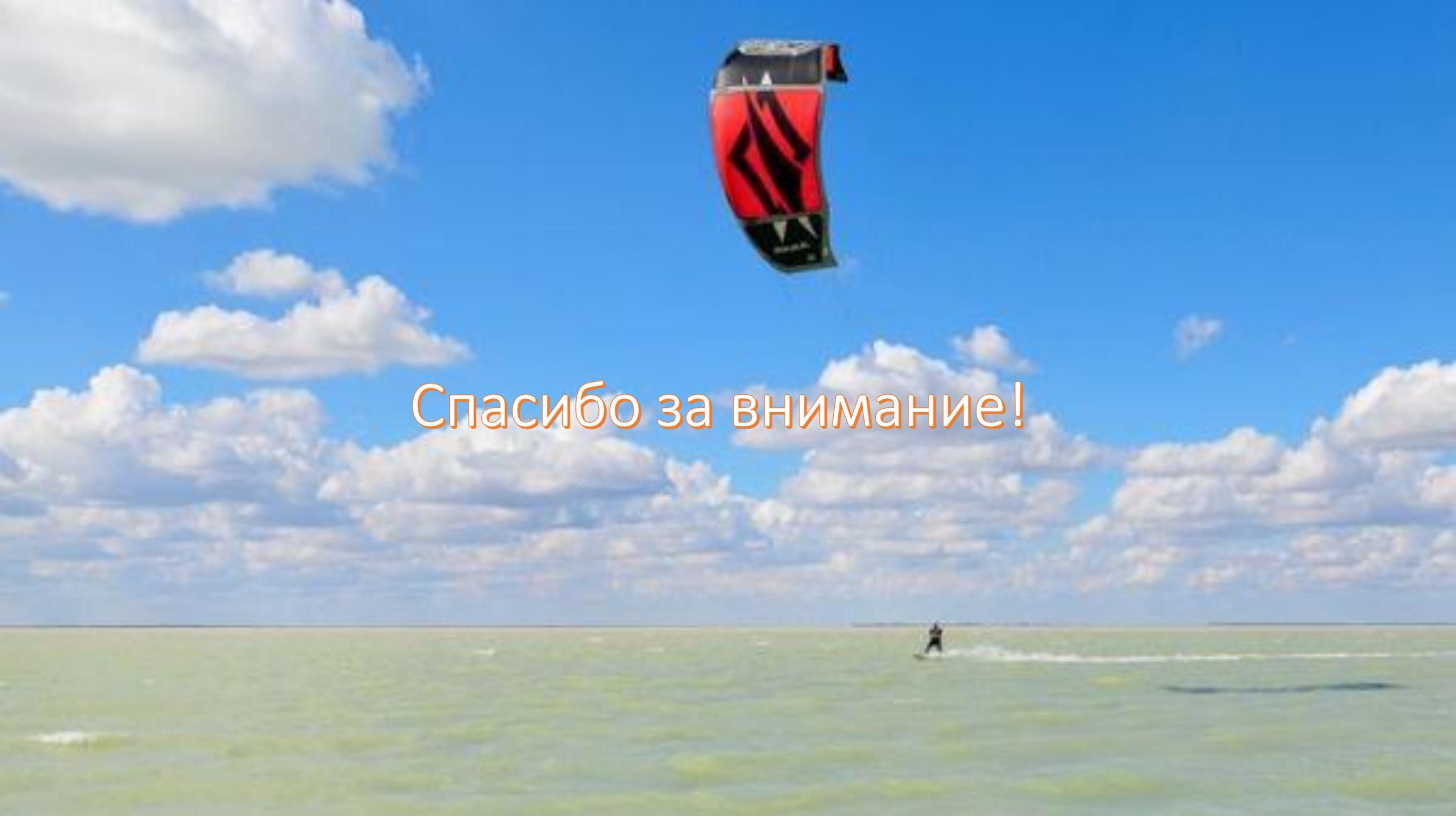
Оз. Бол. Топольное в 2015 году

Выводы

1) Для акватории оз. Бол. Топольное отмечается увеличение значений применимых вегетационных индексов по всему периметру озера с 0 до 0,7-1,0. Участки с наибольшими значениями располагаются в северной и северо-западной части озера. За 30-летний период (1990-2019 гг.) площадь зарастания акватории околководной растительностью увеличилась с 1 км² до 2,3 км². Основной природной причиной зарастания является распространение растительности вглубь озерной котловины в результате изменения уровня воды в озере. При дальнейшей тенденции зарастания к 2050 г. озеро будет иметь пояс из околководной растительности шириной в среднем около 100 метров.

2) Для восточного побережья оз. Бол. Топольное отмечается увеличение значений применимых вегетационных индексов с 0,4-0,7 до 0,6-0,8. За 20-летний период (2000 по 2019 гг.) площадь зарастания лохом узколиственным увеличилась с 0 км² до 0,6 км². Основной антропогенной причиной зарастания является использование лоха узколистного в защитных лесонасаждениях, что в дальнейшем, в совокупности с благоприятными для него климатическими условиями, привело к его распространению по степной части края. При дальнейшей тенденции зарастания к 2050 г. на побережье озера будет располагаться пояс из лоха узколистного шириной в среднем около 30-40 метров.

3) Проведенные, на примере оз. Бол. Топольное, исследования подтвердили эффективность использования вегетационных индексов NDVI, MSAVI, WAVI для определения участков зарастания водоемов околководной растительностью на участках (с площадью до 100-900 м²), которые распознаются с помощью использованных космических снимков с соответствующим спектральным и пространственным разрешением. Для выделения участков меньших размеров необходимо использовать спектральные космические данные сверхвысокого разрешения.



Спасибо за внимание!