

Организация работы с данными наземных и дистанционных наблюдений для решения задач дистанционного мониторинга виноградников

Е.А. Рыбалко¹, Н.В. Баранова¹, Е.А. Лупян², В.А. Толпин², А.В. Кашницкий²,
И.А. Уваров², Ю.С. Крашенинникова², В.И. Иванченко³

¹ *Национальный научно-исследовательский институт винограда и вина «Магарач»
Ялта, 298600, Россия*

E-mail: agroeco-magarach@yandex.ru

² *Институт космических исследований РАН, Москва, 117997, Россия*

E-mail: smis@smis.iki.rssi.ru

³ *Академия биоресурсов и природопользования «КФУ имени В.И. Вернадского»
Симферополь, 295492, Россия*

E-mail: rectorat@abip-cfu.crimea-ru.com

Контроль территорий, занимаемых виноградниками, как и других сельскохозяйственных земель, достаточно часто бывает затруднен из-за недостатка информации о землепользовании. При этом следует учитывать, что в силу различного рода природных процессов и хозяйственной деятельности человека происходит изменение границ виноградных насаждений, характеристик почв и условий вегетации от участка к участку. Эти и другие факторы требуют получения объективной и своевременной информации, необходимой для эффективного ведения виноградарства, в том числе: планирования работ, повышения урожайности, уменьшения затрат и повышения рентабельности. При этом требуется решать задачи оптимизации размещения виноградников, мониторинга состояния насаждений, динамики их площадей, контроля их состояния, контроля и прогнозирования урожайности. Все эти задачи требуют получения своевременной и объективной информации, которую невозможно получить без использования современных технологий наблюдения за распределенными объектами. К таким технологиям, безусловно, относятся технологии спутникового дистанционного зондирования, которые в последние годы активно развиваются и все чаще и активнее используются для решения различных задач мониторинга сельскохозяйственных земель. Естественно, что для использования спутниковых технологий в конкретных областях сельского хозяйства требуется разработка специальных методов и подходов. Поэтому в 2015 г. ННИИВиВ «Магарач» и ИКИ РАН при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований начали проект по разработке методов и подходов дистанционного мониторинга виноградников. Одним из важных этапов такой разработки является отработка создаваемых решений на основе комплексного использования спутниковой и наземной информации. Для этого в рамках начатого проекта необходимо создание специализированного экспериментального полигона, который позволил бы получать информацию для верификации методов обработки спутниковых данных и отработки методики использования получаемой информации для решения задач мониторинга виноградников. Создание такого полигона и технологий комплексного анализа различных спутниковых данных было начато в рамках проекта в 2015 г. Настоящая работа посвящена описанию системы, позволяющей эффективно работать с данными, получаемыми на созданном экспериментальном полигоне для развития методов дистанционного мониторинга виноградников.

Ключевые слова: методы дистанционного зондирования, данные ДЗЗ, методы обработки спутниковых данных, дистанционный мониторинг, виноградники, состояние растительного покрова, геоинформационные технологии, агроэкологические условия

Одобрена к печати: 15.12.2015

DOI: 10.21046/2070-7401-2016-13-1-79-92

Введение

Контроль территорий, занимаемых виноградниками, как и других сельскохозяйственных земель, достаточно часто бывает затруднен из-за недостатка информации о землепользовании. При этом следует учитывать, что в силу различного рода природных процессов и хозяйственной деятельности человека происходит изменение границ виноградных насаждений, характеристик почв и условий вегетации от участка к участку. Эти и другие факторы требуют получения объективной и своевременной информации, необходимой для эффективного ведения отрасли виноградарства, необходимой для эффективного планирования работ, повышения урожайности, уменьшения затрат и повышения рентабельности. Для оператив-

ного решения этих задач, в том числе для оптимизации размещения виноградников, мониторинга состояния насаждений, динамики их площадей и прогнозирования урожайности необходимо освоение технологий, позволяющих получение своевременной и объективной информации. Одной из таких технологий, безусловно, является технология спутникового дистанционного зондирования.

Использование технологий дистанционного зондирования может значительно упростить задачи, выдвигаемые современным виноградарством, которые затруднительно решить с помощью только наземных наблюдений:

- идентификация и учет участков земли сельскохозяйственного назначения, занятых виноградниками, а также территорий, пригодных для выращивания винограда;
- уточнение площадей и границ полей виноградников, их классификация;
- выявление насаждений, не попадающих в официальную статистику;
- периодический и оперативный контроль за реальным состоянием виноградников, в том числе и для принятия эффективного решения об их обновлении;
- прогнозирование урожайности и разработка агротехнических мероприятий, направленных на минимизацию потерь урожая.

Решение данных задач требует создания методов и подходов анализа данных спутниковых наблюдений для дистанционного мониторинга виноградников. Для того, чтобы разрабатывать такие методы и подходы, необходимо создание специализированных экспериментальных полигонов, которые позволили бы верифицировать методы обработки спутниковой информации и отработать методики использования получаемой при этом информации. Создание такого полигона и технологий комплексного анализа различных спутниковых данных было начато в рамках совместного проекта ННИИВиВ «Магарач» и ИКИ РАН в 2015 г., поддержанного РФФИ (15-07-05564). Основной задачей создания такого экспериментального полигона является обеспечение возможности получения и совместного анализа данных наземных и дистанционных наблюдений. Для работы с различной информацией, получаемой на созданном полигоне, была разработана специализированная информационная система. Настоящая работа посвящена описанию основных возможностей данной системы.

Особенности территории экспериментального полигона

Для отработки алгоритмов спутникового мониторинга виноградников была выбрана территория Южного берега Крыма (ЮБК). Данная местность характеризуется наиболее благоприятными для винограда почвенно-климатическими условиями в пределах Крымского полуострова. Здесь практически не бывает критических для винограда морозов, а обилие тепла и света позволяет выращивать здесь сорта любых сроков созревания и получать виноградарско-винодельческую продукцию высочайшего качества. Кроме того, виноградарские хозяйства Южного берега Крыма отличаются высокой культурой земледелия, что должно

благоприятно сказаться на правильности идентификации южнобережных виноградников на спутниковых снимках.

Южный берег Крыма занимает неширокую приморскую полосу южного макросклона Главной гряды Крымских гор, вытянутую вдоль побережья Черного моря.

Рельеф территории очень сложный, преобладают эрозионные, эрозионно-оползневые и эрозионно-холмистые формы рельефа. Поэтому данная территория отличается значительной расчлененностью, которую усиливают многочисленные реки, балки и овраги.

Почвообразующими породами служат делювий известняков, глинистых сланцев, элювий-делювий магматических и других горных пород.

Из почв здесь преобладают коричневые почвы сухих лесов и кустарников, сформировавшиеся на продуктах выветривания известняков и глинистых сланцев, магматических пород, среди которых распространены красно-коричневые (Половицкий, 1987).

Географическое положение Южного берега Крыма, защищенность его с севера горами, близость теплого Черного моря обуславливают формирование климата, близкого к субтропическому – с теплой, влажной зимой и жарким, сухим летом. С запада на восток количество осадков уменьшается. Зона занимает прибрежную полосу от мыса Форос до горы Кабель (район Большой Ялты и западная часть Алуштинского района), отличается наибольшей теплообеспеченностью. На Южном берегу Крыма в приморской зоне суммы активных температур выше 10°C достигают 3700–4200°C. Период с температурой выше 10°C продолжается 7 месяцев.

Средняя многолетняя дата последнего заморозка весной в приморской зоне Южного берега Крыма приходится на вторую декаду марта, в предгорной зоне – на первую декаду апреля. Заморозки не влияют на продолжительность теплого периода, так как в основном весной они оканчиваются до перехода температуры через 10°C, а осенью начинаются после перехода температуры воздуха через этот предел. Опасные для винограда поздние весенние и ранние осенние заморозки в приморской зоне ЮБК почти полностью отсутствуют (повторяемость поздних весенних заморозков один раз в 30–40 лет).

Самые высокие температуры воздуха наблюдаются в июле–августе: средние из абсолютных максимумов составляют 31–32°C. Максимальная температура воздуха (выше 38°C) бывает на побережье редко.

Средняя годовая температура в данном районе – 13,5°C. Годовое количество осадков в приморском и предгорном районах ЮБК составляет 750–900 мм.

В зоне произрастания винограда на ЮБК средний из абсолютных минимумов температуры составляет минус 6–8°C, а абсолютный минимум температуры воздуха – минус 12–15°C. При таком понижении температуры условия перезимовки винограда на побережье складываются в основном благоприятно. Однако благодаря холодной погоде в декабре, а в отдельные годы – ноябре, растения винограда получают необходимую сумму пониженных температур. Оттепели, наблюдаемые в последние годы в январе, когда максимальные температуры воздуха повышаются до 12–16°C, способствуют выходу почек винограда из состояния покоя. Такие изменения в условиях перезимовки приводят к негативным последствиям – снижению морозоустойчивости растений (Иванченко и др., 2013).

Таким образом, агроэкологические условия Южного берега Крыма являются весьма благоприятными для выращивания винограда, в результате чего практически все сельскохозяйственные предприятия данного региона имеют виноградарскую специализацию. Для отработки алгоритмов спутникового мониторинга виноградников была выбрана территория четырех виноградарских хозяйств с общей площадью виноградных насаждений более 1700 га. Данные участки занимают прибрежную территорию от Фороса до Алушты.

Организация работы с данными дистанционного мониторинга на экспериментальном полигоне

Основой для организации работы со спутниковыми данными в проекте является разработанный в ИКИ РАН спутниковый сервис «Vega-Science» (<http://sci-vega.ru/>) (Лупян и др., 2011; Толпин и др., 2014), обеспечивающий возможности решения широкого круга задач, включая оперативное выявление и анализ изменений в растительном покрове. Сервис «Vega-Science» создавался, в первую очередь, как инструмент, позволяющий с наименьшими затратами анализировать информацию о состоянии растительного покрова, полученную на основе спутниковых данных как в отдельных точках или объектах (полях), так и на уровне регионов. При этом сервис рассчитан на проведение пространственного и временного анализа информации. Сервис рассчитан на работу с долговременными архивами информации и с оперативно пополняющимися архивами.

Следует отметить, что одной из основных задач сервиса «Vega-Science» является не только обеспечение удобного доступа к данным, но и предоставление различных интерфейсов и инструментов для анализа спутниковых данных и результатов их обработки. Кроме того, поскольку на состояние растительности оказывает воздействие множество факторов, то для анализа состояния и выявления трендов необходимо иметь возможность использовать не только спутниковые данные, но и ряд другой сопутствующей информации. Именно поэтому еще одной задачей является обеспечение возможности совместного анализа различной информации в разрабатываемых интерфейсах. Примером таких дополнительно используемых данных являются метеорологические данные. Эти данные часто используются не только при анализе временных рядов, но и при анализе их пространственного распределения.

Основные виды данных, использующихся в сервисе «Vega-Science», глубина архивов и частота их поступления приведены в *табл. 1*.

Для проведения работы на различных тестовых полигонах в систему также интегрируется информация, получаемая на основе данных и других спутниковых систем. Так, для проведения работ на создаваемом экспериментальном участке в системе сегодня обеспечена возможность использования информации, поступающей также от следующих спутниковых систем:

- Метеор М № 2 (прибор КМСС);
- Канопус В (приборы МСС, ПСС);

- Спутники серии Ресурс П (приборы Геотон, КШМСА, ГСА);
- Sentinel 1 (прибор ASAR).

Таблица 1. Основные виды данных сервиса «Вега-Science»

<i>Тип данных</i>	<i>Регламент поступления</i>
Мультиспектральные сцены MODIS, 250 м	До 8 раз в день с 2000 г.
Мультиспектральные снимки LANDSAT, 15–30 м	Ежедневное поступление с 1989 г.
Мультиспектральные композиты MODIS, 250 м	Ежедневное поступление с 2000 г.
Безоблачные карты NDVI, 250 м	Еженедельное поступление с 2000 г.
Карта растительности, 250 м	Ежегодное поступление с 2000 г. Карты озимых – несколько раз в год
Карты пахотных земель, озимых культур и паров, 250 м	
Картограммы отклонений в развития определенного вида растительности в разрезе районов и субъектов	Еженедельное поступление с 2000 г.
Значение NDVI, осредненные по объектам мониторинга и типам растительности	Еженедельное поступление с 2000 г.
Метеоданные, данные реанализа NCEP	4 раза в день с 2000 г.
Карты пожаров, данные по сельхоз палам, 250 м	Несколько раз в день с 2000 г.
Безоблачные композитные изображения MODIS, 250 м	Ежемесячное поступление с 2000 г.
Безоблачные композитные изображения LANDSAT, 30 м	Ежегодное поступление с 2009 г.

Особо следует отметить, что система «Вега-Science» позволяет оперировать не только с исходными спутниковыми изображениями, но и с очищенными от шумов и влияния облачности временными композитами. Без таких данных невозможно проведение анализа временной динамики растительного покрова. Для создания таких продуктов были разработаны полностью автоматизированные методы обработки данных, позволившие как сформировать долговременные архивы однородных данных, так и обеспечить постоянное автоматическое обновление информации (Лупян и др., 2011; Балашов и др., 2009; Балашов и др., 2008; Лупян и др., 2012; Бурцев и др., 2006).

Сервис также позволяет собирать и интегрировать различную информацию, необходимую для создания полигонов, ориентированных на изучение различных процессов и явлений. Он позволяет организовывать и вести базы данных о различных объектах (например, виноградниках) и их характеристиках, получаемых наземными и дистанционными методами. Для решения задач разработки методов дистанционного мониторинга виноградников в «Вега-Science» была введена информация о границах около 1000 виноградников, расположенных на Южном берегу Крыма и рассчитаны для них временные ряды вегетационных индексов за период с 2000 г. по настоящее время, необходимых для проведения анализа состояния растительности на наблюдаемых объектах. По районам расположения введенных

объектов также собрана различная спутниковая информация. Интегрированные в системе спутниковые данные и результаты их обработки теперь могут анализироваться совместно с данными, имеющимися в архивах ННИИВиВ «Магарач», в которых накоплена:

- различная информация о виноградниках, расположенных на экспериментальном полигоне (границы, информация о возрасте и сорте, схемы посадки);
- данные по урожайности винограда в хозяйствах Южного берега Крыма с 1958 по 2012 гг.;
- данные по урожайности винограда на тестовом участке (г. Ялта) с 1989 по 2011 гг.; архив метеоданных за 1982–2012 по 15 метеостанциям Крыма;
- цифровые растровые карты территории Крыма по таким показателям: абсолютная высота над уровнем моря, экспозиция склонов, крутизна склонов, теплообеспеченность территории, морозоопасность территории; векторная карта почв Крыма.

Особо следует отметить, что сервис «Beга-Science» предоставляет исследователям достаточно большой набор различных инструментов для анализа спутниковых данных и результатов их обработки. Примеры анализа, который может выполняться средствами сервиса на основе информации, накопленной по экспериментальному полигону, представлены в следующем разделе настоящей работы.

Некоторые возможности анализа архивов спутниковой информации, накопленных в системе «Beга-Science» по территории экспериментального полигона

В настоящем разделе работы мы продемонстрируем некоторые возможности сформированной на основе сервиса «Beга-Science» системы работы с данными по созданному экспериментальному полигону. Эти возможности мы покажем на примере анализа особенностей различных виноградников, которые могут анализироваться с использованием данных спутниковых наблюдений.

Уточнение границ виноградников с использованием спутниковых данных различного пространственного разрешения

Как уже говорилось, по территории экспериментального полигона в системе накоплено значительное количество данных, в том числе и данных достаточно высокого пространственного разрешения (до 2,5 м). В системе также имеются инструменты, позволяющие строить контуры различных объектов. Это позволяет оценивать корректность имеющейся по территории экспериментального полигона специальной картографической информации (границ виноградников) и анализировать возможности использования имеющихся спутниковых данных при анализе корректности такой информации, имеющейся на различных участках. Отметим, что при необходимости в систему также могут быть погружены спут-

никовые данные более высокого разрешения. В тоже время следует отметить, что даже информация, которая уже имеется в системе, позволяет в ряде случаев выявить некоторые неточности в определении границ виноградников (рис 1).

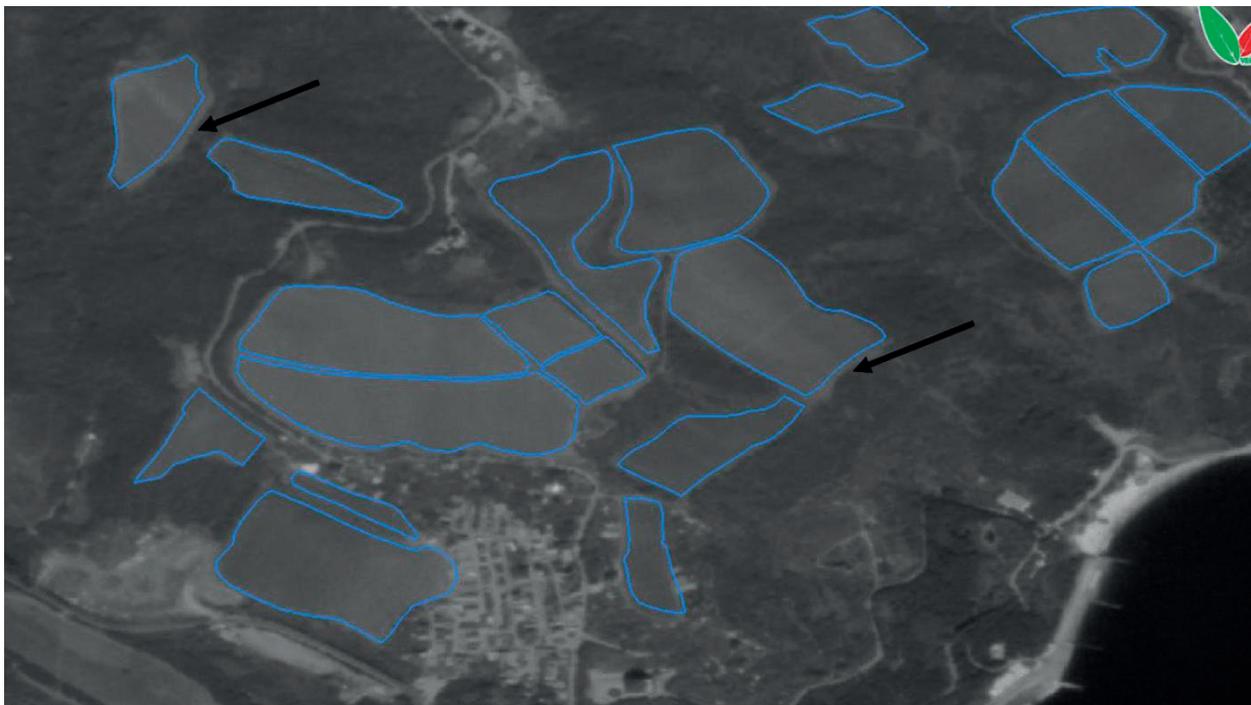
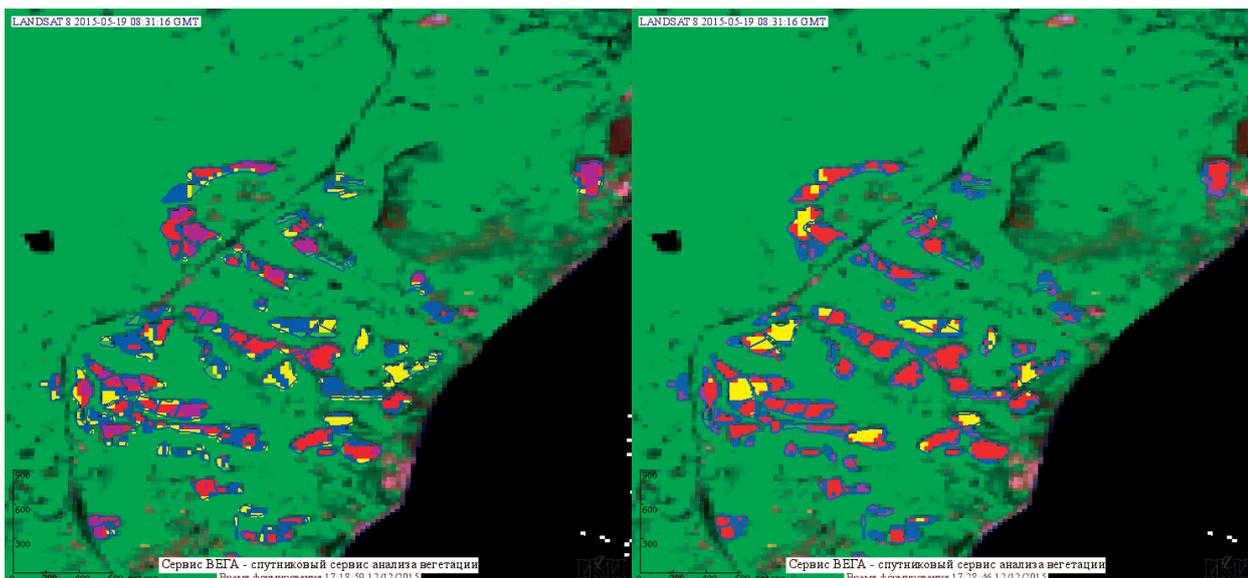


Рис. 1. Пример данных прибора ПСС, установленного на спутнике Канопус В, полученных 16.07.2014 и совмещенных с границами виноградников на экспериментальном полигоне. Стрелками отмечены участки, на которых границы виноградников имеют значительную погрешность

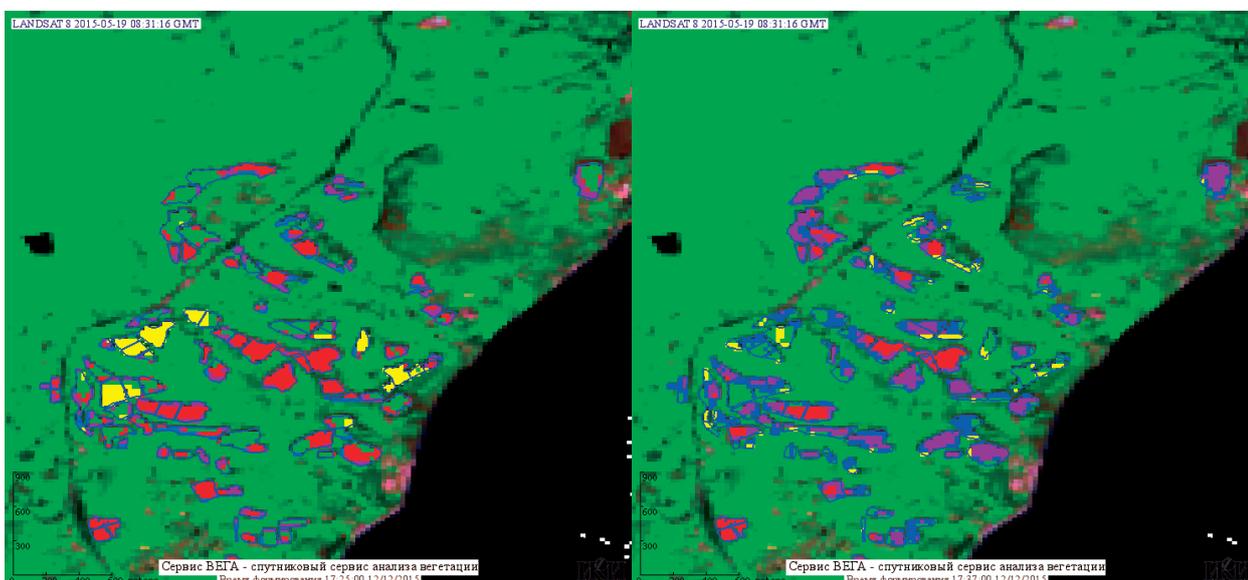
Проведение классификации виноградников с использованием многоспектральных данных

В системе доступны различные варианты классификации многоспектральных спутниковых данных (Кашницкий и др., 2015). Система позволяет выбрать данные различных спутниковых систем и набор спектральных каналов для проведения классификации. Классификация может быть проведена только по выделенным пользователями объектам, например, виноградникам. Это позволяет сосредоточиться на выявлении именно особенностей исследуемых объектов. Пример такой классификации северного участка виноградников ГП «Таврида» приведен на рис. 2, где представлены варианты неконтролируемой классификации, выполненные с использованием различных каналов прибора OLI-TIRS, установленного на спутнике Landsat 8. На рис. 2, в частности, видно, что при использовании различных каналов получаются различные варианты классификации, что может позволить анализировать различные особенности виноградников. В то же время хорошо видно, что некоторые виноградники, вне зависимости от используемых каналов, устойчиво попадают в один класс. Анализируя такие особенности, можно попытаться выявить группы виноградников, обладающие однотипными характеристиками (например, одинаковый тип почвы и/или «качество» насаждений).



а) каналы 1 (430-450 nm), 2 (450-510 nm), 3 (530-590 nm)

б) каналы 3 (530-590 nm), 4 (640-670 nm), 5 (850-880 nm)



в) каналы 5 (850-880 nm), 6 (1570-1650 nm), 7 (2110-2290 nm)

г) каналы 2 (450-510 nm), 5 (850-880 nm), 7 (2110-2290 nm)

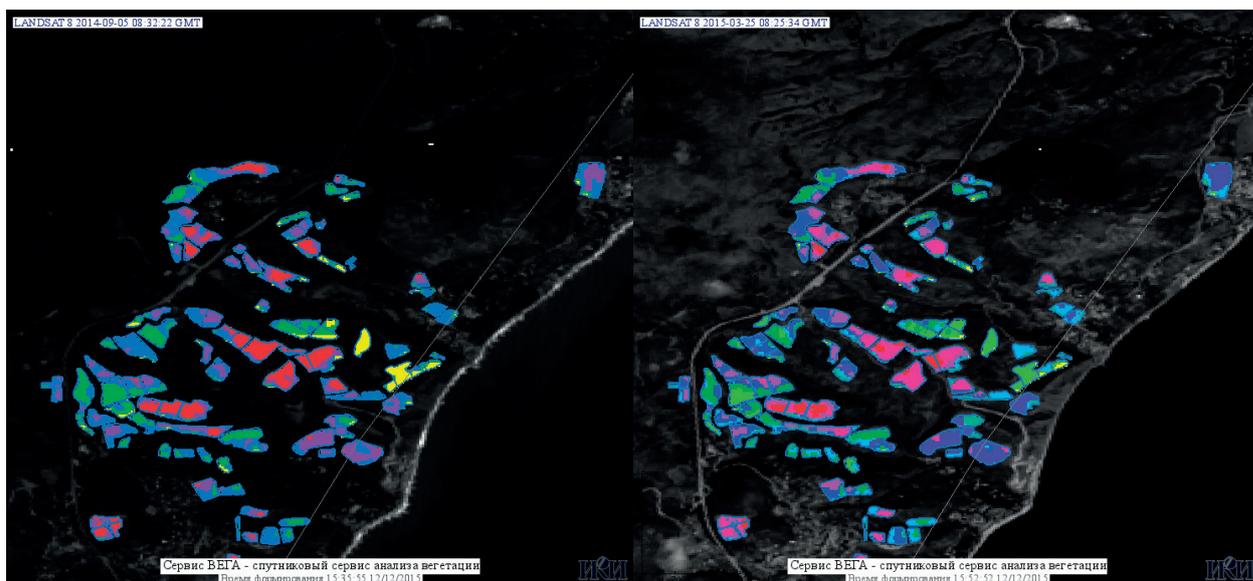
Рис. 2. Результаты неконтролируемой классификации виноградников ГП «Таврида», выполненной на основе данных прибора OLI-TIRS (спутник LANDSAT 8), полученных 19.05.2015

*Выделение различных типов виноградников
с использованием временных рядов спутниковых наблюдений*

Инструменты системы позволяют проводить совместный анализ данных, полученных в различные сроки наблюдений. В системе возможно проведение классификации таких рядов данных. Пример такой классификации приведен на рис. 3. На нем представлена классификация, полученная на основе ряда данных панхроматического канала прибора OLI-TIRS

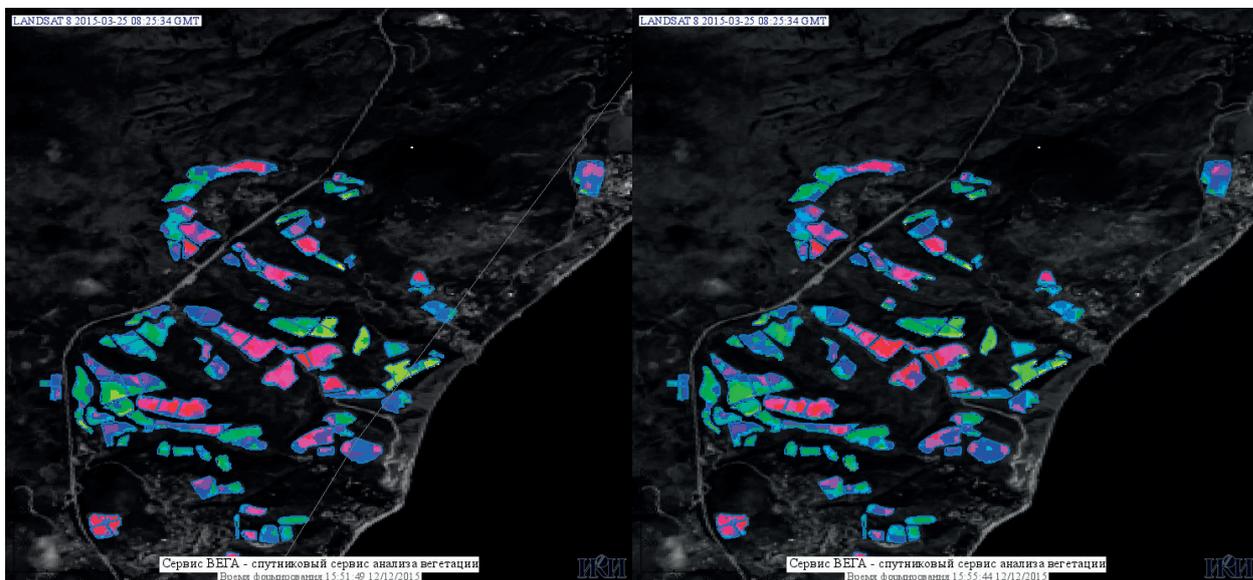
(спутник Landsat 8) за период с сентября 2014 г. по сентябрь 2015 г. (11 наблюдений). На рисунке приведены результаты неконтролируемой классификации, выполненной для разного заданного числа классов.

На *рис. 3* достаточно хорошо видно, что классификация временных серий позволяет выявить достаточно устойчивые группы виноградников, видимо, обладающих схожими характеристиками.



а) 5 классов

б) 10 классов



в) 20 классов

г) 40 классов

Рис. 3. Результаты неконтролируемой классификации виноградников ГП «Таврида», выполненной на основе данных панхроматического канала прибора OLI-TIRS (спутник LANDSAT 8), полученных с сентября 2014 г. по сентябрь 2015 г.

Анализ временных и спектральных характеристик виноградников

Особенности данных можно анализировать как с помощью совместного анализа данных дистанционных и наземных наблюдений, так и с помощью анализа характерного поведения временных и спектральных характеристик, получаемых для различных групп на основе данных, полученных со спутника. Пример такого анализа приведен на *рис. 4*.

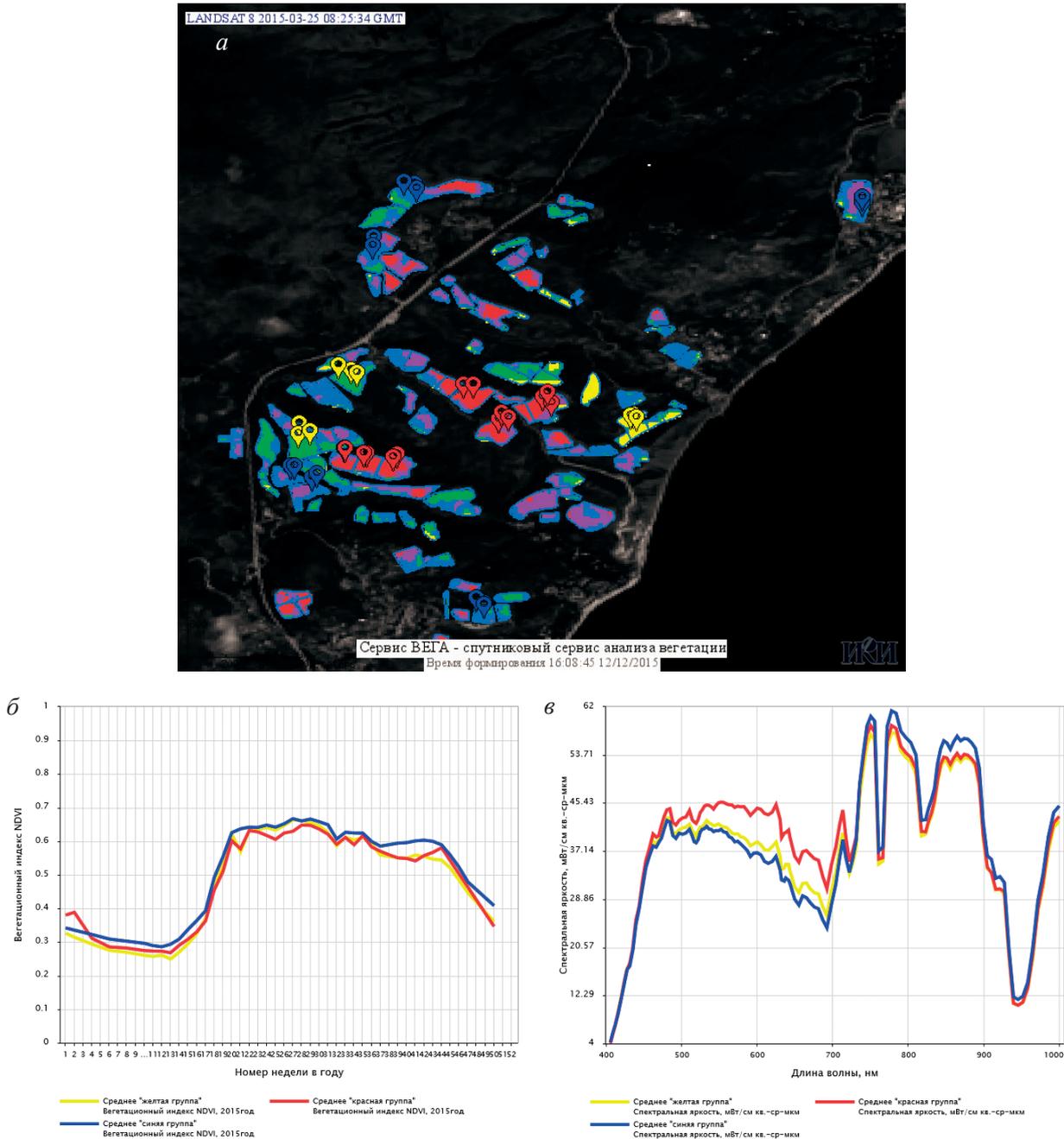


Рис. 4. Пример анализа спектральных и временных характеристик различных групп виноградников, выделенных на основе классификации временных серий данных панхроматического канала прибора OLI-TIRS (спутник LANDSAT 8), полученных с сентября 2014 года по сентябрь 2015. На рисунке: а – маркерами отмечены точки, по которым формировались спектральные и временные графики; б – характерный (средний) ход индекса NDVI для разных групп, полученный на основе данных прибора MODIS (спутник Terra); в – характерные (средние) спектры для разных групп, полученные на основе данных прибора ГСА (спутник Ресурс П)

Таким образом, мы видим, что в системе есть возможность анализировать временные и спектральные профили различных виноградников и их групп. Такие группы могут быть построены как на основе различных вариантов анализа спутниковых данных, так и на основе анализа данных наземных наблюдений.

Особо следует отметить, что возможность проведения анализа достаточно продолжительных временных рядов наблюдений (более 10 лет) может обеспечить построение «нормальных» портретов сезонного развития отдельных виноградников, что в дальнейшем может обеспечить возможность анализа их текущего состояния и возможного оперативного выявления аномалий в развитии растений.

Заключение

Таким образом, мы видим, что с использованием имеющихся возможностей сервиса Vega-Science (долговременных архивов данных, системы автоматического поступления данных, инструментов анализа данных и т.д.) удалось создать систему работы с информацией по экспериментальному полигону, созданному на территории Крыма для отработки методов дистанционного мониторинга виноградников. Особо следует отметить, что созданная система позволяет собирать, хранить и анализировать информацию, получаемую по отдельным виноградникам, может обеспечивать взаимодействие (в том числе и представление информации) с различными информационными системами.

Отметим также, что разработанная система может использоваться для проведения работ по созданию новых методов дистанционного мониторинга виноградников и служить основой для создания автоматизированной системы электронного реестра виноградников и инвентаризации существующих виноградных насаждений.

Создание электронного реестра является стратегически важной задачей, так как он послужит базой для решения тематических задач экспертной системы оценок и оптимизации промышленных посадок винограда в Крыму с использованием современных спутниковых технологий.

Следует также отметить, что развитие специализированных методов дистанционного мониторинга виноградников может в перспективе позволить эффективно решать задачи картирования насаждений, их классификации, оценки используемых площадей и насаждений. Все это необходимо для эффективного контроля и управления виноградарством.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 15-07-05564), используемая в рамках проекта информационная система Vega-Science создавалась, поддерживается и развивается в рамках проектов ФАНО (тема Мониторинг госрегистрация № 01.20.0.2.00164).

Литература

1. *Балашов И.В., Бурцев М.А., Ефремов В.Ю., Лупян Е.А., Прошин А.А., Толпин В.А.* Построение архивов результатов обработки спутниковых данных для систем динамического формирования производных информационных продуктов // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса.* 2008. Т. 5. № 1. С. 26–31.
2. *Балашов И.В., Ефремов В.Ю., Лупян Е.А., Прошин А.А., Толпин В.А.* Построение систем, обеспечивающих динамическое формирование комплексных информационных продуктов на основе данных дистанционного зондирования // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса.* 2009. Т. 6. № 2. С. 513–520.
3. *Бурцев М.А., Мазуров А.А., Нейштадт И.А., Прошин А.А.* Построение архива спутниковых данных для анализа динамики растительности // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса.* 2006. Выпуск 3. Т. 1. С. 170–174.
4. *Иванченко В.И., Алёша А.Н., Матчина И.Г., Лиховской В.В., Олейников Н.П., Корсакова С.П., Баранова Н.В., Рыбалко Е.А., Ткаченко О.В.* Состояние и перспектива развития виноградарства АР Крым. Ялта: НИВиВ «Магарач», 2013. 168 с.
5. *Кашицкий А.В., Балашов И.В., Лупян Е.А., Толпин В.А., Уваров И.А.* Создание инструментов для удаленной обработки спутниковых данных в современных информационных системах // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса.* 2015. Т. 12. № 1. С. 156–170.
6. *Лупян Е.А., Балашов И.В., Бурцев М.А., Ефремов В.Ю., Мазуров А.А., Мальцев Д.В., Матвеев А.М., Прошин А.А., Толпин В.А., Халикова О.А., Крашенинникова Ю.С.* Возможности работы с долговременным архивом данных спутников LANDSAT по территории России и приграничных стран // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса.* 2012. Т. 9. № 3. С.307–315.
7. *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.
8. *Половицкий И.Я.* Почвы Крыма и повышение их плодородия: Справ. Изд. – Симферополь: Таврия, 1987. 152 с.
9. *Толпин В.А., Лупян Е.А., Барталев С.А., Плотников Д.Е., Матвеев А.М.* Возможности анализа состояния сельскохозяйственной растительности с использованием спутникового сервиса «ВЕГА» // *Оптика атмосферы и океана.* 2014. Т. 27. № 7 (306). С. 581–586.

Management of ground and remote sensing data for remote monitoring of vineyards

E.A. Rybalko¹, N.V. Baranova¹, E.A. Loupian², V.A. Tolpin², A.V. Kashnitskiy²,
I.A. Uvarov², Yu.S. Krasheninnikova², V.I. Ivanchenko³

¹ Magarach National Research Institute for Vine and Wine, Yalta 298600, Russia

E-mail: agroeco-magarach@yandex.ru

² Space Research Institute RAS, Moscow 117997, Russia

E-mail: smis@smis.iki.rssi.ru

³ Academy of Bioresources and Environmental Management of Vernadsky

Crimean Federal University, Simferopol 295492, Russia

E-mail: rectorat@abip-cfu.crimea-ru.com

Control of the territories occupied by vineyards, as well as any agricultural land, is often quite difficult due to the lack of information on land use. It should also be taken into consideration that various natural processes and human activities can change the boundaries of vineyards, soil characteristics and vegetation conditions from site to site. The above and other factors require objective and up-to-date information for efficient viticulture, including: work planning, yield improvement, costs reduction and profitability increase. This entails solving the optimization problem of vineyards placement, monitoring the state of plants, dynamics of their grow areas, control of their condition, yield monitoring and forecasting. All these tasks require up-to-date and objective information that cannot be obtained unless using modern technologies for observation of spatially distributed objects. Among these technologies is satellite remote sensing that is rapidly developing in recent years and is being increasingly used in croplands monitoring today. Obviously, specific agriculture remote sensing applications demand development of special methods and approaches. In 2015, Magarach National Research Institute for Vine and Wine and Space Research Institute RAS, with the support of the Russian Foundation for Basic Research, launched a project to develop methods and approaches for remote monitoring of vineyards. An important stage of the project is testing the developed solutions based on integrated use of satellite and ground information. Under the project, creation of a specialized experimental site is envisaged to ensure information flow for verification of satellite data processing methods and testing the technique of using the obtained information for vineyard monitoring. In 2015, creation of this site and development of technologies of integrated analysis of various satellite data started. This paper describes a system which enables efficient processing of the data collected at the experimental test site aimed at the development of methods for remote monitoring of vineyards.

Keywords: remote sensing methods, remote sensing data, satellite data processing methods, remote monitoring, vineyards, vegetation cover state, geographical information technologies, agroecological conditions

Accepted: 15.12.2015

DOI: 10.21046/2070-7401-2016-13-1-79-92

References

1. Balashov I.V., Bourtsev M.A., Efremov V.Yu., Loupian E.A., Proshin A.A., Tolpin V.A., Postroenie arkhivov rezul'tatov obrabotki sputnikovykh dannykh dlya sistem dinamicheskogo formirovaniya proizvodnykh informatsionnykh produktov (Development of satellite data processing products archives for dynamic derived information products production systems), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2008, Vol. 5, No. 1, pp. 26–31.
2. Balashov I. V., Efremov V.Yu., Loupian E.A., Proshin A.A., Tolpin V.A., Postroenie sistem, obespechivayushchikh dinamicheskoe formirovanie kompleksnykh informatsionnykh produktov na osnove dannykh distantsionnogo zondirovaniya (Development of Remote Sensing Complex Information Products Dynamic Creation Systems), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2009, Issue 6, No. 2, pp. 513–520.
3. Bourtsev M.A., Mazurov A.A., Neishtadt I.A., Proshin A.A., Postroenie arkhiva sputnikovykh dannykh dlya analiza dinamiki rastitel'nosti (Making of the satellite data archive for vegetation dynamics analysis), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2006, Issue 9, No. 1, pp.170–174.
4. Ivanchenko V.I., Alesha A.N., Matchina I.G., Likhovskoi V.V., Oleinikov N.P., Korsakova S.P., Baranova N.V., Rybalko E.A., Tkachenko O.V., *Sostoyanie i perspektiva razvitiya vinogradarstva AR Krym* (Status and prospects of the viticulture development in Crimea), Yalta: «Magarach» institute, 2013, 168 p.
5. Kashnitskiy A.V., Balashov I.V., Loupian E.A., Tolpin V.A., Uvarov I.A., Sozdanie instrumentov dlya udalennoi obrabotki sputnikovykh dannykh v sovremennykh informatsionnykh sistemakh (Development of software tools for satellite data remote processing in contemporary information systems), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2015, Vol. 12, No. 1, pp. 156–170.
6. Loupian E.A., Balashov I.V., Burtsev M.A., Efremov V.Yu., Mazurov A.A., Mal'tsev D.V., Matveev A.M., Proshin A.A., Tolpin V.A., Khalikova O.A., Krasheninnikova Yu.S. Vozmozhnosti raboty s dolgovremennym arkhivom dannykh sputnikov LANDSAT po territorii Rossii i prigranichnykh stran (Opportunities to Work with Long-Term Archive of LANDSAT Satellite Data on the Territory of Russia and Neighboring Countries), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2012, Vol. 9, No. 3, pp. 307–315.

7. Loupian E.A., Savin I.Yu., Bartalev S.A., Tolpin V.A., Balashov I.V., Plotnikov D.E., Sputnikovyi servis monitoringa sostoyaniya rastitel'nosti "VEGA" (Satellite Service for Vegetation Monitoring VEGA), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2011, Vol. 8, No. 1, pp. 190–198.
8. Polovitskii I.Ya., *Pochvy Kryma i povyshenie ikh plodorodiya* (Soils of Crimea and fertility increase: reference), Simferopol: Tavriya, 1987, 152 p.
9. Tolpin V.A., Loupian E.A., Bartalev S.A., Plotnikov D.E., Matveev A.M., Vozmozhnosti analiza sostoyaniya sel'skokhozyaistvennoi rastitel'nosti s ispol'zovaniem sputnikovogo servisa "VEGA" (Possibilities of agricultural vegetation condition analysis with the "VEGA" satellite service), *Atmospheric and Oceanic Optics*, 2014, Vol. 27, No. 7 (306), pp. 581–586.