Л11. Космический мониторинг водных объектов. Анализ ледовой обстановки. Инвентаризация и оценка состояния рек, озер, водохранилищ



Лектор Кенесбаева А.

Космический мониторинг водных объектов

К Задачам мониторинга водных ресурсов в бассейнах рек, решаемых средствами дистанционного зондирования можно отнести:

- ✓ мониторинг гидрологических и гидрохимических характеристик речной сети; мониторинг паводковой обстановки на реках;
- ✓ контроль половодий, наводнений, имеющих разное происхождение (дожди, таяние снега, последствия землетрясений, аварии на гидроэлектростанциях и т.д.);
- ✓ контроль ледовой обстановки при прохождении паводка на реках;
- ✓ обнаружение выбросов загрязняющих веществ в водоемы и моря;
- ✓ слежение за таянием горных ледников;
- ✓ контроль территорий, находящихся в зонах морских приливов и отливов.

Главной целью космического мониторинга водных ресурсов является картирование линий прохождения вод и зон затопления. Оно состоит из оперативного и обзорного мониторинга.

Оперативный мониторинг отражает текущее состояние, которое получается в результате оперативной обработки ежедневных космических данных.

При обзорном, характеризуется развитие водной ситуации в течение какого-либо временного периода.

В качестве временных периодов могут быть выбраны - декада, месяц и сезон. Декадные карты линий прохождения вод и зон затопления строятся на основе ежедневных данных о линиях прохождения вод и зон затопления, получаемых в процессе оперативного мониторинга.

Космический мониторинг водных объектов

Для систематизации проведения космического мониторинга водных ресурсов, паводков, наводнений и прорывов плотин были отобраны территории речных бассейнов с паводко-опасными проявлениями, на которых принимаются, обрабатываются и анализируются космические данные, представленные в табл. 1.

Таблица 1 - Состав космической информации и ее применение в комплексе оценки рисков чрезвычайных ситуаций

Тип космической съемки	Периодичность	Территория
Terra/Aqua- MODIS (NOAA)	Ежедневно во время паводкоопасного сезона	реки: Сырдарья (Коксарай, Шардара), Иртыш, Урал, Или (Балхаш)
Landsat 5 (IRS-P5 и другие космические данные среднего разрешения 15-30м)	Ежегодные мозаики (особенно в паводко-опасный сезон)	реки: Сырдарья (Коксарай, Шардара) (10 сцен), Иртыш (11 сцен), Урал (6 сцен), Или (Балхаш) (12 сцен).
Quick Bird (другие космические данные сверх- высокого разрешения 0.5-1м или аэрофотосъемка)	Ежегодно по 1 сцене	реки: Коксарай, Шардара (плотины), Иртыш (2 плотины), Урал (1 участок), Или (1 участок).
RADARSAT-1 (данные с других РЛ спутников)	Ежегодно по 1 сцене	реки: Сырдарья (Коксарай, Шардара), Иртыш, Урал, Или (Балхаш).

Космический мониторинг водных объектов



Рисунок 1 - Технологическая схема обработки ДЗЗ в ГИС-технологиях

Космический мониторинг водных объектов

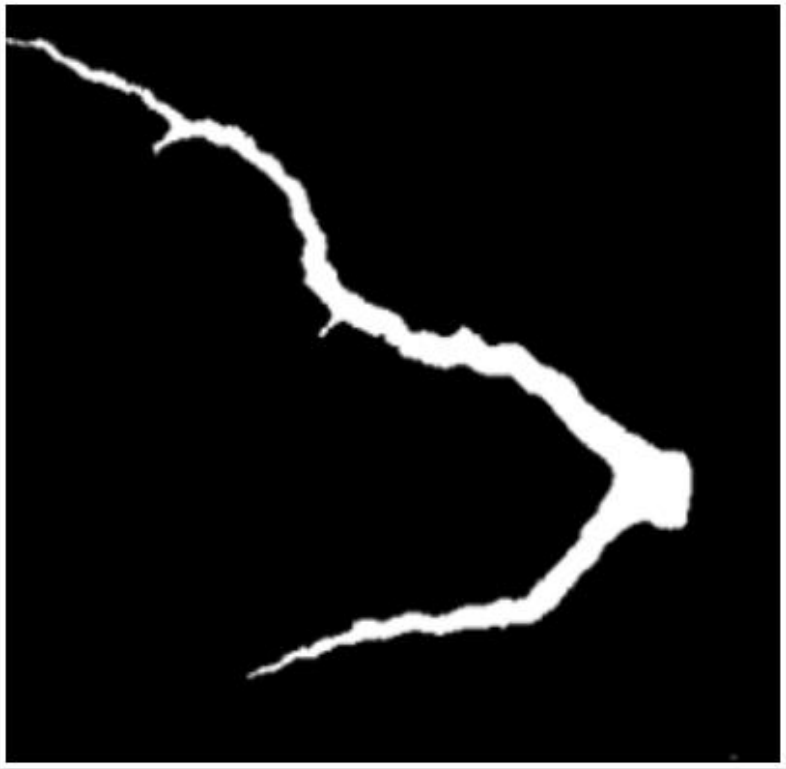
Также могут следующие виды работ:

- картографирование речных и озерных бассейнов, водосборов;
- моделирование направлений и скоростей стока при различных внешних условиях, процессов транспортировки взвешенных частиц, загрязняющих веществ;
- выявление антропогенно-спровоцированных и естественных изменений водной массы (эвтрофирование, изменение общей минерализации, наличие взвесей, цветение воды);
- оценка степени зарастания водоемов.

Методы: автоматизированное и визуальное дешифрирование космических снимков высокого и среднего разрешения (с использованием дополнительной пространственной информации).
Водные объекты достаточно просто дешифрируются по данным ДЗЗ с использованием информации о спектральной яркости объектов земной поверхности в ближнем инфракрасном диапазоне. Это предоставляет широкие возможности для инвентаризации небольших водных объектов и наблюдения за изменением их количества и площадей. Точность определения контуров зависит от пространственного разрешения снимков.

Космический мониторинг водных объектов





Слева – участок исходного космического снимка
Справа – результат автоматизированного выделения водных объектов

Космический мониторинг водных объектов



Результат векторизации автоматически выделенных водных объектов, наложенный на исходный космический снимок

Космический мониторинг водных объектов

Для выявления изменений береговой линии водных объектов по ДДЗ необходимо наличие аналогичных материалов за некоторый период наблюдения – данные должны обладать сравнимыми характеристиками пространственного и спектрального разрешения.

Кроме того, необходимы данные, фиксирующие состояние водных объектов в одни и те же периоды года, чтобы исключить влияние гидрологического режима водоёмов.



Пример обнаружения изменения площади водоёма

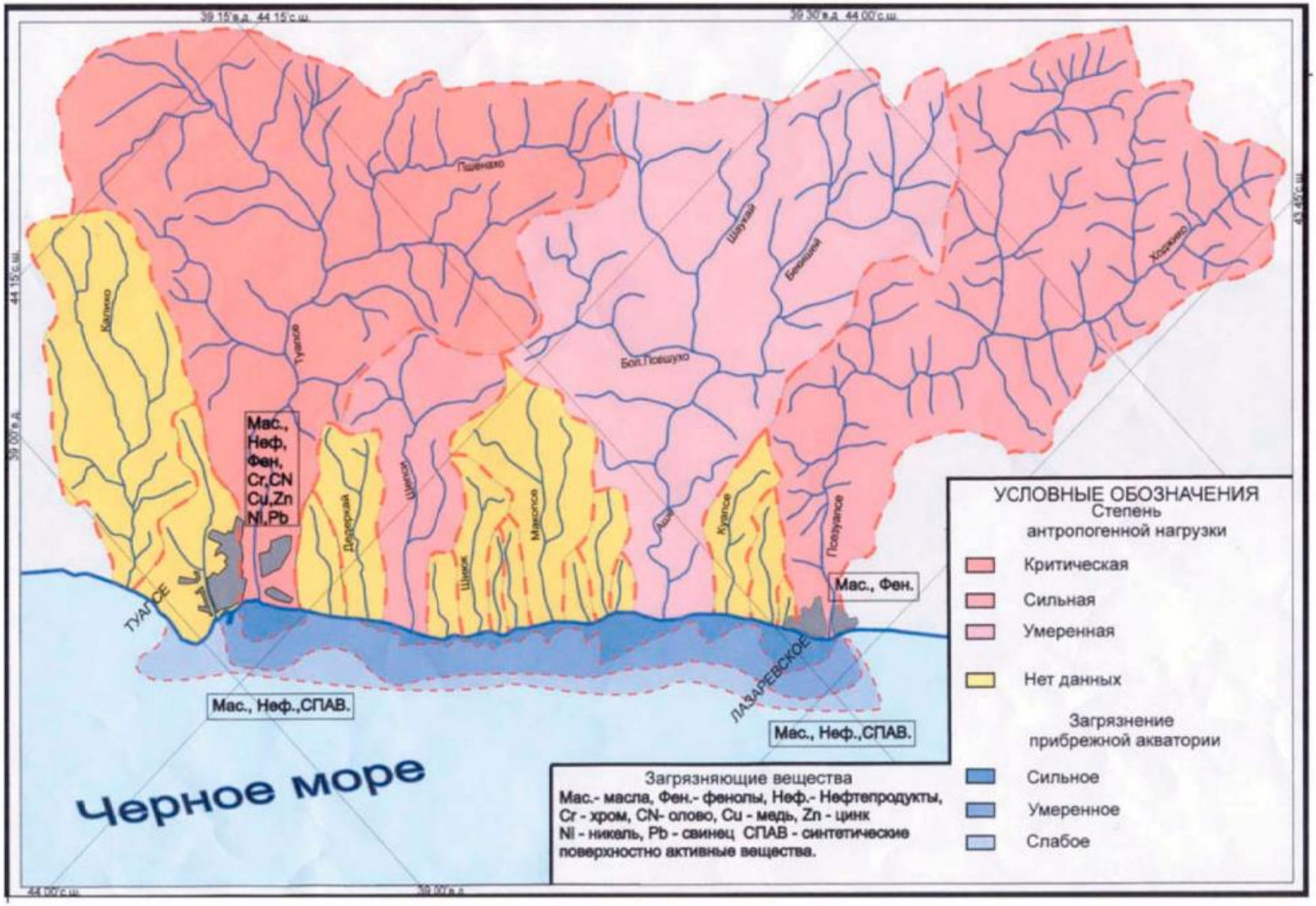
РОЛЬ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В ИНФОРМАЦИОННОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ КОМПЛЕКСНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СИСТЕМЫ “ВОДОСБОРВОДОЕМ”

И.Е. Курбатова

Институт водных проблем Российской Академии наук.
Москва ,119991, ГСП-1, ул. Губкина, 3
E-mail: irenkurb@aqua.laser.ru

К несомненным достоинствам космических изображений следует отнести единовременность охвата значительной площади водосбора или акватории, непрерывность информационного содержания снимка для каждой точки изображения, периодичность регистрации состояния водных масс. Вместе с тем следует отметить, что, используя только материалы КС, невозможно достоверно определить качественный состав водных масс, речных взвесей, получить количественные оценки загрязняющих веществ. Можно лишь косвенно судить (выявив местоположение промышленных, сельскохозяйственных и др. объектов) о наличии в сточных водах загрязняющих веществ, присущих тому или иному виду производства. Для установления зависимости между дистанционно регистрируемой яркостью водной поверхности (или водного столба) и количественными характеристиками основных оптически активных компонентов (взвешенных и растворенных минеральных веществ, фитопланктона и пр.) необходимо проведение ряда синхронных подспутниковых экспериментов на наземных полигонах, морских судах, морских гидрологических разрезах. Полученные сведения могут быть с высокой степенью достоверности интерпретированы и для остальных участков, не охваченных натурными наблюдениями. Однако из-за недостаточного финансирования науки в последние два десятилетия практически ликвидирована возможность проведения подобных подспутниковых экспериментов.

Космический мониторинг водных объектов



Оценка ледовой обстановки, мониторинг снежного покрова. СОВЗОНД

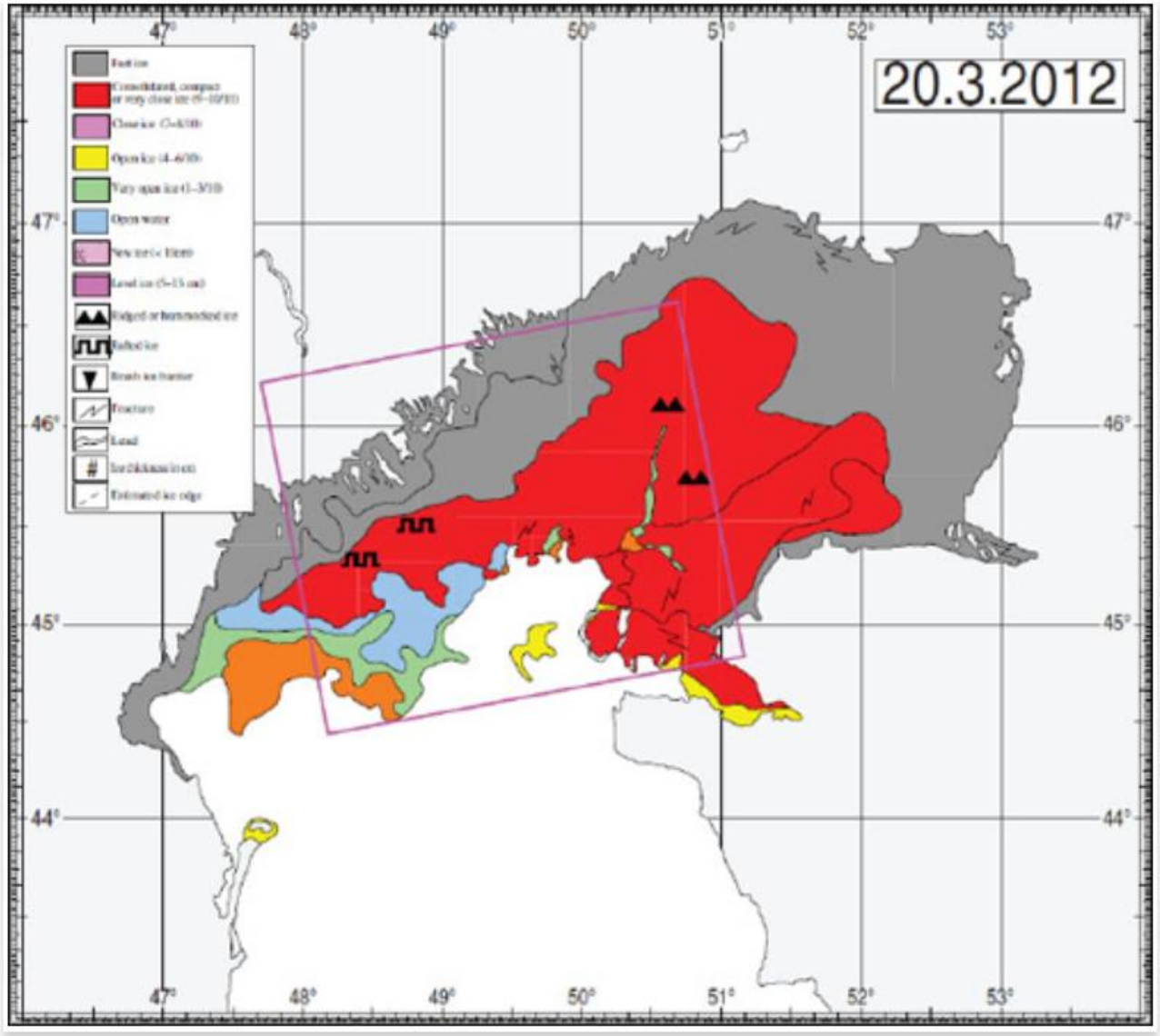
- Космические радарные съемки акваторий в настоящее время могут выполняться ежедневно и даже несколько раз в день независимо от условий облачности и освещенности.
- Результаты съемок поставляются заказчику через защищенный веб-ГИС интерфейс и ftp-протокол в течение суток после съемки (для отдельных районов, попадающих в радиус действия приемных станций — через 1-3 часа после съемки).
- По результатам каждой съемки генерируется карта ледовой обстановки, соответствующая стандартам Всемирной метеорологической организации (WMO).
- Элементами данной карты являются **стамухи** и **торосы**, а также **припайный лед** (в случае их наличия на снимке и в случае, если их размеры на местности позволяют их обнаружить с данным пространственным разрешением).
- Анализируется **трещинообразование льда**, в том числе выявляются свежие и старые трещины, а также **типы льда по интенсивности трещиноватости**. С момента начала таяния на участке наблюдается **граница таяния** (**«вода-лед»**).

Торосы в Баргузинском заливе на озере Байкал (Республика Бурятия, Россия)



Оценка ледовой обстановки, мониторинг снежного покрова. СОВЗОНД

- По результатам каждой съемки составляется краткий технический текстовый отчет.
- Материалы поставляются заказчику через защищенный веб-интерфейс (веб-портал), где они могут быть наглядно отображены и сопоставлены без специализированного программного обеспечения — только средствами интернет-браузера. Все вышеперечисленные продукты предоставляются заказчику в течение 1-3 рабочих дней после выполнения съемки.
- Компания «Совзонд» создала карту ледовой обстановки на основе радарных данных COSMO-SkyMed.
- Ниже приведён пример **карты ледовой обстановки на территорию севера Каспийского моря**, аналогичная которой (или в 3 или в 20 раз детальнее — в зависимости от выбранного режима съемки) поставляется в рамках сервиса мониторинга ледовой обстановки.
- Содержание карты (реальный состав слоев) определяется конкретной территорией и периодом съемок.



Карта ледовой обстановки на территорию севера Каспийского моря, рассчитанная по данным радарных съемок со спутников COSMO-SkyMed-1-4 в 2012 году. Данная карта была составлена по данным региональных съемок с разрешением 100 м. В рамках сервиса мониторинга ледовой обстановки возможны съемки более детального разрешения 30 м или 3 м.

Легенда карты ледовой обстановки

Припайный лёд	Открытая вода	Граница ледяной каши
Смёрзшийся, сплошной и сильно сплочённый лёд (9-10)	Начальные виды льда	Трещина
Сплочённый лёд (7-8/10)	Ровный лёд (5-15 см)	Канал
Разреженный лёд (4-6/10)	Торосы и стамухи	Толщина льда (при возможности)
Сильно разреженный лёд (1-3/10)	Наслоённый лёд	Граница "Вода-Лёд"

Легенда карты ледовой обстановки

Пример краткого технического отчёта к карте ледовой обстановки с рисунка выше
Исходная съемка – COSMO-SkyMed от 20.03.2012.

Припайный лед вблизи побережья в настоящий момент на стадии начала оттаивания. Он все еще достаточно прочный.
Далее от побережья — массивы **смерзшегося монолитного льда**, частично наслоенного и местами характеризующегося грядовой торосистостью.
В юго-западной части карты — за пределами массива **смерзшегося сплошного льда** — наблюдается участок **открытой воды**, затем участок **сильно разреженного льда** и далее участок **сплоченного льда** шириной 10–40 км.
В юго-восточной части карты преобладает **смерзшийся сплошной лед**, осложненный **трещинами** и **небольшими каналами**.
В центральной части карты (как раз в районе месторождения им. Сатпаева) преобладает **смерзшийся монолитный лед с грядами торосов** и отдельными **стамухами**.

Использование данных космического мониторинга для оценки экологического состояния крупных речных водосборов

И.Е. Курбатова

Институт водных проблем РАН
Москва,119333, ул. Губкина, 3
E-mail: irenkurb@yandex.ru

Рассмотрены основные задачи космического мониторинга для изучения и оценки экологического состояния крупных речных водосборов как единой геосистемы. Реализован опыт использования дистанционной и картографической информации для оценки влияния бассейна р.Белой на формирование и загрязнение Краснодарского водохранилища. Составлена эколого-географическая карта водосбора р. Белой и ее дельты – аккумулятора загрязняющих веществ, приносимых твердым и речным стоком с территории водосбора

Ключевые слова: речной бассейн, мониторинг, водные объекты, космические снимки, динамика, антропогенные нагрузки, загрязнение, экологическое состояние, картографирование.

http://d33.infospace.ru/d33_conf/sb2010t2/157-166.pdf

Инвентаризация и оценка состояния рек, озер, водохранилищ

Основными задачами мониторинга является инвентаризация, контроль и слежение за различными составляющими системы “водосбор-водоток-водоем” для последующего анализа их экологического состояния, решения экономических, водно-экологических и природоохранных проблем. В круг наблюдений при мониторинге должны входить не только водные объекты, но и окружающая их водосборная территория с разделением на природные и антропогенные компоненты. Комплексность и эффективность мониторинга обеспечиваются постановкой тематических исследований, осуществляемых на основе многоцелевой программы, объединяющей подпрограммы изучения водосборов различного уровня и организации. Число таких подпрограмм определяется ландшафтным разнообразием, обусловленным зональными и азональными факторами, высотной поясностью бассейна, особенностями береговой зоны и акватории приемного водоема и характером их хозяйственного использования.

Основной экологический критерий мониторинга изучаемого бассейна – выявление гидроэкологических ситуаций (зон с различной степенью неблагополучия природных вод), концентрирующих оценку влияния совокупности взаимодействующих в системе «водосбор-водоток-водоем» природно-антропогенных факторов на качество поверхностных вод. Гидроэкологические ситуации водосбора отражают как гидрологическую, так и общую экологическую безопасность территории водосбора в целом.

Инвентаризация и оценка состояния рек, озер, водохранилищ

Важной структурной составляющей комплексного мониторинга является космический мониторинг, поскольку космические изображения (КИ) относятся к одним из наиболее ценных носителей разноплановой информации, анализ которой способствует выявлению пространственно-временных взаимозависимостей компонентов системы «водосбор-водоток-водоем». Интеграция данных дистанционного зондирования с ГИС-технологиями является оперативной и динамичной составляющей информационного обеспечения комплексного управления природными ресурсами. Данные дистанционного зондирования (ДЗ) являются в условиях дефицита наземных наблюдений основными, а часто и единственными доступными источниками информации о состоянии водных объектов и их водосборах.

Обоснование выбора типов КИ, пространственного охвата и масштаба зависит от специфики геосистем бассейнов разного ранга, их строения, динамики, функционирования в зависимости от природных и антропогенных особенностей (таблица 1).

Инвентаризация и оценка состояния рек, озер, водохранилищ

Таблица 1. Требования к космической информации

Объекты наблюдения мониторинга	***Площадь км^2***	***Масштабный уровень задач***	***Параметры съемки***		***Оптимальный масштаб картографирования***
			Спектральные диапазоны (мкм)	***Периодичность съемки***	
Бассейны малые средние большие	 До 2000 2000-5000 ≥ 5000	 Локальный Региональный Межрегиональный	 0.4-0.7 0.7-1.3 8-12	1 раз в сезон	 ≥1:200 000 1:500 000 1:1 000 000
Приемные водоемы средние большие очень большие	 10-100 100-1000 ≥ 1000	 Локальный Региональный Межрегиональный	 0.4-0.5 0.5-0.6 0.7-1.3 8-12	1 раз в месяц в теплое время года	 1:50 000 1:100 000 1:200000 1:1000000
Водохранилища средние крупные очень крупные крупнейшие	 20-100 100-500 500-5000 ≥ 5000	 Локальный Региональный Межрегиональный глобальный	 0.4-0.5 0.5-0.6 0.7-1.3 8-12	1 раз в месяц в теплое время года, в период сработки и наполнения	 1:50 000 1:100 000 1:200 000 1:1000 000

Инвентаризация и оценка состояния рек, озер, водохранилищ

Водосборы

Природная составляющая

- определение физико-географических особенностей, морфологических и морфометрических характеристик (площадь и конфигурация водосбора, залесенность, заболоченность, заозеренность, закарстованность и пр.); выявление эрозионных процессов; определение температуры подстилающей поверхности для оценки испарения; оценка влажности почв и т.д.;
- инвентаризация и оценка состояния гидрографической сети (строение, густота, канализированность, зарегулированность и т.д.);
- определение состояния, динамики и трансформации растительного покрова (леса, редколесья, угнетенные низкорослые леса, вырубки, горелый лес, очаги заболевания лесов и т.д.);
- слежение за динамикой таяния снегов для прогноза половодья, оценка запасов влаги;
- контроль за развитием опасных природных процессов (эрозионных, оползневых и т.д.);

Инвентаризация и оценка состояния рек, озер, водохранилищ

Водотоки

- инвентаризация и уточнение современного состояния гидрографической сети, определение положения береговых линий (постоянных, непостоянных, неопределенных, изменение положений при сложном режиме колебания уровня);
- выявление динамики русловых процессов, устойчивости русел к антропогенным воздействиям, зарастание, заиление, пересыхание, деградация и т.д.;
- контроль и слежение за развитием негативных природных процессов: сезонными разливами, дождевыми паводками, заторами и зажорами, обрушениями берегов и т.д.;
- выявление последствий антропогенного воздействия на реки в результате их зарегулирования (размывы и аккумуляция берегов, осушение пойм в нижних бъефах, заболачивание и подтопление в верхних бъефах водохранилищ и т.д.);

Дельты

- выявление гидрологических и геоморфологических процессов формирования дельт;
- наблюдение за динамикой дельтообразования и водного режима дельт, их зарастания, выдвижения или размыва; трансформацией в результате изменения уровня приемного водоема;
- определение зон затопления дельты при катастрофических наводнениях (половодьях, паводках, штормовых нагонах);
- выявление экологических проблем, связанных с антропогенным воздействием на дельту;

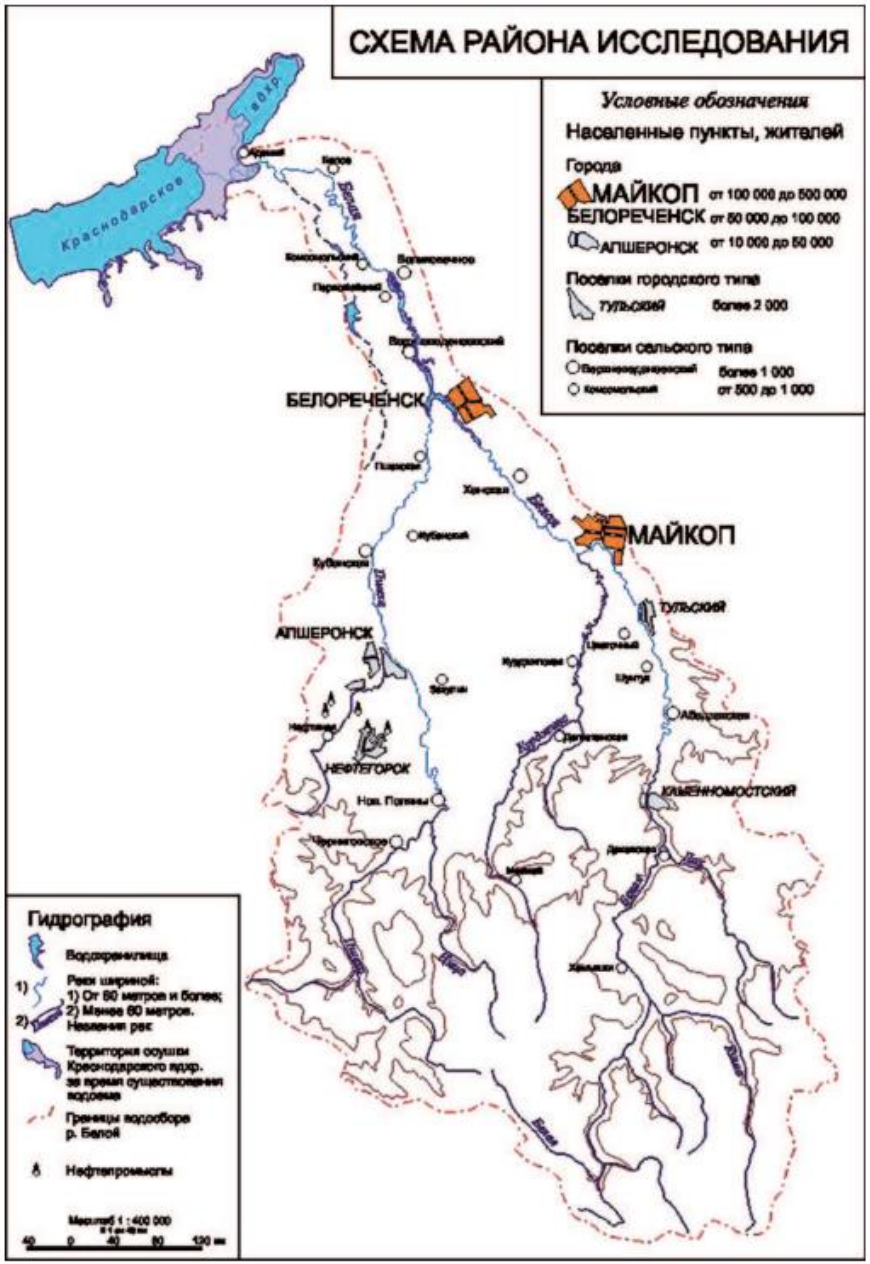
Инвентаризация и оценка состояния рек, озер, водохранилищ

Приемные водоемы (крупные озера, водохранилища, моря)

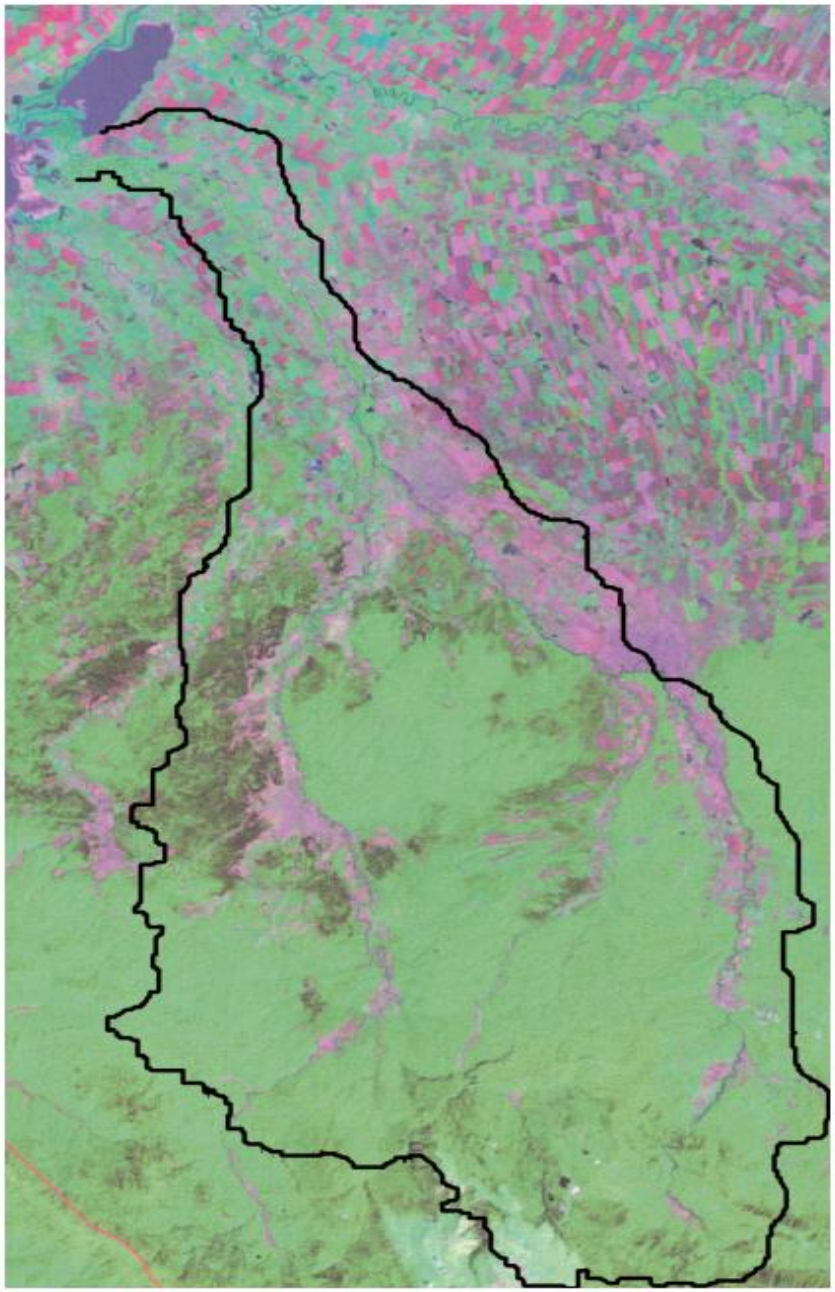
- контроль и слежение за изменением положения береговых линий при колебаниях уровня водоема (сезонных, многолетних, эпизодических, в период сработки);
- определение размеров и конфигураций областей смешения речных и морских вод как распресненных участков морских акваторий с повышенной мутностью, загрязненностью;

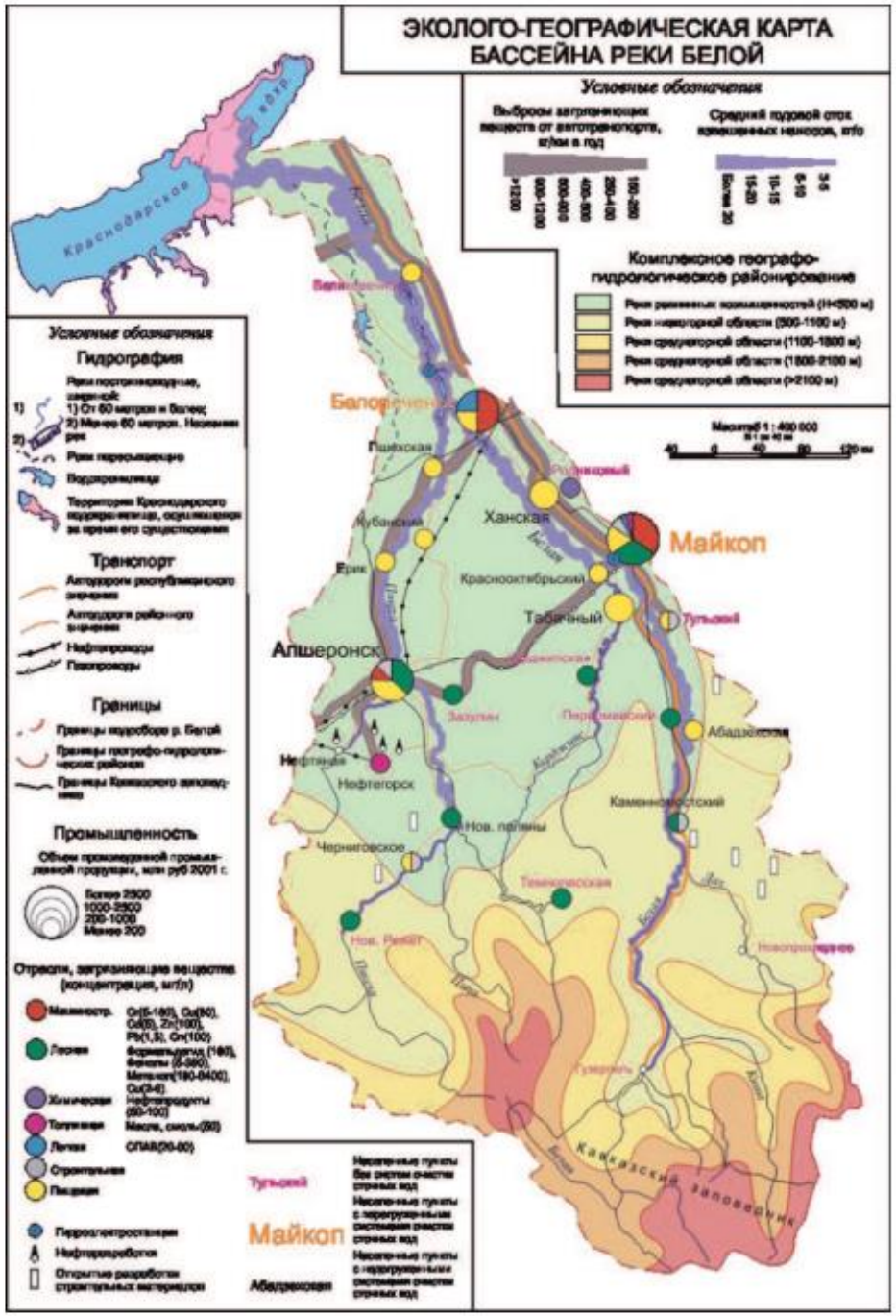
- изучение многолетней и сезонной циркуляции прибрежных вод как фактора переноса загрязняющих веществ;
- установление границ зон затопления береговой полосы приемного водоема катастрофическими штормовыми нагонами, способствующими интенсивному перемешиванию водных масс и переносу загрязняющих веществ с моря на сушу и обратно.

Инвентаризация и оценка состояния рек, озер, водохранилищ

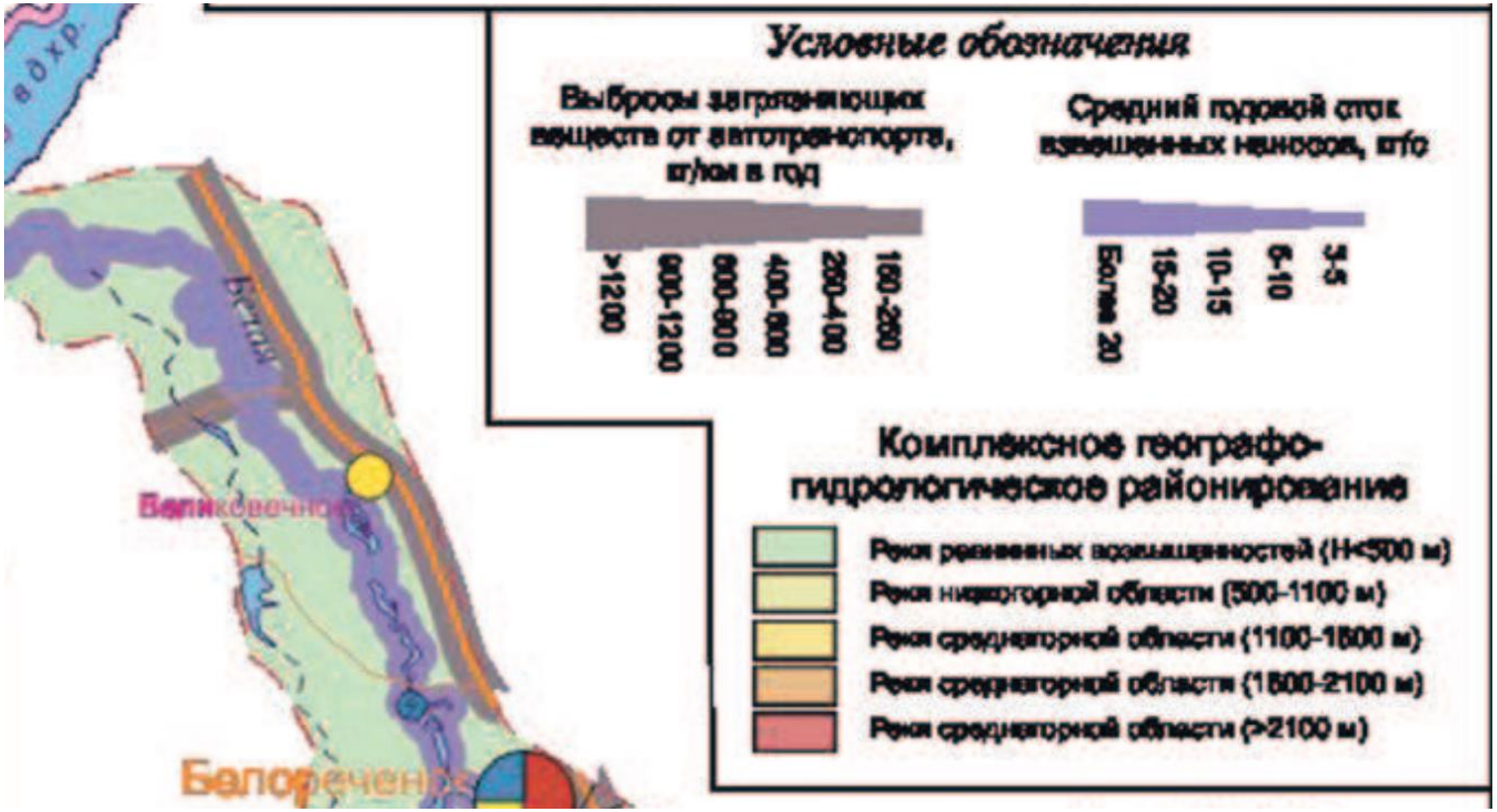


Космоизображение бассейна Белой реки, Landsat, июнь 2004г.

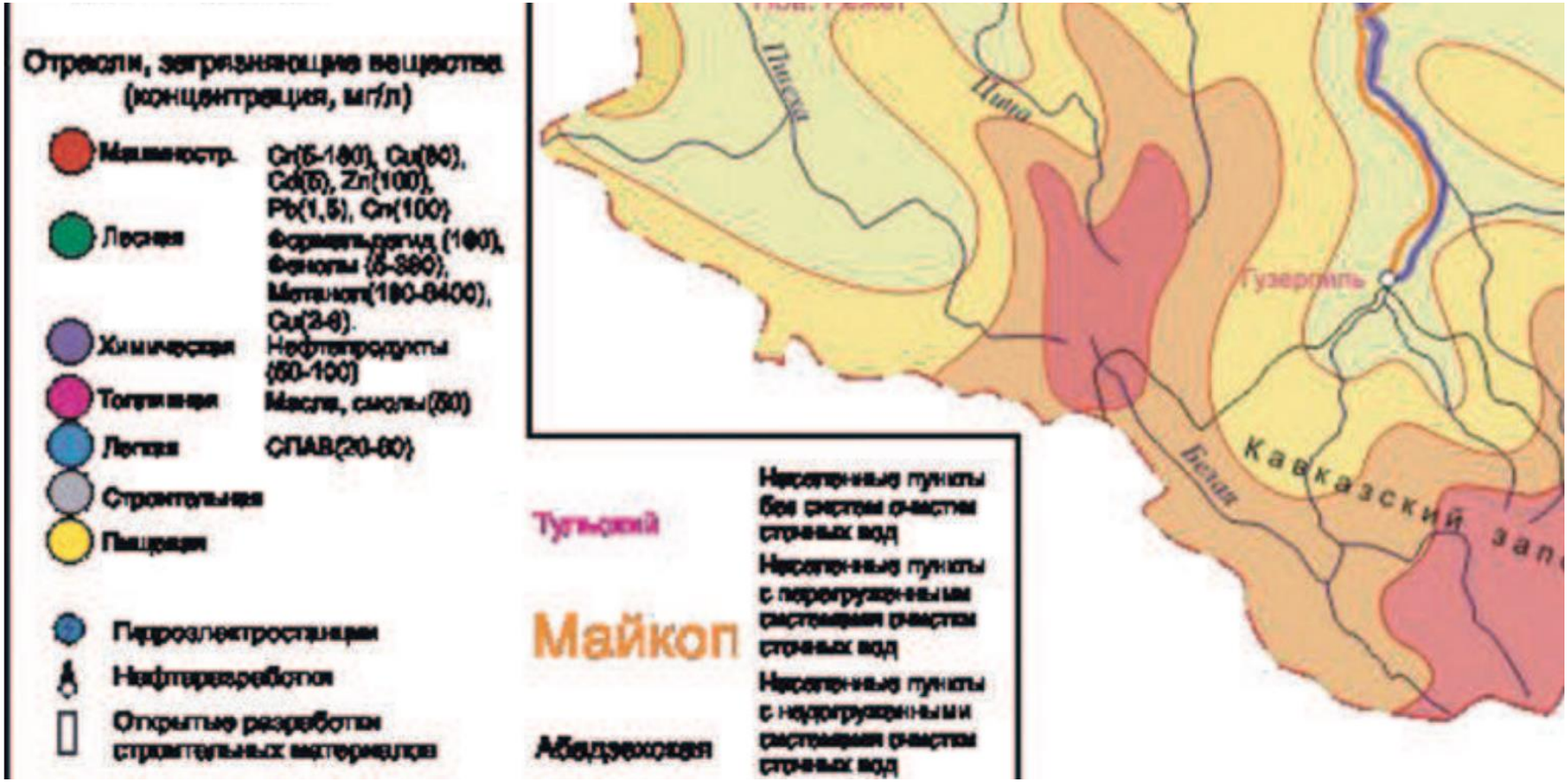



ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ КАРТА
БАССЕЙНА РЕКИ БЕЛОЙ
Условные обозначения
Выбросы загрязняющих веществ от автотранспорта, т/км в год
Средний годовой сток взвешенных наносов, кг/с
Комплексное географо-гидрологическое районирование
Майкоп
Тахтамукайский
Кошехабльский
Шовгеновский
Красногвардейский
Теучежский
Гиагинский
Майкопский
Кошехабль
Шовген
Красногвардейское
Гиагинская
Хакуринохабль
Тахтамукай
Адыгея
Краснодарский край
Белореченский
Апшеронский
Майкопский
Тульский
Абадзехская
Каменномостский
Нефтегорск
Апшеронск
Белореченск
Хакуринохабль
Гиагинская
Тахтамукайская
Кавказский заповедник
Условные обозначения
Гидрография
Транспорт
Границы
Промышленность
Отрасли, загрязняющие вещества (концентрация, мг/л)
Машиностр.
Легкая
Химическая
Топливная
Легкая
Строительная
Пищевая
Нефтедобывающая
Открытые разработки строительных материалов
Тульский
Майкоп
Абадзехская
Населенные пункты без очистки сточных вод
Населенные пункты с перегруженными системами очистки сточных вод
Населенные пункты с недогруженными системами очистки сточных вод

Легенда карты бассейна Р. Белой



Легенда карты бассейна Р. Белой



Правила ведения государственного учета вод и их использования, государственного водного кадастра и государственного мониторинга водных объектов

1. Настоящие Правила ведения государственного учета вод и их использования, государственного водного кадастра и государственного мониторинга водных объектов (далее – Правила) разработаны в соответствии с подпунктом 11) пункта 1 статьи 37 Водного кодекса Республики Казахстан и определяют порядок ведения государственного учета вод и их использования, государственного водного кадастра и государственного мониторинга водных объектов.

2. Государственный водный кадастр (далее – ГВК) представляет собой свод систематизированных официальных данных о состоянии и использовании водных объектов, об их водных ресурсах, о водопользователях.

3. Данные государственного учета поверхностных и подземных вод характеризуют состояние поверхностных и подземных водных объектов по качественным и количественным показателям, степень их промышленной и экологической безопасности для жизни и здоровья человека, изученности и использования.

4. Государственный учет поверхностных и подземных вод представляет собой систематическое определение и фиксацию количественных и качественных показателей водных ресурсов, имеющихся на территории Республики Казахстан.

5. Государственный мониторинг водных объектов, являющийся составной частью системы государственного мониторинга окружающей среды и природных ресурсов, представляет собой систему регулярных наблюдений за гидрологическими, гидрогеологическими, гидрогеохимическими, санитарно-химическими, микробиологическими, паразитологическими, радиологическими и токсикологическими показателями их состояния, сбор, обработку и передачу полученной информации, в том числе с использованием данных дистанционного зондирования Земли в целях своевременного выявления негативных процессов, оценки и прогнозирования их развития, выработки рекомендаций по предотвращению вредных последствий и определения степени эффективности осуществляемых водохозяйственных мероприятий.

16:32, 18 Сентябрь 2020 | GMT +6

Как проводится мониторинг качества водных объектов в Казахстане



https://www.inform.kz/ru/kak-provoditsya-monitoring-kachestva-vodnyh-ob-ektov-v-kazahstane_a3696278

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ДЕПОНИРУЮЩИХ СРЕД ТЕРРИТОРИИ ДЕЛЬТЫ РЕКИ ИЛЕ И ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО РЕЗЕРВАТА «ИЛЕ-БАЛКАШ»

Выполненный в рамках грантового финансирования № AP09260361

Объектом исследования является территория, прилегающая к дельте реки Иле, в т.ч. Государственного природного резервата «Иле-Балкаш».

Цель работы – дать комплексную геоэкологическую оценку загрязнения природных сред токсичными соединениями по результатам мониторинга депонирующих сред (снежного и почвенного покрова) территории прилегающей к дельте реки Иле, в т.ч. территории Государственного природного резервата «Иле-Балкаш».

В процессе исследования применялись химико-аналитический, хроматографический, атомно-абсорбционный, картографический методы, системный, сравнительный анализ, компьютерные технологии для обработки информации.

В 2022 г. представлены методическая база данных по химическим и токсикологическим показателям природных сред (снежного покрова и почвы) исследуемой территории.

https://ingeo.kz/?page_id=9391

Геоинформационный сервис «Каазахстан Гарыш Сапары»

В информационном веке для сохранения и поддержания естественного природного режима водных ресурсов необходим специальный информационный ресурс с обеспечением специализированными картами.

Таким универсальным ресурсом является геоинформационный сервис, служащий для нескольких целей: исследовательских, коммерческих, информационно-познавательных.

Для просмотра результатов космического мониторинга водных объектов АО «НК «Қазақстан Ғарыш Сапары» создан геосервис, предоставляющий пользователю инструменты для работы с геоданными мониторинга.

Перед конечным пользователем геосервис предстает в виде web-сайта, предоставляющего прямо в web-интерфейсе инструменты для поиска и изучения географических данных.

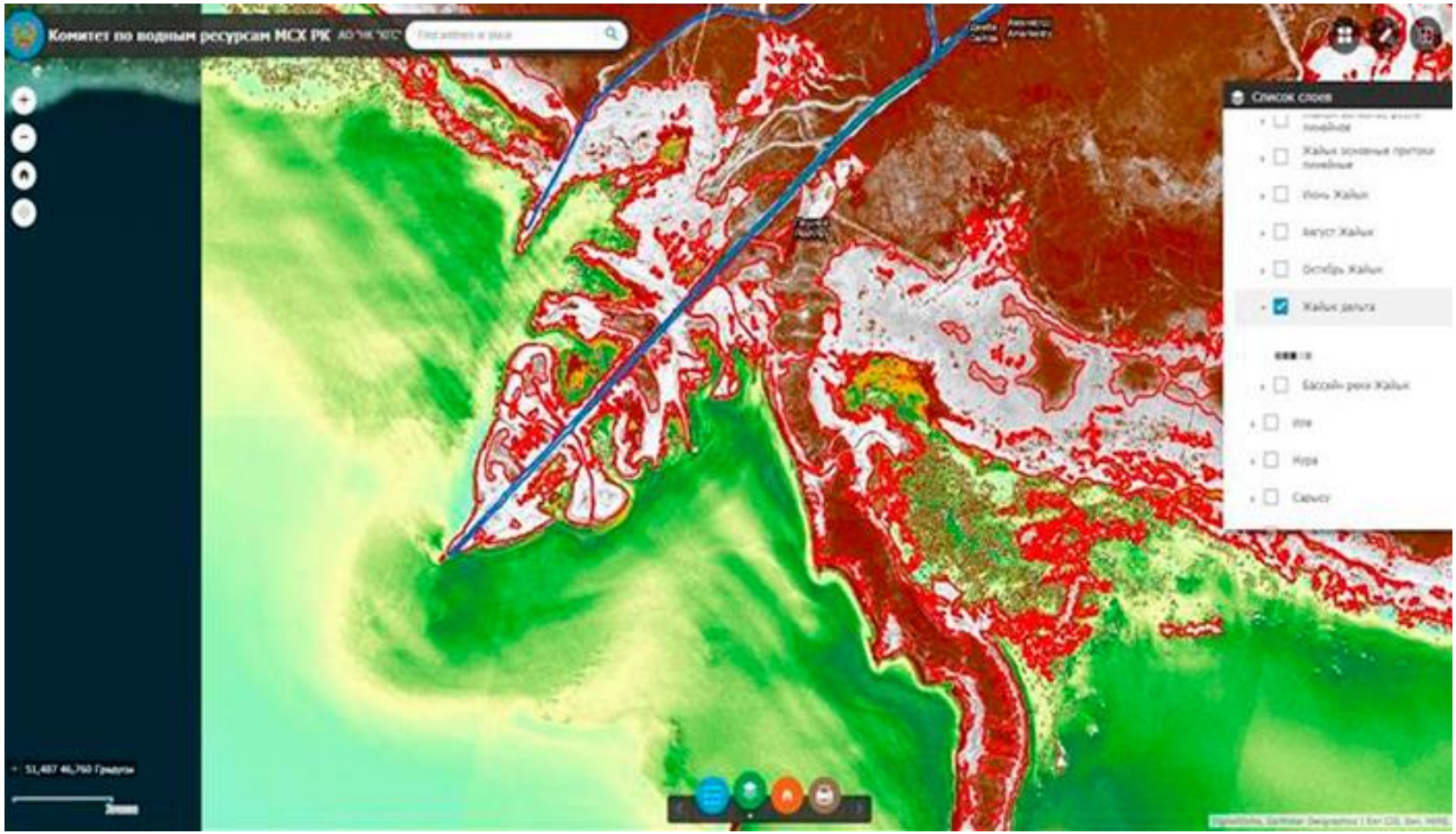
https://km.gharysh.kz/courses/water

Геоинформационный сервис «Казахстан Гарыш Сапары»



Анализ ледовой обстановки на реке Есиль

Геоинформационный сервис «Казахстан Гарыш Сапары»



Сезонная оценка динамики дельтообразования на р.Жайык

Геоинформационный сервис «Казахстан Гарыш Сапары»



Спутниковая оценка площадей орошаемых территорий РК

Ссылки на источники информации

- https://ecogosfond.kz/wp-content/uploads/2019/12/CA.D.288-Monitoring-i-upravlenie-vodnymi-resursami-v-Respublike-Kazahstan.pdf
- https://sovzond.ru/industry-solutions/water/monitoring-vodnykh-obektov/
- http://d33.infospace.ru/d33_conf/sb2010t2/157-166.pdf
- https://km.gharysh.kz/courses/water
- https://ingeo.kz/?page_id=9391
- https://www.inform.kz/ru/kak-provoditsya-monitoring-kachestva-vodnyh-ob-ektov-v-kazahstane_a3696278
- https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500012109