

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ МОНИТОРИНГА МЕЛИОРИРУЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

Беденко Алексей Евгеньевич, младший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга», timbothdooom@gmail.com

Аннотация: Предложена методика мониторинга мелиорации на основе анализа динамики индексов NDVI и NDMI в QGIS. На примере данных Landsat 8/9 за 2025 год выявлены паттерны, характеризующие оптимальный водный режим посевов и эффективность работы мелиоративных систем.

Ключевые слова: мелиорация, мониторинг, дистанционное зондирование, NDVI, NDMI, вегетационные индексы, QGIS, Landsat.

Введение

В условиях цифровой трансформации агропромышленного комплекса особую актуальность приобретает внедрение современных методов мониторинга мелиорируемых земель. Традиционные подходы, основанные на выборочных обследованиях и данных отчетности, не обеспечивают необходимой оперативности и пространственной полноты информации о состоянии орошаемых земель [1].

Технологии дистанционного зондирования Земли и геоинформационные системы открывают новые возможности для решения этих задач. Особый интерес представляет комплексное использование вегетационных индексов, в частности NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) и NDMI (Normalized Difference Moisture Index), позволяющих одновременно оценивать как биомассу растений, так и их влагообеспеченность[3].

Целью данного исследования является разработка методики мониторинга эффективности мелиорации на основе анализа временных серий индексов NDVI и NDMI. В задачи работы входило:

1. Анализ динамики индексов в течение вегетационного периода
2. Выявление характерных паттернов, свидетельствующих об оптимальном водном режиме
3. Разработка практических рекомендаций по использованию методики для контроля мелиоративных мероприятий

Практическая значимость работы заключается в создании доступного инструмента для оперативной оценки эффективности работы мелиоративных систем на основе открытых спутниковых данных и программного обеспечения.

Материалы и методы

Основой для разработки методики цифрового мониторинга мелиорируемых земель послужили многозональные спутниковые снимки Landsat 8/9 за вегетационный период 2025 года [4]. Отбор сцен проводился по критериям минимальной облачности и полного покрытия исследуемой территории.

Обработка данных осуществлялась в геоинформационной системе QGIS. Расчет вегетационных индексов выполнялся с помощью инструмента "Raster Calculator" по стандартным алгоритмам: индекс NDVI определялся через отношение разности ближнего инфракрасного и красного каналов к их сумме, а индекс NDMI рассчитывался аналогичным образом с использованием ближнего инфракрасного и коротковолнового инфракрасного каналов [2].

Временной анализ базировался на серии снимков с апреля по сентябрь 2025 года с регулярностью 7-10 дней. Для каждой даты съемки вычислялись медианные значения индексов в пределах границ исследуемых полей.

Верификация данных включала визуальный анализ облачности и технических артефактов, построение графиков динамики индексов и сравнительный анализ совместного поведения NDVI и NDMI. Интерпретация результатов основывалась на выявлении характерных паттернов в динамике индексов, включая синхронность их изменений, периоды стабильности и соответствие наблюдаемой динамики фенологическим фазам развития культур.

Статистическая обработка данных и построение графиков выполнялись с помощью табличного редактора. Валидация методики проводилась через сопоставление результатов дистанционного анализа с данными о фактическом состоянии посевов и проведении мелиоративных мероприятий. Использование открытых спутниковых данных и бесплатного программного обеспечения обеспечивает доступность методики для широкого круга специалистов в области мелиорации.

Результаты и обсуждение

Анализ временных серий вегетационных индексов выявил четкие закономерности в динамике состояния мелиорируемых земель. Наблюдалась синхронная положительная динамика индексов NDVI и NDMI в течение первой половины вегетационного периода. Значение NDVI плавно возрастало с 0,24 в середине апреля до 0,85 в конце июня, в то время как NDMI демонстрировал более значительный рост с -0,27 до 0,40 за тот же период (рисунок 1).

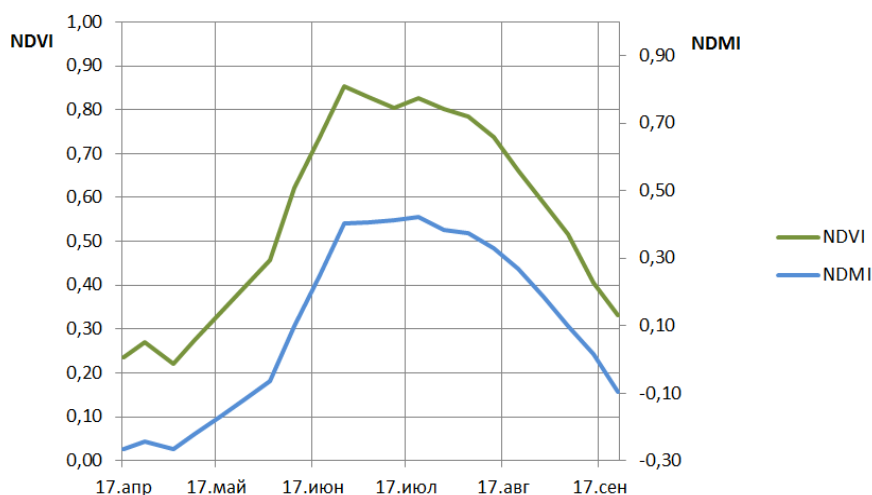


Рисунок 1 – Графики медианных значений индексов NDVI и NDMI

Особый интерес представляет период стабильно высоких значений обоих индексов с конца июня по начало августа. В это время медиана NDMI сохранялась на уровне 0,38-0,42 при значениях NDVI 0,79-0,85. Формирование такого "плато" продуктивности продолжительностью более 40 дней свидетельствует об оптимальном водном режиме и эффективной работе мелиоративной системы.

Начиная с середины августа, отмечено плавное снижение значений обоих индексов, соответствующее фенологической фазе созревания сельскохозяйственных культур. К концу сентября значения NDVI снизились до 0,33, а NDMI достиг отрицательных значений (-0,10), что отражает естественные процессы завершения вегетационного периода.

Совместный анализ динамики индексов позволил выделить характерные паттерны, свидетельствующие об эффективном управлении мелиорацией. Синхронный рост NDVI и NDMI в весенний период указывает на адекватное водоснабжение в фазе активного роста. Стабилизация индексов на высоком уровне в течение июля подтверждает поддержание оптимального водного режима в критический период развития растений.

Полученные данные демонстрируют возможность использования в комплексе индексов NDVI и NDMI для оперативной оценки эффективности работы мелиоративных систем. Предложенная методика позволяет не только констатировать состояние посевов, но и анализировать соответствие водного режима потребностям сельскохозяйственных культур на разных этапах их развития.

Заключение

Проведенное исследование подтвердило эффективность комплексного использования вегетационных индексов NDVI и NDMI для мониторинга мелиорируемых земель. Разработанная методика на основе анализа временных серий спутниковых данных показала свою надежность для оценки состояния

сельскохозяйственных культур и эффективности работы мелиоративных систем.

Установлено, что синхронный рост индексов NDVI и NDMI в вегетационный период является индикатором оптимального водного режима. Наличие продолжительного периода стабильно высоких значений обоих индексов (более 40 дней) свидетельствует о поддержании благоприятных условий влагообеспеченности растений благодаря эффективной работе мелиоративной системы.

Практическая значимость работы заключается в разработке доступной методики, реализуемой с использованием открытых спутниковых данных и бесплатного программного обеспечения QGIS. Предложенный подход позволяет осуществлять оперативный мониторинг мелиорируемых земель и может быть внедрен в практику сельскохозяйственных предприятий и мелиоративных служб.

Перспективы дальнейших исследований видятся в разработке автоматизированной системы анализа временных серий вегетационных индексов с возможностью интеграции метеорологических данных и создания системы раннего оповещения о нарушениях водного режима сельскохозяйственных культур.

Список литературы

1. Банников С. А., Гарбузова Т. Г., Ковалева Т. Н. Сущность и этапы цифровой трансформация в АПК //Вестник НГИЭИ. – 2023. – №. 11 (150). – С. 65-76.
2. Фролов А. Н., Липина Л. Н. Некоторые возможности использования вегетационных индексов для мониторинга растительности в период вегетации //Материалы 62-й студенческой научно-практической конференции инженерно-строительного института ТОГУ. – 2022. – С. 93.
3. Хиен Н. С., Лепехин П. П. Разработка модели оценки сельскохозяйственного потенциала земель в провинции Донгнай на основе природных факторов с использованием методов ГИС и дистанционного зондирования //Международный сельскохозяйственный журнал. – 2025. – №. 3. – С. 305-309.
4. EarthExplorer [Электронный ресурс] // United States Geological Survey (USGS). – URL:<https://earthexplorer.usgs.gov/> (дата обращения: 15.10.2025)