

Национальный центр космических исследований и технологий

**Этапы развития системы
космического мониторинга паводков в
Казахстане**

Архипкин О.П., Сагатдинова Г.Н.

**Результаты наводнений, вызванных прохождением паводковых вод в
Казахстане в апреле 2015 года**



Областная динамика начала космического мониторинга ЧС

		Пожары	Паводки
1	Акмолинская область	2012	2012
2	Актюбинская область	2003	2016
3	Алмаатинская область	2011	2011
4	Атырауская область	2010	-
5	Восточно-Казахстанская область	2007	2009
6	Джамбулская область	2011	2011
7	Западно-Казахстанская область	2001	2002
8	Карагандинская область	2005	2005
9	Кустанайская область	2014	2015
10	Кызыл-Ординская область	2012	2004
11	Мангистауская область	-	-
12	Павлодарская область	2011	2010
13	Северо-Казахстанская область	2013	2016
14	Южно-Казахстанская область	2011	2010

Космический мониторинг пожаров на территории Казахстана для МЧС с 2010 года

Основные задачи космического мониторинга паводков и наводнений

Наименование задачи	Сроки решения	Режим решения	Характеристика ДДЗ	Основные результаты
Мониторинг состояния и схода снежного и ледяного покрова	01.01 - 15.04 01.11 – 30.12	1. 0.5-2,5 часа с момента получения космоснимка 2. Один раз в сутки	MODIS ежедневно. ДДЗ ср. разрешения Landsat и Sentinel-1 по мере поступления. В особых случаях ДДЗ выс. разрешения.	Карты состояния снежного и ледяного покрова.
Мониторинг прохождения паводков и наводнений	01.03 - 15.05 01.11 – 30.12	1. 0.5-2,5 часа с момента получения космоснимка 2. Один раз в сутки	MODIS ежедневно. ДДЗ ср. разрешения Landsat и Sentinel-1 по мере поступления. В особых случаях ДДЗ выс. разрешения.	Карты водного покрова с выделением зон затопления.
Обзорный мониторинг прохождения паводковых вод	Декада, месяц, сезон, сезоны	1. Несколько часов 2. По мере необходимости	По данным сезонного и многолетних рядов MODIS	Обзорные карты водного покрова с выделением зон затопления
Картирование водной поверхности крупных и средних водохранилищ	15.01 - 15.05 01.11 – 30.12	1. 0.5-3 часа с момента получения космоснимка 2. По мере поступления.	По данным среднего разрешения Landsat и Sentinel-1. При необходимости ДДЗ выс. разр	Карты водной поверхности крупных и средних водохранилищ
Оценка зон риска затопления	В конце паводкового сезона	1. Несколько дней 2. Раз в год	По данным многолетних рядов MODIS	Карты зон риска затопления

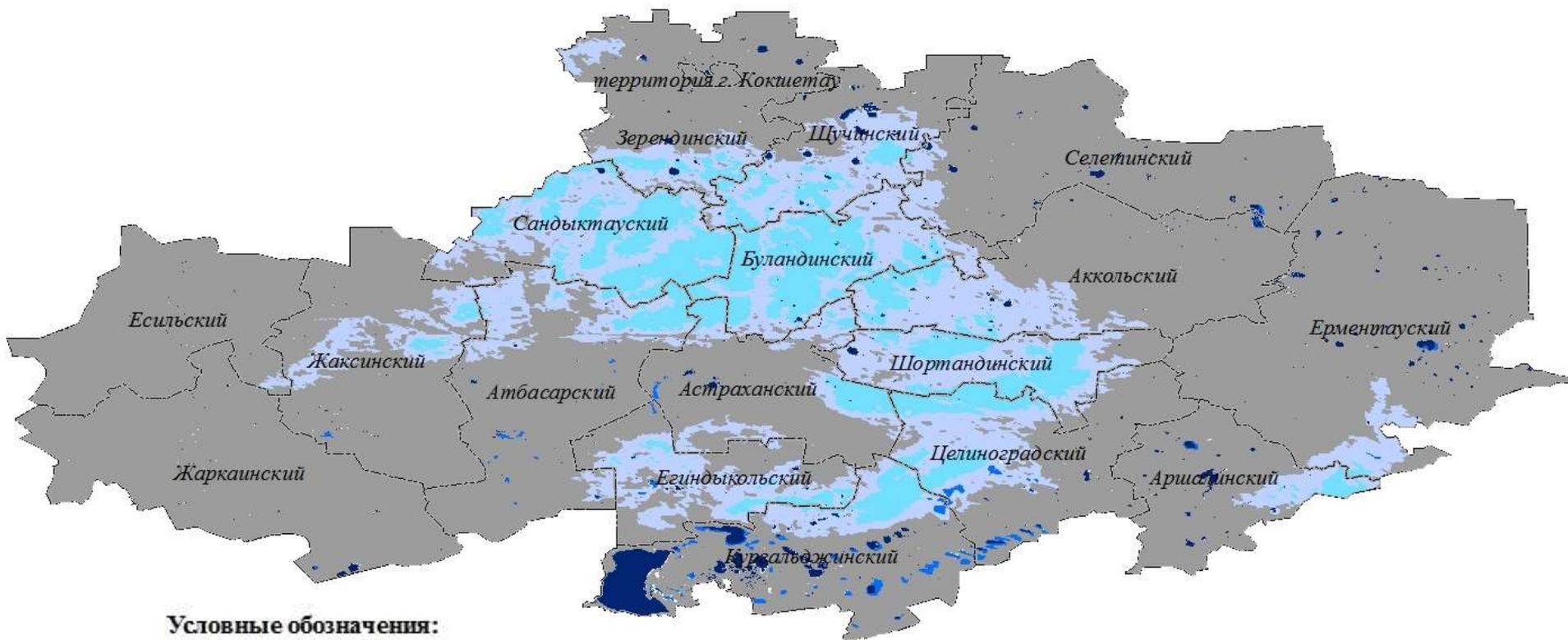
Функциональная схема ГИС-технологии космического мониторинга прохождения паводковых вод и наводнений



Алгоритм выделения зон затопления по космическим снимкам

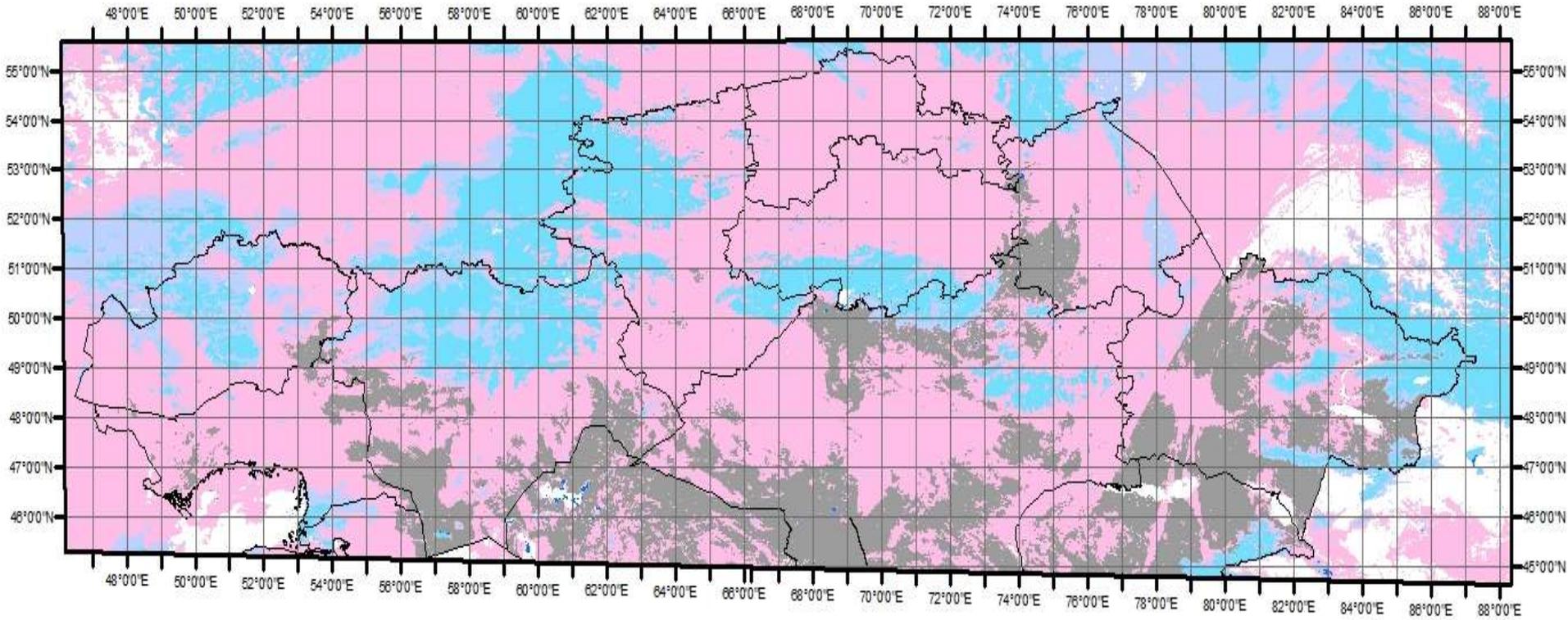


Образец оперативной выходной информации космического мониторинга схода снежного покрова и прохождения паводковых вод



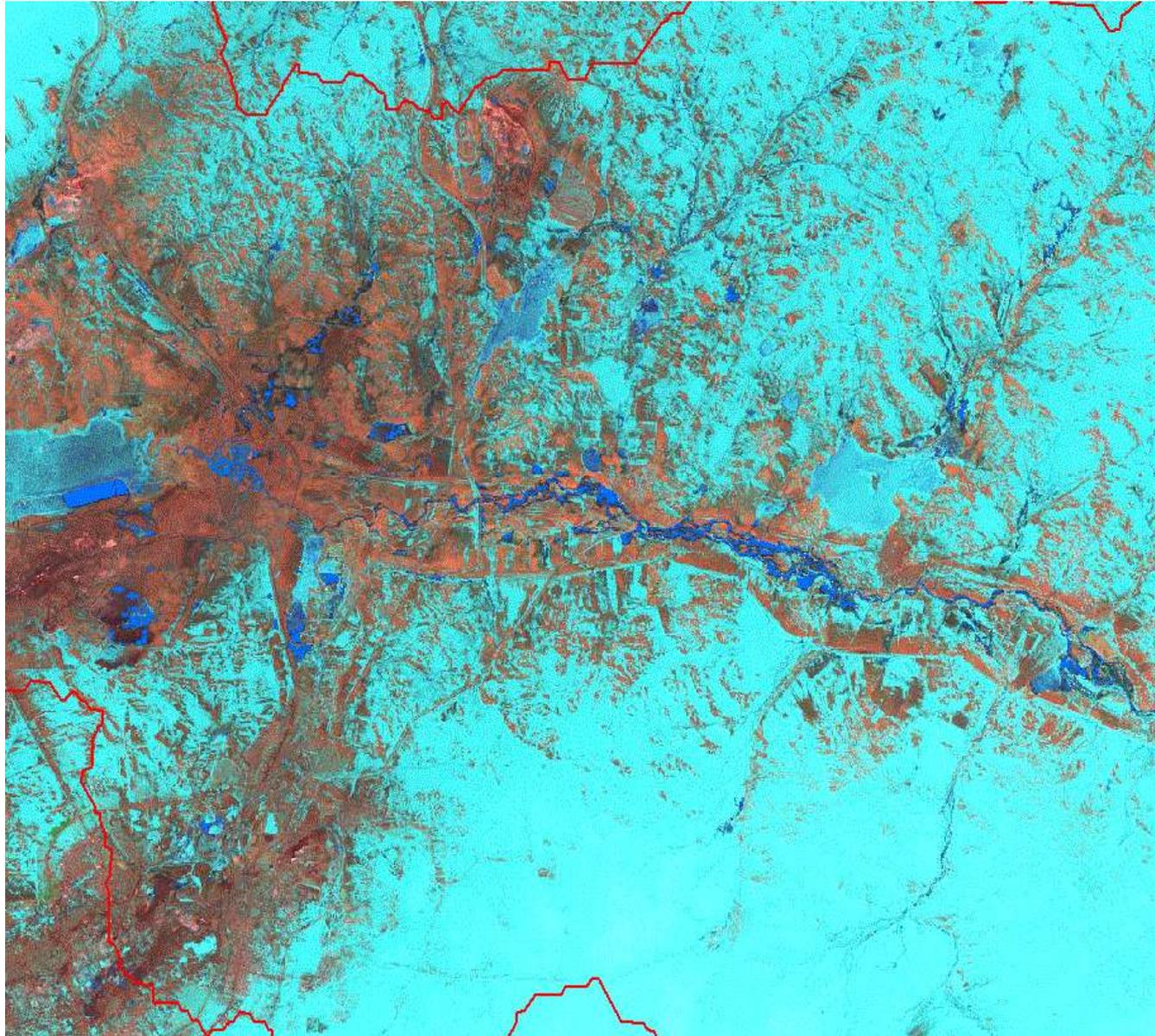
Акмолинская область. 10.04.2013. 13 час. 13 мин.

Карта схода снежного покрова и прохождения паводковых вод на территории Северного Казахстана за 30 марта 2014 года 11 час. 19 мин. (образец выходной информации для МЧС РК)



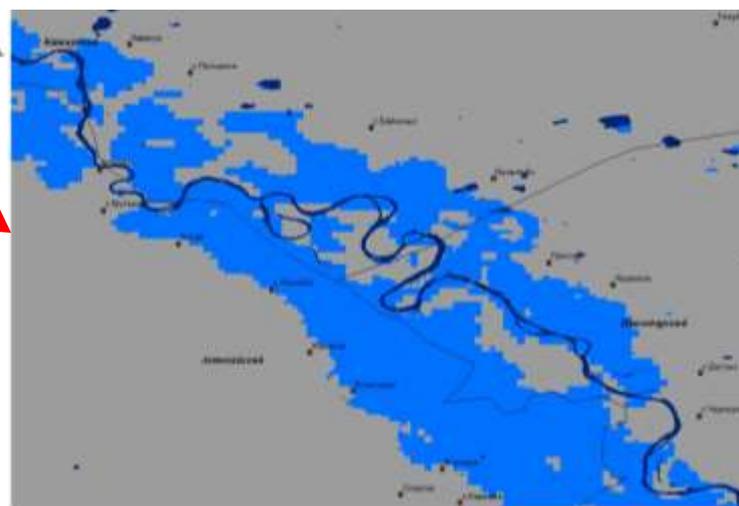
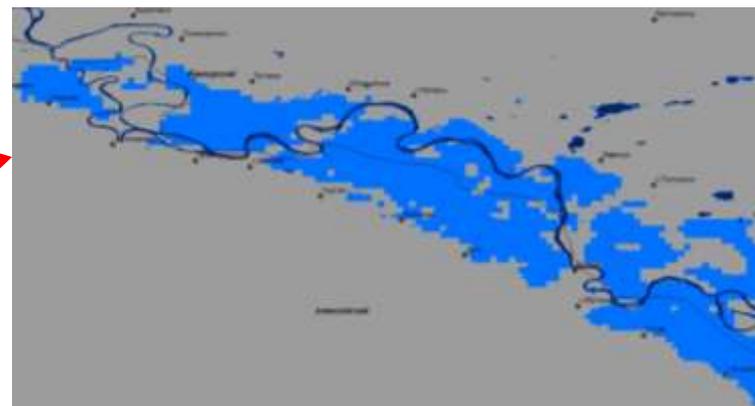
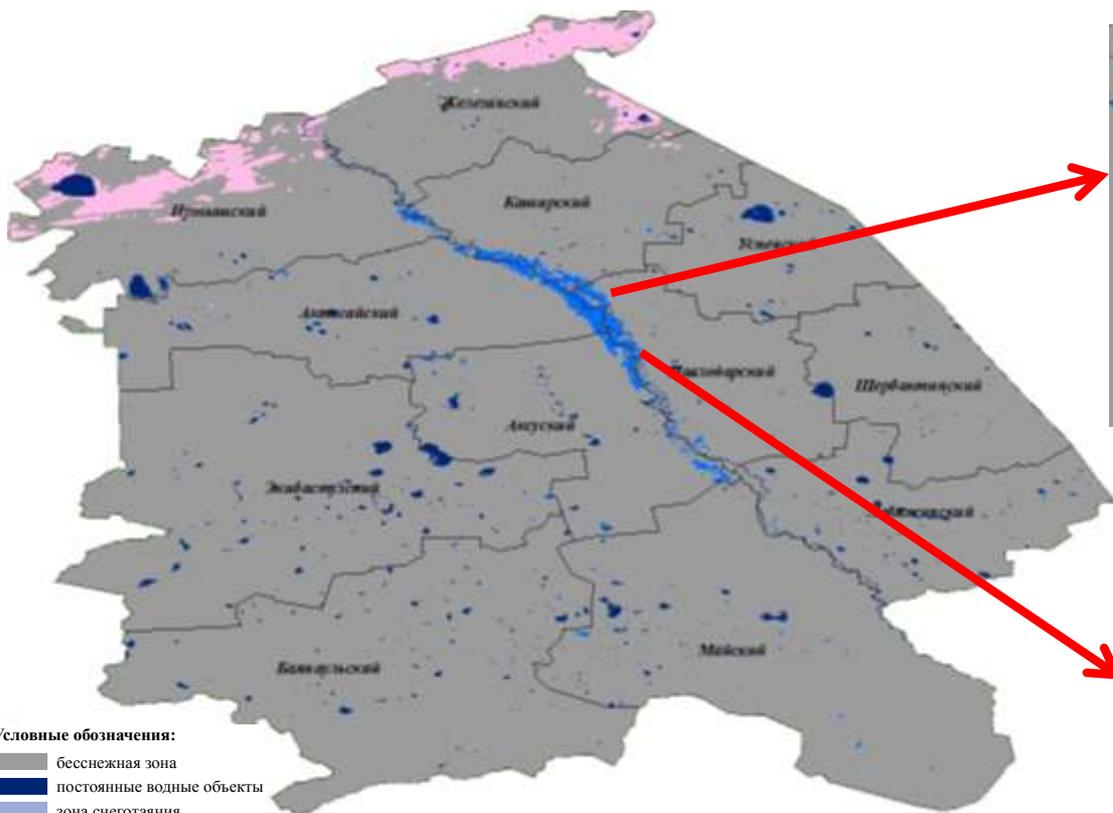
- Условные обозначения:**
- бесснежная зона
 - зона снеготаяния
 - лед
 - облачный покров
 - снежный покров
 - зоны затопления

**Состояние снежного покрова и зон затопления по данным Landsat 8
за 7 апреля 2017 года на территории бассейна реки Нура**



Образец оперативной выходной информации космического мониторинга прохождения паводковых вод по данным MODIS

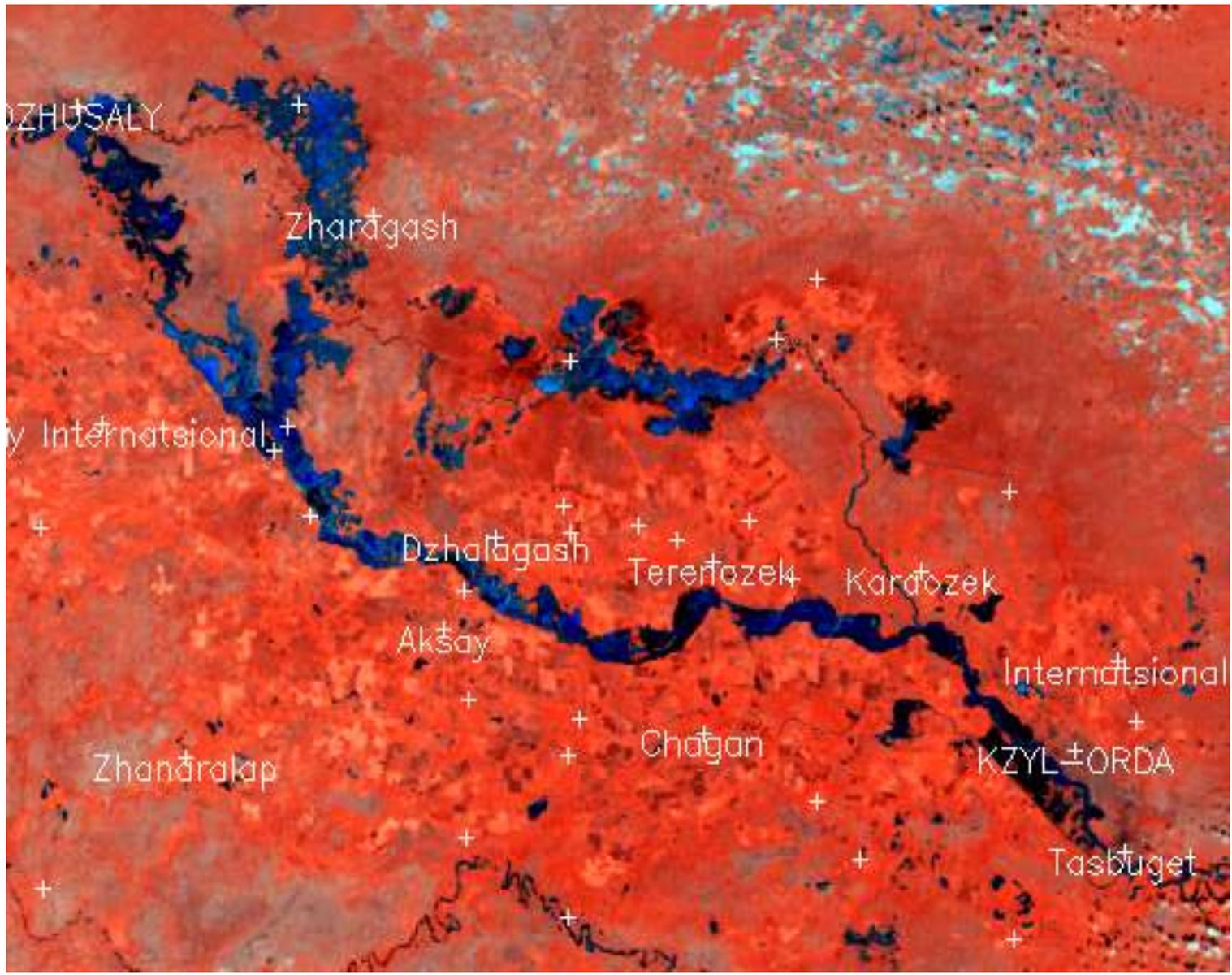
Павлодарская область. 10.04.2013. 11 час. 59 мин.



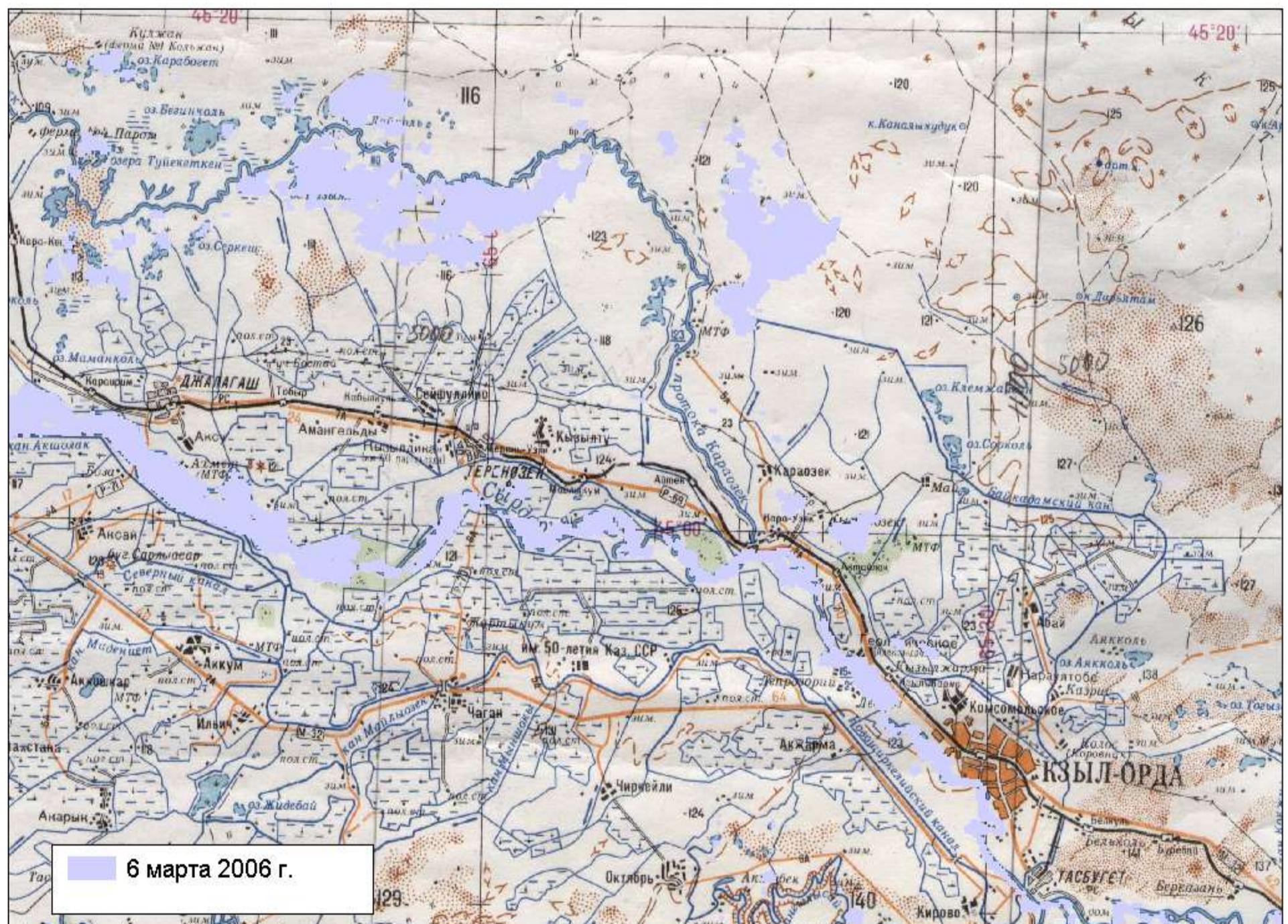
Условные обозначения:

- бесснежная зона
- постоянные водные объекты
- зона снеготаяния
- лед
- облачный покров
- снежный покров
- зоны затопления

**Зоны затопления среднего течения Сыр-Дарьи по космоснимку Terra MODIS
10 Февраля 2004 г.**

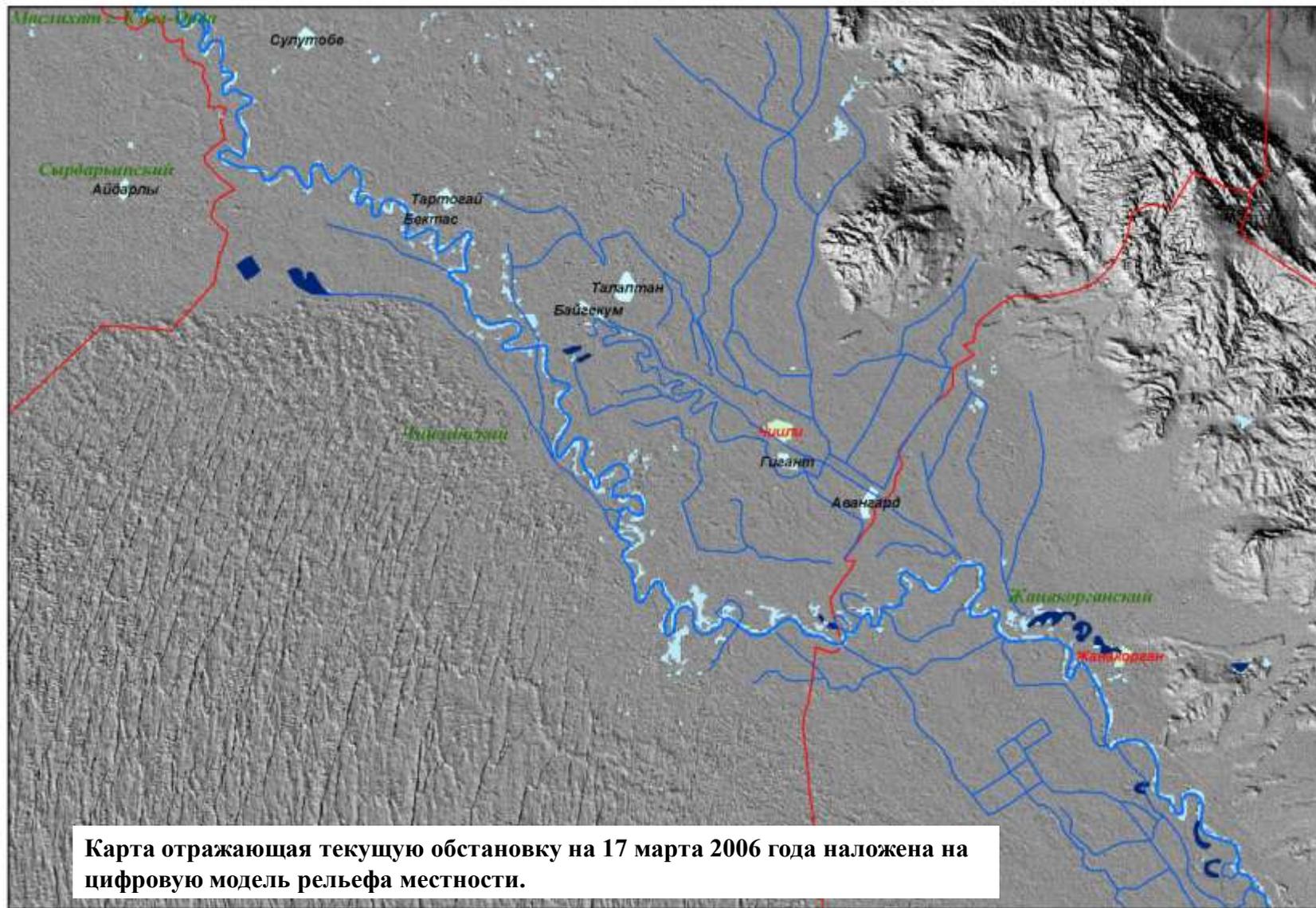


Зоны затопления Кзыл-Ординской области (карта масштаба 1:500 000)

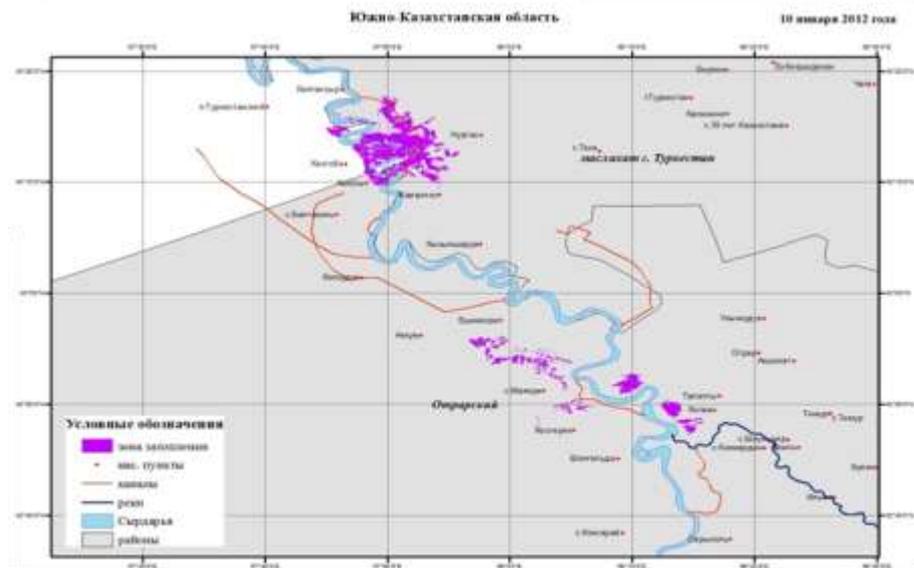
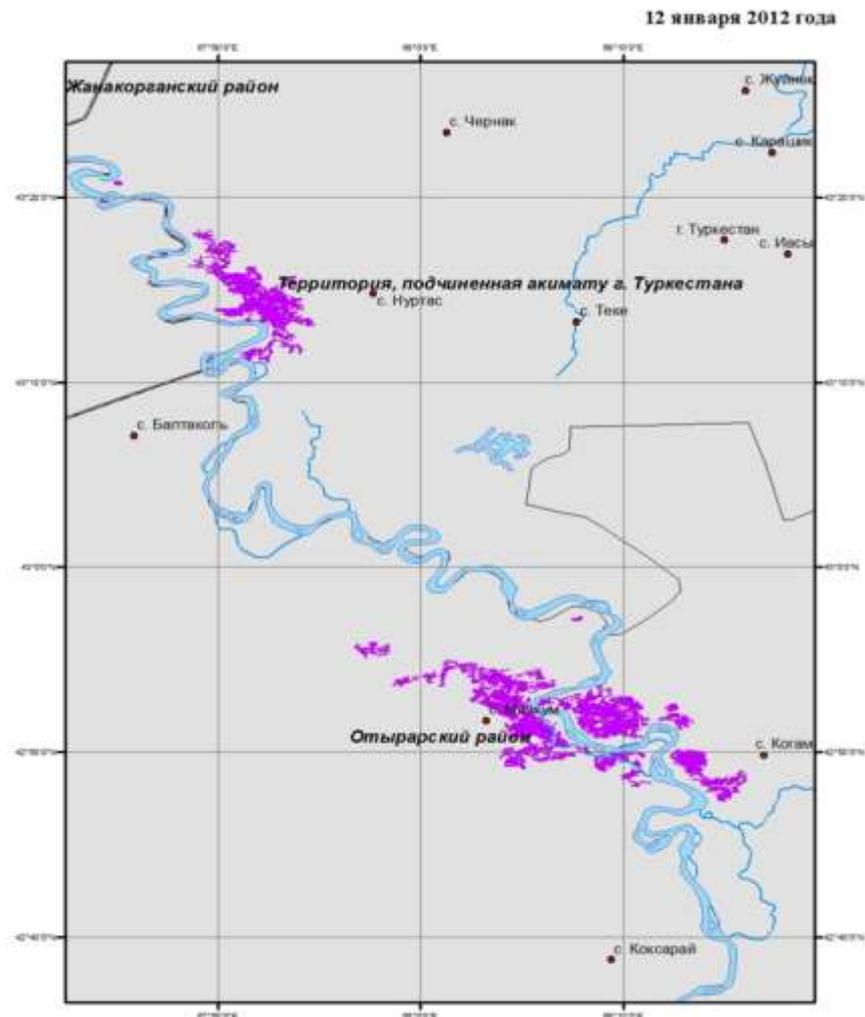
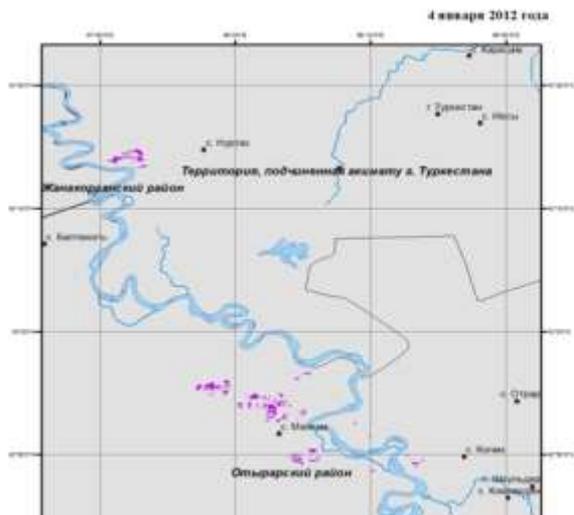


6 марта 2006 г.

КОСМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЗОН ЗАТОПЛЕНИЯ РЕКИ СЫР-ДАРЬЯ за 17 марта 2006 г.



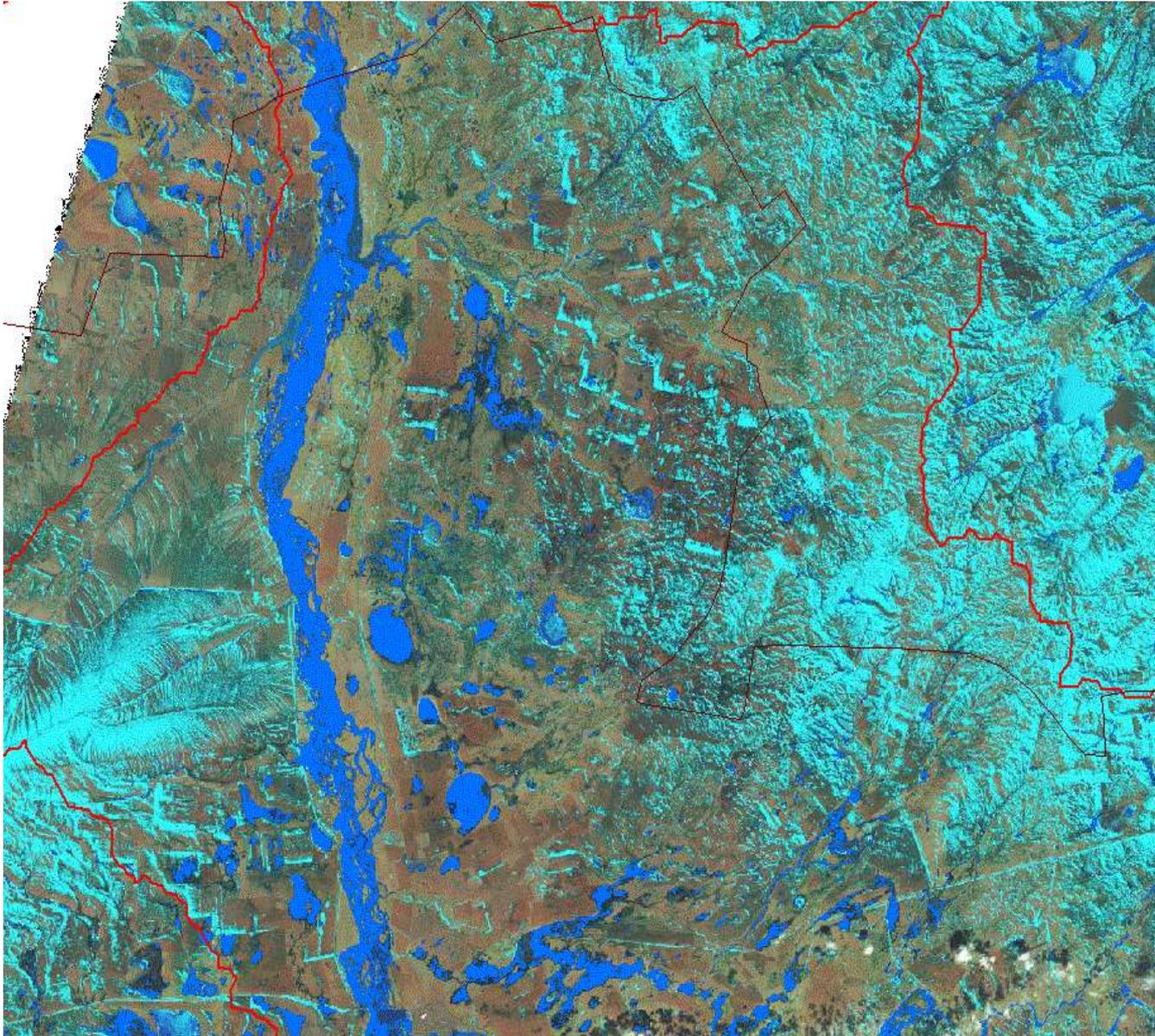
Мониторинг зон затопления на территории Южно-Казахстанской области в районе населенного пункта Маякум по радарным данным в первой половине января 2012 года



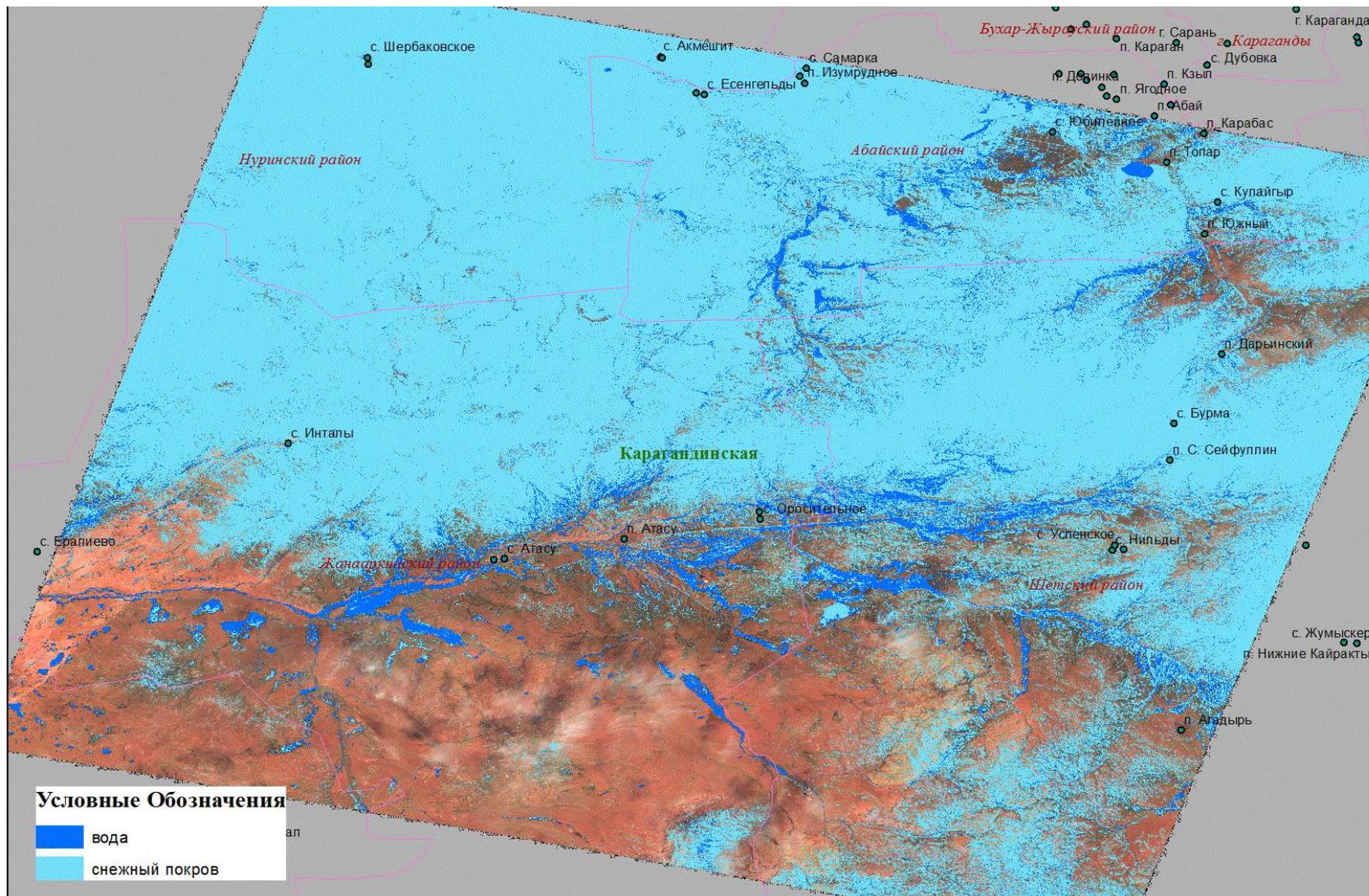
Условные обозначения

зона затопления

**Состояние снежного покрова и зон затопления по данным Landsat 8
за 14 апреля 2017 года на территории бассейна реки Нура**

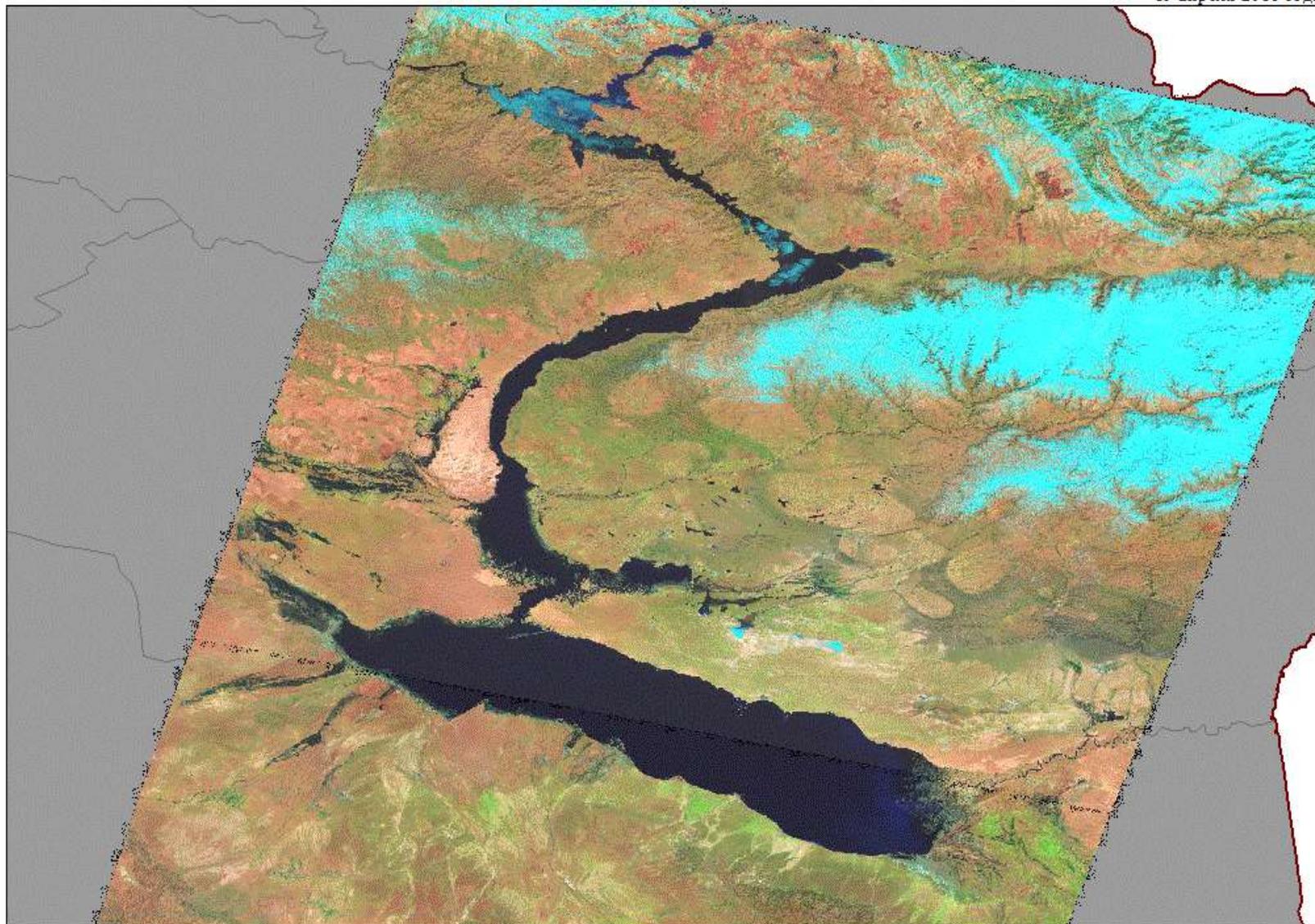


Динамика паводков в Карагандинской области в районе станции Атасу и поселка Акшагат в Жанааркинском районе по Landsat за 9 апреля 2015 г.



Мониторинг паводковых вод по данным космоснимка Landsat на территории Восточно-Казахстанской области

19 апреля 2016 года

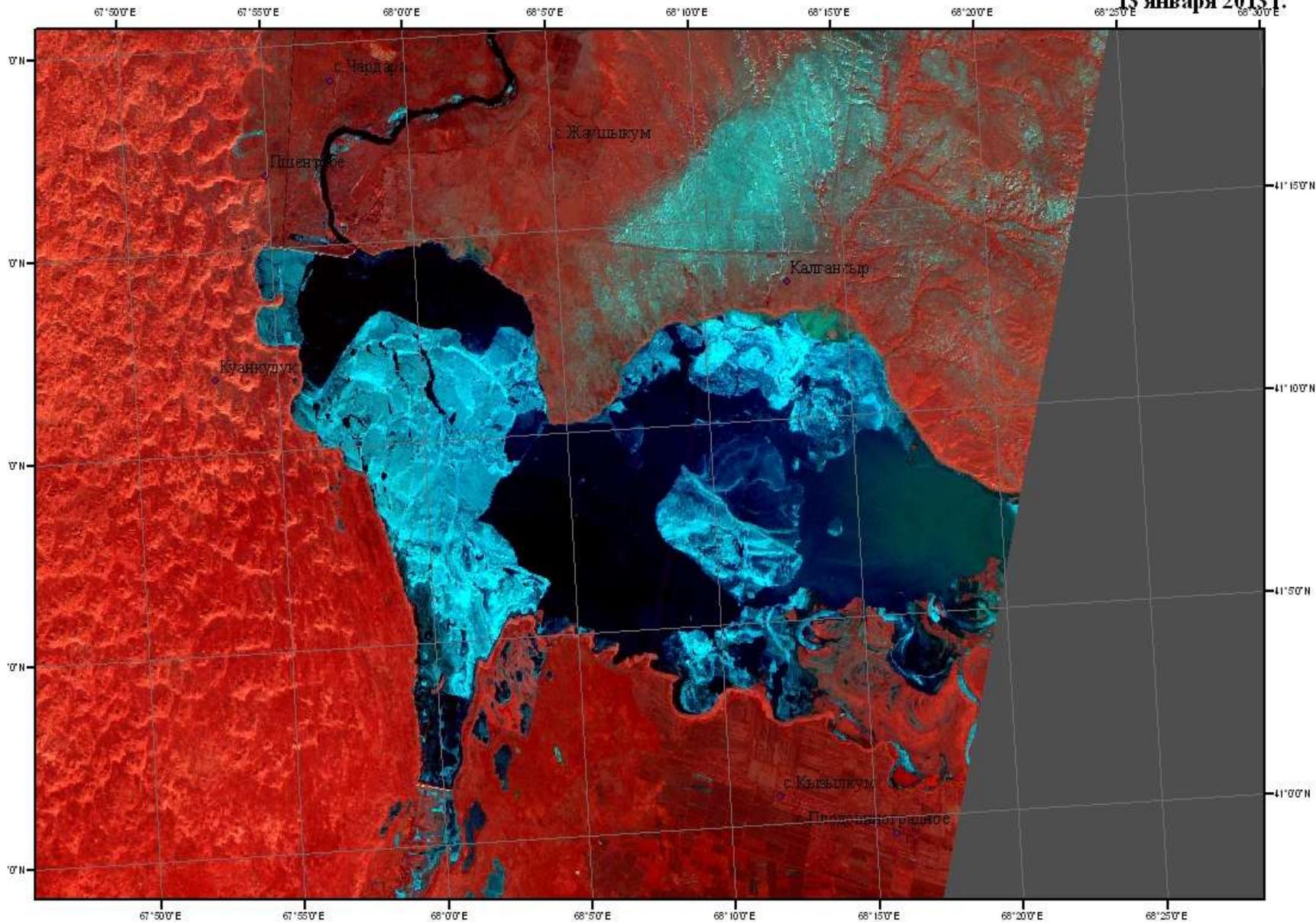


Образец оперативной выходной информации состояния и схода ледового покрова

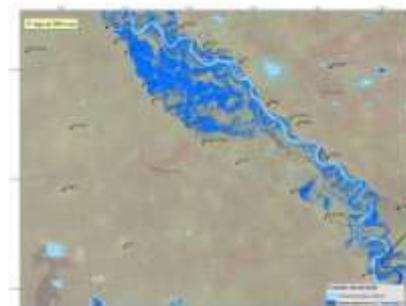
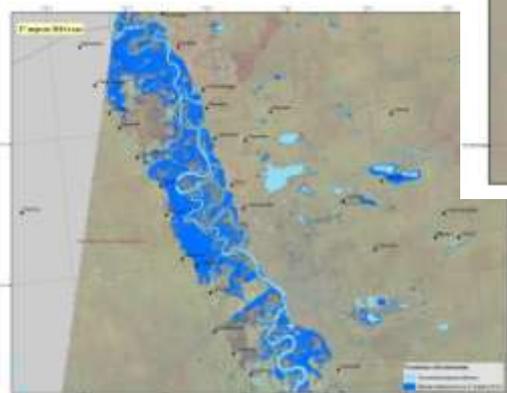
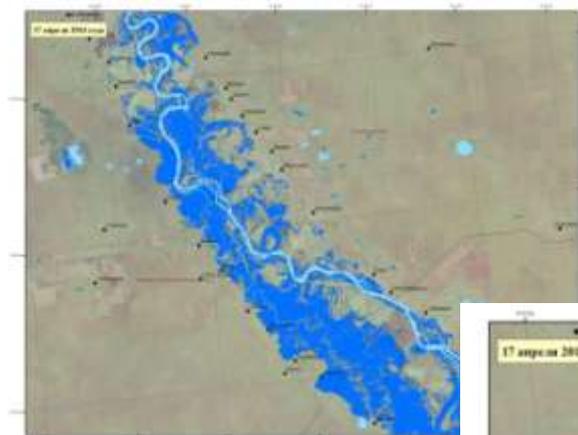
IRS LISS

Южно-Казахстанская область

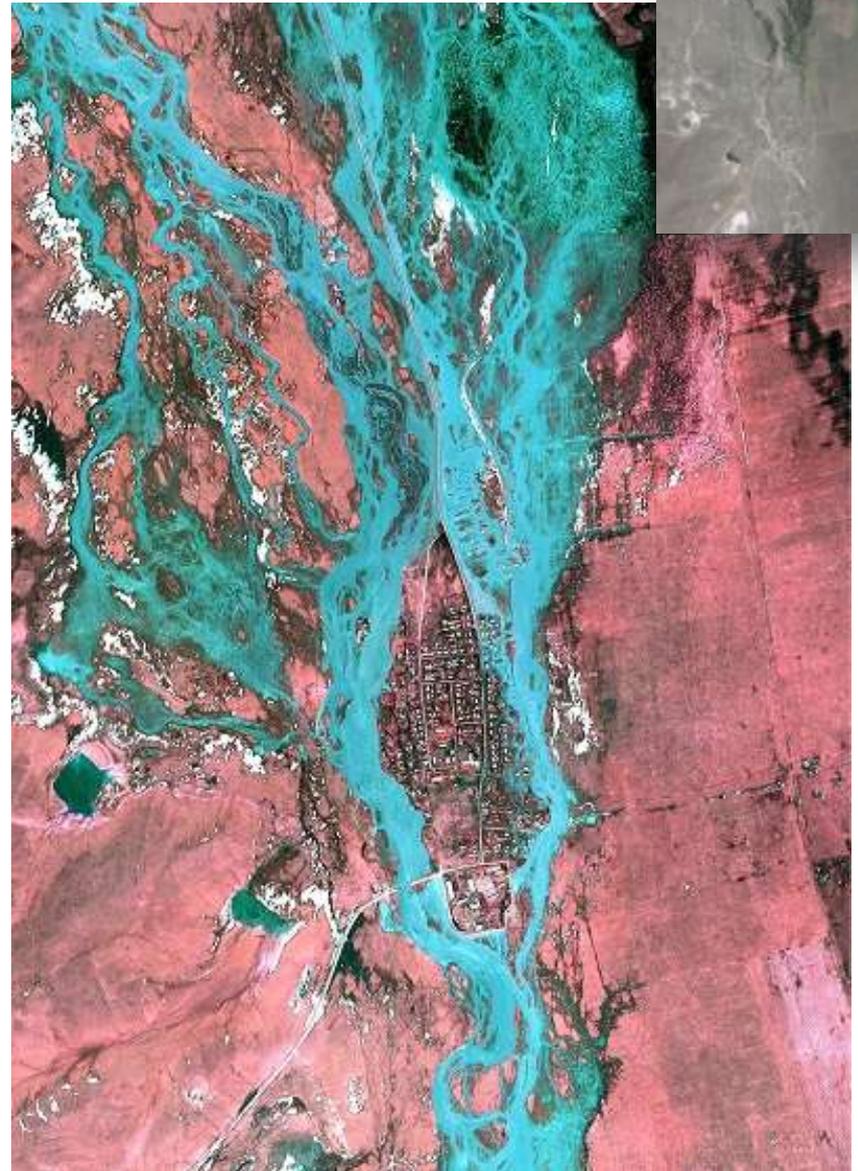
13 января 2013 г.



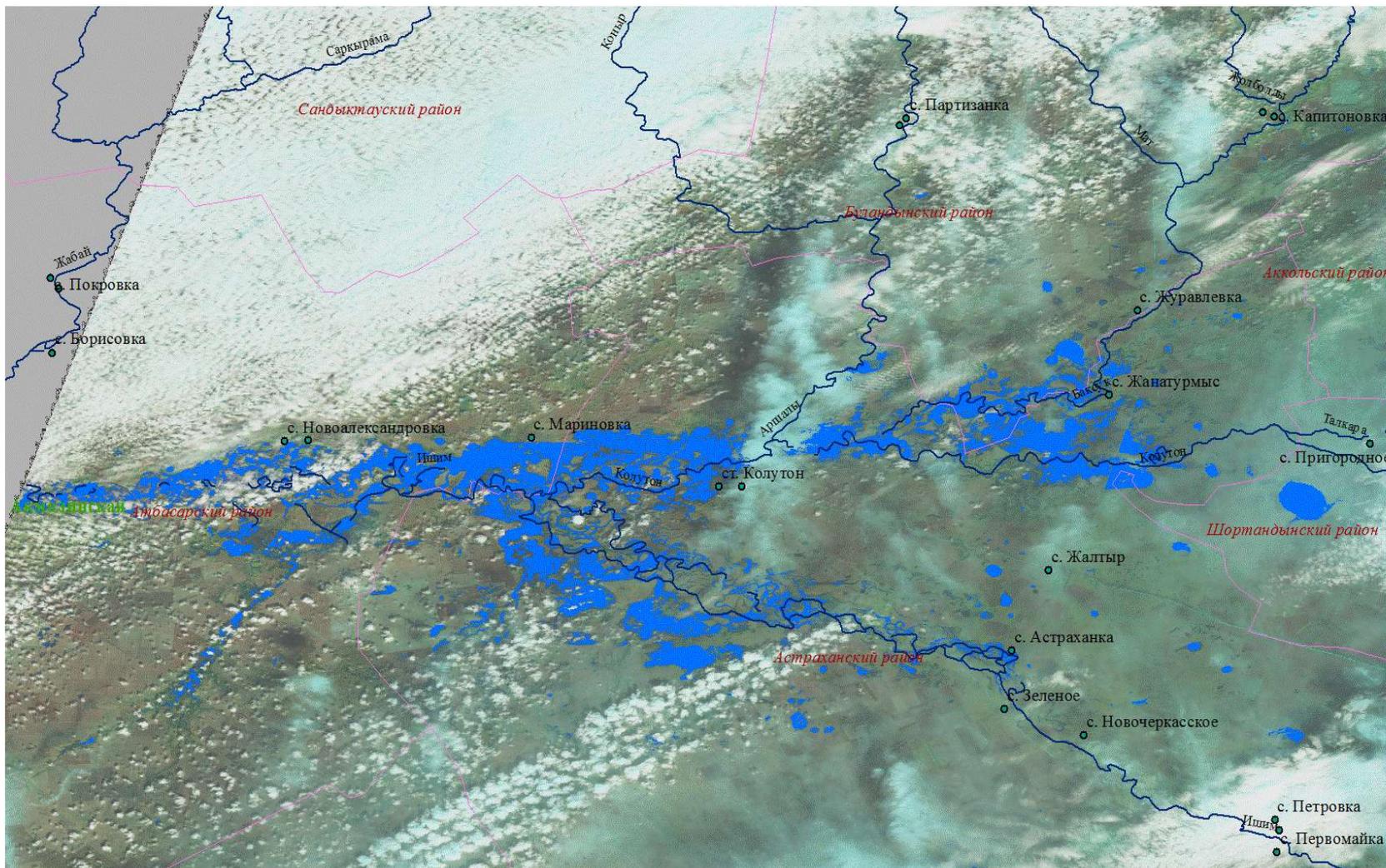
Мониторинг паводков по данным среднего разрешения на р.Иртыш



**Зоны затопления на территории Казахстана по данным съемки KazEOSat-1
в апреле 2015 года**



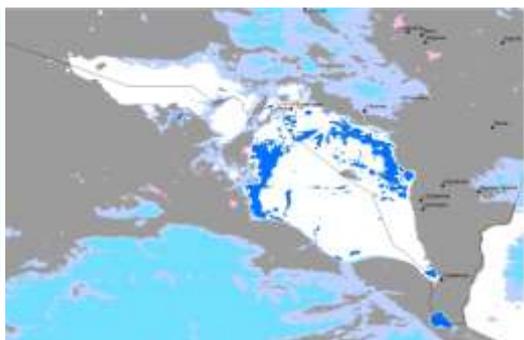
. Зоны затопления на территории Акмолинской области по данным Landsat-8 за 23 апреля 2015 года



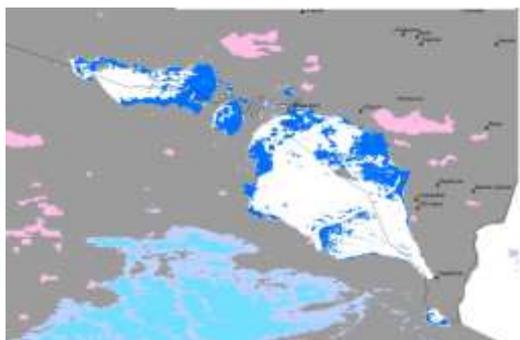
Динамика схода ледового покрова и прохождения паводковых вод в районе Алакольской озерной системы



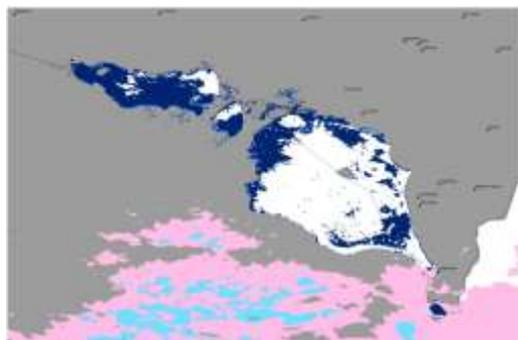
19 марта 2014 г.



26 марта 2014 г.



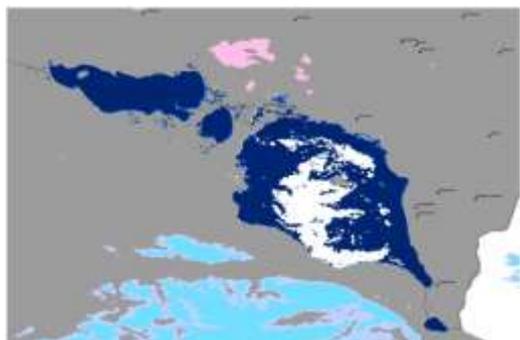
2 апреля 2014 г.



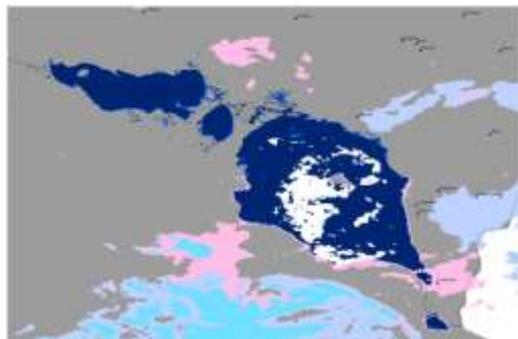
7 апреля 2014 г.



10 апреля 2014 г.



17 апреля 2014 г.



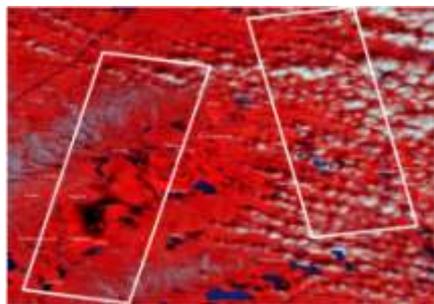
18 апреля 2014 г.



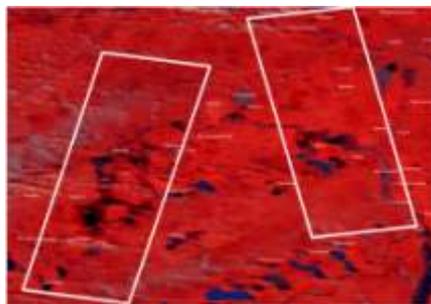
24 апреля 2014 г.

- Условные обозначения:
- постоянные водные объекты
 - бесснежная зона
 - зона снеготаяния
 - лед
 - облачный покров
 - снежный покров
 - зоны затопления

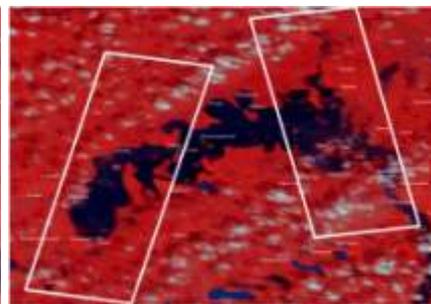
Динамика прохождения паводковых вод в 2015 году на территории Акмолинской и Карагандинской области в районе космосъемки TerraSar-X за 27 апреля (слева) и 25 апреля (справа)



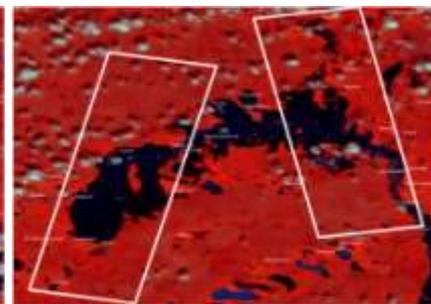
13 апреля



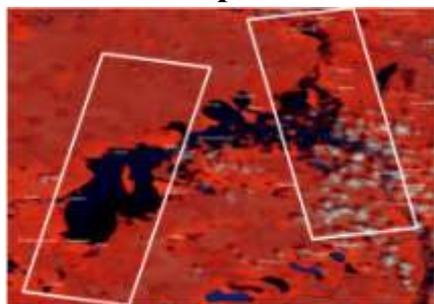
14 апреля



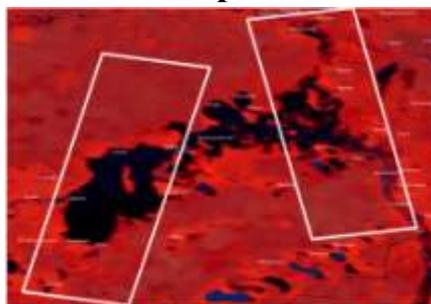
20 апреля



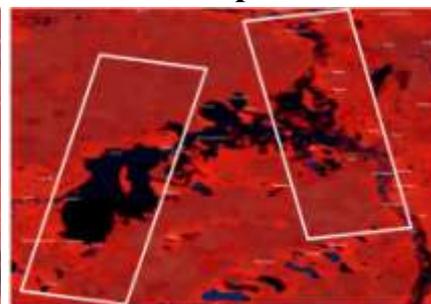
24 апреля



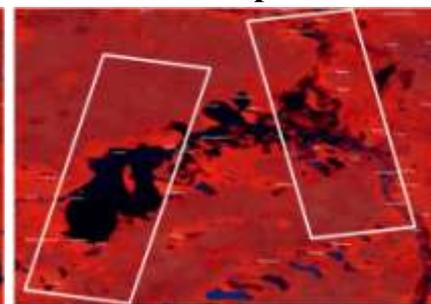
29 апреля



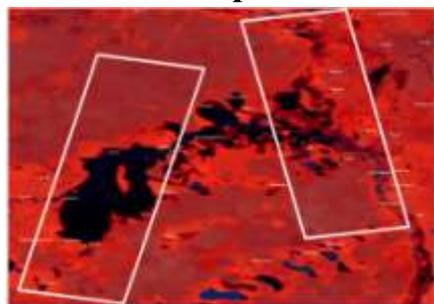
30 апреля



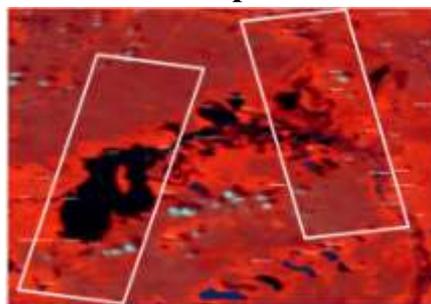
1 мая



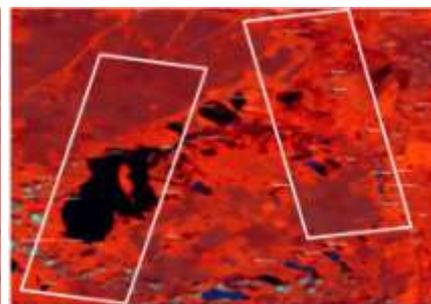
3 мая



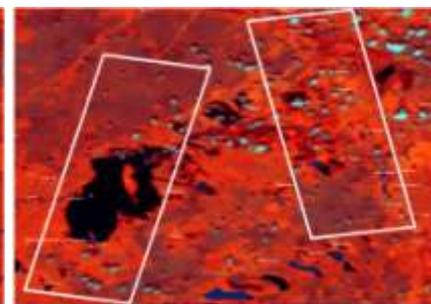
5 мая



7 мая



26 мая



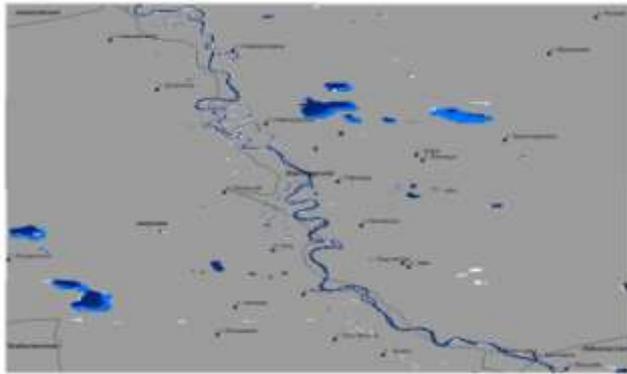
28 мая

477252329_20150427T014152 и 477257281_20150425T125941

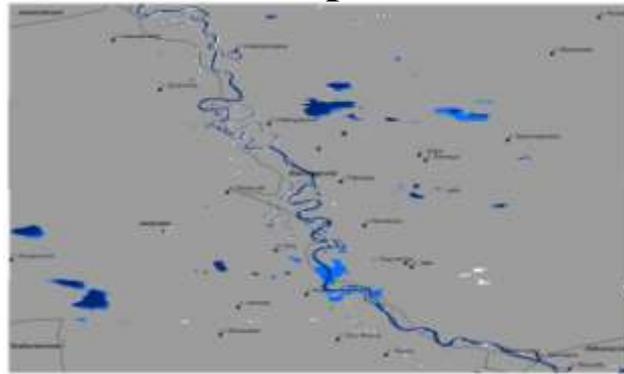
Условные обозначения:

 **постоянные водные объекты**

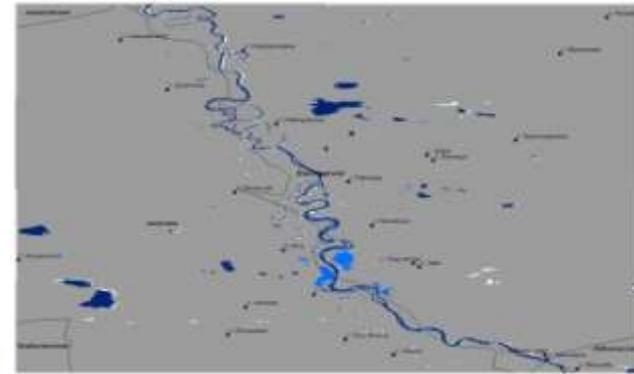
Динамика развития паводка на р. Иртыш в районе г. Павлодар по данным MODIS за весенний период 2013 года



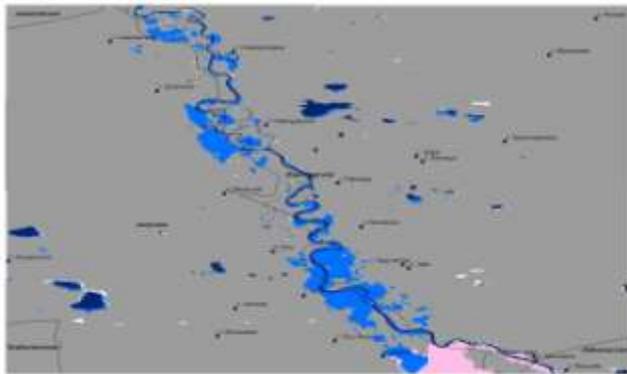
10 апреля 2013 г.



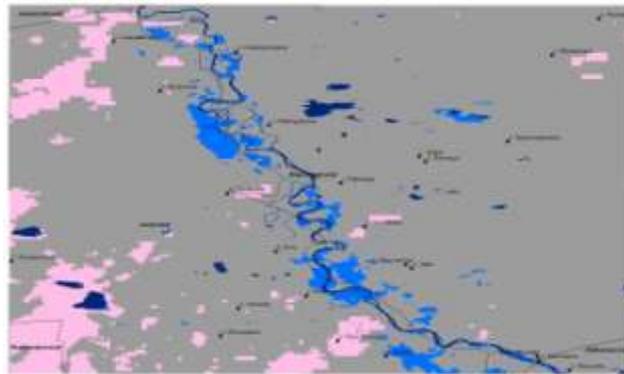
11 апреля 2013 г.



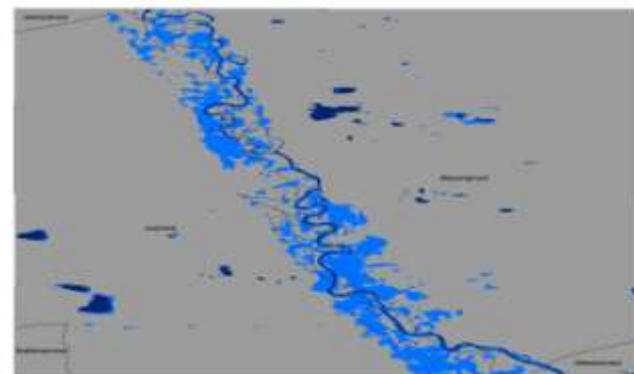
13 апреля 2013 г.



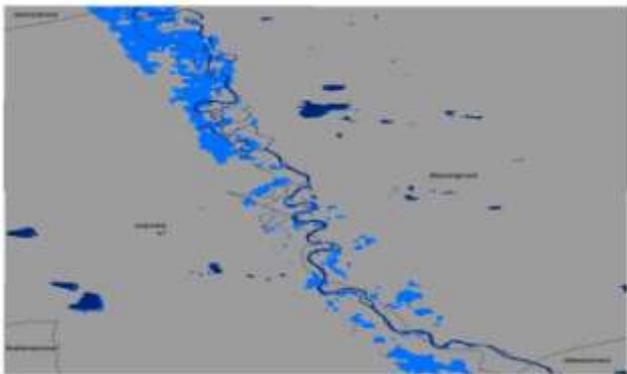
22 апреля 2013 г.



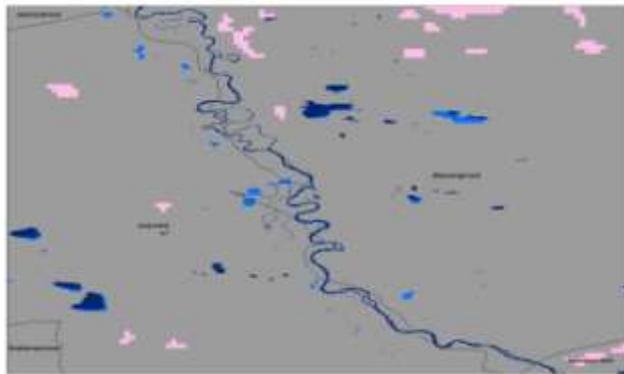
24 апреля 2013 г.



27 апреля 2013 г.



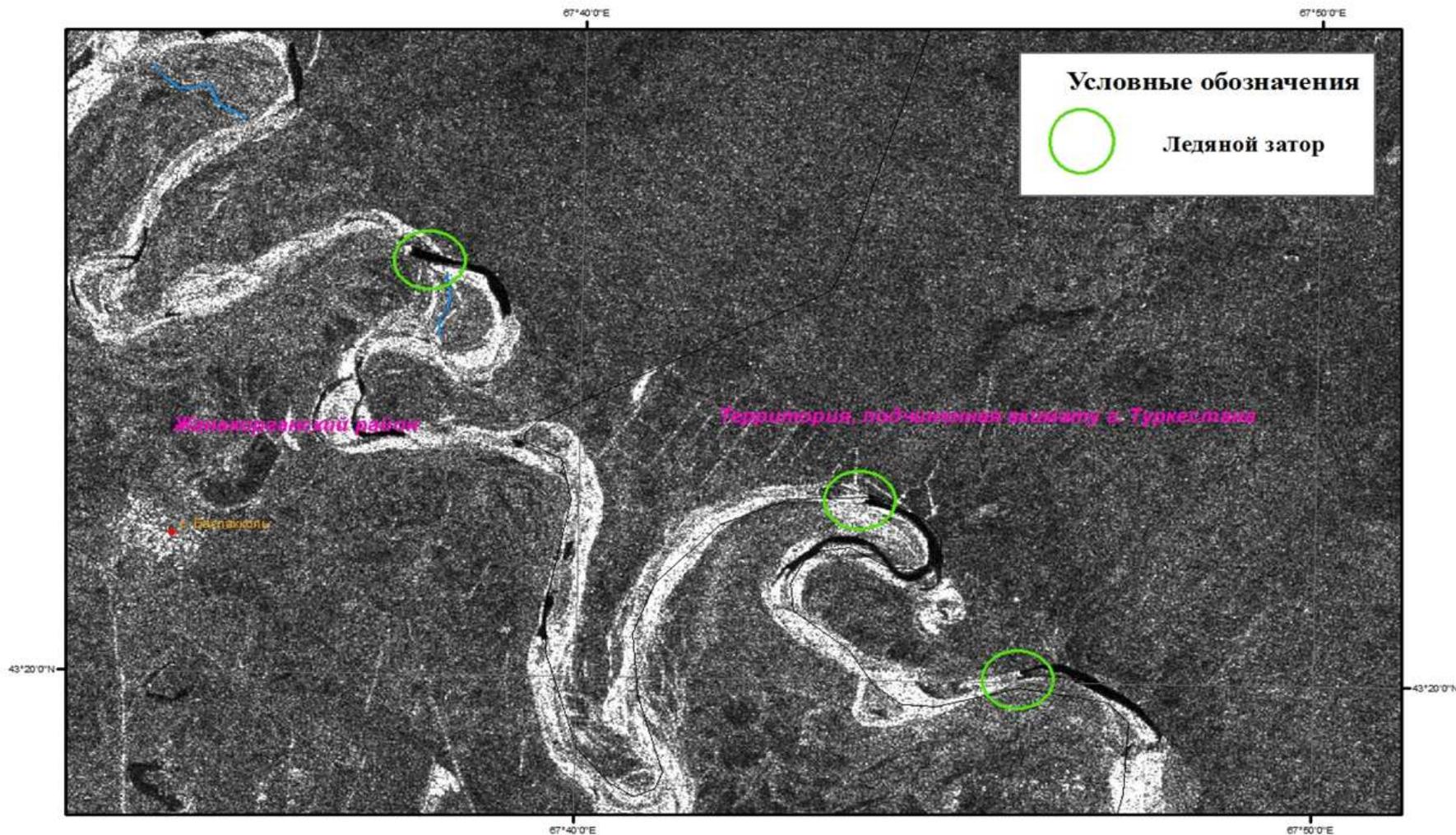
8 мая 2013 г.



17 мая 2013 г.

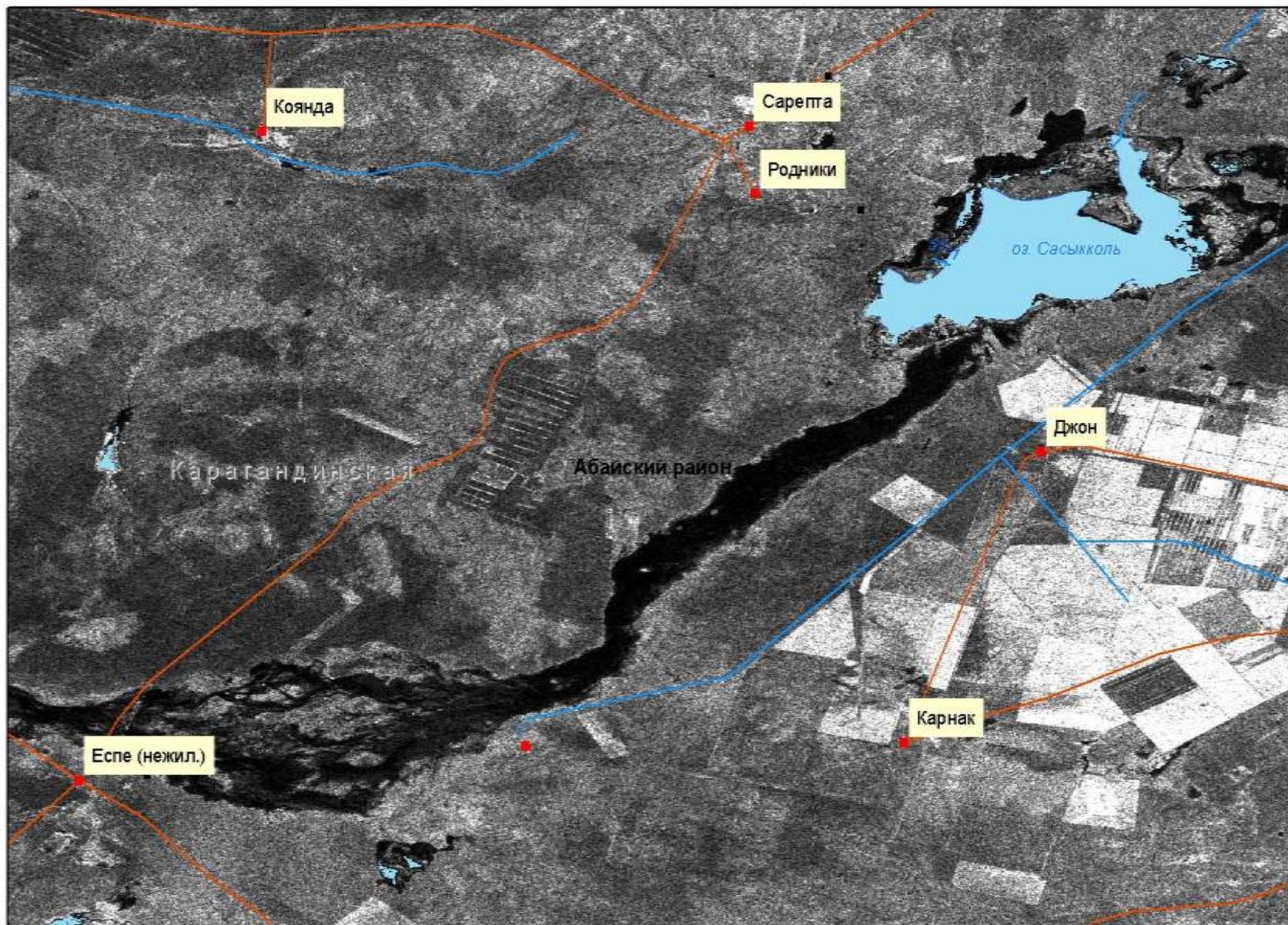
Образец оперативной выходной информации по расположению ледяных заторов, полученный по радарным данным

24 января 2012 г.

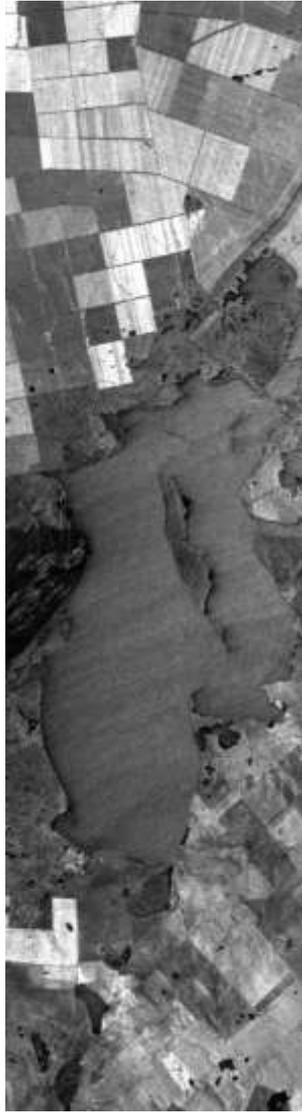


Зоны затопления на территории Карагандинской области по данным Sentinel-1 A за 21 апреля 2015 года

21 апреля 2015 года



Радарный космоснимок TerraSar-X с двойной поляризацией за 27 апреля 2015 года



HH



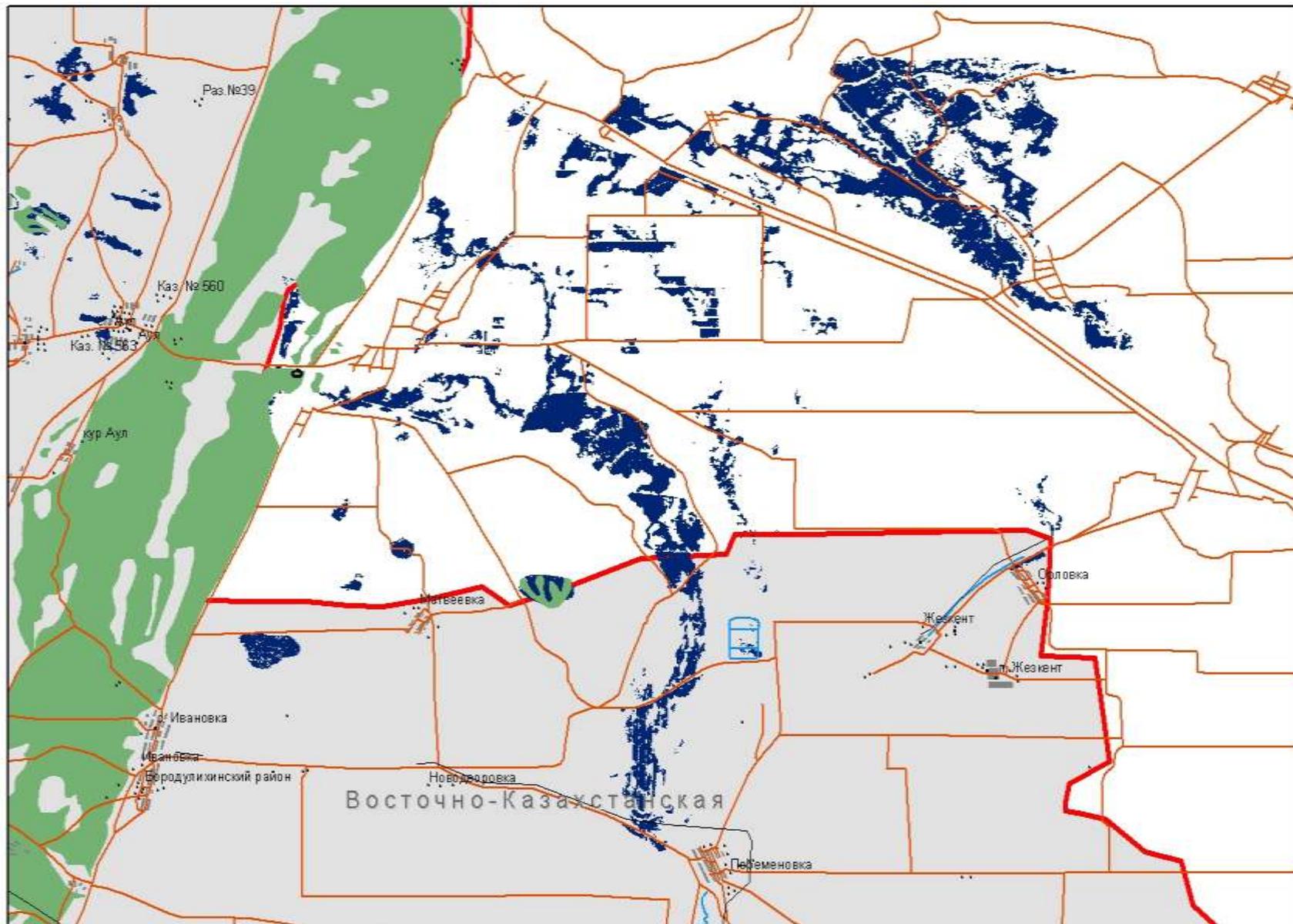
HV



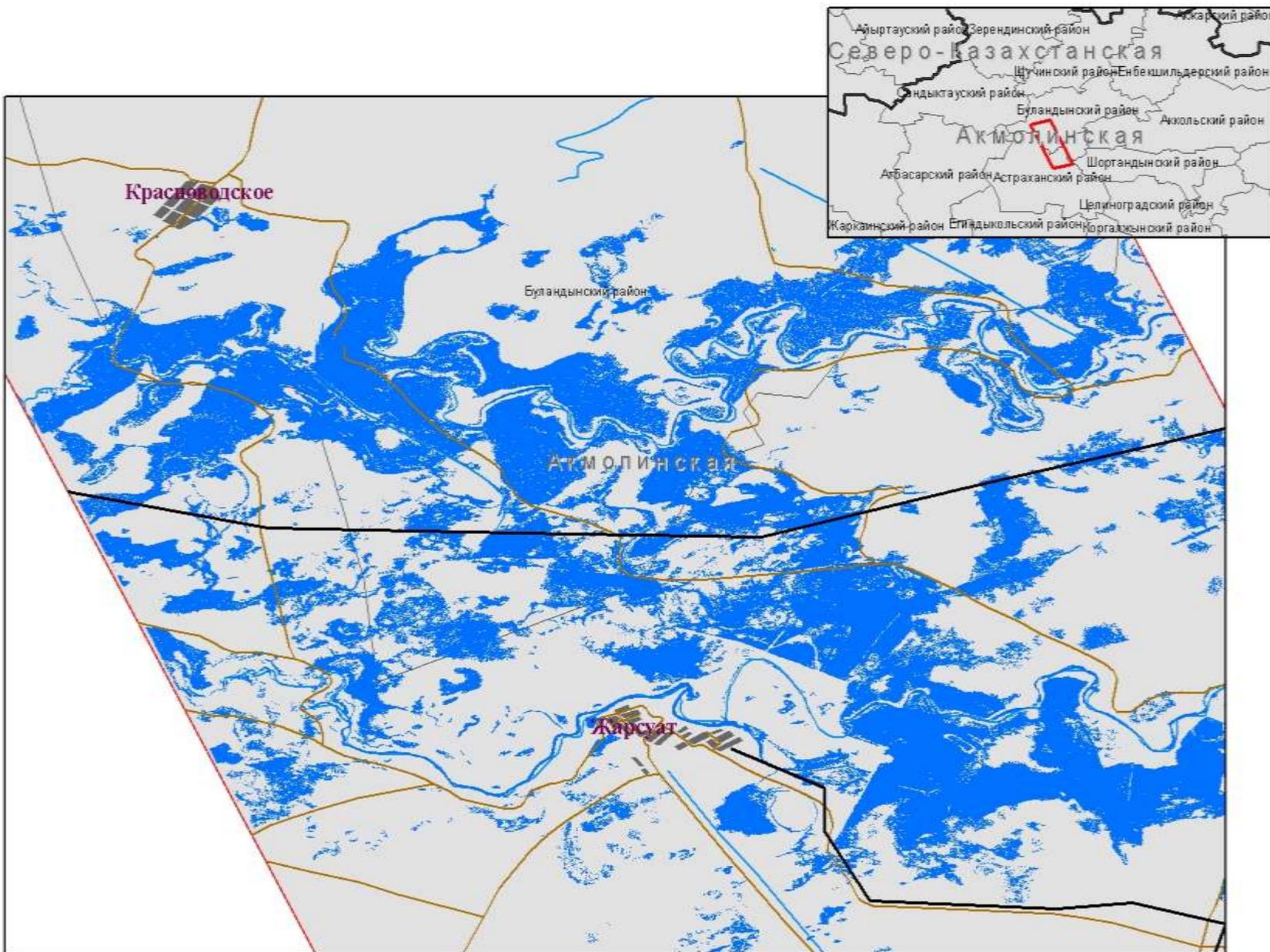
RGB композит

Зоны затопления на территории Восточно-Казахстанской области по данным Sentinel-1 A за 13 апреля 2015 года

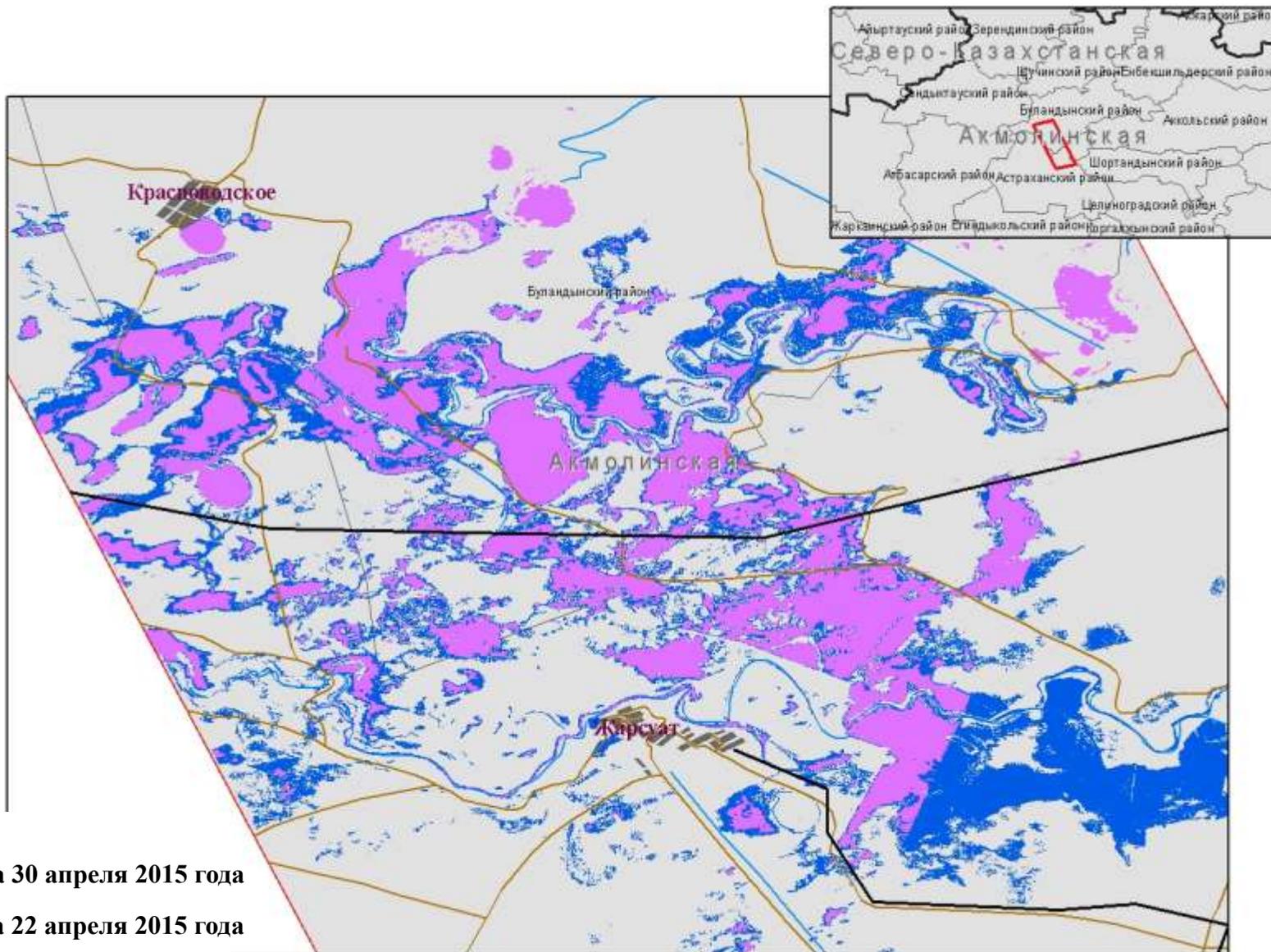
13 апреля 2015 года



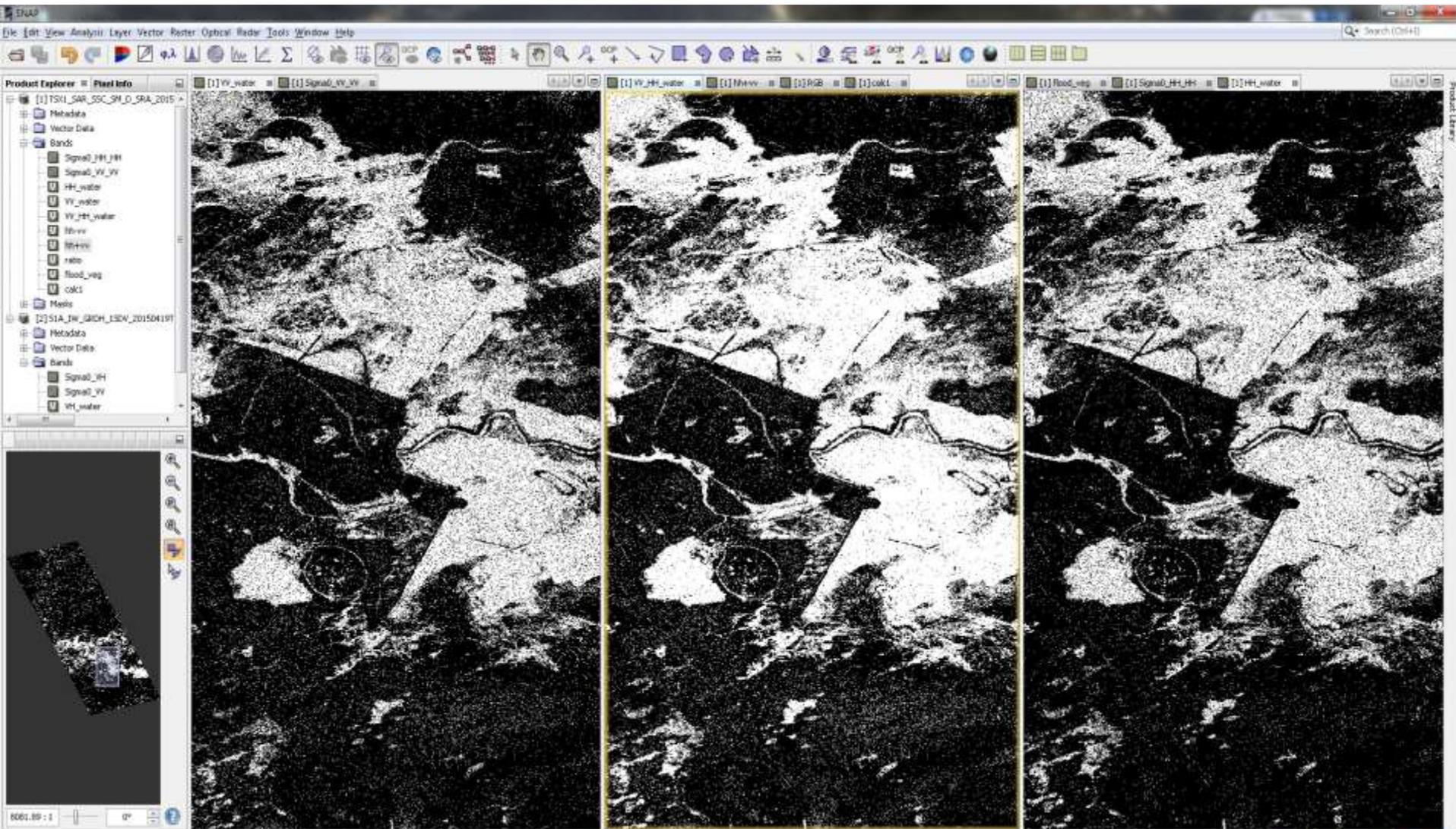
Маска воды по радарным данным TerraSAR X за 22 апреля 2015 года



Динамика зон затопления по оптическим и радарным данным



Маски водной поверхности для фрагмента космоснимка TerraSAR-X за 22 апреля 2015 года

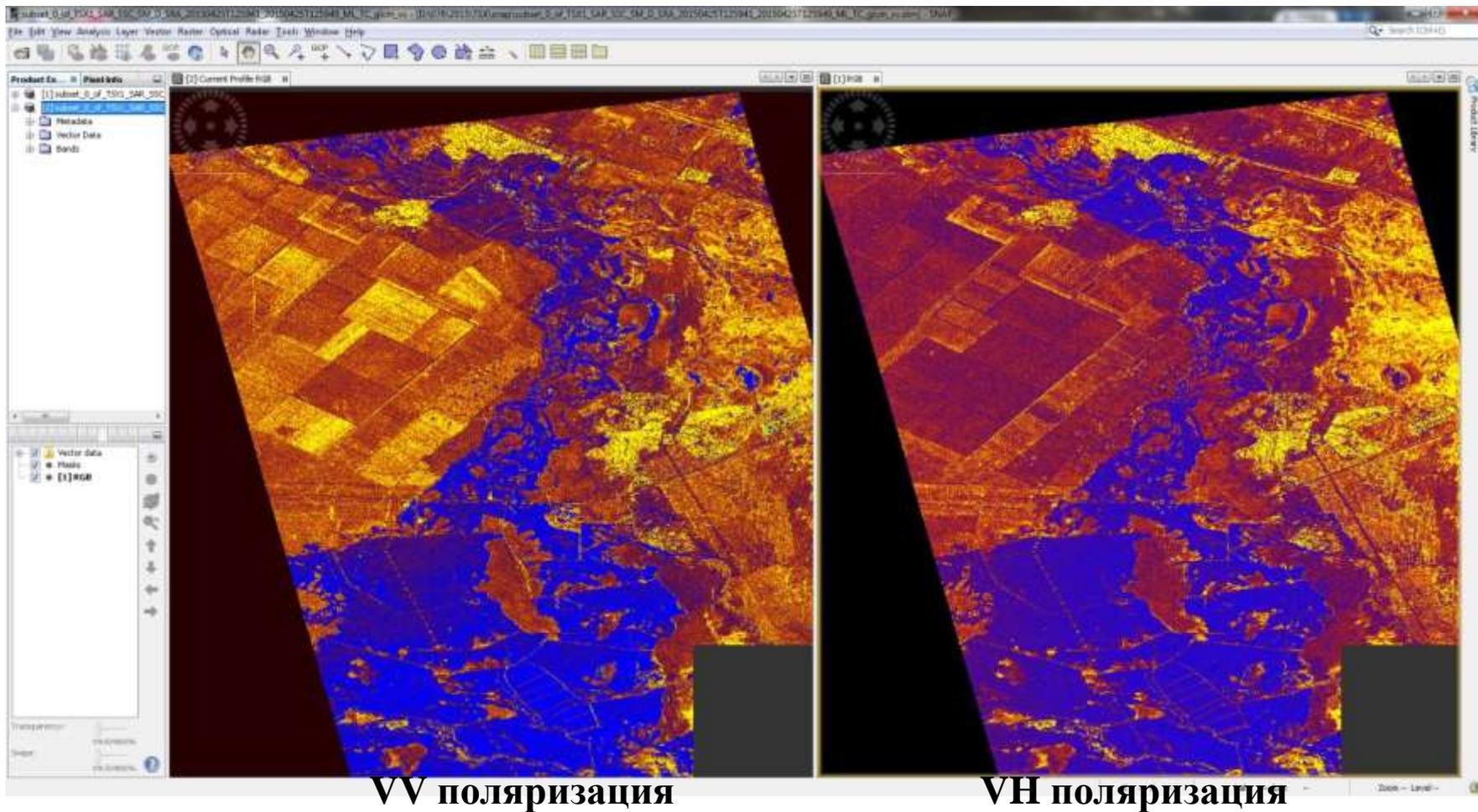


VV

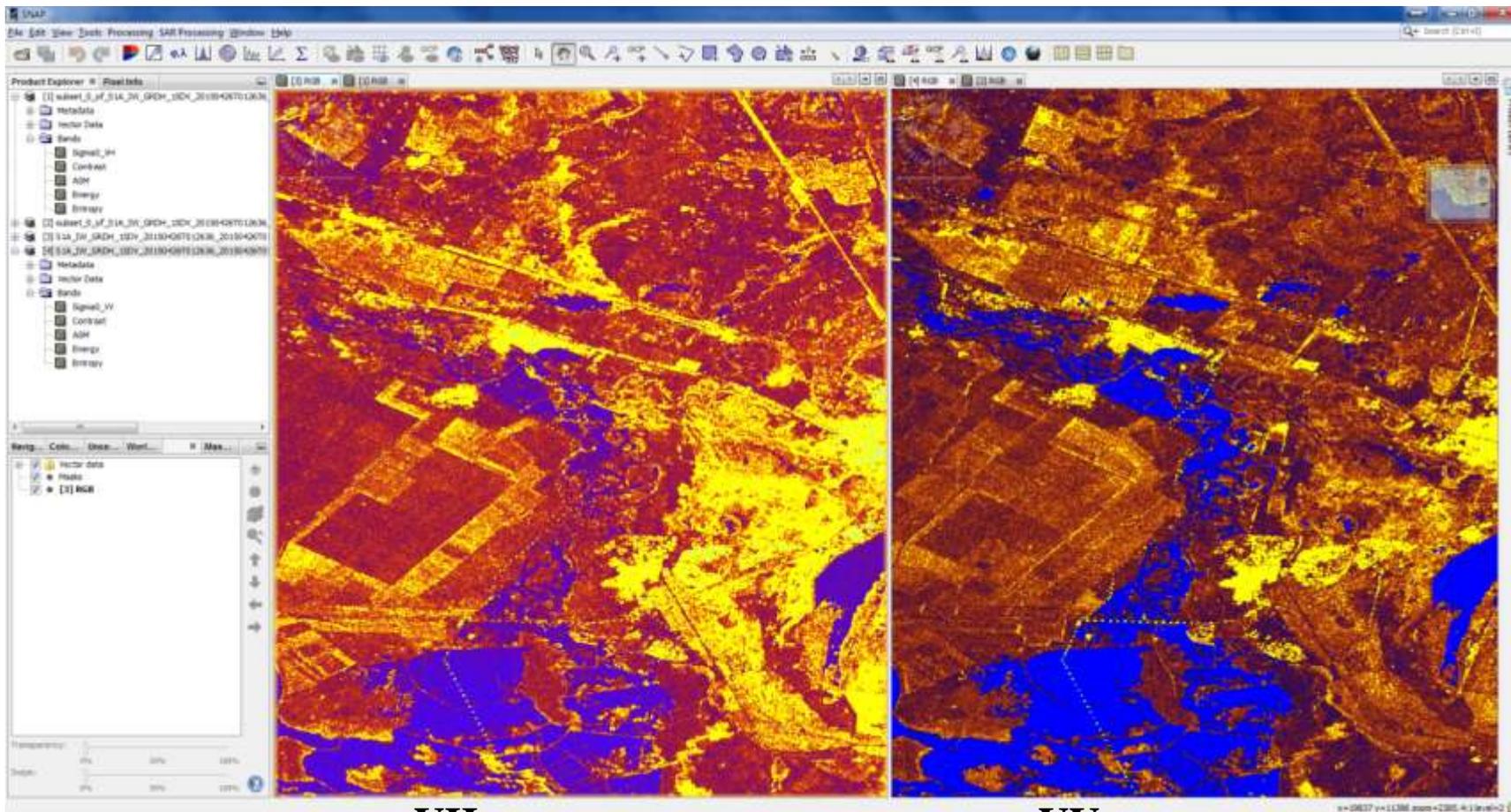
VV_HH

HH

Результат текстурной классификации поляриметрического радарного космоснимка TerraSAR-X за 25 апреля 2015 года района поселка Талапкер



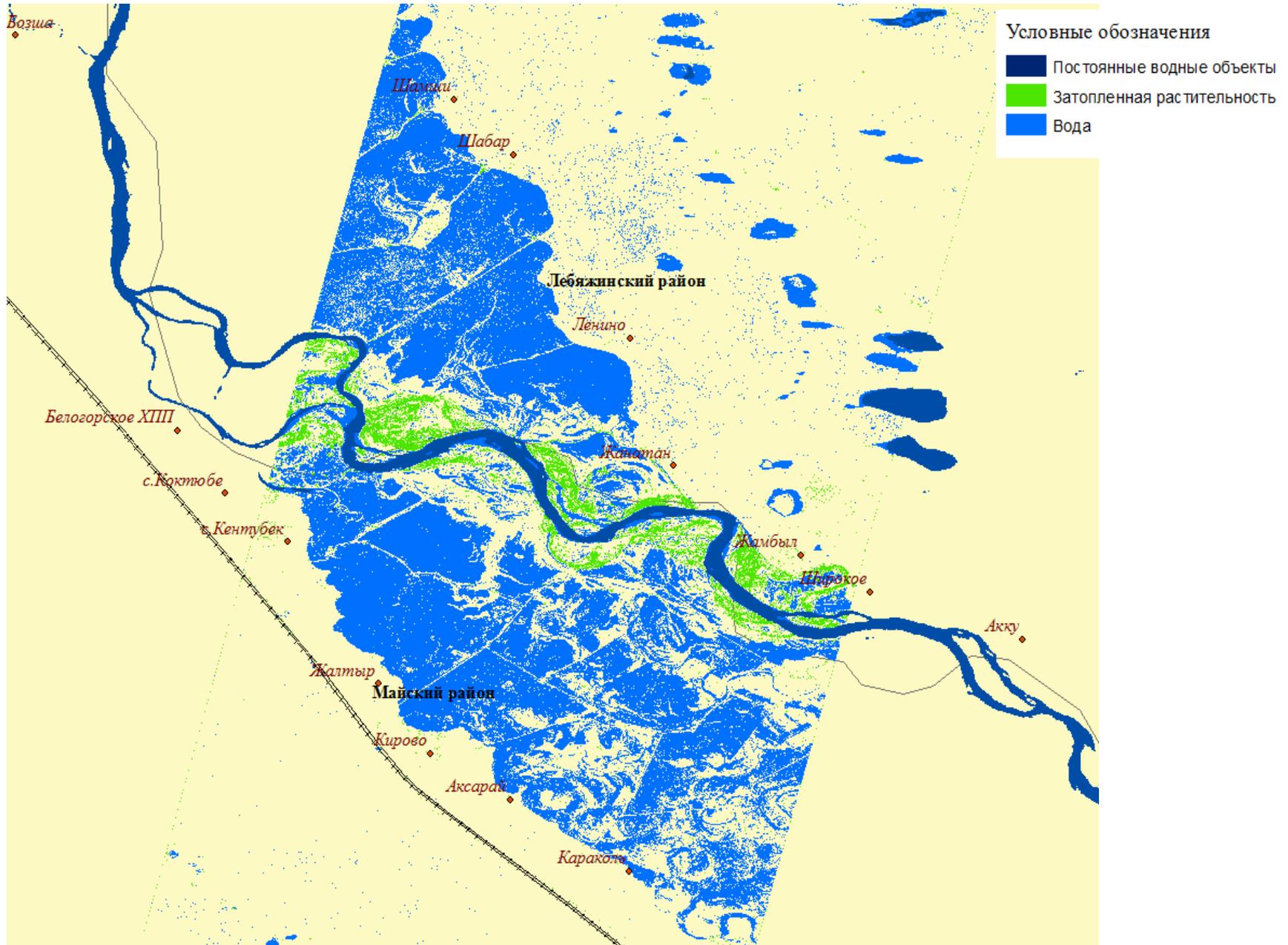
Результат текстурной классификации поляриметрического радарного космоснимка Sentinel 1A за 26 апреля 2015 года района поселка Талакпер



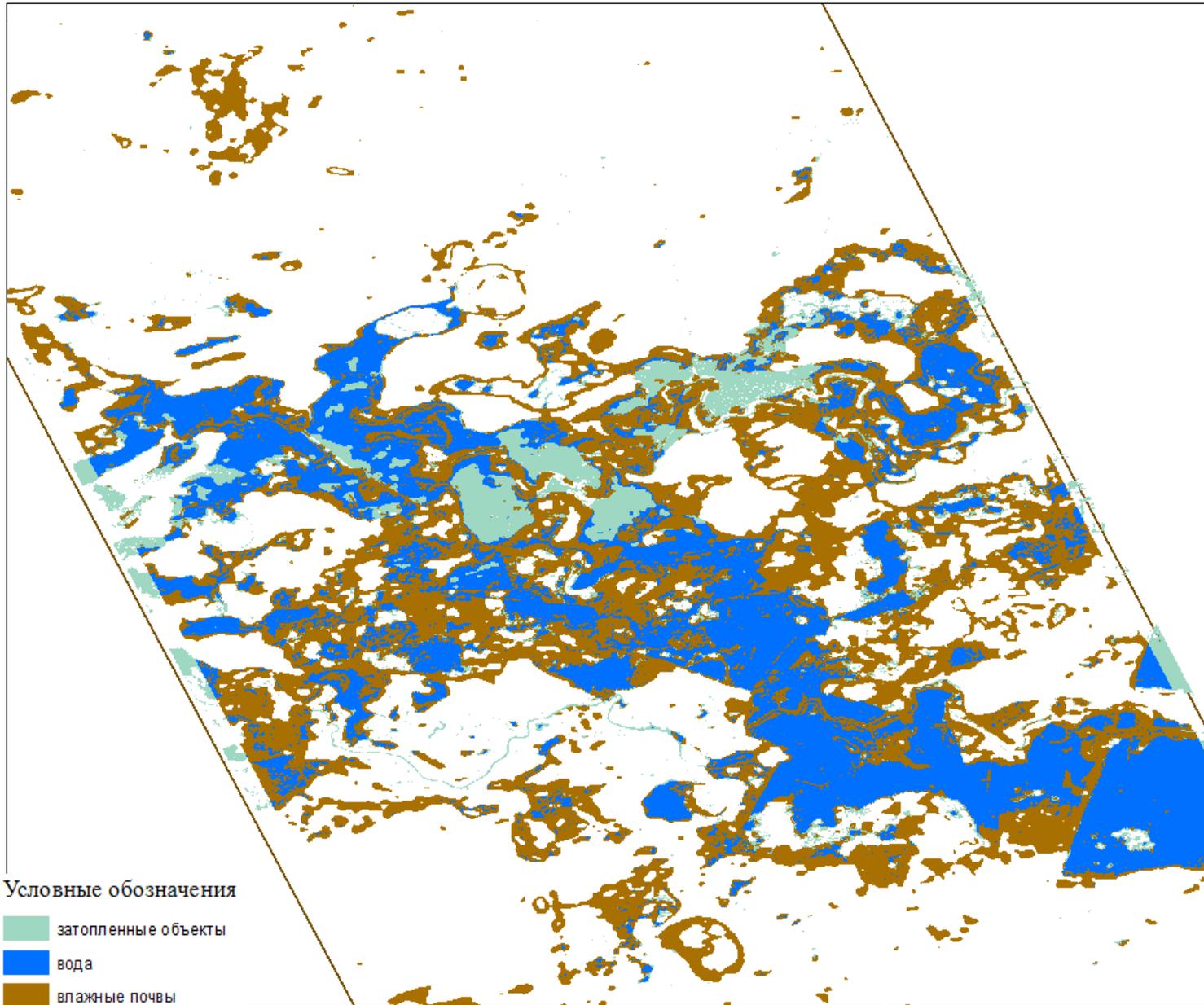
VH поляризация

VV поляризация

Классификация водных объектов по результатам текстурного анализа по радарным данным TerraSAR-X за 29 апреля 2015 года.



**Разделение водных объектов и влажных почв, рассчитанные по когерентности
для радарных данных TerraSAR-X за 22 апреля 2015 года**



Прорыв плотины в районе поселка Кызыл-Агаш

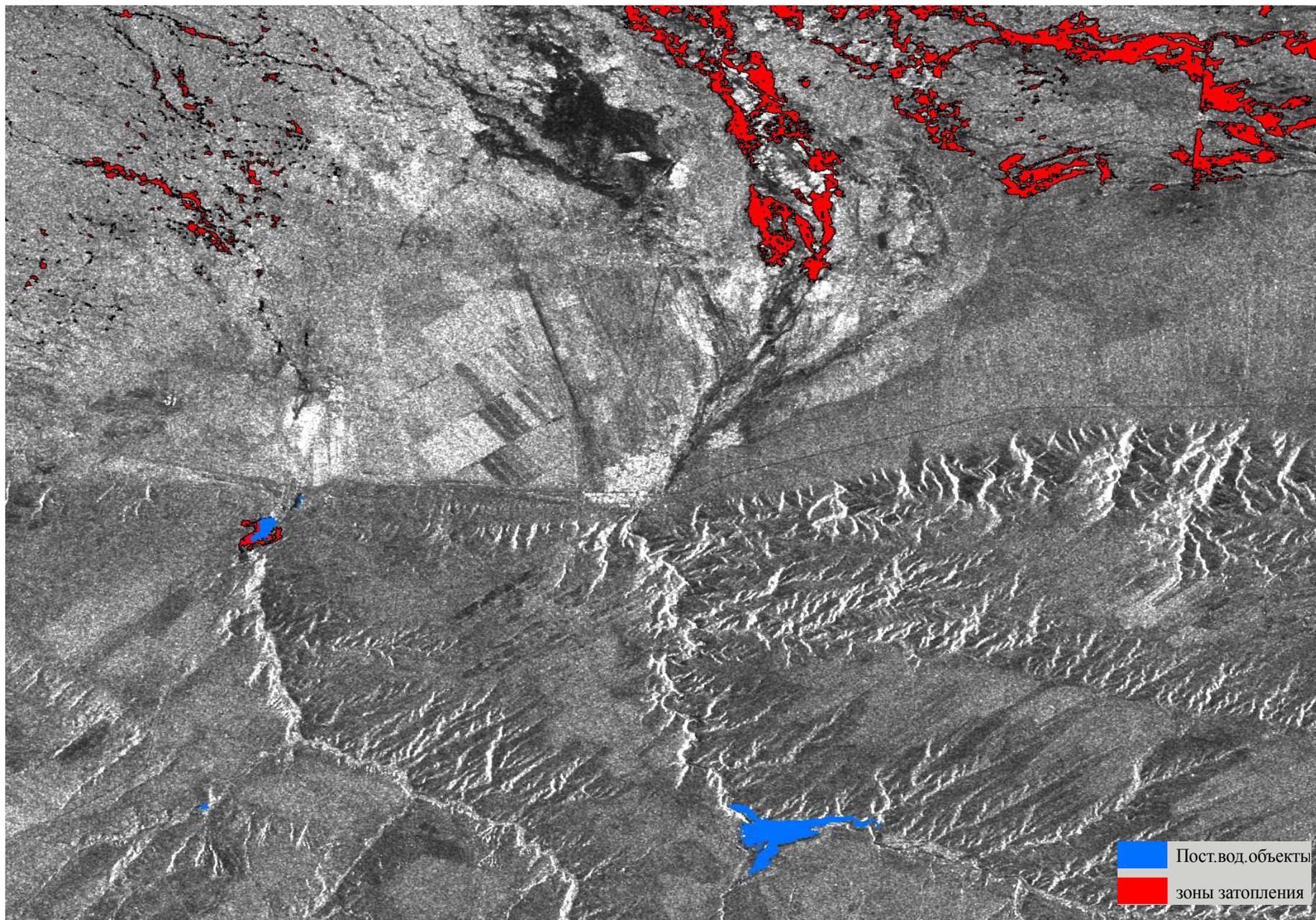




EROS

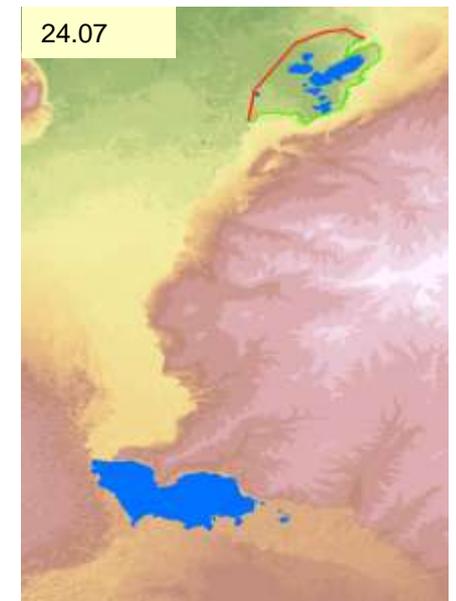
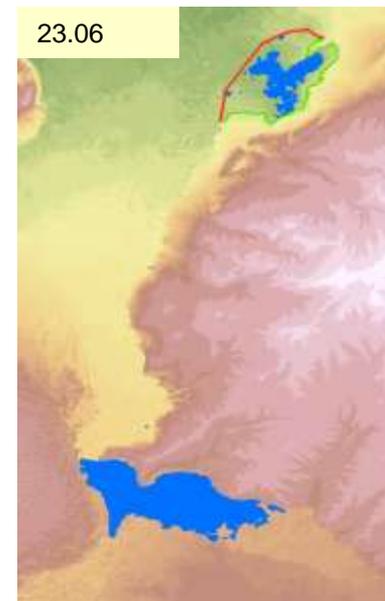
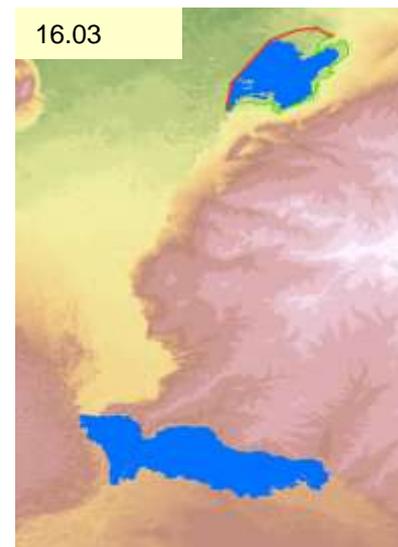
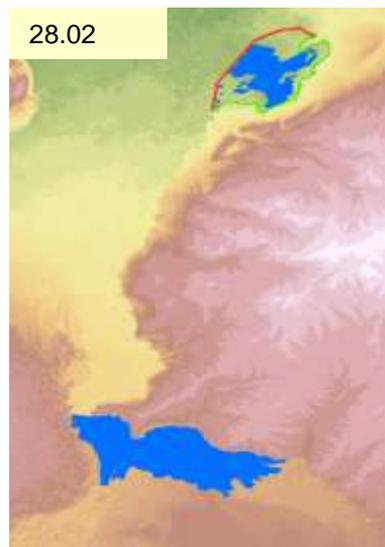


Карта Google



Radarsat F3 18.03.10

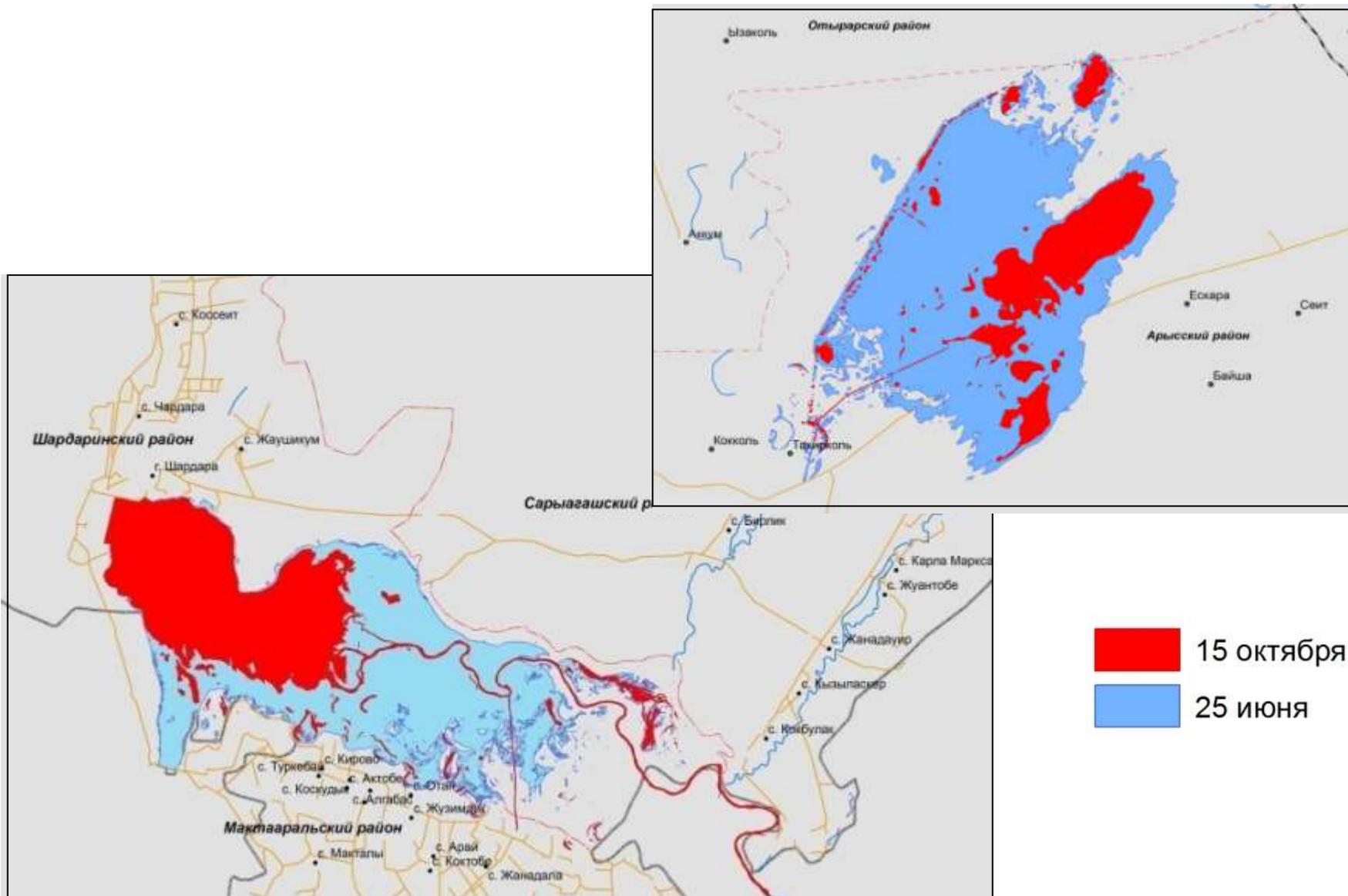
Динамика заполнения Гидрокомплекса Коксарайского контррегулятор - Чардаринское водохранилище в 2011 году



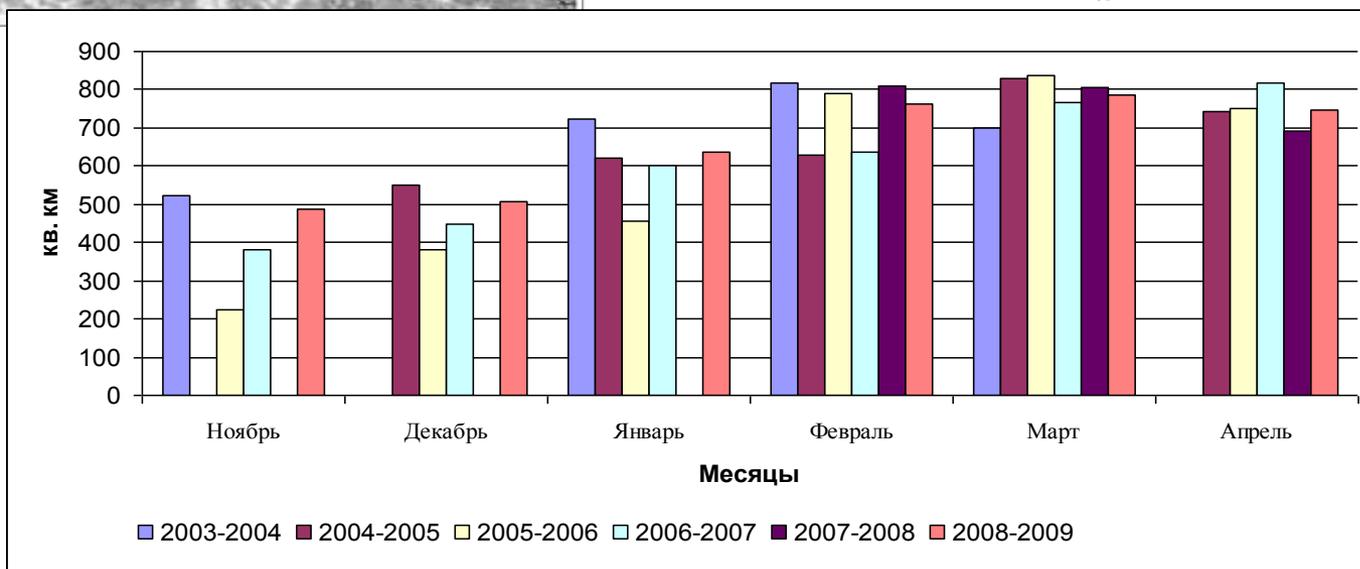
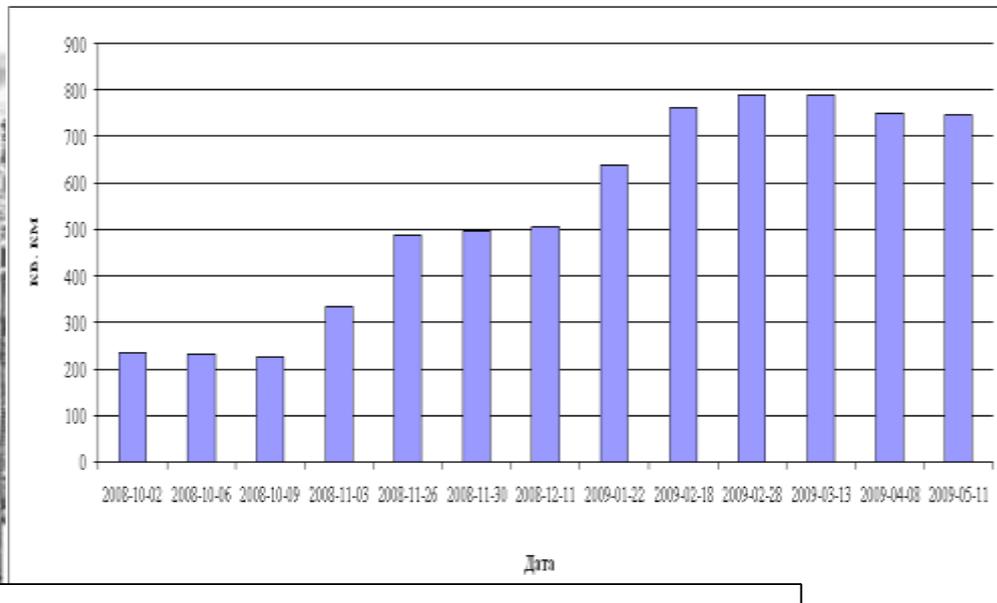
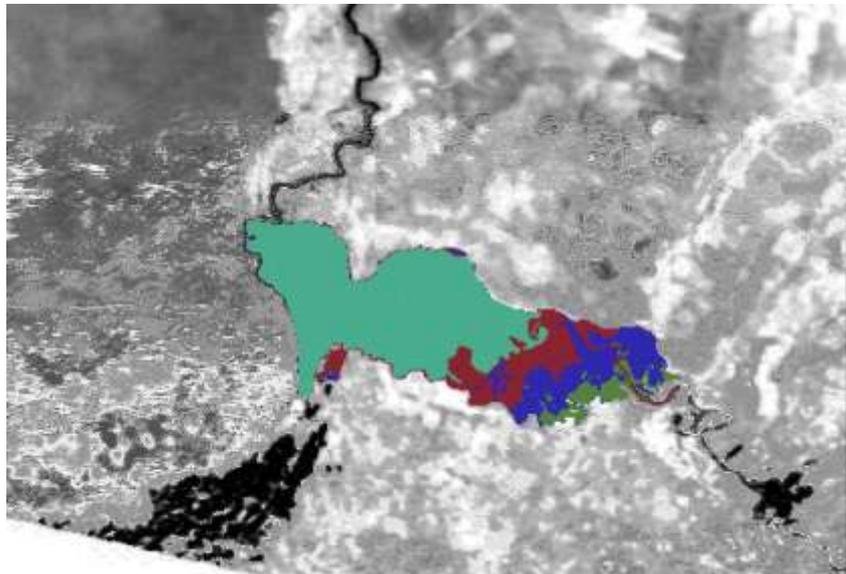
Выходная информация по динамике заполнения Коксарайского контррегулятора



Динамика водной поверхности Гидрокомплекса «Чардаринское водохранилище - Коксарайский контррегулятор» по данным Landsat 2014 г.



ДИНАМИКА ЗАПОЛНЕНИЯ ЧАРДАРИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В ЗИМНЕ-ВЕСЕННИЙ СЕЗОН 2008-2009 ГОДОВ И ПОМЕСЯЧНАЯ ДИНАМИКА ЗА 2003 - 2009 ГОДЫ



Динамика заполнения Коксарайского контррегулятора в 2014 году



28 марта



31 мая



16 июня



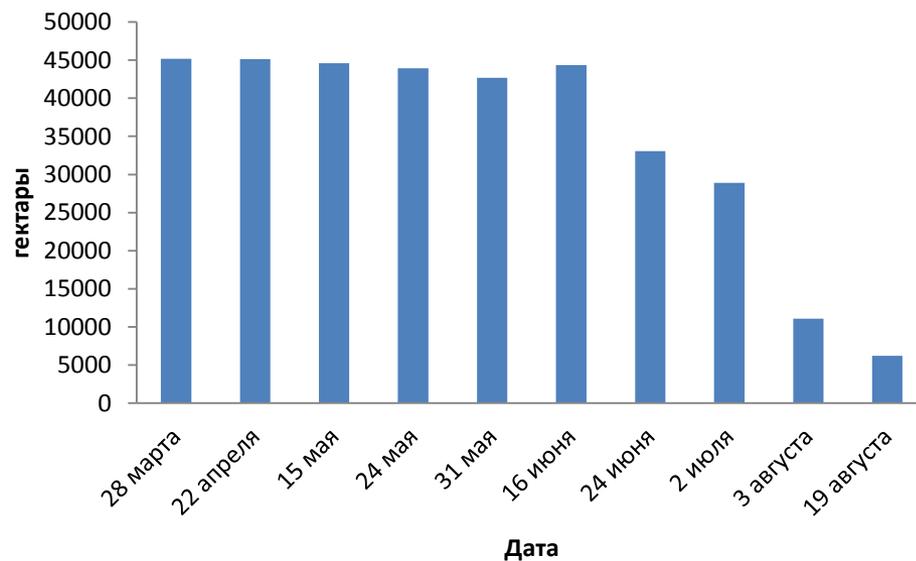
2 июля



3 августа



19 августа



Динамика водной поверхности средних водохранилищ Южного Казахстана по данным Landsat 2014 г.

Бугуньское



Капчагайское



Бадамское



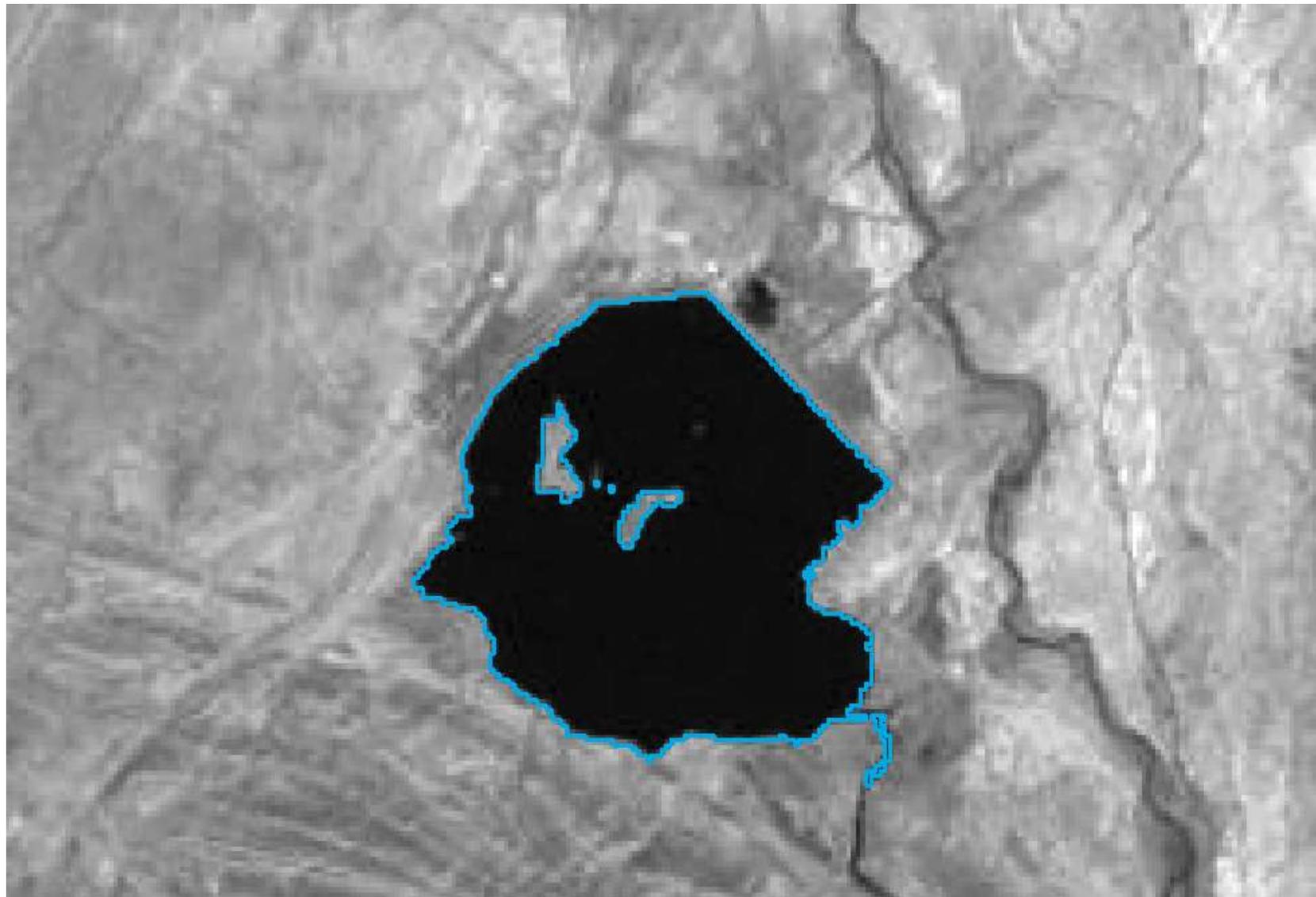
■ 15 октября
■ 25 июня

Мониторинг крупных водохранилищ

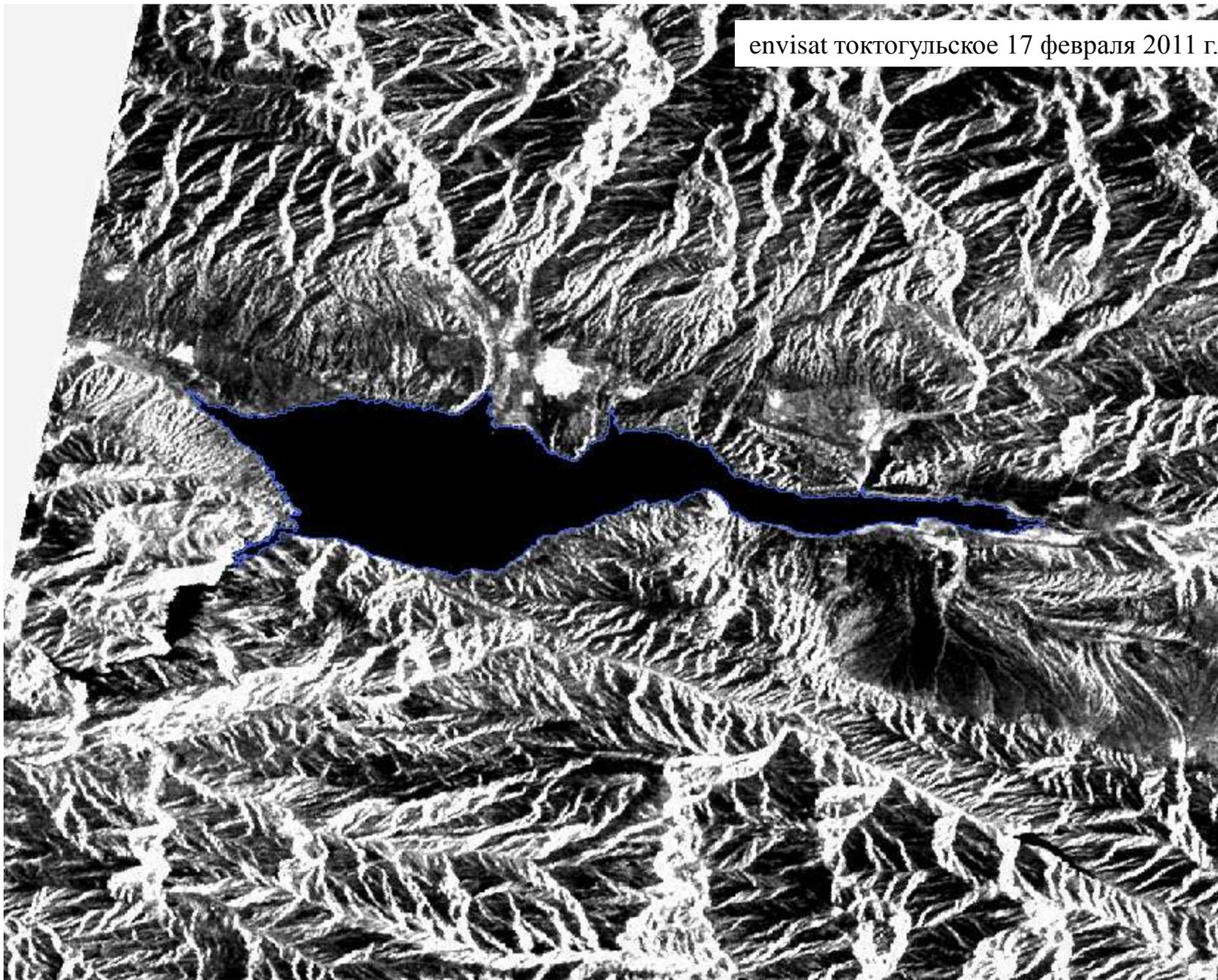
Снимок LANDSAT

Водохранилище Ынтылы

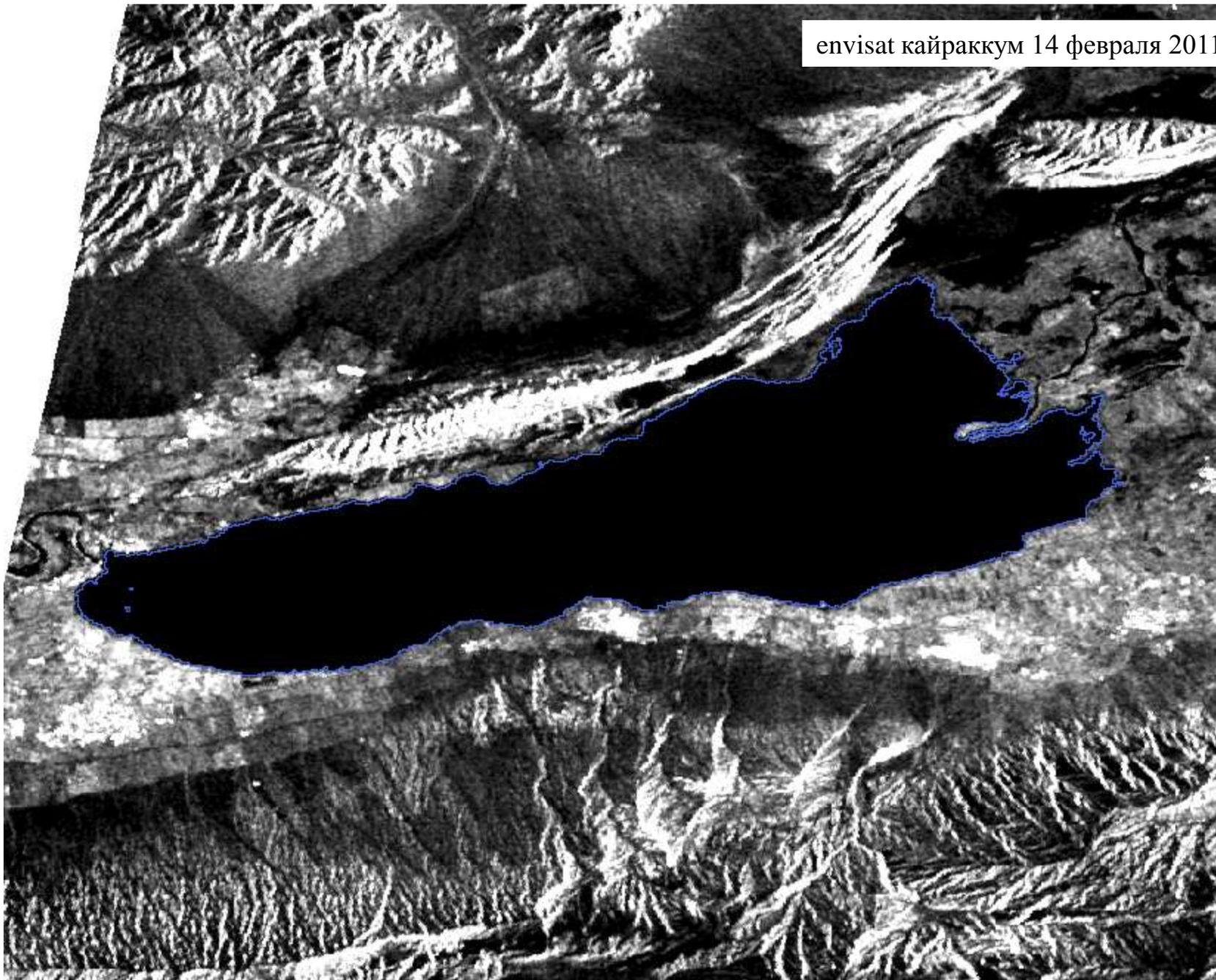
29 Марта 2011 г.



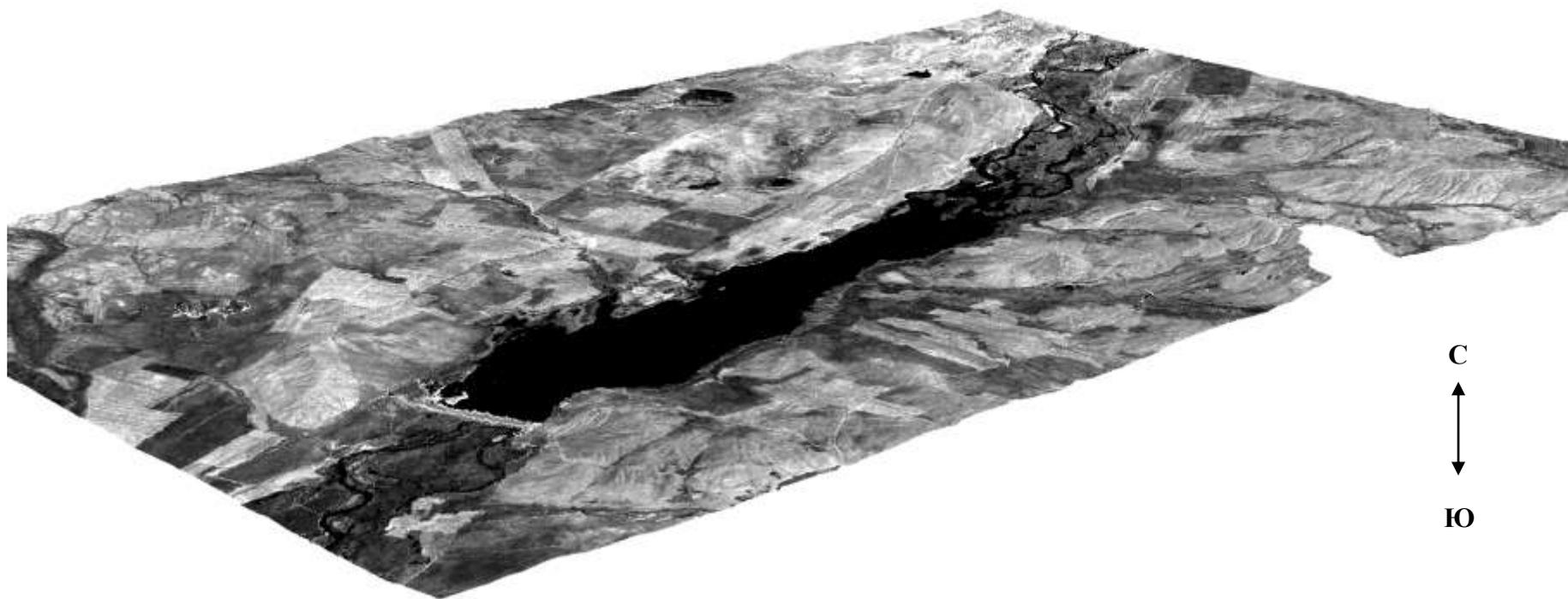
envisat токтогульское 17 февраля 2011 г.



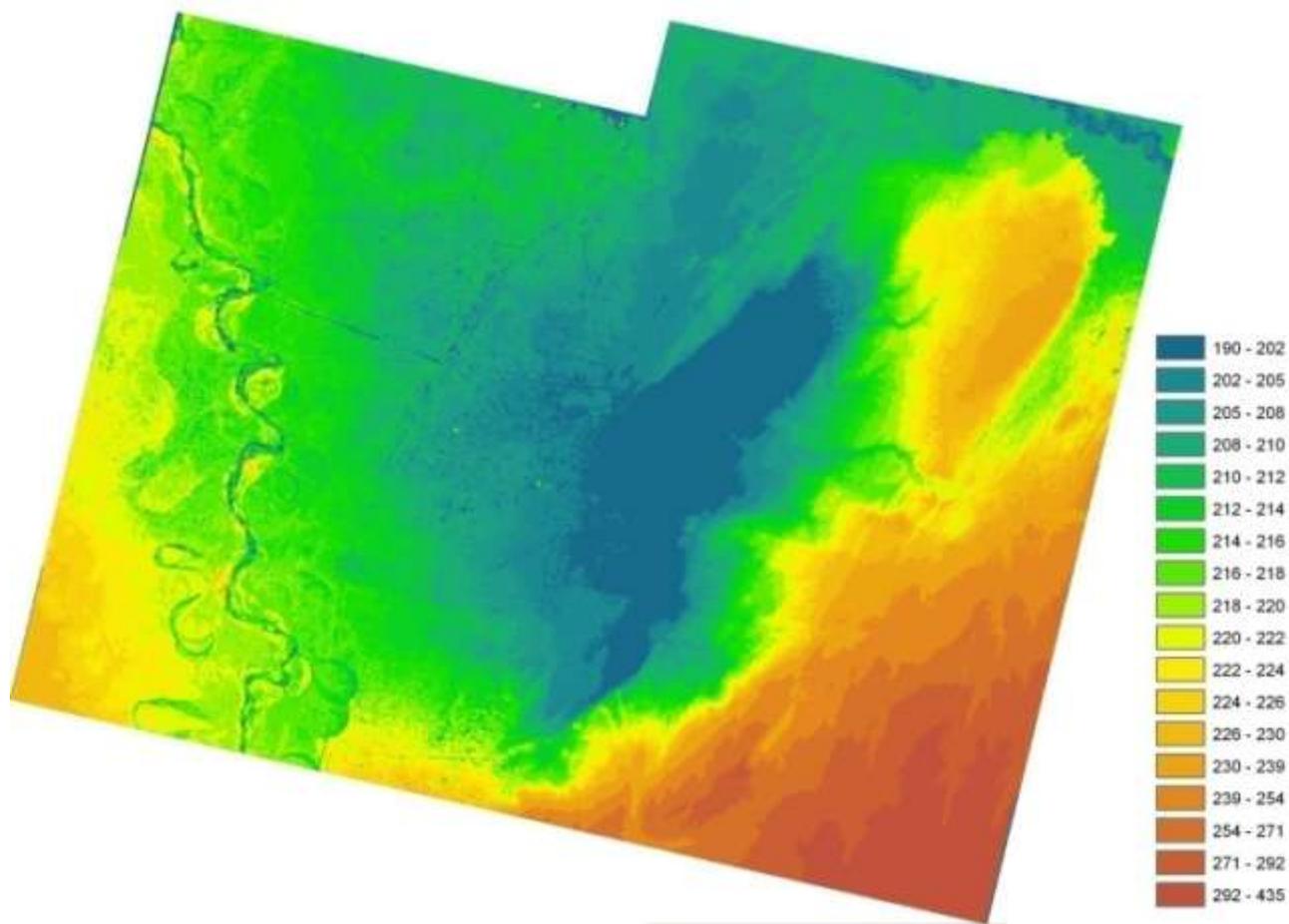
envisat кайраккум 14 феврала 2011 г.



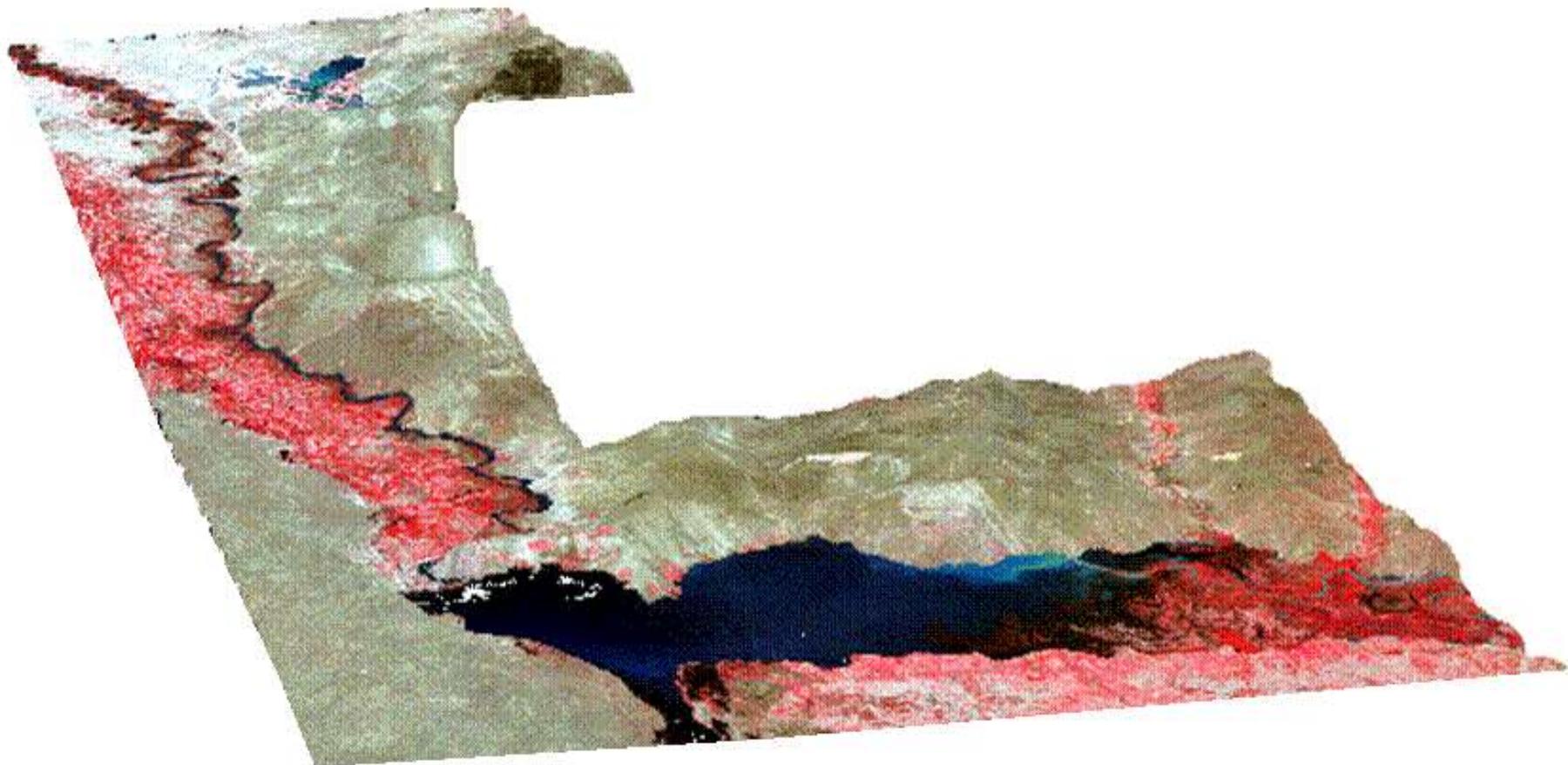
Фрагмент ЦМР долины реки Нура с наложенным на него снимком ALOS



Результат визуализации ЦМР района Коксарайского противопаводкового контррегулятора



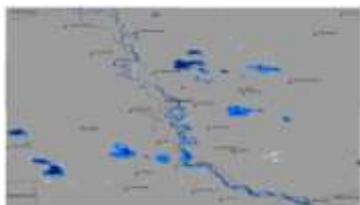
Трехмерное представление ЦМР гидрокомплекса Шардаринское водохранилище - Коксарайский противопаводковый контррегулятор с наложенным на нее снимком IRS P6 за 26 июня 2010 года



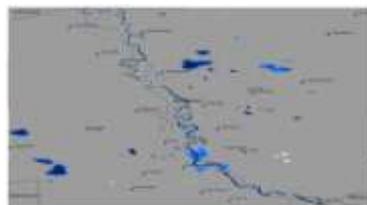
Динамика развития паводка на р. Иртыш в районе г. Павлодар в Павлодарской области по данным космического мониторинга в весенний период 2011-2014 годов



11 мая 2011 г.



9 апреля 2012 г.



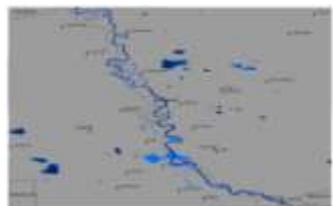
11 апреля 2013 г.



13 апреля 2013 г.



10 апреля 2012 г.



11 апреля 2012 г.



12 апреля 2012 г.



14 апреля 2012 г.



19 апреля 2012 г.



21 апреля 2012 г.



17 апреля 2014 г.



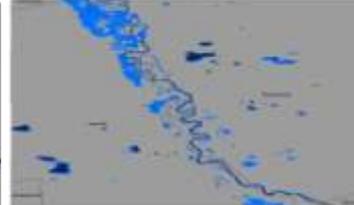
24 апреля 2013 г.



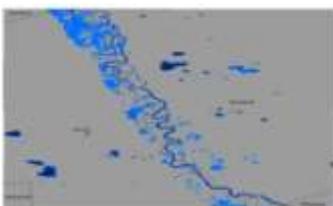
22 апреля 2013 г.



29 апреля 2014 г.



9 мая 2011 г.



10 мая 2011



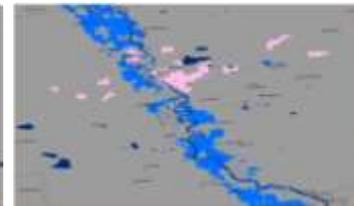
8 мая 2013 г.



18 апреля 2014 г.



24 апреля 2014 г.



21 апреля 2014 г.



27 апреля 2013 г.



7 мая 2011 г.

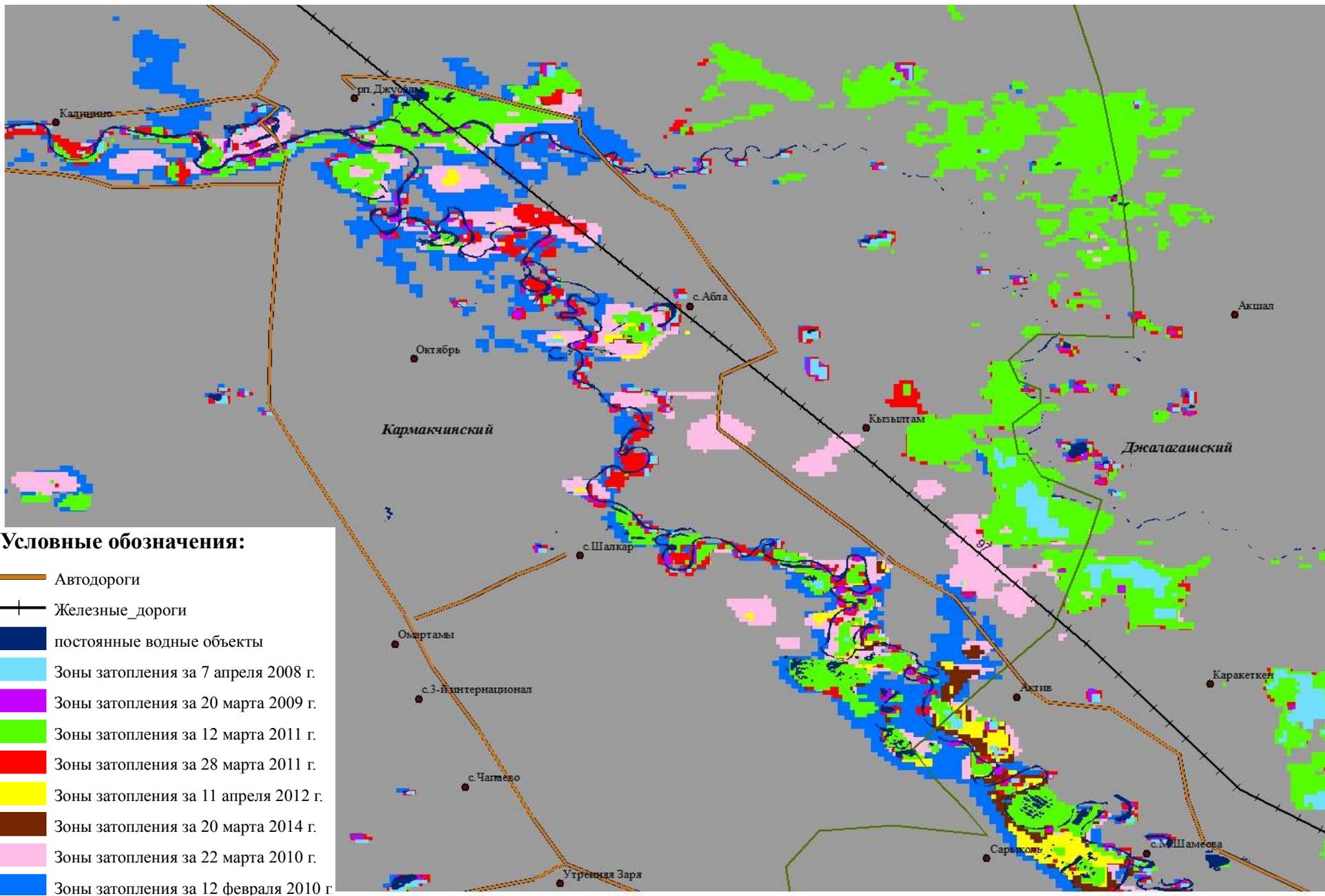


1 мая 2011 г.



23 апреля 2014 г.

Динамика развития паводка на р. Сырдарья в районе посёлка Джусалы в Кызыл-Ординской области по ДДЗ за зимне-весенний период 2007-2014 годов



Посезонная динамика развития паводка на р. Сырдарья в районе пос. Джусалы в Кзыл-Ординской области по данным ДЗЗ за зимне-весенний период 2004-2014 годов

2009



2011



2014



2012



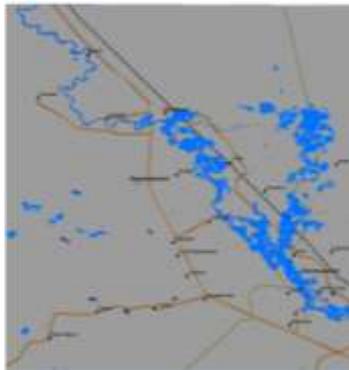
2008



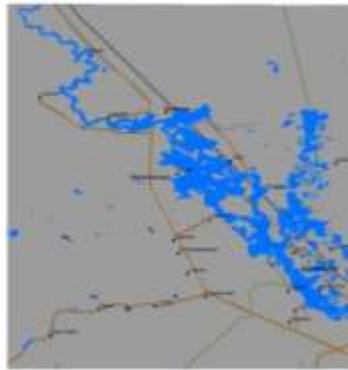
2013



2004



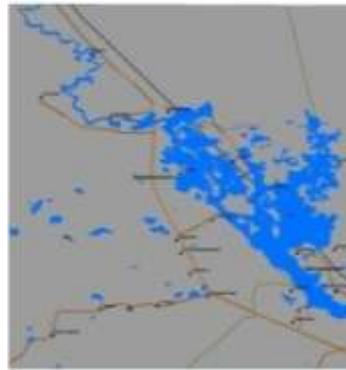
2007



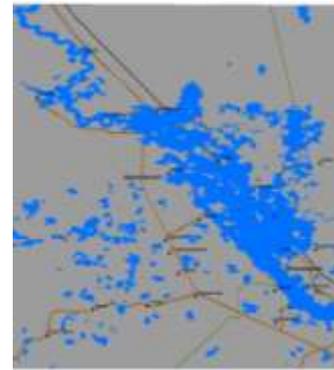
2010



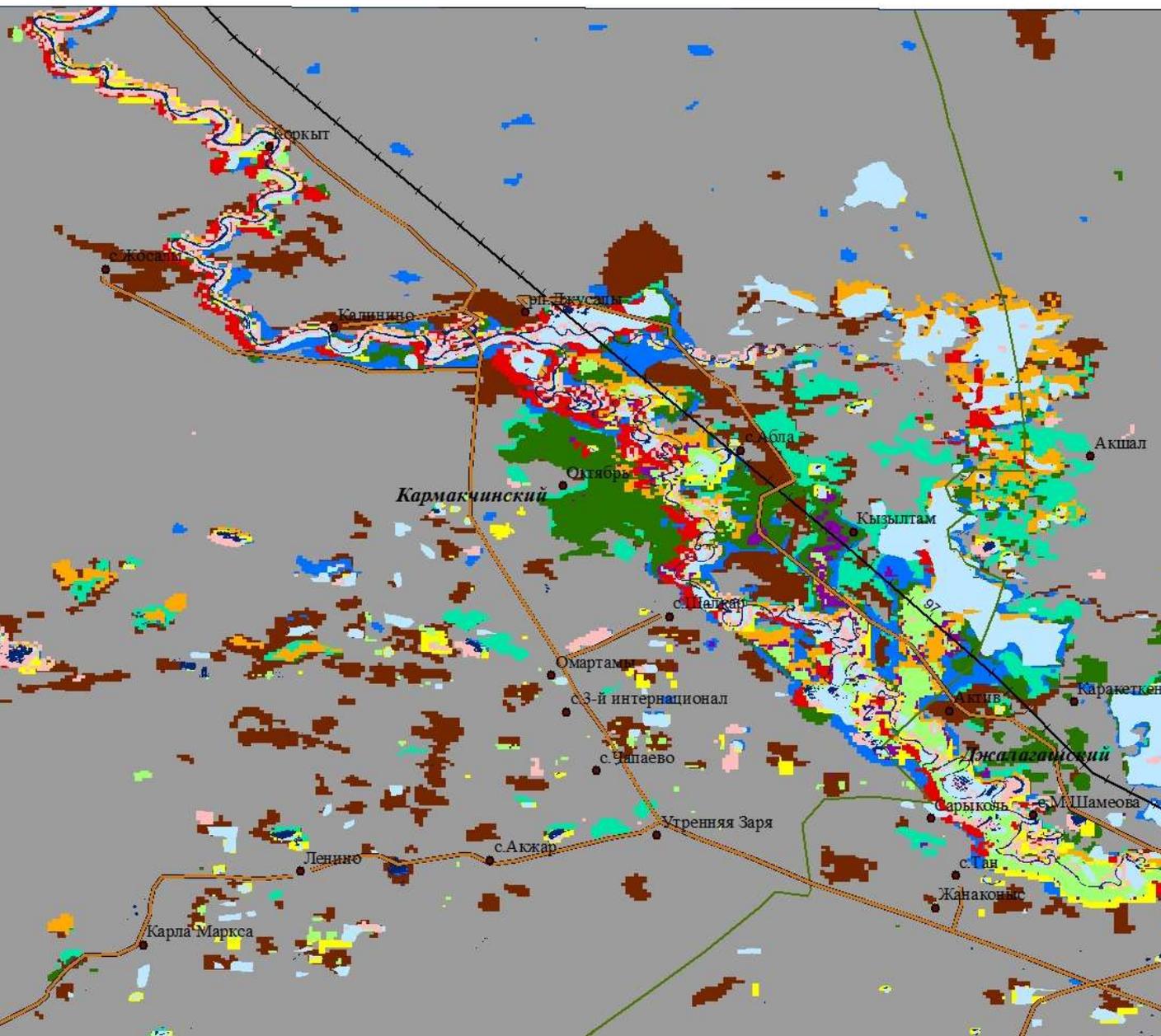
2005



2006



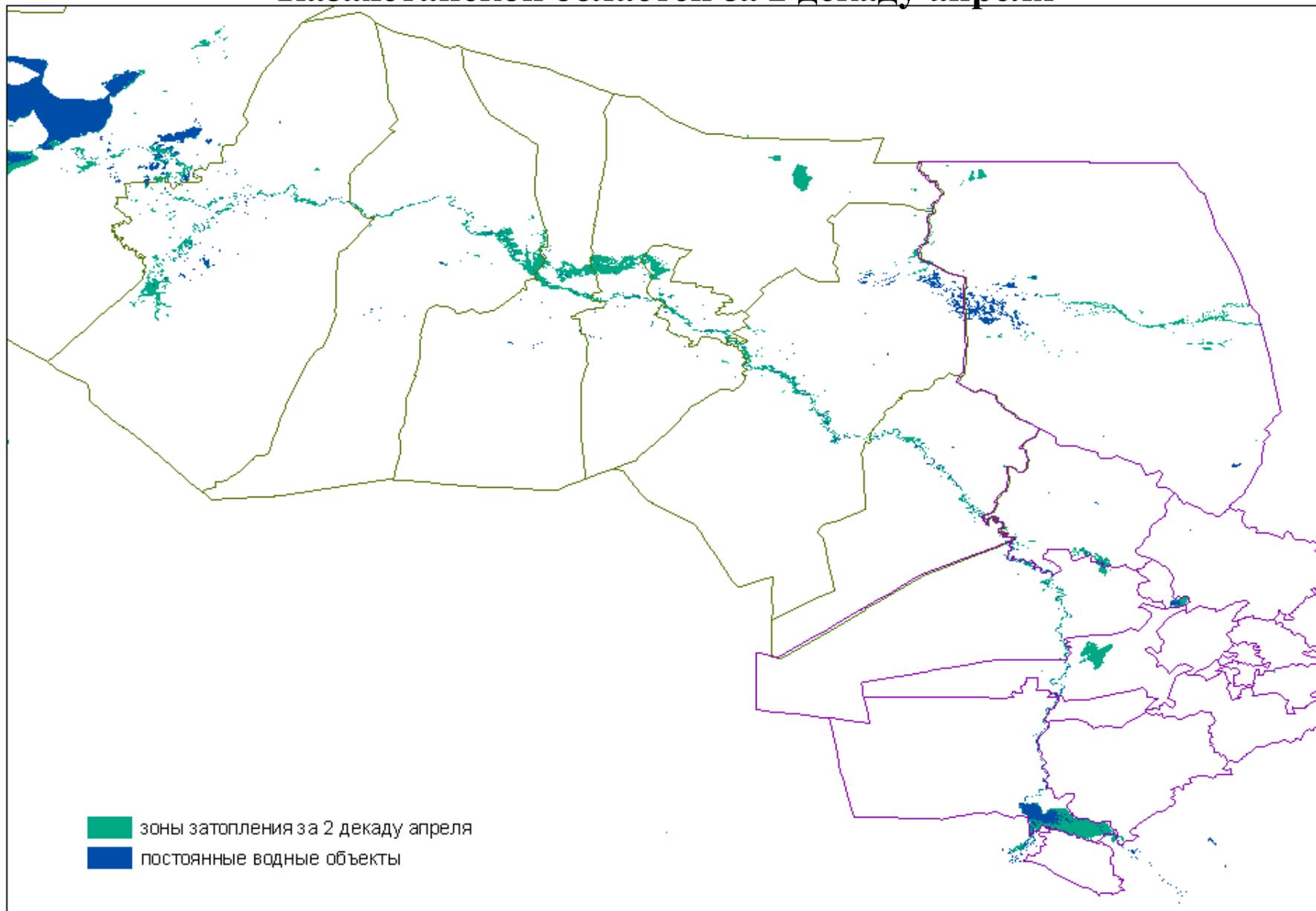
Посезонная динамика развития паводка на р. Сырдарья в районе пос. Джусалы в Кызыл-Ординской области по данным ДЗЗ за зимне-весенний период 2004-2014 годов



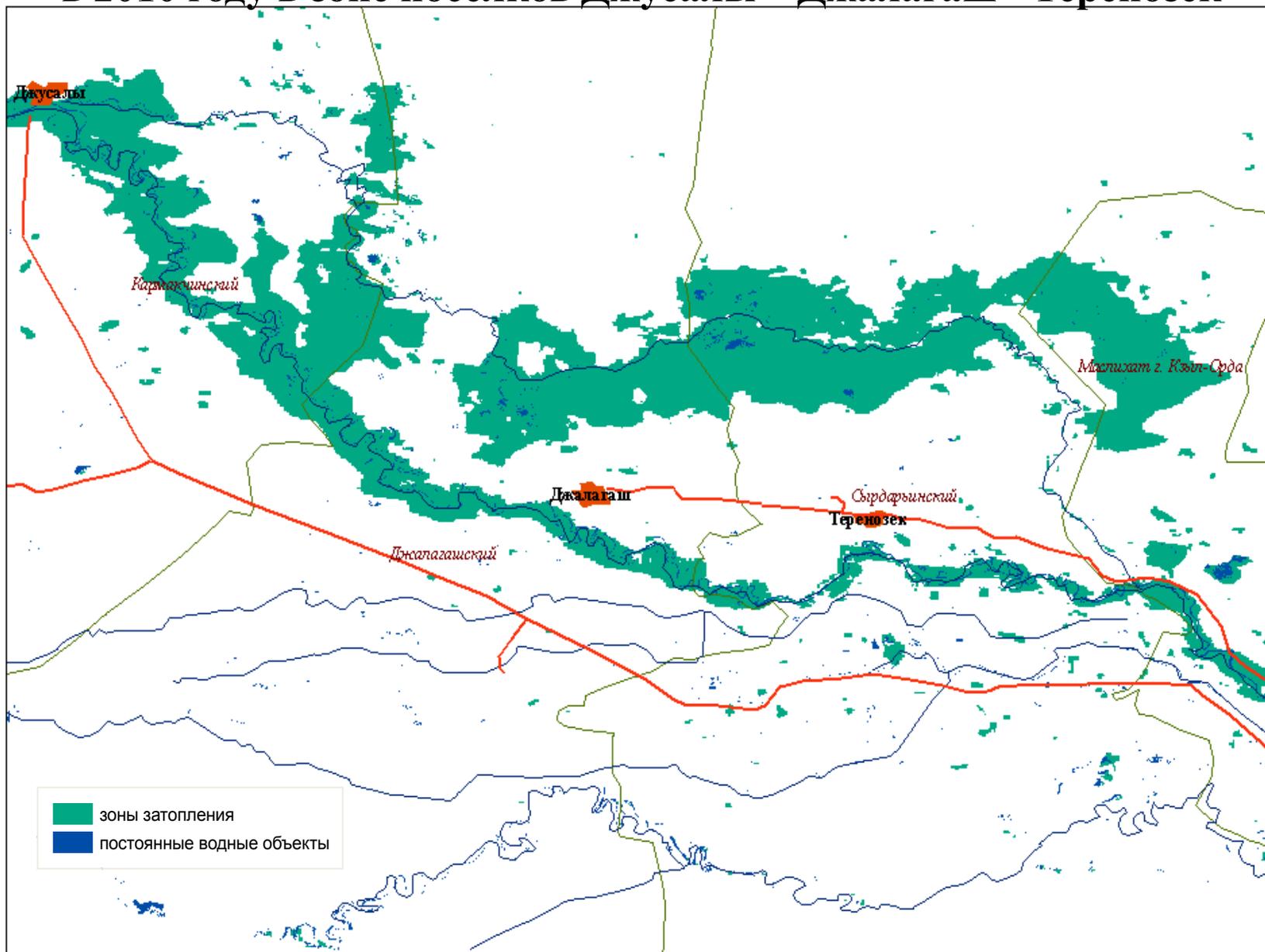
Условные обозначения:

- 2009 год
- 2011 год
- 2014 год
- 2012 год
- 2008 год
- 2013 год
- 2004 год
- 2007 год
- 2010 год
- 2005 год
- 2006 год

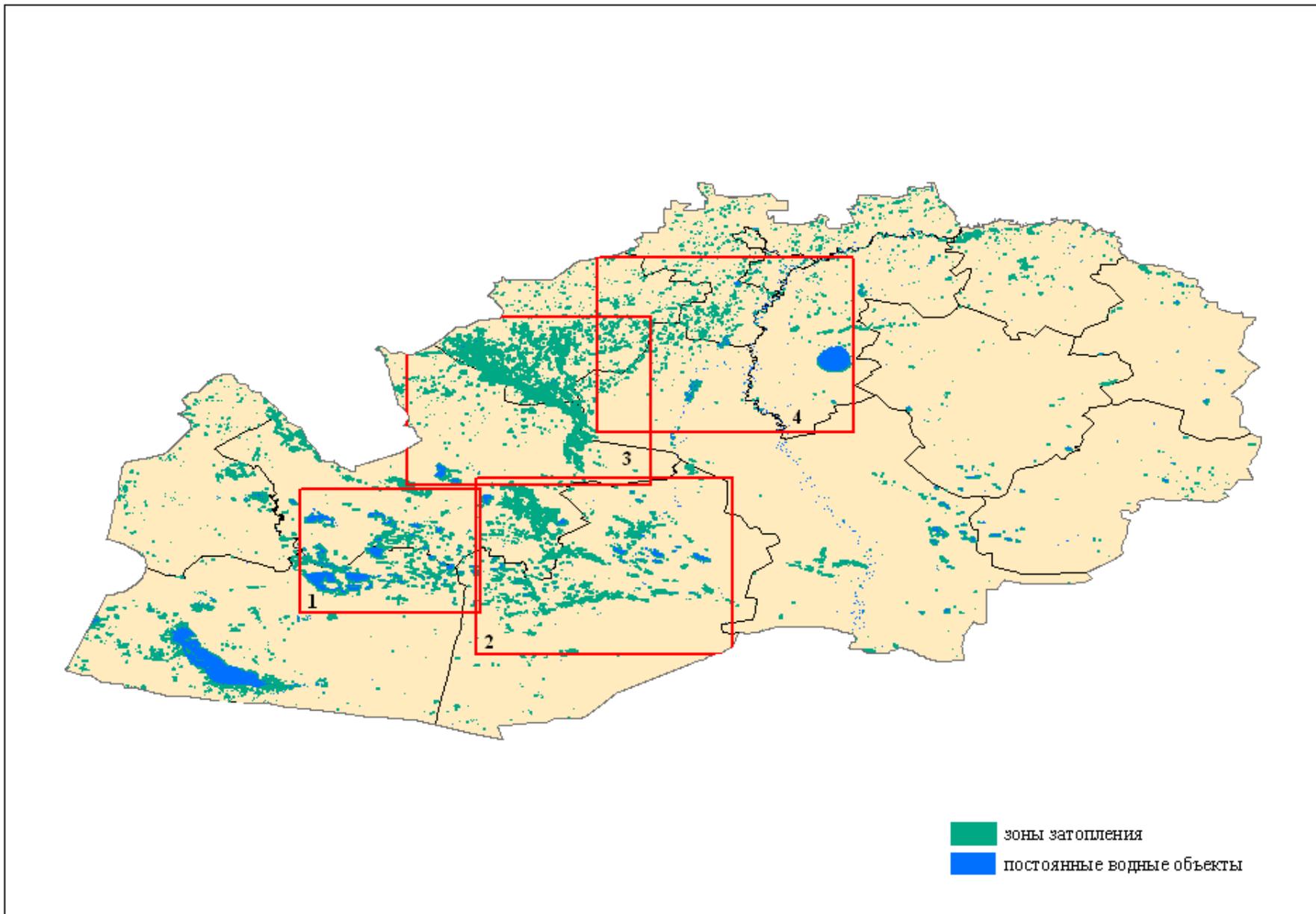
Сводные зоны затопления на территории Кызыл-Ординской и Южно-Казахстанской областей за 2 декаду апреля



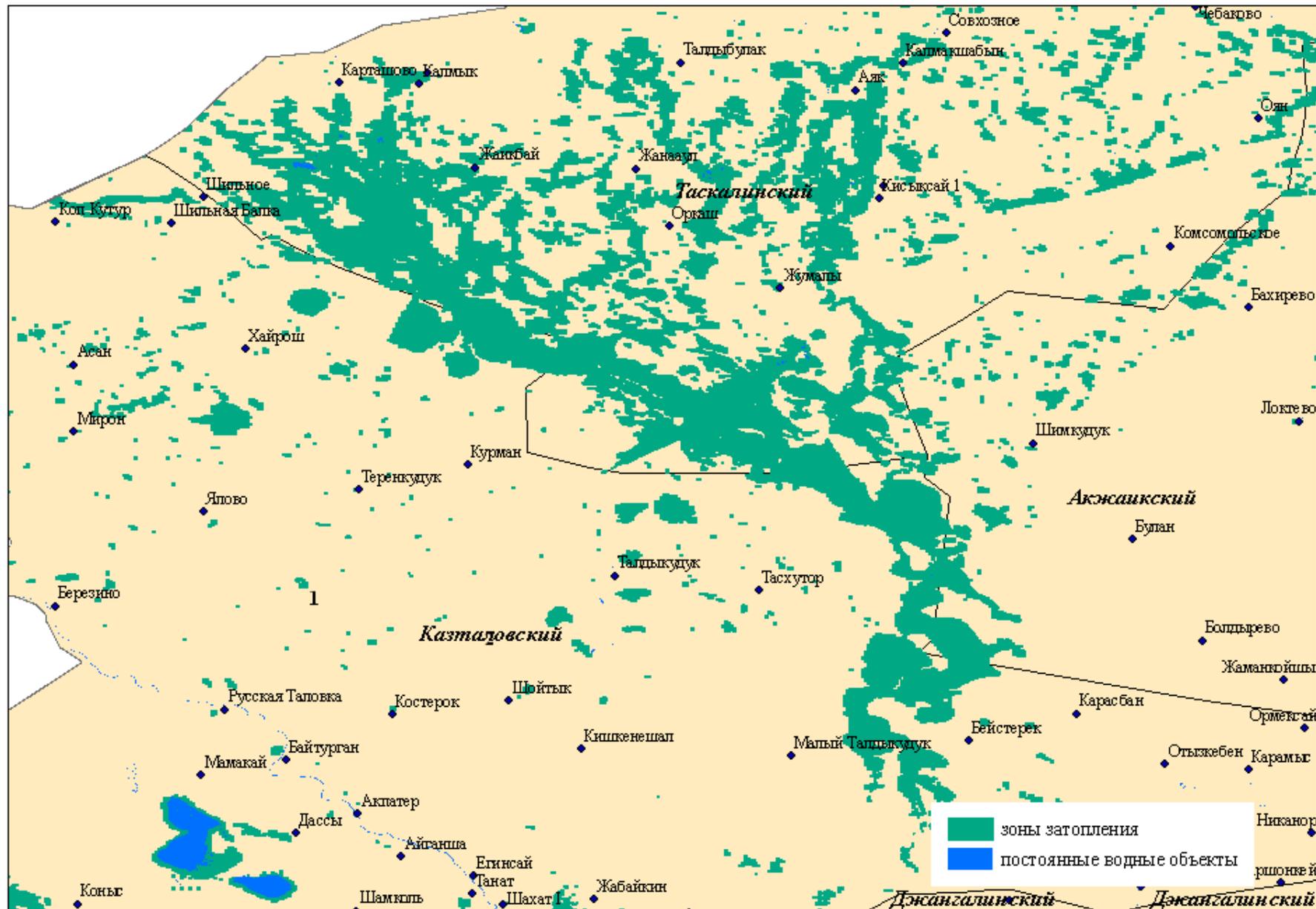
Сводные зоны затопления на территории Кзыл-Ординской области в 2010 году в зоне поселков Джусалы – Джалагаш - Терензек



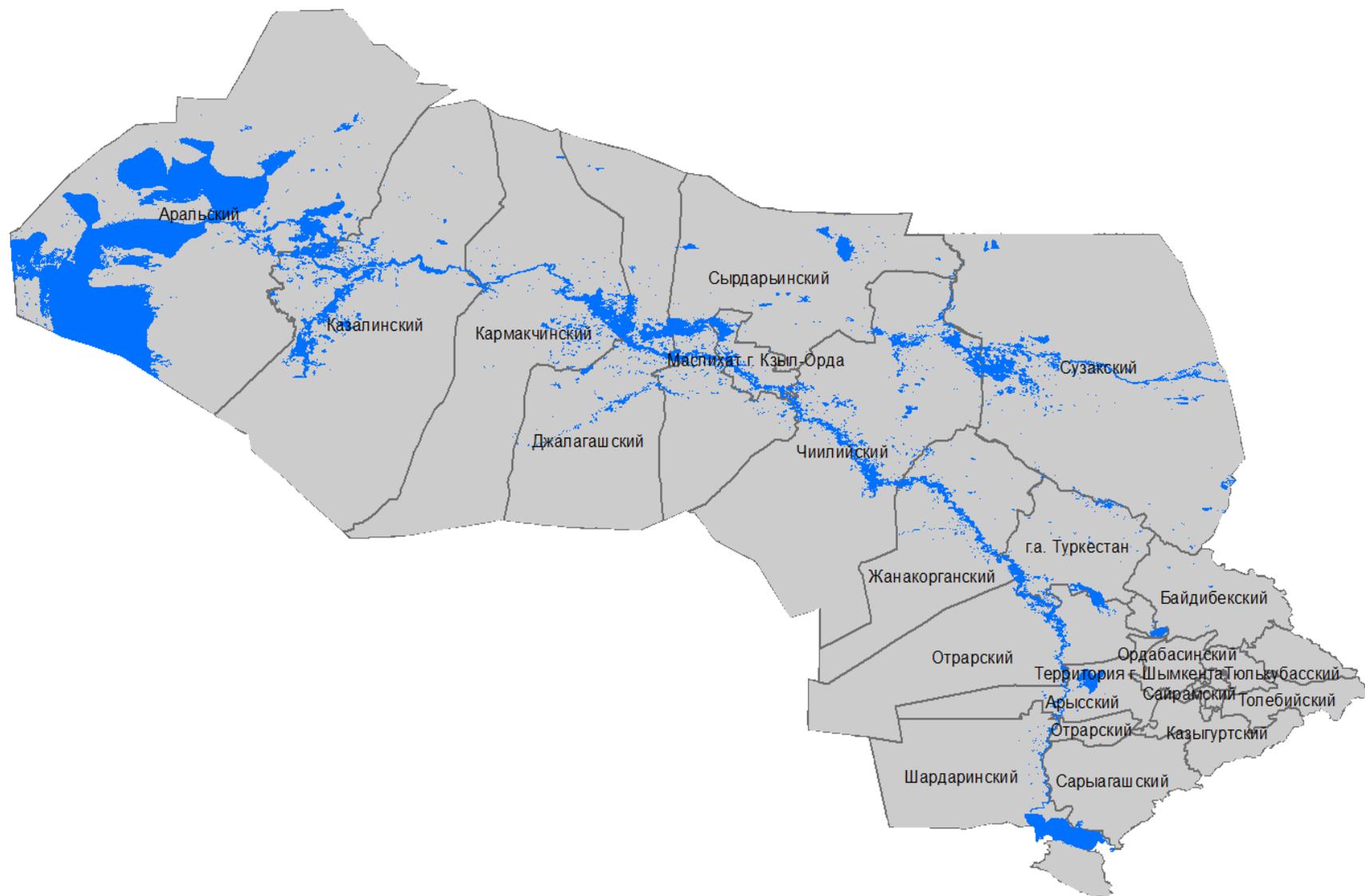
Сводные зоны затопления на территории Западно-Казахстанской области в 2010 году



Сводные зоны затопления на территории Западно-Казахстанской области в 2010 году в зоне №3



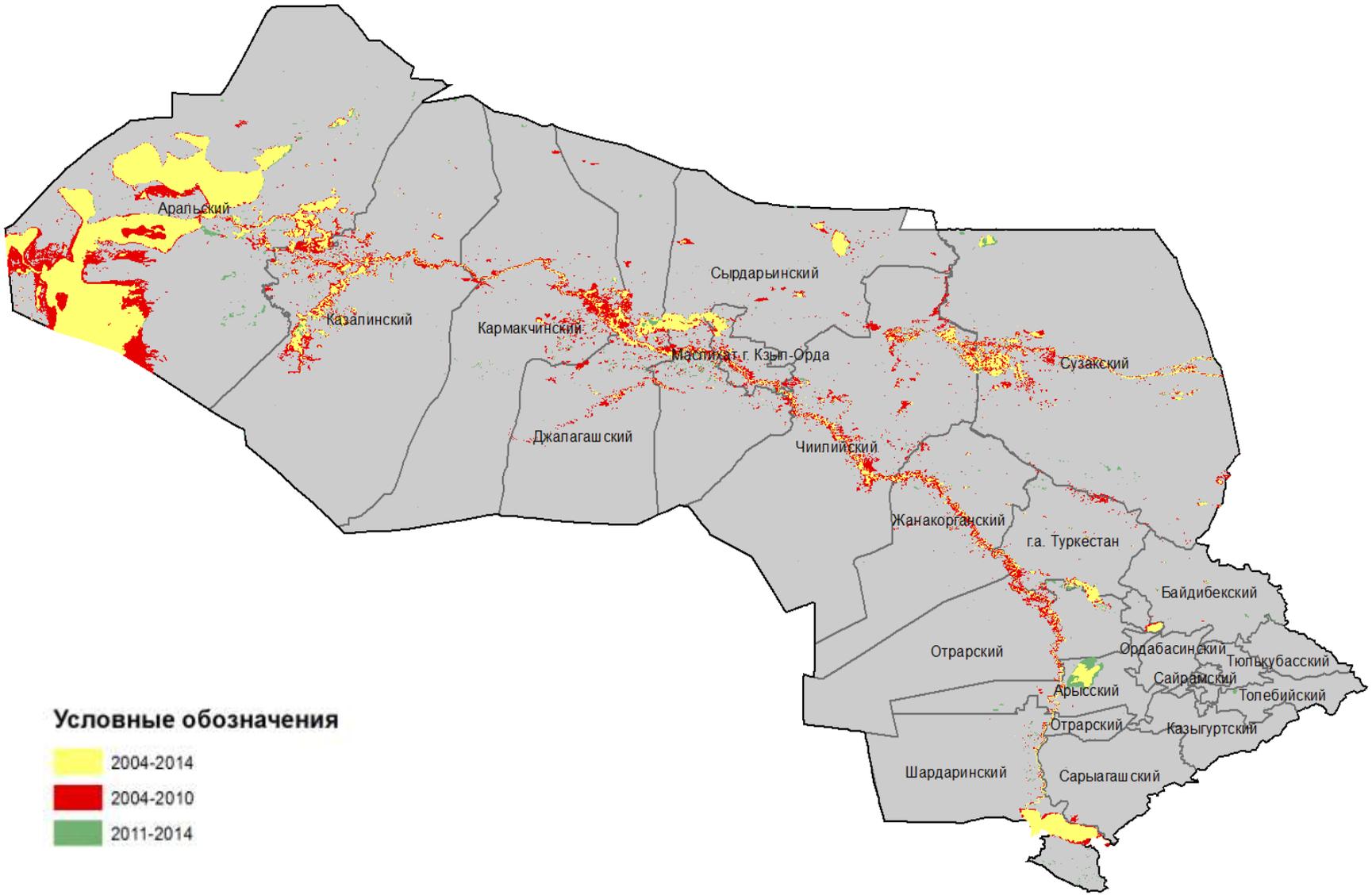
Суммарная поверхность воды казахстанской части бассейна реки Сырдарья за 2004-2010 годы



Суммарная поверхность воды казахстанской части бассейна реки Сырдарья за 2011-2014 годы



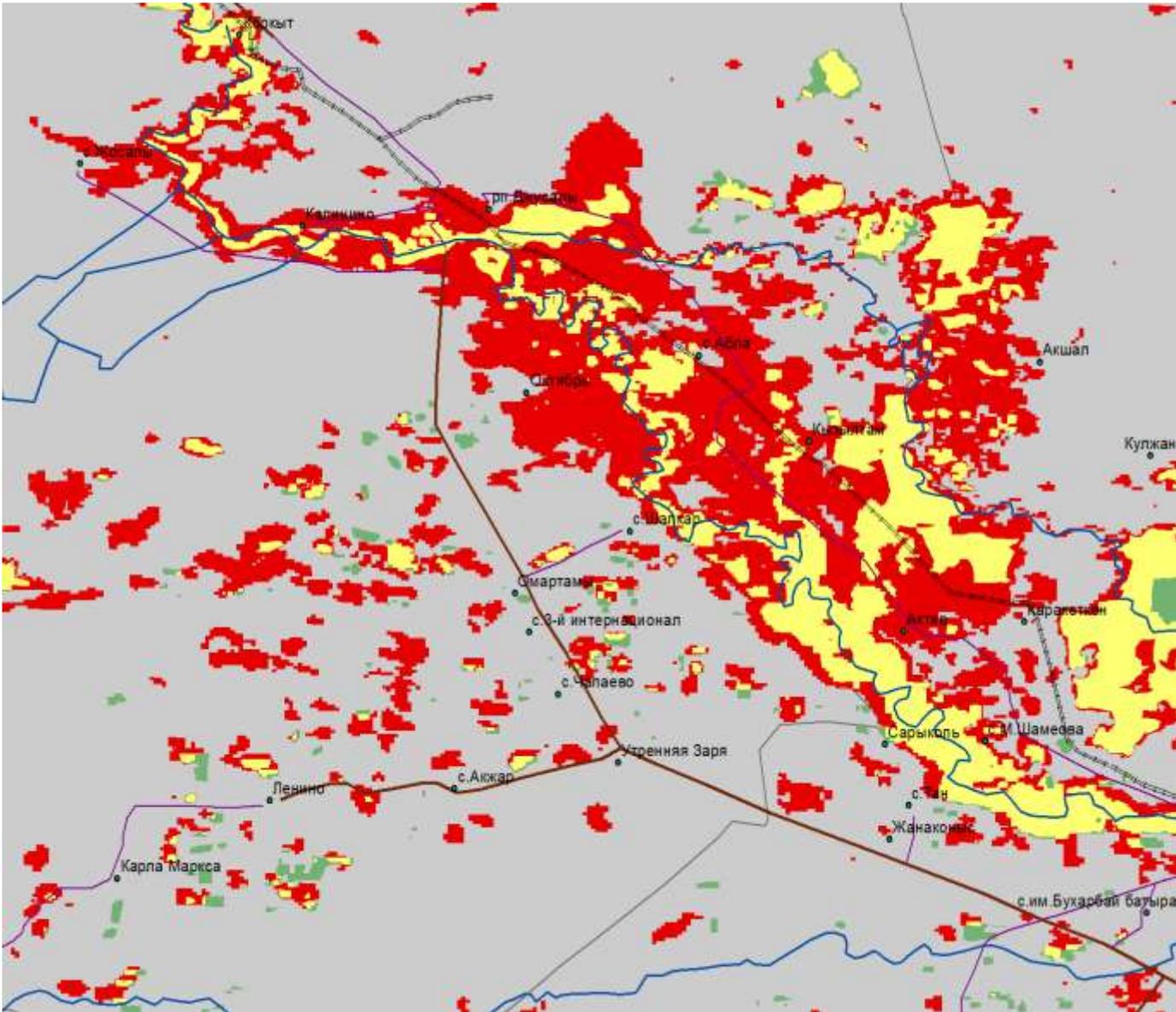
Разница суммарных зон водной поверхности по данным космического мониторинга на территории Кызыл-Ординской и Южно-Казахстанской областей за 2004-2010 и 2011-2014 годы



Условные обозначения

- 2004-2014
- 2004-2010
- 2011-2014

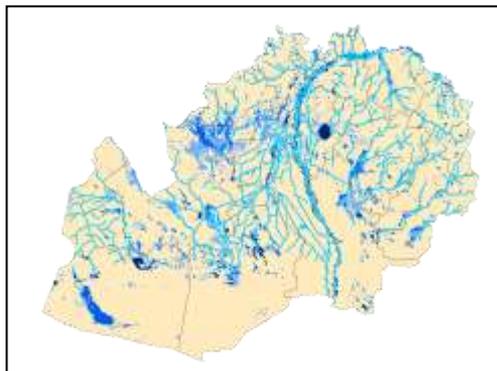
Разница суммарных зон водной поверхности по данным космического мониторинга в районе пос. Джусалы Кзыл-Ординской области за 2004-2010 и 2011-2014 годы



Условные обозначения

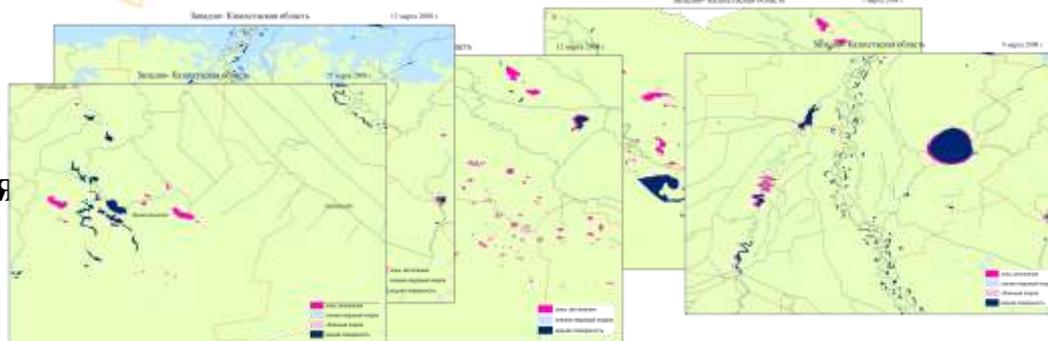
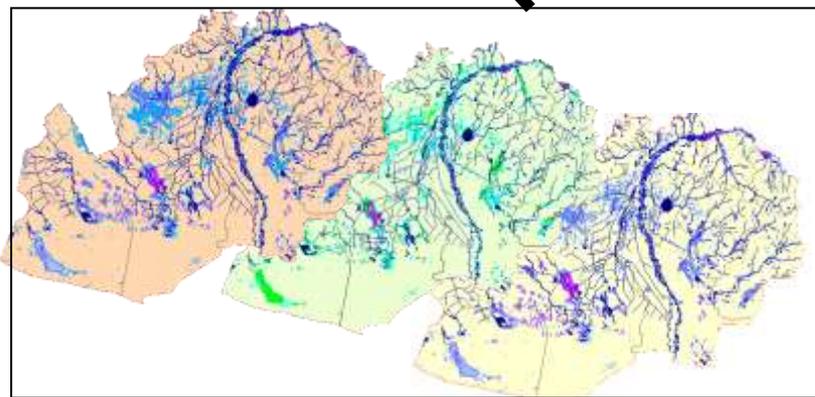
- 2004-2014
- 2004-2010
- 2011-2014

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА ТЕХНОЛОГИИ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ РИСКА ЗАТОПЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ



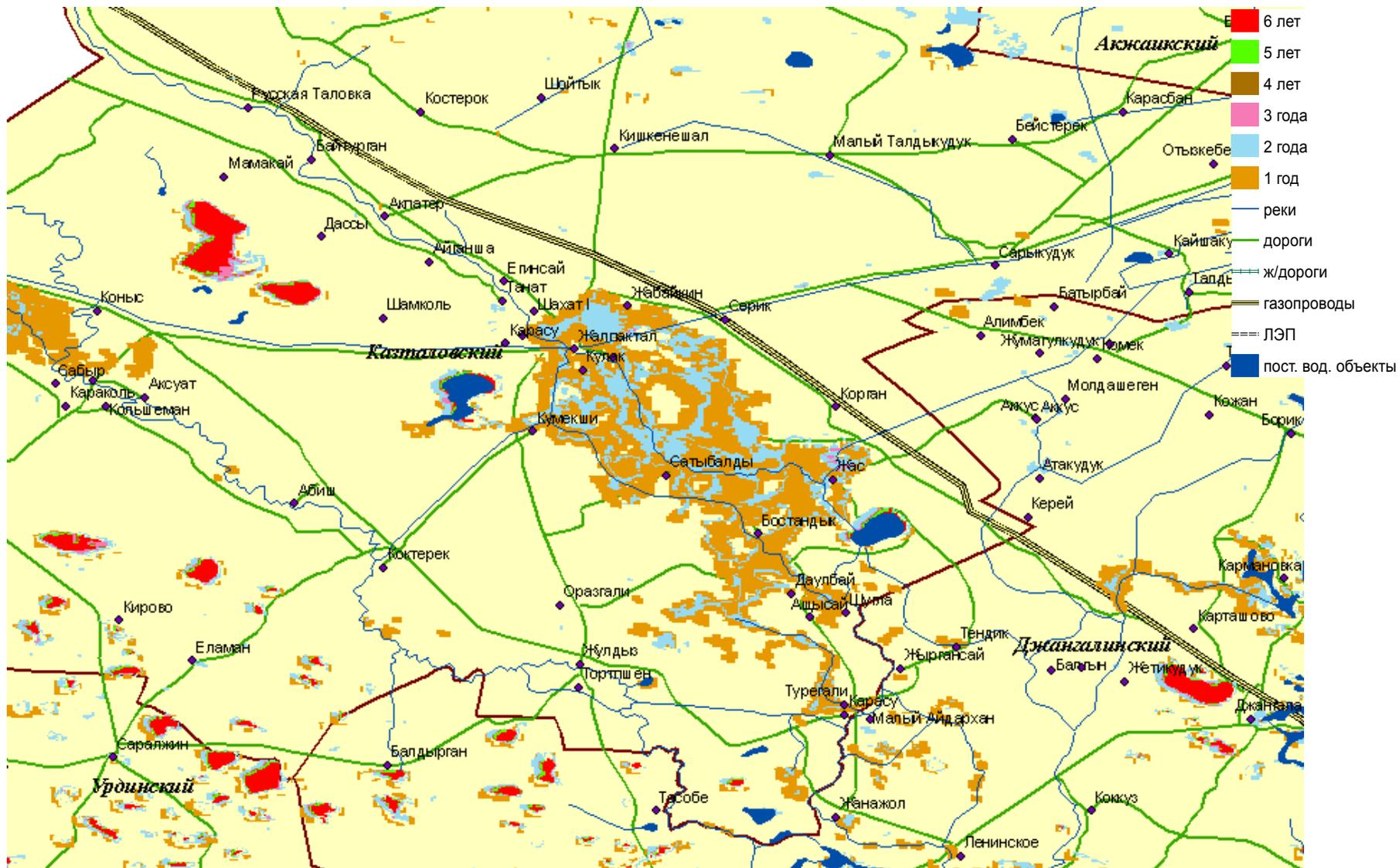
Карта степени риска затопления

Суммарные годовые зоны затопления

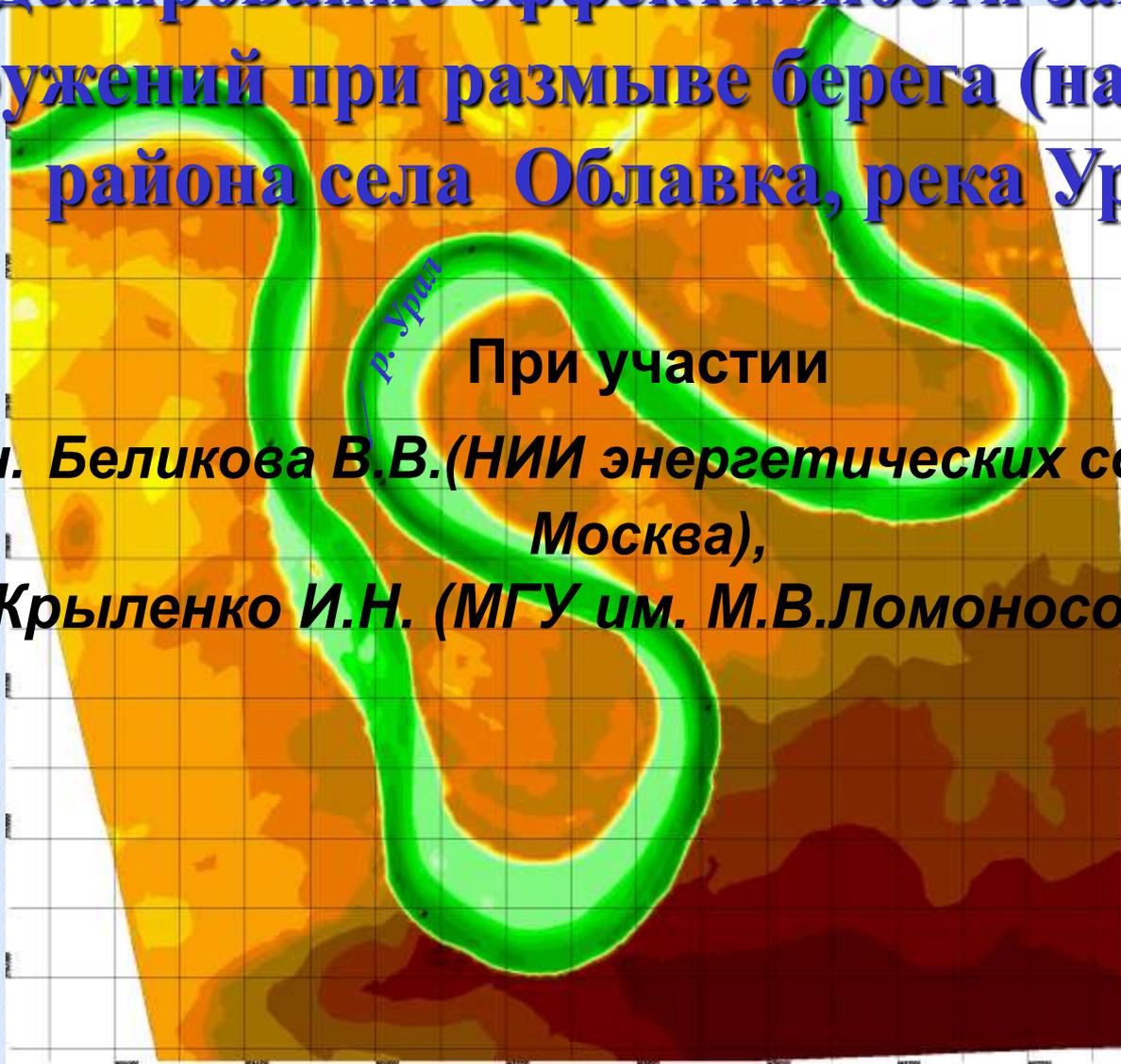


Ежедневные карты зон затопления

Районирование фрагмента территории Западно-Казахстанской области по степени риска затопления за 2003-2008 годы



Моделирование эффективности защитных сооружений при размыве берега (на примере района села Облавка, река Урал)

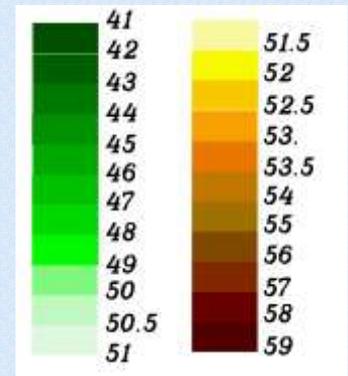


При участии

д.т.н. *Беликова В.В.* (НИИ энергетических сооружений,
Москва),

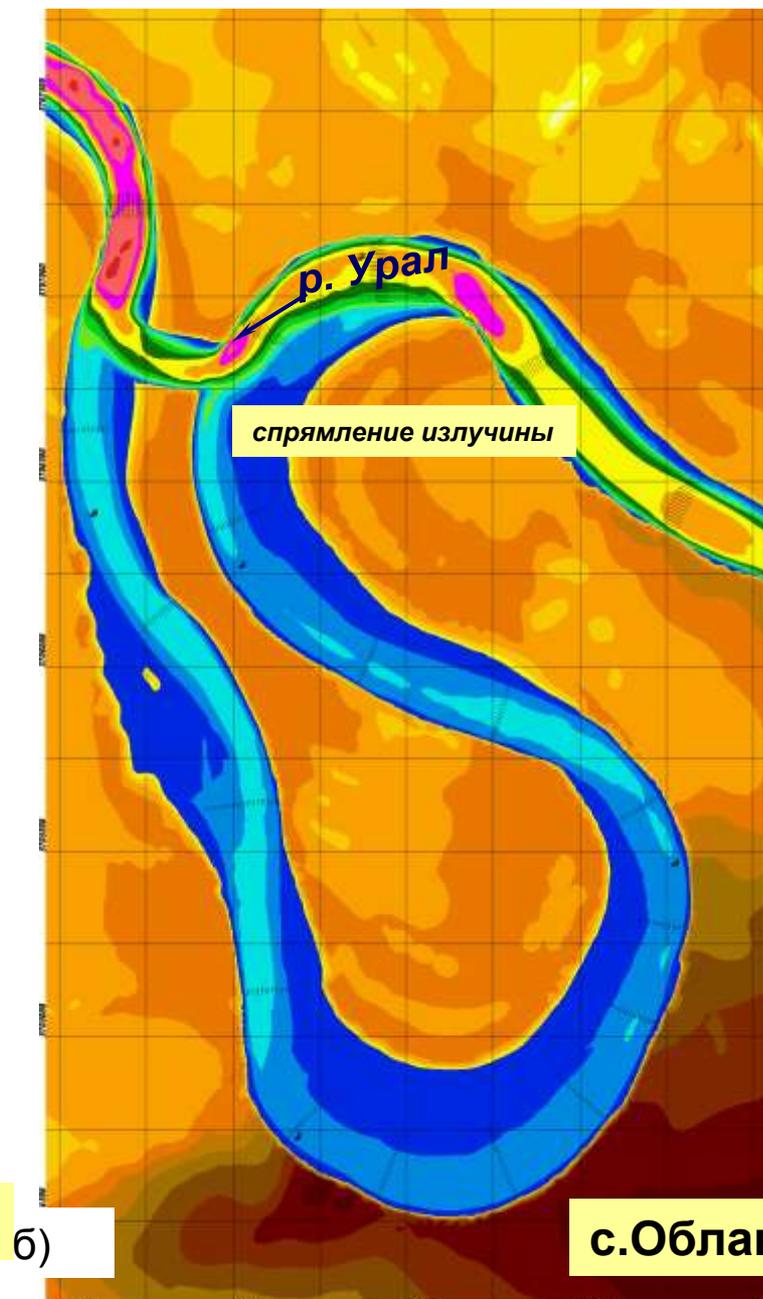
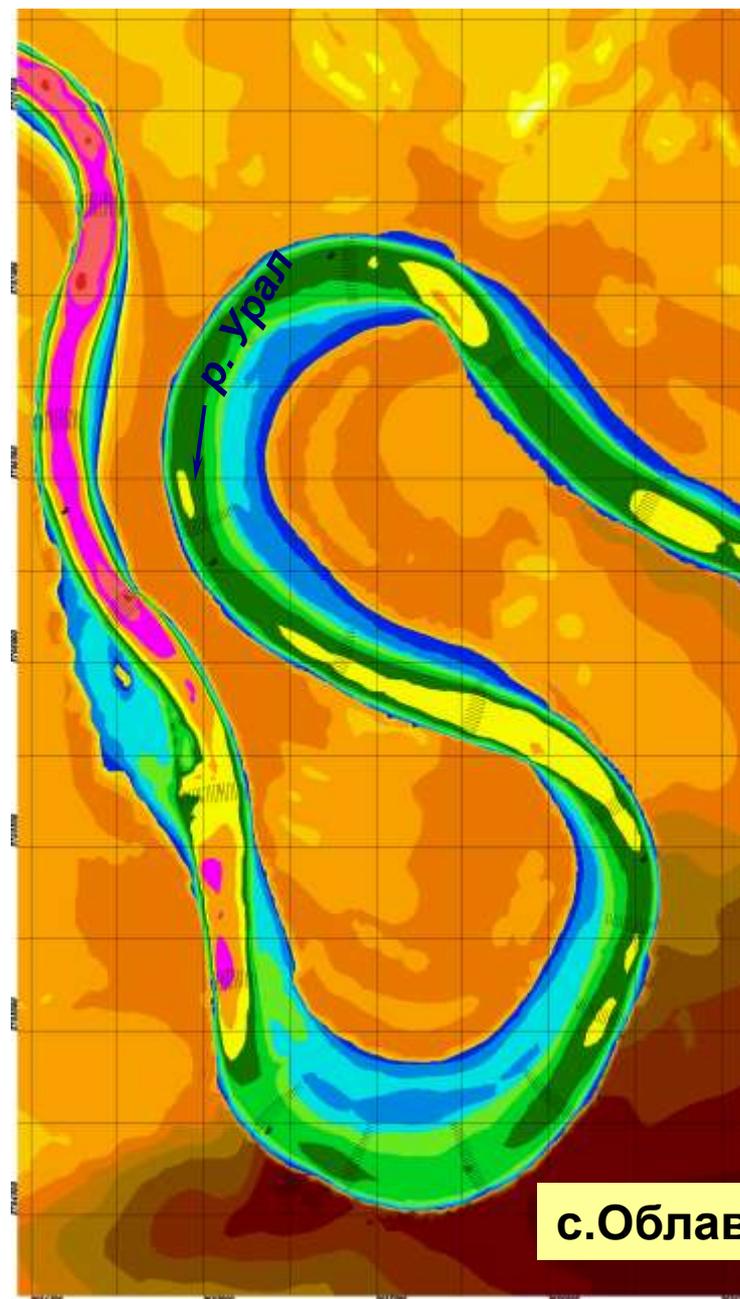
к.г.н. *Крыленко И.Н.* (МГУ им. М.В.Ломоносова, Москва)

рельефа, м БС:

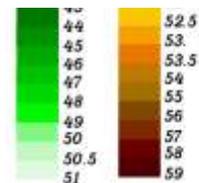


Цифровая модель рельефа р. Урал у с. Облавка

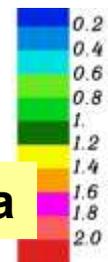
шаг координатной сетки 250 м



отметка
рельефа, м
БС:



скорость
течения,
м/с :



а)

с.Облавка

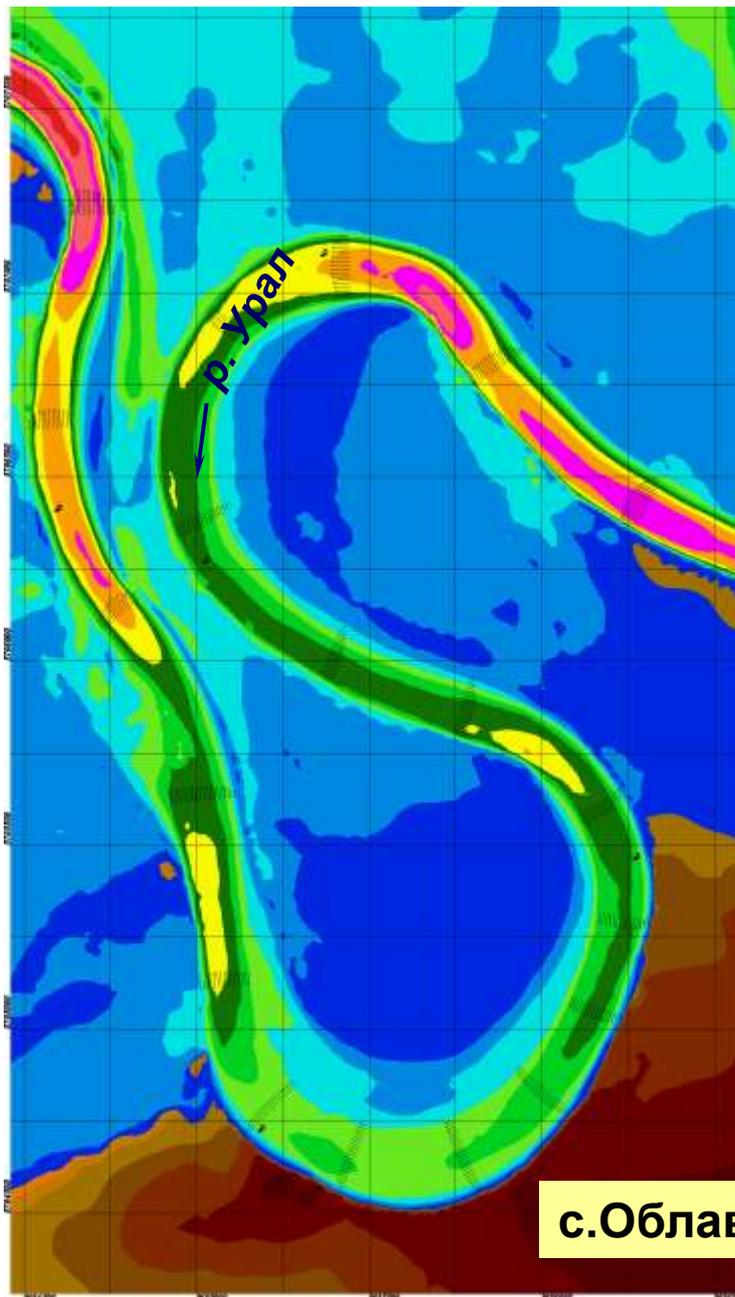
б)

с.Облавка

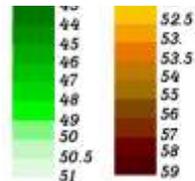
Скорости течения р. Урал в районе с. Облавка при расходе воды $1000 \text{ м}^3/\text{с}$

а) в бытовых условиях; б) при спрямлении излуины

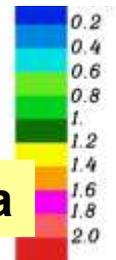
шаг координатной сетки 250 м



отметки
рельефа, м
БС:

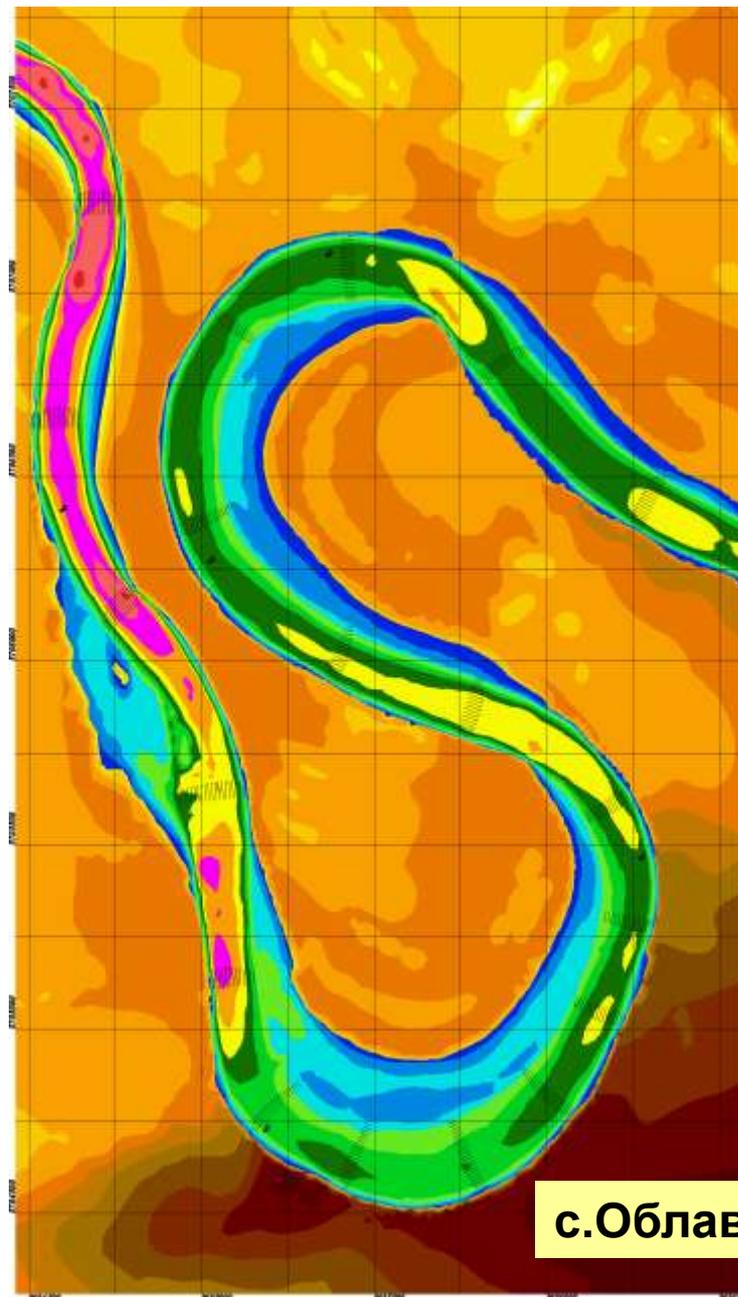


скорость
течения,
м/с :



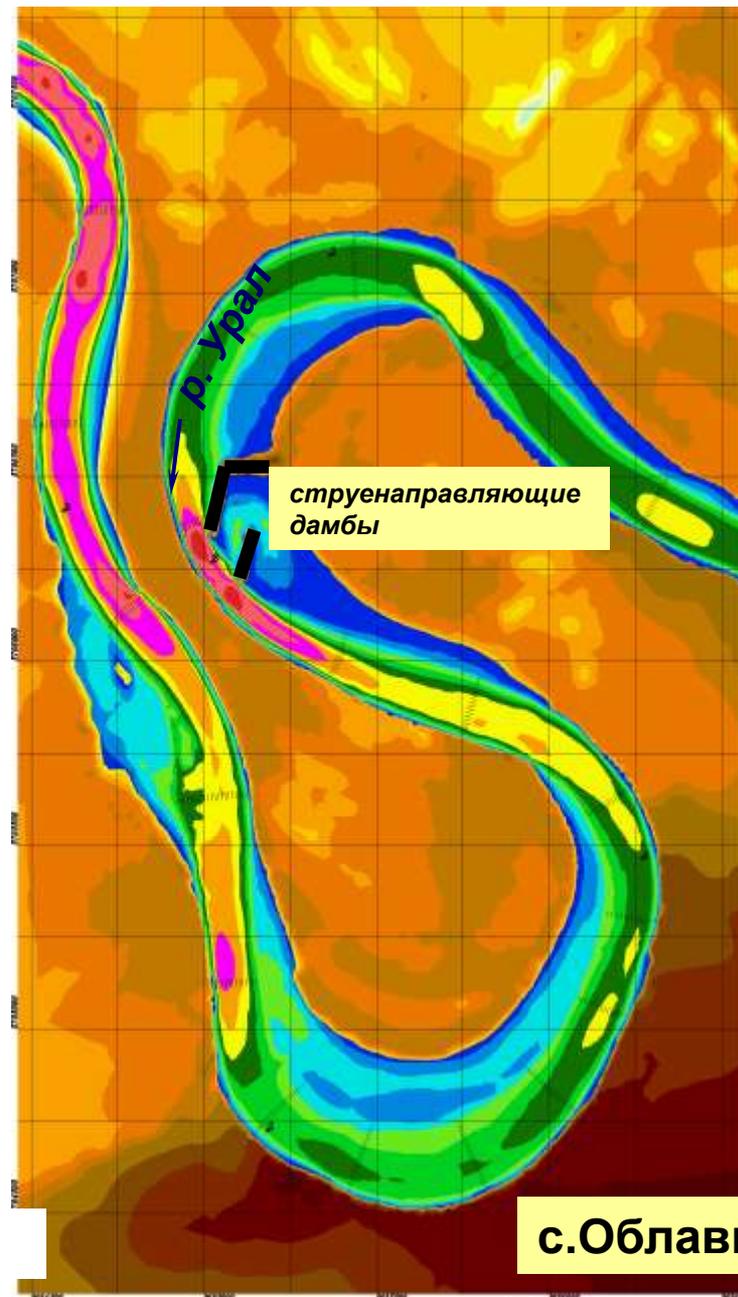
Скорости течения р. Урал в районе с. Облавка при расходе воды $3000 \text{ м}^3/\text{с}$

а) в бытовых условиях; б) при спрямлении излучины



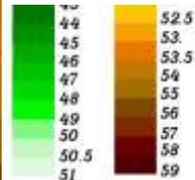
с.Облавка

б)

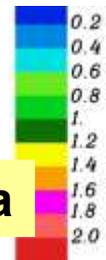


с.Облавка

отметки
рельефа, м
БС:

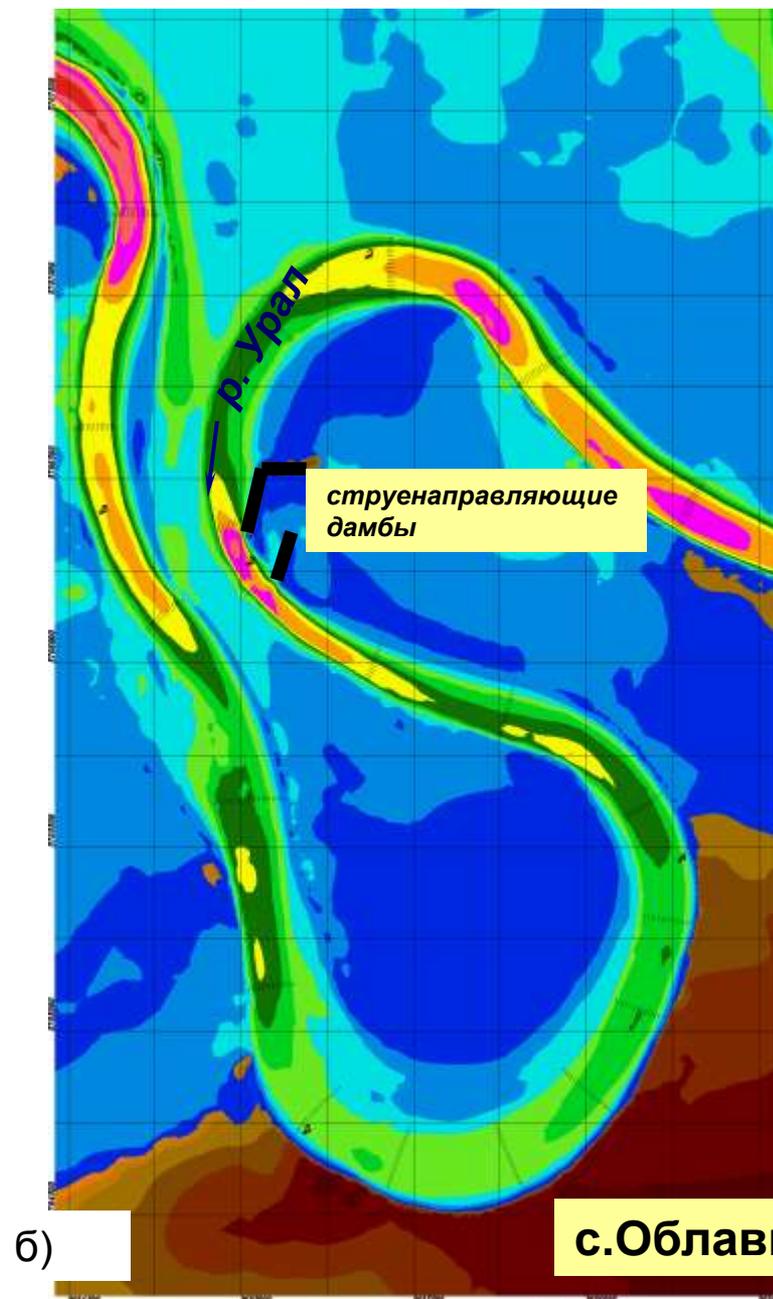
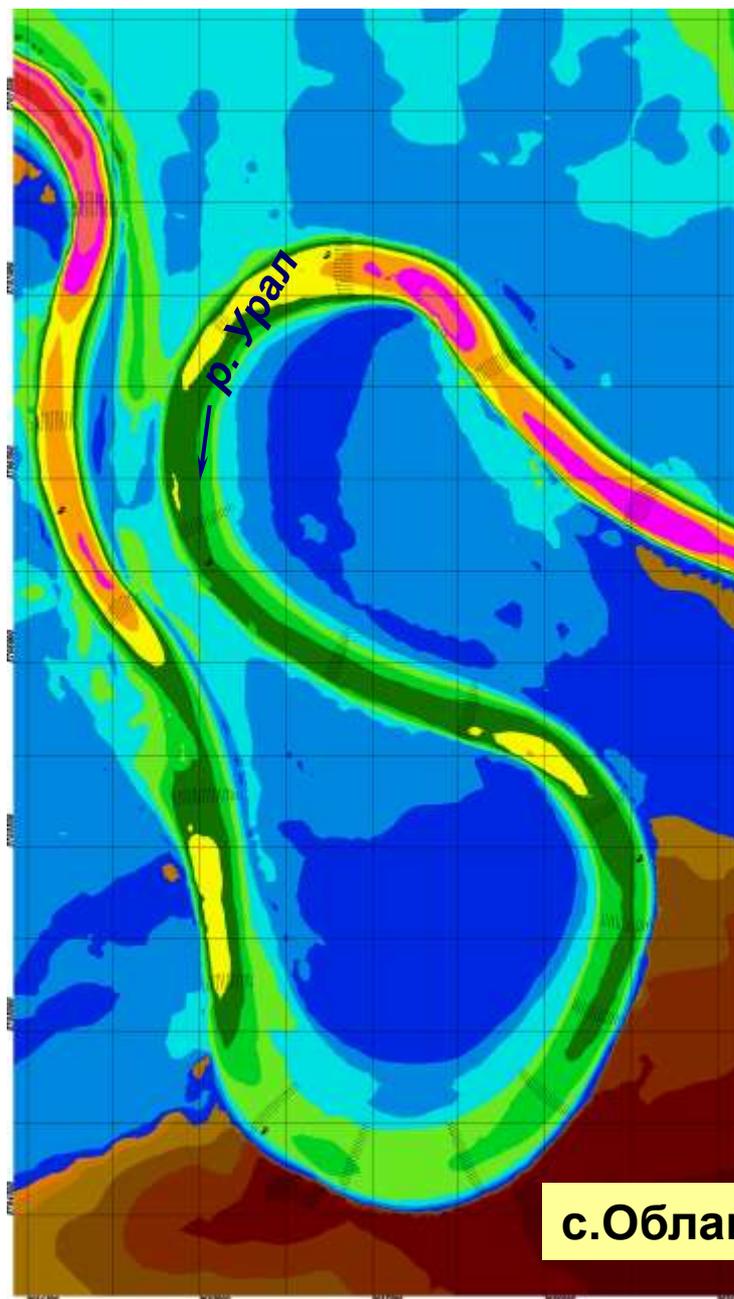


скорость
течения,
м/с :

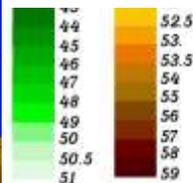


Скорости течения р. Урал в районе с. Облавка при расходе воды $1000 \text{ м}^3/\text{с}$:

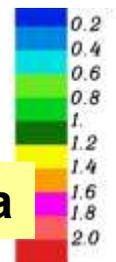
а) в бытовых условиях; б) при наличии струенаправляющей дамбы в верхнем крыле излучины



отметка
рельефа, м
БС:



скорость
течения,
м/с :



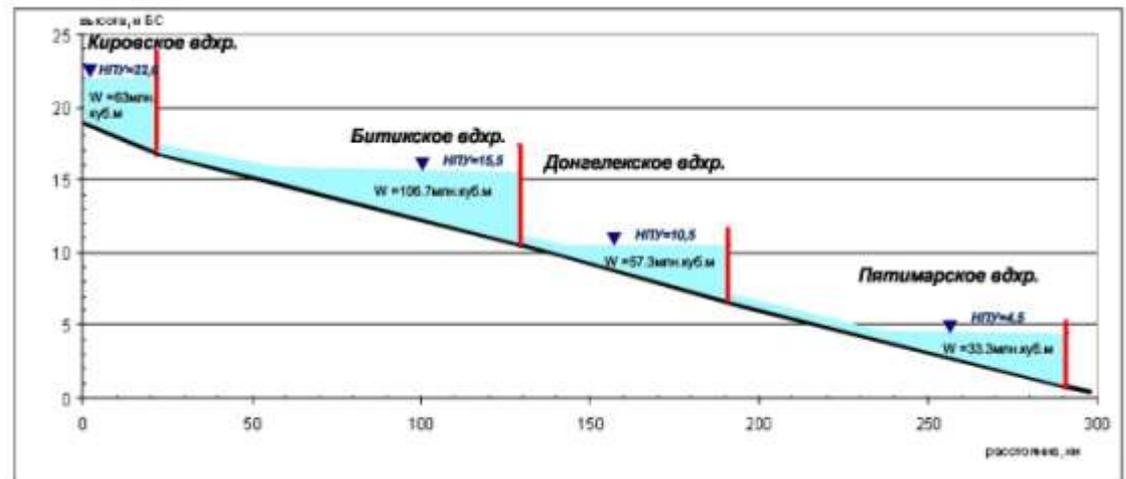
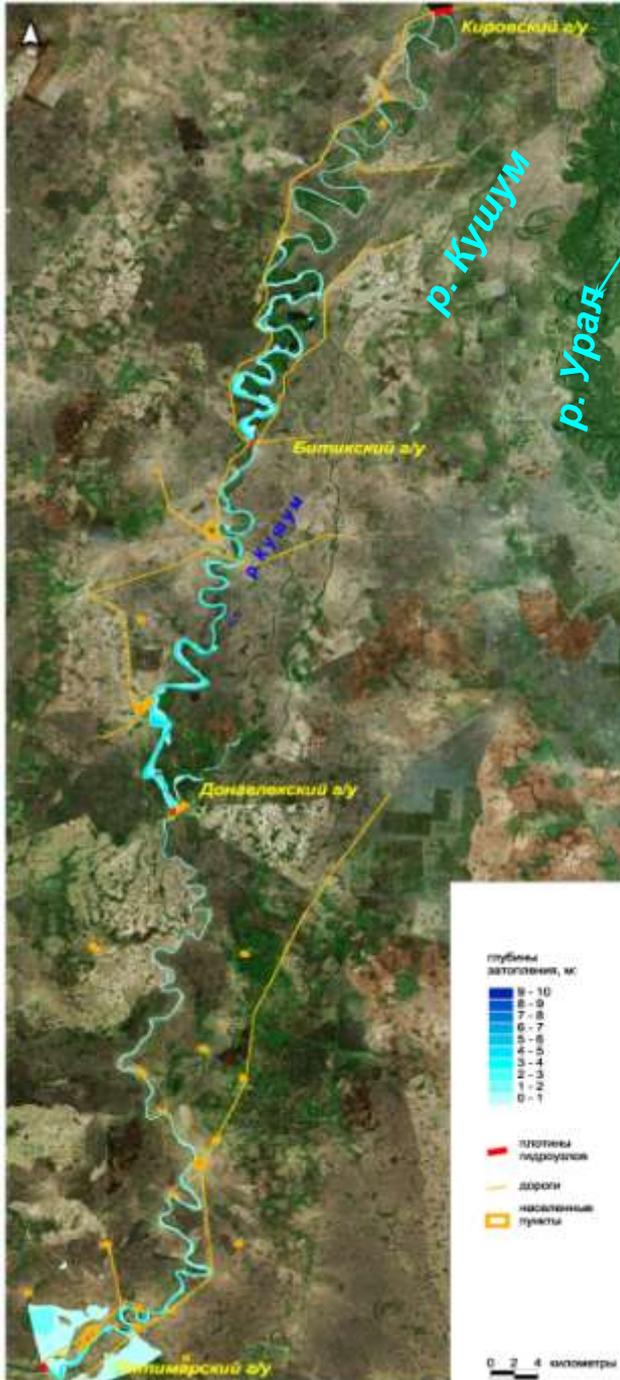
а)

б)

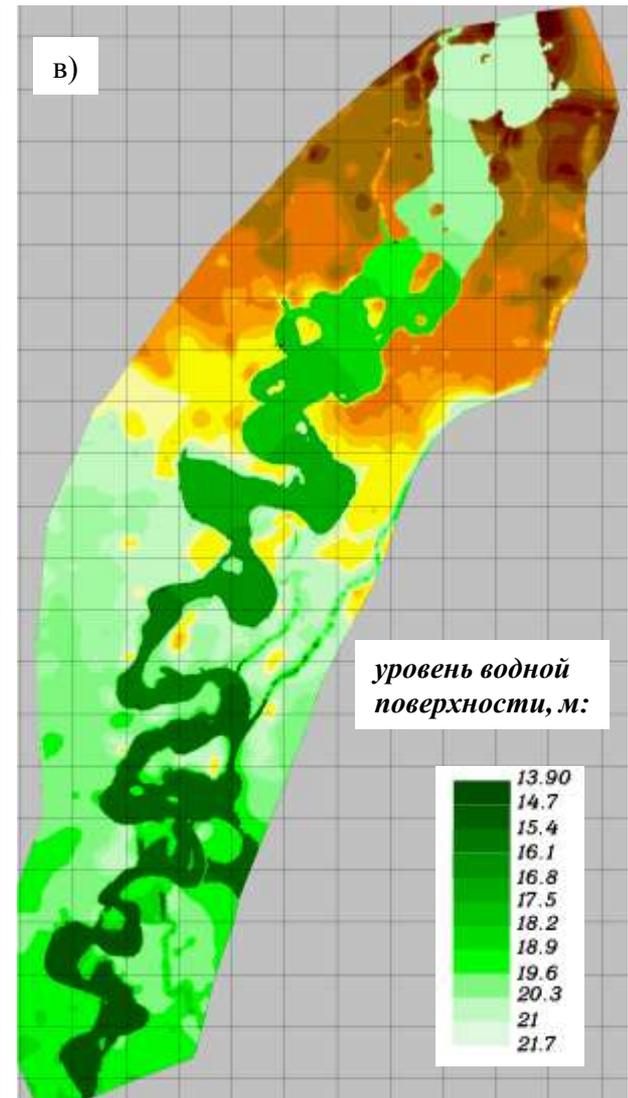
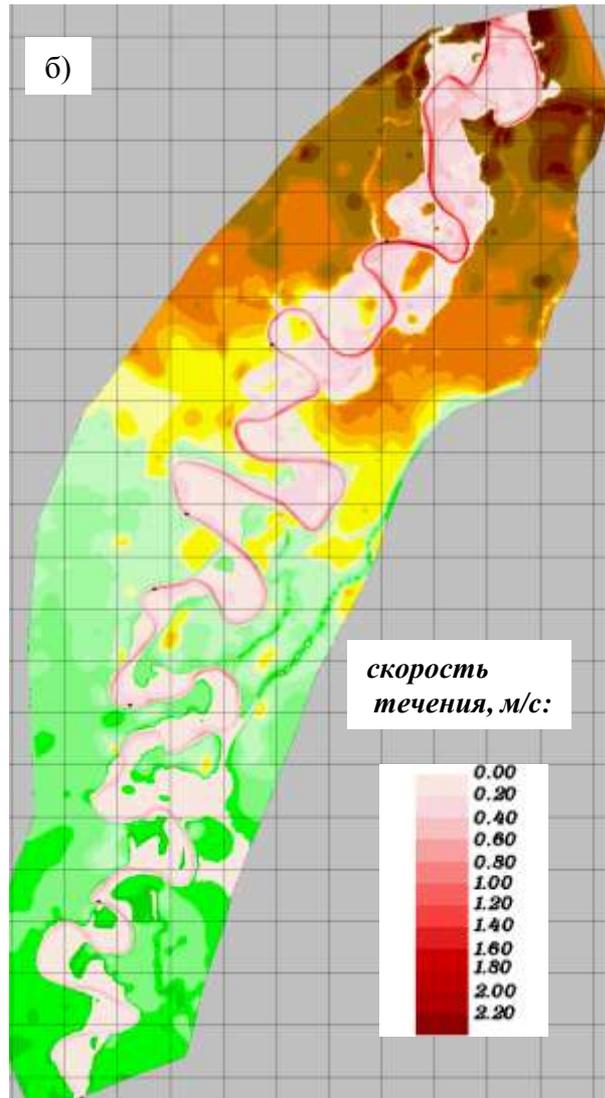
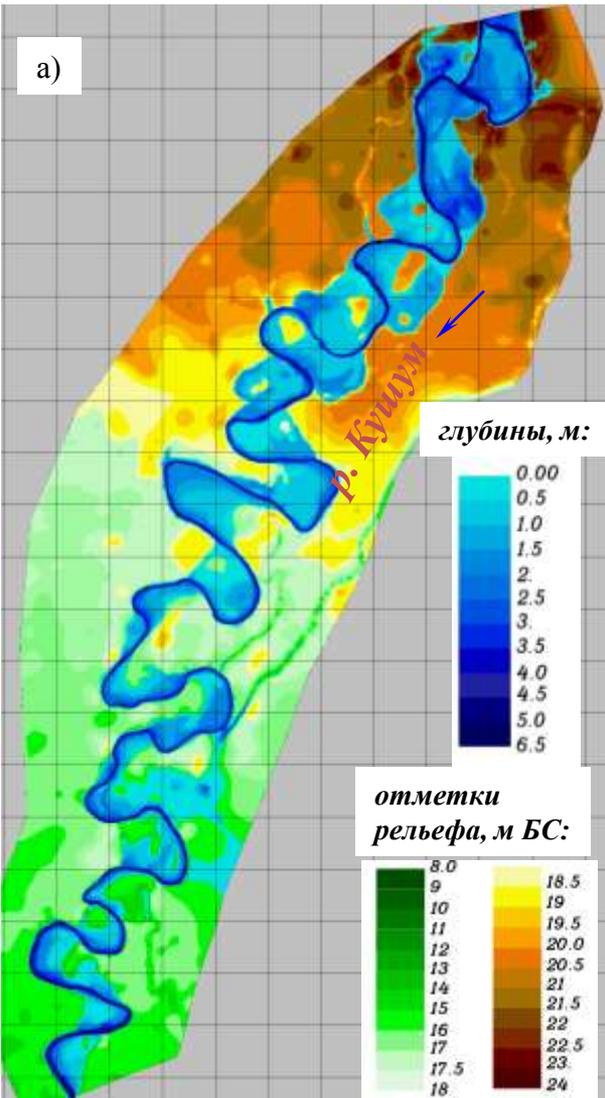
Скорости течения р. Урал в районе с. Облавка при расходе воды $3000 \text{ м}^3/\text{с}$:

а) в бытовых условиях; б) при наличии струенаправляющей дамбы в верхнем крыле излучины

Каскад водохранилищ Урало-Кушумской оросительно-обводнительной системы (ООС)



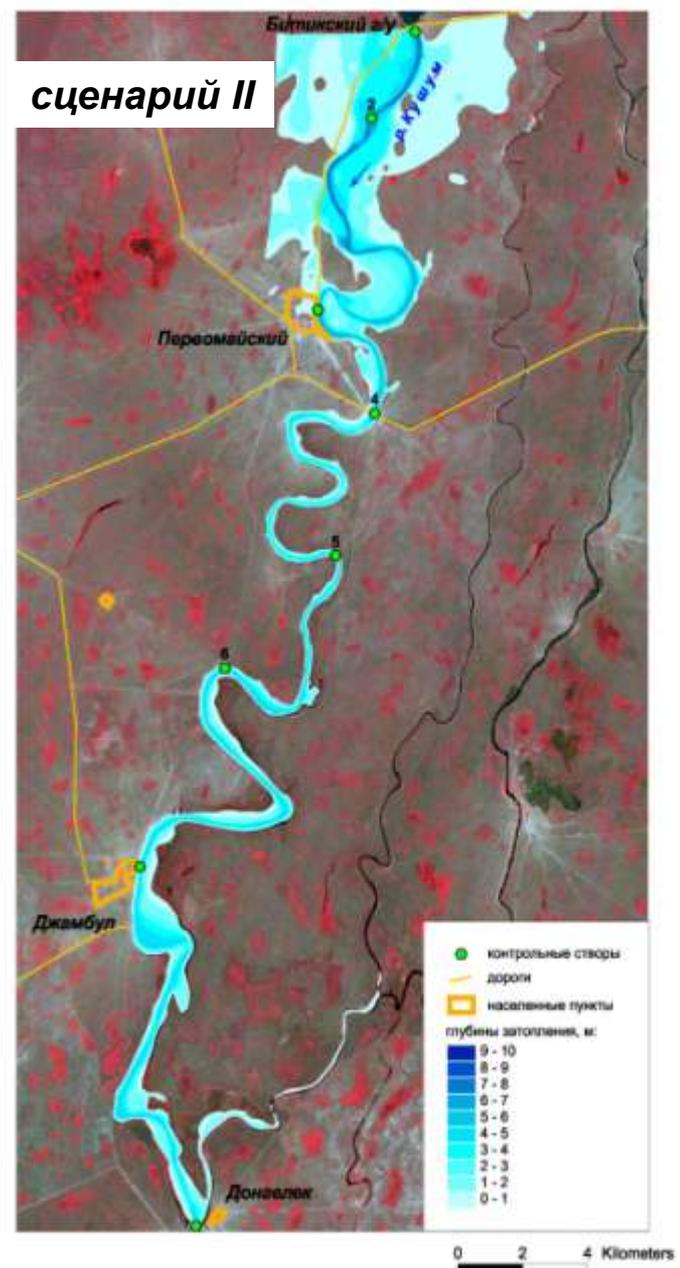
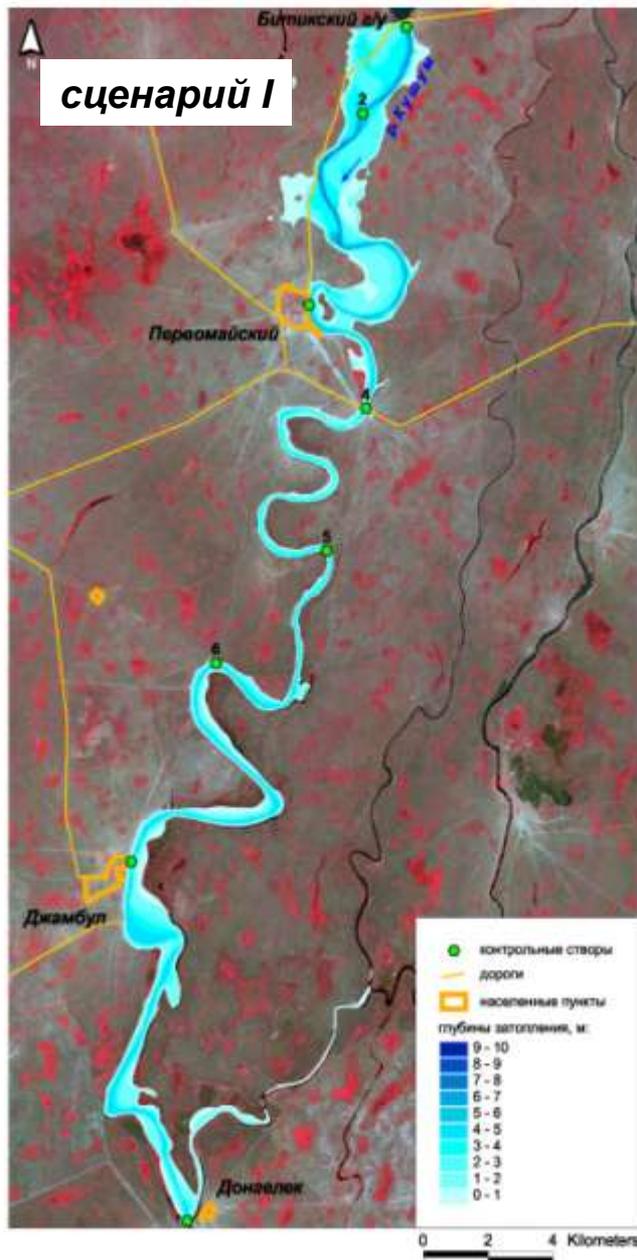
Продольный профиль каскада водохранилищ Урало-Кушумской оросительно-обводнительной системы



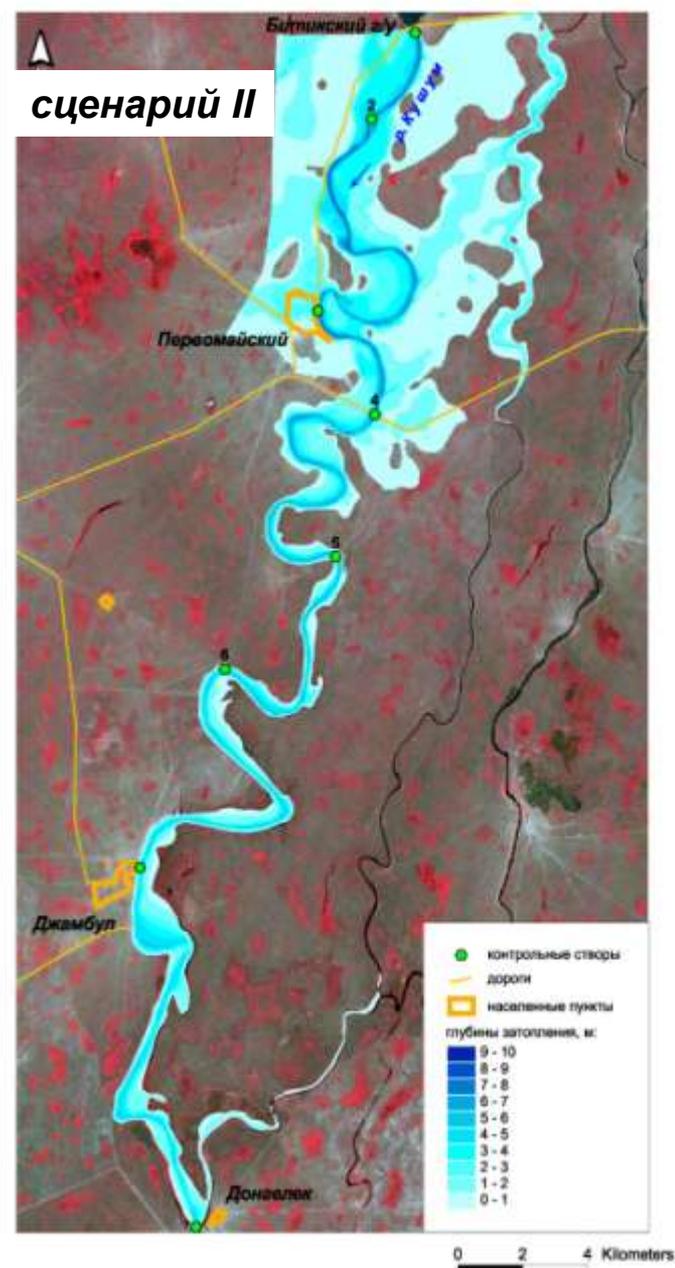
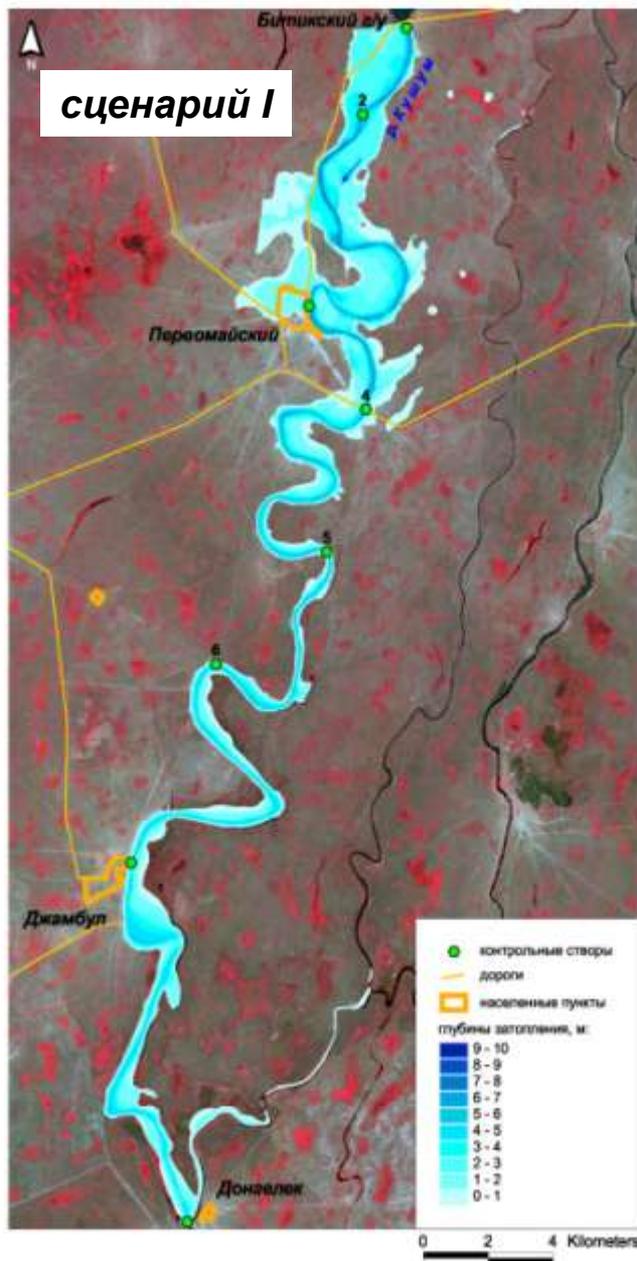
Максимальные глубины воды (а), скорости течения (б) и уровни водной поверхности (в) при затоплении долины р. Кушум в случае аварии на плотине Кировского водохранилища (сценарий II)

***Динамика распространения волны прорыва при
различных возможных сценариях
гидротехнической аварии на плотине
Битикского гидроузла***

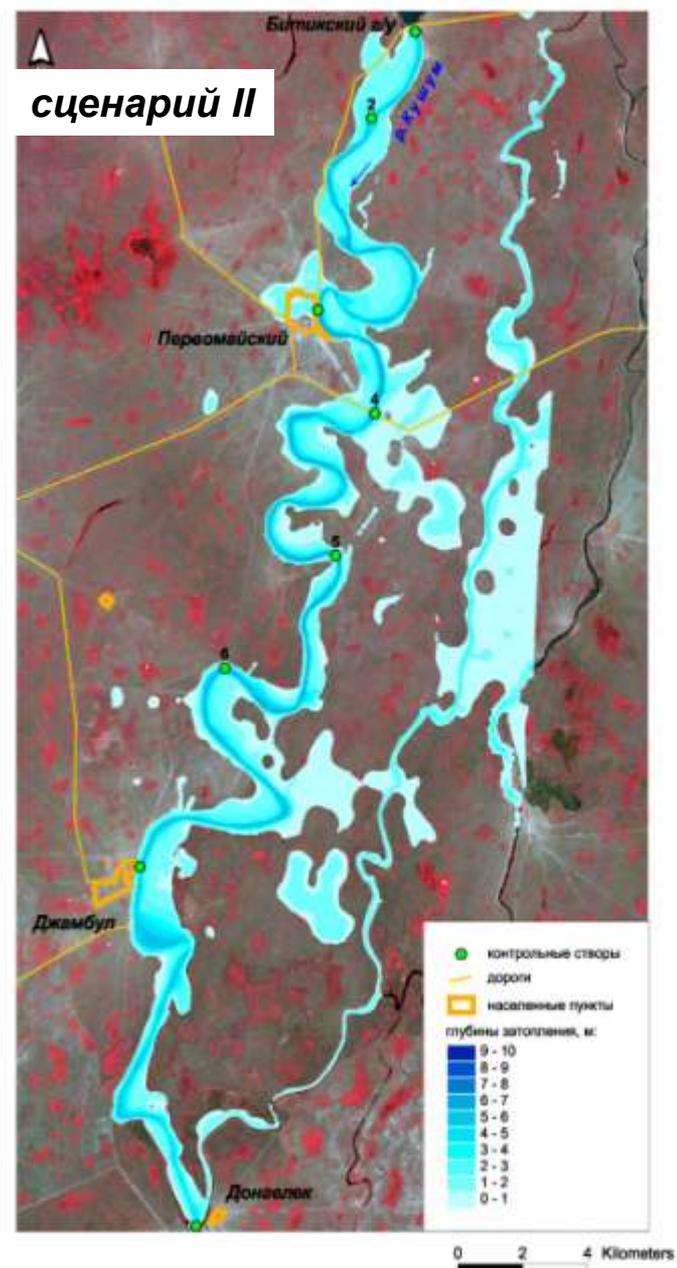




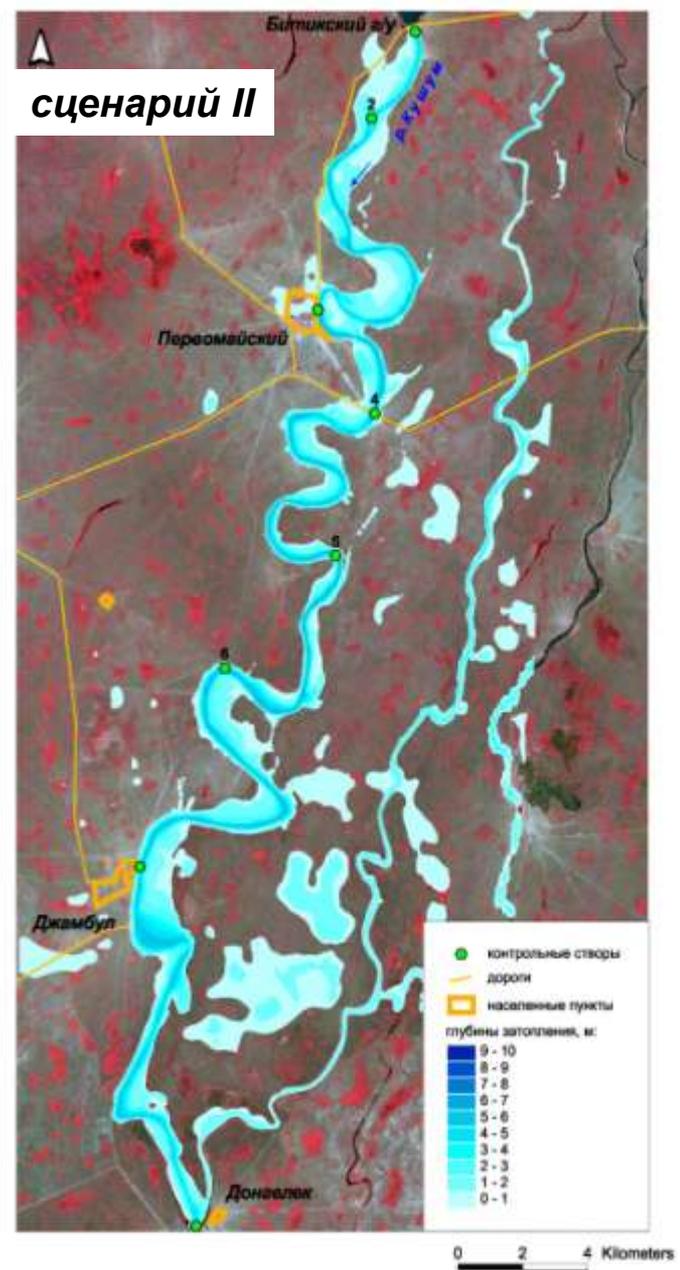
Глубины затопления долины р.Кущум при прорыве плотины Битикского водохранилища для основных сценариев аварии. Время после начала аварии: 4 часа



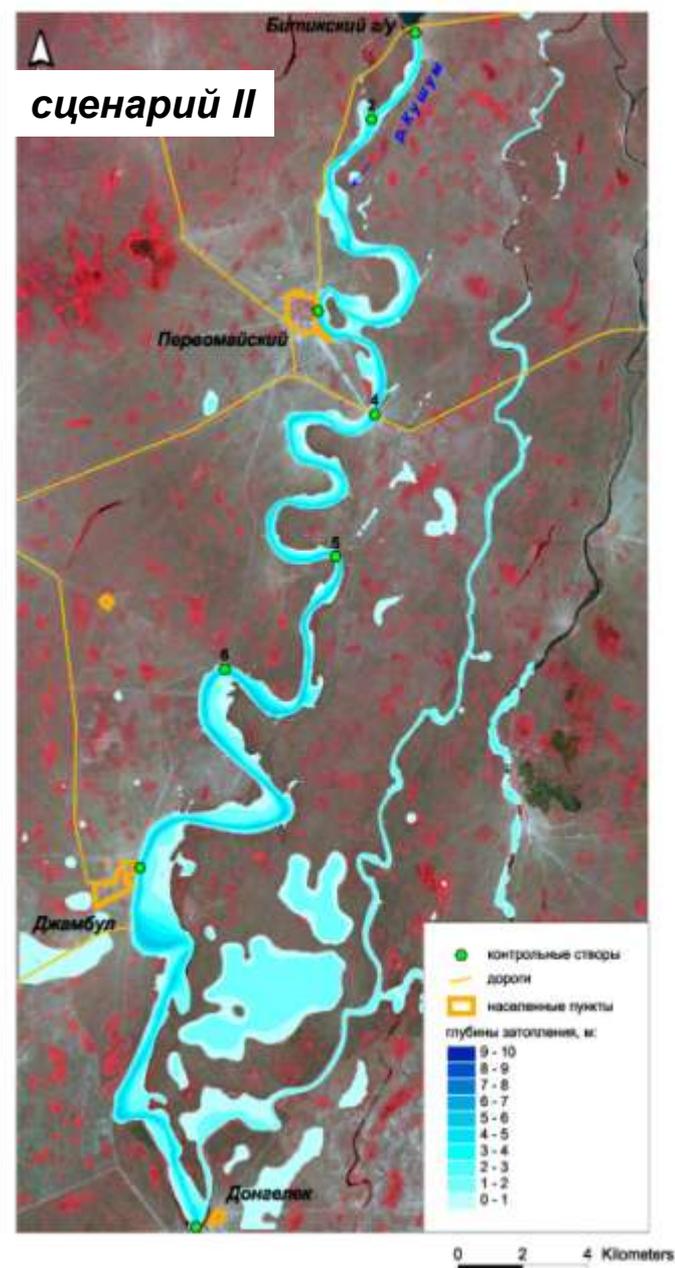
Глубины затопления долины р.Кушум при прорыве плотины Битикского водохранилища для основных сценариев аварии. Время после начала аварии: 8 часов



Глубины затопления долины р.Кушум при прорыве плотины Битикского водохранилища для основных сценариев аварии. Время после начала аварии: 24 часа



Глубины затопления долины р.Кушум при прорыве плотины Битикского водохранилища для основных сценариев аварии. Время после начала аварии: 36 часов



Глубины затопления долины р.Кушум при прорыве плотины Битикского водохранилища для основных сценариев аварии. Время после начала аварии: 60 часов

Картирование загрязнений Шульбинского водохранилища



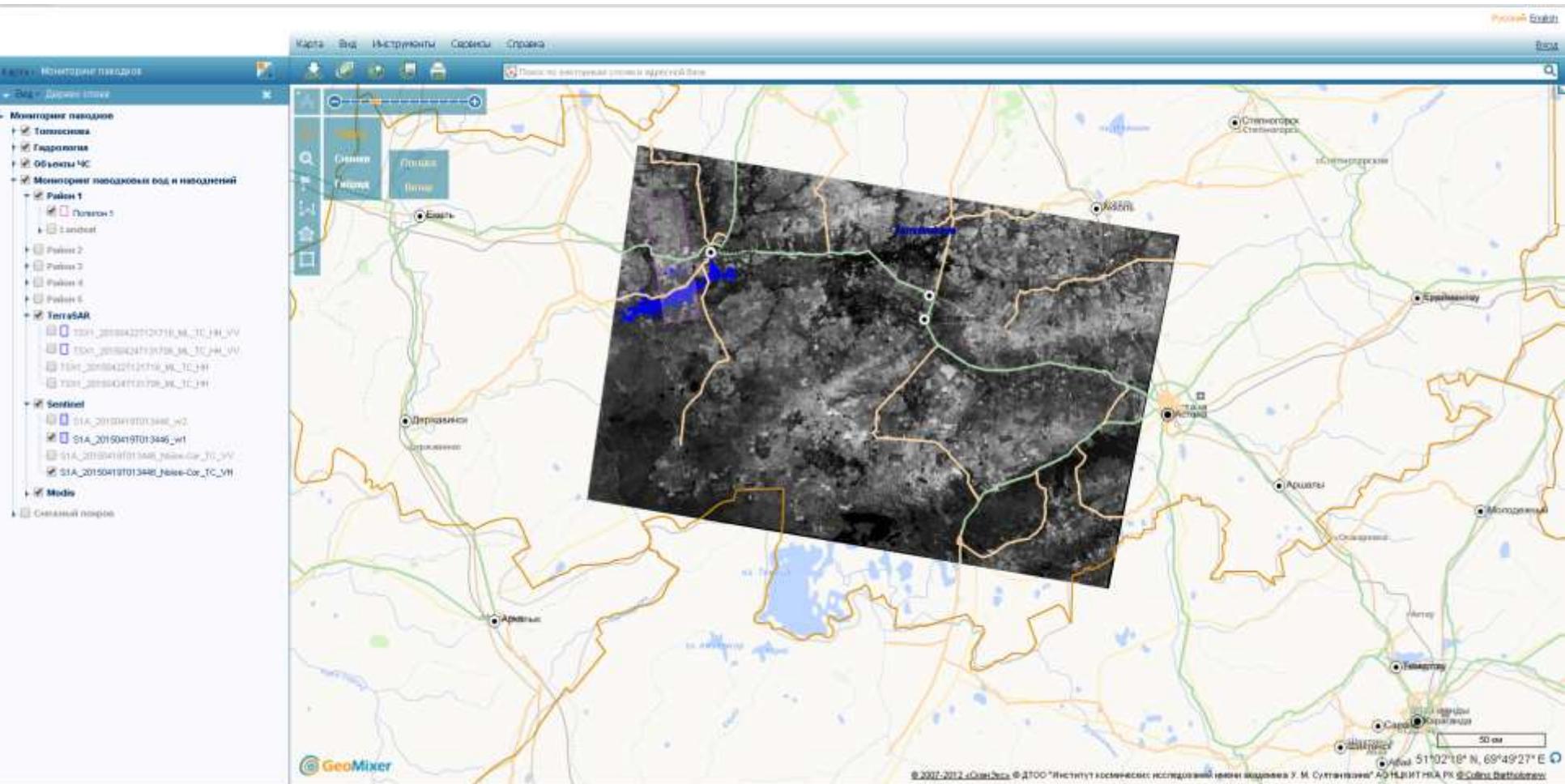
5 октября 2008 год



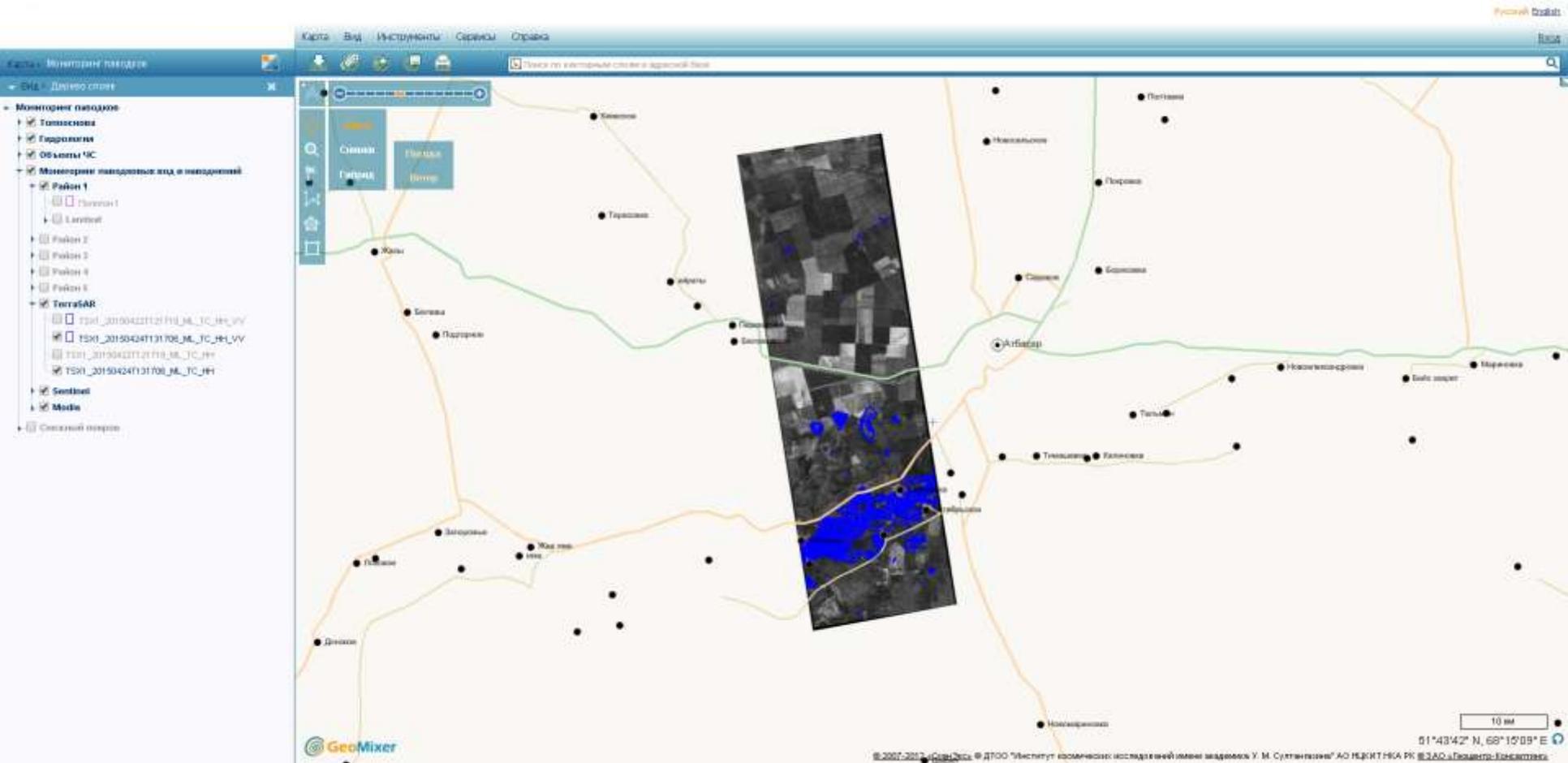
8 октября 2008 год

В первой декаде октября на водной поверхности Шульбинского водохранилища были обнаружены пятна, зеленого цвета, хорошо идентифицируемые на космических снимках. Первоначально предполагалось, что это промышленные загрязнения, так как использование зараженной воды привело к отравлению скота. В результате анализа космических и наземных данных органы ЧС пришли к выводу, что это были растительные объекты – водоросли.

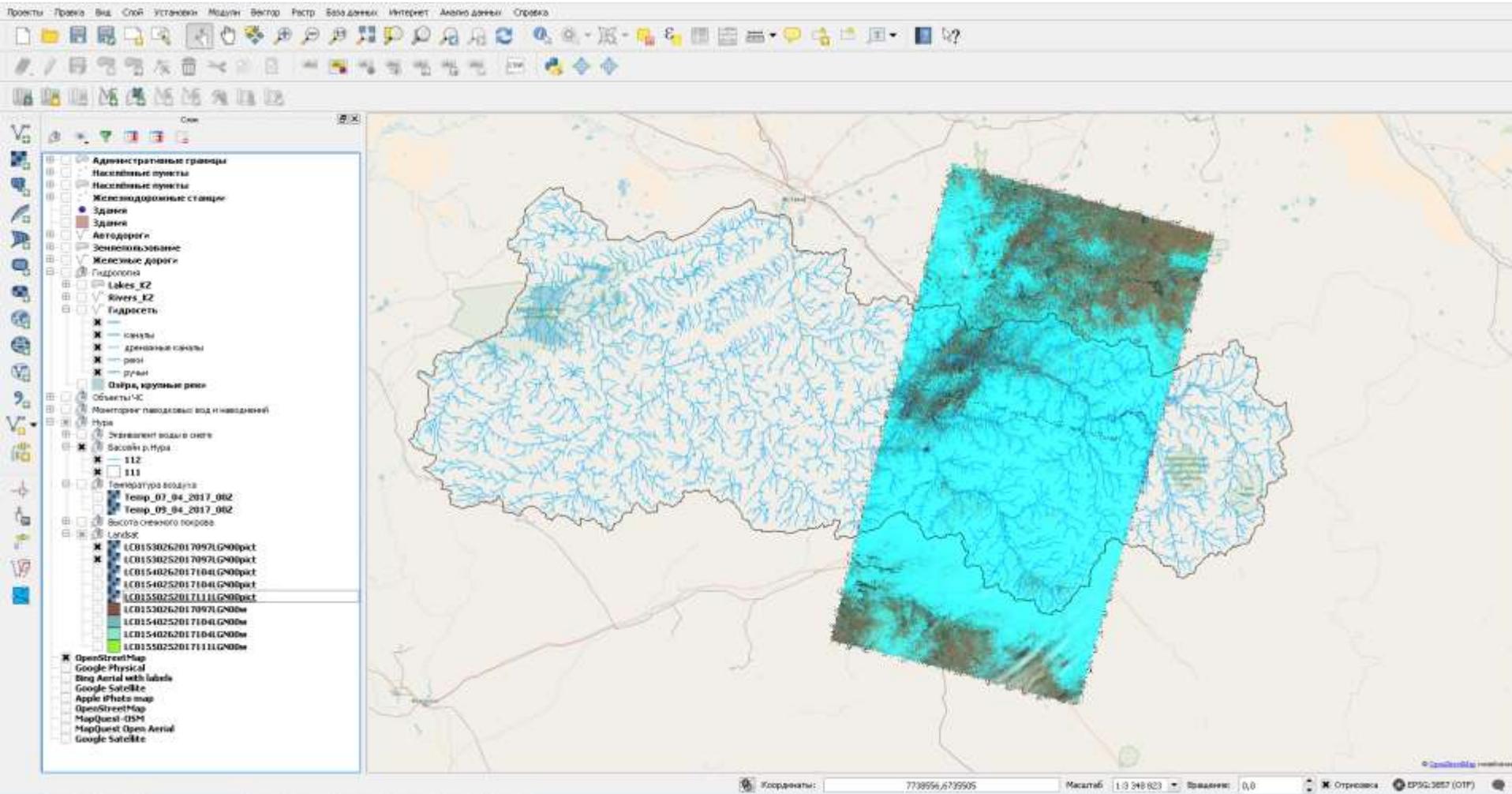
Отображение на геопортале водной поверхности, полученной по радарным данным Sentinel-1A



Отображение на геопортале водной поверхности, полученной по данным TerraSAR-X.



Отображение результатов космического мониторинга за 7 апреля 2017 года с базовой подложкой GoogleMAP с указанием границ бассейна, и гидрологической сети



Выделенные водные объекты по данным ДЗЗ за 21 апреля 2017 года

