

Сидорина Инесса Евгеньевна

Геоинформационное картографирование в решении гидрологических задач

**Санкт-Петербургский государственный университет,
кафедра картографии и геоинформатики**

i.sidorina@spbu.ru

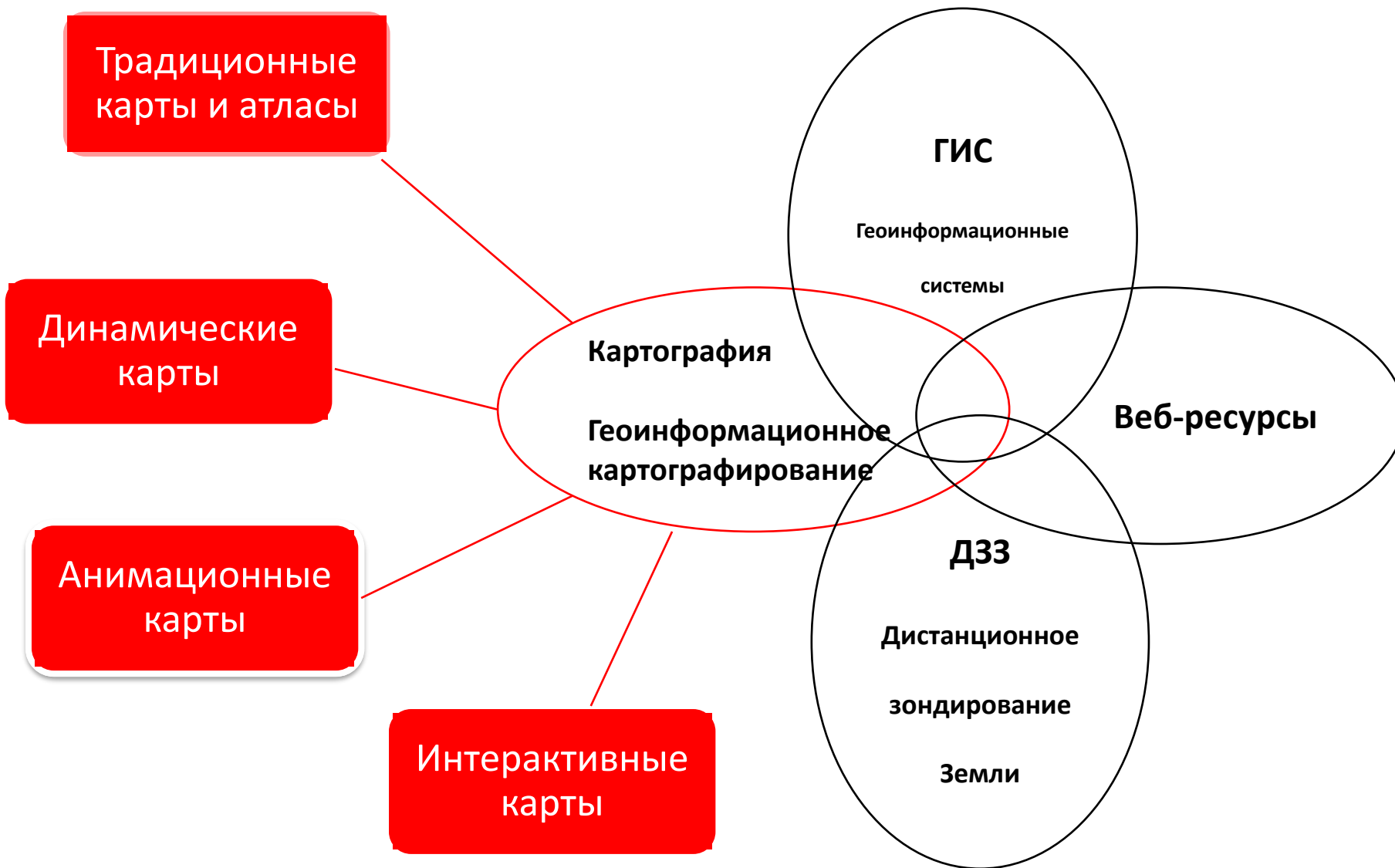
Проекты

Сотрудничество:

Лаборатория О.Шмидта ФГБУ «ААНИИ», кафедра гидрологии суши, кафедра геоэкологии СПбГУ.

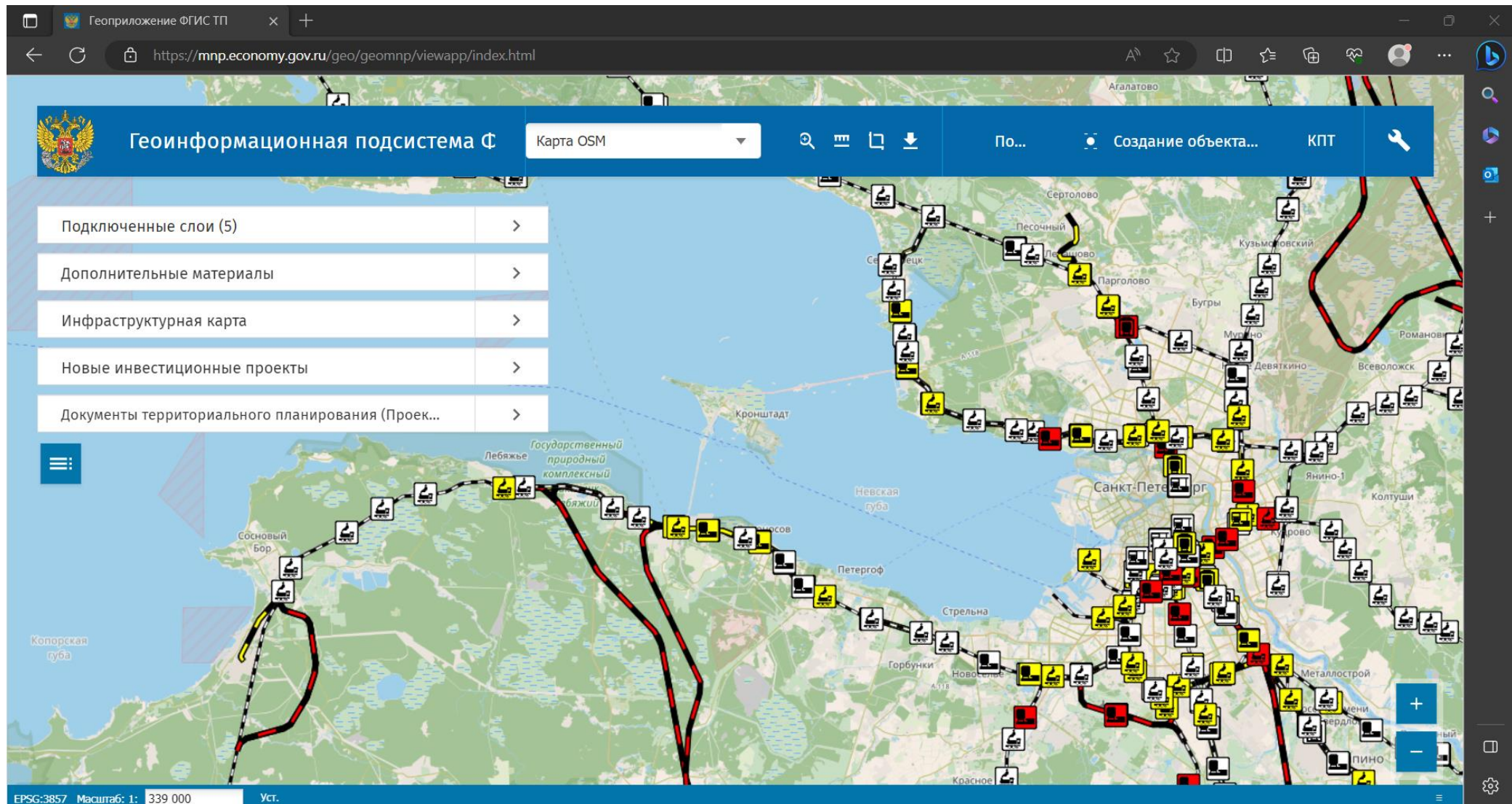
- Картографическое и геоинформационное сопровождение исследований гидрологических режимов устьевых областей арктических рек.
- Сопровождение гидрологических исследований озёр антарктических оазисов

Пространственные данные



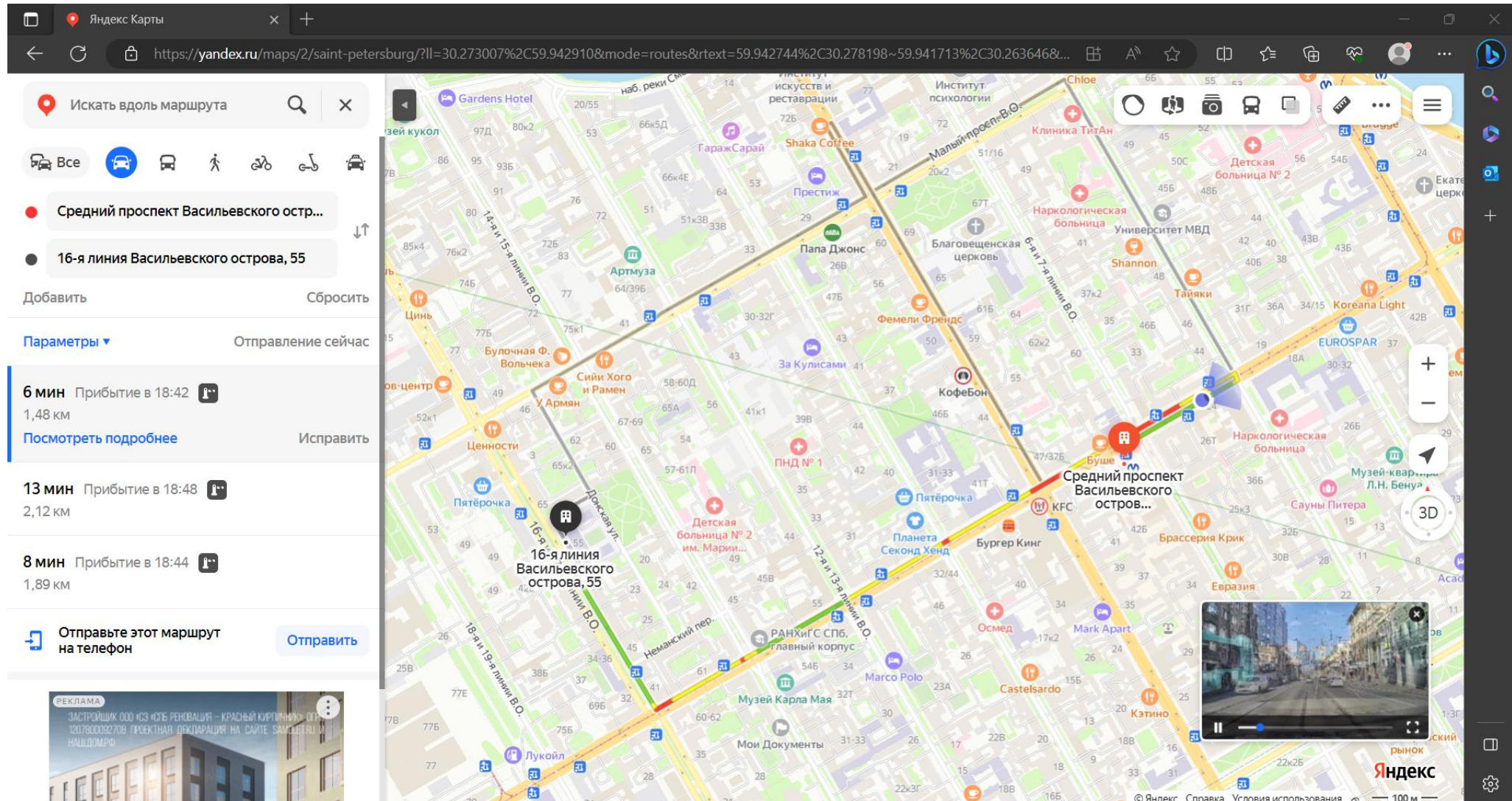
Где используются геоинформационные системы?

Для решения административных и государственных задач



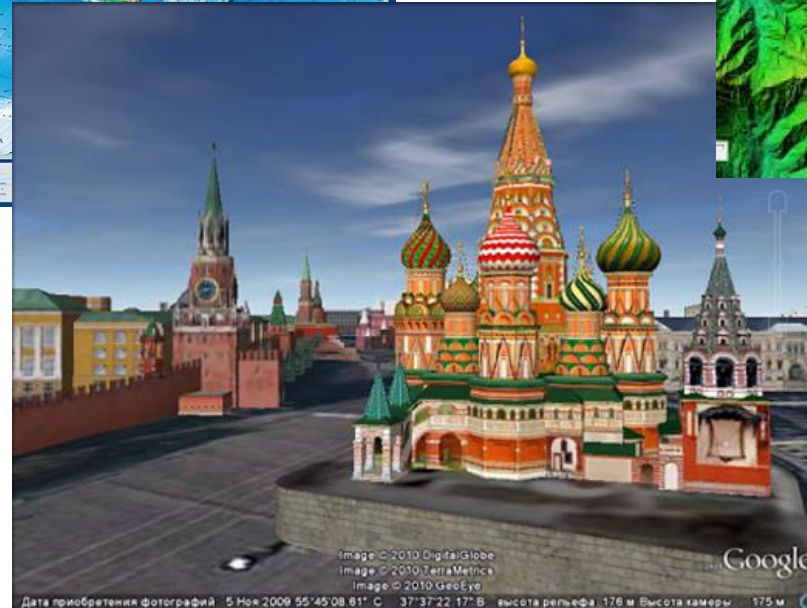
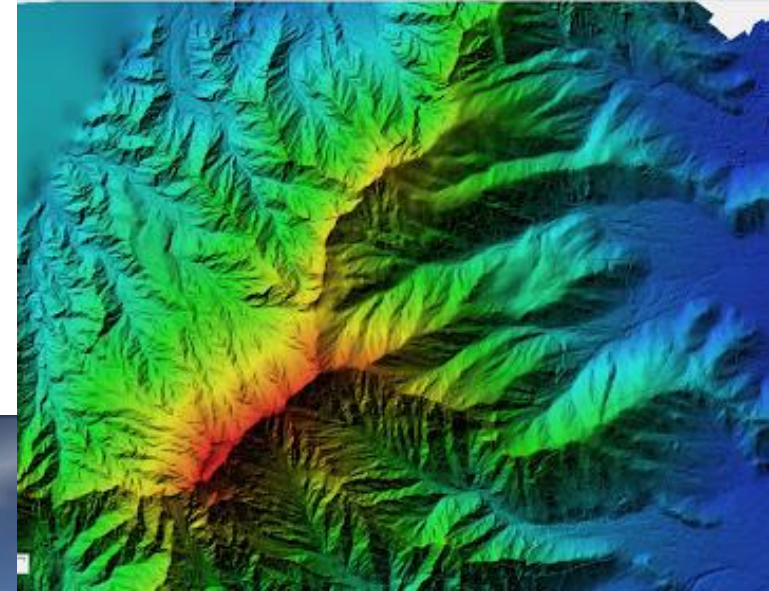
Где используются геоинформационные системы?

Для навигационных целей



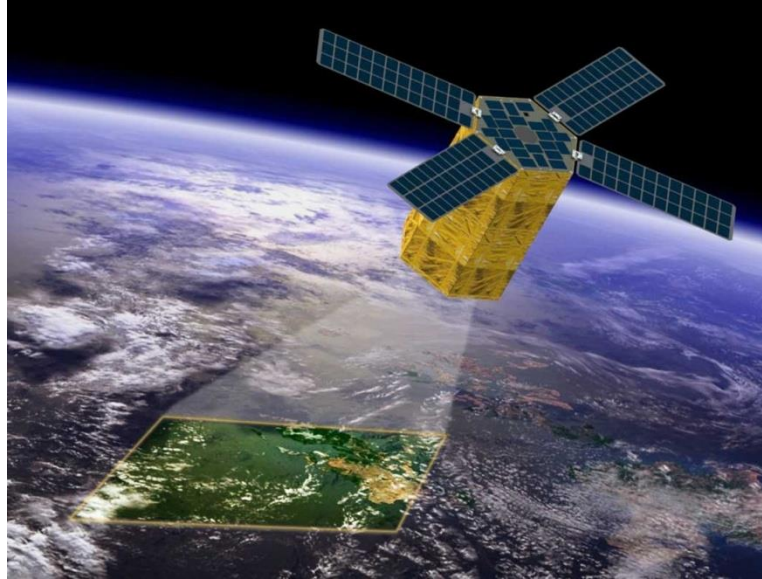
Где используются геоинформационные системы?

Для создания геоизображений



Дистанционное зондирование Земли

Спутники и
космические
аппараты

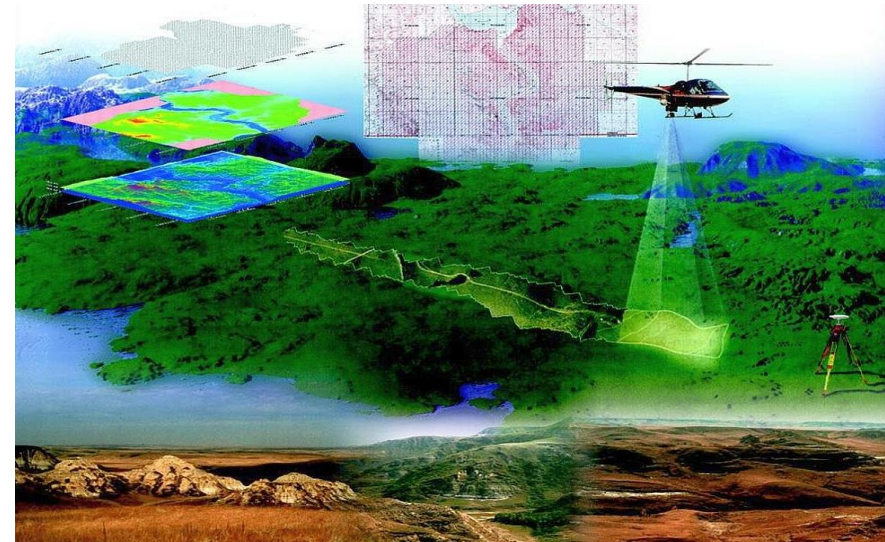


Самолёты



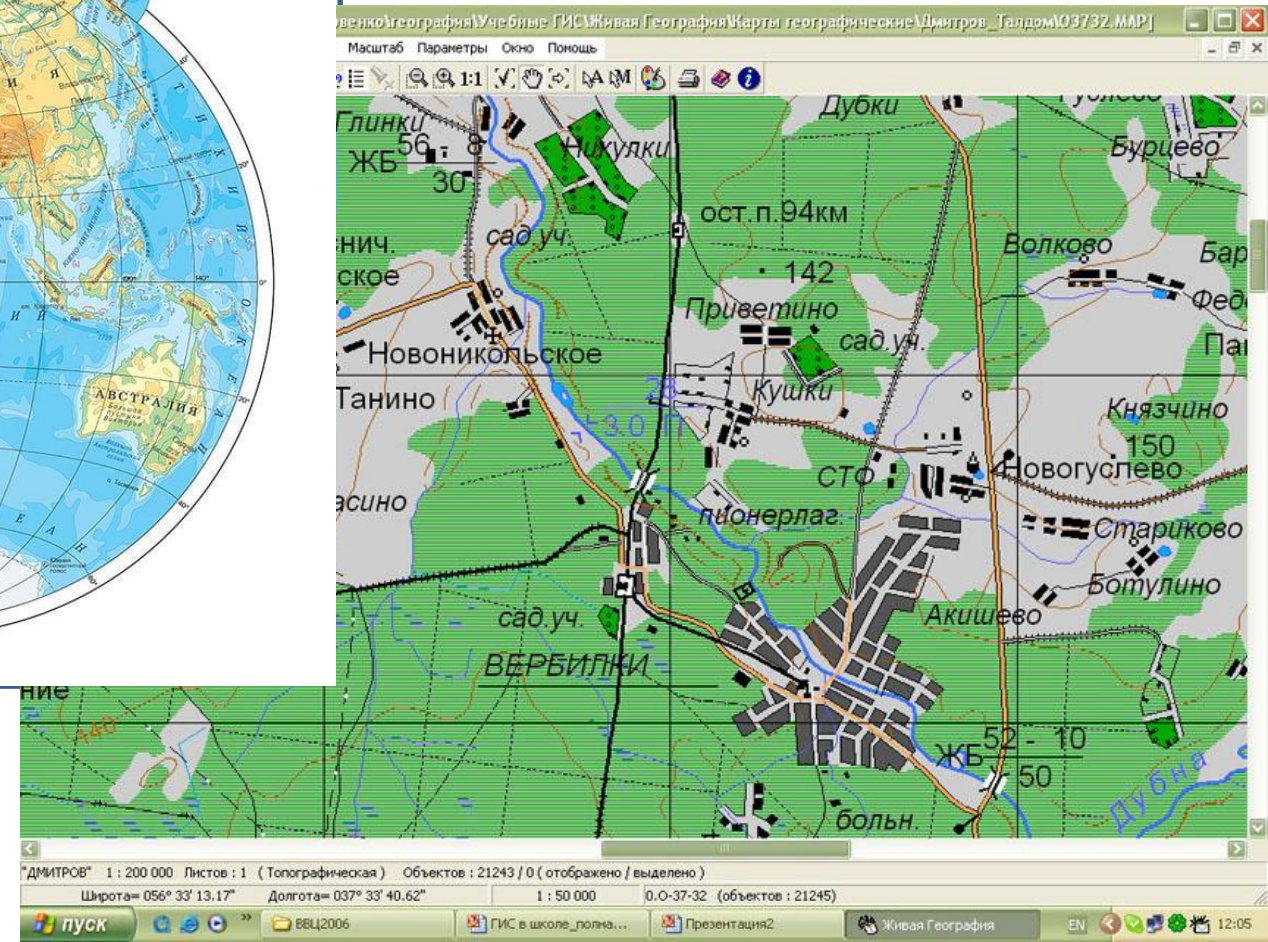
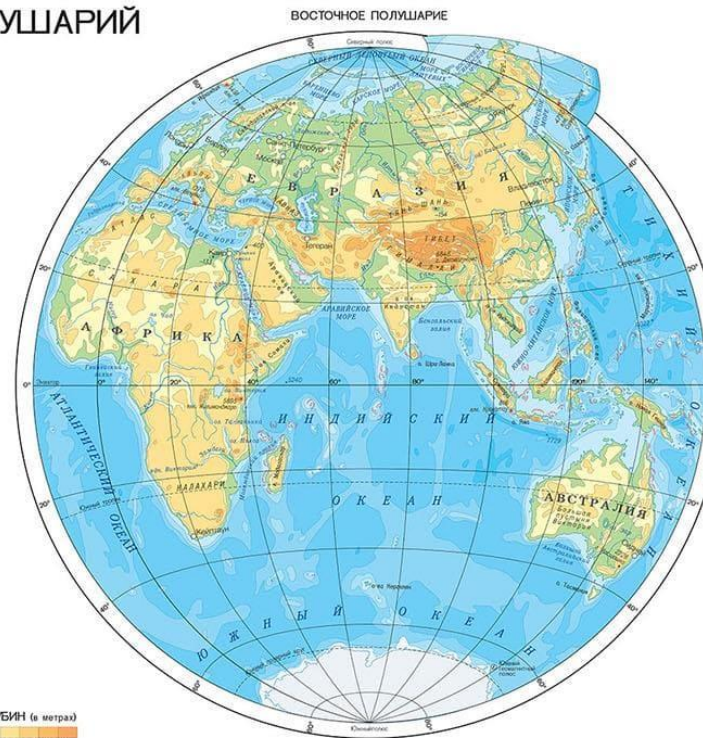
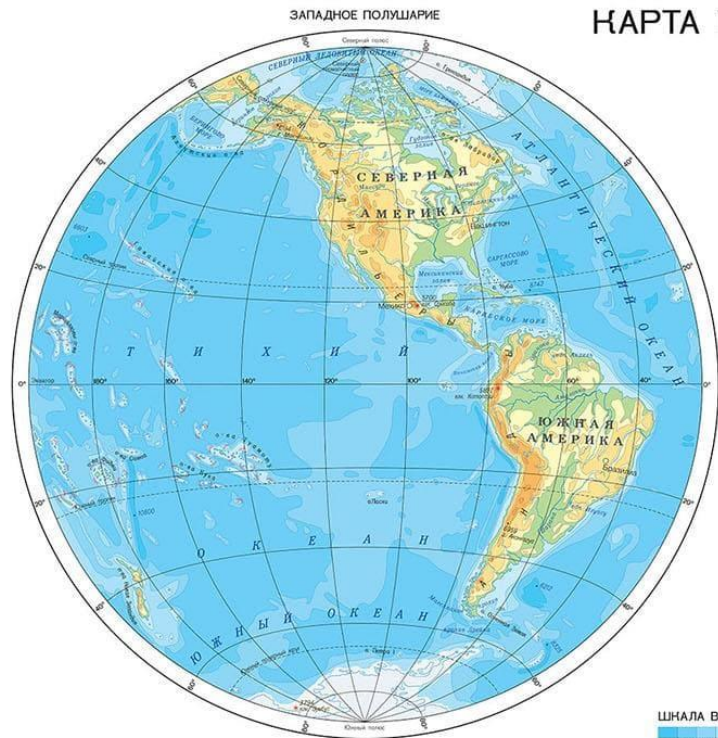
Вертолёты

Беспилотные
воздушные
суда (БВС)

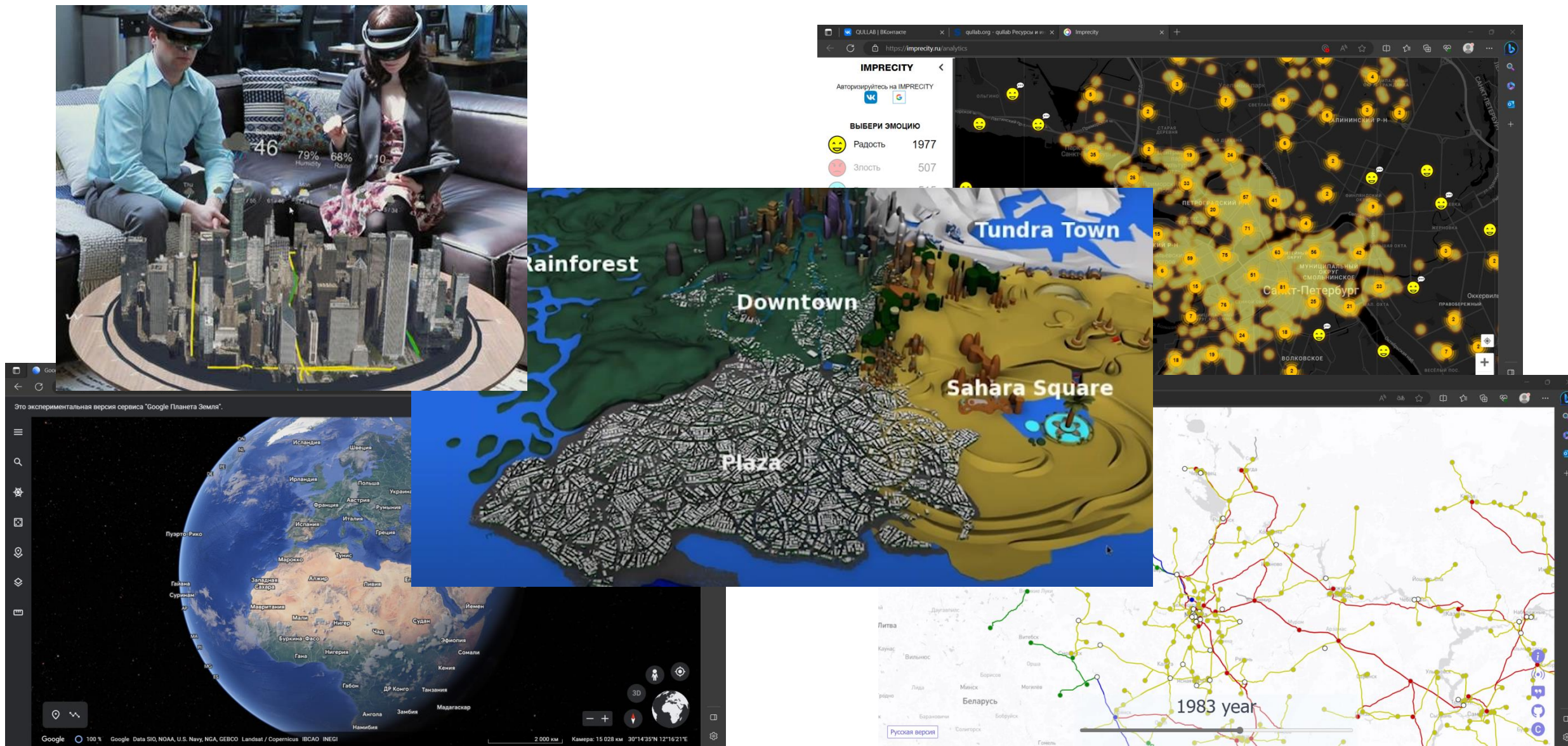


Картография

Как мы себе представляем карты?



Современная картография – это большое разнообразие геоизображений, в том числе трехмерных и интерактивных



Задачи для сопровождения гидрологических исследований можно разделить по направлениям

1. Геоинформатика:

- Создание баз данных по материалам многолетних наблюдений.
- Применение возможностей ГИС-анализа.

2. Картография:

- Выбор топографических основ, векторизация
- Подбор программы и инструментария для автоматизированного создания тематических карт
- Разработка знаковых систем, с использованием возможностей современных ГИС

3. ДЗЗ:

- Поиск снимков
- Анализ гидрологических явлений с помощью данных ДЗЗ

4. Веб-ресурсы

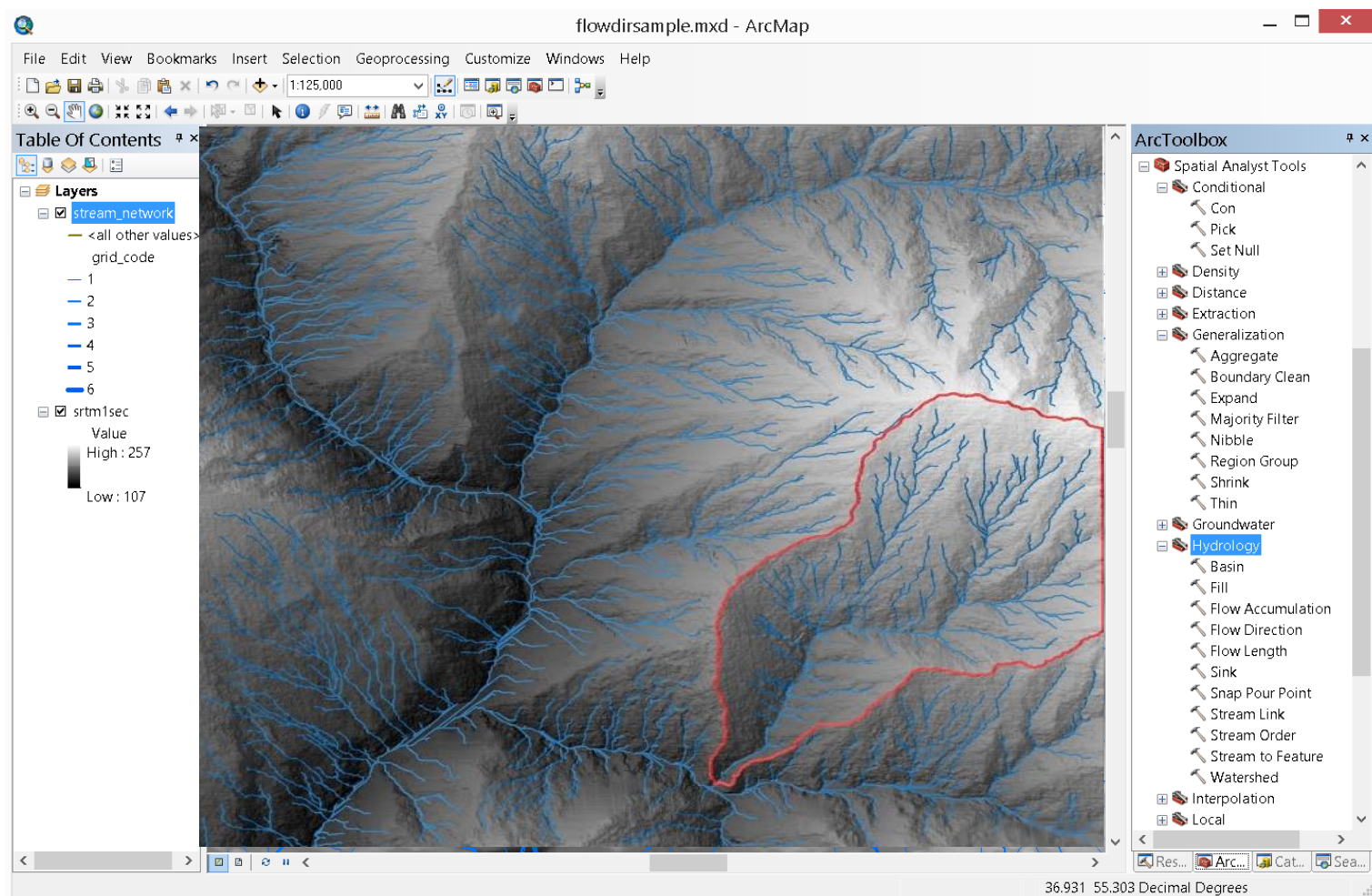
- Создание веб-проектов, например, геопорталов

Геоинформационные системы (ГИС)

- Идеально подходят для работы с огромными массивами данных (многолетние наблюдения)
- Можно автоматизировать анализ данных, использовать данные ДЗЗ, подгружать модели рельефа (например, SRTM, ALOS и т.д.).
- Есть специальный модуль в ArcGIS **Spatial Analyst for ArcGIS Desktop** со специальным блоком инструментов для анализа гидрологических данных **Hydrology**

Анализ гидрологических данных и моделирование водных систем

Spatial Analyst for ArcGIS Desktop



Алгоритм выделения водотоков:

1. Заполнение локальных понижений исходного растра (ЦМР);
2. Создание растра направления стока;
3. Создание растра аккумуляции стока;
4. Отбор пикселей в зависимости от желаемого масштаба;
5. Объединение пикселей водотока в один объект;
6. Преобразование растра в векторный объект.

Современная картография - геоинформационное картографирование

Геоинформационное картографирование - это программно-управляемое создание и использование карт на *основе ГИС и баз картографических данных и знаний*.

Главная задача ГК - создание карт как *образно-знаковых моделей* действительности;

её решение связано с применением *стандартных* и разработкой *специализированных* ГИС-технологий, а также *новых методов* картографирования на их основе.

Применение методов геоинформационного картографирования для гидрологических задач

- поиск автоматизированных способов и инструментов ГИС, максимально подходящих для анализа и **отображения** информации
- нахождение взаимосвязей между разными явлениями
- выявление зависимости гидрологических данных от рельефа, климата, антропогенных и других факторов.

Проблемы самые разнообразные.....

Самая страшная:

- **Исходные данные!**
- ✓ Недостаток данных наблюдений (сокращение гидропостов)
- ✓ Где достать векторные основы? Насколько они корректны?
- ✓ Где достать снимки, цифровые модели рельефа? Насколько они корректны?
- ✓ Доступность и секретность (крупные масштабы, 50 лет)
- **Проблемы картометрии.**
- ✓ Измерение длин извилистых линий.
- ✓ Измерение площадных объектов
- ✓ Переход от линейных к площадным объектам

Сложности картографирования

+ Разнообразное, быстро развивающееся ПО и многообразие видов картографических произведений:

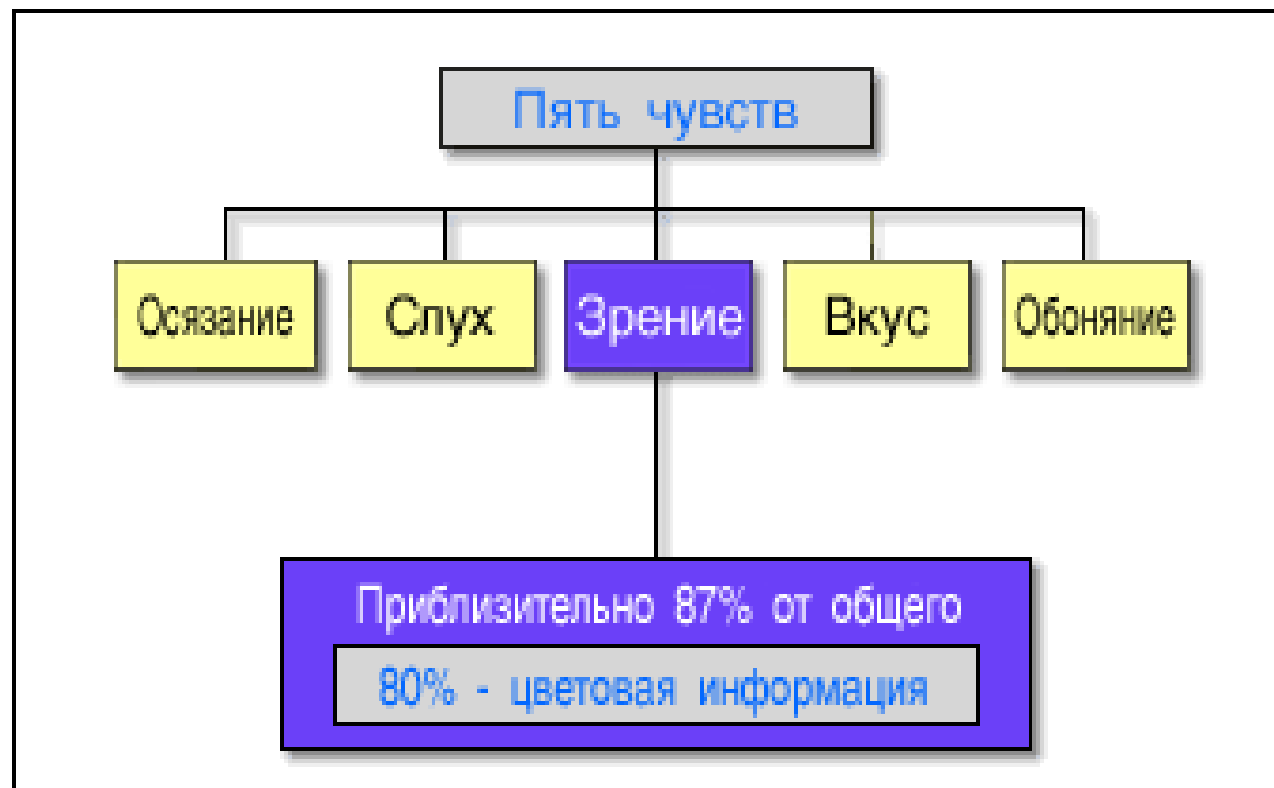
- Печатные карты и атласы , электронные карты и атласы, веб-проекты и т.д.

- Ограниченные возможности для автоматизированного создания тематических карт:

- Доступность ПО
- Недостаточно удобные инструменты для реализации способов картографирования (особенно для построения диаграмм)

Восприятие

Доля информации, получаемой человеком через зрение.



Люди имеют пять чувств: вкус, обоняние, осязание, зрение и слух.

Доля информации, получаемой через зрение составляет 87% от общей, 80 же процентов из нее, в свою очередь, составляет цветовая информация.

Восприятие

- При картографировании мы вторгаемся в области, далекие от географических специальностей.
- В современных образовательных программах для картографов – геоинформатиков изучение дисциплин **компьютерная графика, компьютерный дизайн** : преобразование плоскости, растровая и векторная графика, шрифты, построение объектов и символов, цветовые модели, основы цветоведения, оптические иллюзии и т.д.

С использованием графических редакторов



CorelDRAW



Adobe Illustrator



Adobe Photoshop



GIMP

анализа



Inkscape

Проблема:

- Не предназначены для работы с большими массивами данных
- Графические пакеты не умеют обрабатывать географическую информацию

С использованием ГИС

MapInfo



ArcGIS



QGIS



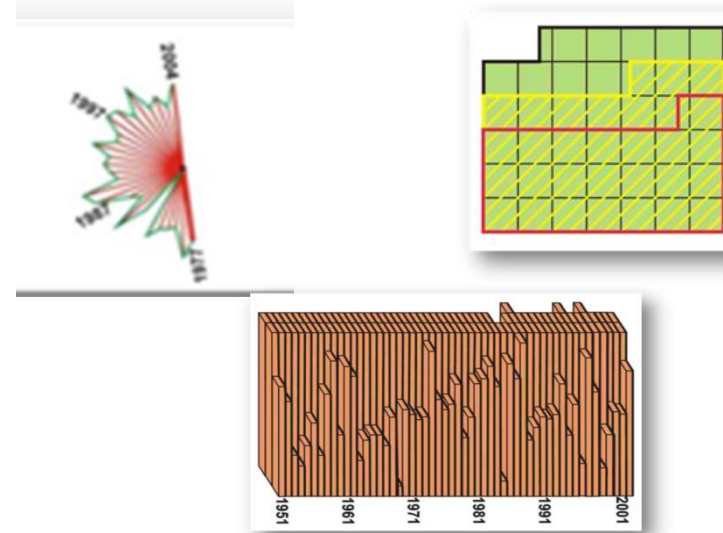
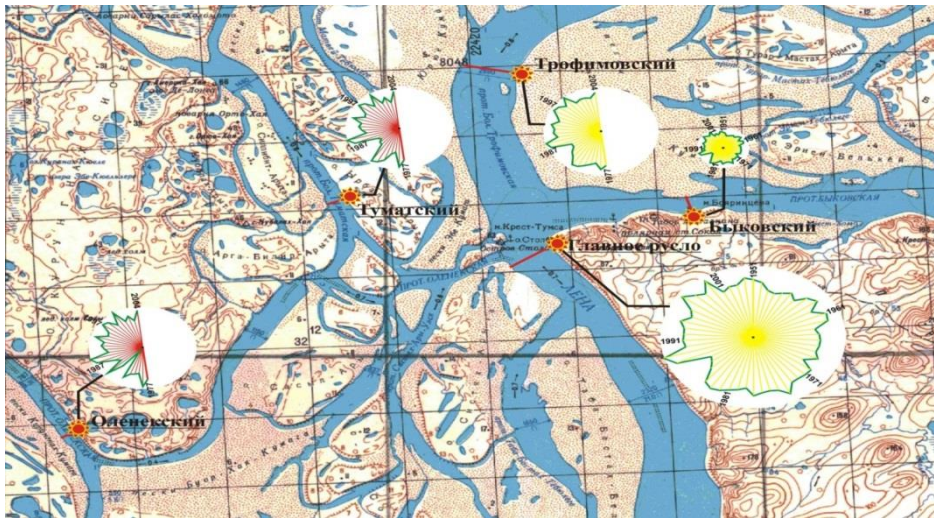
NextGIS



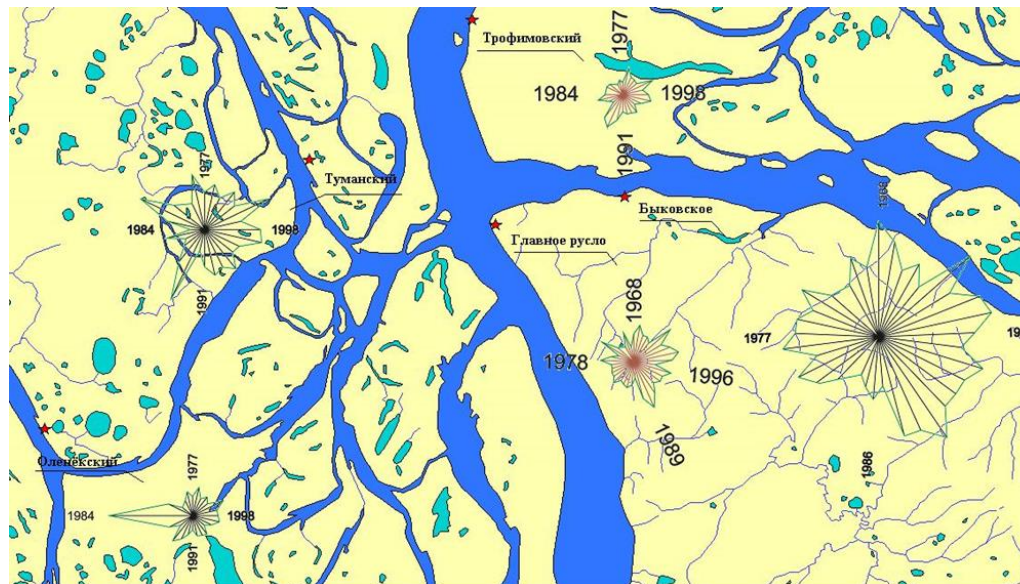
Проблема:

Ограниченные возможности для визуализации

Фрагменты карт и условных обозначений (первые попытки в Mapinfo)

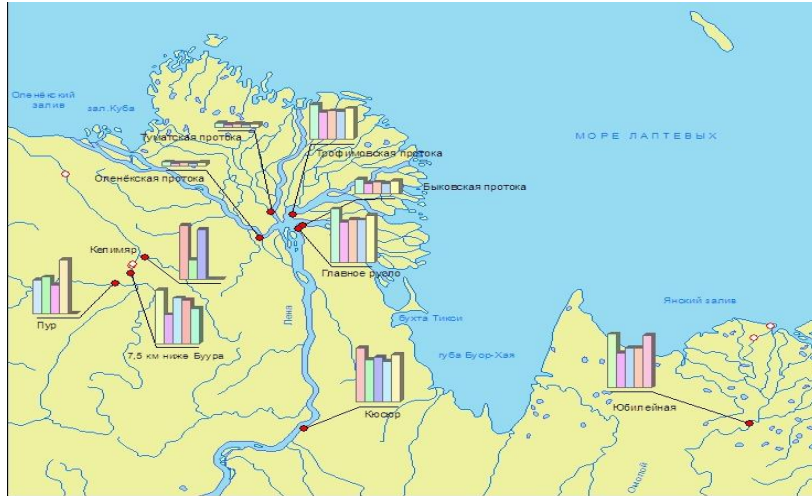


Расход воды

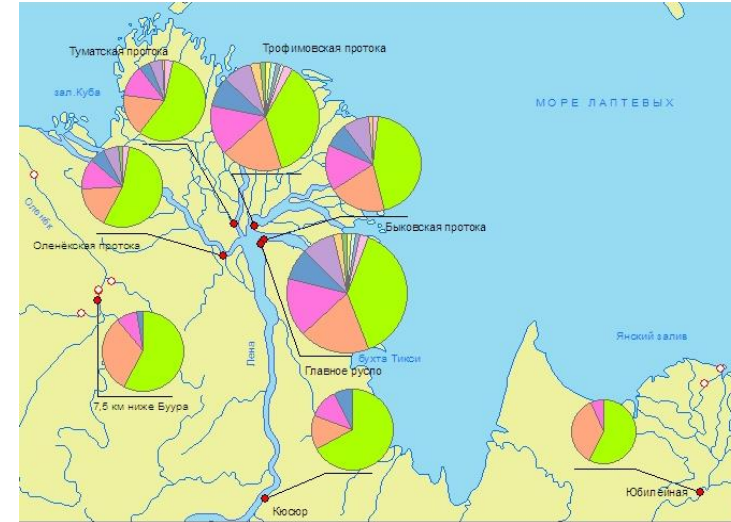


Инструментарий ArcGIS

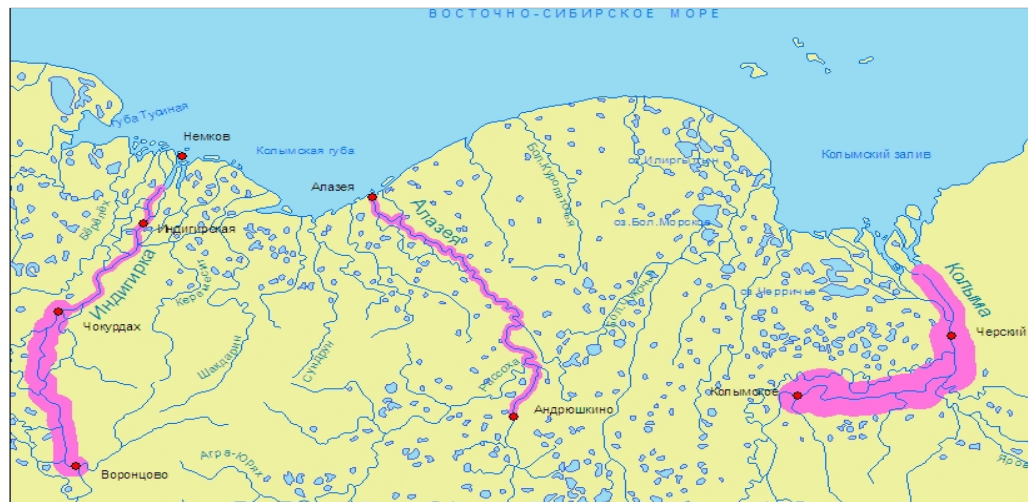
Среднегодовой расход воды



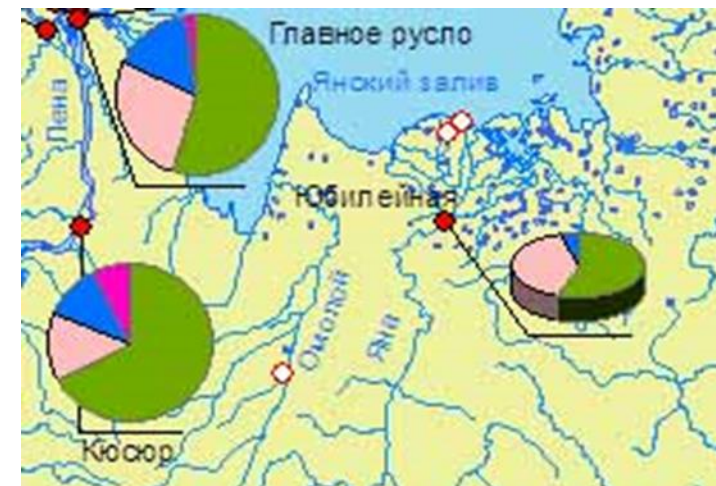
Средний расход воды по месяцам



Весенний ледоход по длине реки



Средний расход наносов по месяцам



Локализованные диаграммы

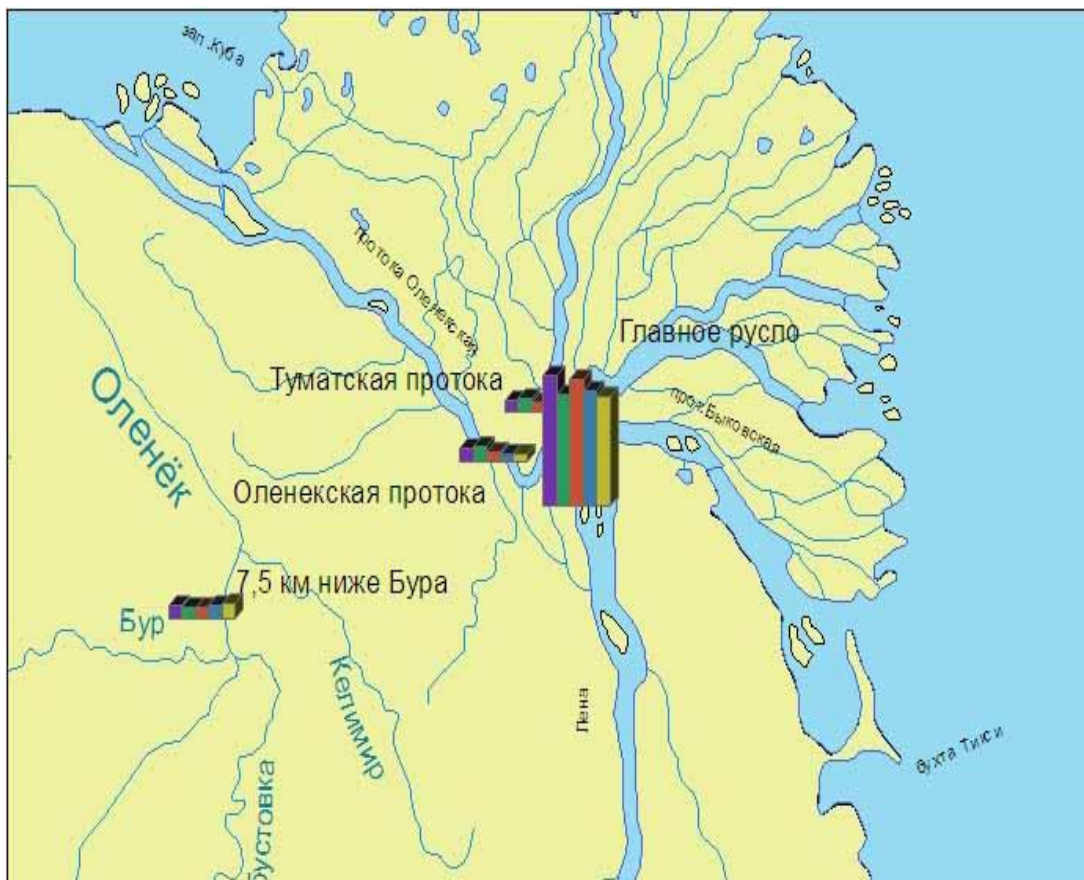
Столбчатые

Недостатки:

Некорректное отображение
данных

Локализованные диаграммы привязаны к гидропостам, которые расположены на берегах рек и **диаграммы перекрывают реки.**

Гидрологические показатели имеют большой разброс в значениях (например, расход воды) - **трудно подобрать шкалы для диаграмм.**

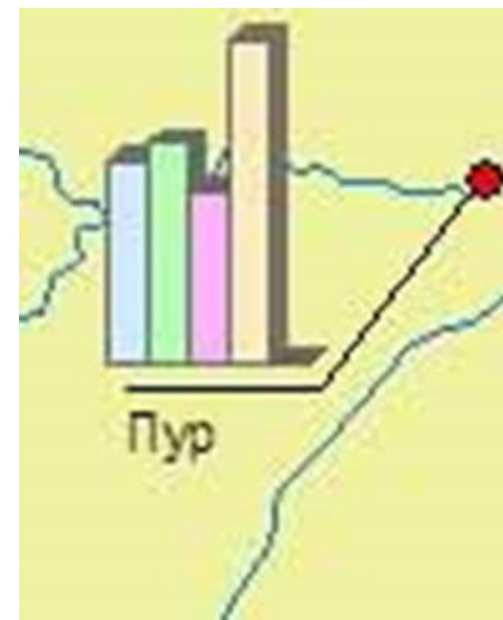




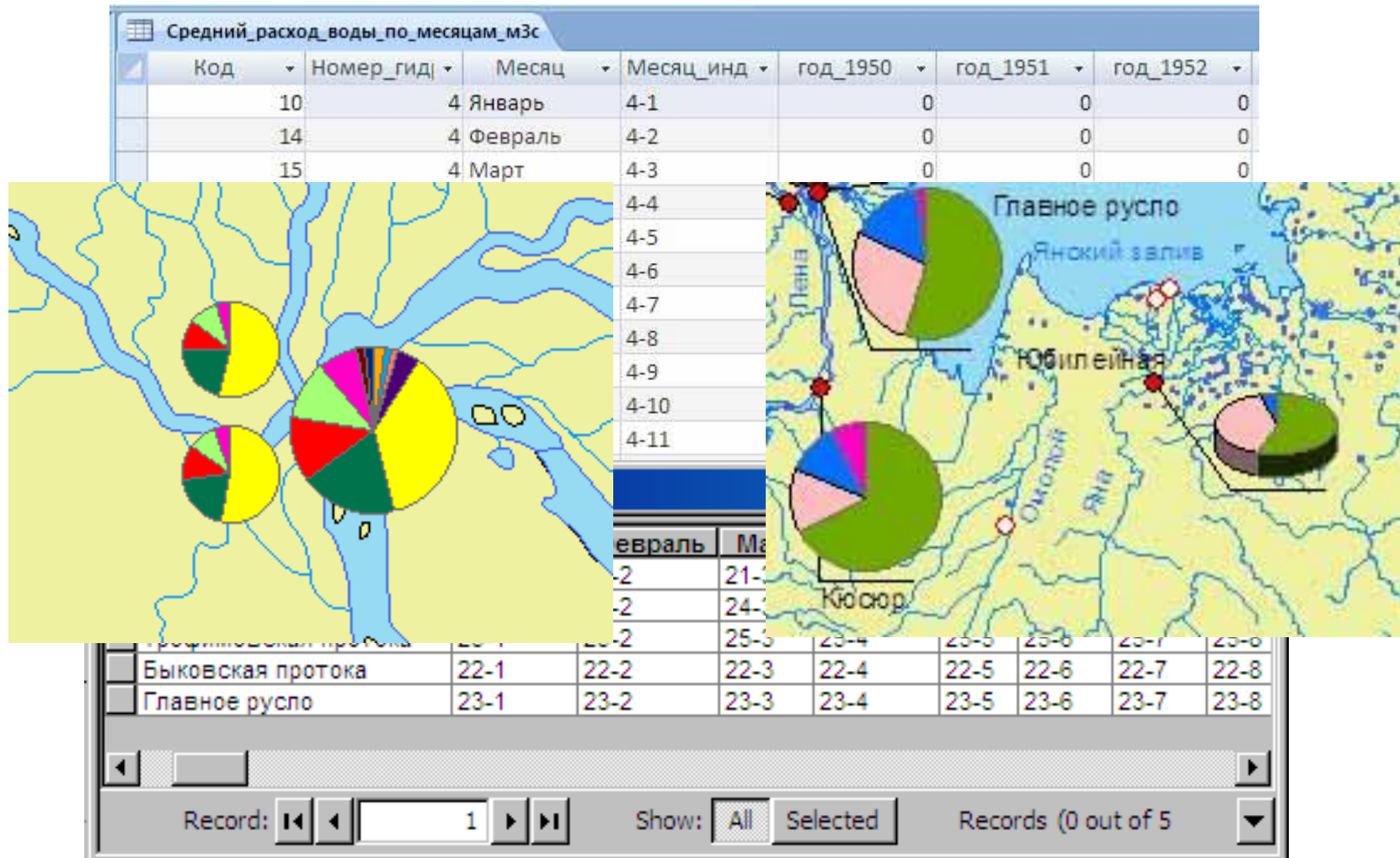
Чтобы диаграммы не заслоняли реки и не перекрывали друг друга, их можно поместить «на полочку».

НО!

- дополнительные точечные слои
- дополнительный линейный слой



Круговые диаграммы



Знаки движения

С помощью создания буферных зон



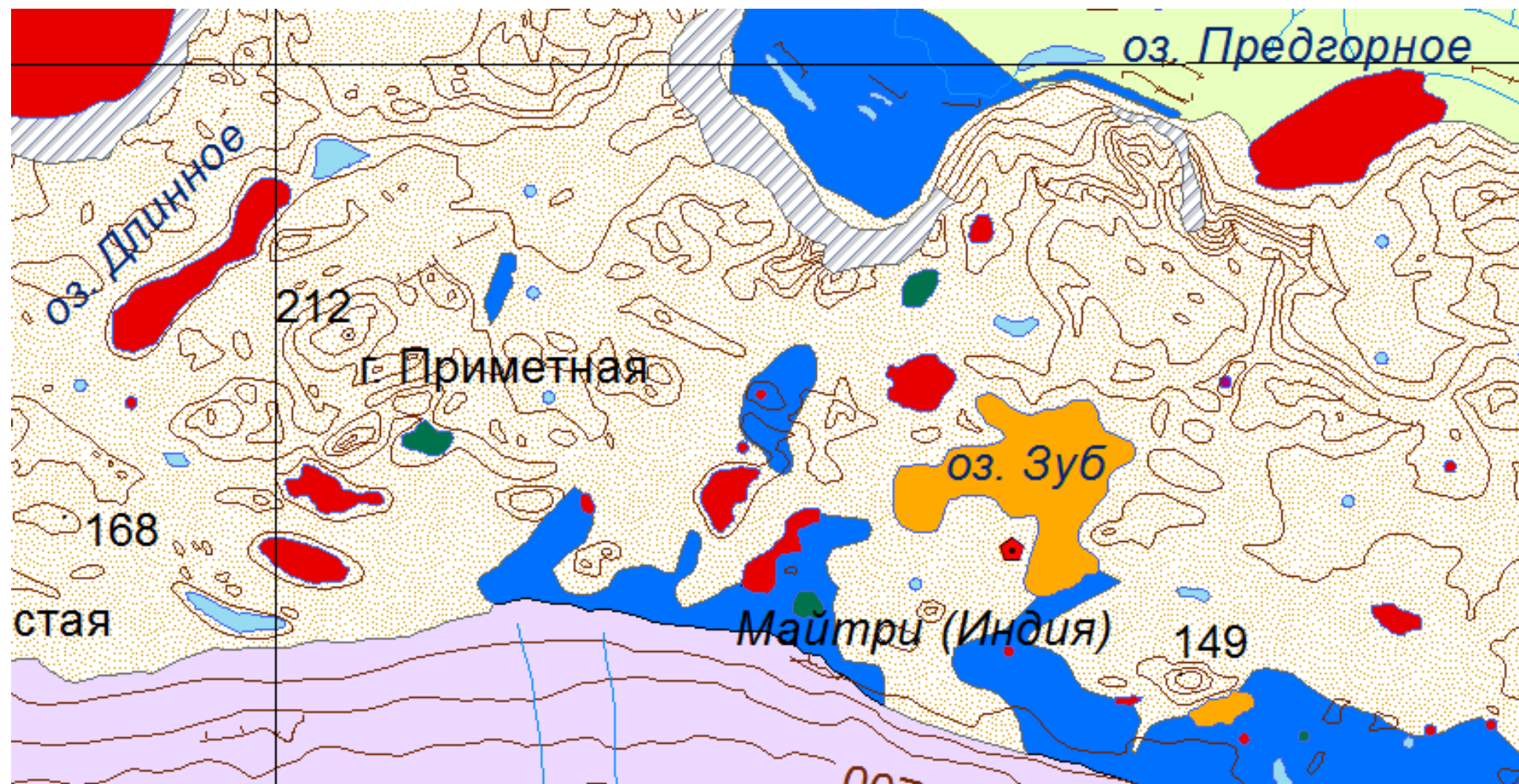
Продолжительность ледовых явлений

Обводка

Показатели: кислотность, минерализация и типы озёр (у оазиса Ширмахера)



Заливка



Корректность визуализации

- Исходные гидрологические данные - в виде **цифр, графиков, диаграмм.**

Корректное пространственное отображение и выбор знаковых систем дают представление о пространственном распределении явлений и возможность для анализа информации, установления взаимосвязей и принятия решений.

Примеры из студенческих работ

Задание: Отобразить средствами ГИС данные (сколько получится, чем больше, тем лучше)

Фрагмент из базы данных по устьевым зонам арктических рек:

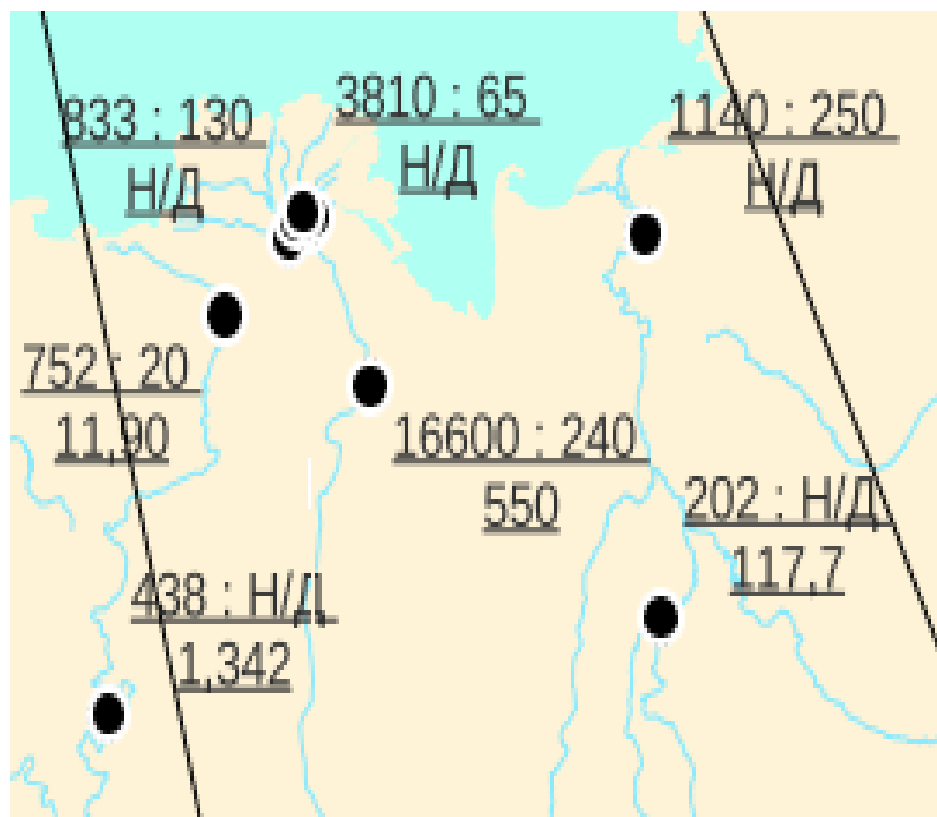
- координаты пунктов наблюдения
- расход воды
- расход наносов
- среднемесячная температура воды
- продолжительность ледостава
- мутность воды
- толщина льда и высота снега

Подписи обозначают:

Среднегодовой расход воды : среднегодовые расходы наносов

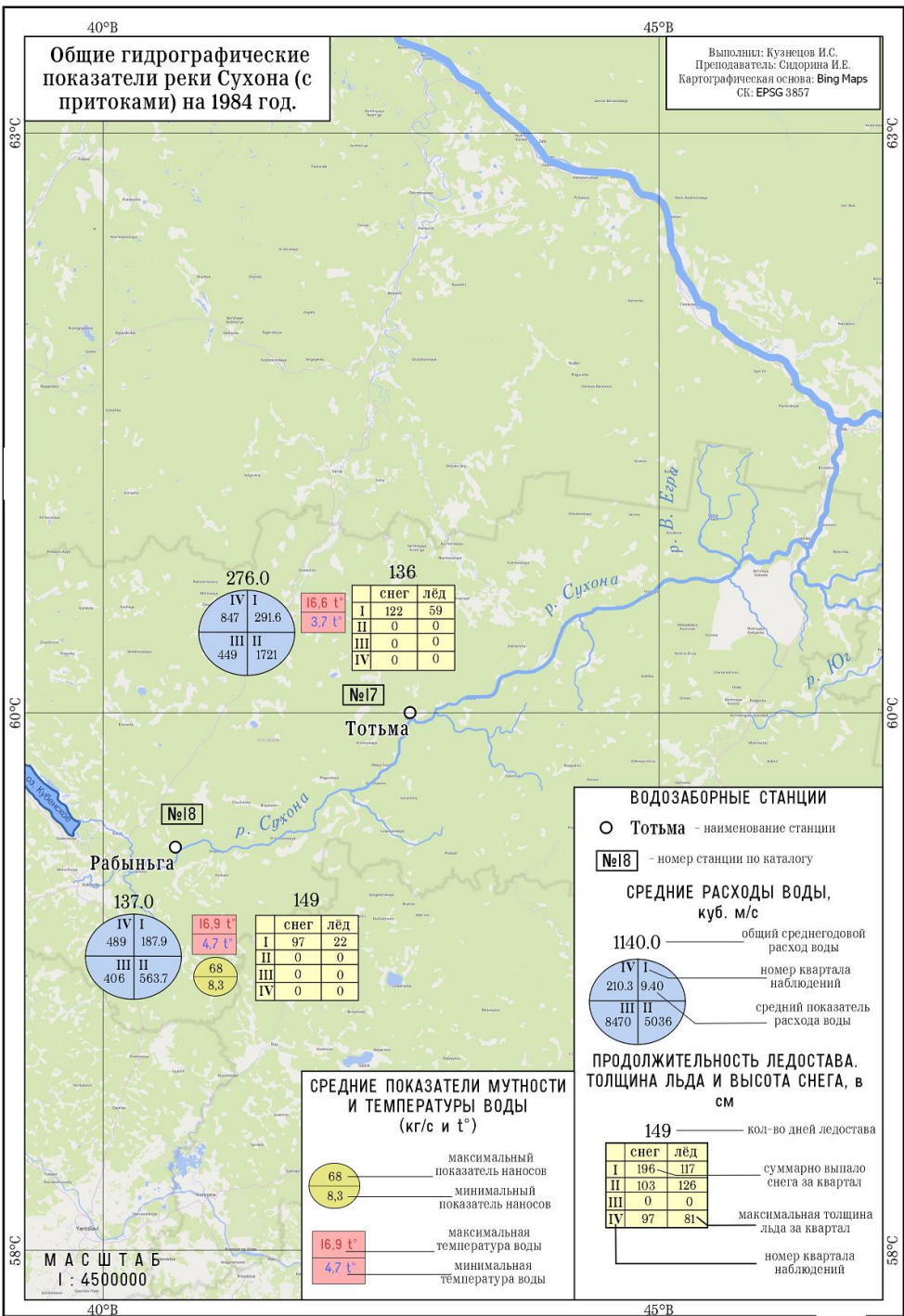
среднегодовая мутность воды

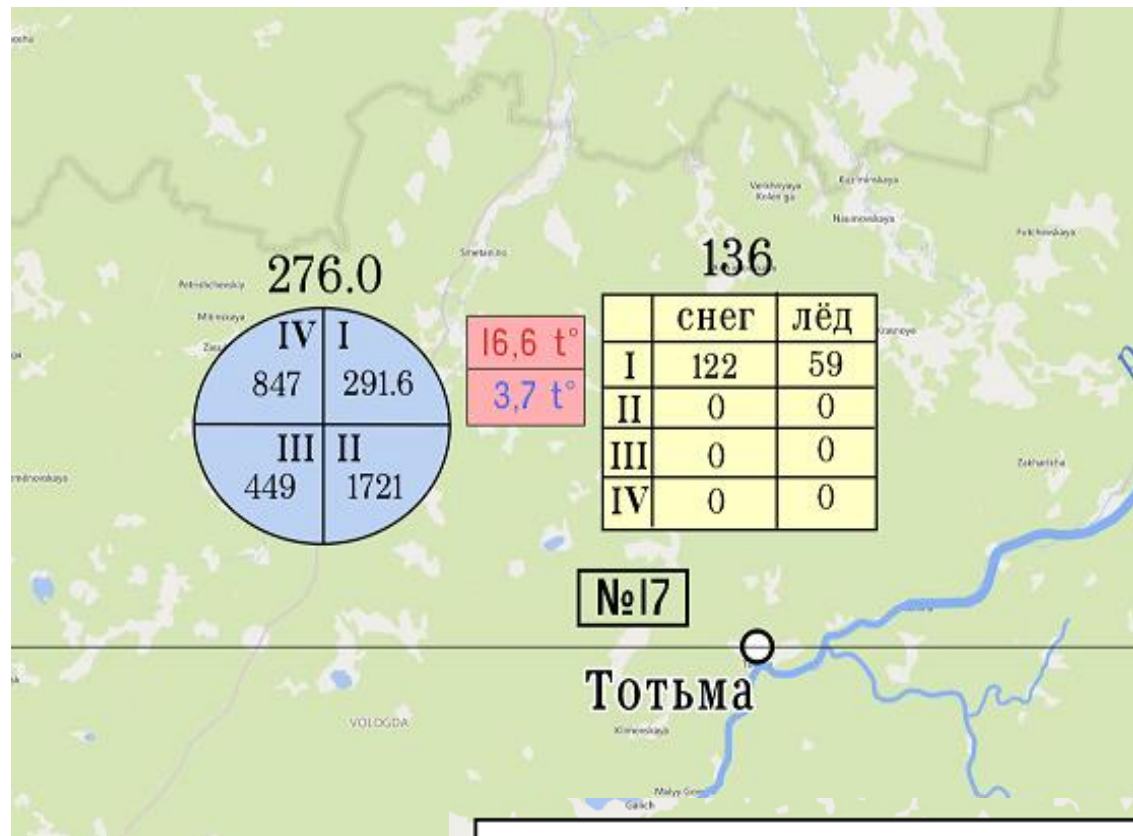
Н/Д - нет данных



Среднегодовой расход воды,
среднегодовые расходы наносов,
средняя мутность воды по данным
гидрологических постов.
Азиатская часть России.







СРЕДНИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МУТНОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ (кг/с и t°)



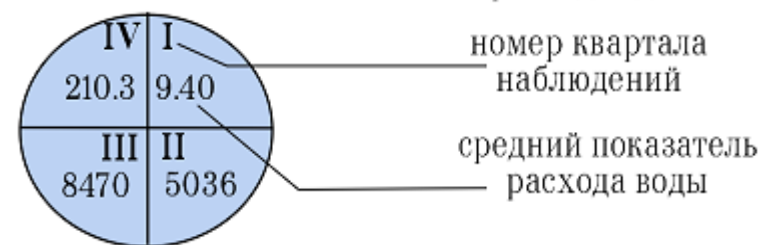
ВОДОЗАБОРНЫЕ СТАНЦИИ

○ Тотьма — наименование станции

№18 — номер станции по каталогу

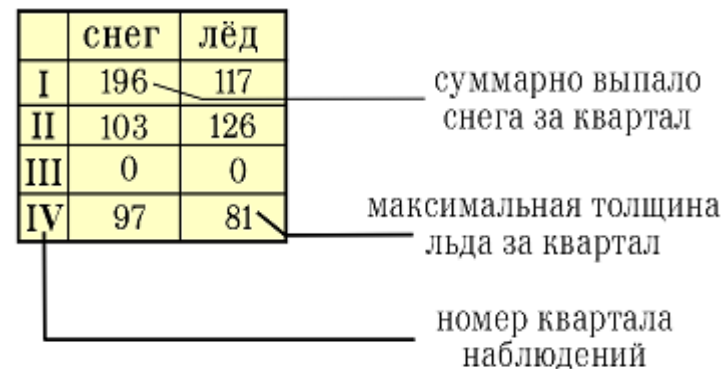
СРЕДНИЕ РАСХОДЫ ВОДЫ, куб. м/с

1140.0 — общий среднегодовой расход воды

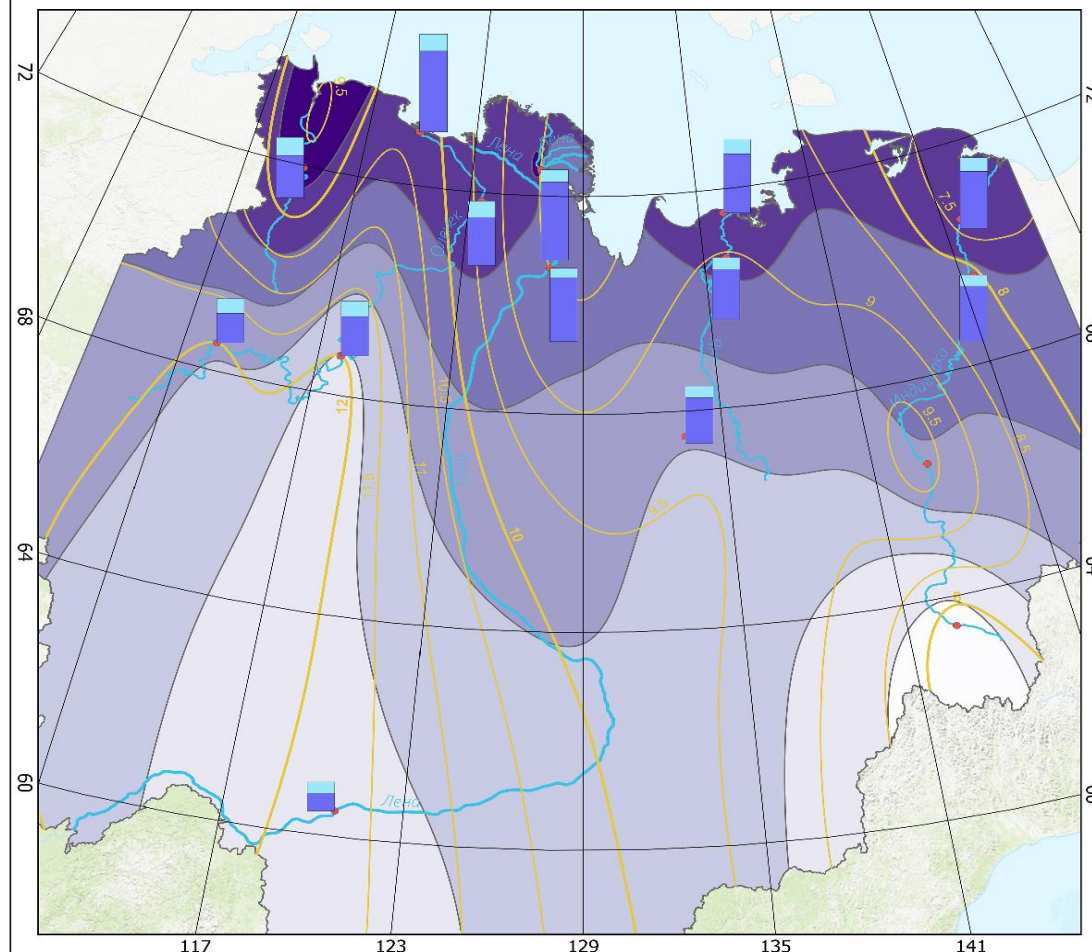


ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЛЕДОСТАВА. ТОЛЩИНА ЛЬДА И ВЫСОТА СНЕГА, в см

149 — кол-во дней ледостава



Карта гидрологических параметров арктических рек Якутии: Анабар, Оленек, Лена, Яна, Индигирка



Условные обозначения

Масштаб 1:10 000 000

• Гидропосты

Реки

Лена

Средняя температура воды, С

9,5

Продолжительность ледостава, дней

144 - 160

160 - 180

180 - 200

200 - 220

220 - 240

240 - 260

260 - 269

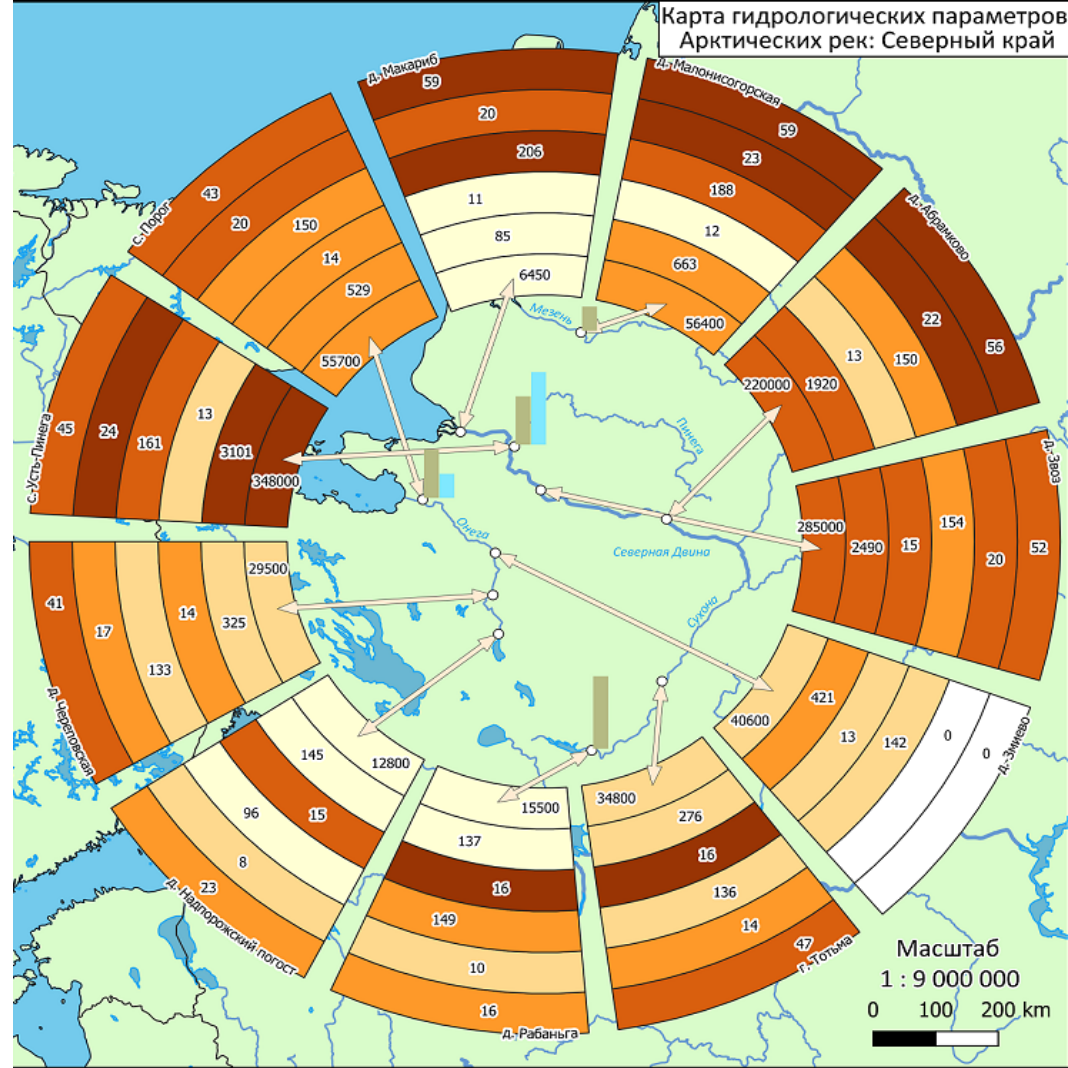
Толщина льда и высота снега, см

170 снег

лед

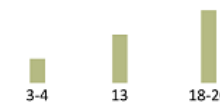
0

Карта гидрологических параметров
Арктических рек: Северный край



К л ю ч к о л ь ц а м

Среднегодовая мутность
воды, мг/л

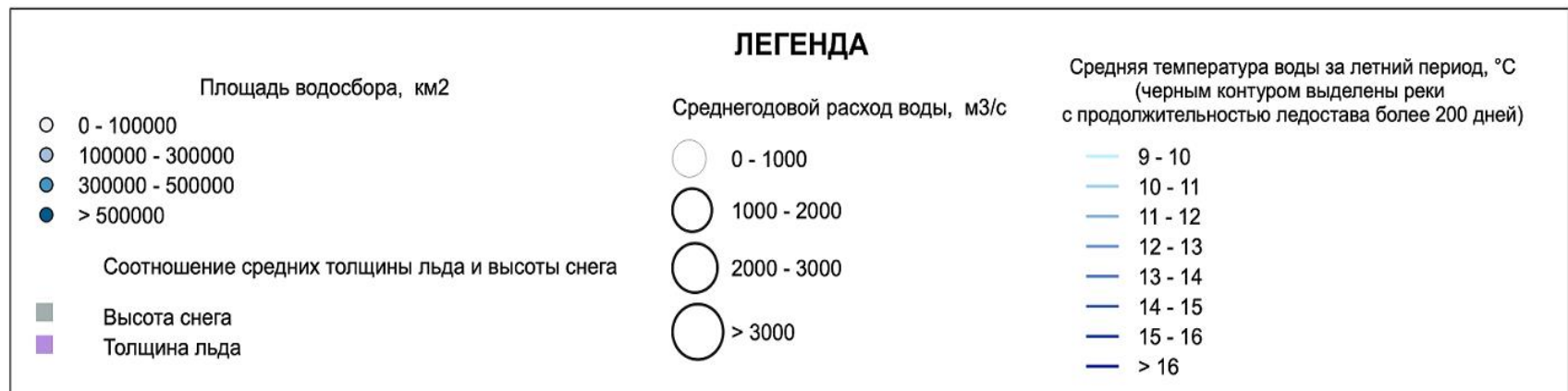
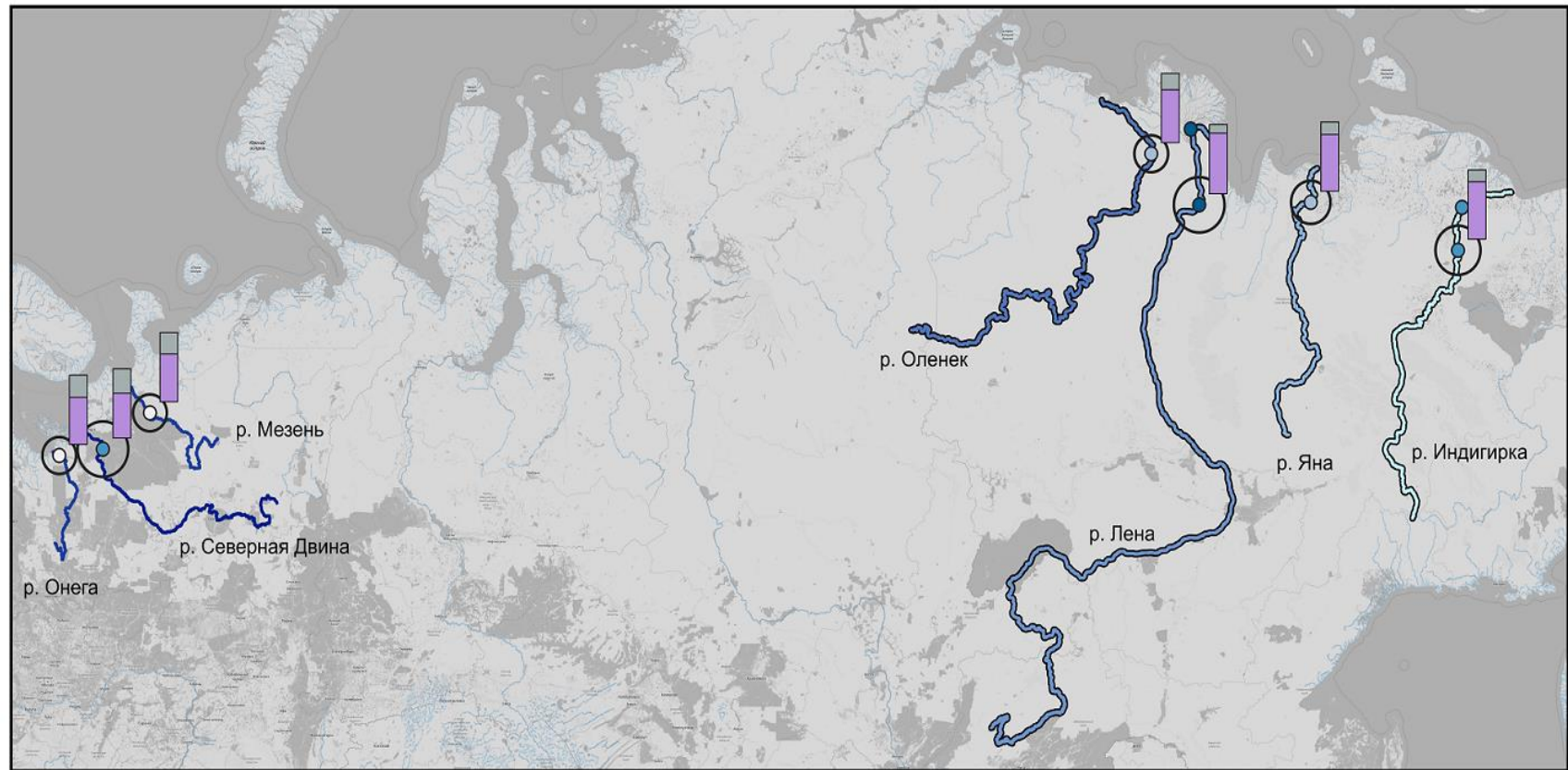


Среднегодовой расход
наносов, кг/с



Гидрологические параметры		Интервалы					
1) S водосбора, тыс. км2		350	220-285	55-57	29-41	6-16	-
2) Средний расход воды, м3/с		3100	1900-2500	400-700	250-350	80-150	-
3) Среднегодовая температура воды, °C		15-16	14-15	13-14	12-13	11-12	-
4) Продолжительность ледостава, дни		206	160-190	150-160	130-150	96	-
5) Среднегодовая высота снега, см		22-24	20	14-17	8-10	-	Н/д
6) Среднегодовая толщина льда, см		50-60	40-50	15-25	-	-	Н/д

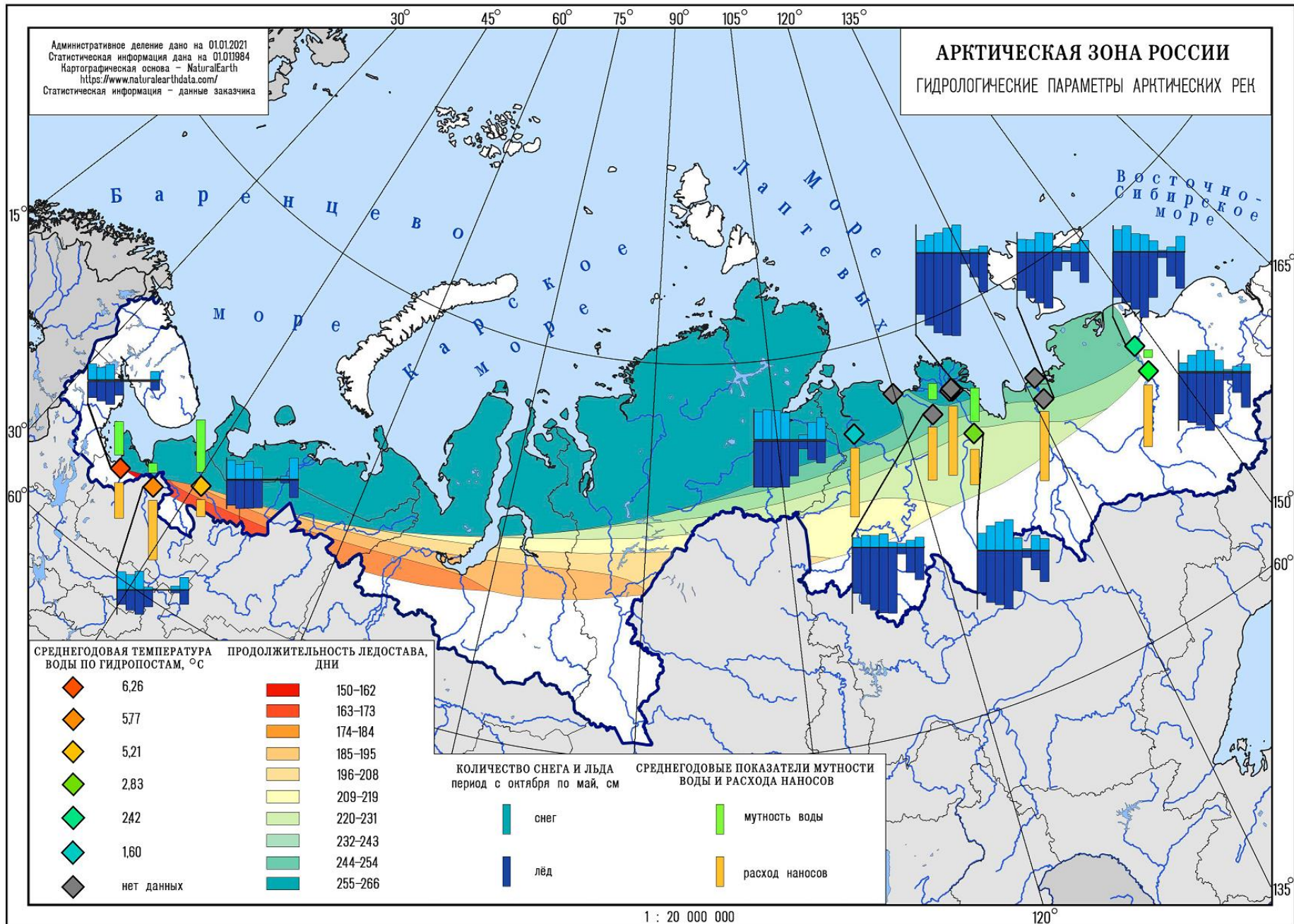
КАРТА ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АРКТИЧЕСКИХ РЕК ПО ДАННЫМ 1984 Г.



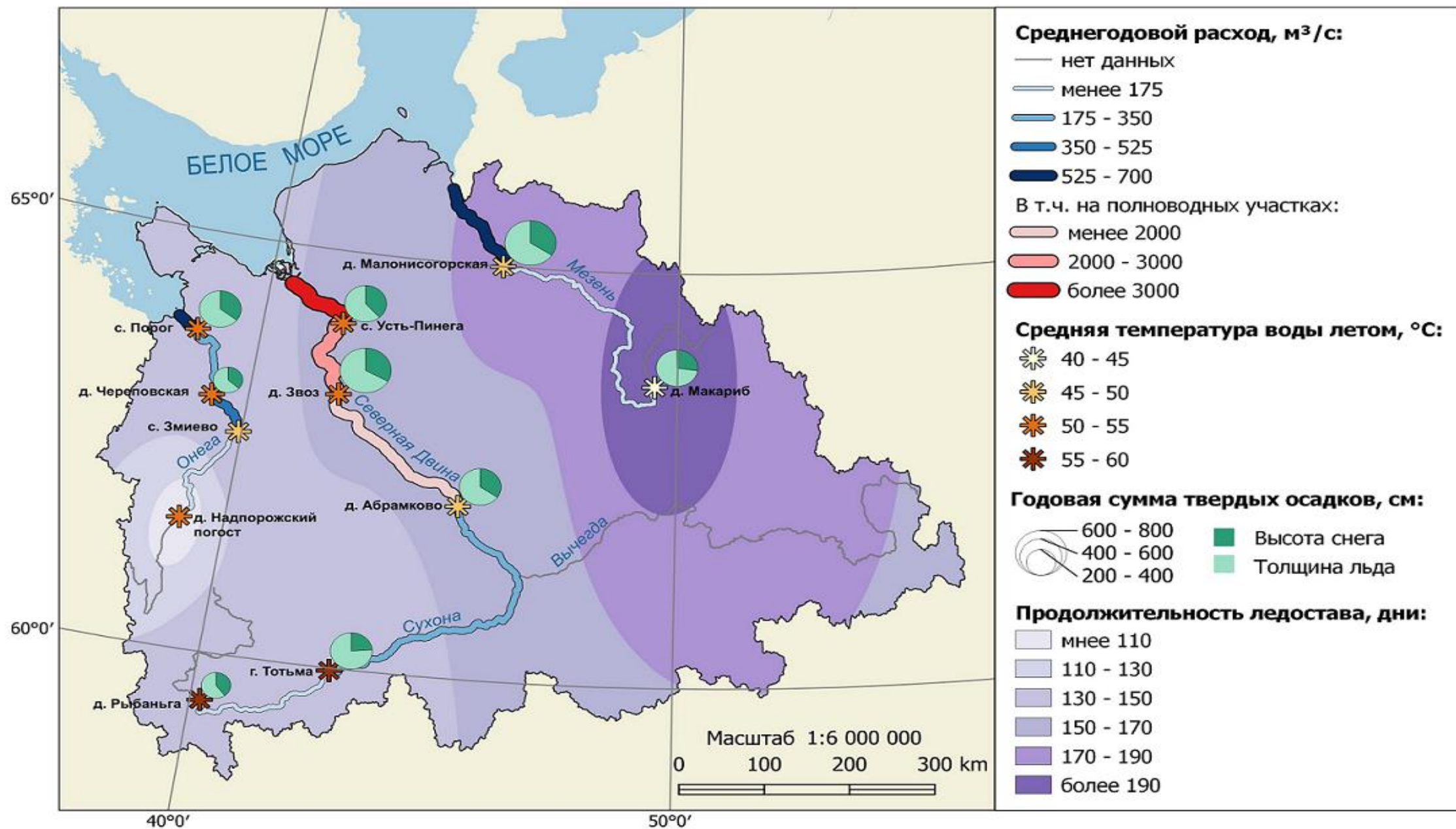
Административное деление дано на 01.01.2021
Статистическая информация дана на 01.01.1984
Картографическая основа - NaturalEarth
<https://www.naturalearthdata.com/>
Статистическая информация - данные заказчика

АРКТИЧЕСКАЯ ЗОНА РОССИИ

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ АРКТИЧЕСКИХ РЕК



Гидрологические характеристики рек Онега, Северная Двина и Мезень (1984 г.)



Выводы

Подведем итог:



много возможностей для:

- хранения, анализа и отображения данных

много форм для картографирования:

карты (бумажные и электронные, интерактивные, в том числе анимационные и статичные, веб-карты и веб-ресурсы, 2D и 3D модели)

дистанционное зондирование Земли дает прекрасные возможности для мониторинга и моделирования гидрологических процессов

Выводы



Пока не решено:

- Доступность и корректность исходных векторных и ДЗЗ данных
- Проблемы картометрии в ГИС
- Доступность инструментария (ГИС)
- Возможности для автоматизированного построения знаковых систем
- Несовершенные графические функции ГИС
- Картографическая и геоинформационная грамотность широких слоев населения

Пути решения

- **Создание единой общедоступной векторной основы** в первую очередь на Россию, потом на Мир.
- **Добиваться создания векторных открытых мультимасштабных гидрографических основ**
- **Развивать своё ПО**
- **И самое главное – популяризация картографии и геоинформатики**
- **Внедрение образовательных программ для школьников и студентов разных направлений.**

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

