

# Возможности анализа архивов спутниковых данных для выбора годов аналогов в системе дистанционного мониторинга сельскохозяйственных земель агропромышленного комплекса (СДМЗ АПК)

В.А. Толпин, С.А. Баргалева, А.М. Матвеев, Е.А. Лупян

*Институт космических исследований РАН  
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32  
E-mail: [info@smis.iki.rssi.ru](mailto:info@smis.iki.rssi.ru)*

В работе рассматриваются вопросы, связанные с выбором на основе спутниковых данных годов, в которых развитие сельскохозяйственных культур происходило подобным образом (годы-аналоги). В работе описан блок СДМЗ АПК, предназначенный для решения данной задачи, который обеспечивает работу с интегрированной информацией, полученной на основе спутниковых данных. В ней описаны основные задачи, стоящие перед системой обработки, архивации и представления данных, необходимых для выбора года аналога. Описаны основные типы информации, используемые в блоке, и автоматизированная технология их получения и архивации. В работе описаны также основные типы интерфейсов, обеспечивающие возможность проведения анализа данных и установки года аналога.

**Ключевые слова:** дистанционное зондирование, система сельскохозяйственного мониторинга, год аналог, анализ данных.

## Введение

СДМЗ АПК РФ создается для обеспечения информационной поддержки работ Министерства сельского хозяйства РФ. Основной задачей системы является получение объективной информации о состоянии сельскохозяйственных земель и их использовании. Достаточно подробно основные цели, задачи и структура системы описаны в работах [1-4].

Одной из основных задач систем мониторинга сельскохозяйственной деятельности является оценка состояния и урожайности сельскохозяйственных культур. Достаточно распространенный метод получения таких оценок - метод года аналога.

Метод года аналога основывается на сравнении динамики состояния растительности в различные годы и поиске года, развитие растительности в котором, приближенно к исследуемому году. Выбор года аналога, в ряде случаев, позволяет оценить возможную урожайность культур в текущем сезоне на основе статистических данных, предполагая динамику развития культур подобно году аналогу и имея статистику урожайности года аналога. Метод оценки урожайности по году аналогу используется в настоящее время во многих системах мониторинга сельскохозяйственной деятельности. Основными задачами такого метода является:

- анализ условий развития сельскохозяйственной растительности в различных регионах в текущем году;
- анализ исторических данных для выбора года аналога;
- предоставление оценок по ожидаемой урожайности с использованием данных об урожайности различных культур, которые наблюдались в годе аналоге.

Для использования метода года аналога необходимо иметь набор данных по одной территории за как можно больший промежуток времени и соответствующий ему набор статистических данных для той же территории. В качестве статистических данных в СДМЗ АПК

используются данные об урожайности культур в разрезе субъектов РФ и их районов, получаемые из официальной статистики. Естественно, что выбор года аналога на основе спутниковых данных в этом случае также приходится осуществлять в разрезе субъектов РФ и их районов, т.е. должна быть организована работа с информацией, усредненной в рамках этих территорий.

### Данные для выбора года аналога и принципы его выбора

Выбор года-аналога в СДМЗ АПК естественно осуществлять на основе анализа характеристик, отражающих состояние и динамику растительности на наблюдаемых территориях. Одной из наиболее часто используемых характеристик состояния растительности, получаемых на основе данных спутниковых наблюдений, является нормализованный вегетационный индекс NDVI [4, 5]. Анализ состояния этого индекса и его временной динамики для различных типов растительности и используется в СДМЗ АПК при решении задачи выбора годов-аналогов.

**NDVI** (Normalized Difference Vegetation Index) - нормализованный вегетационный индекс - простой показатель количества фотосинтетически активной биомассы, который является одним из самых распространенных и используемых индексов для решения задач, использующих количественные оценки растительного покрова. **NDVI** вычисляется по следующей формуле:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

где, **NIR** - отражение в ближней инфракрасной области спектра (841-876 нм) и **RED** - отражение в красной области спектра (620-670 нм). Данный индекс оценивается на основе данных дистанционного зондирования и, в простейшем варианте, не требует кроме спутниковых данных никакой дополнительной информации.

Поскольку вычисление вегетационного индекса основано на использовании информации видимого и ближнего инфракрасного канала, то на возможность его наблюдения сильно влияет состояние атмосферы (облачность, сильная дымка и т.д.). Поэтому в случае, когда необходимо анализировать временной ход вегетационного индекса, нужно использовать или пространственно усредненные данные или временные свободные от облачности композиты, полученные на основе разновременных данных. В тоже время, следует отметить, что динамика сельскохозяйственной растительности достаточно большая, особенно в периоды весеннего роста (фаза активного роста может составлять всего 2-3 недели), поэтому при использовании временного накопления данных время накопления не может быть значительным, с другой стороны, достаточно большой процент времени регионы РФ закрыты облачностью, что не позволяет, гарантировано, построить безоблачные композиты за короткие промежутки времени.

В настоящее время в СДМЗ АПК используются композитные карты NDVI, при построении которых использовалось недельное накопление данных. Для построения этих карт используются алгоритмы фильтрации помех, облачности и теней, разработанные в ИКИ РАН [6].

Как уже отмечалось выше, данные официальной статистики, использующиеся при анализе и прогнозе урожайности, получаются по субъектам РФ и административным районам, поэтому анализ поведения вегетационного индекса для выбора года аналога, также проводится в СДМЗ АПК на основе данных, усредненных по этим территориям. Следует отметить, что разные типы растительности имеют разную динамику (см., например, рис. 1), и, производя усреднения по произвольным территориям, не учитывая типы растительности мы будем получать некоторую среднюю картину, которая не всегда объективно будет отражать состояние и динамику конкретных культур. Анализ средних индексов, полученных для разных типов территорий, может позволить провести более качественное сопоставление данных за различные годы и осуществление выбора года аналога. Поэтому для проведения детального анализа в СДМЗ АПК используются вегетационные индексы, усредненные по площадям, занятым различными типами растительности, такими как:

- пахотные земли;
- земли, занятые озимыми;
- земли свободные от леса, но не являющиеся пахотными;
- площади, занятые различным типом леса.

Маски соответствующих типов земель также строятся на основе спутниковых данных на основе методик и алгоритмов описанных в [7-10]. Следует отметить, что данные маски периодически уточняются. Например, маски озимых уточняются ежегодно.

Для расчета среднего значения из исходных данных выделяются только данные по конкретному региону, попадающие в заданную маску. Это позволяет анализировать динамику различных типов растительности.

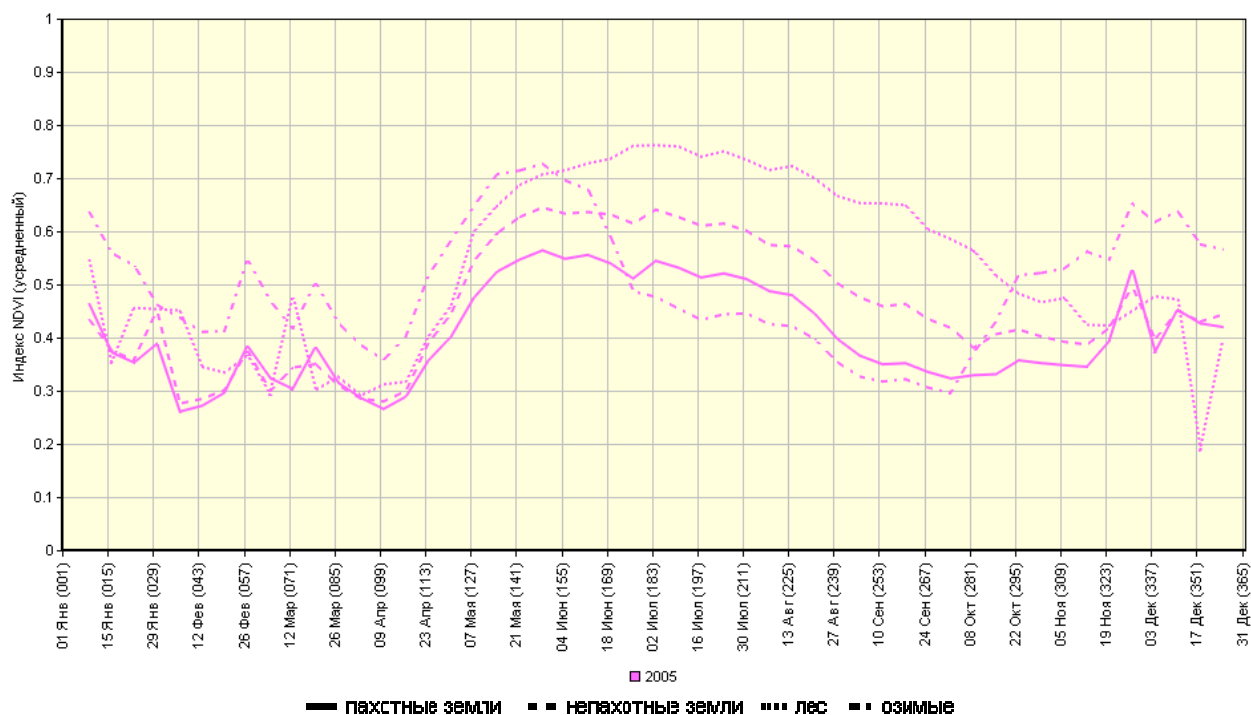


Рис. 1. Ход индекса NDVI, усредненного по различным маскам на примере Ростовской области

Усредненные значения вегетационного индекса NDVI по региону является интегральной характеристикой, анализ динамики которой позволяет оценивать состояние и развитие сельскохозяйственных культур данного региона. Полученные средние значения вегетационных индексов для различных территорий заносятся в базу данных для дальнейшего использования при анализе и выборе года аналога.

Для проведения анализа и выбора года аналога необходимо сначала подготовить набор данных для региона, который анализируется. Набор данных представляет собой временные ряды усредненного индекса NDVI по возделываемым землям за различные годы. Каждый временной ряд состоит из точек, которые рассчитываются путем усреднения данных из 7-дневных композитов NDVI по регионам и районам. Из-за того, что в качестве исходных данных для усреднения используются композитные изображения, где сводятся к минимуму потери данных из-за облаков, на некоторых участках изображений данные могут отсутствовать. На отсутствие данных также влияет снежный покров. При частичном покрытии региона, например облачностью, усредненный индекс для всего региона, на самом деле, представляет собой только усредненный индекс для безоблачной части. Для того чтобы учесть фактор неполного покрытия региона, используются данные о количестве точек всего региона в маске усреднения. Для каждого региона

и района есть данные о количестве точек в масках усреднения для всех типов земель, а также данные о количестве точек, участвующих при расчете среднего индекса NDVI. Таким образом, используя пороговый алгоритм можно задать необходимый процент данных, достаточных для того чтобы выборка была репрезентативна.

Выбор года аналога осуществляется на основе совместного анализа хода накопленных усредненных по разным регионам и типам растительности данных. Совместный анализ данных для различных типов территорий (см., например, на рис. 2) позволяет выбрать год, в котором ход индекса NDVI наиболее близко соответствует анализируемому (текущему) году.

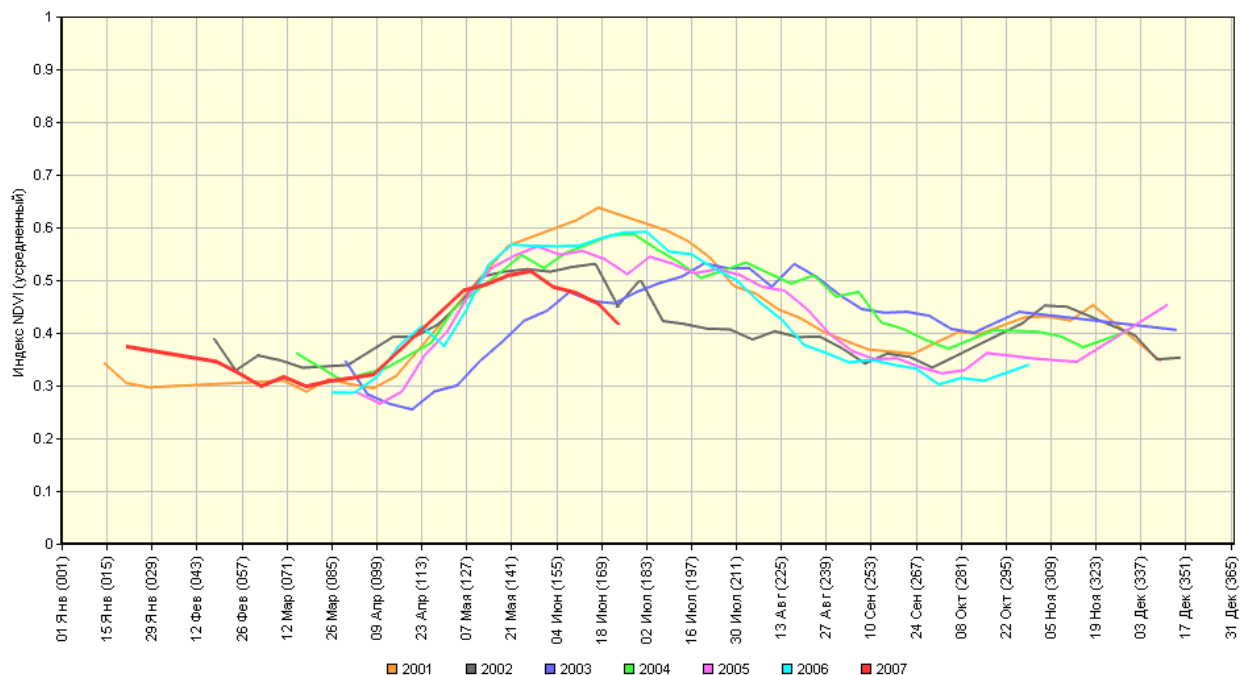


Рис.2. Пример сравнительного хода индекса NDVI (только пахотные земли) за разные года для Ростовской области

Однако, понятие «наиболее близко» отнюдь не означает полное геометрическое подобие, так как для анализа развития растительности главной может являться только какая-то часть ряда, а не весь ряд, например, только часть, где происходит активный рост растительности и, соответственно, NDVI нарастает. Поэтому, для выбора года аналога могут быть предложены различные методы. Также, кроме непосредственно анализа хода индекса NDVI при выборе года аналога можно дополнительно использовать данные о метеорологической обстановке.

### Построение архивов для анализа

Для того, чтобы проведение совместного временного анализа было возможно - необходимо иметь архив исторических данных и систему оперативного получения и обработки текущих данных. В СДМЗ АПК имеются различные виды архивов данных [11], в том числе специализированный архив, в котором хранится информация, необходимая для проведения анализа и выбора года аналога, а также для осуществления оценки урожайности.

В качестве основных оперативных спутниковых данных в СДМЗ АПК, в настоящее время, используются данные прибора MODIS, установленного на спутниках Terra и Aqua, поступающие в систему как со станций приема, так и из центра архивации данных Геологической службы США (USGS) [12].

Прибор MODIS выполняет съемку в 36 спектральных каналах видимого и инфракрасного диапазона длин волн с пространственным разрешением 250м, 500м и 1км [13-16] и обеспечивает ежедневное получение данных наблюдений для любого региона России. Используются продукты данных спутниковых наблюдений, полученных в красном (620-670 нм) и ближнем инфракрасном (841-876 нм) каналах с пространственным разрешением 250 метров (продукт MOD09GQK, получаемый из USGS), данных измерений в каналах голубого (459-479 нм) и среднего инфракрасного диапазонов (1628-1652 нм) длин волн, а также ряда других каналов, пространственное разрешение которых составляет 500 метров (MOD09GHK, получаемый из USGS). Кроме того, используются продукты данных, содержащие информацию о положении спутника и Солнца (MODMGGAD), а также служебную информацию (MOD09GST, получаемый из USGS). Данные находятся в синусоидальной проекции [17].

В ИКИ РАН разработана автоматизированная система получения, обработки и формирования архивов данных ежедневных наблюдений Terra-MODIS [11,18-20]. К настоящему времени сформирован архив данных ежедневных наблюдений практически на всю территорию России с 2001 года по настоящее время. Архив ежедневно автоматически пополняется. По мере поступления в архив исходные данные автоматически проходят предварительную обработку, во время которой производится отбраковка и очистка данных (удаляются некачественные данные на краю скана, детектируются и удаляются облака, тени от облаков). На основе данных, прошедших эту обработку, строятся безоблачные композиты, свободные от снега, облаков, теней и других помех. На основе безоблачных композитов строятся карты индекса NDVI, которые помещаются в архив тематически обработанных данных, а затем производится их усреднение по регионам.

В СДМЗ АПК реализована специальная система обработки и хранения карт NDVI [11], которая позволяет проводить статистическую обработку различных областей или районов. В ее основе лежит использование принципа «мозаики» для обработки и хранения карт. Принцип «мозаики» состоит в том, что изображение разбивается на мелкие кусочки с географическим размером 1x1 градус, и все операции производятся уже с каждым кусочком отдельно, а потом нужная часть изображения получается сложением необходимых кусочков в заданном порядке [21]. Таким образом, любая часть карты может быть обработана независимо. При этом, если регион лежит на стыке нескольких частей мозаики (гранул), то предварительно производится склейка композитных карт NDVI этих гранул. Использование специальной системы хранения и обработки делает систему более гибкой и масштабируемой.

После получения карт NDVI производится их усреднение по регионам и районам, а также для различных типов растительности. Полученные значения NDVI помещаются в архив для дальнейшего анализа и выбора года аналога.

Для проведения оценок различных параметров после выбора года аналога необходимо иметь архив статистических данных. В СДМЗ АПК в качестве статистических данных используются данные об урожайности в регионах и районах РФ.

Кроме то, в СДМЗ АПК имеется интерактивный доступ к архиву климатических данных. Эти метеоданные могут быть дополнительно использованы при выборе года аналога. Архив находится в Геофизическом центре РАН и является одним из узлов глобальной вычислительной сети GRID. Архив содержит данные NCEP/NCAR [22] (Национального центра прогнозирования окружающей среды и Национального центра атмосферных исследований США). Архив основан на численном моделировании погоды и содержит данные, привязанные к фиксированной координатной сетке, вычисляемые с постоянным шагом по времени. Модель использует процедуры сбора данных для включения данных наблюдений в результаты моделирования для создания целостной картины окружающей среды. В архиве доступны данные за период с 1949 года по текущее время, а также прогноз на неделю. Данные находятся в узлах регулярной сети с пространственным шагом  $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$  с временной частотой 6 часов, данные за текущий и прошлый год, а также прогноз находятся на сетке  $1^{\circ} \times 1^{\circ}$  с временной частотой также 6 часов. Созданный в Геофизическом центре РАН кластер параллельных баз данных по реанализу погоды является

одним из узлов глобальной вычислительной сети GRID и может предоставлять данные для расчетов на других узлах GRID. Также Геофизическим центром РАН разработана технология параллельного извлечения данных и выявления изменений в очень больших архивах климатических данных, что позволяет использовать интерактивный доступ к архиву и получать только необходимые данные.

### Выбор года-аналога

Задача установки года аналога для всех регионов является задачей непростой и трудоемкой. В разных регионах, в зависимости от их географического расположения, ход индекса NDVI ведет себя по-разному и может быть более выраженным или менее выраженным за счет разного динамического диапазона изменения индекса NDVI, что в свою очередь связано с особенностями климата и почв в регионе. Использование маски различных типов земель позволяет облегчить эту задачу, за счет того, что из фоновой растительности, такой как лес и дикая растительность, выделяются только земли занятые сельскохозяйственными культурами. Это увеличивает динамический диапазон изменения индекса NDVI и делает его ход более выраженным, что облегчает дальнейший анализ.

Выбор года аналога в СДМЗ АПК осуществляется двумя способами:

- интерактивный анализ;
- автоматический выбор.

*Интерактивный анализ* предусматривает непосредственное участие пользователя в процессе анализа и выбора года аналога. Пользователь, имея перед собой совмещенные графики хода NDVI за различные года, проводит визуальный анализ и выставляет год аналог. Из-за этого задача выбора года аналога для всех регионов и районов РФ является довольно трудоемкой и требует много времени. Кроме того, пользователь выбирает тот или иной года аналог, основываясь на своих предположениях и выводах, и тем самым его решение является субъективным, что может являться источником ошибки. В связи с этим, в СДМЗ АПК был введен автоматический способ выбора года аналога.

*Автоматический* выбор года аналога предполагает полное отсутствие или минимальное вмешательство пользователя в ход выбора года аналога. Для того чтобы было возможно использовать автоматический анализ, исходные ряды данных необходимо дополнительно подготовить. В результате использования порогов при формировании ряда данных и при наличие большой облачности в течении долгого периода происходит потеря данных. Из-за потери данных полностью или частично, временной ряд NDVI получается не регулярный и требуется его восстановление. Восстановление ряда производится с помощью аппроксимации полиномами. Степень полинома устанавливается такой, чтобы невязка с реальными точками ряда была минимальна. Кроме восстановления потерянных данных, также, необходимо совмещение графиков за различные года, так как начало развития растительности происходит в разное время, что обусловлено различием метеорологических условий, пример на рис. 3.

Для того чтобы автоматически определить год аналог, необходимо выбрать метод, который бы с приемлемой точностью выбирал бы год аналог. Выбор такого одного метода является сложной задачей и возможно, что для всех регионов единого метода не существует и необходимо использовать разные методы в зависимости от региональных особенностей. На данный момент в СДМЗ АПК используются несколько методов для автоматического выбора года аналога, чтобы впоследствии можно было провести анализ применимости методов к различным территориям и оценить возможности каждого метода. Только после проведения такого анализа можно говорить о том, что можно рекомендовать тот или иной метод для установки годов аналогов автоматически.

В качестве методов выбора года аналога применяются следующие методы:

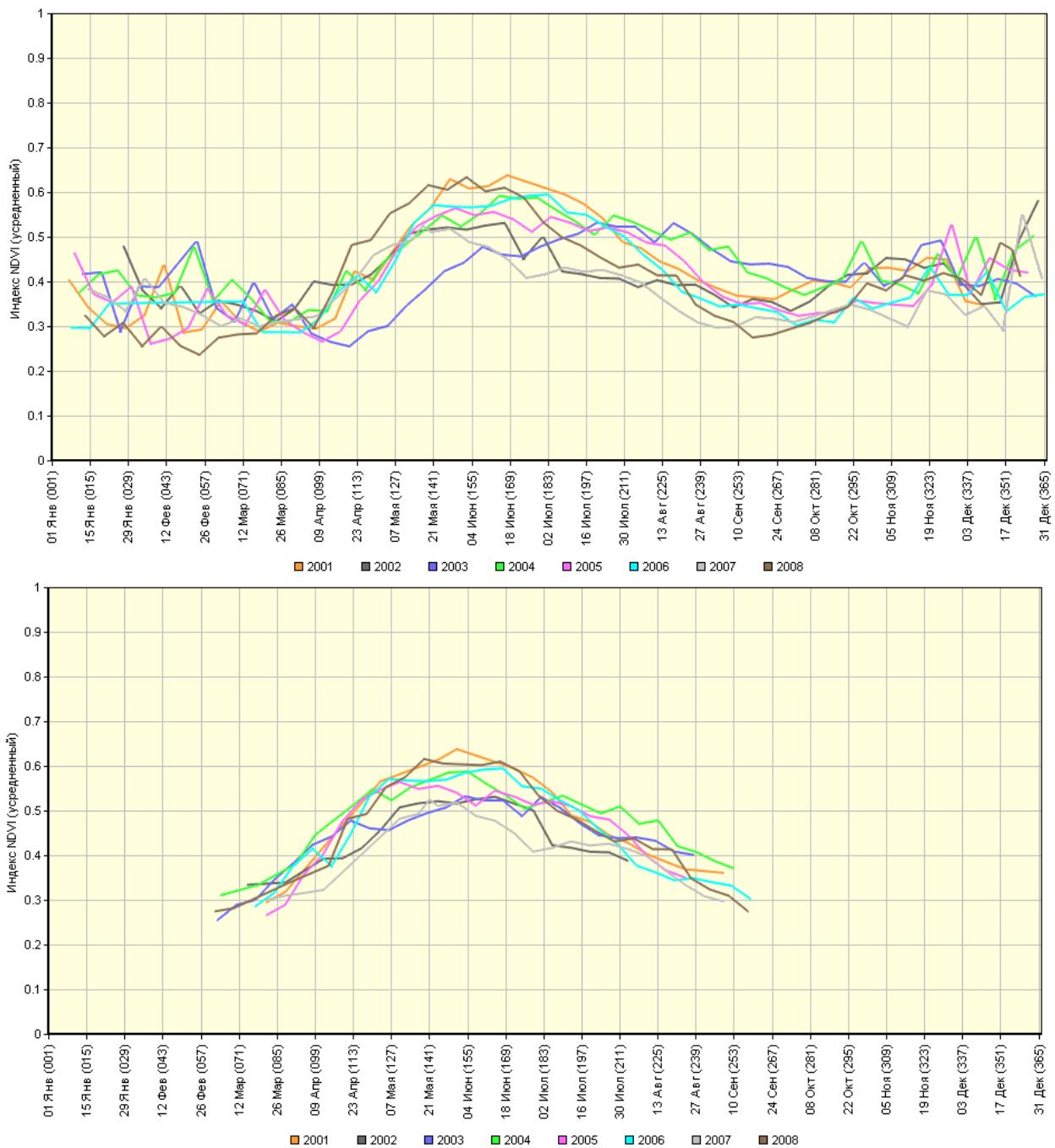


Рис. 3. Пример подготовки данных за разные года для Ростовской области.

На верхнем рисунке - исходные ряды данных, на нижнем рисунке – подготовленные и совмещенные данные (опорные год - 2008)

**Метод невязки.** Все кривые NDVI за разные года "выравниваются по времени" по текущему сезону. Кривые сдвигаются друг относительно друга по времени и при каждом сдвиге считается невязка (сумма квадратов разностей значений в отдельных точках). Сдвиг, при котором "невязка" будет минимальной, берется как сдвиг для выравнивания. У "выровненных" кривых анализируется невязка с текущим годом (за тот период, когда есть данные в текущем году). Год, для которого "невязка" будет минимальной и считается годом аналогом.

**Метод вегетационного сезона.** В данном методе основным критерием является длина вегетационного периода. Для каждого года находится начало и конец вегетационного периода и вычисляется его длина в днях. После этого считается разница длин вегетационного сезона

относительно текущего сезона и таким образом находится год аналог. Данный метод применим только в конце сезона.

*Метод периода роста.* В данном методе основным критерием является период роста. Для каждого года находятся начало вегетационного периода и точка максимума NDVI, период между началом сезона и максимумом NDVI считается периодом роста. После этого считается разница периодов роста для всех годов относительно текущего сезона и таким образом находится год аналог.

*Метод максимума NDVI.* В данном методе для каждого года находится точка максимума NDVI в течение вегетационного сезона. После того, как рассчитаны все точки максимумов, считается разница относительно текущего сезона и, таким образом, находится год, у которого максимум NDVI близок к максимуму текущего сезона, он и выставляется как года аналог.

Значения годов аналогов, рассчитанные всеми методами, как правило, могут не совпадать. Поэтому выбор одного метода для выбора года аналога является непростой задачей и требует дальнейшего анализа.

### Возможности интерфейсов для выбора года аналога

Для выбора года аналога в СДМЗ АПК созданы интерфейсы, которые обеспечивают возможность анализа данных и установки годов аналогов для всех регионов и районов РФ. Основным интерфейсом установки года аналога, в настоящий момент, является интерфейс, в котором производится интерактивный анализ и выбор года аналога. Общий вид интерфейса задания года аналога представлен на рис. 4. Он предоставляет пользователю возможность произвести анализ данных по различным регионам и районам РФ, полученных за разные годы, осуществить выбор года аналога, основываясь на динамике вегетационного индекса по территориям, занятым растительностью различного типа, а также позволяет задавать (изменять) год аналог. Изменения года аналога заносятся в БД и автоматически сразу отражаются на оценке урожайности.



Рис. 4 Общий вид интерфейса задания года аналога



Другой интерфейс (рис. 5), в настоящий момент, позволяет сопоставить выбранный год аналог с годом аналогом, который выбирается автоматически несколькими методами. Он позволяет просматривать результаты автоматического выбора года аналога различными методами и основные расчетные таблицы (рис. 6), на основе которых производится выбор.

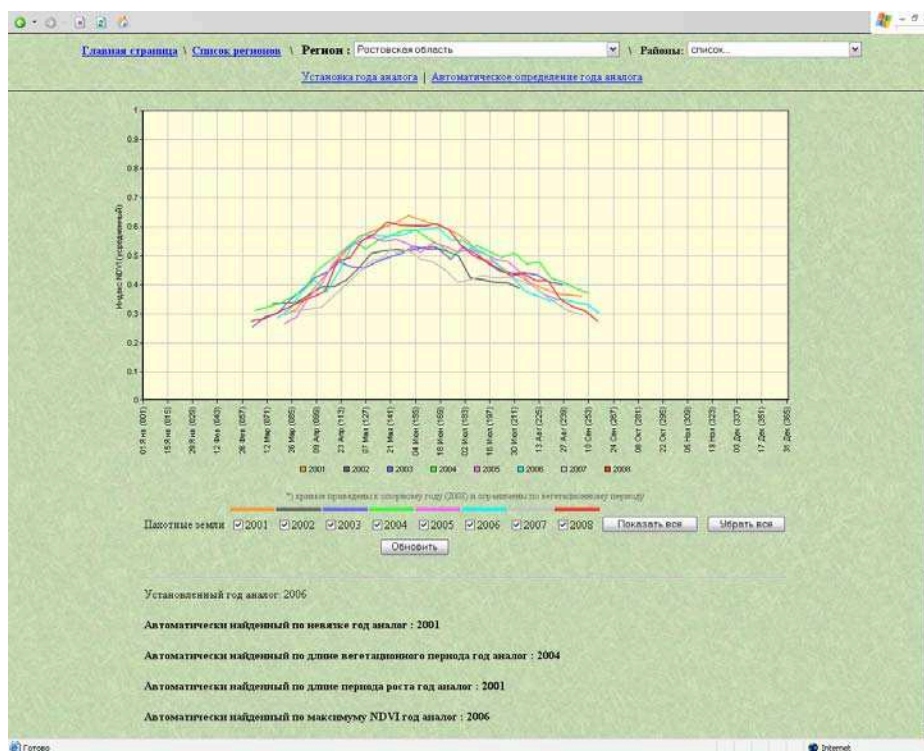


Рис. 5. Общий вид интерфейса автоматического выбора года аналога

	невязка	вегетационный период	период роста	максимум NDVI
2008	0	2008 196	0 2008 77	0 2008 0.615
2001	0.032	2004 189	7 2001 70	7 2006 0.594
2006	0.050	2006 182	14 2002 91	14 2001 0.637
2005	0.218	2003 175	21 2003 91	14 2004 0.587
2004	0.379	2001 168	28 2004 91	14 2005 0.564
2003	0.528	2007 168	28 2006 91	14 2003 0.532
2002	0.623	2005 154	42 2007 60	17 2002 0.531
2007	0.998	2002 140	56 2005 49	28 2007 0.524

Рис. 6. Пример расчетных таблиц для автоматического выбора года аналога

На данном этапе, автоматически выбранный год аналог только показывается в интерфейсе пользователю как дополнительная информация при выборе и установке года аналога. После проведения анализа работы всех методов автоматического выбора года аналога для различных регионов и их эффективности планируется создание полностью автоматического выбора года аналога.

В заключение отметим, что в настоящий момент, в СДМЗ СПК основным методом установки года анализа является интерактивный метод анализа временных рядов NDVI. Для полностью автоматической установки года аналога проводятся дополнительные исследования. Следует отметить, что для создания единого алгоритма, возможно, необходимо попытаться сгруппировать все регионы и районы в группы со схожими особенностями поведения хода индекса NDVI и выбрать метод, который будет устойчиво работать в рамках каждой группы. Если удастся выбрать такой метод для каждой группы, то можно попытаться сформулировать единый алгоритм для всех регионов, который, учитывая особенности каждого региона, будет автоматически выбирать год аналог.

Таким образом, блоки в СДМЗ АПК, которые отвечают за подготовку данных и выбор года аналога, продолжают развиваться и модернизироваться.

## Литература

1. *Лузян Е.А., Барталев С.А., Мельник Н.Н., Темников В.Н.* Состояние и перспективы развития Российской системы спутникового мониторинга сельскохозяйственных земель. // Тезисы докладов Третьей всероссийской конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса» Москва, ИКИ РАН, 14-17 ноября 2005 г. С.9.

2. *Барталев С.А., Лузян Е.А., Нейштадт И.А., Савин И.Ю.* Дистанционная оценка параметров сельскохозяйственных земель по спутниковым данным спектрорадиометра MODIS // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных объектов и явлений. Сб. научн. статей. М.: GRANP polygraph, 2005. Т. II. С. 228-236.

3. *Нейштадт И.А., Барталев С.А., Ершов Д.М., Лузян Е.А., Савин И.Ю.*, Алгоритмы анализа данных спутниковых наблюдений TERRA-MODIS для мониторинга сельскохозяйственных земель // Геоинформатика. Международная научно-техническая конференция, посвященная 225-летию МИИГАиК, Москва, 2004. С.205-209.

4. *Толпин В.А., Барталев С.А., Бурцев М.А., Ефремов В.Ю., Лузян Е.А., Мазуров А.А., Матвеев А.М., Прошин А.А., Флитман Е.В.*, Оценка состояния сельскохозяйственных культур на основе межгодовой динамики с использованием данных MODIS // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных объектов и явлений. Сб. научн. статей. М.: ООО «Азбука-2000», 2007. Вып. 4. Т. II. С. 380-389.

5. *Нейштадт И.А., Барталев С.А., Ершов Д.М., Лузян Е.А., Савин И.Ю.* Алгоритмы анализа данных спутниковых наблюдений TERRA-MODIS для мониторинга сельскохозяйственных земель // Геоинформатика. Международная научно-техническая конференция, посвященная 225-летию МИИГАиК, Москва, 2004. С.205-209.

6. *Нейштадт И.А.* Построение безоблачных композитных спутниковых изображений MODIS для мониторинга растительности // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных объектов и явлений. Сб. научн. статей. М.: ООО «Азбука-2000», 2006. Т. II. С. 359-365.

7. *Барталев С.А., Лузян Е.А., Нейштадт И.А.*, Метод выявления используемых пахотных земель по данным дистанционного зондирования со спутников. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии

мониторинга окружающей среды, потенциально опасных объектов и явлений. Сб. научн. статей. М.: ООО «Азбука-2000», 2006. Т. II. С. 271-280.

8. *Барталев С.А., Лупян Е.А., Нейштадт И.А., Савин И.Ю.* Классификация некоторых типов сельскохозяйственных посевов в южных регионах России по спутниковым данным MODIS // Исследование Земли из космоса, 2006. № 3. С. 68-75.

9. *Плотников Д.Е., Барталев С.А., Лупян Е.А.,* Метод детектирования летне-осенних всходов озимых культур по данным радиометра MODIS // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных объектов и явлений. Сб. научн. статей. М.: ООО «Азбука-2000», 2008. Вып. 5. Т. II. С. 322-330.

10. *Барталев С.А., Белвард А.С., Еришов Д.В.* Новая карта типов земного покрова бореальных экосистем Евразии по данным SPOT 4-VEGETATION // Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении и лесном хозяйстве: Доклады 3-ей Всероссийской конференции, посвященной памяти Г.Г. Самойловича. Москва, 18-19 апреля 2002. С. 30-34.

11. *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: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных объектов и явлений. Сб. научн. статей. М.: ООО «Азбука-2000», 2006. Т. I. С. 170-174.

12. LP DAAC Home Page - <http://lpdaac.usgs.gov/>

13. *Justice C.O., Townshend J.R.G., Vermote E.F. et al.,* An overview of MODIS Land data processing and product status // Remote Sensing of Environment, 2002, №83. P.3-15.

14. *Barnes W.L., James J., Guenther B., Salomonson V.V., Xiong X.,* On-orbit performance of the Earth Observing System Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer; first year of data // Remote Sensing of Environment, 2002, №83. P.16-30.

15. Earth Observation System (EOS) Data Products Handbook, Eds.: Closs J., King M.D., Spangler S., Greenstone R. // NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt Maryland, 2003. Vol. I. 258 p.

16. EOS Reference Handbook, Eds.: Greenstone R., King M.D. // NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt Maryland, 1999. 361 p.

17. *Karen A.M., Seong J.C., Usery L.E.,* The sinusoidal projection: a new importance in relation to global image data // The Professional Geographer, 2002, №54. P.218-225.

18. *Барталев С.А., Бурцев М. А., Еришов Д.В., Ефремов В.Ю., Ильин В.В., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Мельник Н.Н., Нейштадт И.А., Полищук А.А., Столпаков А.В., Прошин А.А., Темников В.А., Флитман Е.В.* Система автоматизированного сбора, обработки и распространения спутниковых данных для мониторинга сельскохозяйственных земель // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных объектов и явлений. Сб. научн. статей. М.: GRANP polygraph, 2005. Т. I. С. 131-139.

19. *Лупян Е.А., Мазуров А.А., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Флитман Е.В.,* Универсальная технология построения систем хранения спутниковых данных // Препринт ИКИ РАН. Пр-2024. М. 2000. 22 с.

20. *Ефремов В.Ю., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Прошин А.А., Флитман Е.В.,* Технология построения автоматизированных систем хранения спутниковых данных // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных объектов и явлений. Сб. научн. статей. М.: ООО "Полиграф сервис", 2004. С. 437-443.

21. *Ефремов В.Ю., Крашенинникова Ю.С., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Прошин А.А., Флитман Е.В.* Оптимизированная система хранения и представления географически привязанных спутниковых данных // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных объектов и явлений. Сб. научн. статей. М.: ООО «Азбука-2000», 2007. Вып. 4. Т. I. С. 125-134.

22. *Kalnay, E., et al.* The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. Bull 1996, 437-471; Web site: <http://www.cdc.noaa.gov/cdc/reanalysis>

# **Analysis possibilities of satellite data archives for analog year selection in agricultural croplands remote sensing monitoring system**

**V.A. Tolpin, S.A. Bartalev, A.M. Matveev, E.A. Loupian**

*Space Research Institute of RAS*

*E-mail: [info@smis.iki.rssi.ru](mailto:info@smis.iki.rssi.ru)*

The questions, connected with a choice of analog year in agricultural croplands remote sensing monitoring system (SDMZ), are considered in this work. The analog year – year in which vegetation growth occurs in a similar way as in current year. The SDMZ block, which works with analog years, is described in this paper. This block works with integrated information calculated from satellite data. The primary tasks for processing, archiving and the data presentation subsystems necessary for a choice of analog year are described. The basic types of the information used in this block, and the automated technology of their producing and archiving are described. The basic types of interfaces providing possibilities of carrying out of the analysis and selection of analog year are also described.

**Keywords:** remote sensing, agricultural monitoring system, analog year, data analysis.