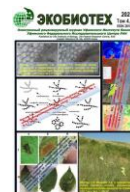




ЭКОБИОТЕХ

ISSN 2618-964X

<http://ecobiotech-journal.ru>

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПОЧВЕННО- АГРОХИМИЧЕСКОМ ОБСЛЕДОВАНИИ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Шаяхметов М.Р.^{1*}, Сулейманов Р.Р.²,
Боровков А.А.¹,

¹ФГБОУ ВО Омский государственный аграрный
университет, г. Омск, (Россия),

²Уфимский Институт биологии Уфимского федерального
исследовательского центра РАН, Уфа

*E-mail: schayakhmetov.marat@yandex.ru

Работы по внедрению цифровых технологий в агропромышленный комплекс Омской области ведутся с 2017 года. На данный момент в цифровой формат переведены сведения о состоянии сельскохозяйственных земель всех 32 муниципальных районов. В работе используются как данные получаемые с гражданских спутников различного пространственного разрешения, так и беспилотных летательных аппаратов различных классов. В данной статье будут рассмотрены различные примеры по использованию геоинформационных технологий в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: геоинформационные технологии ♦ сельскохозяйственные угодья ♦ почвенно-агрохимическое обследование

APPLICATION OF GEOINFORMATION TECHNOLOGIES IN SOIL-AGROCHEMICAL SURVEY OF AGRICULTURAL LANDS

Shayakhmetov M.R.^{1*}, Suleimanov R.R.²,
Borovkov A.A.¹

¹ Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin,
Omsk (Russia)

² Ufa Institute of Biology of the Ufa Federal Research Centre of
the Russian Academy of Sciences, Ufa

*E-mail: schayakhmetov.marat@yandex.ru

Work on the introduction of digital technologies in the agro-industrial complex of the Omsk region has been carried out since 2017. At the moment, information on the state of agricultural land in all 32 municipal districts has been digitized. The work uses both data obtained from civil satellites of various spatial resolution, and unmanned aerial vehicles of various classes. This article will consider various examples of the use of geoinformation technologies in agriculture.

Keywords: geoinformation technologies ♦ agricultural land ♦ soil-agrochemical survey

Поступила в редакцию: 28.07.2021

[DOI: 10.31163/2618-964X-2021-4-4-263-268](https://doi.org/10.31163/2618-964X-2021-4-4-263-268)

ВВЕДЕНИЕ

Современный этап развития земледельческой науки характеризуется переходом от типовых зональных систем земледелия к дифференцированным вариантам агротехнологии с учетом неоднородности почвенного покрова, непредсказуемого наложения очагов сорняков, вредителей и болезней, что требует весьма оперативного изменения ранее принятой технологии обработки почвы и ухода за посевами. Современные материалы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) позволяют достаточно четко и оперативно отражать любые изменения в состоянии почвы и посевов полевых культур, которые могут служить сигналом для дифференциации приемов агротехнологии, а также осуществления мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения.

В настоящее время существуют различные инструментарии для обработки данных ДЗЗ и оперативного картографирования состояния агроценозов или других наземных объектов. Использование различных вегетационных индексов позволяет проводить мониторинг развития сельскохозяйственных культур, а при совместном использовании данных

агрохимического анализа и разработать систему прогнозирования урожайности в различные фазы вегетации. Метод синтезирования каналов съемки с одновременной обработкой методом кластеризации (например, используя алгоритм к-средних) позволяет сократить время на полевое обследование изучаемых земель (проводя не полномасштабное обследование, а только по намеченным точкам на основе спектрального анализа) [Лупян и др., 2011; Барталев и др., 2012; Лупян и др., 2014].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В рамках цифровой трансформации сельского хозяйства посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений для достижения роста производительности труда на «цифровых» сельскохозяйственных предприятиях в 2 раза к 2024 году и внедрения цифровой платформы «СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО ОМСКОЙ ОБЛАСТИ» и системы ЕФИЗ ЗСН (единая федеральная система земель сельскохозяйственного назначения) планируется создание автоматизированной системы мониторинга земель сельскохозяйственного назначения.

Используемые в работе спутниковые данные обрабатываются в программных комплексах ENVI, QGIS, которые позволяют проводить первичную фотограмметрическую обработку, создавать тематические карты, атмосферную коррекцию изображений, синтезирование каналов съемки, кластеризацию объектов на основе различных алгоритмов. При обработке больших данных используются такие интернет платформы как sentinel hab, Land Viewer, Вега. Они в свою очередь помогают при подборе вегетационных индексов, актуальных спутниковых данных российских и зарубежных компаний.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При внедрении системы использования современных возможностей геоинформационных технологий на территории Омской области в настоящий момент были перенесены в цифровой формат сведения о состоянии сельскохозяйственных угодий всех муниципальных районов, что позволило выявить современную площадь, соотношение кадастровой границы и фактической при их использовании, ответственного сельхозтоваропроизводителя, данные о проведении агрохимического обследования, выявить категории земель вышедших из сельскохозяйственного оборота по тем или иным причинам (рисунок 1) [Шаяхметов, Дубровин, 2013].

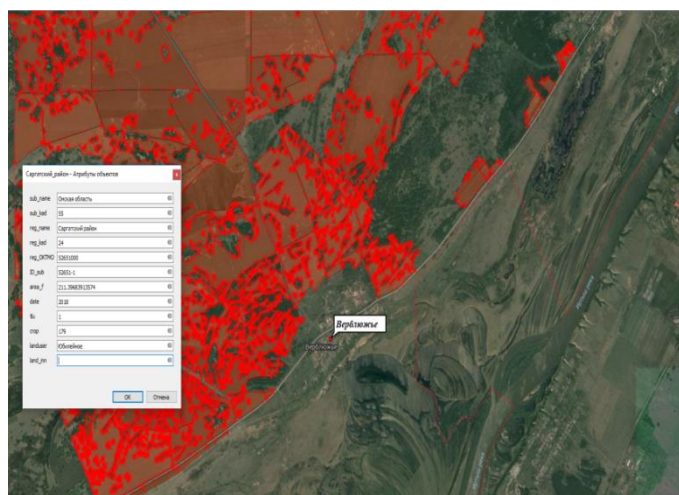


Рис. 1. Пример оцифрованных сельскохозяйственных угодий с паспортом поля

На базе ФГБОУ ВО Омский ГАУ прошли курсы повышения квалификации специалисты сельскохозяйственных управлений муниципальных районов Омской области, что позволило им освоить современное программное обеспечение для создания электронного картографического материала. На данный момент в управлениях сельского хозяйства создаются электронные тематические карты при планировании размещения посевов и их мониторинге в течение всего вегетационного периода с обновлением спутниковой информации 1 раз в 3-4 дня (рисунок 2).

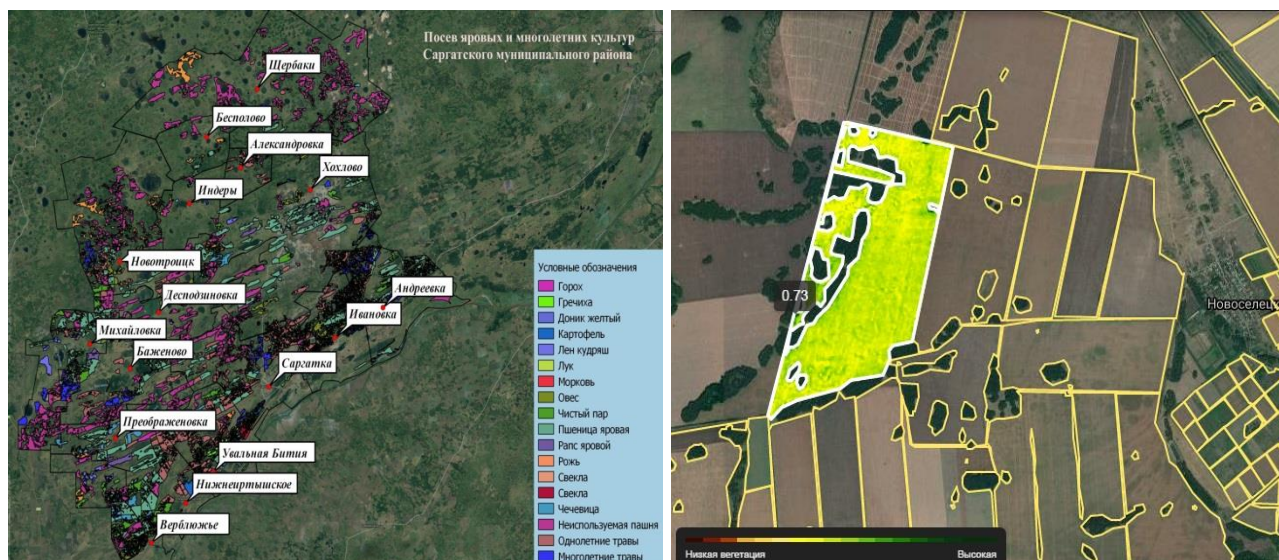


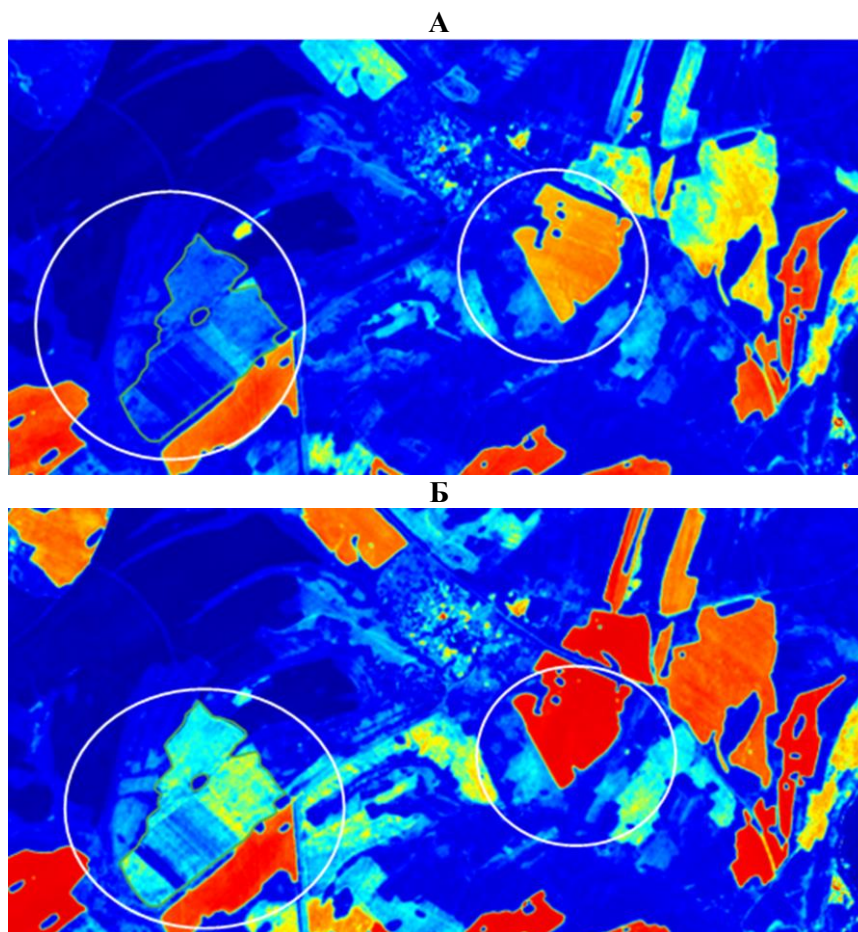
Рис. 2. Электронный картографический материал с указанием размещения сельскохозяйственных культур в муниципальном районе (слева); мониторинг нарастания биомассы по данным ДЗЗ (справа).

При мониторинге сельскохозяйственных угодий по развитию биомассы и ее накопления используются спутниковые данные космического аппарата Sentinel и получаемый на его основе вегетационный индекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). NDVI – стандартизированный индекс растительности, который позволяет нам генерировать изображение, показывающее относительную биомассу. Данный индекс позволяет проводить мониторинг состояния растительности без выезда на конкретный участок, производить анализ о равномерности всходов, развитию сорной растительности, болезней и вредителей, тем самым оперативно принимать меры по защите посевов и применению удобрений. Данный метод позволяет агроному проводить анализ сельскохозяйственных угодий на больших территориях без предварительного объезда, что в целом сокращает расходы при ведении хозяйства.

Проведенные в 2019-2020 гг. работы в Кемеровской области на базе ООО «Азот-Агро» позволили выявить зависимость между вегетационным индексом NDMI и влажностью зерна. Индекс NDMI – это нормализованный разностный индекс влажности, который использует диапазоны NIR (near infrared, 0,75-1,4 мкм) и SWIR (short wave infrared, 1,4-3 мкм) для отображения влажности. Рассчитывается по формуле $NDMI = (NIR - SWIR1)/(NIR + SWIR1)$.

Полоса SWIR отражает изменения как в содержании воды в растительности, так и в губчатой структуре мезофилла в растительном покрове, в то время как на коэффициент отражения в ближнем ИК-диапазоне влияет внутренняя структура листа и содержание сухого вещества в листьях, но не содержание воды.

Комбинация NIR SWIR устраняет отклонения, вызванные внутренней структурой листа и содержанием сухого вещества листа, повышая точность определения содержания воды в растительности. Количество воды, доступной во внутренней структуре листа, в значительной степени контролирует спектральную отражательную способность в диапазоне SWIR электромагнитного спектра. При использовании метода квазипериодической вариации получения изображений (получение разновременных данных, но в одинаковых часовых промежутках) заметны явно выраженные изменения во временной хронологии и будет наглядно показано, как происходит процесс созревания и отображение его с помощью индекса (рисунок 3).



**Рис. 3. Разновременные изображения обработанные на основе индекса NDMI:
А – 5 августа; Б – 17 августа**

5 августа влажность зерна колебалась в пределах 25-27%; поле имело желто-зеленый окрас. При анализе каждые три дня цвет изменялся к интенсивно желтому, а влажность постепенно снижалась до 14-15%. На 17 августа произошла уборка поля и цвет индекса стал красный. Пронаблюдая временную динамику, можно прогнозировать примерные сроки и равномерность созревания по полю, оценить объемы по выполнению уборочной компании. При проверке данной методики и сравнении спутниковых данных нужно отметить, что влажность была получена лабораторным путем. Данная методика находится на стадии разработки в связи с тем, что для построения прогнозных моделей нужно накопление большого банка данных. Для оптимальных показателей требуется высококачественная съемка и определение влажности зерна традиционным методом в лабораторных условиях [Шаяхметов, Боровков, 2021]. Использование индекса NDMI на данный момент широко

тестируется на различных интернет платформах для «точного земледелия» (например, платформа Land Viewer).

При проведении почвенно-агрохимических исследований коллективом лаборатории рационального использования почв Омского ГАУ применяется кластерный подход, который в последние 5 лет позволяет проводить полевые работы с отбором проб для анализа более оперативно и в короткие сроки [Шаяхметов и др., 2021]. Суть данного метода заключается в построении маршрутного обследования на основе спутниковых данных, либо полученных с беспилотных летательных аппаратов. При построении маршрута выявляются кластеры (участки для отбора проб), максимально отличающиеся друг от друга по спектральным характеристикам (рисунок 4).

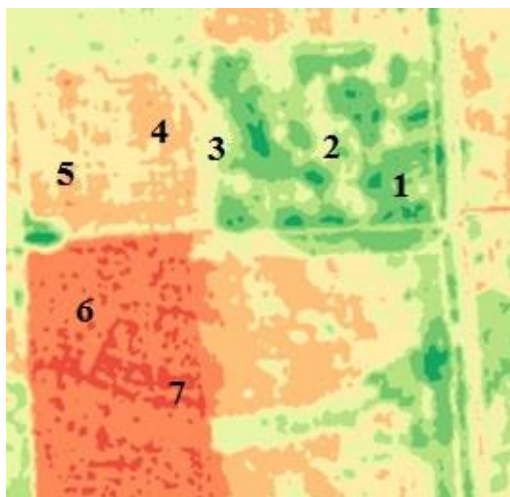


Рис. 4. Пример картограммы для проведения почвенно-агрохимического обследования

При проведении полевых работ образцы отбираются в центре каждого кластера. Закладывается разрез, по периметру территории закладываются поляушмы и прикопки. При расчете экономической эффективности данного метода была установлена экономия финансовых средств в 4-5 раз с получением таких же результатов как при классическом проведении полевых работ. Параллельно отбору образцов территория обследуется на предмет развития эрозионных процессов. Рельеф изучается на основе построения цифровой модели местности, которая позволяет анализировать микрорельеф на равнинных территориях Омской области (рисунок 5).



Рис. 5. Пример карты водотоков на основе данных беспилотного летательного аппарата.

При совместном использовании данной карты и картограмм вегетации можно уменьшить погрешность, связанную с участками повышенной влажности, которые в свою очередь завышают индекс биомассы.

Полученные экспериментальные данные по использованию геоинформационных технологий в сельском хозяйстве позволили в 2021 г. в ряде хозяйств Омской области внедрить элементы точного земледелия, которые уже позволили сократить затраты сельхозтоваропроизводителя на выращивание сельскохозяйственных культур.

Выявленные закономерности в системе «почва – индекс NDVI – растение» дают возможность следить за процессом формирования величины урожая различных сельскохозяйственных культур. Это позволяет создавать оптимальную систему ведения хозяйственной деятельности в условиях степи, лесостепи и подтайги Омской области, повысить окупаемость удобрений урожаем и снизить затраты.

ФИНАНСОВАЯ ПОДДЕРЖКА

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства сельского хозяйства и продовольствия Омской области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барталев С.А., Ершов Д.В., Лупян Е.А., Толпин В.А. Возможности использования спутникового сервиса ВЕГА для решения различных задач мониторинга наземных экосистем // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т. 9. № 1. С. 49-56.
2. Лупян Е.А., Барталев С.А., Толпин В.А., Жарко В.О., Крашенинникова Ю.С., Оксюкевич А.Ю. Использование спутникового сервиса ВЕГА в региональных системах дистанционного мониторинга // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2014. Т. 11. №. 3. С. 215-232.
3. Лупян Е.А., Савин И.Ю., Барталев С.А., Толпин В.А., Балашов И.В., Плотников Д.Е. Спутниковый сервис мониторинга состояния растительности ("Вега") // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2011. Т. 8. № 1. С. 190-198.
4. Шаяхметов М.Р., Боровков А.А. Использование индекса NDMI в системе точного земледелия и агроэкологическая оценка почв агроландшафтов лесостепи западной Сибири // Региональные системы комплексного дистанционного зондирования агроландшафтов. Материалы III Всероссийского научно-практического семинара. Под общей редакцией А.А. Шпедта [и др.]. Красноярск, 2021. С. 20-25.
5. Шаяхметов М.Р., Гиндемит А.М., Макенова С.К., Балуков М.С., Безукладов И.В., Сулейманов Р.Р. Мониторинг и картографирование почвенного покрова на основе пространственно-временного анализа // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2021. № 1 (41). С. 68-75.
6. Шаяхметов М.Р., Дубровин И.А. Точное земледелие (Precision Agriculture) – путь к ресурсосбережению // Омский научный вестник. 2013. № 1 (118). С. 197-200.