**Исследования Земли из космоса: применение индексов MNDWI и NDVI для для исследования водных объектов, на примере Зейского водохранилища Амурской области**

**Н.М. Легачева, А.А. Шехирев**

Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия

E-mail: [legacheva2015@mail.ru](mailto:legacheva2015@mail.ru)

Проведен геоинформационный анализ изменения береговой линии и площади субаквальных ландшафтов Зейского водохранилища с 1999 по 2016 гг. Проанализирована динамика зарастания субаквальных ландшафтов участков впадения в водохранилище рек бассейна Зеи. Использованы методы дистанционного зондирования Земли, применена обработка космических снимков с использование индексов MNDWI и NDVI, составлен комплекс карт территории в программе ArcGIS. Описано рациональное использование субаквальных ландшафтов Зейского водохранилища. При анализе составленных карт на выбранных участках выявлено, что на периодически затопляемой территории зафиксирована разреженная растительность и низкая продуктивность фотосинтетически активной биомассы на пойменных почвах вследствие отложения осадков после катастрофического наводнения 2013 года.

В настоящее время большое распространение для исследования зон прибрежных (субаквальных) территорий получил спутниковый мониторинг [6]. [Субаквальный ландшафт](https://ecolog.academic.ru/7047/%D0%A1%D0%A3%D0%91%D0%90%D0%9A%D0%92%D0%90%D0%9B%D0%AC%D0%9D%D0%AB%D0%99_%D0%9B%D0%90%D0%9D%D0%94%D0%A8%D0%90%D0%A4%D0%A2) представляют собой прибрежную территорию вдоль береговой линии в пойме реки, озера или водохранилища, развивающуюся в условиях периодического затопления пресными водами. Спутниковый мониторинг широко используется для изучения гидрологических объектов и наводнений с ними связанных. Одним из основных инструментов дистанционного зондирования Земли в определении последствий наводнений является расчет водного и вегетационного индекса [7].

Зейское водохранилище – крупнейший искусственный водоем Амурской области на Дальнем Востоке России – расположено в верхнем течении р. Зеи. Водохранилище имеет комплексное значение. В начале XXI века катастрофические наводнения в Амурской области зафиксированы в 2007 и 2013 гг. Тогда было затоплено более 100 населенных пунктов, дороги, линии связи, сельскохозяйственные угодья, при повышении уровня воды до отметок средней поймы затапливалось около 70–80% лугов и пастбищ [9].

Для максимально эффективного использования в разных отраслях сельского хозяйства Амурской области затопляемых субаквальных ландшафтов Зейского водохранилища необходимо проанализировать динамику распространения растительной продуктивности участков и изменение площади посредством спутникового мониторинга. Отметим, что при данном мониторинге затопляемых территорий водохранилища, находящегося в муссоном климате важно использовать качественные космические снимки и определенного времени года.

Цель настоящей работы – определение динамики площади затопления Зейского водохранилища по данным спутникового мониторинга до и после катастрофического наводнения 2013 года, а также интенсивность зарастания прибрежных субаквальных ландшафтов. В задачи исследования входили обработка спутниковых снимков территории, расчет водного индекса, анализ многолетних изменений площади водохранилища, динамики зарастания и заиления субаквальных ландшафтов по данным вегетационного индекса.

В исследовании рассмотрены затопляемые субаквальные ландшафты водохранилища и рек плесов рек Зеи и Уркана. Реки, впадающие в водохранилище, отличаются наличием постоянного стока, высокими скоростями течения, тесной связью с наземными экосистемами и исключительным разнообразием биотопов на сравнительно небольшом пространстве. В связи с широким распространением многолетней мерзлоты для всей территории исследования характерно значительное распространение поверхностной заболоченности [5]. Основную опасность для региона представляют наводнения, увеличивающие площади субаквальных ландшафтов в регионе.

Изучение динамики затопления прибрежных субаквальных ландшафтов Зейского водохранилища по данным дистанционного зондирования проводилось с использованием разновременных многоспектральных спутниковых снимков Landsat за 1999 – 2016 гг. Сведения о использованных снимках Landsat приведены в таблице 1.В исследовании использованы космические снимки с облачность не более 30% . Создание картографического материала и его анализ проводилось с помощью программного комплекса ArcGIS. Обработка снимков выполнена в программе ArcMap.

Анализируя полученные данные по динамике площади затопления субаквальных ландшафтов Зейского водохранилища за 1999, 2013, 2016 года, видно, что минимальная площадь затопления, и следовательно, максимальная площадь субаквальных ландшафтов наблюдалась в 1999 году (2110 км2), в августе 2013 года во время катастрофического наводнения площадь затопления была максимальна (2506,3 км2). После 2013 года наблюдается снижение уровня водной поверхности, обнажение субаквальных ландшафтов на 33 км2 и повышение уровня продуктивности биомассы на исследуемой территории. Максимальную площадь прибрежные субаквальные ландшафты в 2016 году по сравнению к 2013 достигли на востоке водохранилища на участках плесов р. Зеи и р. Уркан.

**Литература**

1. *Ichii K., Kawabata A., Yamaguchi Y.* Global correlation analysis for NDVI and climatic variables and NDVI trends: 1982-1990 // INTERNATIONAL JOURNAL OF REMOTE SENSING. Т. 23. V. 18. P. 3873-3878. doi: 10.1080/01431160110119416
2. *Воротникова Н.В.,* *Зубенкова М.А.* Геоинформационное картографирование антропогенной нарушенности природной среды промышленными и техногенными процессами на примере Зейского водохранилища Амурской области // Науки о Земле: вчера, сегодня, завтра: материалы II Международной научной конференции (г. Москва, июнь 2016 г.). Москва: Буки-Веди, 2016. С. 10–12.
3. *Гопп Н.В., Савенков О.А., Нечаева Т.В., Смирнова Н.В., Смирнов А.В.* Использование NDVI в цифровом картографировании содержания фосфора в почвах и оценка обеспеченности им растений // Исследование Земли из космоса. 2019. № 2. С. 65–73.
4. *Кальная О.И.* Особенности функционирования Шагонарского плёса Саяно-Шушенского водохранилища и его влияние на экологическое состояние окружающей среды // Фундаментальные исследования. 2014. №12. Ч. 7. С. 1452–1462.
5. [*Корниенко С.Г.*](https://www.elibrary.ru/author_items.asp?refid=709353092&fam=%D0%9A%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE&init=%D0%A1+%D0%93) Оценка трансформаций природных ландшафтов Тазовского полуострова по данным космической съёмки // [География и природные ресурсы](https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=9463). 2011. № 1. С. 67-73.
6. *Кузьмина Ж.В.,*. *Новикова Н.М., Подольский С.А.* Использование экотонной концепции для обоснования водоохранных зон прибрежных территорий / Ж.В. Кузьмина, // Институт водных проблем Российской академии наук, 2006. С. 79-83.
7. *Погорелов А.В., Липилин Д.А., Курносова А.С.* Спутниковый мониторинг Краснодарского водохранилища // Географический вестник = Geographical bulletin. 2017. №1 (40). С. 130–137. doi: 10.17072/2079-7877-2017-1-130-137
8. *Фролов А.А.* Геоинформационно-картографический анализ изменчивости геосистем Юго-Западного Забайкалья // Геодезия и картография. 2020. №2. Т. 81. С. 7-17.
9. Цой О.М. Математическое моделирование чрезвычайных ситуаций природного характера на юге Дальнего Востока. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2012. 192 с.