

Возможности удаленной работы с данными системы дистанционного мониторинга сельскохозяйственных земель МСХ РФ

Ю.М. Акаткин¹, В.Ю. Ефремов², Е.А. Лупян², А.А. Полищук³,
А.А. Прошин², В.А. Толпин², Е.В. Флитман²

¹ *Министерство сельского хозяйства РФ
107139 Москва, Орликов пер., 1/11
E-mail: info@econ.mcx.ru*

² *Институт космических исследований РАН
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
E-mail: info@smis.iki.rssi.ru*

³ *Главный вычислительный центр МСХ РФ
117218, Москва, ул. Кржижановского, д.15 к.1
E-mail: info@gvc.ru*

В работе рассматриваются вопросы организации доступа к данным пользователей системы дистанционного зондирования земель Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (СДМЗ МСХ РФ). В ней описаны основные задачи системы, информация, формируемая в системе и схема предоставления информации пользователям. Описаны основные возможности информационного сервера системы. Описаны основные типы интерфейсов, обеспечивающие не только возможность получения данных, но и проведение их анализа.

Введение

СДМЗ МСХ РФ [1-5] создается для обеспечения информационной поддержки работы министерства сельского хозяйства РФ. Основной задачей системы является получение объективной информации о состоянии сельскохозяйственных земель и их использовании. Информация, предоставляемая системой, должна использоваться для решения, в частности, следующих задач:

- анализа и контроля использования земель сельскохозяйственного назначения, в том числе учета пахотных земель;
- осуществления оперативного контроля над состоянием посевов сельскохозяйственных культур;
- оценки и прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур;
- мониторинга хода производственных процессов, в том числе темпов уборки урожая;
- контроля состояния пастбищ различных типов и сенокосов;
- выявления и прогнозирования процессов деградации сельскохозяйственных земель и неблагоприятных экологических явлений, связанных с сельскохозяйственным производством;
- мониторинга фитосанитарной обстановки (обнаружение признаков поражения сельскохозяйственных культур и ареалов распространения вредителей).

Система обеспечивает сбор, обработку, архивацию и предоставление данных дистанционного зондирования и результатов их обработки по сельскохозяйственным землям на всей территории России. Одной из важных задач системы является организация оперативного предоставления информации пользователям. Следует отметить, что система ориентирована на возможность обеспечения информацией достаточно широкого круга пользователей от специалистов МСХ РФ до отдельных сельхозпроизводителей. Поэтому, при создании системы были выбраны решения, обеспечивающие доступ к информации удаленным пользователям. В частности, для организации дос-

тупа и информации, предоставляемой системой, создан специализированный информационный сервер (<http://www.agrocosmos.gvc.ru>). В настоящей работе описываются выбранные решения, использующиеся в настоящее время для организации доступа пользователей к информации, основные возможности получения и анализа информации, а также основные функциональные возможности информационного сервера системы и реализованных на нем интерфейсов для получения и анализа данных.

Типы информации и ее представление

Вся информация в системе структурно разделена и для удобства сгруппирована по разделам. Информацию условно можно разделить на два типа:

- обзорная информация по областям и районам;
- региональная информация.

Обзорная информация позволяет наглядно визуально оценить пространственное распределение того или иного параметра, а также содержит дополнительную информацию в виде карт различных земель, оперативных карт облачности и базовой картографии. В интерфейсе обзорная информация представлена в виде статических карт определенных регионов и динамического картографического интерфейса. Динамический картографический интерфейс позволяет комбинировать различную информацию по произвольному региону и анализировать ее временное изменение.

Региональная информация представляет собой более детальную информацию по конкретному региону, в частности, результаты обработки спутниковых данных, статистической информации по урожайности региона, метеоданные по региону и др. Региональная информация представлена как в виде карт, так и в виде различных графиков и таблиц для заданного региона.

Система предлагает пользователю различные типы и виды информации в зависимости от назначения и формы представления.

Основные виды информации по ее форме представления следующие:

- графическая – карты (растровые и векторные);
- числовая в виде графиков;
- числовая в виде текстовых данных (таблицы).

Графическая информация в системе представлена статическими и динамическими данными. Статистические данные – данные, которые не изменяются со временем или изменяются чрезвычайно незначительно, например базовая картографическая информация, подложки, карты растительности и полей. Статическая картографическая информация добавляется в систему по мере появления изменений или новых версий в ручном режиме. Динамическая информация в системе представлена в виде различных карт NDVI, карт облачности, псевдоцветных изображений и т.д. Динамическая информация может представлять собой как результаты обработки отдельных сеансов, так и композитные данные, полученные на основе информации, собранной за некоторый промежуток времени.

Для ускорения работы с растровой информацией (изображениями), полученной на основе обработки спутниковых данных, используется специальная технология хранения и представления информации [6, 7]. Следует отметить, что эта технология позволяет не только предоставлять пользователям заранее заготовленные продукты, но и формировать часть продуктов «на лету» по запросу пользователей (в частности строить различные композитные изображения).

Следует особо отметить, что система предоставления данных рассчитана на то, что в СДМЗ МСХ РФ постоянно (ежедневно) поступают новые данные. Эти данные автоматически усваиваются в системе хранения, с которой в дальнейшем и работает система представления данных. Общая схема получения и представления данных в СДМЗ МСХ РФ представлена на рис. 1.

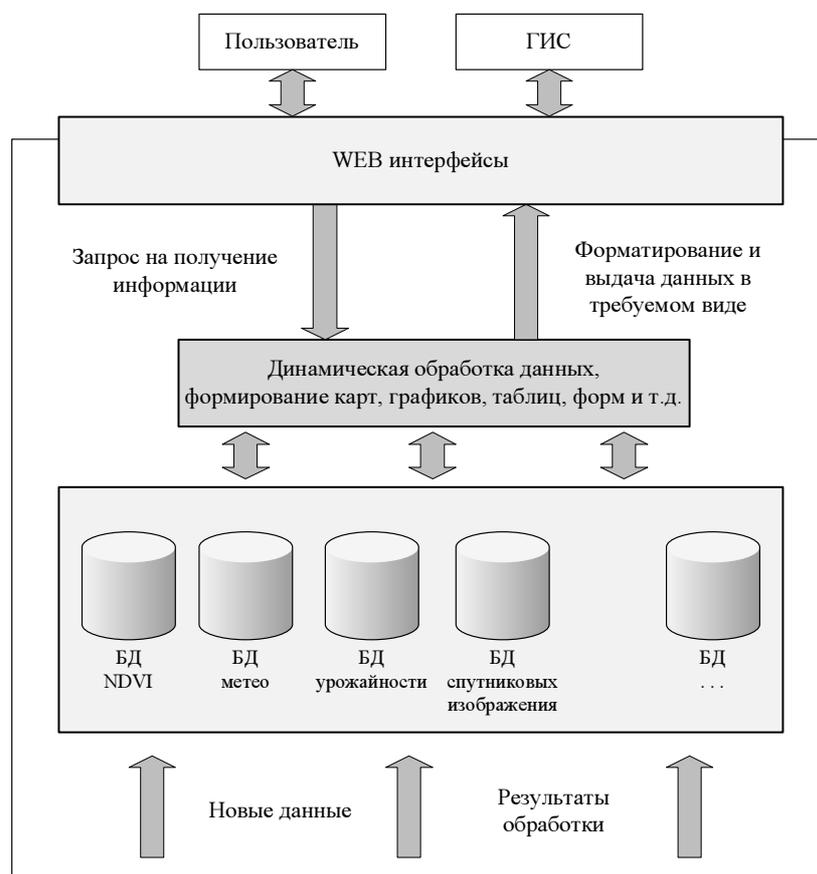


Рис. 1. Общая схема потоков данных

Следует особо отметить, что система хранения (система БД) отвечает только за организацию хранения и автоматического усвоения данных, а все необходимые действия по представлению и анализу данных выполняют серверные части интерфейса по мере получения запроса пользователя на представление информации. Формы представления информации могут быть в любой момент добавлены или изменены без вмешательства в систему хранения и обработки данных. Вся необходимая обработка данных и их анализ происходит «на лету», и информация сразу отдается пользователю без последующего помещения ее в архив или кэш.

Задачи и возможности интерфейса

Возможности и задачи различных частей интерфейса отличаются в зависимости от их назначения и формы представления.

Для работы с обзорными данными существует динамический картографический интерфейс, пример которого приведен на рис. 2. Он позволяет оценить и проанализировать пространственно-временные изменения параметров, а так же подготовить карты с различным картографическим наполнением для произвольного региона. Одно из его основных его достоинств – работа с произвольным регионом интереса и возможность одновременно сочетать различные виды данных для их анализа, что позволяет просто и наглядно представлять различную информацию.

Картографический интерфейс имеет все возможности динамического управления картой, а именно: увеличение масштаба, уменьшение масштаба, сдвиг карты, увеличение до выбранного региона, получение дополнительной информации по клику. Для удобства изучения конкретных регионов в интерфейсе есть меню, при выборе в котором нужного региона масштаб карты автоматически изменяется для отображения этого региона.

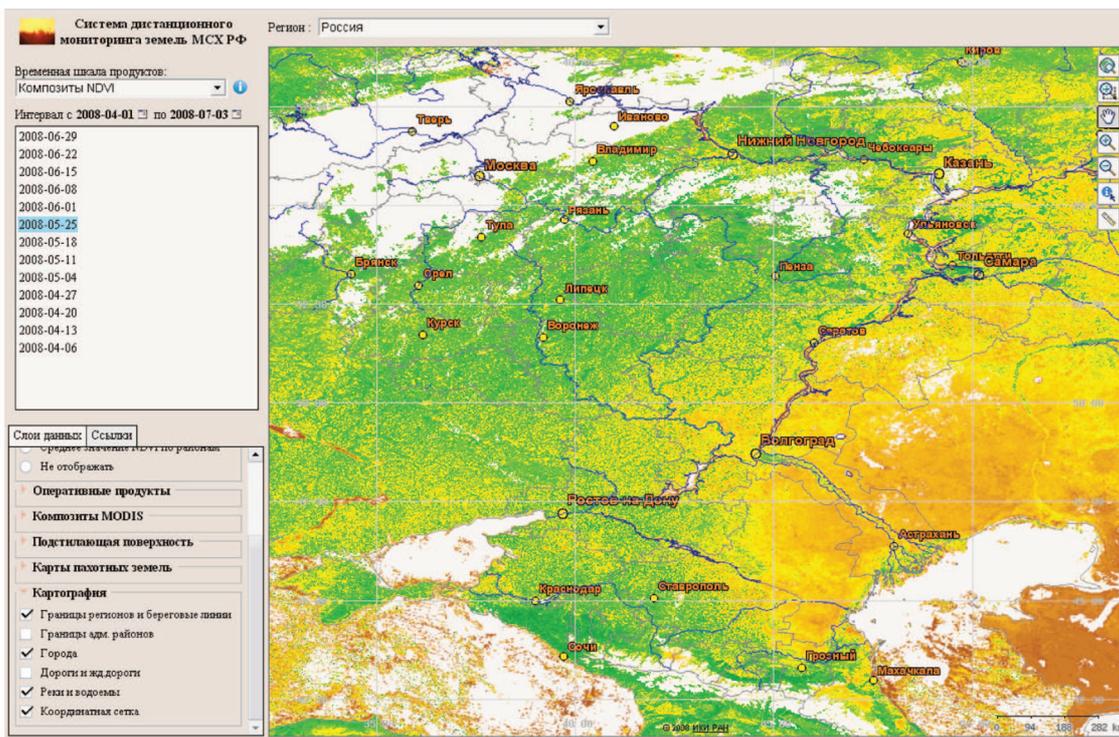


Рис. 2. Общий вид динамического картографического интерфейса

Картографический интерфейс функционально состоит из трех частей:

- область карты;
- блок управления слоями данных;
- блок временных шкал.

Область карты содержит в себе непосредственно отображаемую карту и базовые элементы управления ей.

Блок управления слоями данных содержит в себе список слоев данных, которые доступны в системе для отображения на карте. Слои данных сгруппированы по логическим признакам в группы.

Добавления слоя для отображения на карте («включение слоя») осуществляется с помощью элементов управления типа «checkbox» или «radio button». Для добавления статического слоя достаточно только включить его, однако для добавления динамического слоя необходимо еще выбрать из списка значение динамического параметра; как правило, в качестве динамического параметра используются различные формы времени и даты, например, время сеанса спутника или дата композитного изображения.

Для различных слоев данных (различных продуктов), в общем случае, время и даты их создания не совпадают, так как данные имеют разную временную скважность, разное время формирования и т.д. Таким образом, совместить все динамические параметры в одной шкале не представляется возможным. Для решения этой проблемы был создан блок временных шкал. Он состоит из элемента содержащего список шкал, посредством которого выбирается текущая шкала для отображения, и поля в котором отображаются значения динамического параметра. Каждая шкала позволяет задать параметр не только для одного слоя данных, но и для группы слоев, которые используют одинаковый динамический параметр. Все временные шкалы позволяют задавать различные динамические параметры независимо друг от друга и при смене активной шкалы выбранные значения в других шкалах при этом сохраняются. Таким образом удастся задавать и изменять динамические параметры для различных слоев одновременно. Примеры блоков интерфейсов для работы с различными временными шкалами приведены на рис. 3.

Использование такого механизма позволяет достаточно просто управлять выбором различных информационных продуктов полученных в различные моменты времени, осуществлять их выбор, анализ и сравнение. Следует отметить, что анализ карт полученных в различные моменты времени позволяет, в частности оценить динамику развития растительности в различных регионах, это хорошо видно из примеров карт NDVI, приведенных на рис. 4.

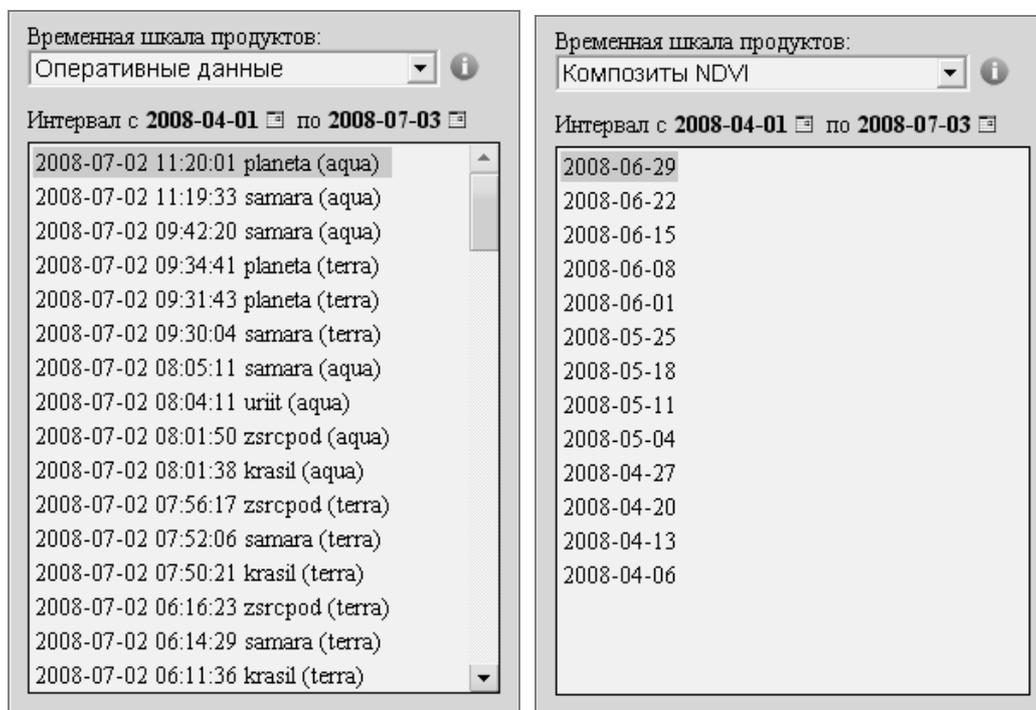


Рис. 3. Различные виды блока временных шкал в зависимости от типа данных

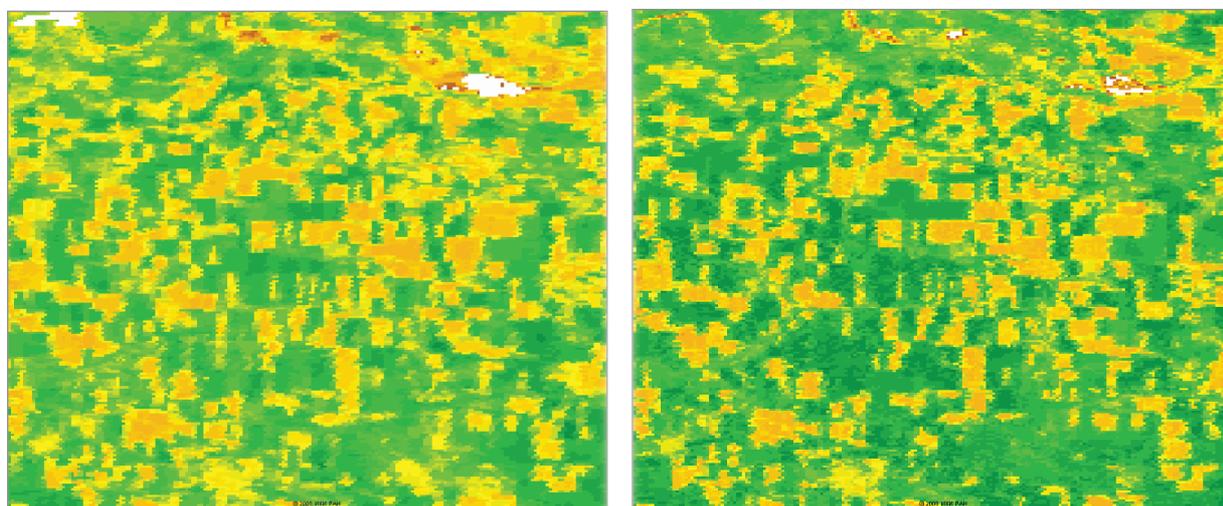


Рис. 4. Карта NDVI в зависимости от даты композита (слева 2008-05-04, справа 2008-05-25)

Для детального изучения временной динамики различных типов растительности на сервере, в разделе анализа данных по регионам, реализованы специальные интерфейсы обеспечивающие возможность анализа временного хода вегетационных индексов осредненных по различным типам растительности (в том числе сельскохозяйственных культур) в различных регионах. Пример такого интерфейса приведен на рис. 5.

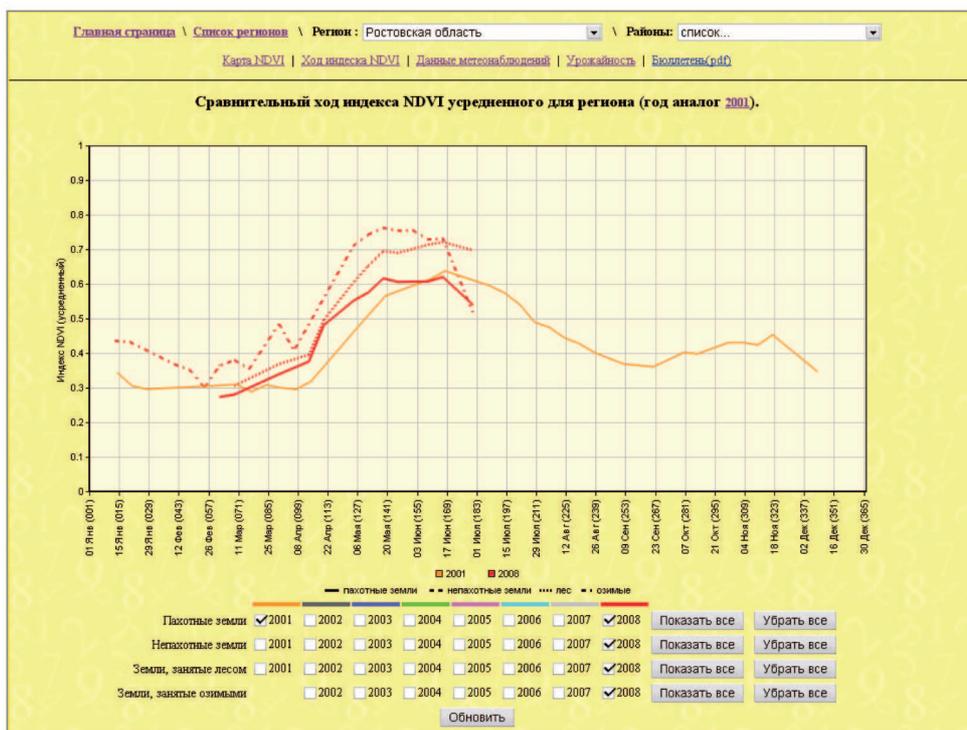


Рис. 5. Общий вид регионального интерфейса

В разделе анализа данных по регионам существует два уровня детализации. Вся информация в разделе является пространственно усредненной по конкретным регионам. Регионы для усреднения выбраны исходя из административного деления принятого в РФ. В качестве верхнего уровня были взяты административное деление РФ на регионы, а в качестве нижнего уровня – административное деление регионов РФ на районы. Данное деление было взято исходя из задач, поставленных для интерфейса. Одной из основных задач является не только наблюдение за интенсивностью и ходом развития растительности в заданном регионе, но и попытка оценить возможный урожай в текущем сезоне. А так как для оценки урожайности используется статистические данные об урожайности прошлых лет, которые доступны только по регионам и районам РФ, то и пространственное деление было выбрано соответствующее.

Основным показателем, который используется для анализа состояния растительности, является индекс NDVI, а точнее, значение индекса NDVI, усредненного по региону. Индекс NDVI оценивается на основе данных спутникового мониторинга и отражает уровень развития растительности. Кроме того, в системе используется вегетационные индексы, усредненные по площадям, занятым различными типами растительности, такими как:

- пахотные земли;
- площади, занятые лесом;
- земли свободные от леса, но не являющиеся пахотными.

Такое деление необходимо, поскольку ход динамики развития растительности на этих территориях достаточно сильно отличается (на рис. 6 приведен пример для Ростовской области). Анализ средних индексов, полученных для разных типов территорий, позволяет провести более качественное сопоставление данных за различные годы.

Обсуждаемый интерфейс позволяет производить анализ динамики развития для разных типов растительности и сопоставлять ход индекса NDVI за различные года и выбирать наиболее близкий год для текущего сезона, так называемый «год-аналог». В настоящее время в системе доступны данные с 2001 года по настоящее время. Пример сравнения данных разных лет приведен на рис. 7.

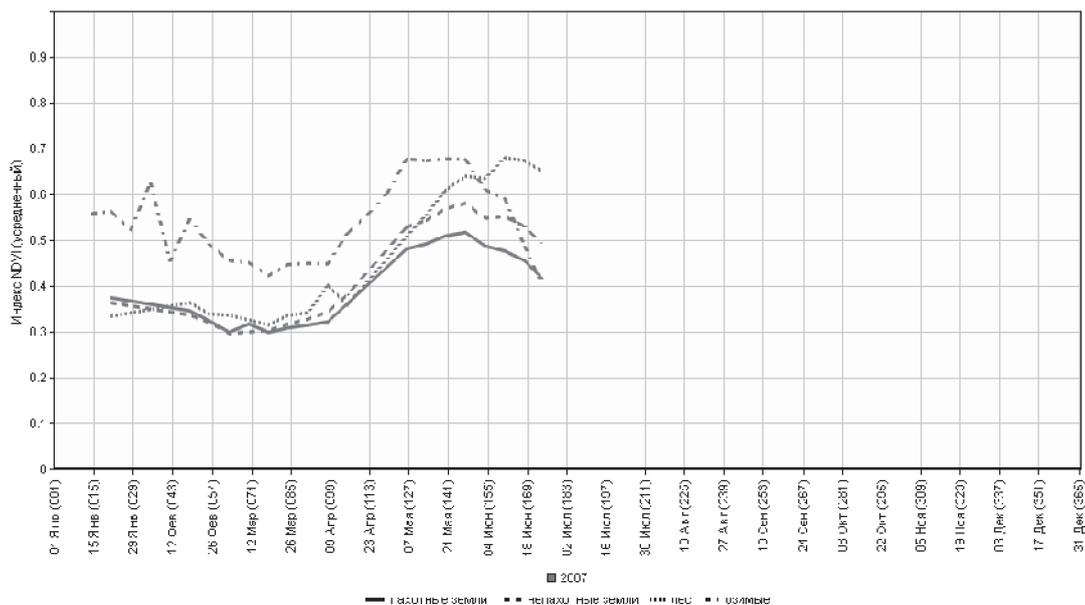


Рис. 6. Ход индекса NDVI, усредненного по различным маскам на примере Ростовской области

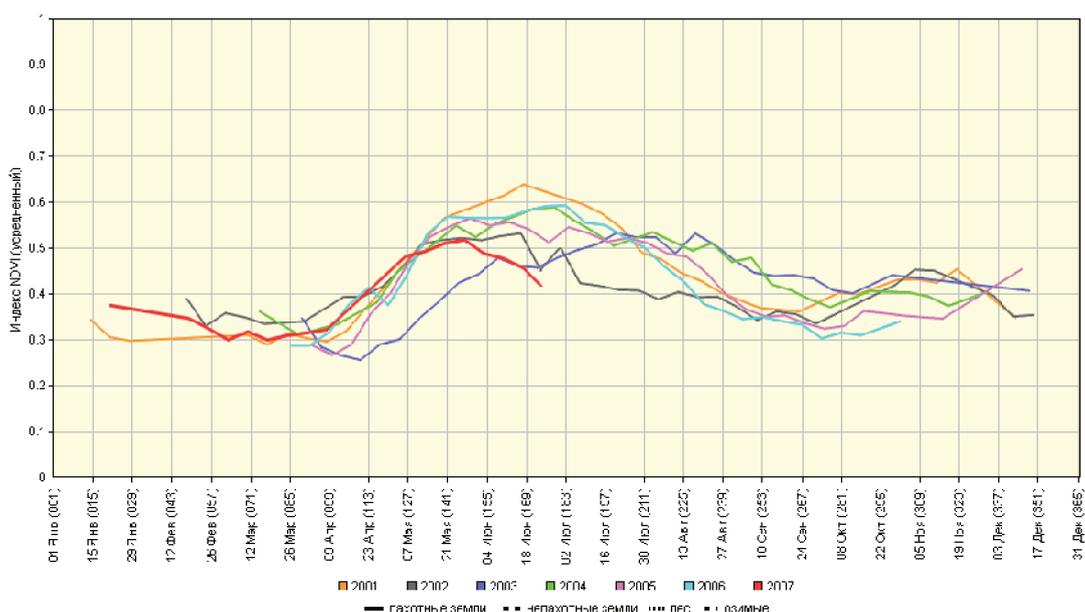


Рис. 7. Пример сравнительного хода индекса NDVI за разные года для Ростовской области

Выбор года аналога 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. По ходу сезона год аналог может корректироваться в зависимости от динамики развития, что в свою очередь меняет оценку урожайности. Однако вегетационный ход различных культур отличается друг от друга и использование одной интегральной оценки для динамики развития по всем культурам является определенным приближением. Пример интерфейса для выбора года-аналога приведен на рис. 8.

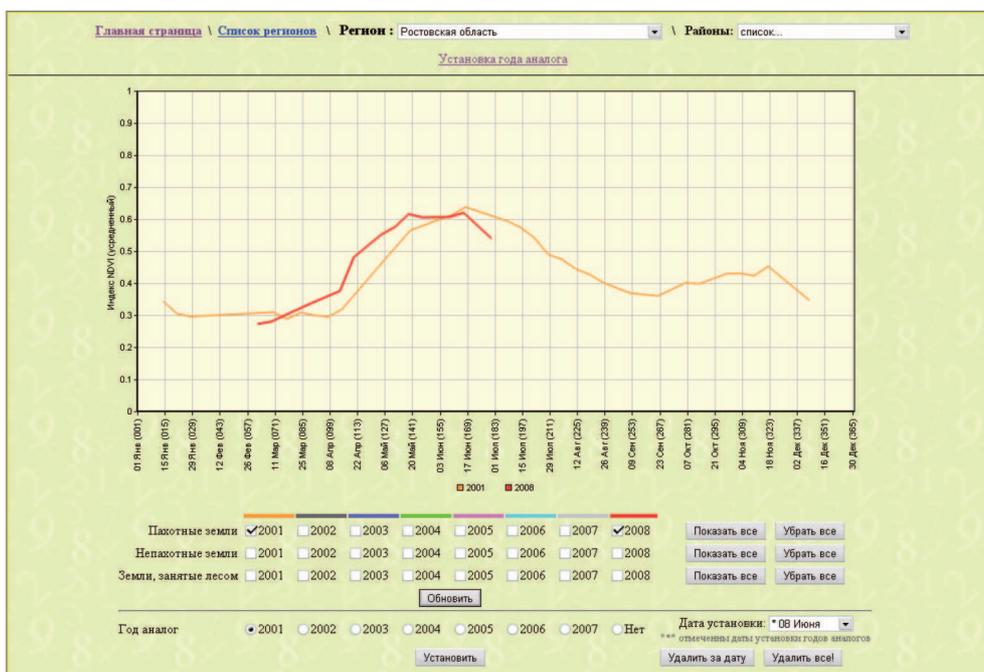


Рис. 8. Общий вид интерфейса для задания года-аналога

Для оценки урожайности культур после выбора года аналога в системе используется официальная статистическая информация об урожайности по регионам. Для каждого региона она доступна в интерфейсе за весь период наблюдения, которым оперирует система. Пример интерфейса для анализа этой информации приведен на рис. 9.

Регион: Ростовская область

Урожайность культур (год аналог 2001).

год	зерновые и зернобобовые	пшеница	рожь	рапс озимый	рапс яровой	подсолнечник	картофель	кукуруза	сахарная свекла	соя	овощи	плоды и ягоды	виноград
2001	25.0	30.2	18.2	15.1	18.6	8.7	84.8	11.8	171.0	7.2	87.4	33.3	24.5
2002	25.4	30.6	17.3	19.0	8.2	11.9	64.1	16.2	159.7	10.0	107.6	18.1	18.8
2003	17.8	19.5	12.6	-	7.9	12.1	69.6	32.9	192.1	13.5	124.7	58.0	42.4
2004	27.5	35.8	19.5	13.5	3.7	11.7	79.7	32.9	282.0	13.4	100.3	37.5	41.9
2005	25.5	30.3	17.4	11.0	-	13.7	93.0	39.5	292.1	12.7	98.6	-	-
2006	25.3	29.2	16.9	15.6	8.7	13.3	86.2	30.8	320.7	7.1	102.9	-	-
2007	18.8	22.2	14.6	19.2	4.6	10.7	71.6	16.2	200.6	5.9	95.1	59.0	36.3

Урожайность культур в центнерах с одного гектара убранный площади.

Рис. 9. Пример информации об урожайности по Ростовской области

Дополнительно, для оценки состояния растительности в системе имеются данные метеонаблюдений как фактические, так и прогноз. В интерфейсе доступны базовые метеопараметры, полный список доступных метеопараметров гораздо больше и при заинтересованности необходимы параметры могут быть легко добавлены в интерфейс. При необходимости, возможно использование дополнительных расчетных параметров на основе существующих параметров метеонаблюдений. Пример интерфейса для анализа данных метеонаблюдений приведен на рис. 10.

В интерфейсе наряду с разделами, предназначенными для анализа данных, таких как динамический картографический интерфейс и раздел детального анализа, существуют разделы с информационно-отчетными материалами.

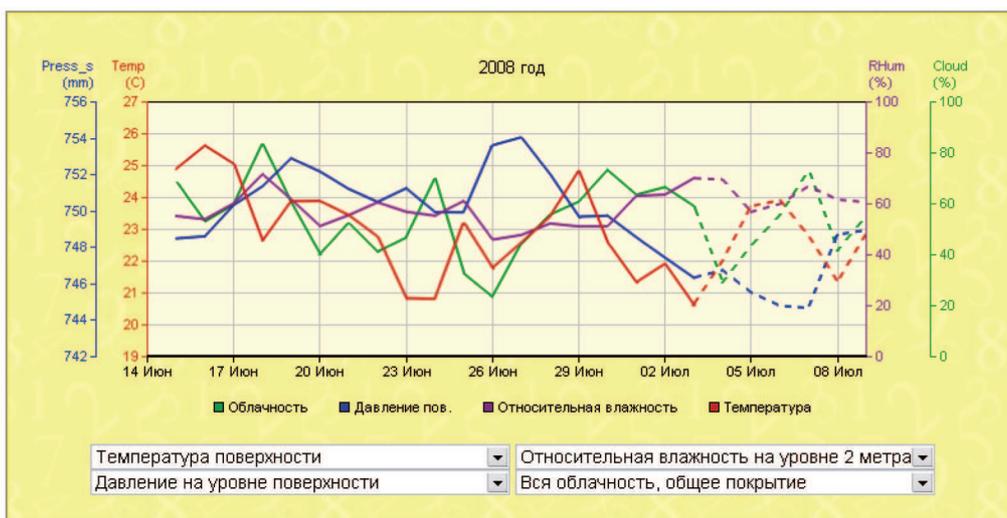


Рис. 10. Пример метеобстановки за последние 20 дней и прогноза для Ростовской области на 03 июля 2008 г.

Одним из них является раздел «Прогнозируемая урожайность культур на текущий сезон, основываясь на годе аналоге». Это фактически информационная форма, в которой отражается оценка возможной урожайности на текущей сезон, основываясь на текущем годе-аналоге. Пример такой формы приведен на рис. 11. В течение сезона возможно корректировка годов-аналогов, при их изменении форма автоматически корректируется. Данная форма содержит информацию по всем регионам РФ и по различным посевным культурам. Аналогично существуют подобные формы для конкретного региона РА с разбиением по районам.

Прогнозируемая урожайность культур на сезон 2008 года, основываясь на годе аналоге

Легенда: мин [график] макс
Значения указаны в центерах на гектар.

Регион	год аналог	зерновые и зернобобовые	пшеница	рожь	рапс озимый	рапс яровой	подсолнечник	картофель	кукуруза	сахарная свекла	соя	лен-долгунец	овощи	плоды и ягоды	виноград
Максимальное значение		42.5	47.2	44.7	40.6	35	100	218.1	82.5	480.5	28	16.3	345.2	136	296.8
Минимальное значение		5.7	2.4	0	0.2	0	0	47	0	0	0.6	27.1	0.2	0.9	
Агинский Бурятский автономный округ	2006	8	10	-	-	5	-	47	-	-	-	-	98	-	-
Алтайский край	2005	9	9	14	-	4	1	136	-	186	14	11	202	-	-
Амурская область	2004	7	7	4	-	-	24	153	6	-	7	-	120	19	-
Арсаньская область		n/a													
Астраханская область	2007	22	9	4	-	-	-	161	27	-	8	-	238	23	59
Белгородская область	2002	28	33	25	7	-	15	80	25	222	10	-	110	36	-
Брянская область	2001	14	16	14	9	4	2	113	16	149	1	3	122	4	2
Владимирская область	2004	19	19	14	-	10	-	86	-	-	-	1	129	52	-
Волгоградская область	2005	18	22	17	-	-	10	116	38	225	4	-	181	-	-
Вологодская область	2003	16	15	9	-	-	-	133	-	-	-	5	241	41	-
Воронежская область	2007	22	24	18	18	11	16	123	32	296	7	-	148	58	-
Еврейская автономная область	2002	10	9	9	-	-	-	132	8	-	6	-	125	66	12
Ивановская область	2004	14	12	12	-	6	-	101	-	-	-	4	194	68	-
Иркутская область	2006	15	15	20	-	7	-	137	-	-	-	-	189	-	-
Кабардино-Балкарская Республика	2002	36	33	16	15	-	12	144	47	50	8	-	179	73	38
Калининградская область	2004	27	33	21	23	15	-	105	-	-	1	-	240	5	-
Калужская область	2004	18	19	18	-	1	-	105	-	-	-	5	182	41	-
Камчатская область		n/a													
Карачаево-Черкесская Республика	2006	20	24	16	17	7	8	112	17	163	5	-	131	-	-
Кемеровская область	2004	17	18	14	-	7	6	121	-	-	26	-	187	47	-
Кировская область	2006	13	12	14	-	5	-	136	-	-	-	5	303	-	-
Комм.Пермский автономный округ		n/a													

Рис. 11. Пример отчетной формы оценки урожайности в текущем сезоне

На информационном сервере СДМЗ МСХ РФ имеется также возможность предоставления пользователям информации в виде «Информационного бюллетеня». «Информационный бюллетень» представляет из себя динамически создаваемый PDF файл в который записывается данные

спутниковых наблюдений и метеонаблюдений по заранее заданному шаблону. Пример «Информационного бюллетеня» приведен на рис. 12.

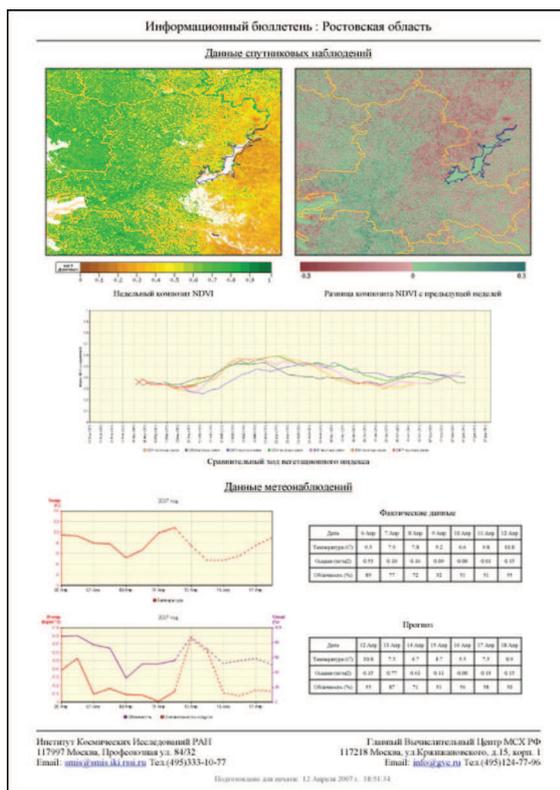


Рис. 12. Пример информационного бюллетеня для Ростовской области

Данный бюллетень создается для каждого региона и района, находящегося в наблюдении. Бюллетень генерируется системой по мере надобности при запросе пользователя. При необходимости бюллетень может периодически рассылаться всем заинтересованным лицам по электронной почте или как-то иначе.

Взаимодействие интерфейса с внешними ГИС

Существует возможность взаимодействия внешних ГИС с интерфейсом системы для получения и анализа данных в ГИС. Взаимодействие осуществляется на уровне получения данных путем формирования запросов на выдачу данных к системе в определенном формате и получении результатов. Запросы к системе требуют не только знание типа данных и географического региона, но и динамических параметров для запроса данных. Формат запроса частично поддерживает спецификацию WMS. Данные могут предоставляться для дальнейшего использования в ГИС в разных проекциях. На данный момент в специализированные ГИС использующиеся в СДМЗ МСХ РФ данные предоставляются в географической проекции и в проекции UTM. Данные могут возвращаться как отдельные слои или же как несколько скомпонованных слоев в один.

Служебные интерфейсы

На информационном сервере СДМЗ МСХ РФ реализован также блок служебных интерфейсов, обеспечивающих специалистов, поддерживающих систему, доступ к информации о работоспособности ее элементов. Эти интерфейсы позволяют контролировать различные процессы, связанные с поступлением данных, их обработкой и доступностью. Для контроля над процессами в

системе используется специально разработанная в ИКИ РАН система PMS [8]. Система PMS позволяет отслеживать запуск процессов, их рабочий цикл, выявлять ошибки в ходе работы и при необходимости осуществляет оповещение о сбоях специалистов, отвечающих за работу элементов системы. В блоке реализованы также интерфейсы, позволяющие проанализировать пополнение архивов исходных данных и результатов их обработки и оценить полноту и своевременность наполнения архивов. Специально для системы реализованы интерфейсы, позволяющие поэтапно проследить последовательность поступления данных в архивы и прохождения данными различных этапов обработки. Пример такого интерфейса приведен на рис. 13.

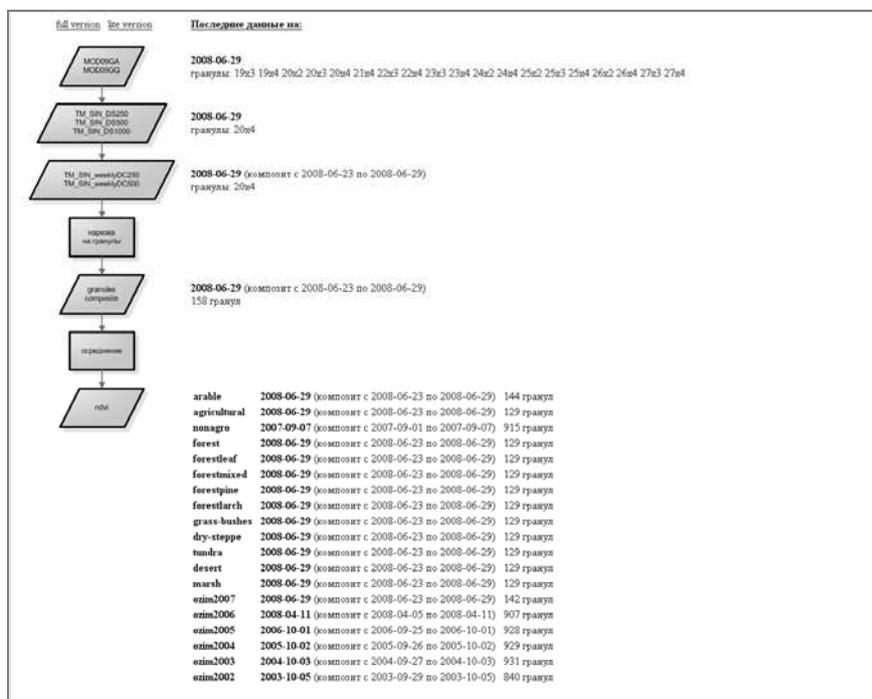


Рис. 13. Пример интерфейса контроля обработки данных

Заключение

Таким образом, в настоящее время интерфейсы, реализованные на информационном сервере СДМЗ МСХ РФ, позволяют пользователям не только осуществлять поиск и получение различных информационных продуктов, но и производить их детальный анализ. Следует особо отметить, что значительное число информационных продуктов, предоставляемых сегодня СДМЗ МСХ РФ, являются динамическими и формируются по запросам и требованиям пользователей. Созданные интерфейсы обеспечивают также возможность контролировать работоспособность ее элементов. Хотелось бы также отметить, что все базовые интерфейсы созданы таким образом, что могут достаточно легко расширяться по мере появления в СДМЗ МСХ РФ новых информационных продуктов.

Литература

1. Барталев С.А., Луян 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. науч. статей. М.: GRANP polygraph, 2005. Т. 2. С. 228-236.
2. Нейштадт И.А., Барталев С.А., Ершов Д.М., Луян Е.А., Савин И.Ю., Алгоритмы анализа данных спутниковых наблюдений TERRA-MODIS для мониторинга сельскохозяйственных зе-

мель // Геоинформатика. Международная научно-техническая конференция, посвященная 225-летию МИИГАиК. Москва, 2004. С.205-209.

3. *Толтин В.А., Барталев С.А., Бурцев М.А., Ефремов В.Ю., Луян 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. Выпуск 4. Т.2. С. 380-389.

4. *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.1. С. 170-174.

5. *Барталев С.А., Бурцев М.А., Еришов Д.В., Ефремов В.Ю., Ильин В.В., Луян Е.А., Мазуров А.А., Мельник Н.Н., Нейштадт И.А., Полищук А.А., Столпачков 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.1. С. 131-139.

6. *Андреев М.В., Галеев А.А., Ефремов В.Ю., Ильин В.О., Крашенинникова Ю.С., Луян Е.А., Мазуров А.А., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Флитман Е.В.* Построение автоматизированных систем сбора, хранения, обработки и представления спутниковых данных для задач мониторинга окружающей среды // Солнечно-земная физика, 2004. Выпуск 5. С. 8-11.

7. *Ефремов В.Ю., Луян 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.

8. *Ефремов В.Ю., Луян Е.А., Мазуров А.А., Наглин Ю.Ф., Прошин А.А., Флитман Е.В.* Управление и контроль работоспособности распределенных систем обработки 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.467-475.