

Спутниковый мониторинг воздействия засухи на растительность (на примере засухи 2010 года в России)

И.Ю. Савин, С.А. Барталев, Е.А. Лупян, В.А. Толпин,
М.А. Медведева, Д.Е. Плотников

Институт космических исследований РАН,
117997 Москва, Профсоюзная 84/32
E-mails: savin@smis.iki.rssi.ru

В работе представлена технология оперативного мониторинга воздействия засухи на растительность. Технология ориентирована на использование данных прибора MODIS. В основу технологии положены методы анализа состояния растительности на основе временных рядов данных спутниковых наблюдений, с целью выявления отклонений состояния растительности от некого среднего («нормального») хода. Для анализа используется информация, накопленная по всей территории России за последние 10 лет. С использованием разработанной технологии проведен мониторинг воздействия засухи 2010 года в России на посевы сельскохозяйственных культур и на лесную растительность. Выявлены регионы, где растительность в наибольшей степени пострадала от засухи и оценены площади посевов сильно пострадавших от засухи.

Ключевые слова: MODIS, спутниковый мониторинг растительности, засуха

*Заглушила засуха засевки,
Сохнет рожь и не всходят овсы.*

C. Есенин, 1914

Наблюдаемое в последние годы глобальное изменение климата выражается не только в изменение температуры воздуха и количества атмосферных осадков, но также в увеличении степени контрастности климата и повышение частоты возникновения экстремальных метеорологических явлений, среди которых одно из основных мест занимает засуха.

Засуха оказывает значительное влияние на жизнь людей, уменьшая количество доступной воды, понижая урожайность сельскохозяйственных культур и продуктивность пастбищ. Часто она приводит к голodu, развитию эпидемий и переселению людей на иное место жительства (Gommes & Petraschi, 1994). Согласно данным Центра изучения эпидемий (CRED) в Африке, например, более 0.5 млн человек погибло и более 250 млн пострадало в течение последних 30 лет от засухи (EM-DAT, 2010). По данным Плющикова В.Г. за период с 1990 по 200 год убытки от засухи в Мире составили более 340 млн долларов США (Плющиков, 2001). Все это предопределяет большую важность работ по изучению засух и разработки методов их мониторинга, прогнозирования и оценки их последствий.

Но засухи не являются продуктом изменений климата. Они присутствуют на Земле постоянно. А наблюдаемые изменения климата ведут к изменению их интенсивности, продолжительности и распространенности. Так, на рисунке 1 показана в разрезе отдельных континентов и Мира в целом динамика площади засух за последние 60 лет (Sheffield et al., 2009). Из рисунка следует, что большая площадь с засухой присутствует на каждом континенте постоянно. Общая площадь территории с засухой изменяется от года к году, но многолетний тренд почти не выражен.

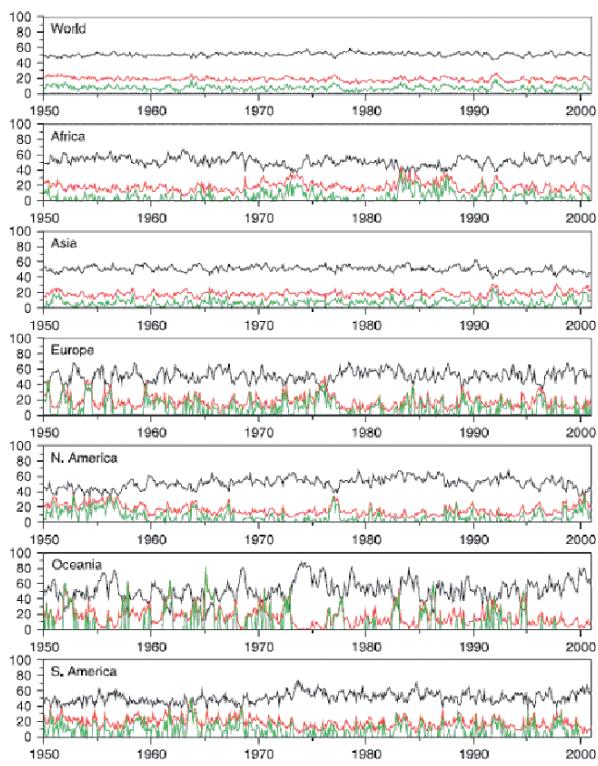


Рис.1. Засухи в Мире (черная линия – осредненное значение влажности почв, красная – площадь территории под засухой в конкретном году, зеленая – площадь территории, находящаяся под постоянной засухой)

В этой же работе приведены данные по продолжительности и площади распространения засух в разрезе отдельных континентов (табл.1).

В России более половины посевов сельскохозяйственных культур располагается в регионах с недостаточным увлажнением, где засухи случаются достаточно часто, но четкой закономерности во времени их наступления не выявлено (Алпатьев, 1954; Лосев, 2003; Букалов, 2010).

Таблица 1. Засухи в Мире

Континент	Количество засух	Количество засух продолжительностью менее 6 месяцев	Количество засух продолжительностью более 12 месяцев	Максимальная продолжительность засухи (месяцев)	Максимальная площадь, которая была покрыта засухой (км^2)
Африка	44	28	4	19	11346000
Азия	86	37	22	49	8193000
Европа	40	24	4	20	4264000
Северная Америка	57	34	8	44	8231000
Океания	24	17	1	12	6525000
Южная Америка	45	37	4	16	9038000

При воздействии засухи происходит обезвоживание растения, в результате чего нарушаются основные физиологические процессы: фотосинтез, ростовые функции, дыхание, органогенез и др. Это приводит к замедлению развития растения, и в случае сильной и про-

должительной засухи к его гибели. Обезвоживание растения может быть связано с двумя основными факторами. Во-первых, это недостаток атмосферных осадков и высокие температуры воздуха. Устанавливающийся при этом уровень расхода воды на транспирацию пре-вышает скорость ее всасывания корнями из почвы, что и является причиной обезвоживания растения. В этом случае говорят об атмосферной засухе. Во-вторых, обезвоживание может быть связано с недостатком воды в почве. При этом обезвоживание может произойти и при низких температурах воздуха. Это явление обычно называют почвенной засухой. В большинстве случаев почвенная засуха следует за атмосферной и является ее результатом. В чистом виде атмосферная засуха нередко наступает весной, когда почва еще насыщена водой после схода снега. Почвенная засуха часто наблюдается в середине или конце лета, когда зимние запасы влаги в почве уже использованы, а летних осадков было мало.

Воздействие засухи на растительность в общем виде можно описать следующим образом. На начальных этапах, когда растение только начинает испытывать недостаток влаги, из-за изменения физиологических процессов цвет ассимиляционных органов может немного измениться. Затем, на следующем этапе в качестве защитной реакции растение может сбрасывать листья, или же они просто усыхают, изменяя окраску с зеленой на желтую и коричневую. Далее растение может полностью усохнуть (погибнуть). На уровне растительной ассоциации под воздействием засухи идет постепенное пожелтение листьев видов растений, наименее устойчивых к недостатку влаги, затем они гибнут. Одновременно начинают изменяться и более засухоустойчивые виды растений. Таким образом, усыхание растений в фитоценозе происходит постепенно. Но на этом влияние засухи на растительность не заканчивается. Во-первых, развитие естественной растительности, поврежденной засухой, в последующем вегетационном сезоне также изменяется, и последствия засухи могут прослеживаться в течение нескольких сезонов после ее воздействия. Во-вторых, усыхание в результате засухи лесной растительности ведет к размножению вредителей и болезней, которые действуют на растения в следующих сезонах вегетации. В-третьих, летняя засуха может привести к низкому содержанию влаги в почве осенью. Это, в свою очередь, ведет к задержке сева озимых культур и создает неблагоприятные условия для их развития, а также к сокращению площадей посевов озимых осенью. Недосев озимых и их плохое состояние осенью могут привести к понижению их урожайности в следующем сезоне вегетации, а также в необходимости пересева озимых культур в весеннее время. При этом, в данной статье, мы не рассматриваем такое воздействие засухи на растительность, как активизация пожаров, которые в засушливые годы физически уничтожают большие площади растительности.

Как следует из приведенного перечня, большинство типов воздействия засухи на растительность потенциально достаточно легко могут быть детектированы по спутниковым данным. Нами разработана технология, которая позволяет осуществлять оперативный мониторинг воздействия засухи на растительность на больших территориях. В основе технологии лежит анализ временных рядов спутниковых данных MODIS (MODIS, 2011). Для анализа состояния растительности используется вычисляемый по данным MODIS вегетационный индекс NDVI, который достаточно хорошо зарекомендовал себя в качестве показателя состояния растительности (Savin, 2007; Савин, Барус, 2009; Rembold et al., 2011). Нами используются ежедневные спутниковые данные MODIS с пространственным разрешением 250 метров на местности. С целью исключения влияния облачности, состояния атмосферы и иных мешающих факторов строятся недельные композиты NDVI. Для анализа

нами используется архив подобных композитов, полученный за период с 2000 года по настоящее время. Создана специальная система получения, предварительной обработки и архивации данных MODIS, а также архив этих данных на территорию России и сопредельных государств (Бурцев и др. 2006), реализованная на основе разработанных в ИКИ РАН технологий сбора, обработки и распространения спутниковых данных (Лупян и др., 2006). Также разработаны специальные алгоритмы и метода обработки разновременных данных для построения очищенных от облачности временных композитов данных

В процессе анализа сопоставляется времененная динамика вегетационного индекса NDVI с его поведением в предыдущих вегетационных сезонах, а также со средним многолетним значением. При анализе состояния растительности на уровне страны значения индекса предварительно агрегируются для административных районов, а для анализа ситуации на уровне административного района анализируются значения индекса для конкретного поля. Агрегация значений индекса осуществляется не для всей территории района, а только для анализируемого типа растительности. Для этого используются созданные по данным MODIS маски отдельных типов растительности (хвойных лесов, лиственных лесов, смешанных лесов, посевов озимых культур, посевов яровых культур или же для всех пахотных земель) (Bartalev et al., 1986; Плотников и др., 2010).

Разработанная технология мониторинга воздействия засухи на растительность была использована для анализа ситуации в России в 2010 году. Такого неблагоприятного сочетания температур и осадков, как летом 2010 года не было с засухи 1946 года, которую многие эксперты называют одной из сильнейших в XX веке. Спутниковый мониторинг влияния засухи на растительность проводился в течение всего сезона вегетации. Анализ велся для отдельных регионов на уровне отдельных типов растительности и отдельных сельскохозяйственных полей и для всех субъектов РФ на уровне административных районов.

Выявление аномального состояния растительности проводилось в течение всего сезона вегетации с еженедельным уточнением результатов. В основе алгоритма анализа лежит сравнение временного ряда вегетационного индекса для текущего сезона вегетации с его среднемноголетним ходом (рис.2).

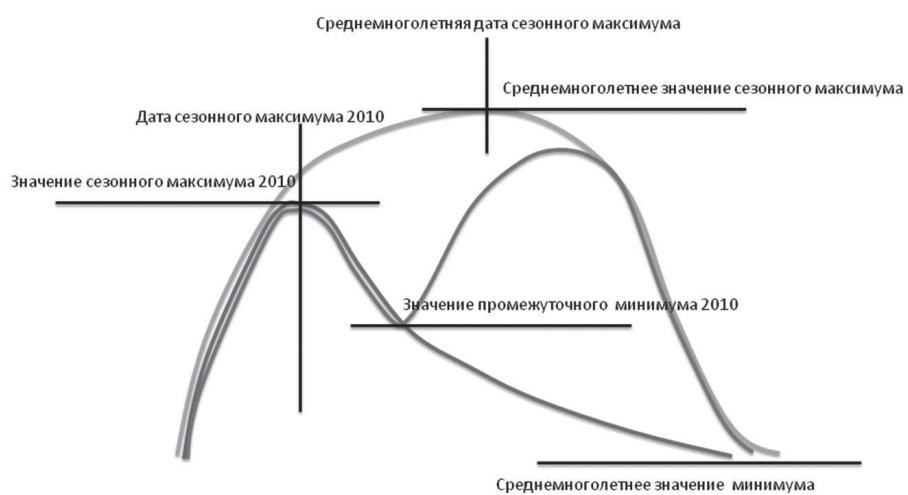


Рис.2. Характерные временные профили NDVI для растительности в 2010 году в сравнении со средним многолетним профилем

Анализ рисунка 2 показывает, что в регионах, пострадавших от засухи сезонный максимум NDVI был достигнут намного раньше, чем это случается в нормальном сезоне. Величина сезонного максимума была ниже, чем средняя многолетняя величина. После достижения сезонного максимума 2010 года, величина вегетационного индекса убывала до осени, после чего в тех регионах, где прошли дожди, график хода NDVI в сезоне 2010 года практически вернулся к среднемноголетним значениям. Там, где растительность не восстановилась после засухи, подъем кривой NDVI не наблюдался.

Таким образом, сравнение дат наступления сезонного максимума вегетационного индекса, его абсолютной величины, а также степени его падения из-за воздействия засухи позволило распознать регионы, где растительность пострадала от засухи и постоянно следить за изменениями площадей пострадавшей растительности. Информация о состоянии растительности обновлялась раз в неделю.

Результаты мониторинга представлялись в виде карт и графиков.

На картах были представлены:

- текущие значения вегетационного индекса NDVI для всей территории региона;
- разница осредненного для определенного типа растительности региона значения вегетационного индекса со среднемноголетним значением на данную календарную дату.

Графики в разрезе административных районов показывают поведение осредненного значения вегетационного индекса NDVI в текущем сезоне вегетации в сравнении со средним многолетним значением. Все вышенназванные карты построены на основе анализа этих графиков (ниже или выше на данную дату кривая текущего сезона по отношению к средней многолетней кривой). Таким образом, по графику можно определить, как идет ход развития растительности в текущем сезоне и в каком состоянии (лучше или хуже среднего) находится растительность в данный момент времени (рис.3).

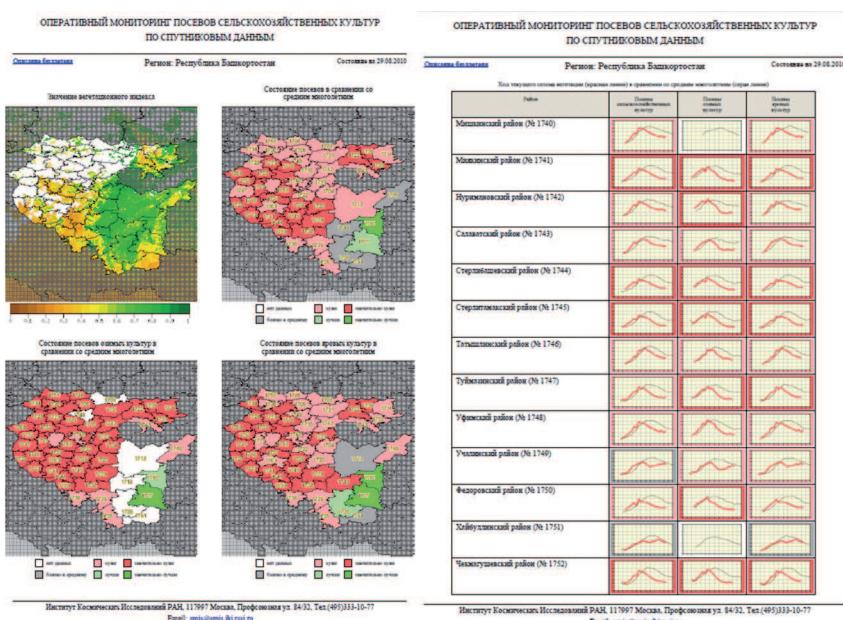


Рис.3. Пример Бюллетеня «Оперативный мониторинг состояния посевов»

В настоящее время подобный оперативный мониторинг состояния растительности для любого региона страны осуществляется автоматически, и его результаты представлены на сайте <http://vega.smislab.ru/>

Для более детального анализа состояния растительности наряду со спутниковыми данными MODIS, для отдельных регионов использовались спутниковые данные LANDSAT (LANDSAT, 2011). По этим данным предварительно были оцифрованы границы отдельных полей. Затем по данным MODIS осуществлялся анализ состояния растительности для каждого поля, оконтуренного по данным LANDSAT. Подобным образом был осуществлен анализ для ряда административных районов России. Сам принцип анализа оставался прежним.

В качестве примера анализа на уровне отдельных полей приведем результаты для Комсомольского района Чувашской республики. Здесь по данным наземных обследований погибло 11,2 тыс.га. В результате анализа спутниковых данных выявлено 11,1 тыс.га. пострадавших посевов. Выявленные поля с пострадавшими посевами для района представлены на рисунке 4.

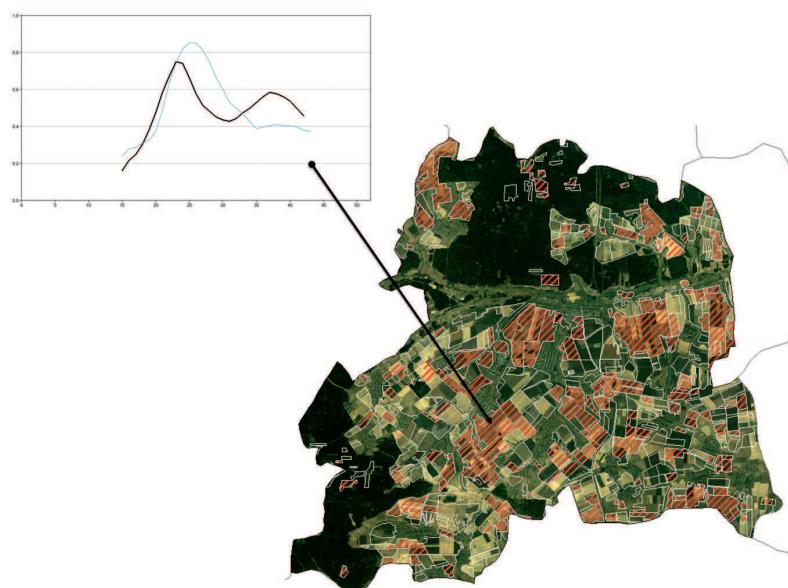


Рис. 4. Влияние засухи на посевы сельскохозяйственных культур Комсомольского района Чувашской Республики (поля с пострадавшими посевами отмечены красным штрихом, подложка – синтез многоканального изображения Landsat: красный 0,63-0,69мкм, зелёный 0,52-0,60мкм, синий 0,45-0,52мкм). Слева вверху показаны кривые индекса для одного поля, пострадавшего от засухи (черная кривая) в сравнении с нормальным годом (голубая кривая)

Подобный же анализ был проведен на уровне отдельных субъектов РФ (рис.5). Необходимо отметить, что большая трудоемкость работ по обработке данных LANDSAT в рамках разработанного подхода не позволяет на настоящий момент покрыть оперативно подобным мониторингом большие площади.

Мониторинг посевов, пострадавших от засухи на уровне административных районов, где векторная маска полей отсутствует, проводился на качественном уровне (есть пострадавшие посевы или нет) с обновлением информации раз в неделю, а также на количественном уровне (доля пострадавших посевов) на момент среднемноголетней даты середины сезона вегетации.

Оценка на качественном уровне проводилась путем сопоставления профиля NDVI для текущего сезона со среднемноголетним профилем индекса. Сначала определялось, есть ли сдвиг текущего сезона вегетации по отношению к среднему многолетнему. При наличии сдвига производилось выравнивание сезонов по дате начала сезона вегетации. После этого анализировалось отклонение кривой текущего сезона от среднемноголетней кривой. Примеры оценочных карт за несколько сроков анализа приведены на рисунках 6-7.

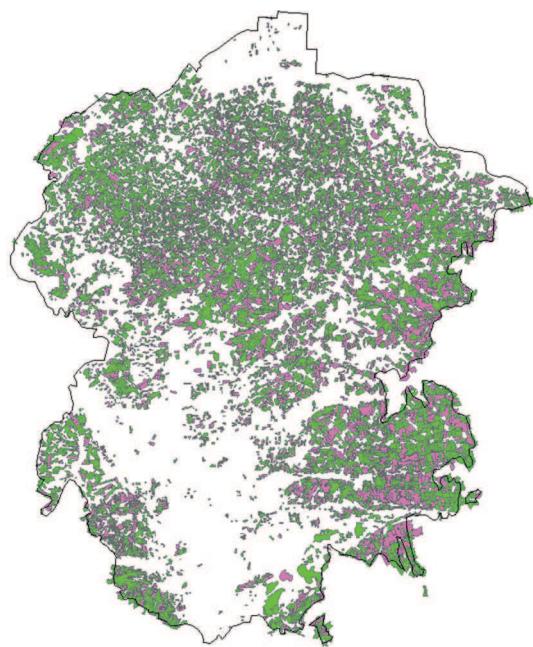


Рис. 5. Влияние засухи 2010 года на посевы сельскохозяйственных культур Чувашской Республики
(пострадавшие посевы показаны розовым цветом, непострадавшие – зеленым)

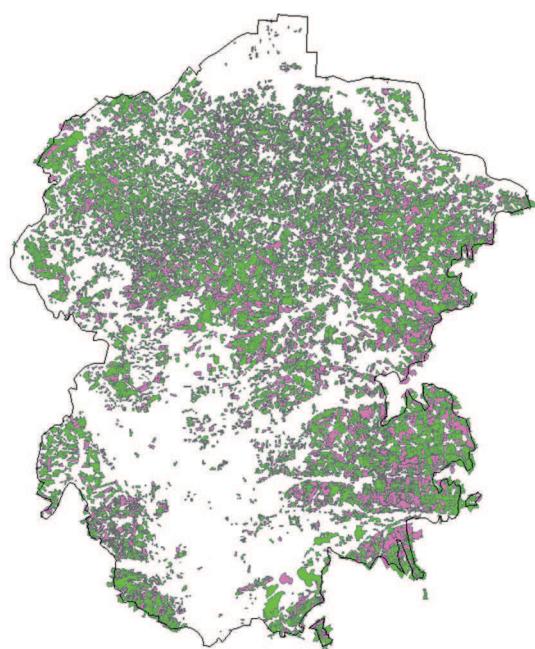


Рис.6. Районы с посевами, пострадавшими от засухи по состоянию на 09.07.2010

Методика оценки доли поврежденных посевов на уровне отдельных административных районов была несколько иной, но она также базируется на анализе среднемноголетнего осредненного для конкретного типа полей в пределах конкретного района профиля NDVI и его сравнении с профилем текущего сезона.

Примеры результатов анализа представлены на рисунке 8 и в таблице 2.

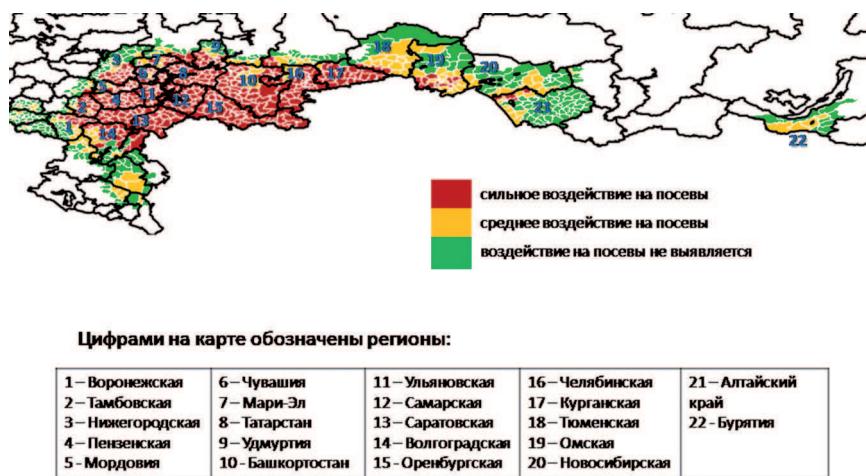


Рис.7. Районы с посевами, пострадавшими от засухи по состоянию на 25.07.2010

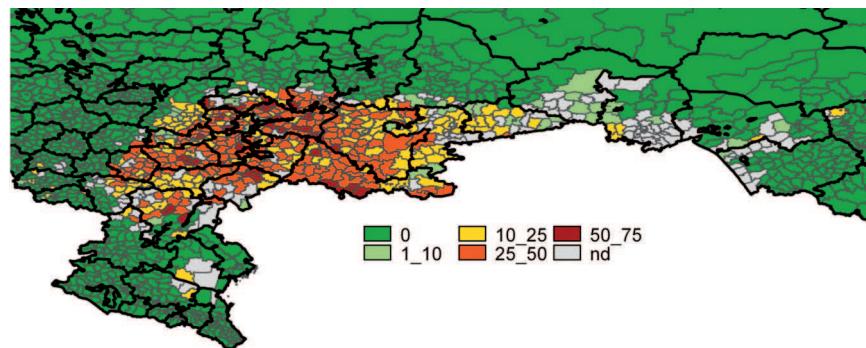


Рис.8. Доля посевов, пострадавших от засухи на середину сезона 2010 года
в разрезе административных районов

Таблица 2. Пример оценки по спутниковым данным доли посевов, пострадавших от засухи в Оренбургской области (состояние на середину сезона вегетации 2010 года)

Административный район	Процент пострадавших посевов	Административный район	Процент пострадавших посевов
АБДУЛИНСКИЙ	46.0	НОВОСЕРГИЕВСКИЙ	36.4
АДАМОВСКИЙ	16.4	ОКТЯБРЬСКИЙ	32.3
АКБУЛАКСКИЙ	63.9	ОРЕНБУРГСКИЙ	48.3
АЛЕКСАНДРОВСКИЙ	44.8	ПЕРВОМАЙСКИЙ	37.8
АСЕКЕЕВСКИЙ	50.6	ПЕРЕВОЛОЦКИЙ	38.7
БЕЛЯЕВСКИЙ	41.5	ПОНОМАРЕВСКИЙ	33.8
БУГУРУСЛАНСКИЙ	23.4	САКМАРСКИЙ	41.9
БУЗУЛУКСКИЙ	32.1	САРАКТАШСКИЙ	25.8
ГАЙСКИЙ	24.9	СВЕТЛИНСКИЙ	35.9
ГРАЧЕВСКИЙ	21.8	СЕВЕРНЫЙ	32.3
ДОМБАРОВСКИЙ	27.1	СОЛЬ-ИЛЕЦКИЙ	51.2
ИЛЕКСКИЙ	62.0	СОРОЧИНСКИЙ	32.2
КВАРКЕНСКИЙ	6.9	ТАШЛИНСКИЙ	36.9
КРАСНОГвардейский	19.5	ТОЦКИЙ	34.5
КУВАНДЫКСКИЙ	16.7	ТЮЛЬГАНСКИЙ	22.2
КУРМАНАЕВСКИЙ	29.9	ШАРЛЫКСКИЙ	46.8
КУЮРГАЗИНСКИЙ	39.2	ЯСНЕНСКИЙ	30.5
МАТВЕЕВСКИЙ	46.8		

В результате засухи 2010 года пострадали не только посевы сельскохозяйственных культур, но и естественная растительность. Выполненный анализ спутниковых данных позволил выявить в ряде регионов Европейской части России аномальные изменения состояния лесов, впервые наблюдаемые на территории страны за период регулярных спутниковых съемок последнего десятилетия.

То, что аномальные изменения состояния лесов связаны не только с последствиями действия лесных пожаров, но и с общим стрессовым состоянием растительности наглядно видно из приведенных ниже примеров поведения NDVI в лесах Выксунского и Семеновского районов Нижегородской области (рис.9). Так, в Выксунском районе действовало достаточно большое число пожаров, а в Семеновском районе пожаров практически не было.

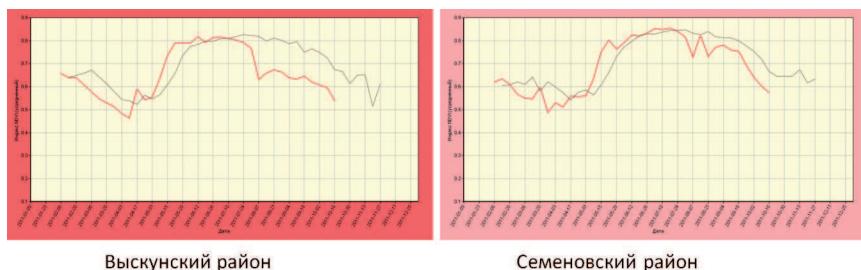


Рис. 9. Временной профиль NDVI для лесной растительности в текущем сезоне (красная линия) и средняя многолетняя кривая индекса (серая линия)

Масштабы аномального изменения состояния лесов показаны на рисунке 10. На карте розовым и красным цветами выделены административные районы, в которых на территориях покрытых лесом наблюдается значительное падение значений вегетационного индекса в сравнении с его среднемноголетними значениями.

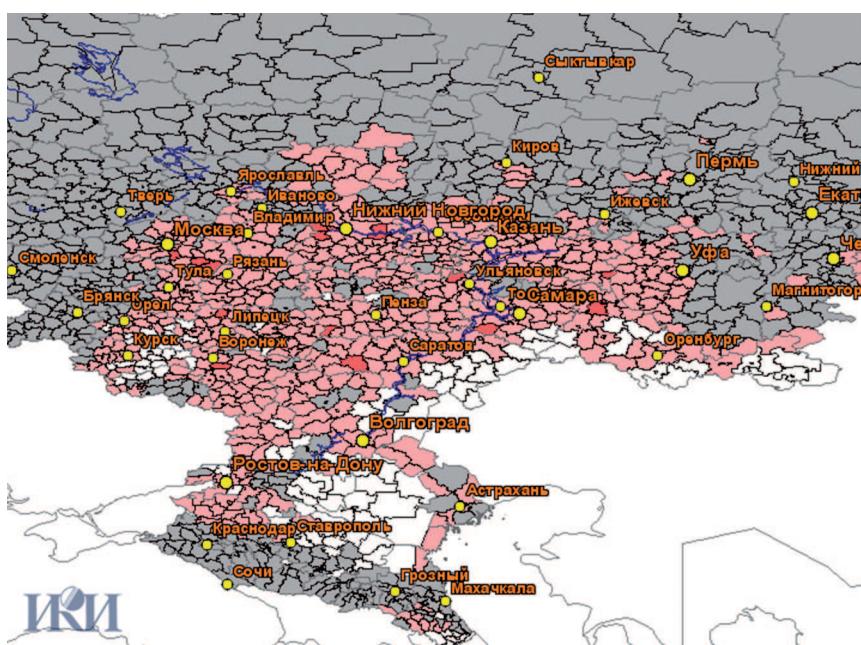


Рис.10. Районы Европейской части России с аномальными изменениями лесной растительности в результате воздействия засухи 2010 года (состояние на 07.08.2010)

Выявленные аномальные изменения фактически означают, что лесная растительность характеризуется крайне низким для данного сезона уровнем вегетационной активности. Другими словами, это равносильно тому, что в середине лета в леса пришла «сухая осень». Локально многие могли наблюдать это явление летом 2010 года на примере стоящих вдоль дорог деревьев с сухой или опавшей листвой. Спутниковая информация в данном случае дает возможность оценить масштабы наблюдаемого явления, которое, как видно из приведенной карты за 07.08.2010, охватило беспрецедентно большие территории.

На карте показаны районы, в которых величина вегетационного индекса на покрытых лесом территориях, опустилась ниже среднемноголетнего значения на 10% (розовый цвет) и 30% (красный цвет).

Летняя засуха 2010 года не только уничтожила большие площади посевов сельскохозяйственных культур в России и оказала воздействие на леса, но и привела к неблагоприятным условиям для сева озимых культур под урожай следующего, 2011 года. Возникшие проблемы с семенами, сильное иссушение почвы во многих районах страны и запаздывание осенних дождей привели к тому, что площади посевов озимых культур во многих районах значительно сократились, а состояние посевов озимых культур перед зимой 2010/2011 оказалось плохим.

Анализ состояния озимых посевов перед установлением снежного покрова проведенный по спутниковым данным MODIS, показал, что площади посевов озимых в хорошем состоянии по сравнению с прошлыми годами значительно сократились в южной и юго-восточной частях Воронежской области, в северной части Ростовской и Волгоградской областей, и особенно в Самарской, Саратовской, Пензенской, Оренбургской областях и в Республике Башкортостан.

На рисунке 11 представлены карты посевов озимых под урожай 2010 и 2011 годов, полученные по спутниковым данным.

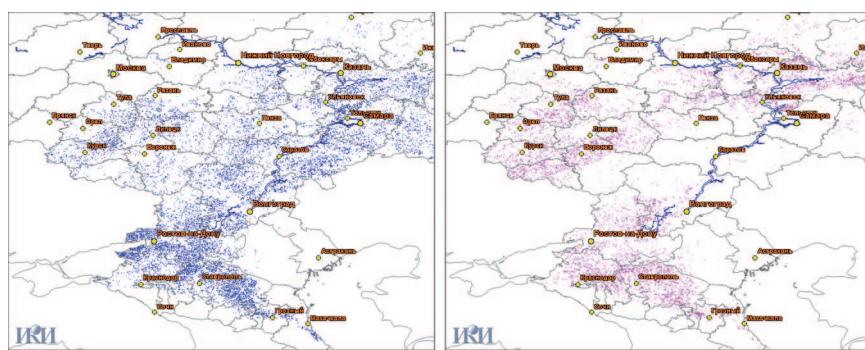


Рис.11. Посевы озимых, определенные по данным MODIS по состоянию на осень 2009 года (слева, синие пиксели) и в ноябре 2010 года (справа, розовые пиксели)

Из сопоставления рисунков следует, что на достаточно большой территории посевы озимых, которые были осенью 2009 года, в 2010 году не детектируются.

Выборочный анализ данных LANDSAT показал, что количество полей с озимыми в хорошем состоянии в 2010 году значительно уменьшилось по сравнению с осенью 2009 года (рис.12).

На рисунке слева четко видны поля с озимыми в хорошем состоянии (ярко зеленые) (осень 2009 года), а на рисунке справа их почти нет (осень 2010 года).

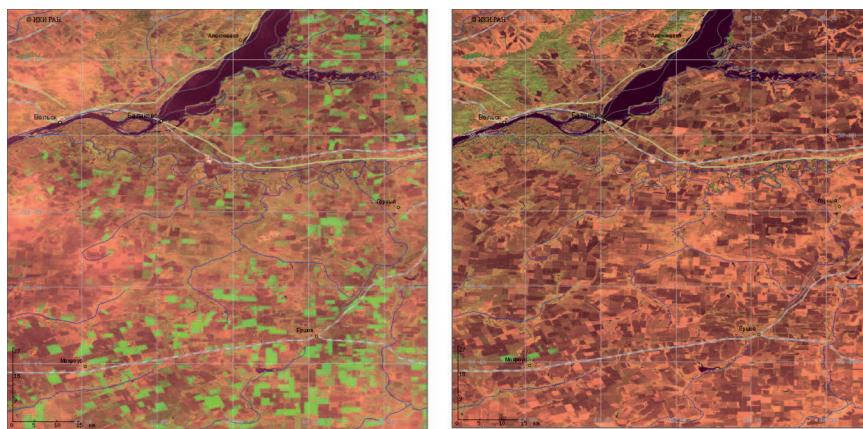


Рис.12. Синтезированное изображение части Саратовской области на снимках LANDSAT, полученных в конце октября 2009 года (слева) и в конце октября 2010 года (справа)

Обобщение полученных данных на уровень административных районов показало, что площади озимых в хорошем состоянии во многих районах уменьшились более чем на 75% в сравнении со средним многолетним значением (рис. 13).

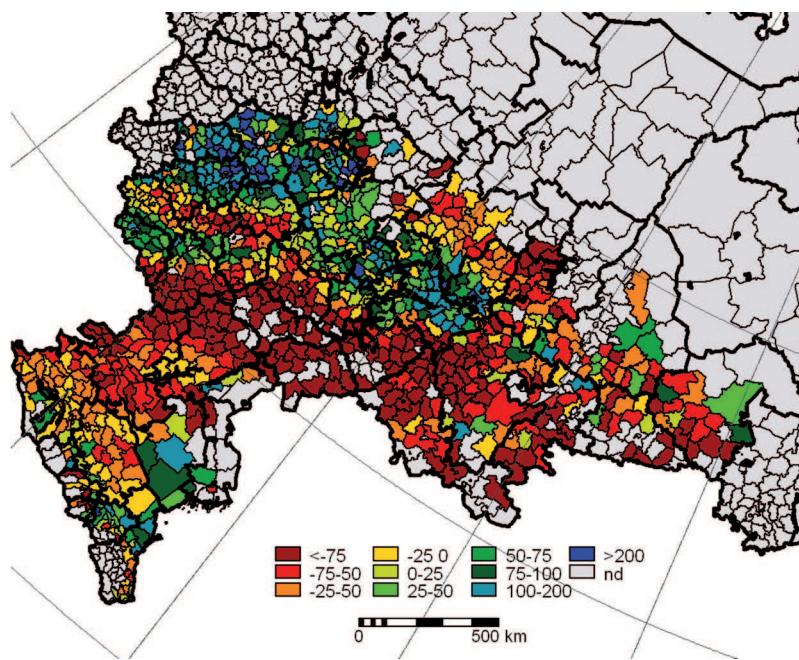


Рис.13. Отклонение в процентах площади посевов озимых в хорошем состоянии осенью 2010 года от среднемноголетнего значения

В целом по России площади озимых в хорошем состоянии осенью 2010 года была меньше более чем на 3 млн.га. по сравнению со средним многолетним значением. При этом, площади озимых в хорошем состоянии по сравнению со средним многолетним уменьшились в Ростовской области на 754 тыс.га, в Волгоградской на 555 тыс.га, в Саратовской на 444 тыс.га.

Приведенные выше примеры наглядно показывают возможности использования спутниковых данных для мониторинга воздействия засухи на состояние растительности на уровне страны и отдельных субъектов РФ. Созданная система спутникового мониторинга

работает в оперативном режиме и может снабжать пользователей объективной информацией о состоянии растительности практически в реальном времени. Данная информация однородна и может быть получена в однородном виде как на уровне отдельного поля, так и на уровне всей страны. Со временем, при накоплении достаточно длинных рядов спутниковых данных более высокого пространственного разрешения, чем MODIS (например, KMCC), разработанные технологии могут быть легко адаптированы к новым спутниковым данным.

Литература

1. Алпатьев А.М. Влагооборот культурных растений // Л.: Гидрометиздат, 1955. 323с.
2. 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. I. С.170-174.
3. Вуколов Н.Г. Неблагоприятные и опасные для сельскохозяйственного производства явления погоды. Методы диагностики, оценки и прогноз вероятности их наступления // М.:ЗАО «Оперативное тиражирование», 2010. 111с.
4. Лосев А.П. Агрометеорология // М.:Колос, 2001. 244с.
5. Лупян Е.А., Мазуров А.А., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Флитман Е.В. Технология построения автоматизированных систем сбора, обработки и хранения спутниковых данных для решения научных и прикладных задач // в кн.: Аэрозоли Сибири, Новосибирск, Из-во СО РАН, 2006. с.458-470.
6. Плотников Д.Е., Барталев С.А., Лупян Е.А., Савин И.Ю. Использование данных спутникового радиометра MODIS для распознавания пахотных земель, чистого пара и посевов озимых культур // Материалы Всероссийской научной конференции «Методическое обеспечение мониторинга земель сельскохозяйственного назначения». 29-30 сентября 2009 года. Сборник научных статей. Москва, М.:PACXН, 2010.
7. Плющиков В.Г. Проблемы защиты сельскохозяйственного производства в чрезвычайных ситуациях // М.:ЦИНАО, 2001. 304с.
8. Савин И.Ю., Барус Б. Оперативный мониторинг площадей посевов риса в Калмыкии на основе данных MODIS // Исследование Земли из Космоса, 2009. № 5. С.66-74.
9. Bartalev S.A., Belward A., Ershov D.V., Isaev A.S. A New SPOT4-VEGETATION Derived Land Cover Map of Northern Eurasia // International Journal of Remote Sensing, 2003. Vol.24. № 9. P.1977-1982.
10. EM-DAT. The OFDA/CRED International Disaster Database—www.emdat.net—Universite Catholique de Louvain—Brussels—Belgium. 2010
11. Gommes, R. Extreme agrometeorological events. Discussion leading to the terms of reference for a database. WMO CagM-12 WG on extreme agrometeorological events. 1999, 17 pp.
12. LANDSAT (<http://landsat.gsfc.nasa.gov/>), 2011
13. MODIS (<http://modis.gsfc.nasa.gov/>), 2011
14. Rembold F., O. Rojas and I. Savin. Using low resolution satellite images for crop monitoring and yield prediction at the regional scale // In:Optical observation of vegetation properties and characteristics (Editors: F. Maselli, M. Menenti, P.A. Brivio), Research Signpost, 2011 (in press)
15. Savin I.Yu. Crop Yield Prediction with SPOT VGT in Mediterranean and Central Asian Countries // ISPRS Archives XXXVI-8/W48 Workshop Proceedings: Remote Sensing Support to Crop Yield Forecast and Area Estimates. Commission VIII, WG VIII/10. Stresa, Italy, 2007. P.130-134.
16. Sheffield, J., K.M. Andreadis, E.F. Wood, and D.P. Lettenmaier. 2009. Global and Continental Drought in the Second Half of the Twentieth Century: Severity–Area–Duration Analysis and Temporal Variability of Large-Scale Events // Journal of Climate, 22, 1962-1981.

Satellite monitoring of vegetation affected by drought (using drought 2010 in Russia as an example)

I. Savin, S. Bartalev, E. Loupian, V. Tolpin, M. Medvedeva, D. Plotnikov

*Space Research Institute of Russian Academy of Sciences
117997 Moscow, Profsoyuznaya str., 84/32
savin@smis.iki.rssi.ru*

The technology of operative monitoring of vegetation based on satellite data was elaborated. MODIS satellite data was used as a basis for the monitoring. The information on vegetation status is analyzed and updated every week based on MODIS time series for the last 10 years comparing with long-term average. The technology was used for monitoring of vegetation (both agricultural and forest) affected by drought 2010 in Russia. The regions where the vegetation was affected by drought were delineated. The acreage of affected vegetation was assessed based on satellite data.

Key words: MODIS, satellite monitoring of vegetation, drought.