

Круглый стол: *Использование спутниковых данных для изучения и мониторинга водных ресурсов и аграрного сектора Центральной Азии (опыт международного сотрудничества)*

ПРИНЦИПЫ СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ СИНЬЦЗЯН- УЙГУРСКОГО АВТОНОМНОГО РАЙОНА КНР

По результатам проекта ГФ МОН РК (2018-2020 гг.) AP05134241:
«Проведение мониторинга территории Синьцзян-Уйгурского Автономного Района КНР в пределах бассейнов трансграничных рек и зависимых территорий на базе спутниковой информации»

Терехов А.Г.^{1,2}

1. Институт информационных и вычислительных технологий МОН РК

2. РГП «Казгидромет»

aterekhov1@yandex.ru

Цель доклада:

Проиллюстрировать некоторые возможности спутникового зондирования в решении задач мониторинга гидрологии сопредельных территорий соседних стран, для которых наземное обследование невозможно, а доступ к оперативной гидрологической информации ограничен (системы водопользования, естественные водные и гидротехнические объекты). Трансграничные речные бассейны.

Задачи:

1. Мониторинг водных зеркал крупных озер;
2. Мониторинг расхода воды в реках;
3. Мониторинг расхода воды в магистральных водных каналах;
4. Мониторинг состояния водохранилищ (*запас воды*);
5. Оценка запасов снега в бассейнах рек, влияние на водность реки и режимы работы гидроузлов;
6. Мониторинг условий с\х водопотребления (растениеводство).

Источники информации:

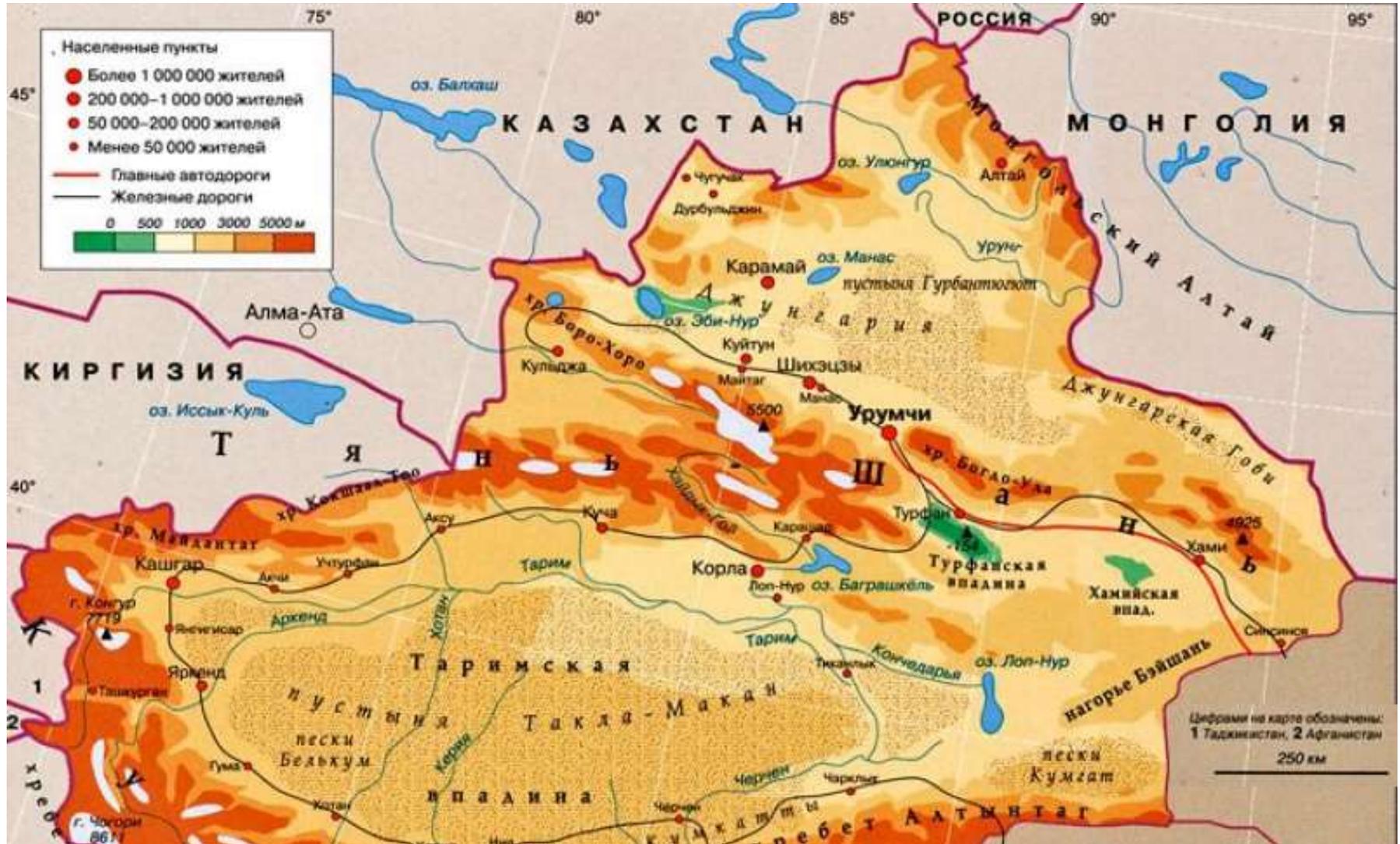
Спутниковые продукты, доступные в Интернете на свободной основе:

- Снимки субметрового пространственного разрешения ([Google-Earth](#));
- Снимки высокого разрешения SENTINEL-2A (разр.20 м) LANDSAT-5,7,8 (разрешение 30 м) ([glovis/usgs/gov](#));
- Спутниковые продукты тематической обработки:
 - высота снежного покрова (“Snow Depth” [USGS/EROS FEWS NET](#));
 - аномалии водного эквивалента ([USGS/EROS FEWS NET](#));
 - модели 3D рельефа местности ([SRTM-2000 v.2](#)).

Территория мониторинга



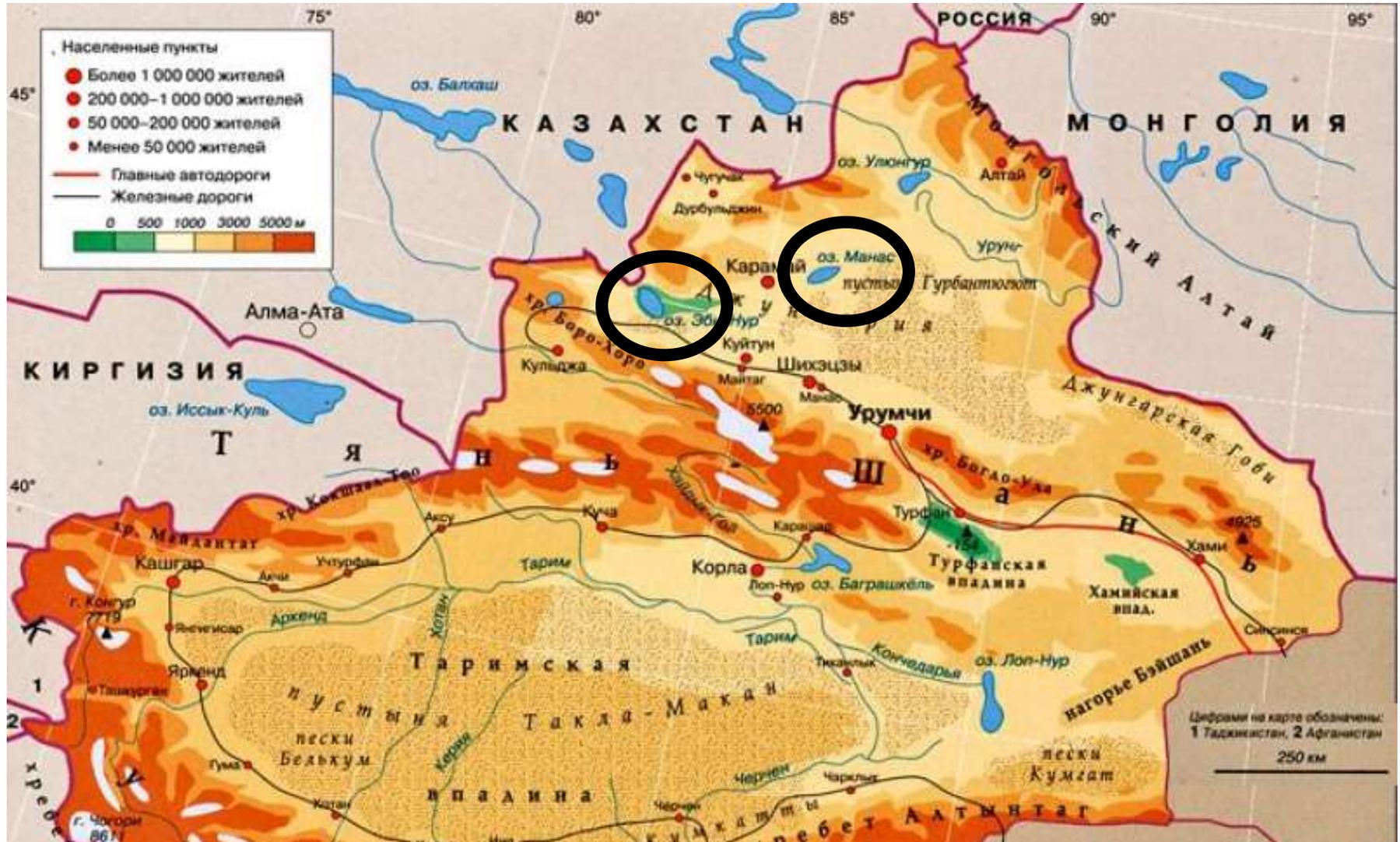
Карта СУАР КНР



Задача 1

МОНИТОРИНГ зеркал озер

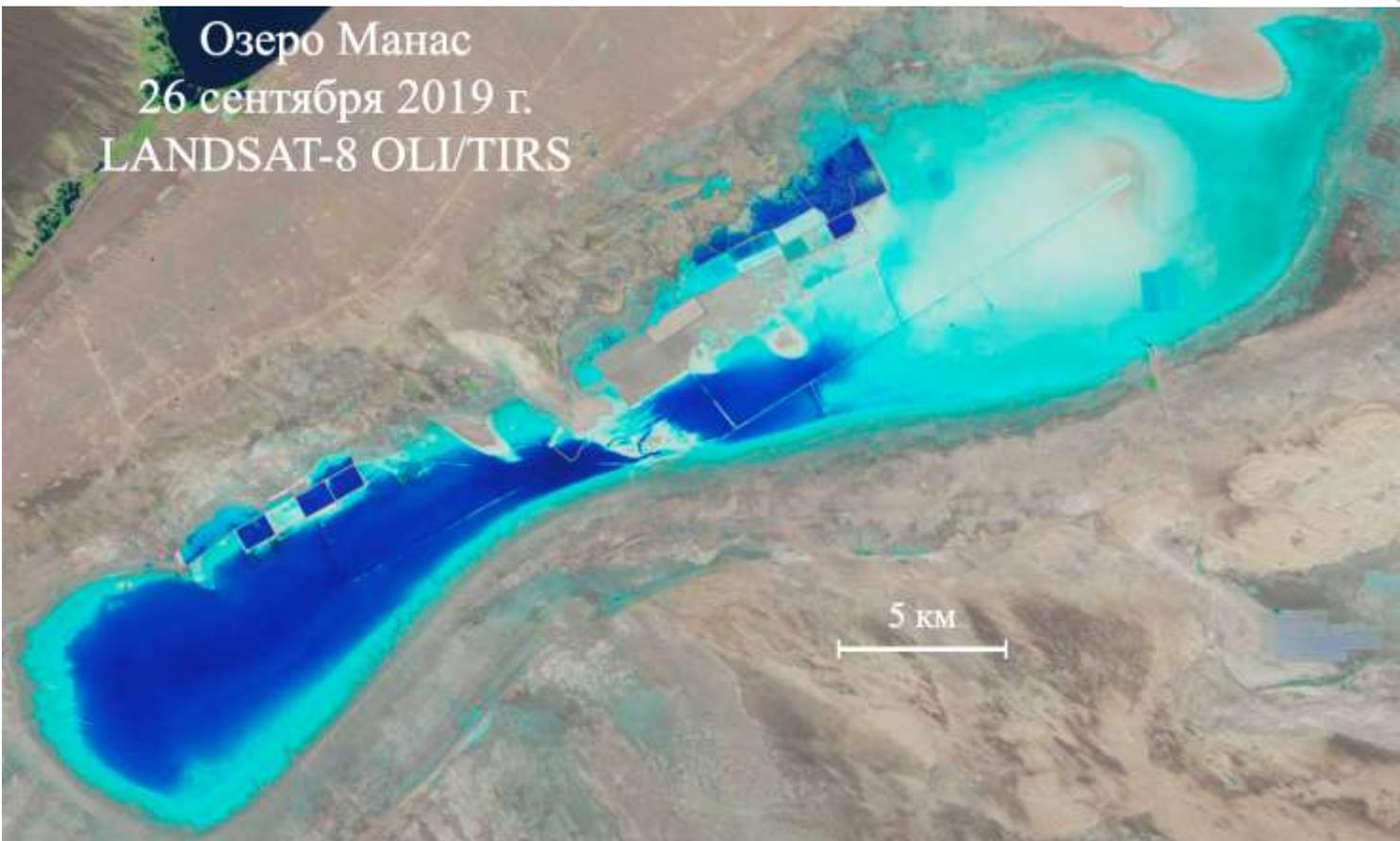
Карта СУАР КНР



Озеро Манас (СУАР КНР)

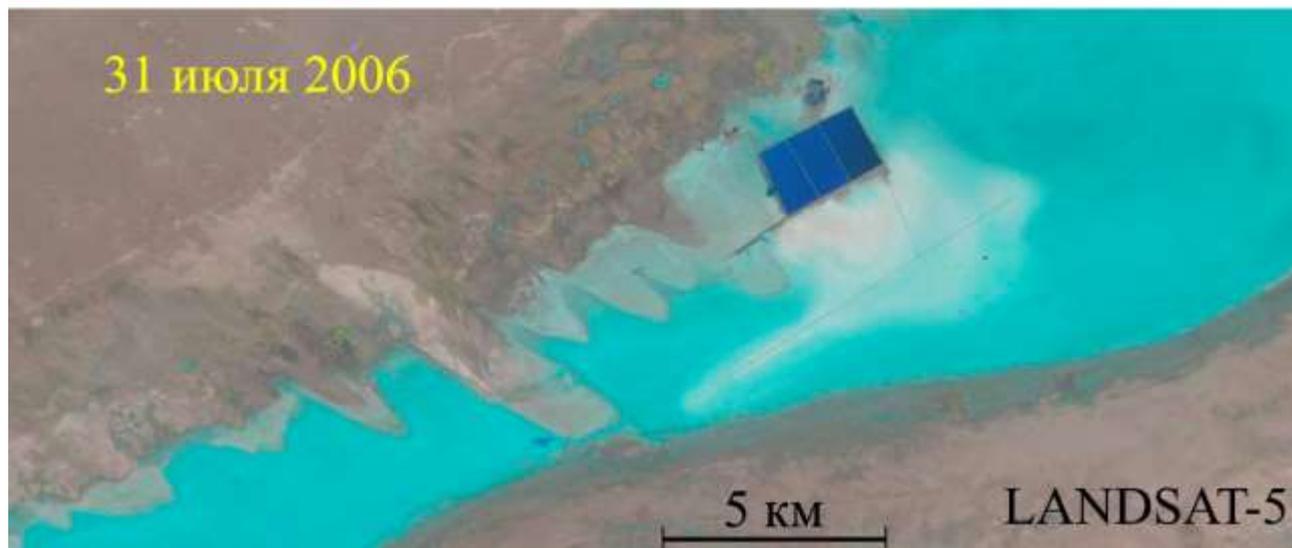
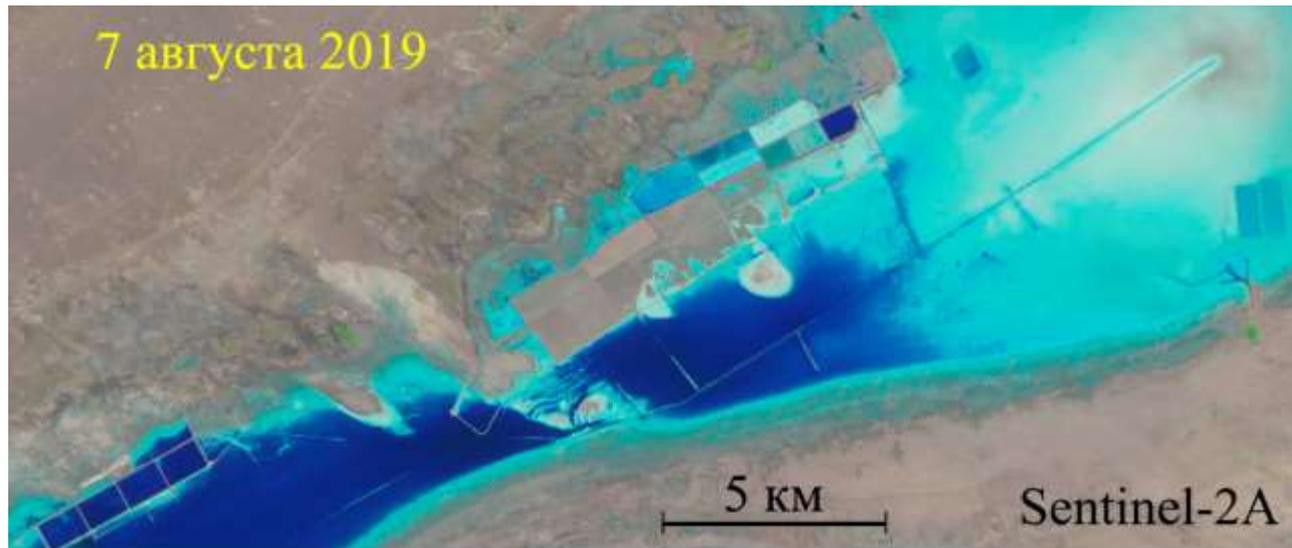


Oct. 21, 2016

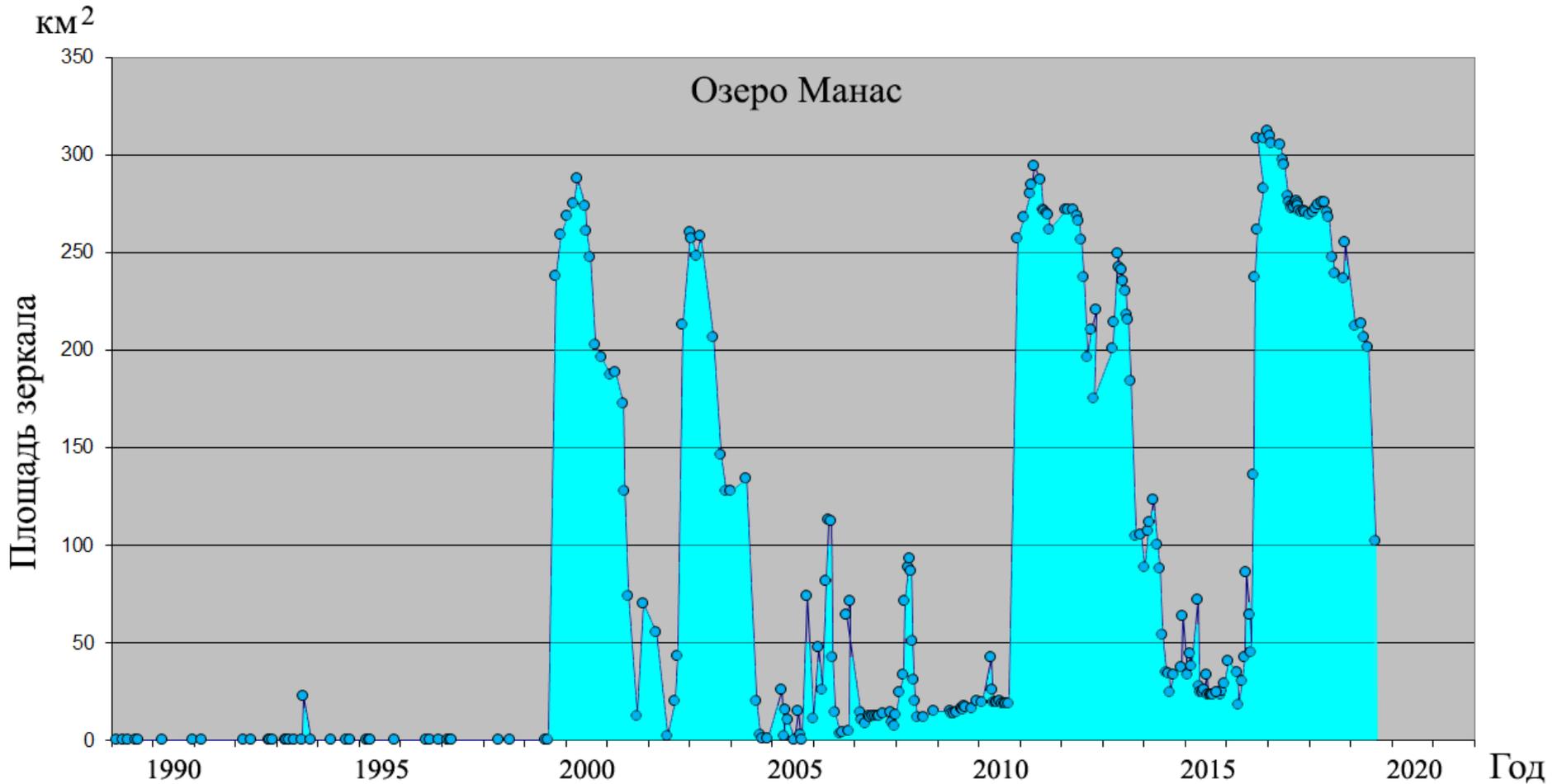


Фрагмент оз. Манас.

Развитие инфраструктуры нефтедобычи на дне озера

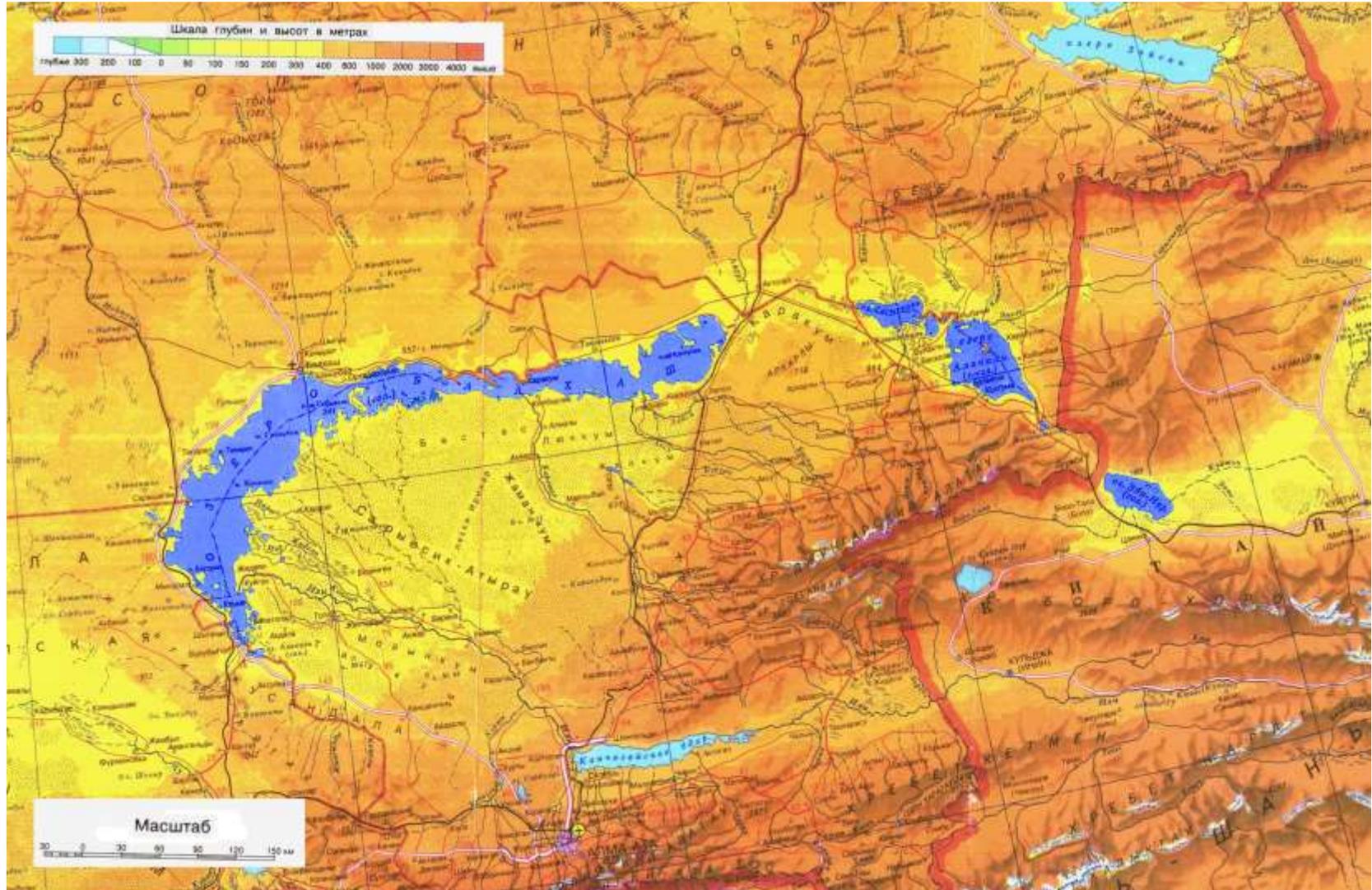


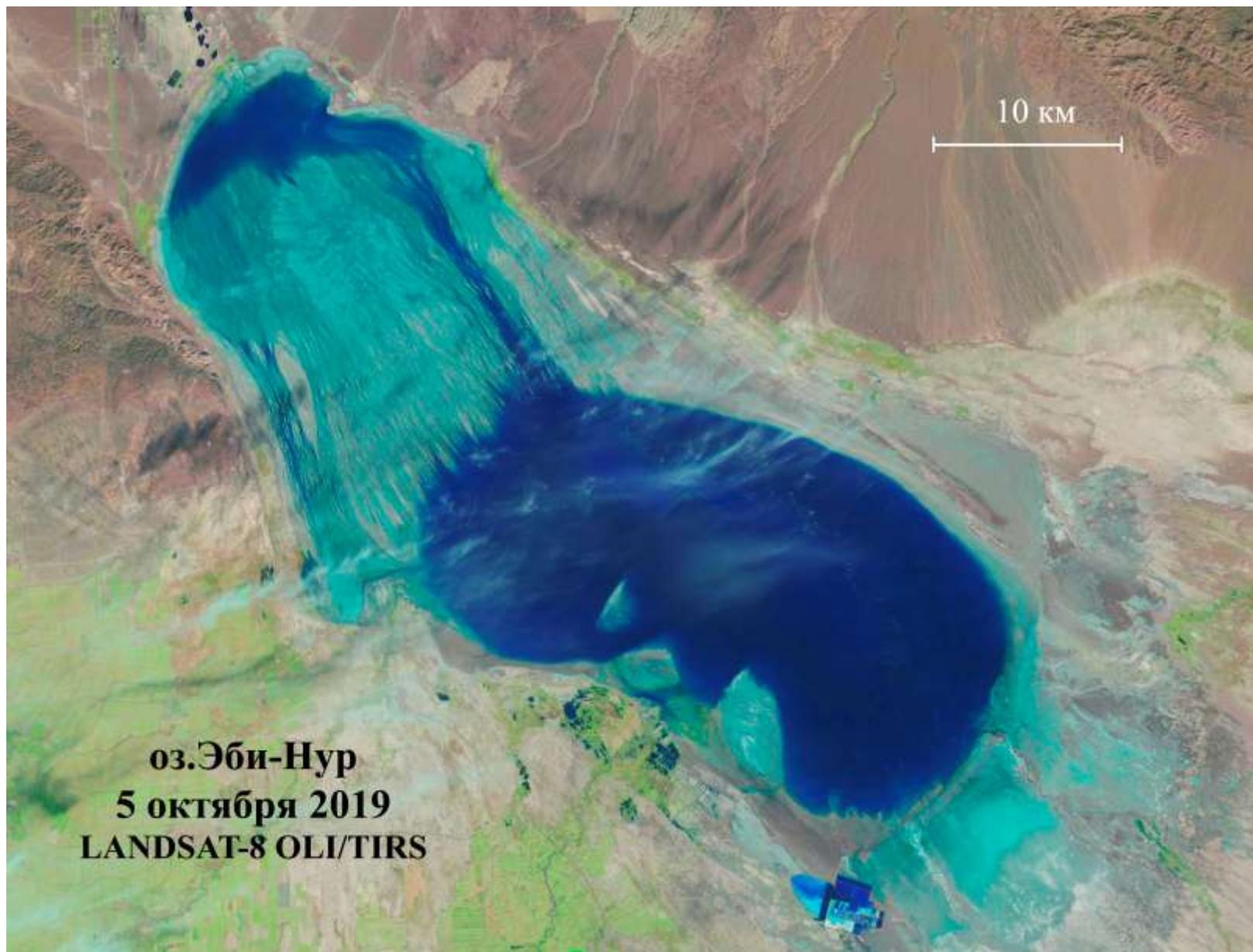
Динамика площади зеркала оз.Манас в период 1989-2019 гг.



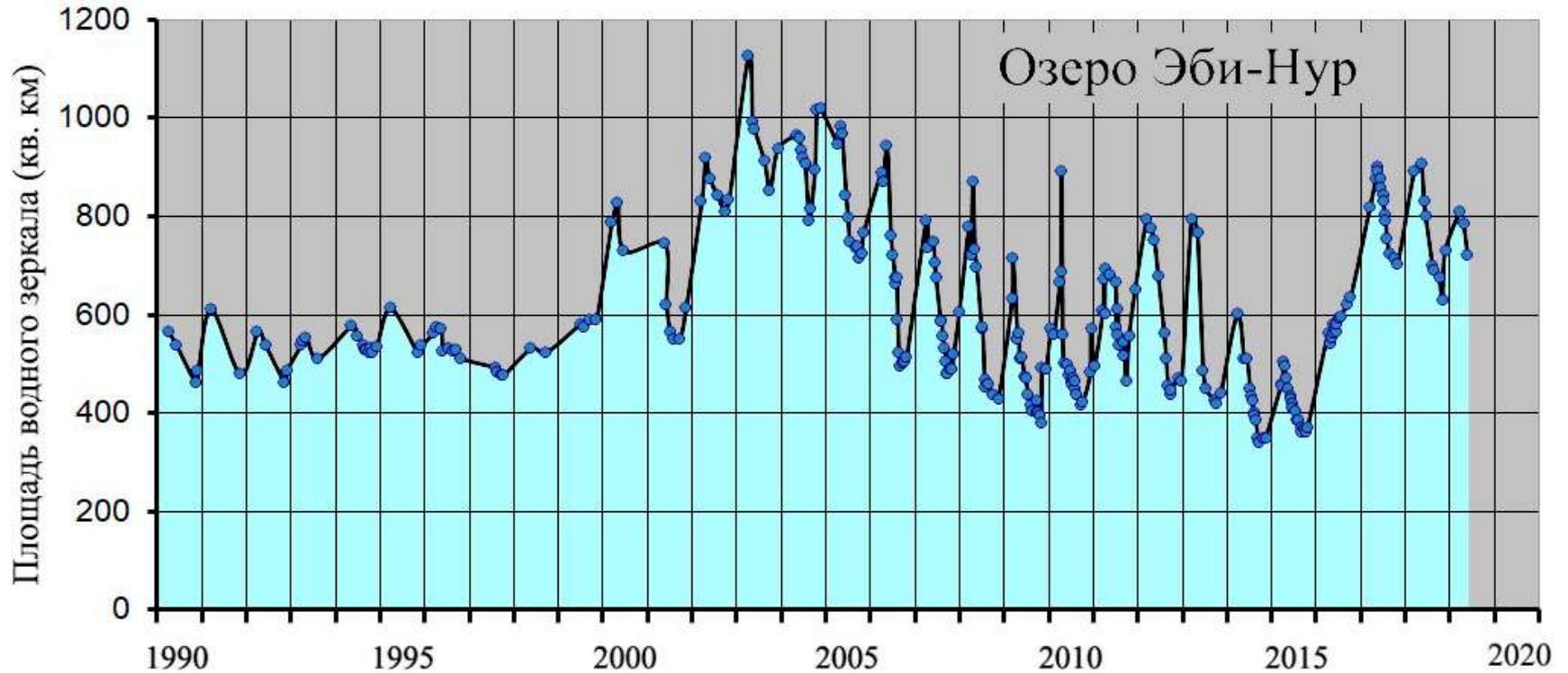
Балхаш-Алакольская озёрная система

Озеро Эби-Нур

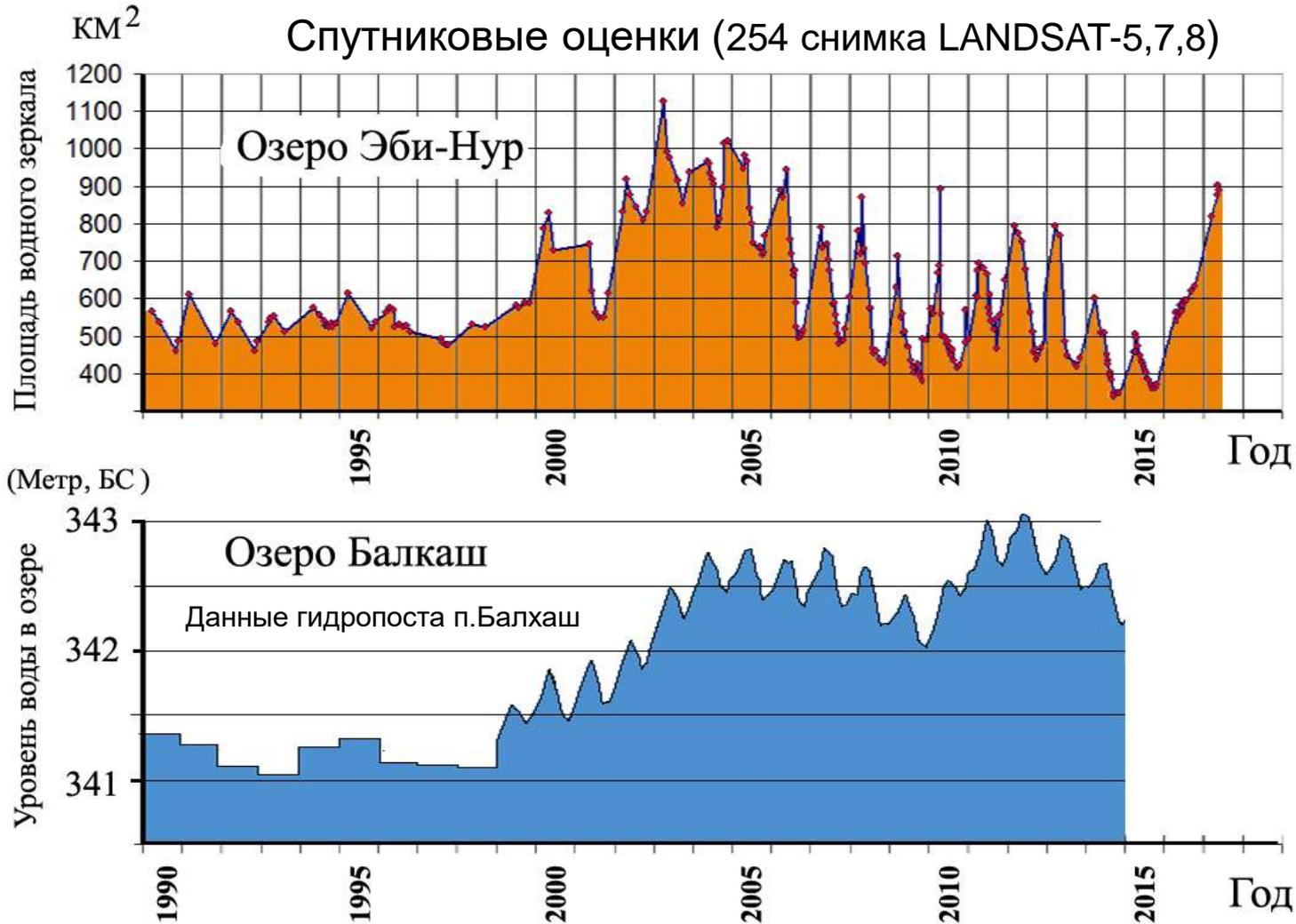




Спутниковый мониторинг оз.Эби-Нур (Джунгарская равнина)



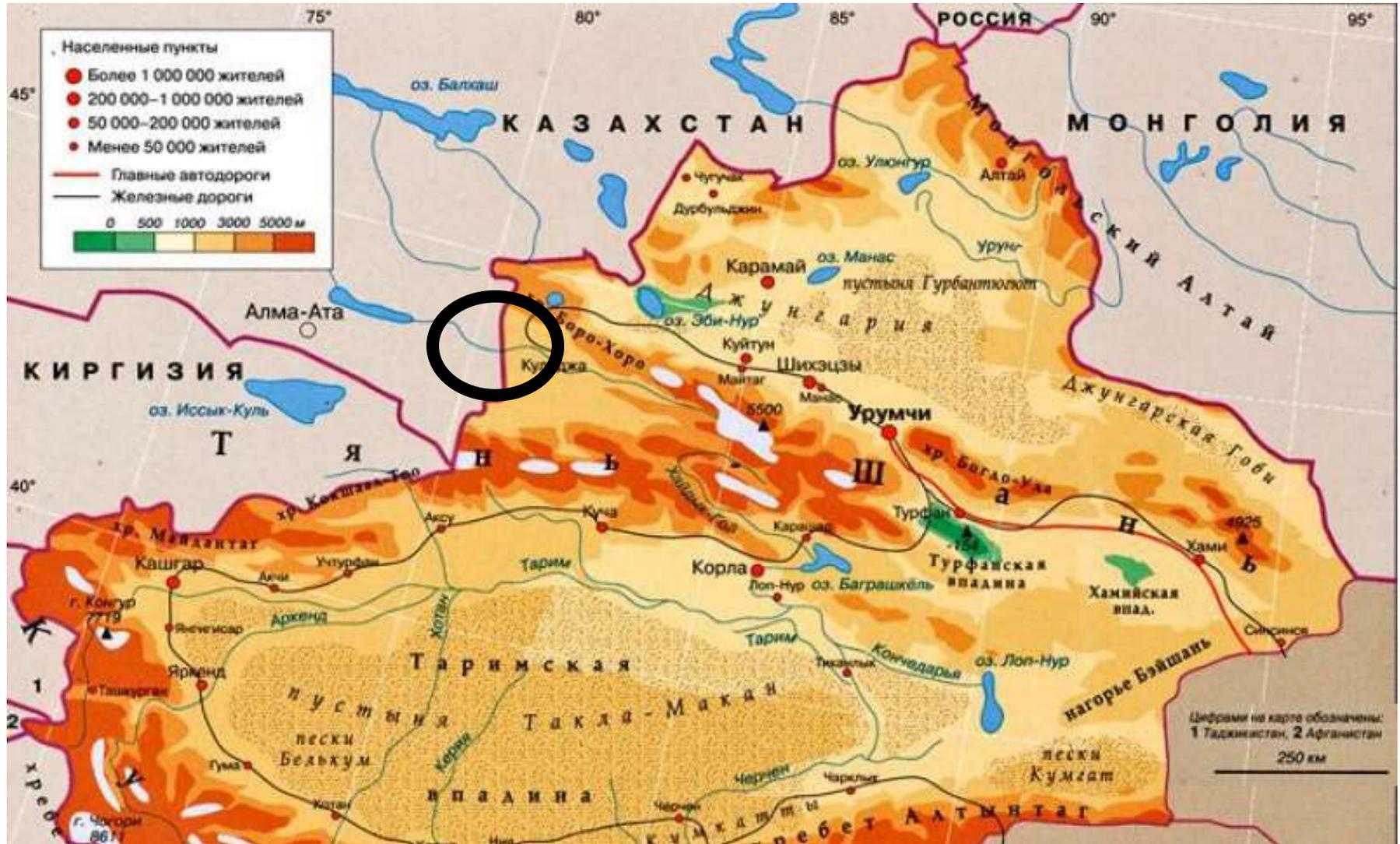
Сравнение состояния оз. Эби-Нур и оз.Балхаш



Задача 2

Мониторинг расхода воды в реках

Карта СУАР КНР



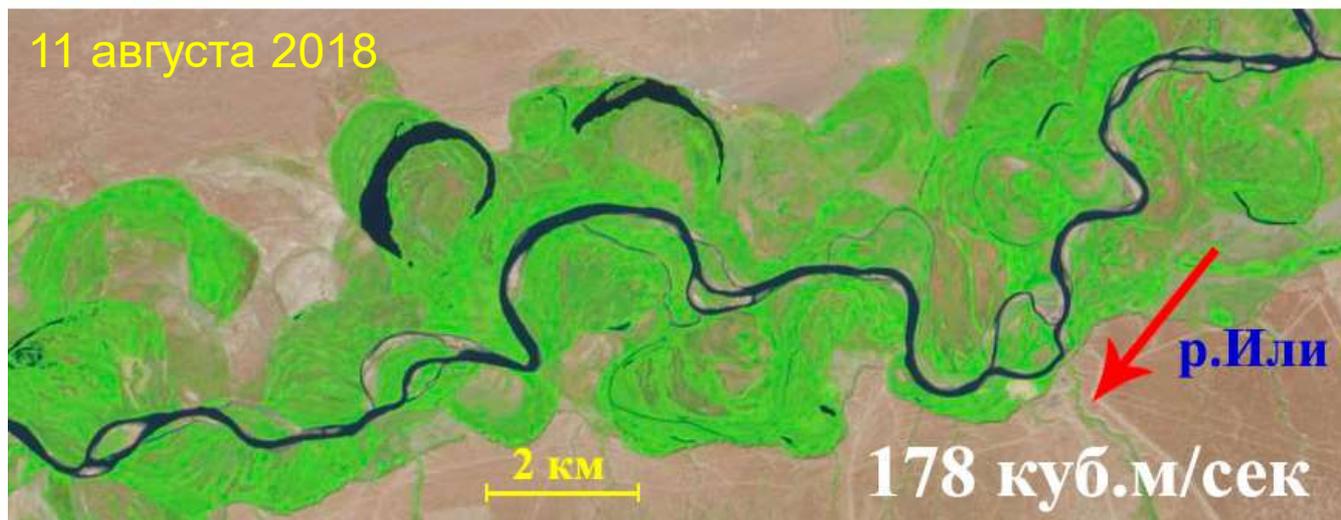
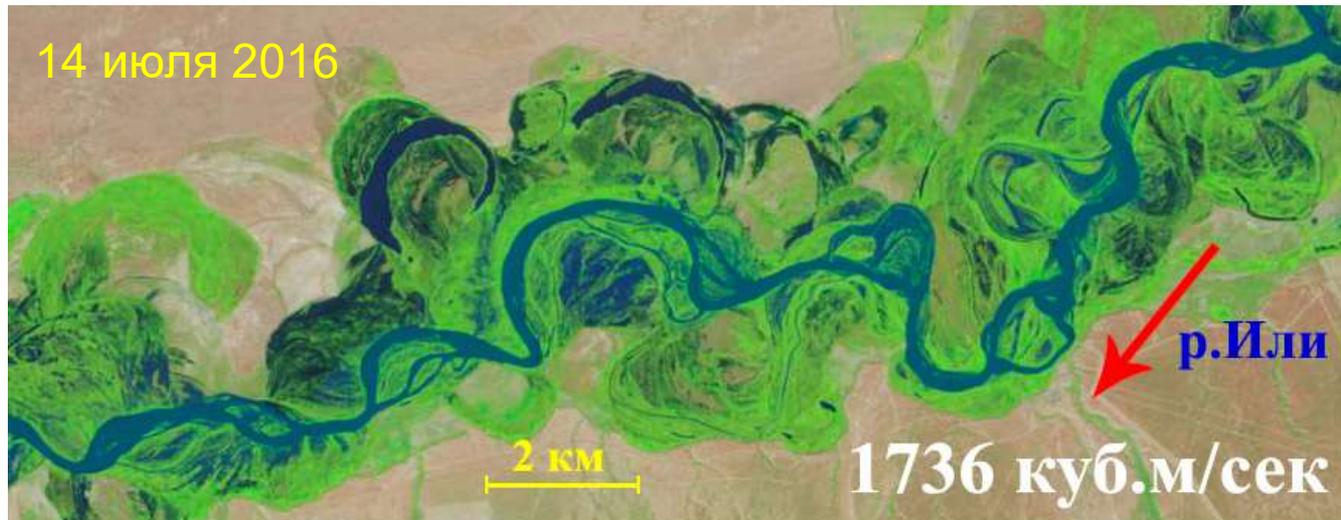
Река Или в среднем течении на территории Казахстана



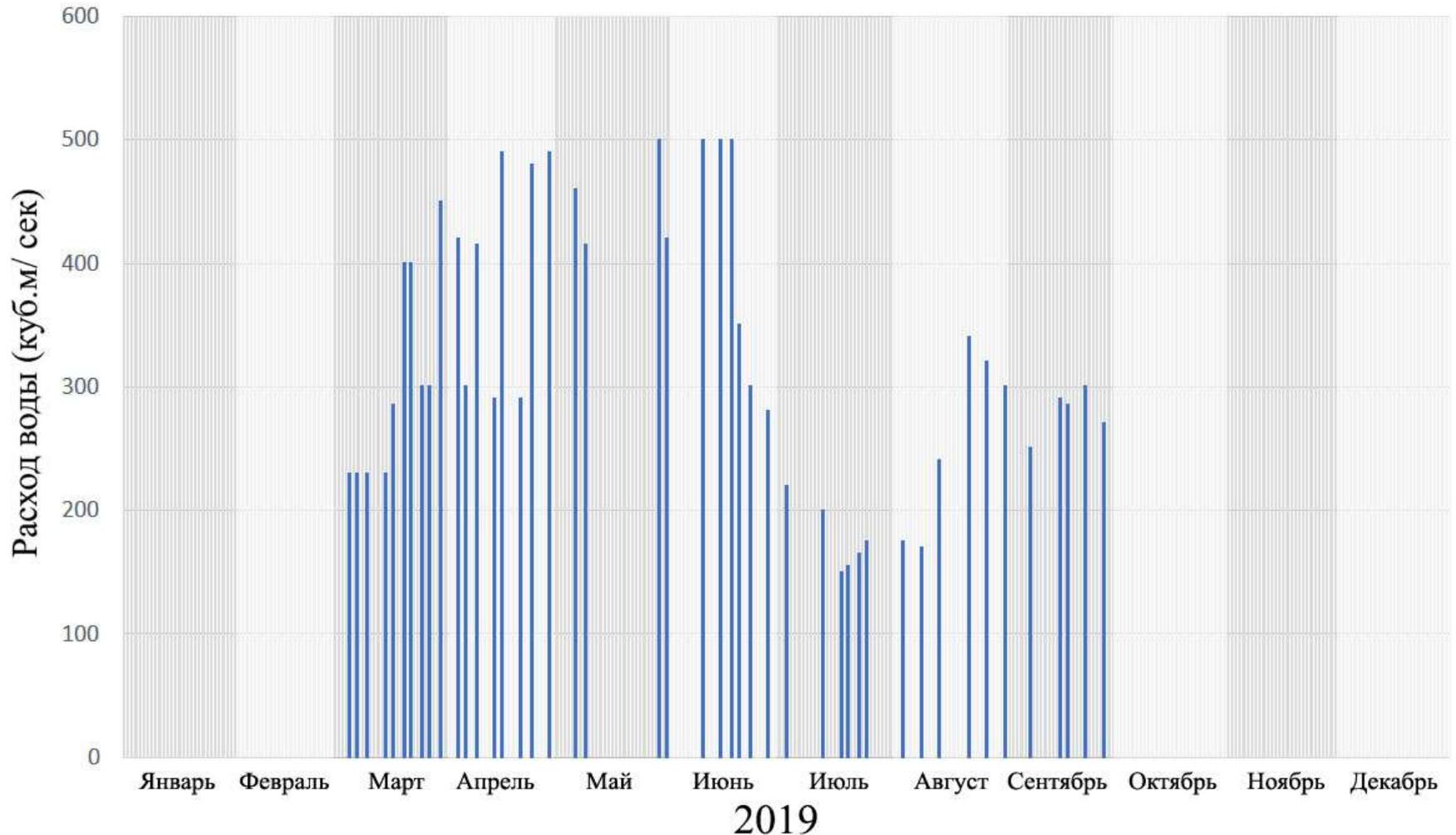
Спутниковый мониторинг речной долины, Sentinel- 2A



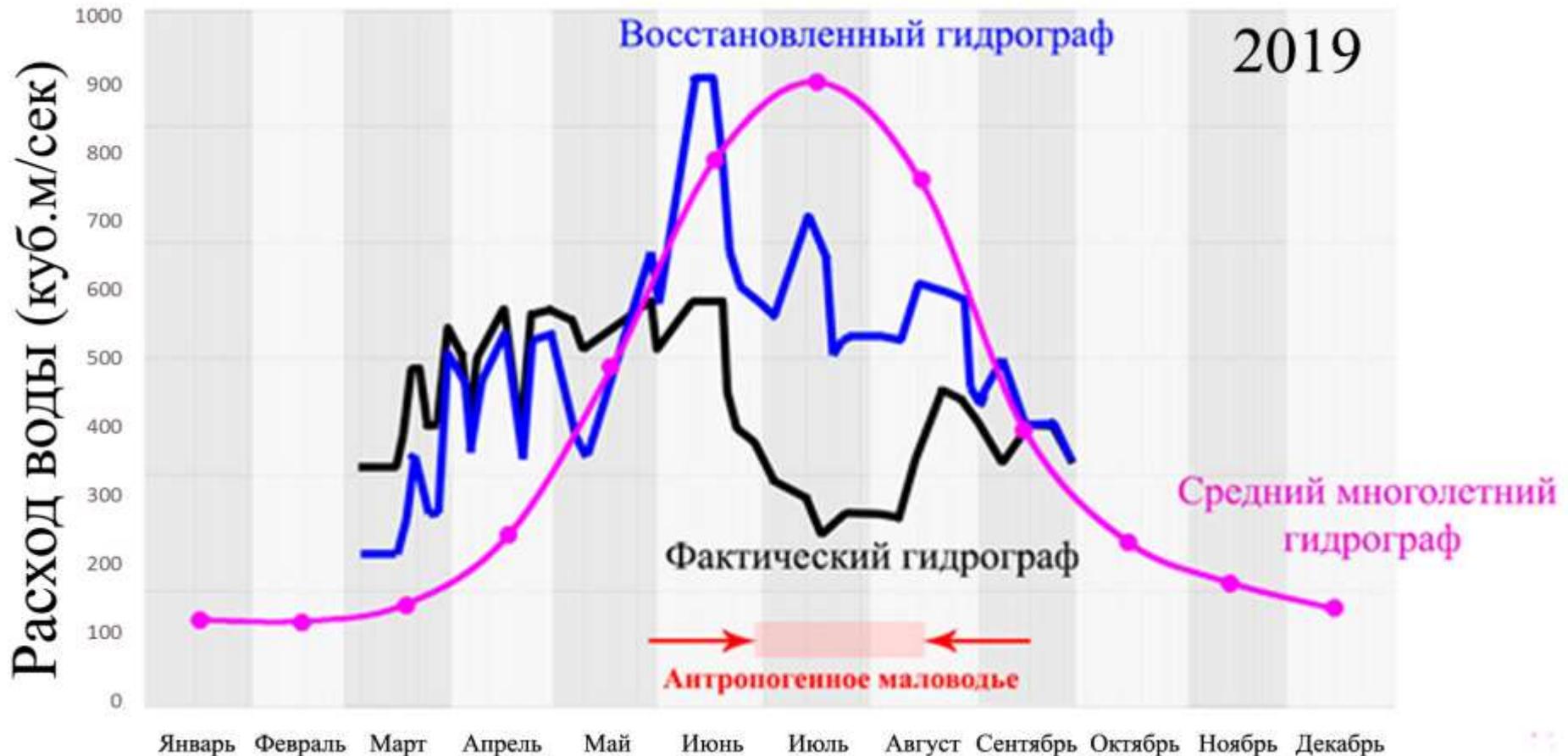
Снимки Sentinel-2A фрагмента русла р.Или при различном расходе воды



Расход воды в реке Или на границе Казахстан-КНР в 2019 году по данным Sentinel-2A (20 м)



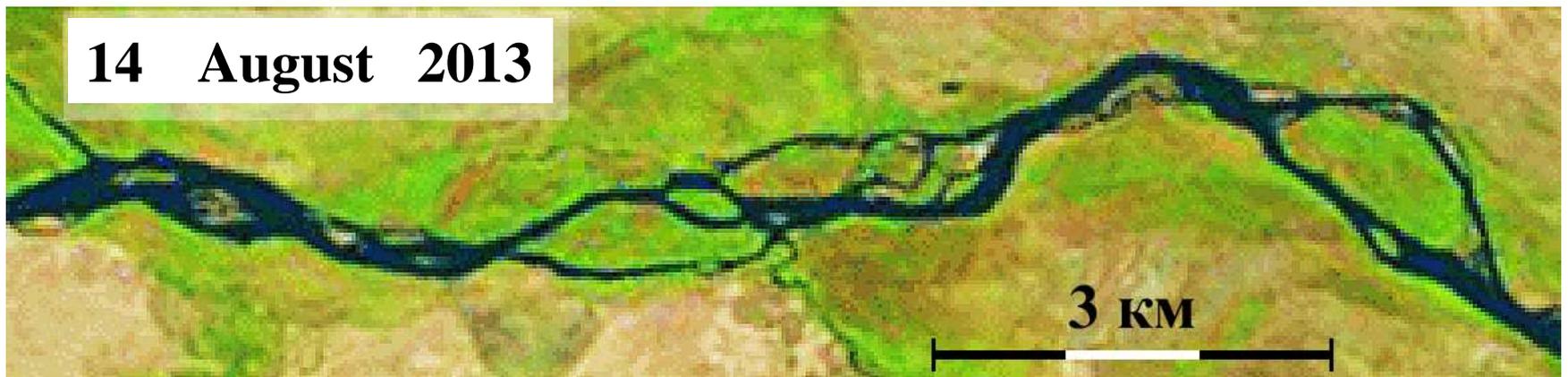
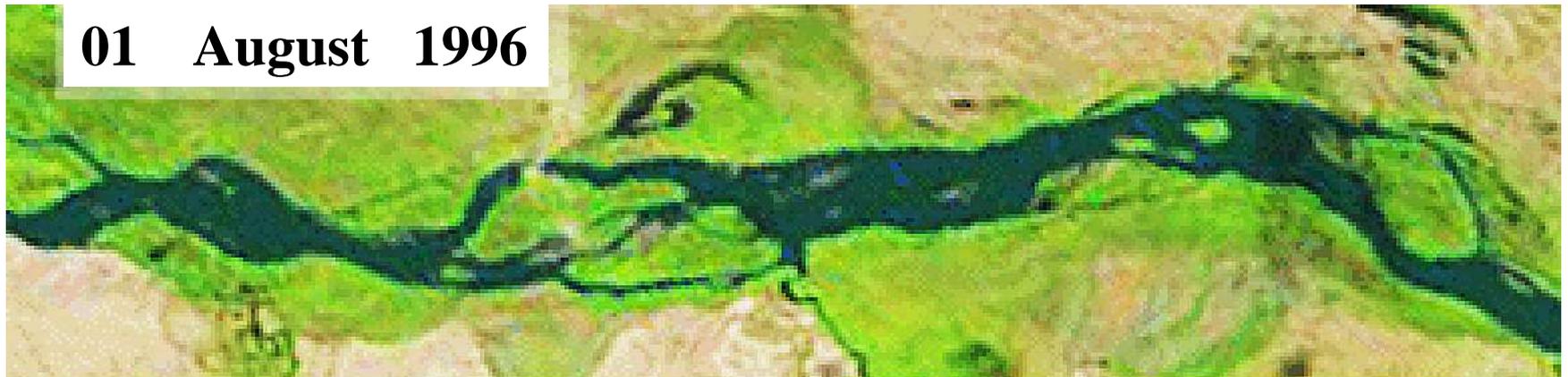
Гидрографы р.Или на границе КНР-Казахстан



Гидрографы р.Или на границе КНР-Казахстан



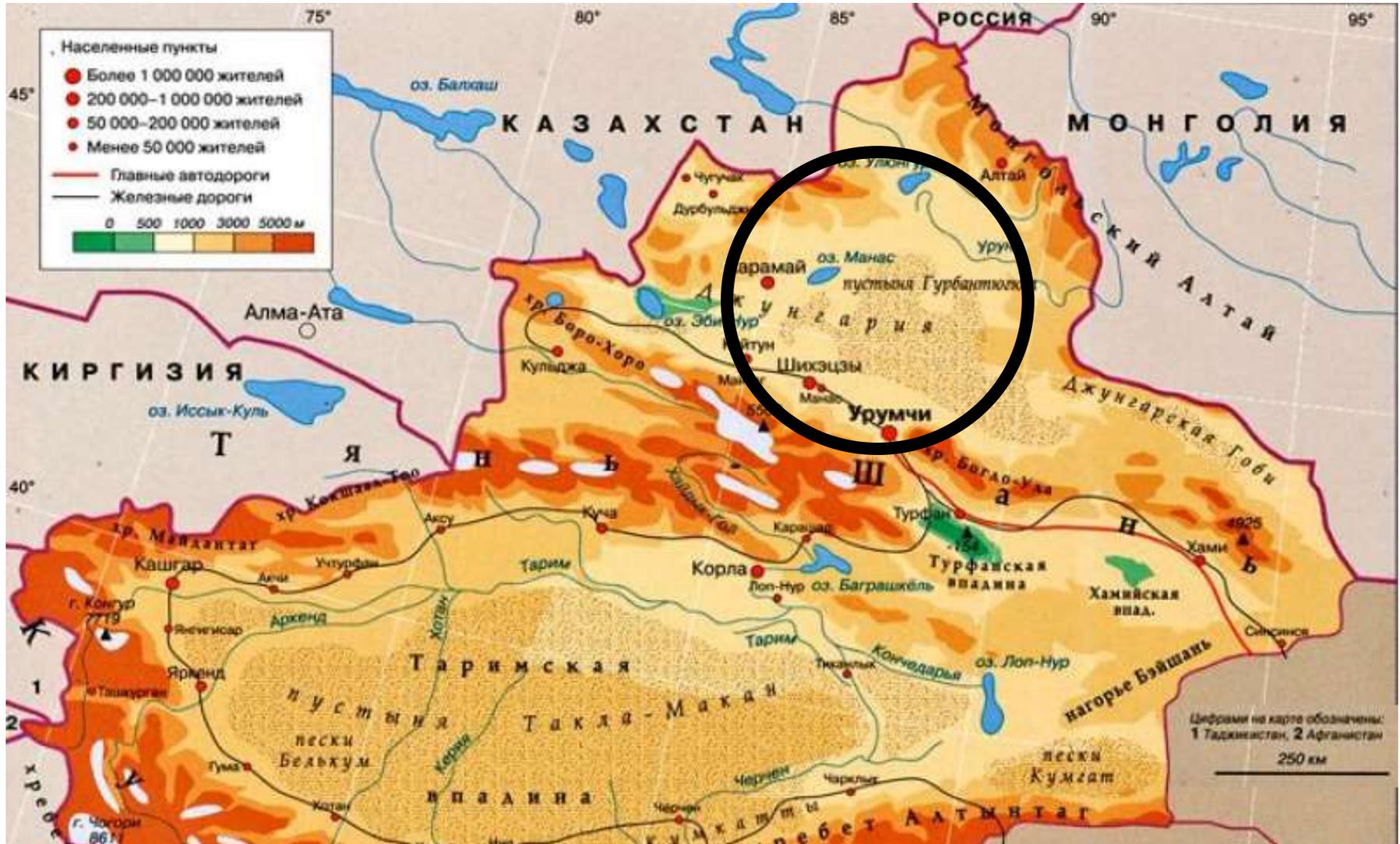
Состояние русла р.Или, снимки LANDSAT-5
01.08.1996; уровень воды 298 см, расход 863 м³/сек;
14.08.2013; уровень воды 304 см, расход 401 м³/сек.

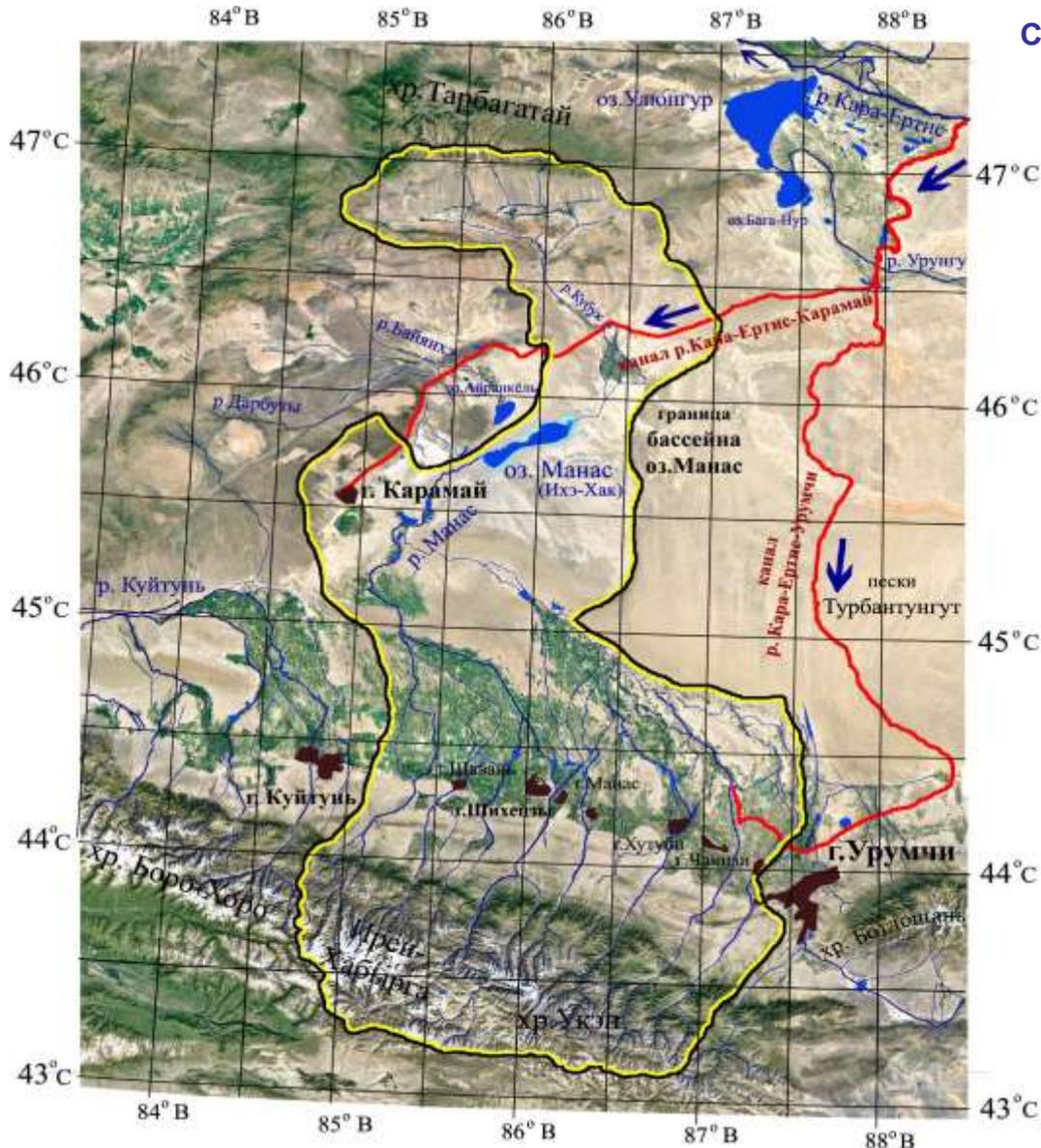


Задача 3

Мониторинг расхода воды в магистральных водных каналах

Карта СУАР КНР





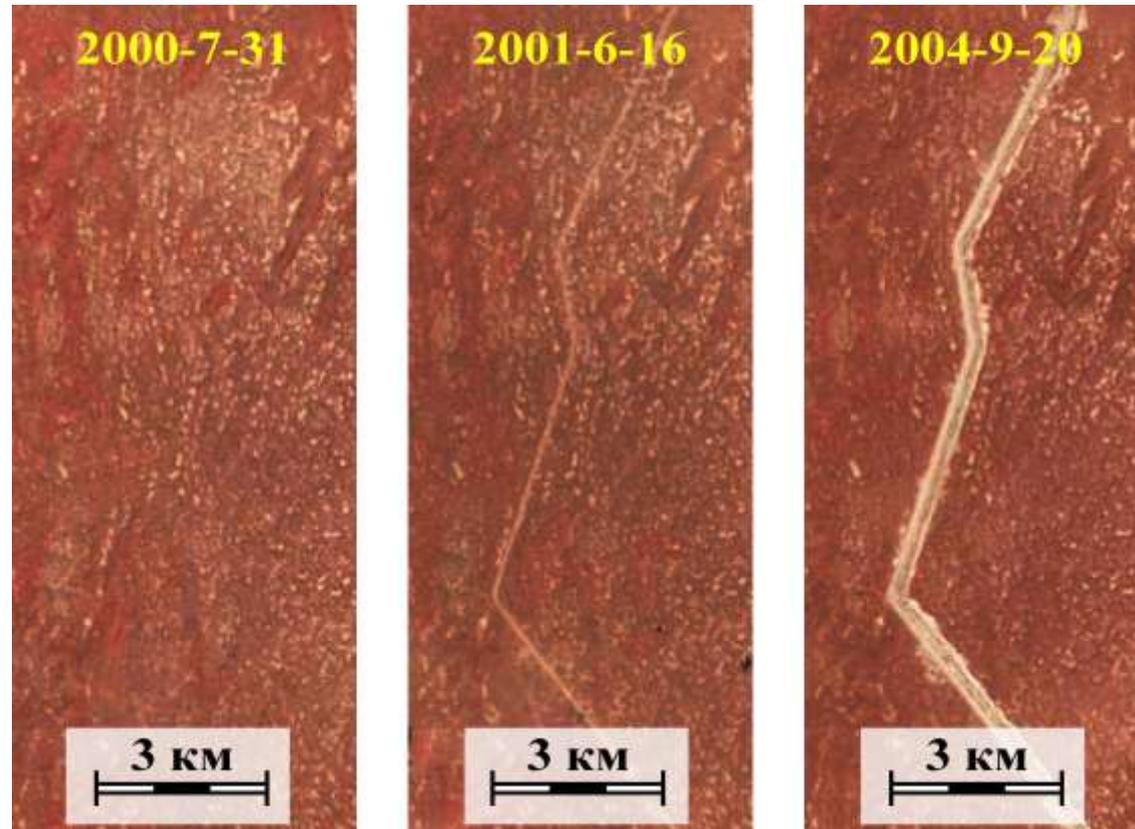
СИСТЕМА МЕЖБАСЕЙНОВОЙ ПЕРЕБРОСКИ ВОДЫ

«р.Черный Иртыш – Джунгарская равнина»,
Состав: магистральные водные каналы
«Черный Иртыш – Карамай» и
«Черный Иртыш - Урумчи»

Канал «Черный Иртыш – Карамай»:
Самотечный, длина – 461 км,
перепад высот (БС): 632-362 м,
сроки строительства 1997-1999 гг.

Канал «Черный Иртыш – Урумчи»:
Самотечный, длина – 622 км,
перепад высот (БС): 632-406 м,
сроки строительства 1997-1999 гг.

Снимки LANDSAT (разрешение 30 м) – регистрация изменений на местности в результате строительства магистральных водных каналов системы межбассейной переброски воды:
Кара-Ертис – Джунгарская равнина
(каналы «Кара-Ертис – Карамай» и «Кара-Ертис- Урумчи»).



Анализ изменений на местности заполнение технических водохранилищ по маршруту “Кара-Ертис- Урумчи” (спутниковые данные LANDSAT)



10 км

← КАНАЛ “Кара-Ертис - Урумчи”

← Техническое водохранилище

Канал Черный Иртыш - Каратай



Субметровый снимок Quick Bird (за 26.06.2010) из системы Google-Earth

Фрагмент воднотранспортной системы “Кара-Ертис- Джунгарская равнина”

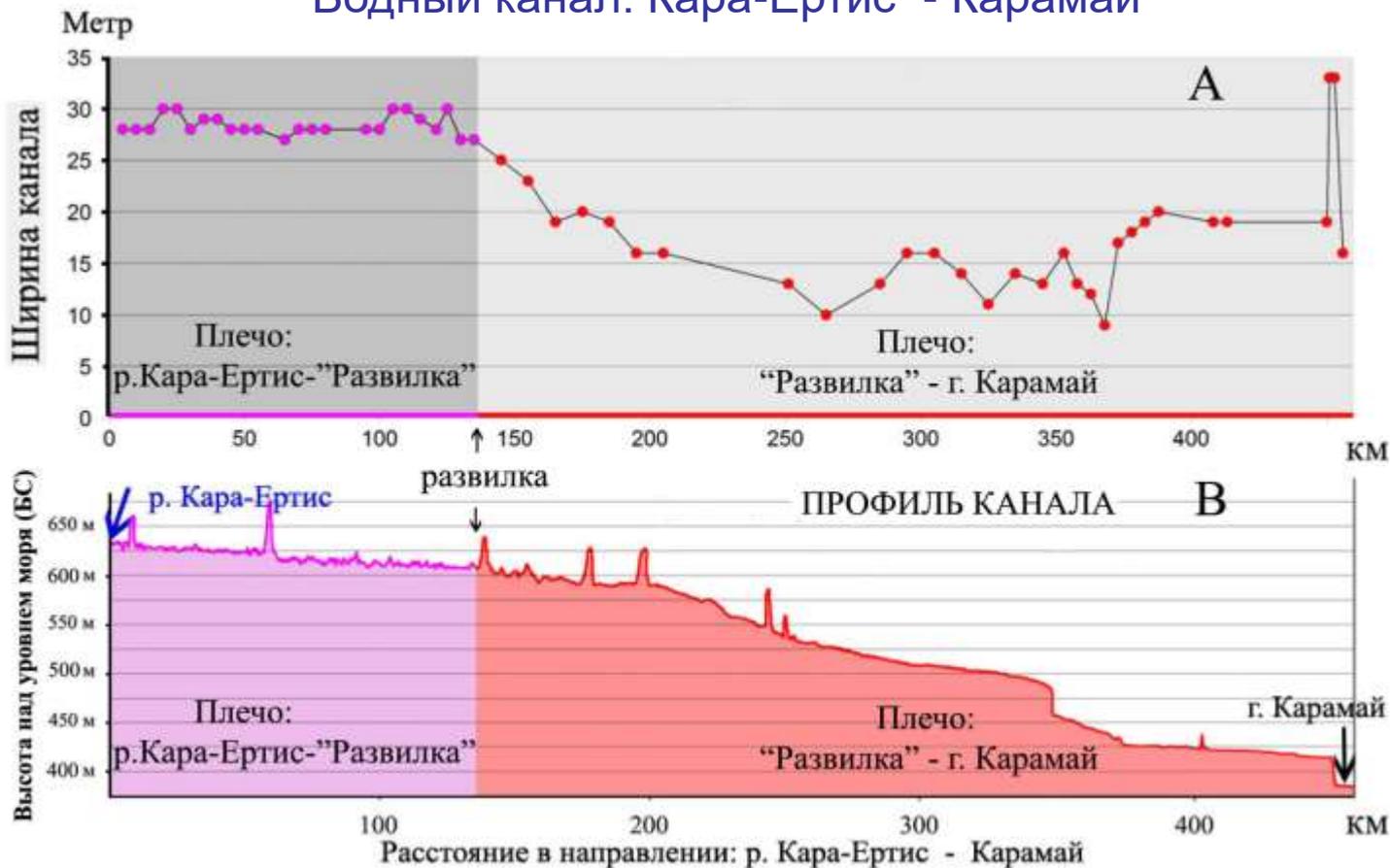


26 июня 2010 года

Анализ спутниковой информации

- субметрового разрешения;
- 3D модель рельефа местности (SRTM-2000 v.2).

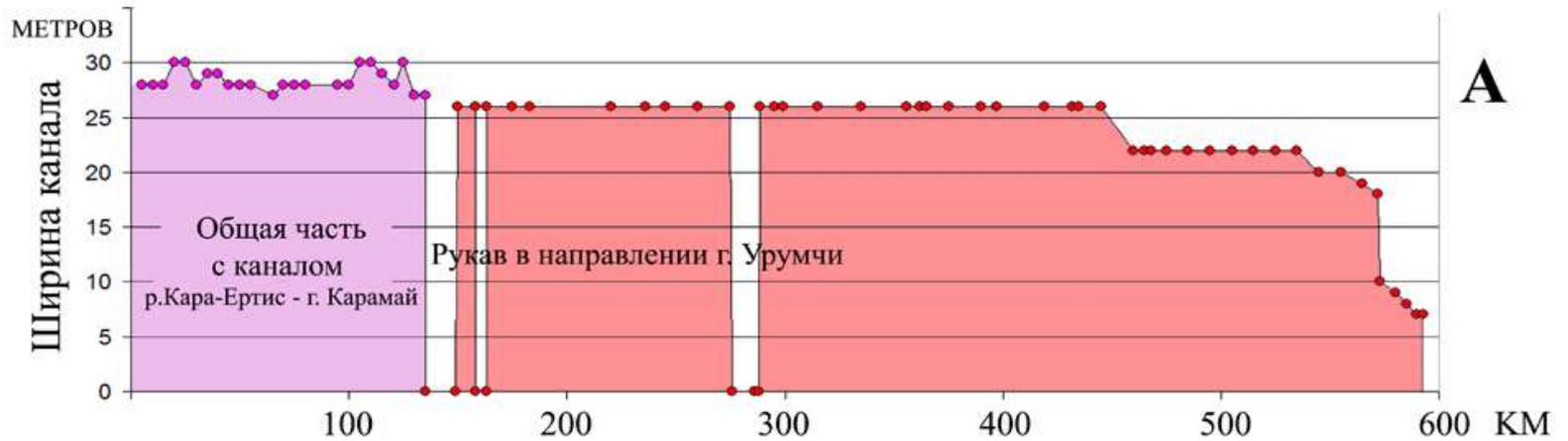
Водный канал: Кара-Ерчис - Карамай



Анализ спутниковой информации

- оптические каналы субметрового разрешения;
- 3D модель рельефа местности (SRTM-2000 v.2).

Водный канал р. Кара-Ертис - г. Урумчи



Степень заполнения канала по данным спутниковой съёмки субметрового разрешения (Quick Bird, WordView)



Субметровый снимок Quick-Bird восстановление профиля канала «Кара-Ертис-Джунгарская равнина» по геометрической форме тени



Восстановление по субметровым спутниковым снимкам геометрии сечения магистрального водного канала «Кара-Ертис – Джунгарская равнина» [0-135 км маршрута]

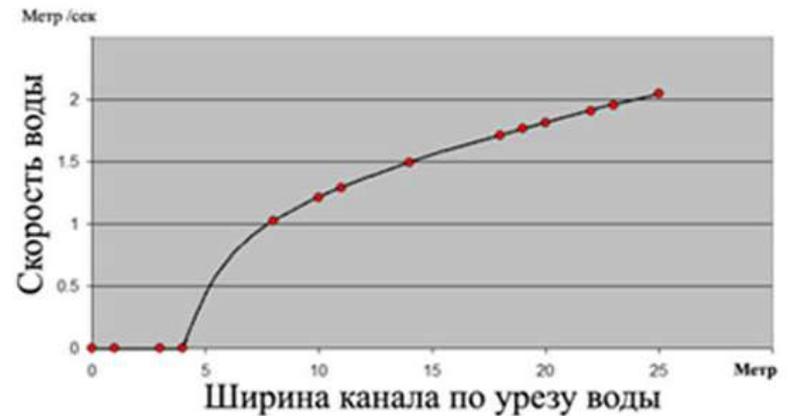
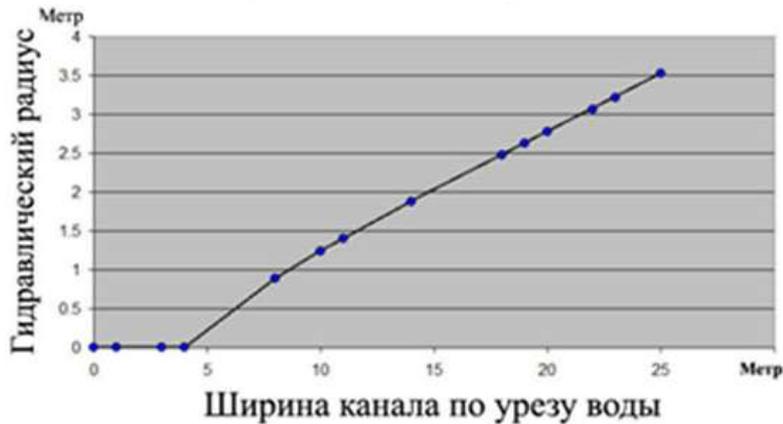
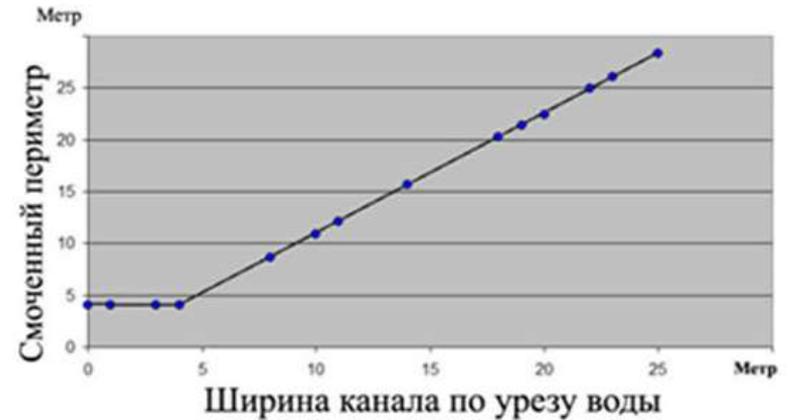
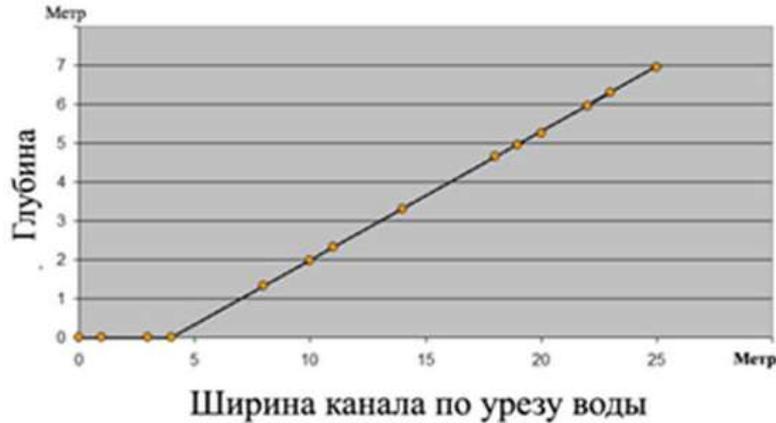


Фрагменты спутниковых снимков QUICKBIRD (разрешение 0.6 м) отображающие степень заполнения канала

Параметры канала: симметричный, трапецеидальный; ширина – 28 м; ширина по дну 4 м; коэффициент заложения откоса 1:1.5; уклон дна 0.0002; облицовка – бетонная, коэффициент шероховатости 0.013 (табличное значение).

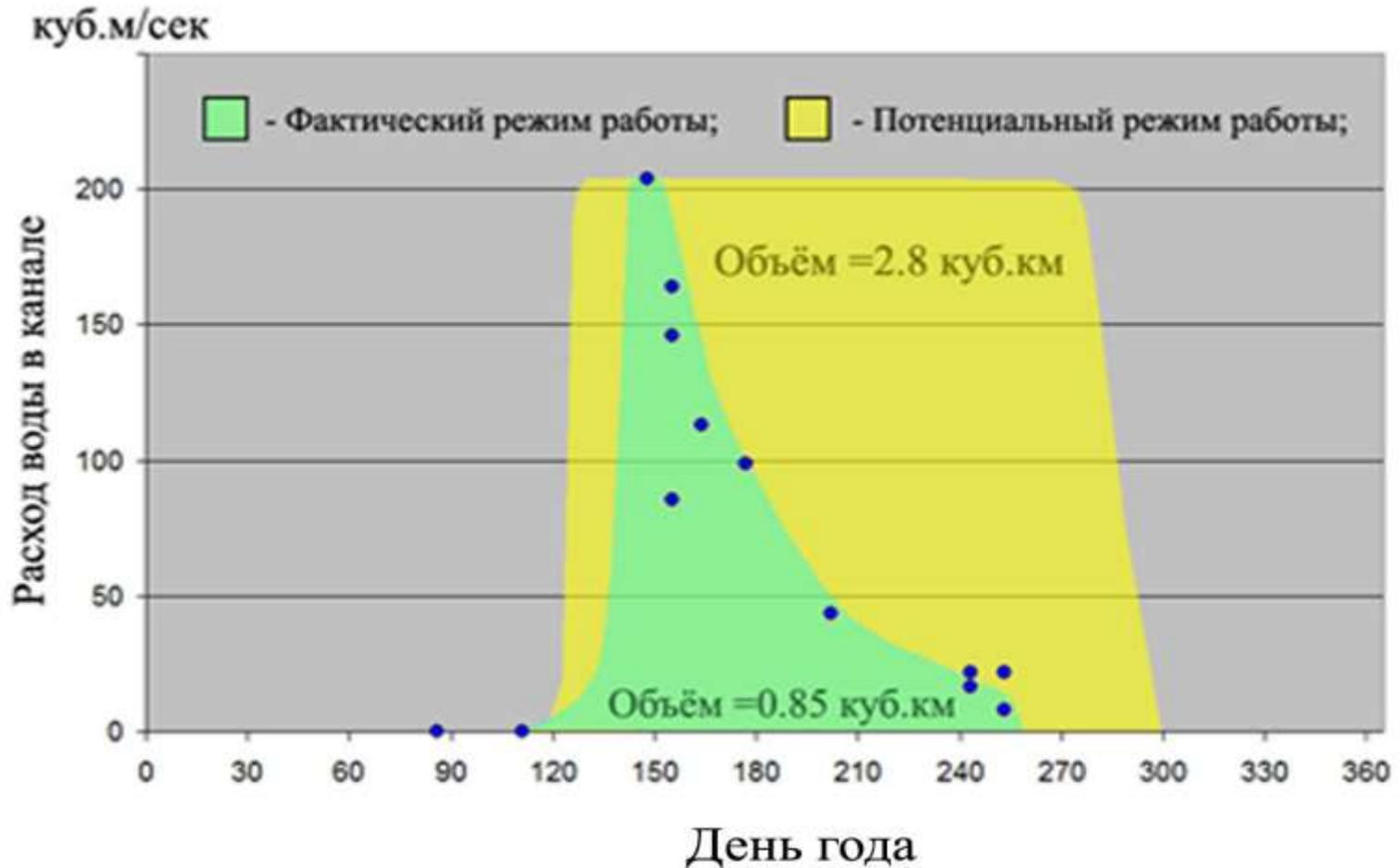
Гидравлический метод расчёта

Железняков Г.В. *Пропускная способность русел каналов и рек* / – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 311 С.



Основные расчётные технические характеристики 28-метровой модели канала «р.Кара-Ертис- Джунгарская равнина» (до р.Урунгу) при уклоне дна 0.0002.

Спутниковые оценки (2001-2017 г.) параметров фактического и потенциального режима работы воднотранспортной системы «Кара-Ерчис- Джунгарская равнина», участок 0-135 км



Задача 4

Мониторинг состояния водохранилищ;

Карта СУАР КНР

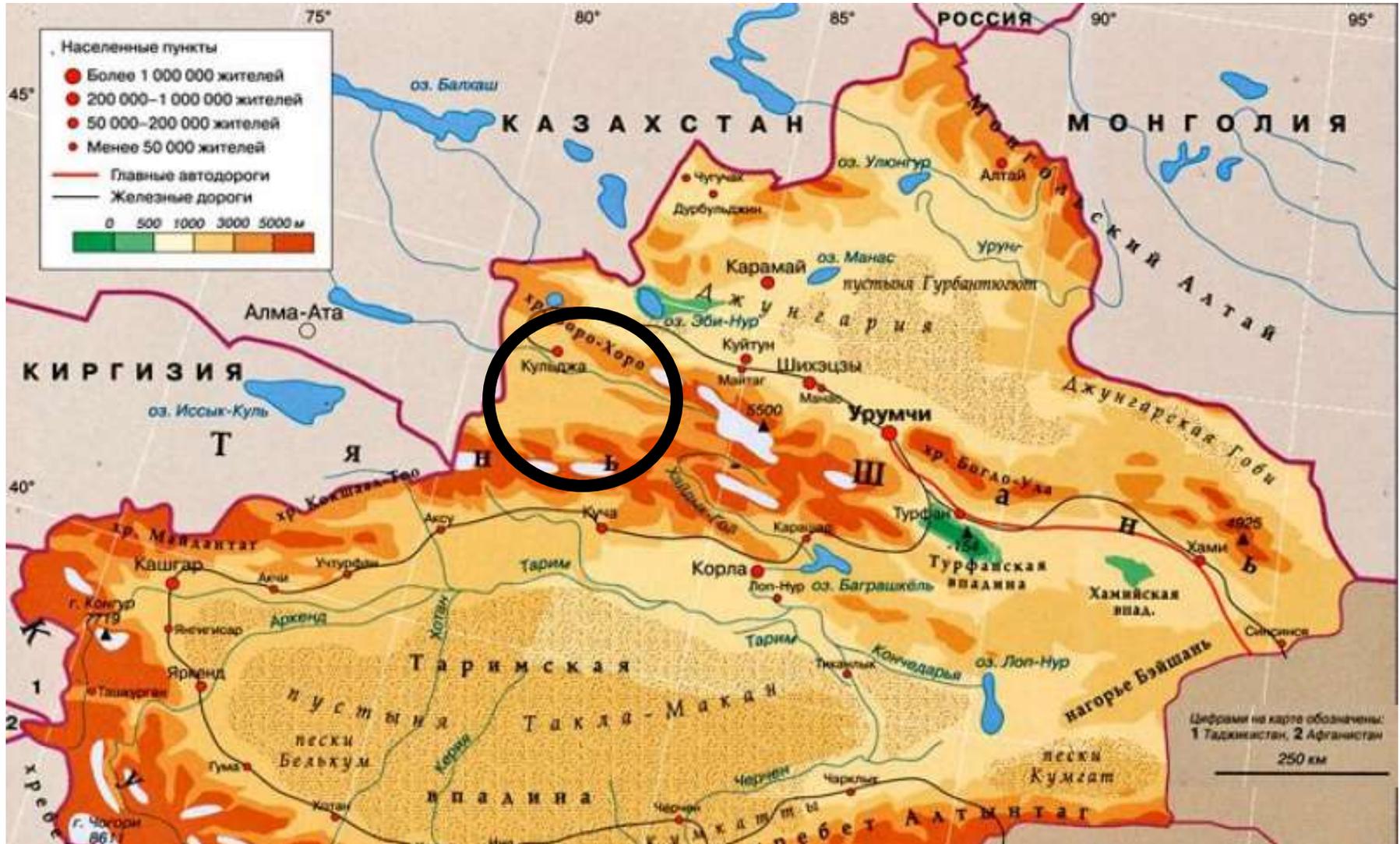
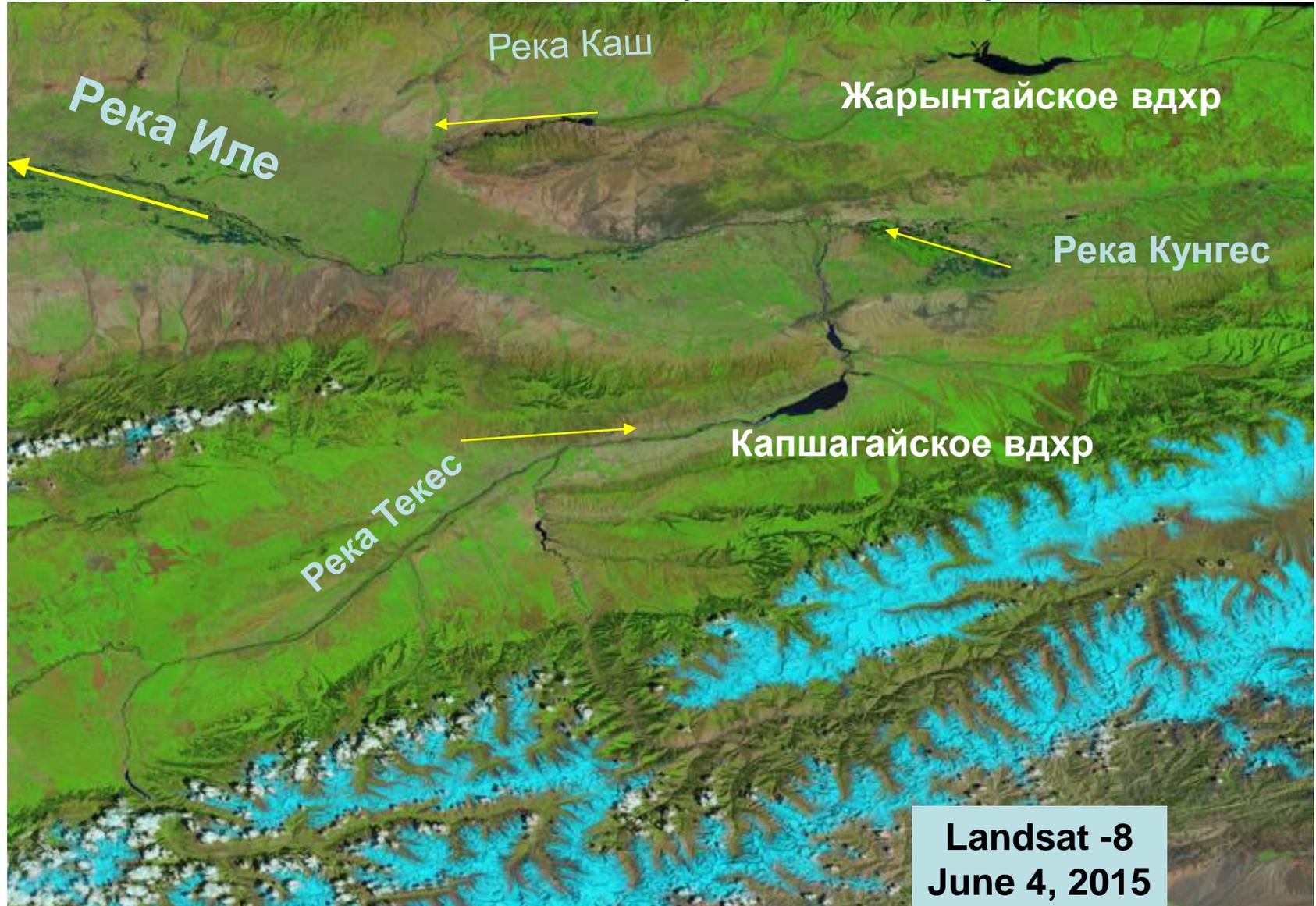


Схема китайского сектора бассейна р. Иле



Сезонные вариации наполненности Капшагайского водохранилища

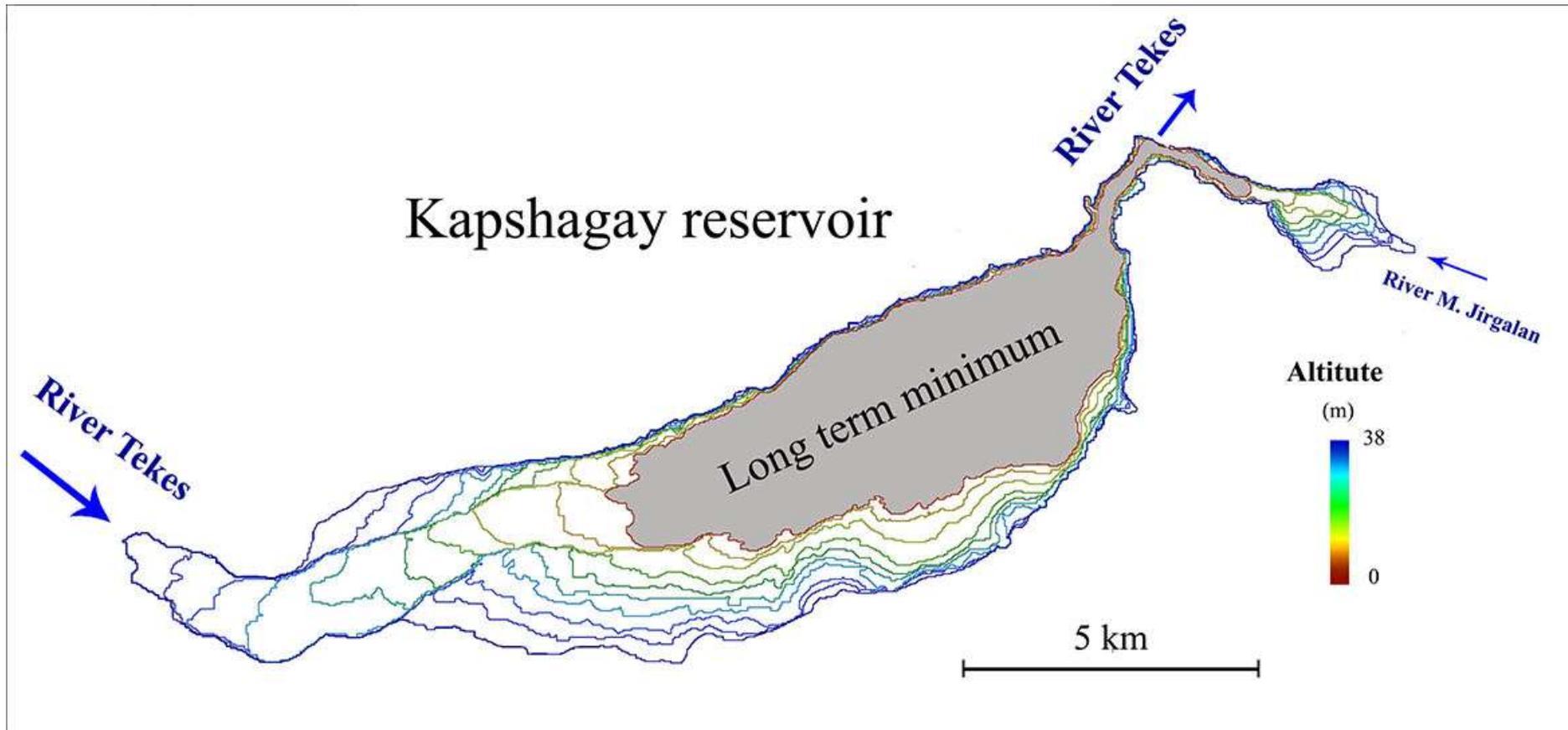




3D профиль конуса выноса долины р. Малый Жергалан (приток Капшагайского водохранилища)



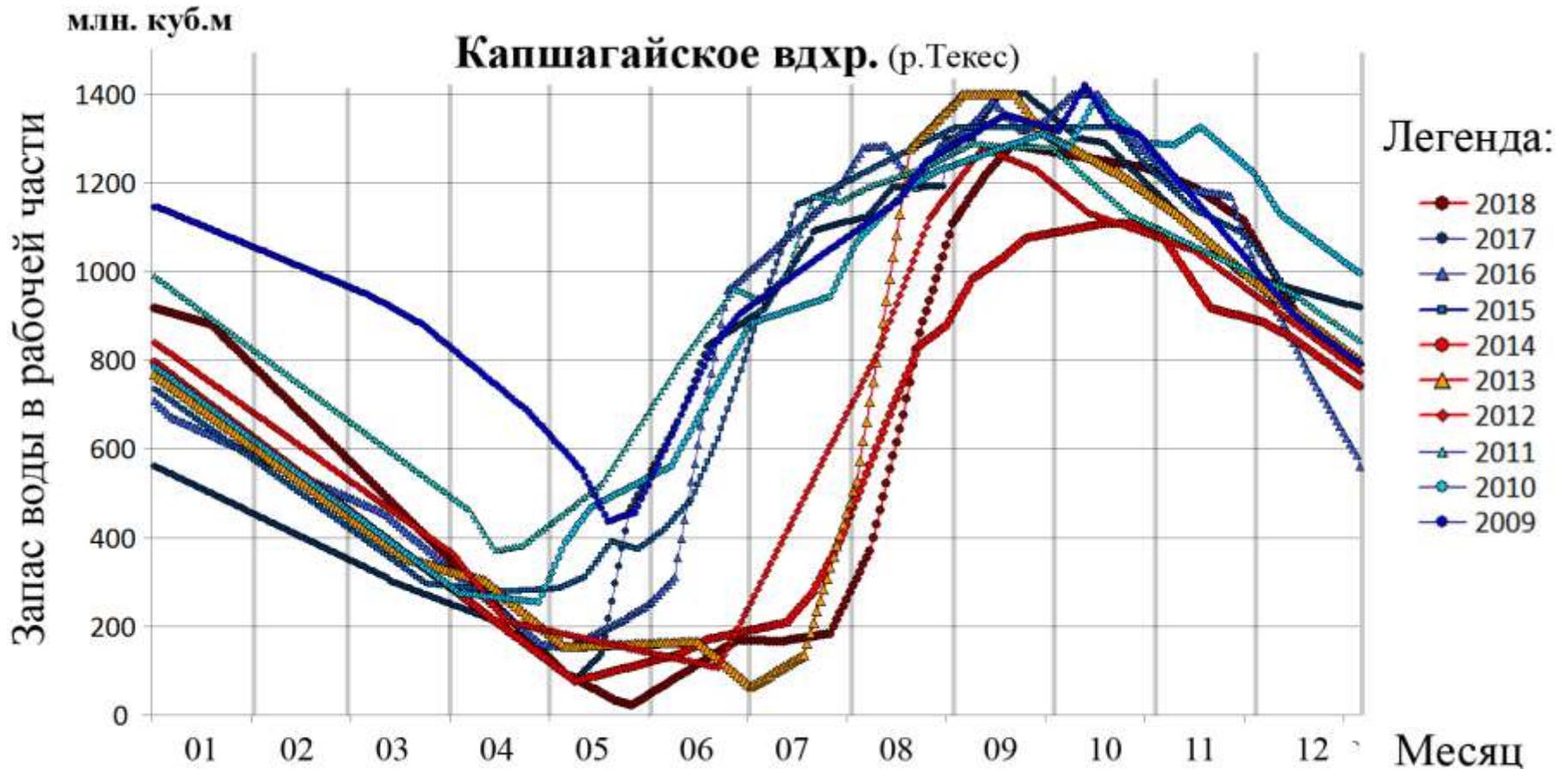
Батиметрия рабочей части Капшагайского вдхр. водохранилища (КНР)



Спутниковый расчет объема фактической рабочей части Капшагайского вдхр. (р.Текес)



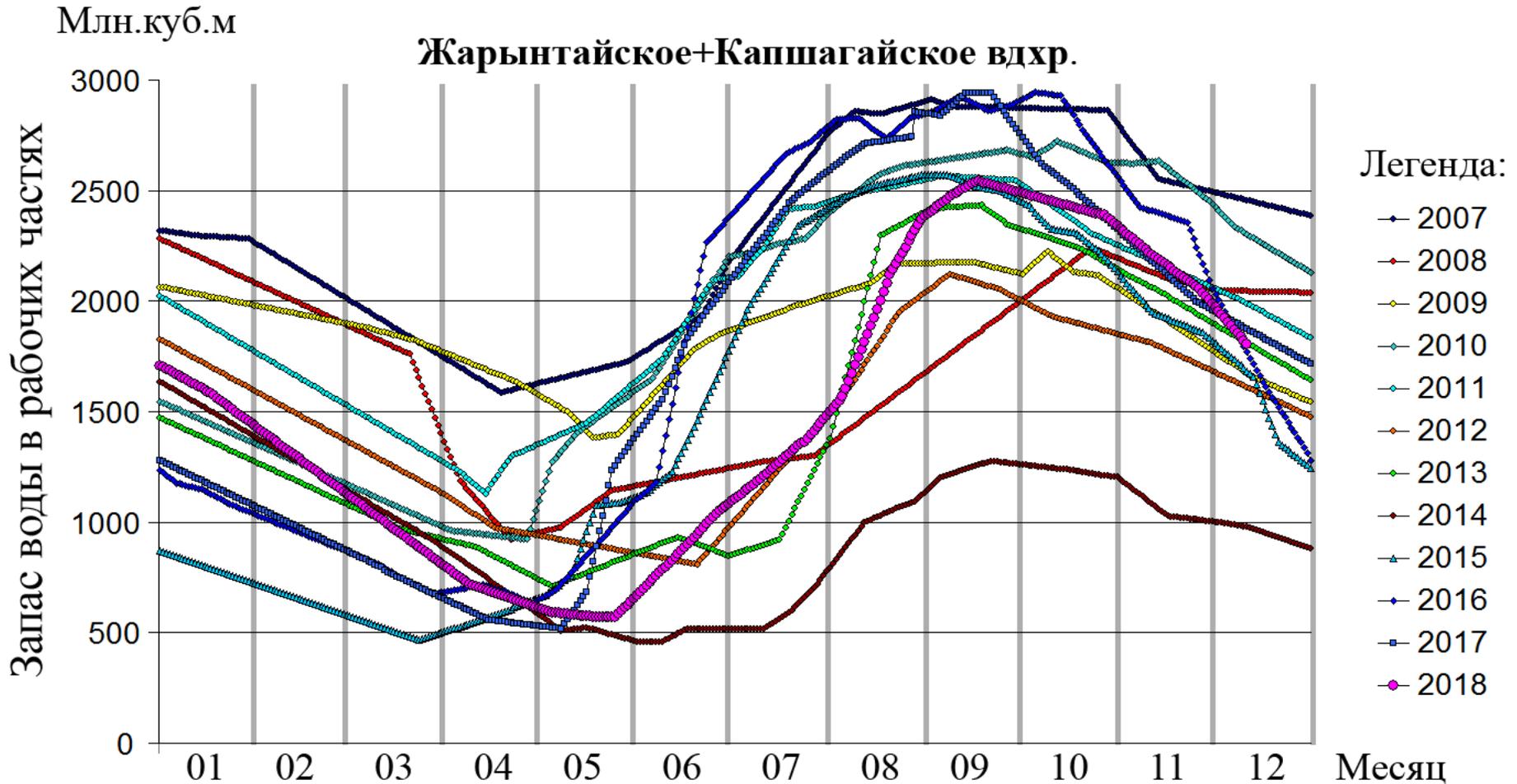
Режимы работы Капшагайского вдхр. (р.Текес) в сезонах 2009-2018 гг. по спутниковым данным



Спутниковый расчет объема фактической рабочей части Жарынтайского вдхр. (р.Каш)



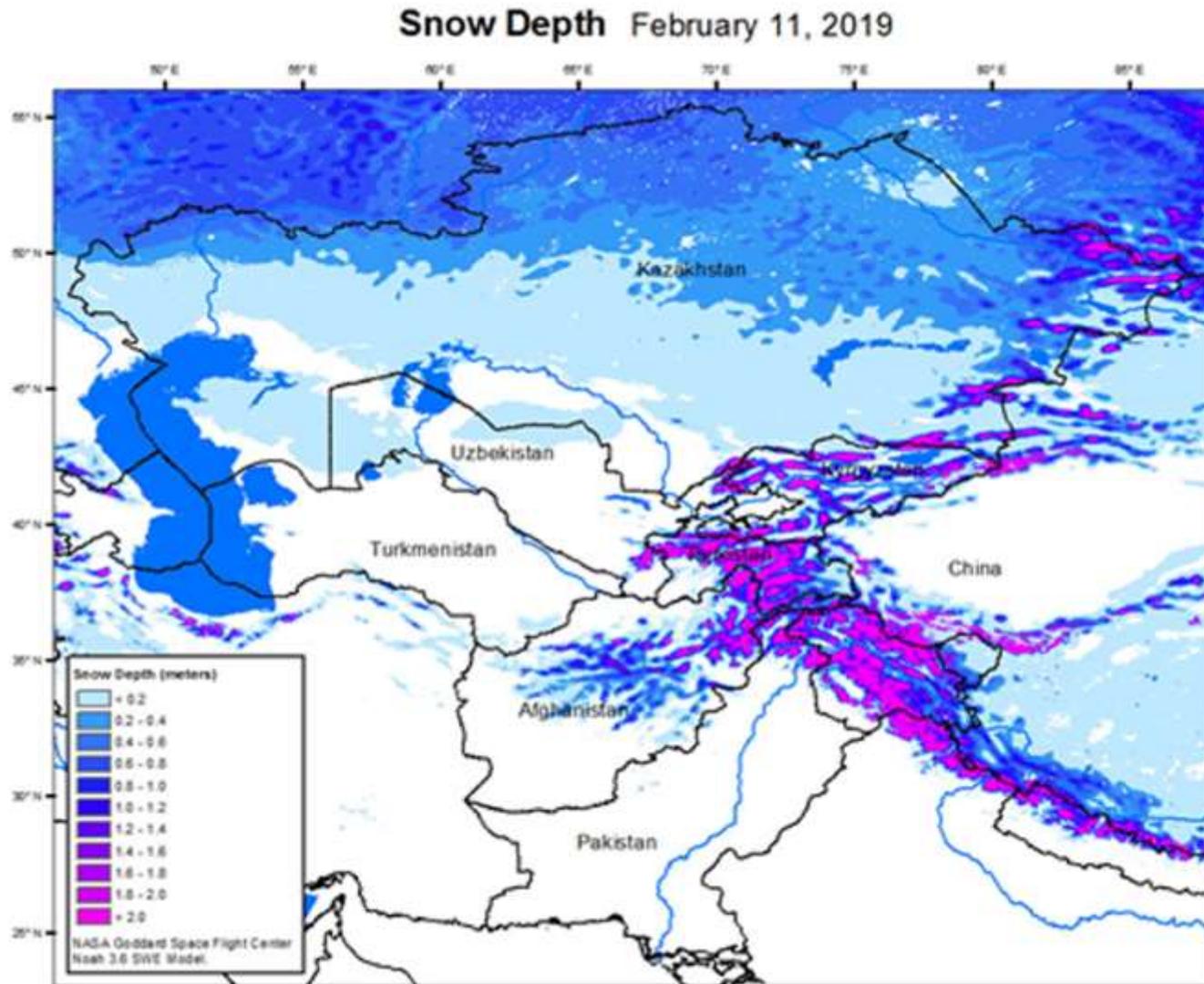
Режим работы Жарынтайского и Капшагайского вдхр. в сезонах 2007-2018 гг. по спутниковым данным



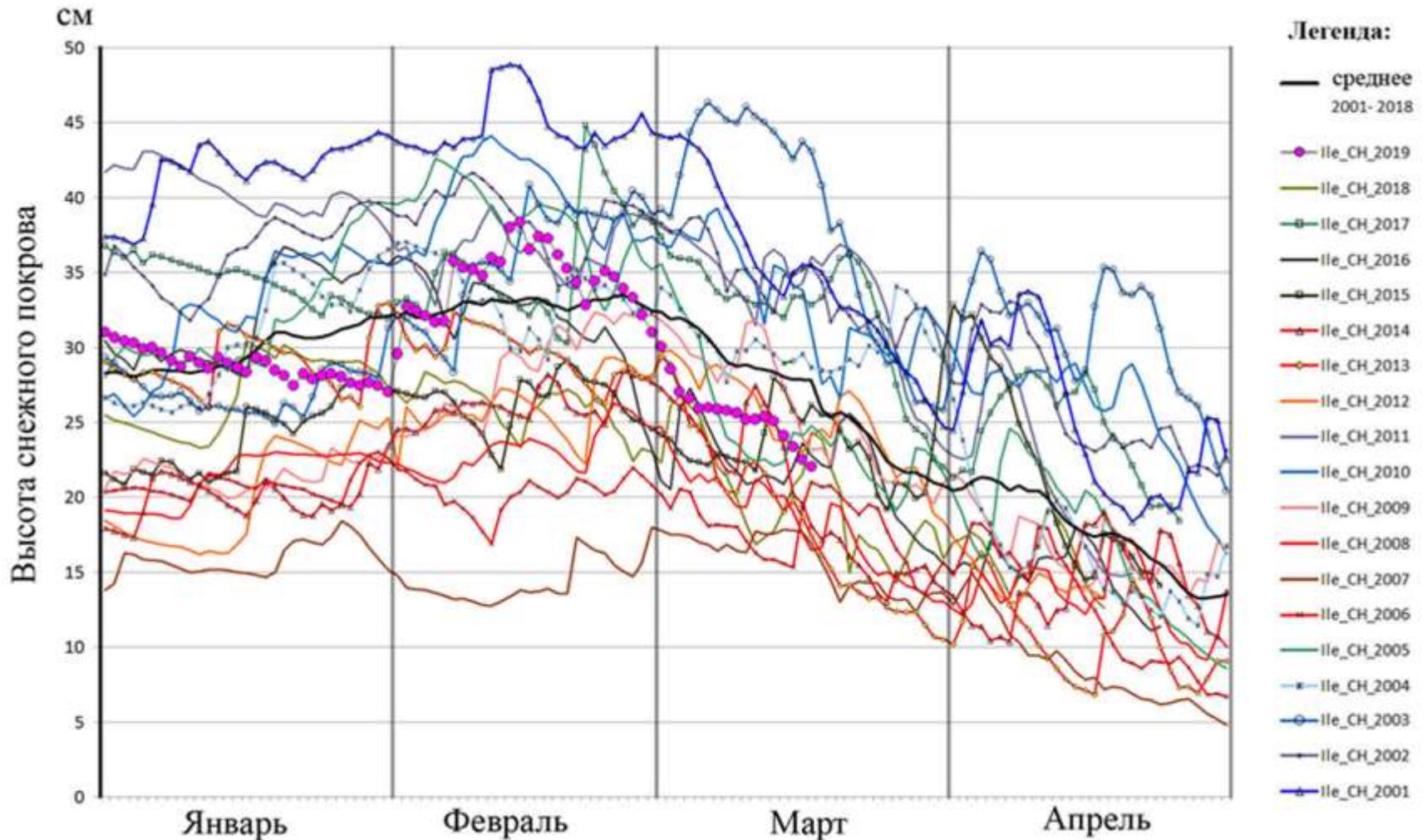
Задача 5

Оценка запасов снега в бассейне р.Или
и прогноз календарных дат сезонного
пополнения Капшагайского (р.Текес)
водохранилища

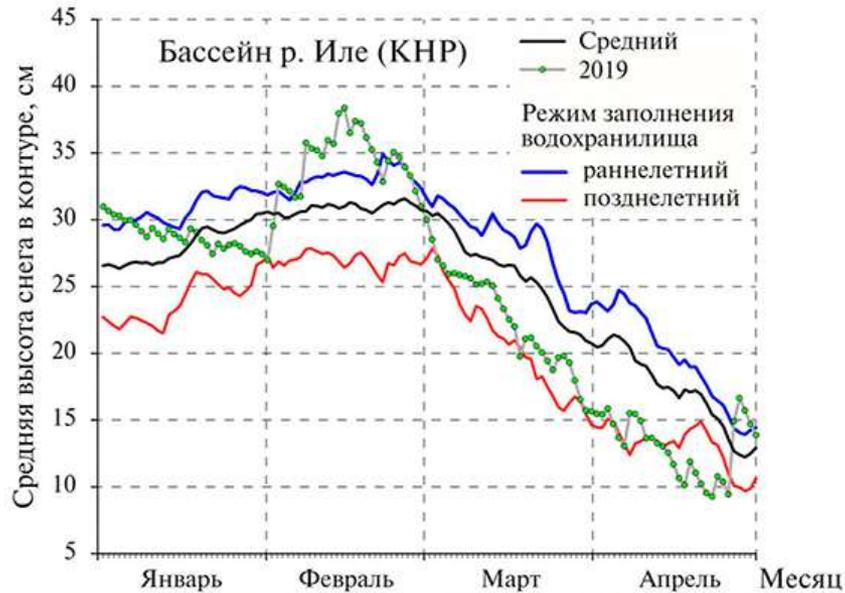
Пример карты высоты снега (Snow Depth) для Центральной Азии USGS/ EROS, system "Asia LIS"



Мониторинг средней высоты снега в китайской части бассейна р. Иле (данные системы Asia LIS)

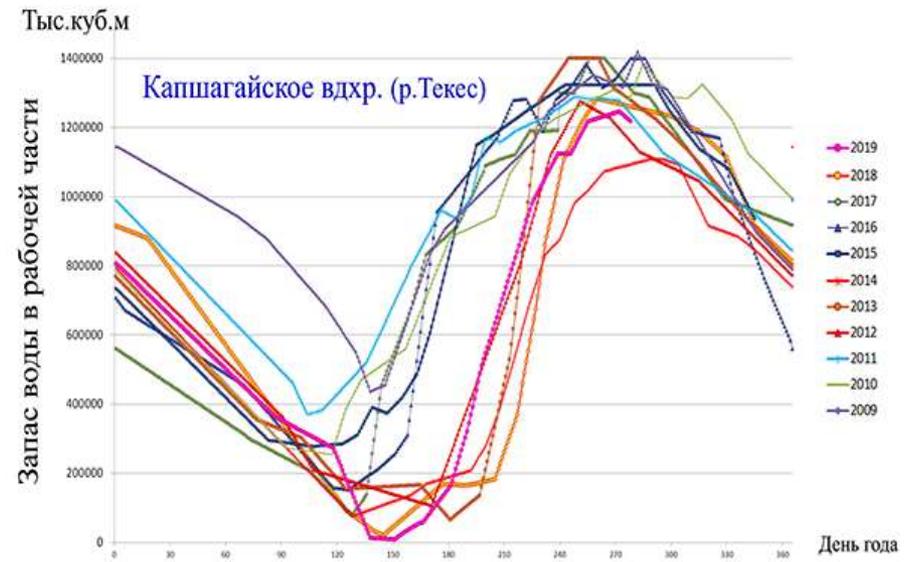


Мониторинг снежного покрова Бассейна р.Иле (КНР) Snow Depth (FEWS NET)



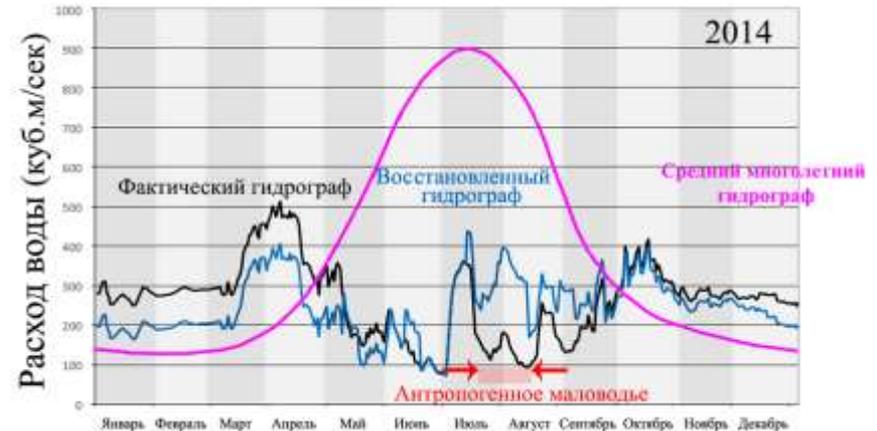
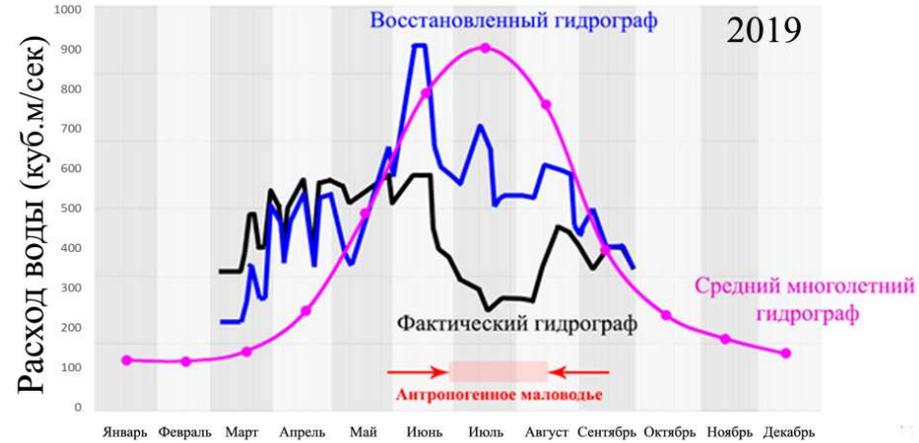
Средняя высота снежного покрова (2007-2019 гг.) для сезонов с различными режимами заполнения Капшагайского вдхр.

Динамика запаса воды в рабочей части Капшагайского вдхр. (р.Текес, КНР) Спутниковые оценки



Два режима сезонного пополнения: **раннелетний** и **позднелетний**

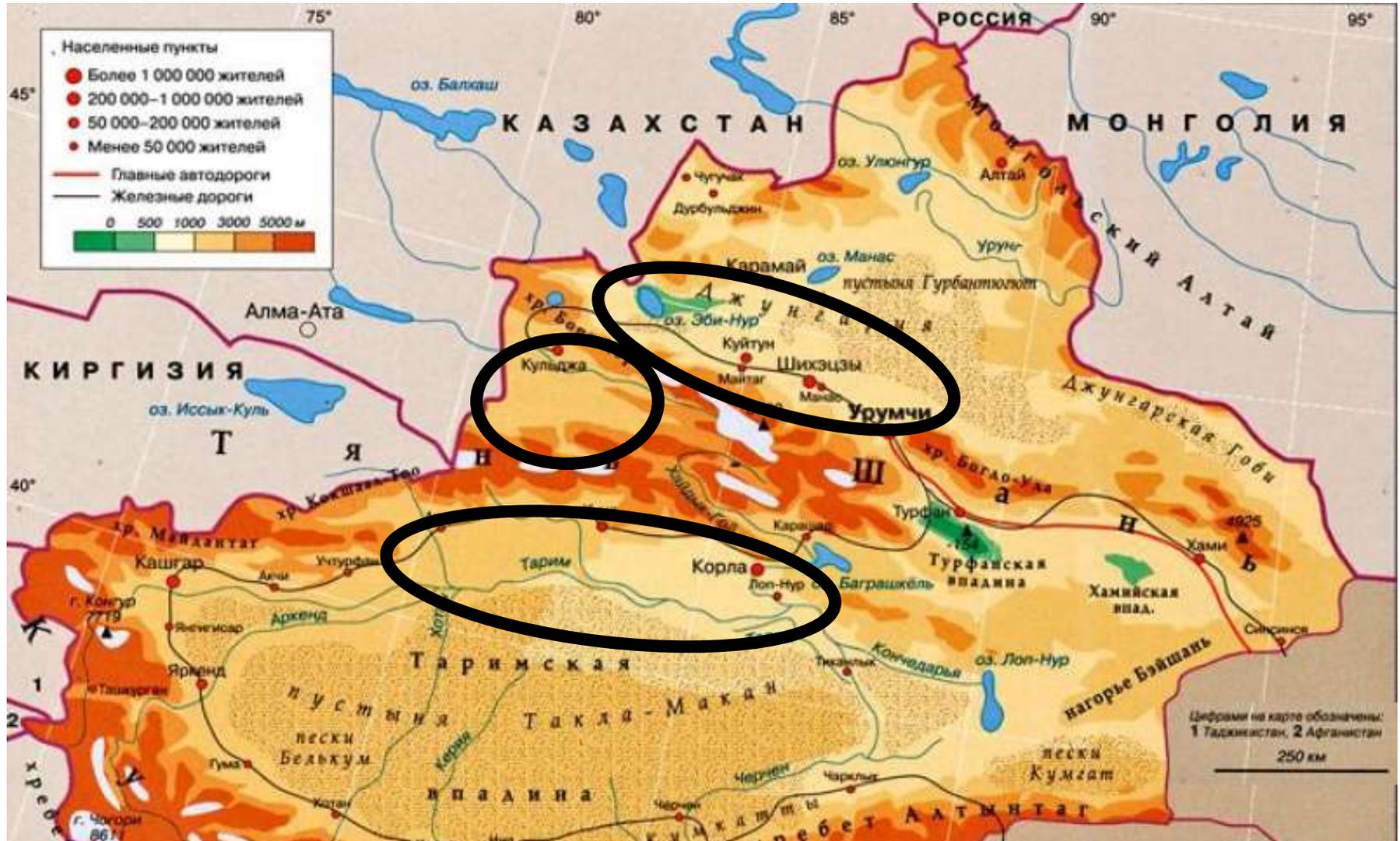
Гидрографы р.Или на границе КНР-Казахстан в относительно маловодные годы, с явлениями антропогенного маловодья (позднелетнее заполнение Капшагайского вдхр. (р.Текес))



Задача 6

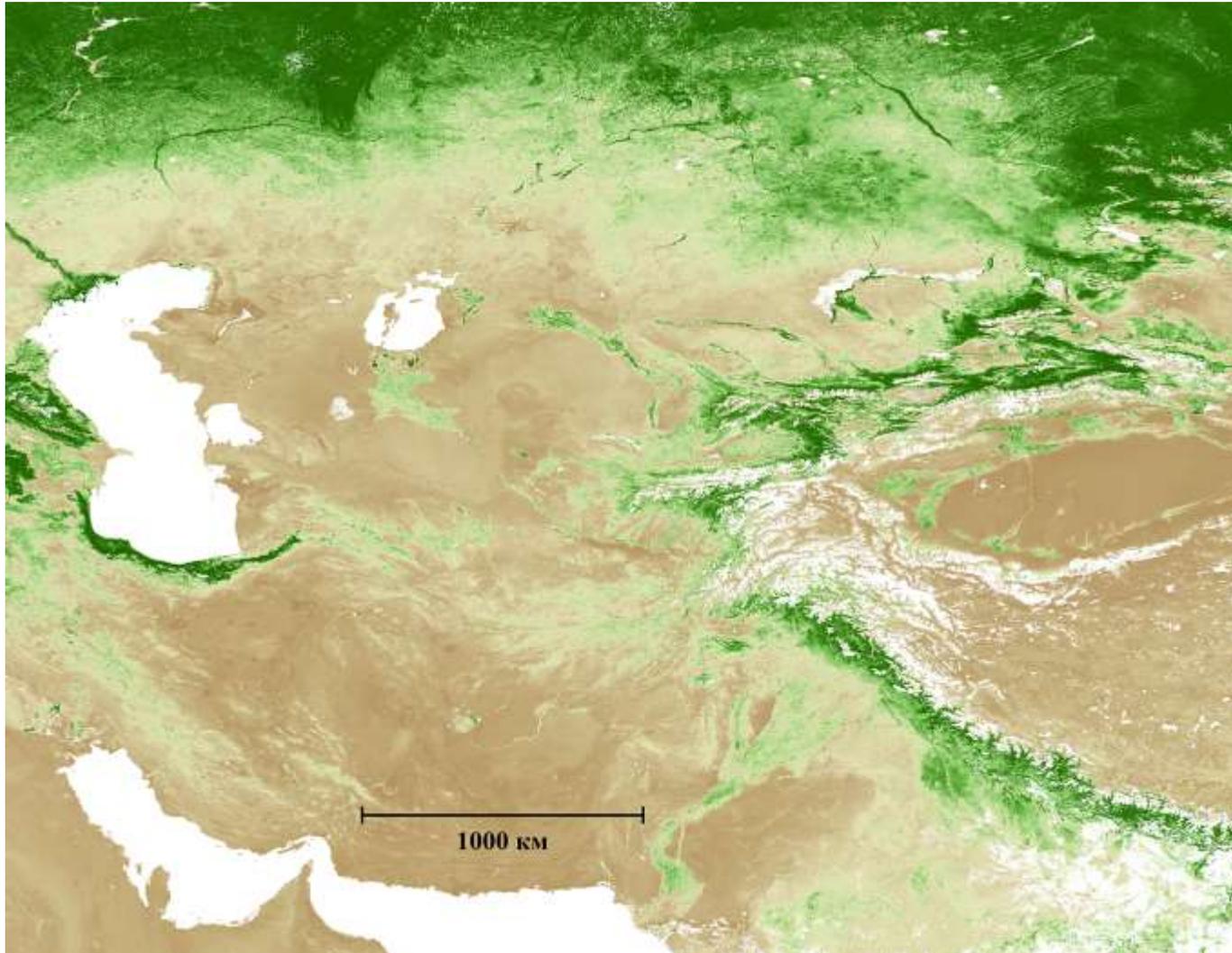
Мониторинг условий с\х водопотребления
(растениеводство).

Карта СУАР КНР

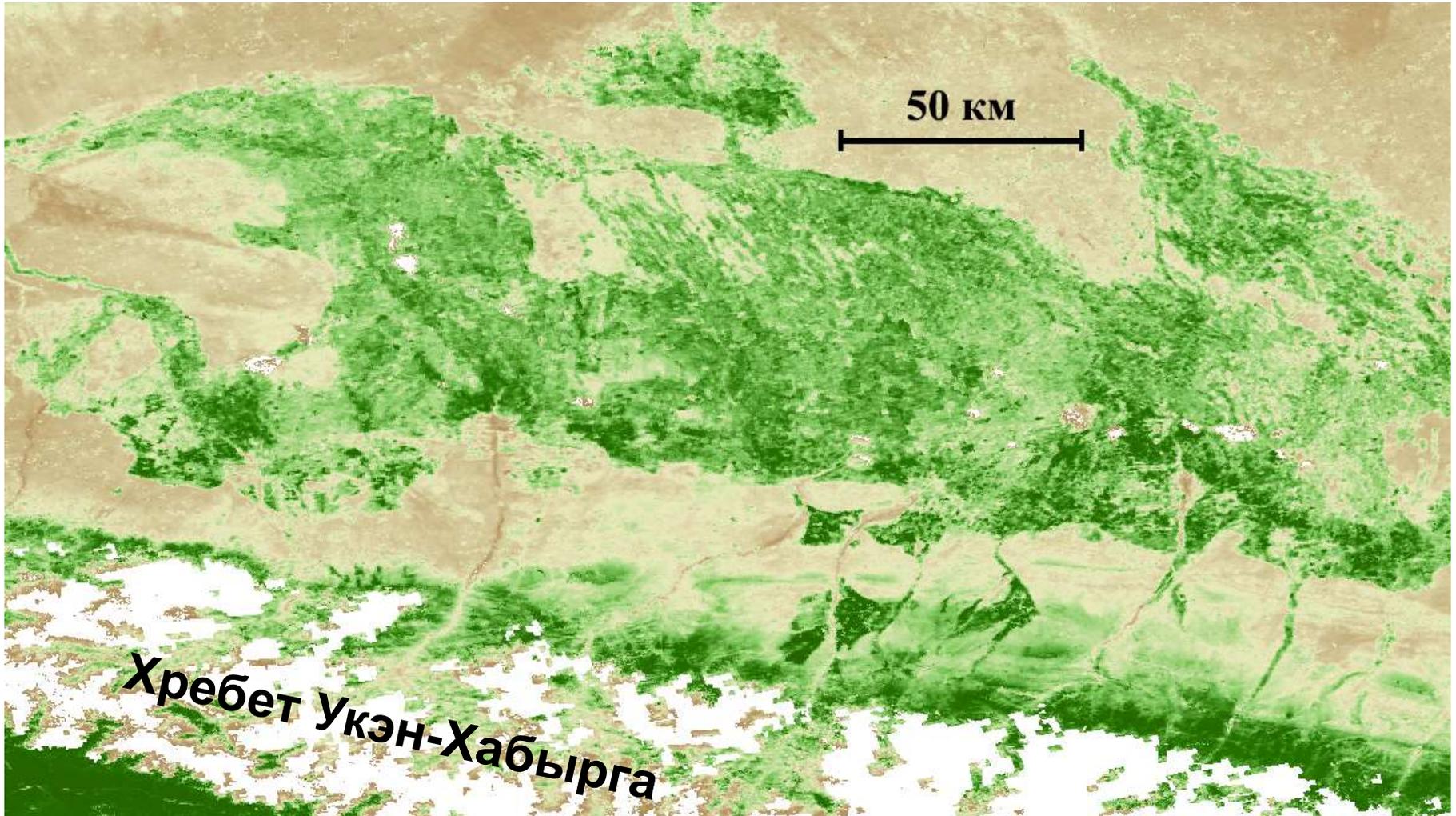


Пример декадной сцены eMODIS NDVI C6 для Центральной Азии.
18 декада (21-30 июня) 2019 г., матрица 17407x13676 пикс.

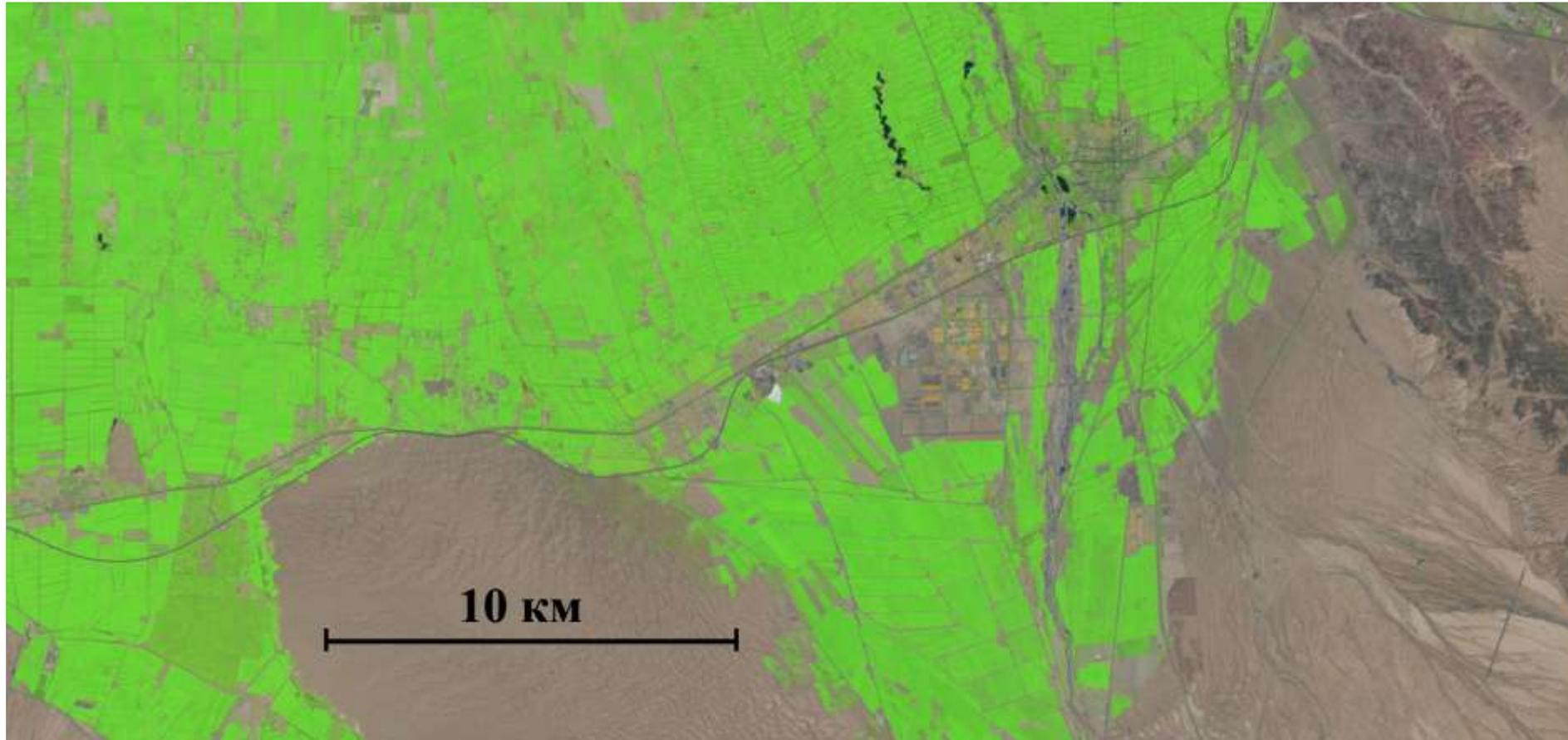
(<https://earlywarning.usgs.gov/fews/search/Asia/Central%20Asia>)



Фрагмент декадной сцены eMODIS NDVI C6 для ЦА.
18 декада (21-30 июня) 2019 г., бассейны р. Кутунь и Манас
(Джунгарская равнина)



Фрагмент сцены Sentinel-2A (20 м), за 5 августа 2018 г.
(L1C_T44TRQ_A007381_20180805T052258)
Джунгарская равнина, часть бассейна р.Боло-Тала.

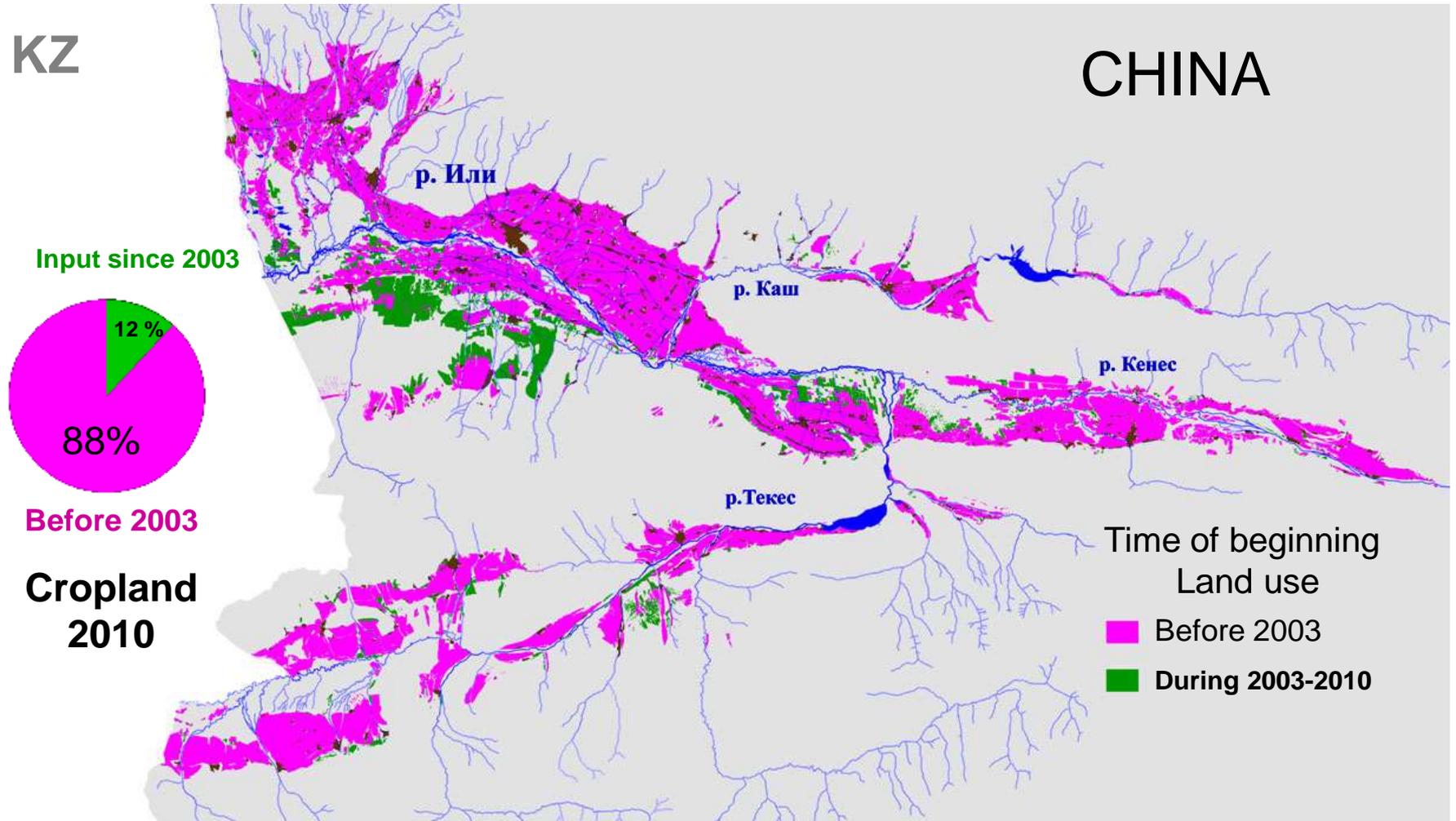


Изменение пахотных земель в период 2003-2010 гг. в китайской части бассейна р. Или.

Создано на базе снимков LANDSAT

KZ

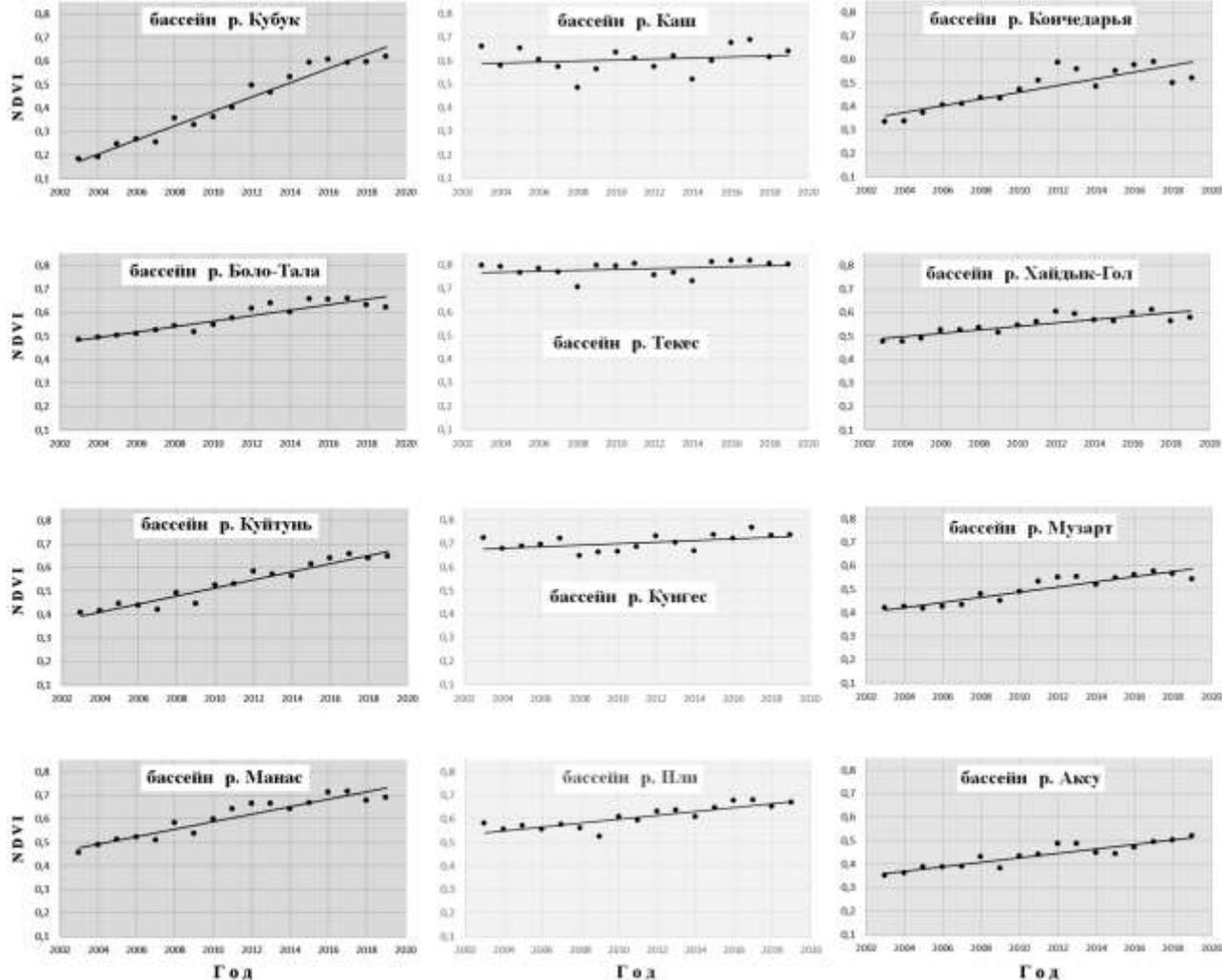
CHINA



Контуры основных сельскохозяйственных районов СУАР КНР



Мониторинг eMODIS NDVI С6 (разрешение 250 м) в контурах сельскохозяйственных районов СУАР КНР



Джунгарская равнина

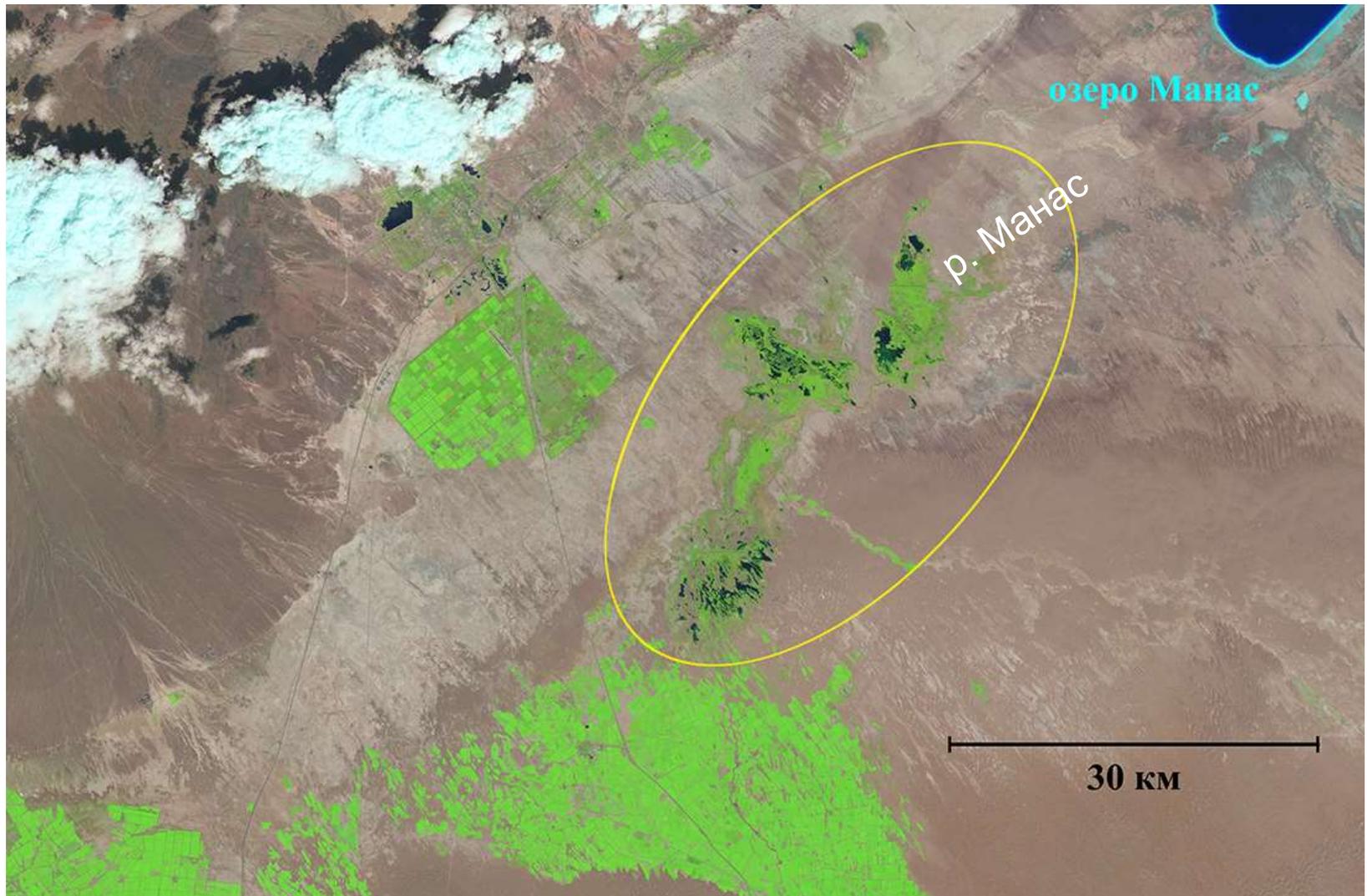
Долина р.Или

Кашгарская равнина

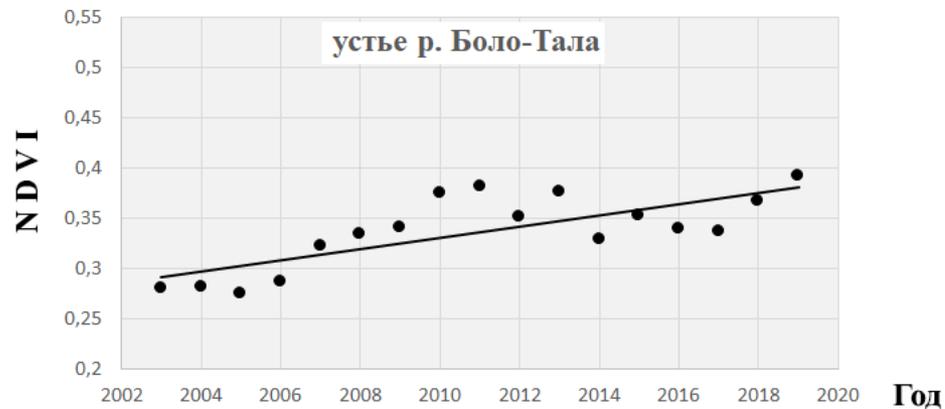
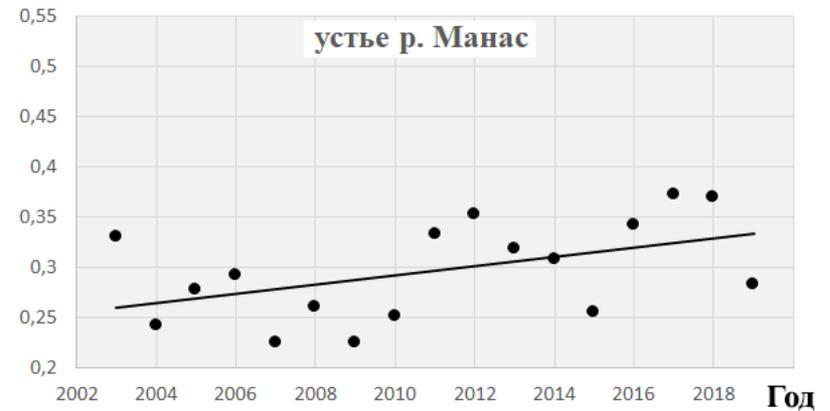
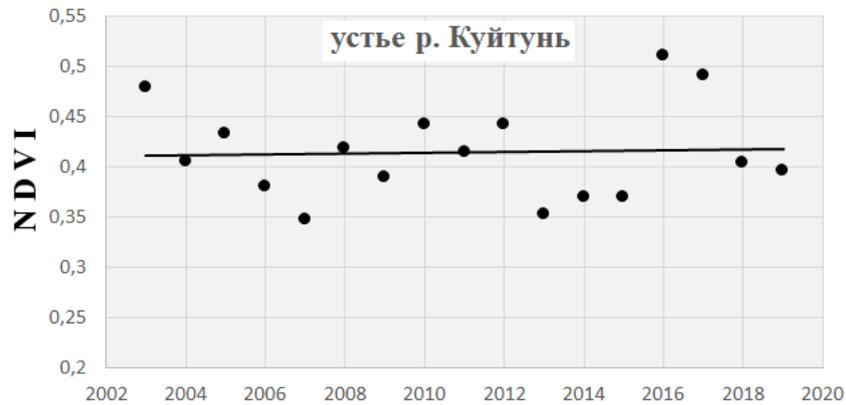
Фрагмент сцены Sentinel-2A (20 м), за 5 августа 2018 г.

(L1C_T45TUL_A007381_20180805T052258)

Джунгарская равнина, район устья р.Манас



Характеристики растительного покрова в устьях рек после их выхода из сельскохозяйственного района



Спутниковые оценки потребления воды с\х растительностью СУАР КНР в сезоне 2019 года

<i>Регион</i>	<i>Район (бассейн)</i>	<i>Площадь контура (га)</i>	<i>NDVI (многолетний max)</i>	<i>Потребление воды (усл. ед) (NDVI*площадь)</i>
Долина р. Или		1167620	0,726	847,7
1	р. Или	626660	0,680	426,1
2	р. Каш	116850	0,688	80,4
3	р. Кунгес	124200	0,773	96,0
4	р. Текес	299910	0,818	245,3
Джунгарская равнина		2377820	0,688	1635,9
5	р. Боло-Тала	428420	0,657	281,5
6	р. Куйтунь	651980	0,657	428,4
7	р. Манас	1297650	0,716	929,1
8	р. Кубук	9770	0,617	6,0
Кашгарская равнина		1589825	0,570	906,2
9	р. Аксу	310510	0,519	161,2
10	р. Музарт	704320	0,575	405,0
11	р.Канчедарья	225675	0,587	132,5
12	р.Хайдык-Гол	349320	0,609	212,7

Выводы

Существующая система спутникового мониторинга Земли и инфраструктура свободного доступа к снимкам и продуктам их обработки предоставляет определенные возможности для природоресурсного мониторинга в решении задач оценки параметров систем водопользования, характеристик водных и гидротехнических объектов, расположенных на сопредельных территориях соседних стран для которых наземное обследование невозможно, а доступ к оперативной гидрологической информации ограничен.

Спасибо за внимание