

Изучение эмиссии парниковых газов из водохранилищ Ангарского каскада ГЭС

*В.С. Казанцев, Л.А. Кривенюк, В.А. Ломов, Н.М. Свирида, И.Н. Белова,
А.С. Гинзбург*

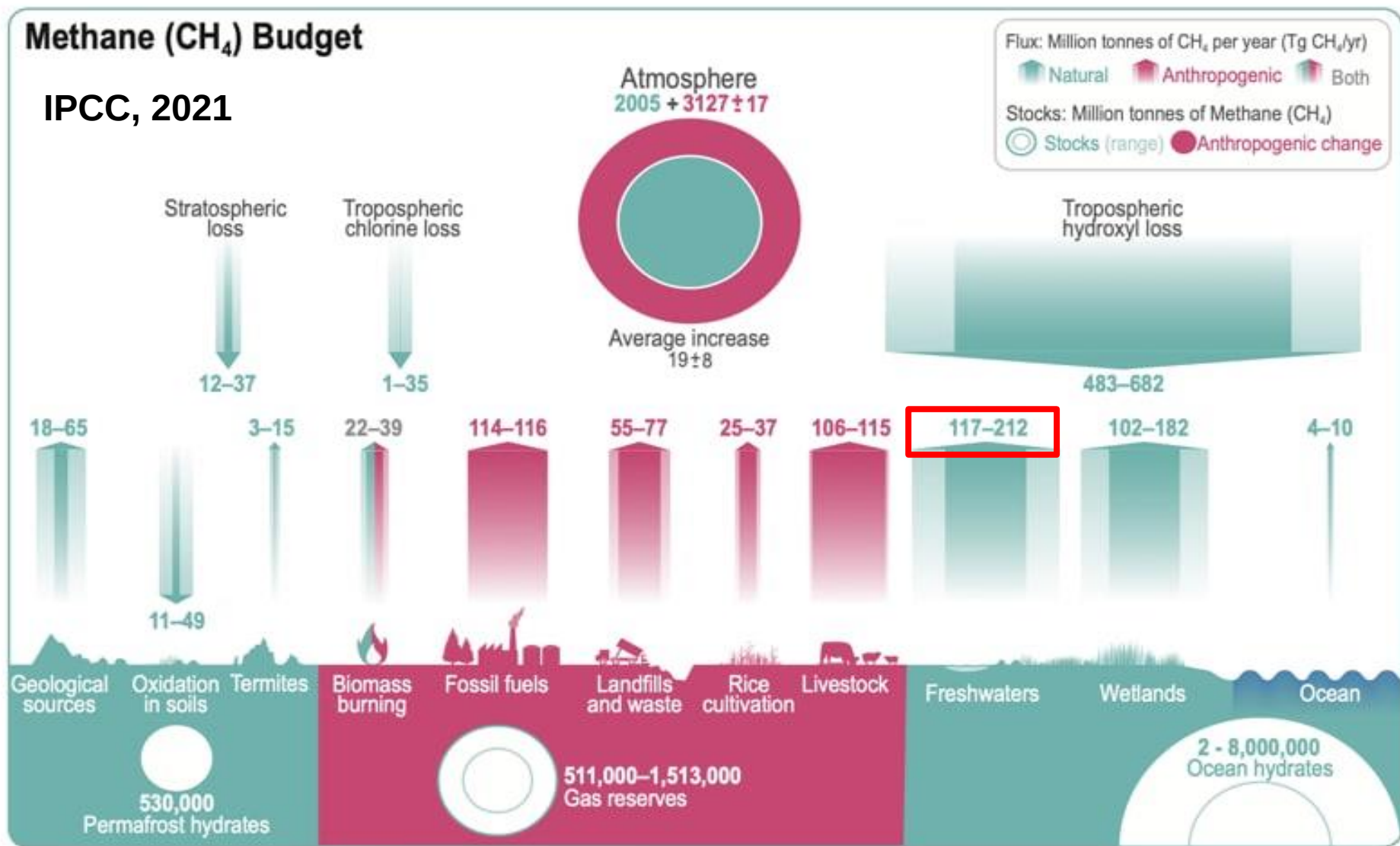
ИФА им. А.М.Обухова РАН, г. Москва

13 Пермская зимняя школа «Низкоуглеродная экономика и декарбонизация»

Пермь

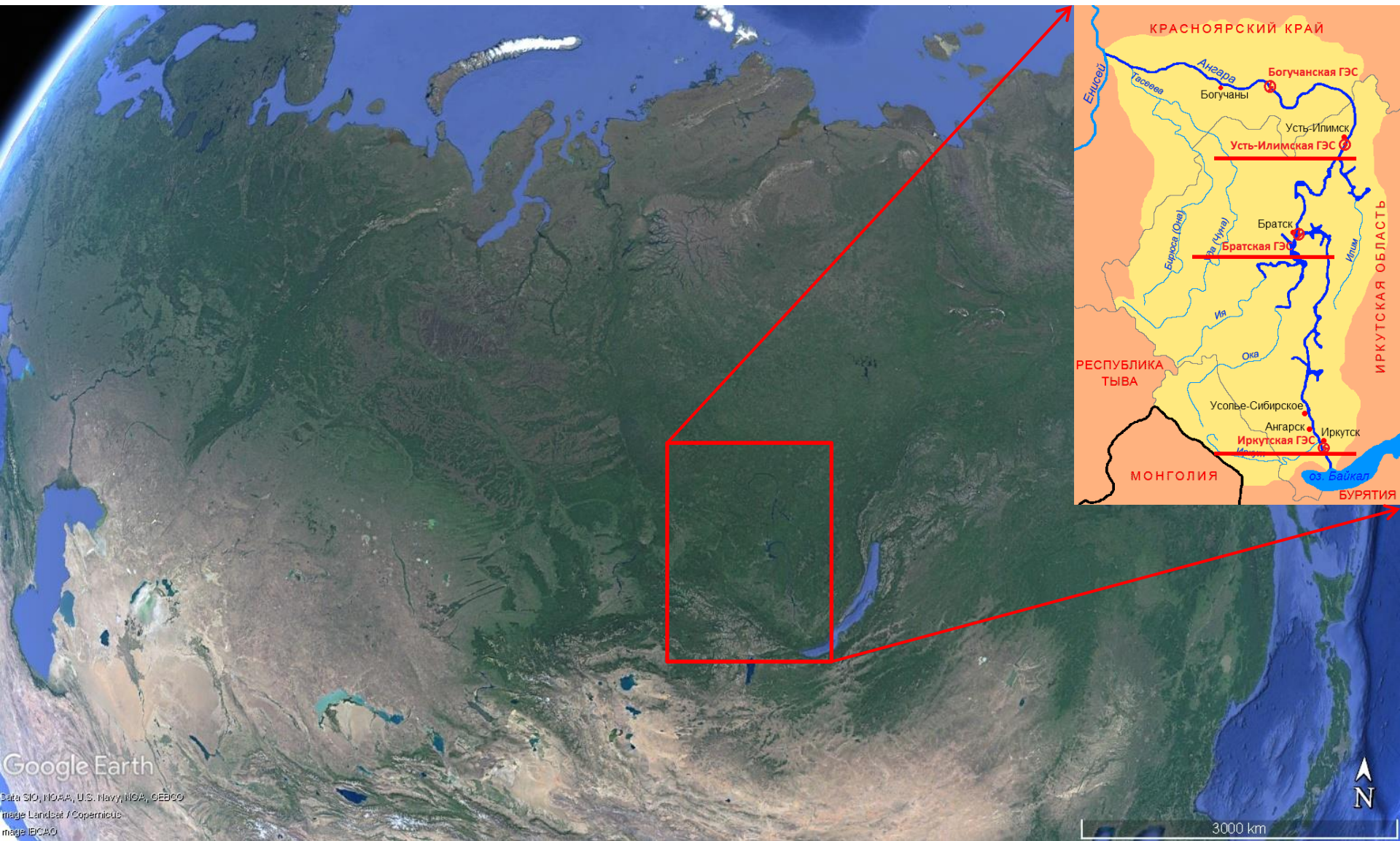
11.02.2023

Водохранилища как источник парниковых газов

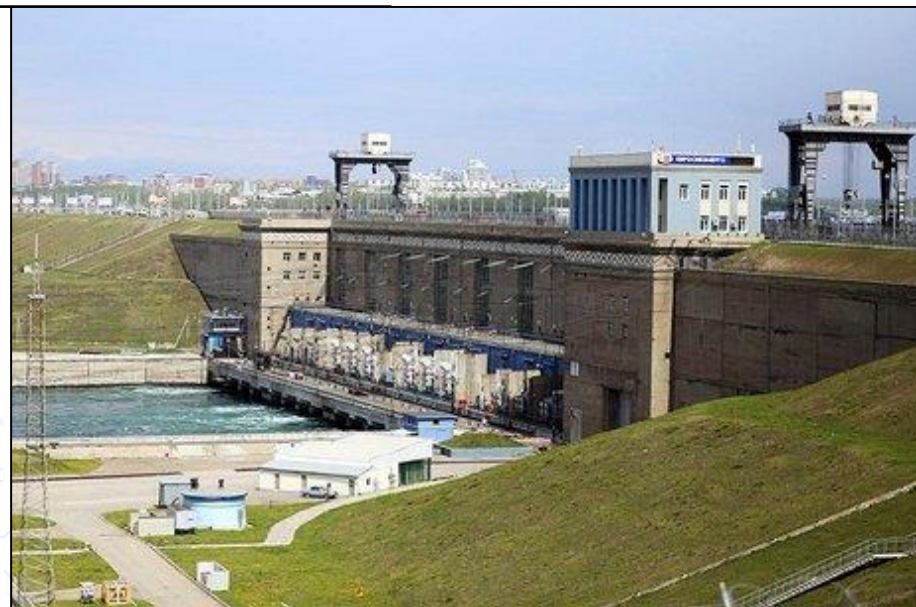
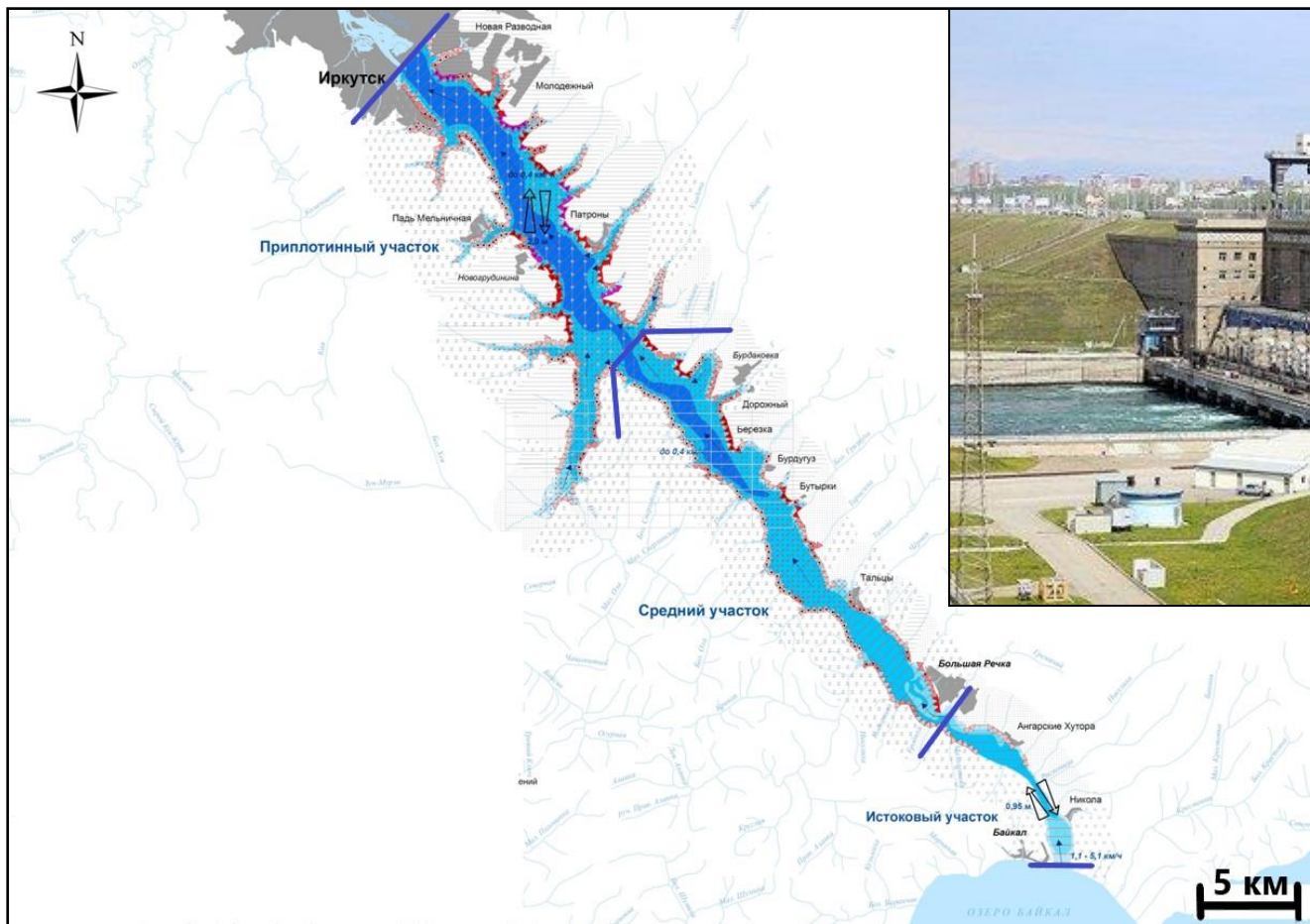


Цель работы: определение коэффициента выброса парниковых газов для метода расчёта уровня 3 (Tier 3) Руководящих принципов Межправительственной группы экспертов по изменению климата.

Водохранилища Ангарского каскада ГЭС



Водохранилища Ангарского каскада. Иркутское водохранилище



Строительство ГЭС 1950 – 1959 годы, возраст 63 года.

Площадь водохранилища – 154 км².

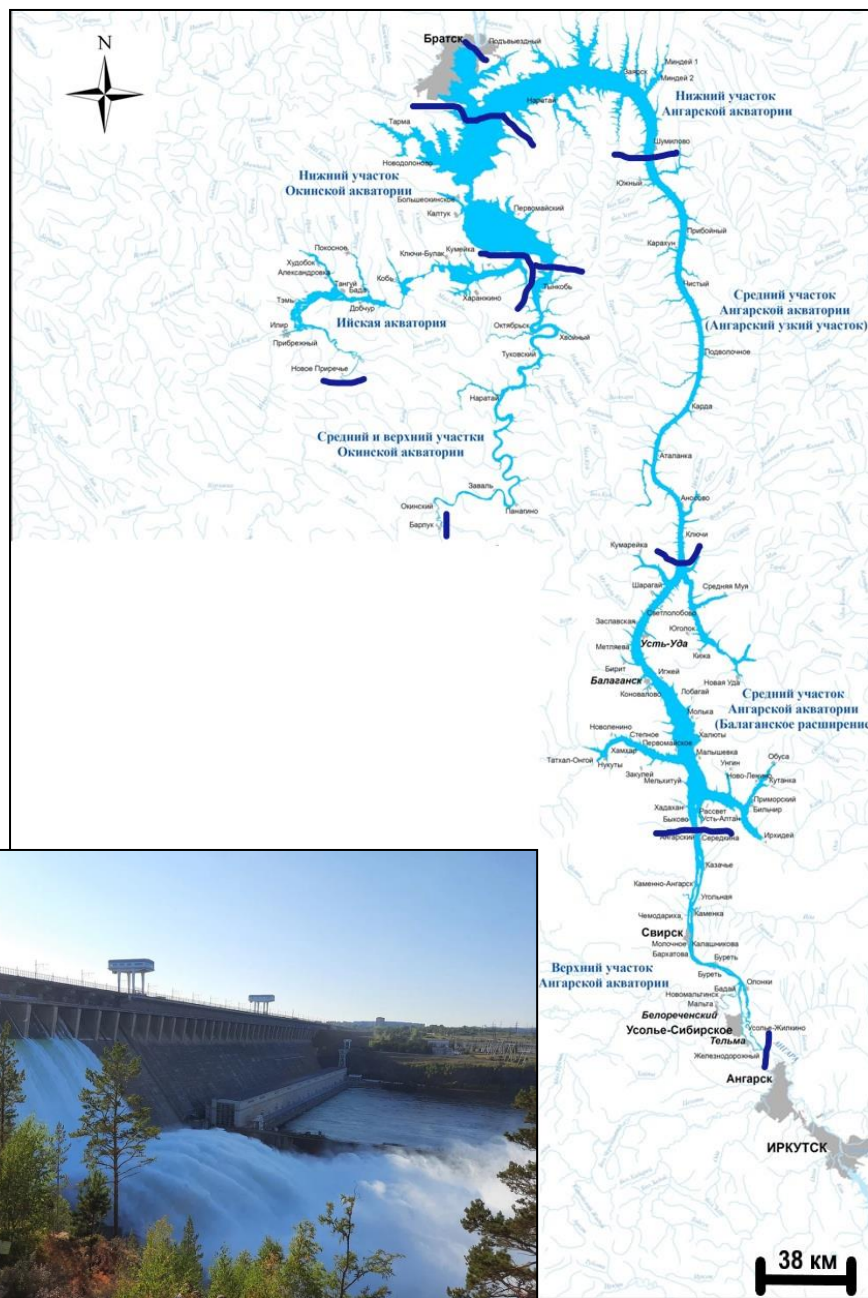
Объём – 21 км³.

Высота плотины – 43 м.

Среднемноголетняя выработка электроэнергии – 4100 млн кВт·ч.

Среднегодовой сток воды через створ гидроузла (турбины и холостой сброс) - 60 км³.

Водохранилища Ангарского каскада. Братское водохранилище



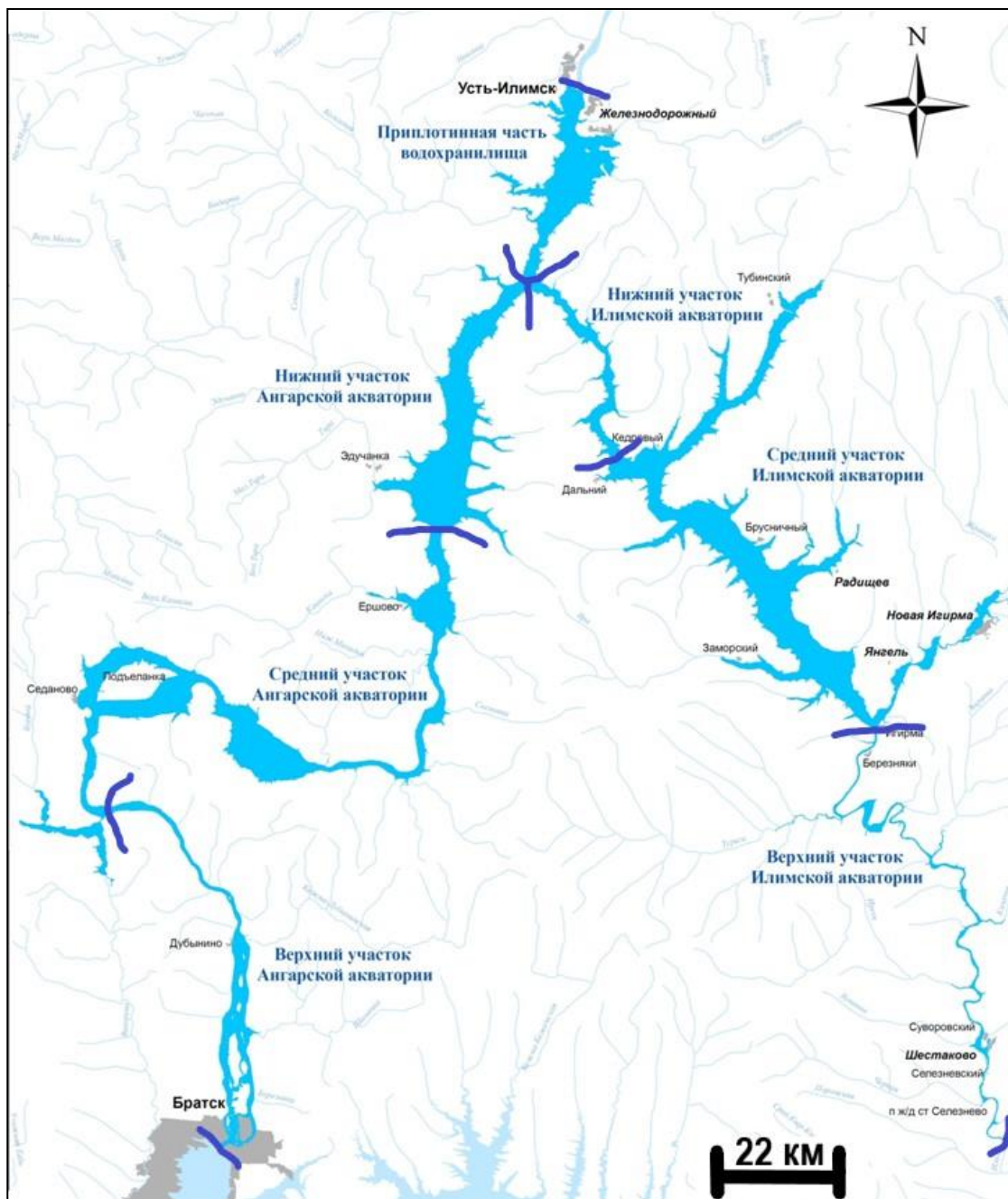
Строительство ГЭС 1956–1967 годы, возраст 55 лет.

Площадь водохранилища – 5480 км².
Объём – 170 км³.

Высота плотины – 125 м.

Среднемноголетняя выработка электроэнергии – 22 500 млн кВт·ч.
Среднегодовой сток воды через створ гидроузла (турбины и холостой сброс) – 92 км³.

Водохранилища Ангарского каскада. Усть-Илимское водохранилище



Строительство ГЭС 1967–1980 годы, возраст 42 года.

Площадь водохранилища – 1922 км².

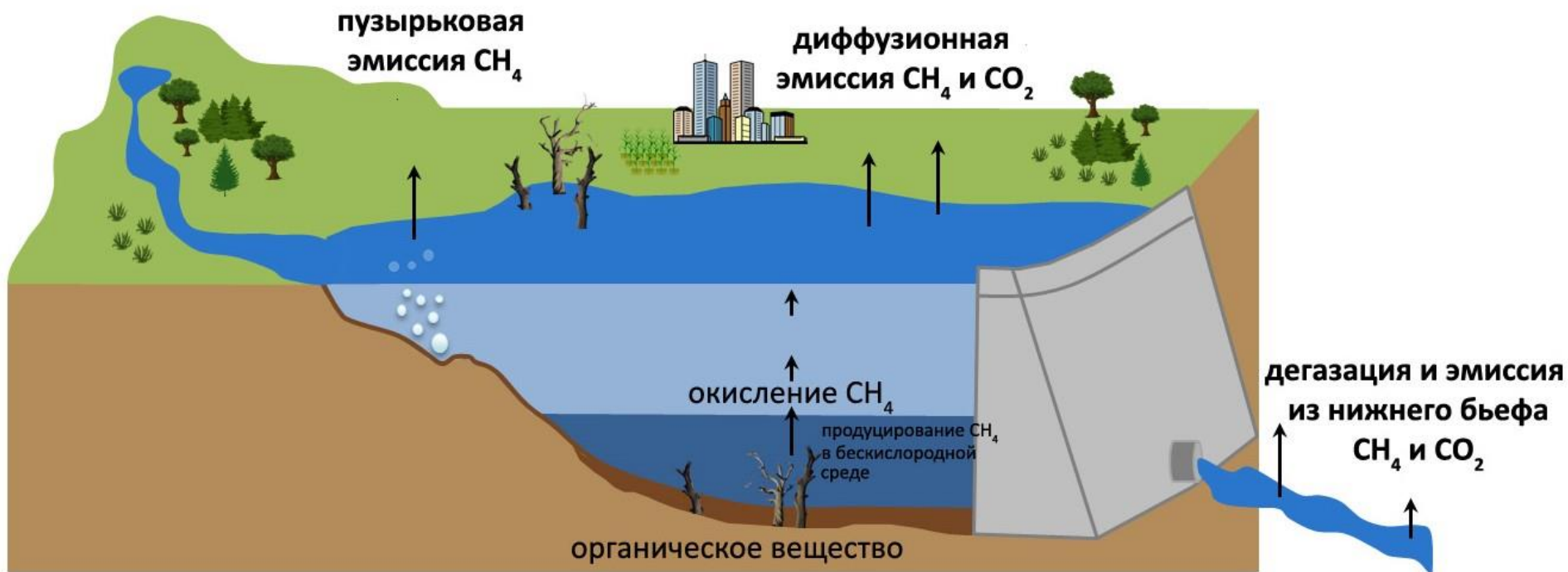
Объём – 59 км³.

Высота плотины – 105 м.

Среднегодовая выработка электроэнергии – 21 200 млн кВт*ч.

Среднегодовой сток воды через створ гидроузла (турбины и холостой сброс) – 103 км³.

Пути эмиссии парниковых газов из водохранилищ



Основные факторы, определяющие эмиссию парниковых газов:

1. Температура дна.
2. Количество и состав органического вещества в донных отложениях.
3. Глубина.
4. Метеорологические условия в приповерхностном слое атмосферы.
5. Гидрофизические и гидрохимические свойства водохранилища.
6. Интенсивность сброса воды в нижнем бьефе.

Пространственно-временная динамика эмиссии ПГ в течение года

Сезонная динамика: [зима], весна, лето, осень.

Суточная динамика: светлое и тёмное время суток (диффузная эмиссия).



Пространственно-временная динамика эмиссии ПГ в течение года

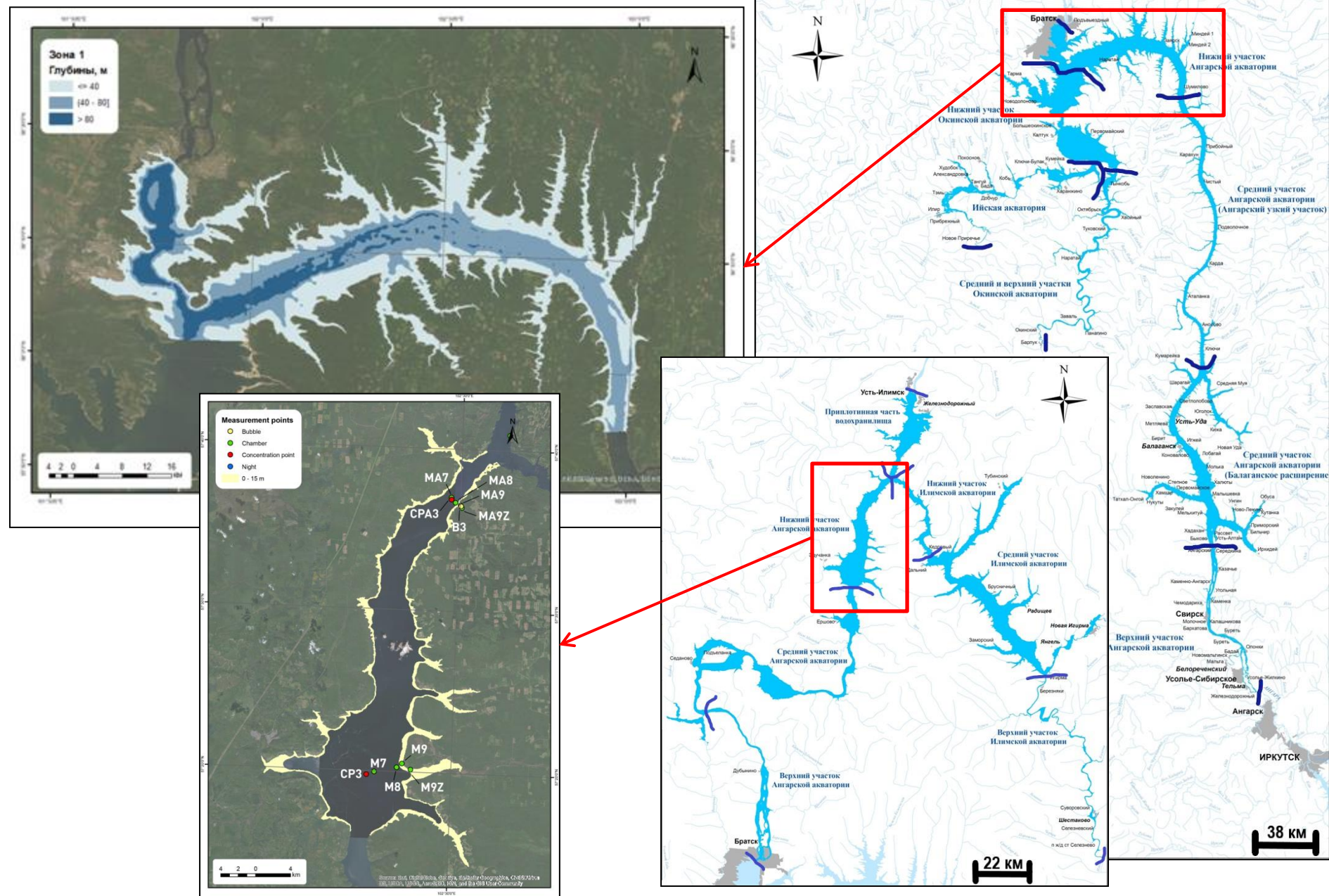
Сезонная динамика: [зима], весна, лето, осень.

Суточная динамика: светлое и тёмное время суток (диффузная эмиссия).

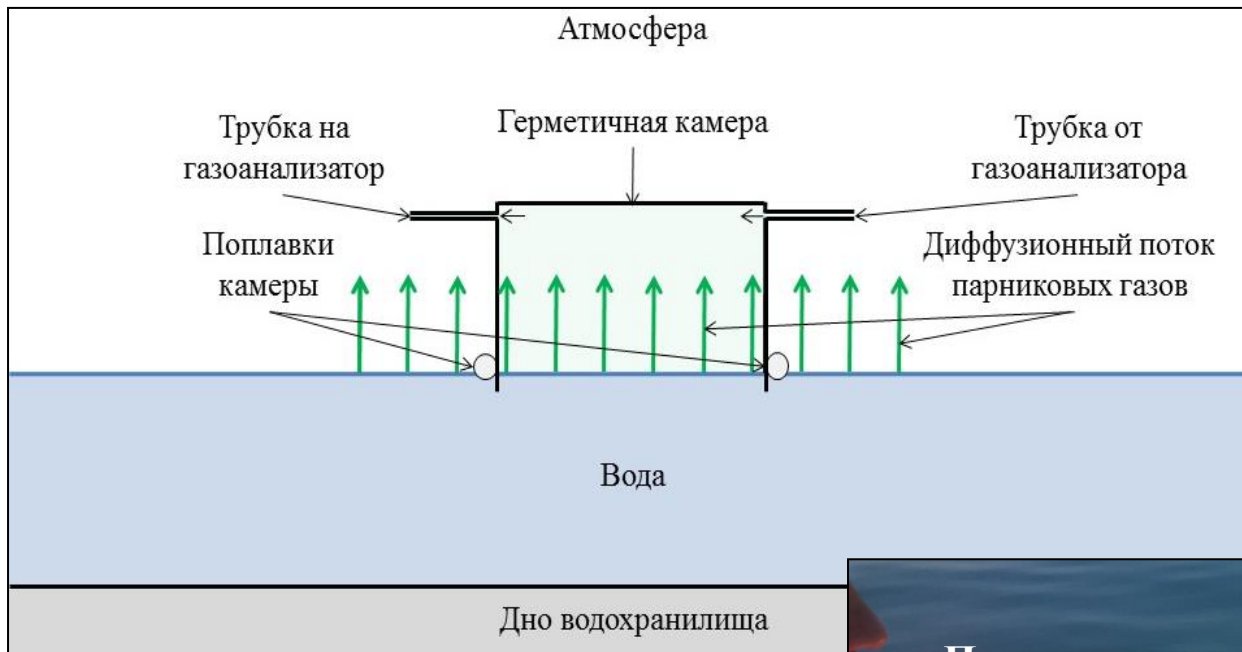


Пространственно-временная динамика эмиссии ПГ в течение года

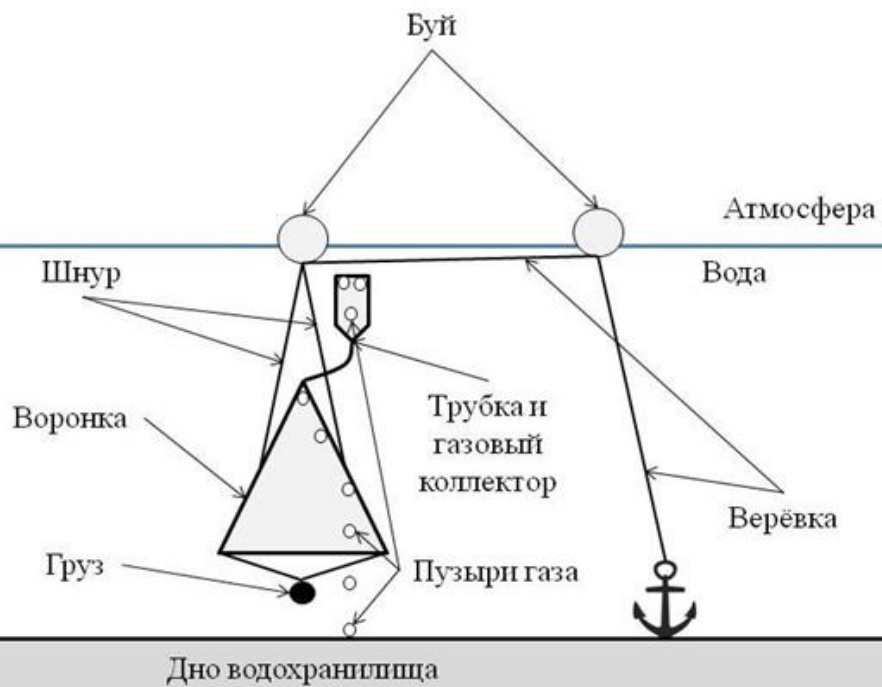
Пространственная динамика: разделение по участкам (зонам) и глубинам до 15 м



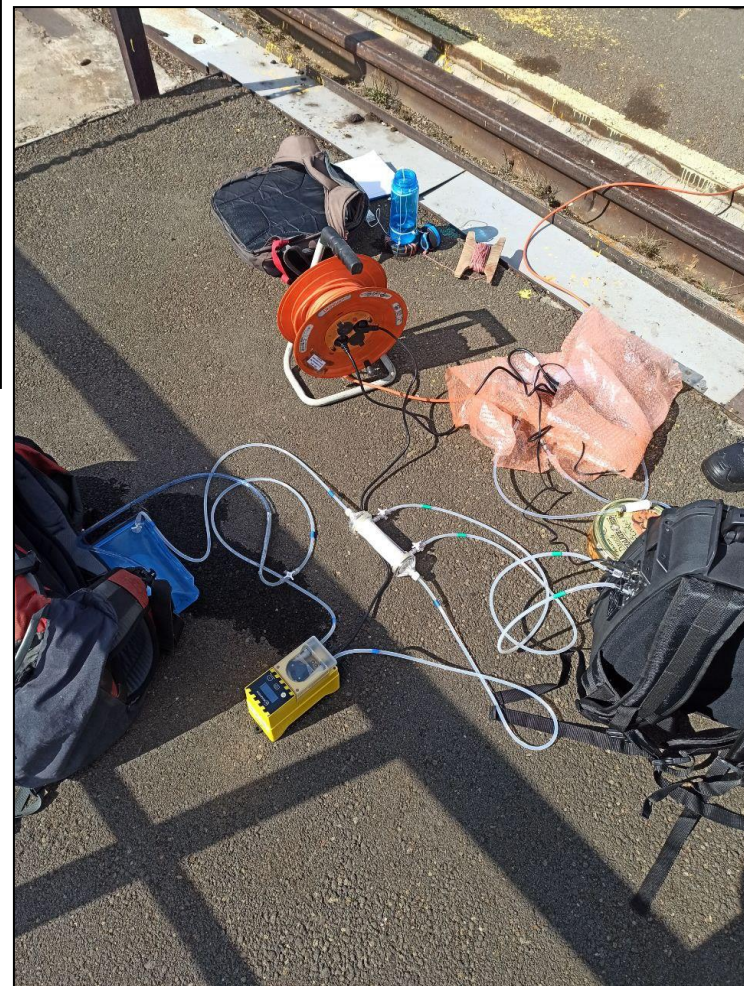
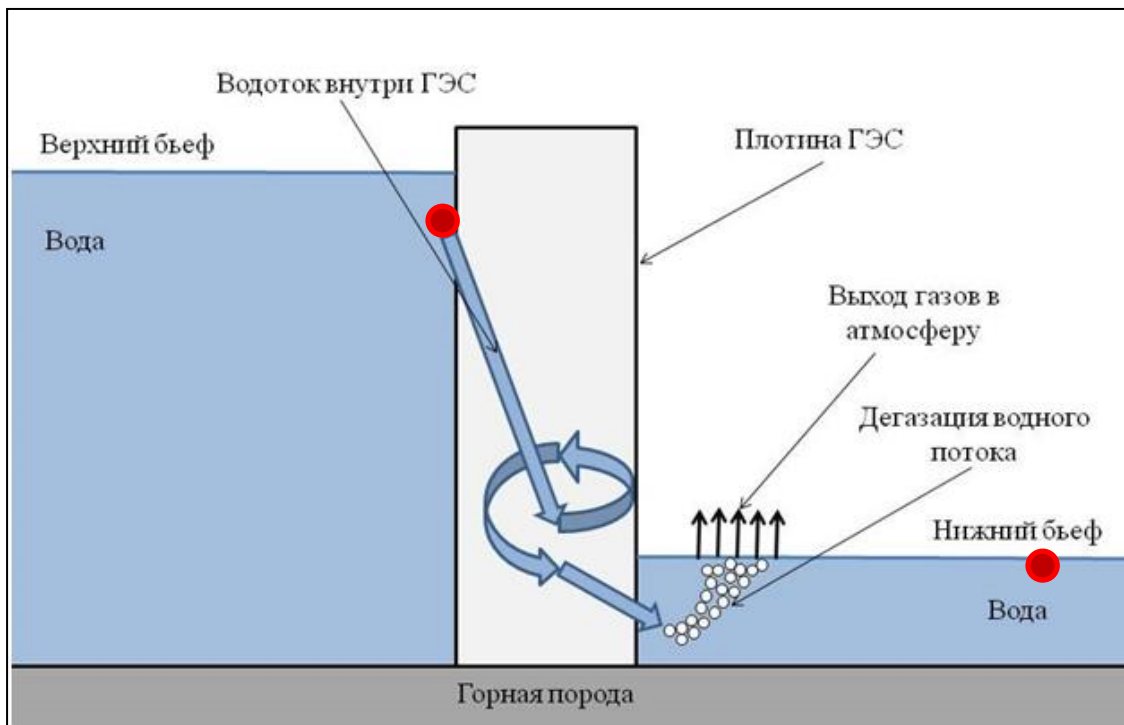
Методы измерений. Диффузная эмиссия



Методы измерений. Пузырьковая эмиссия



Методы измерений. Выбросы из нижнего бьефа



Методы измерений. Дополнительные параметры

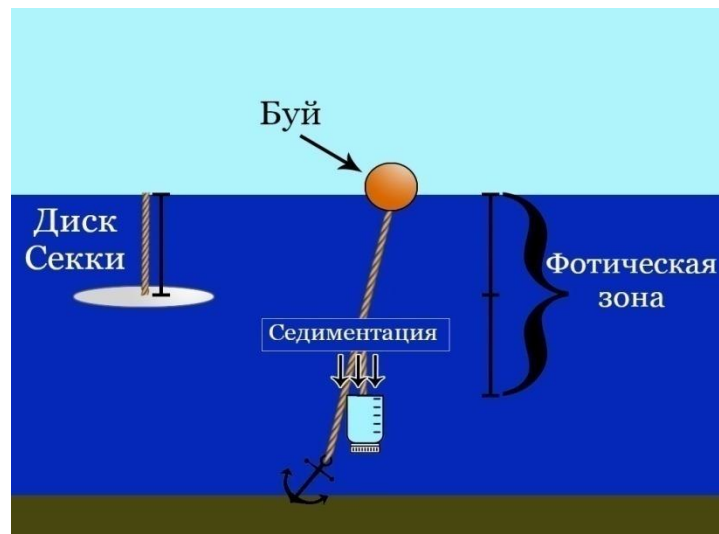
Измерение концентрации растворённых ПГ



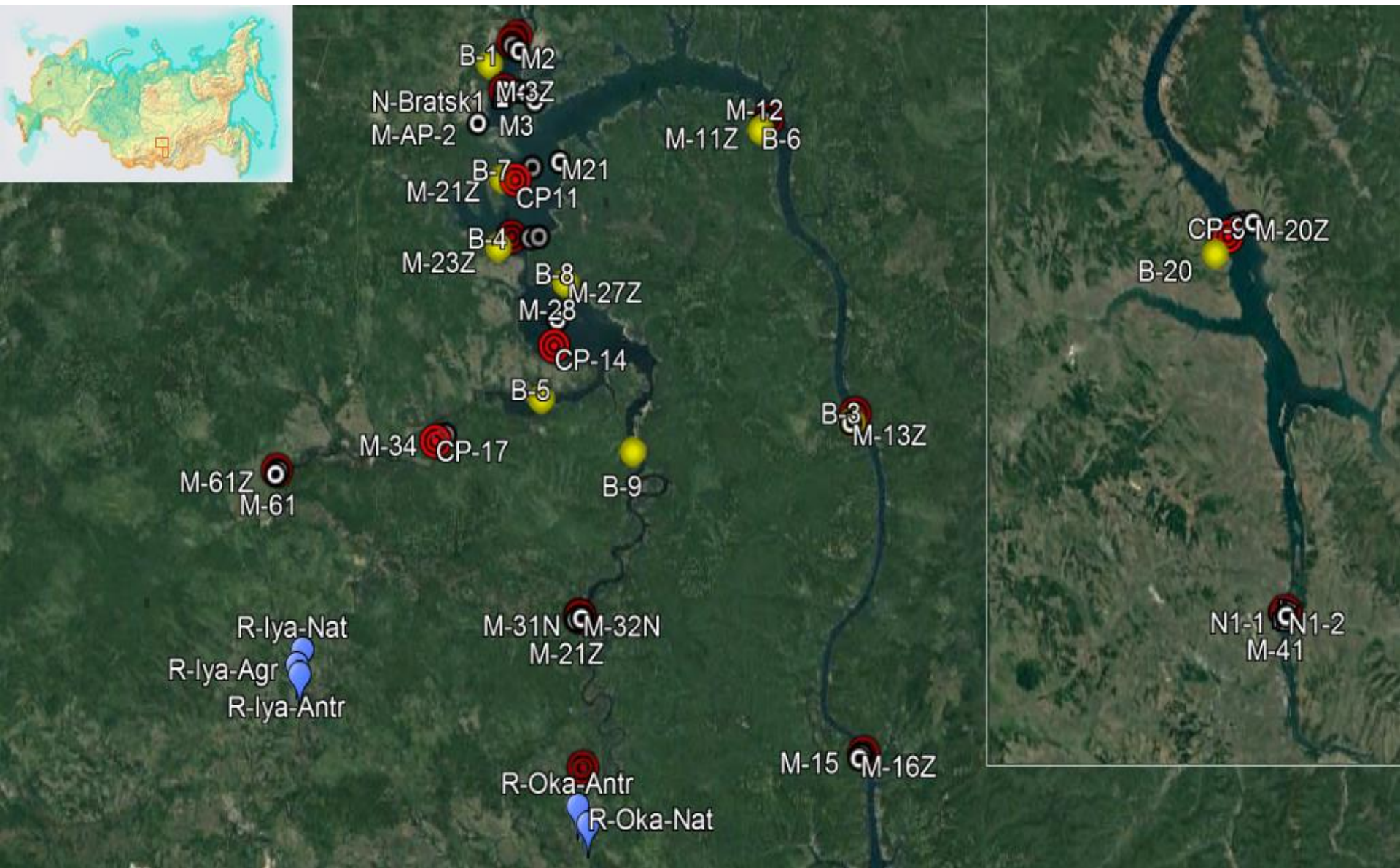
Измерение концентрации общего органического углерода



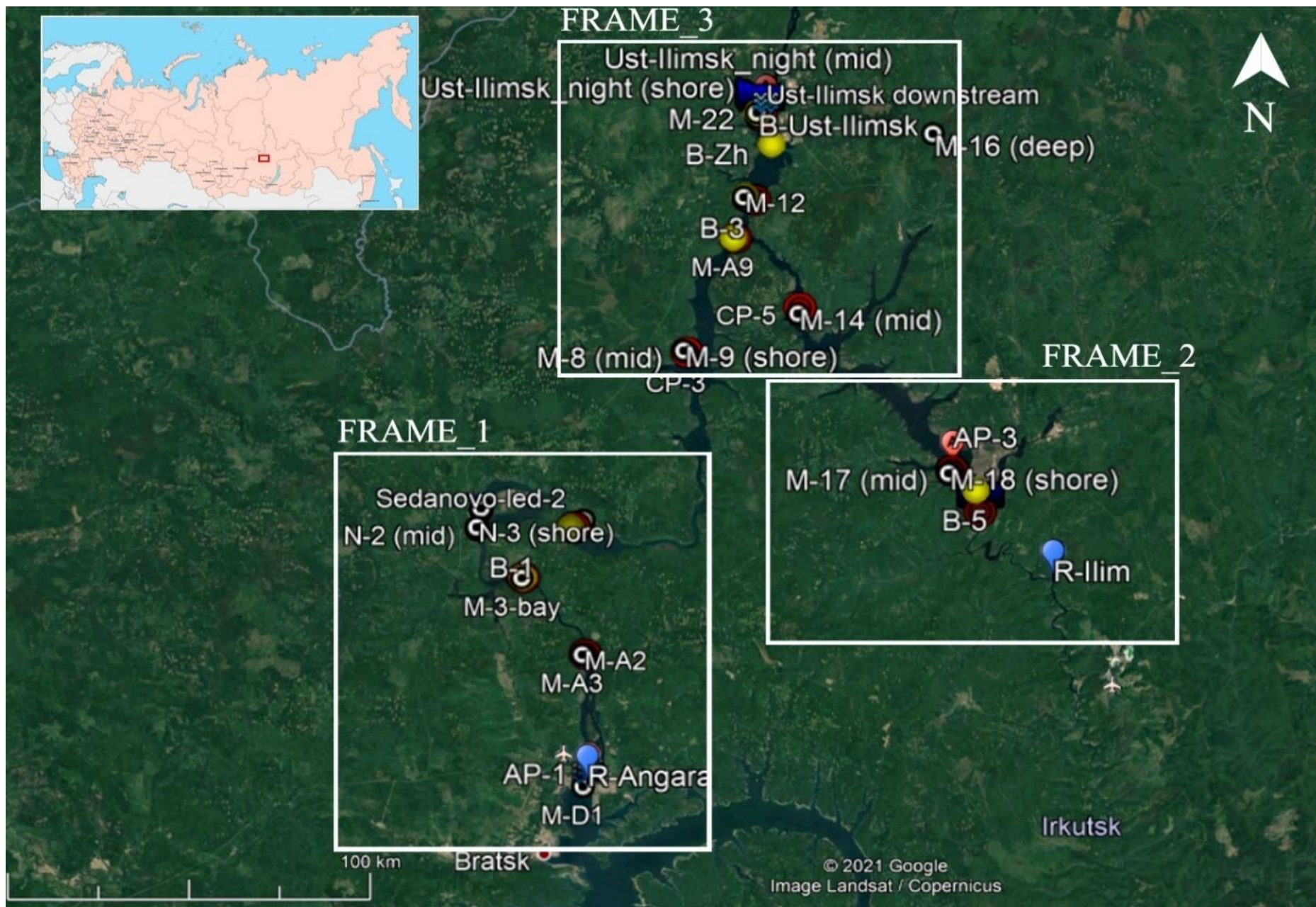
Схема измерения осаждения органического вещества



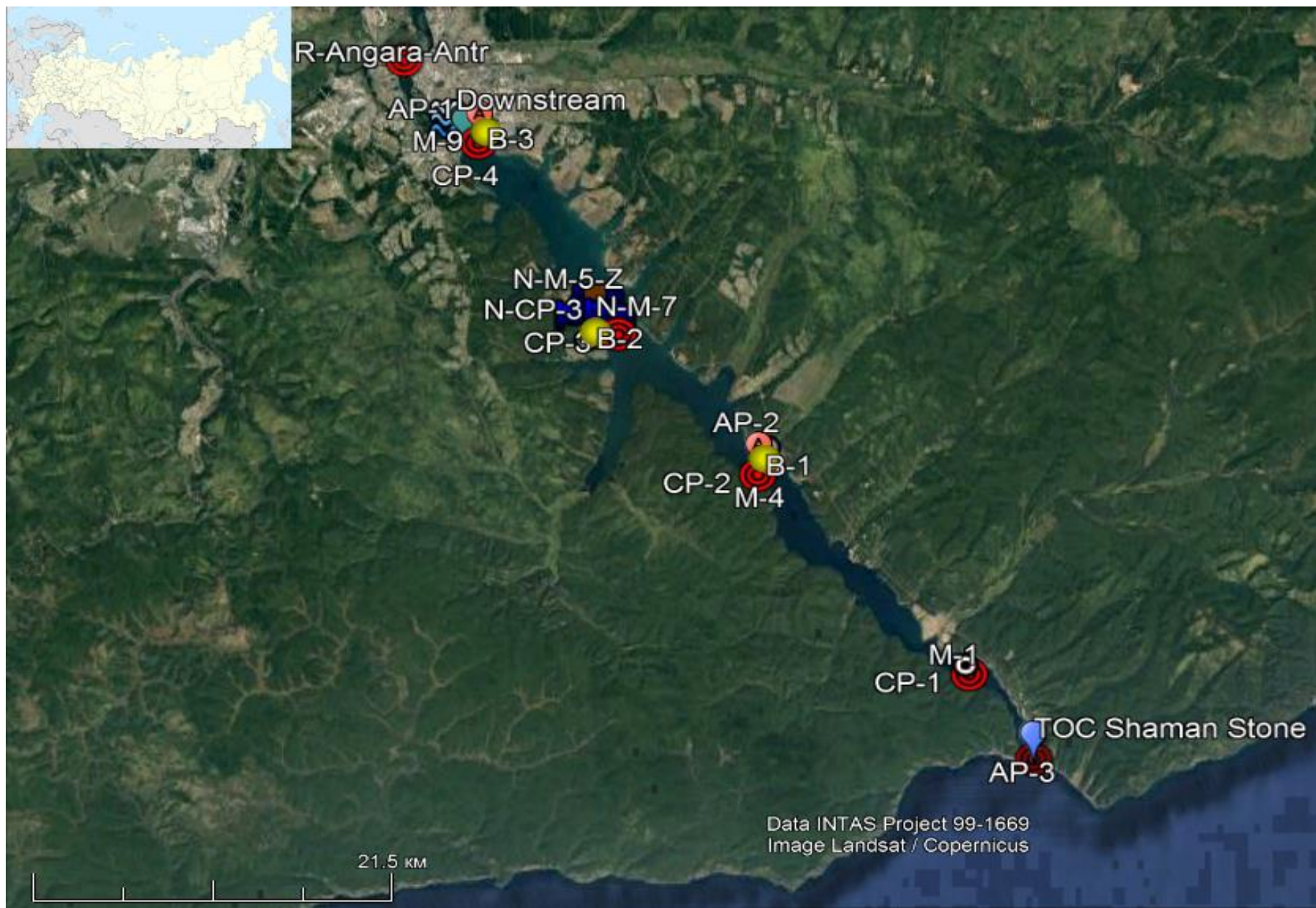
Расположение точек измерений. Братское водохранилище



Расположение точек измерений. Усть-Илимское водохранилище

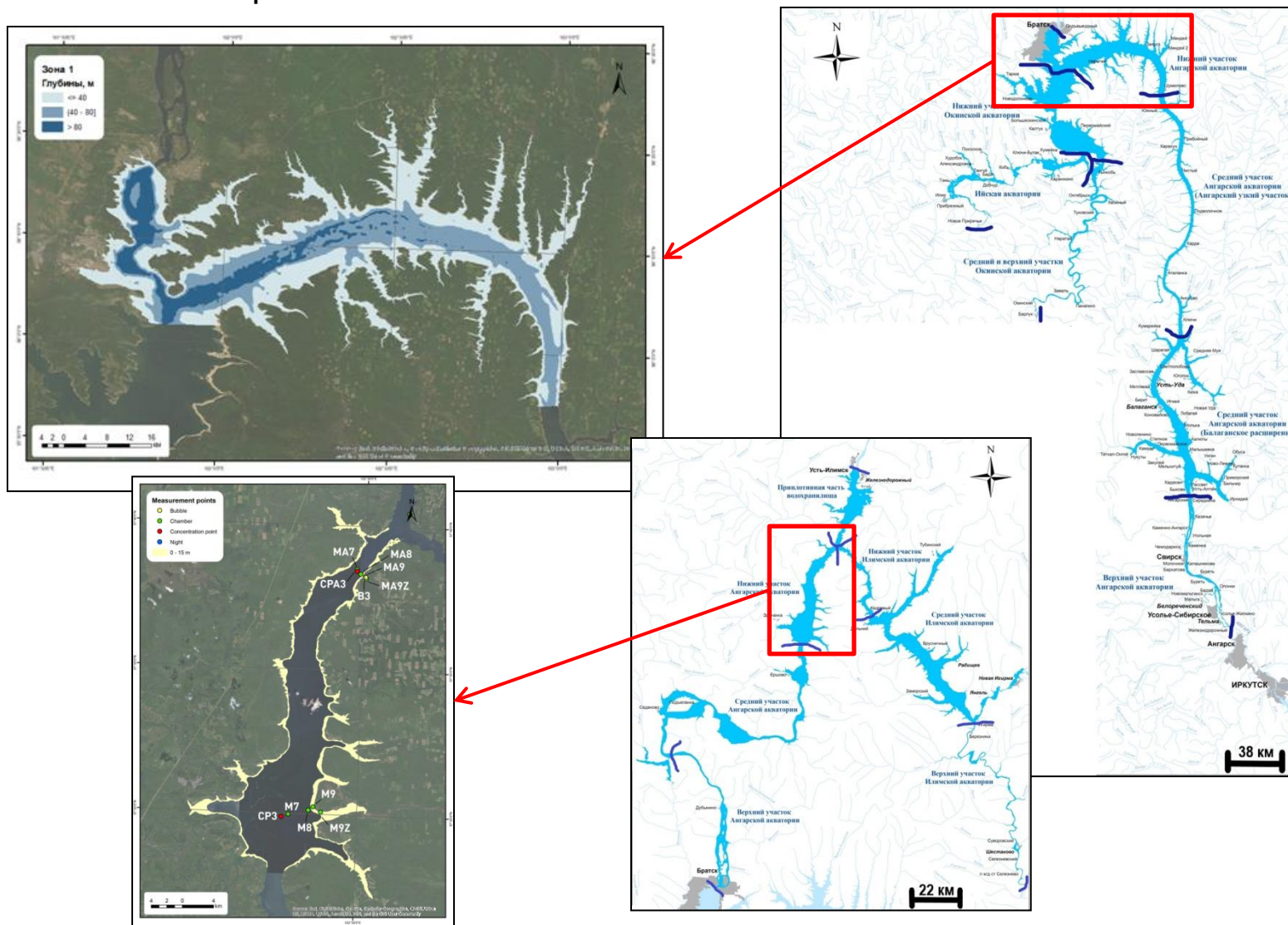


Расположение точек измерений. Иркутское водохранилище



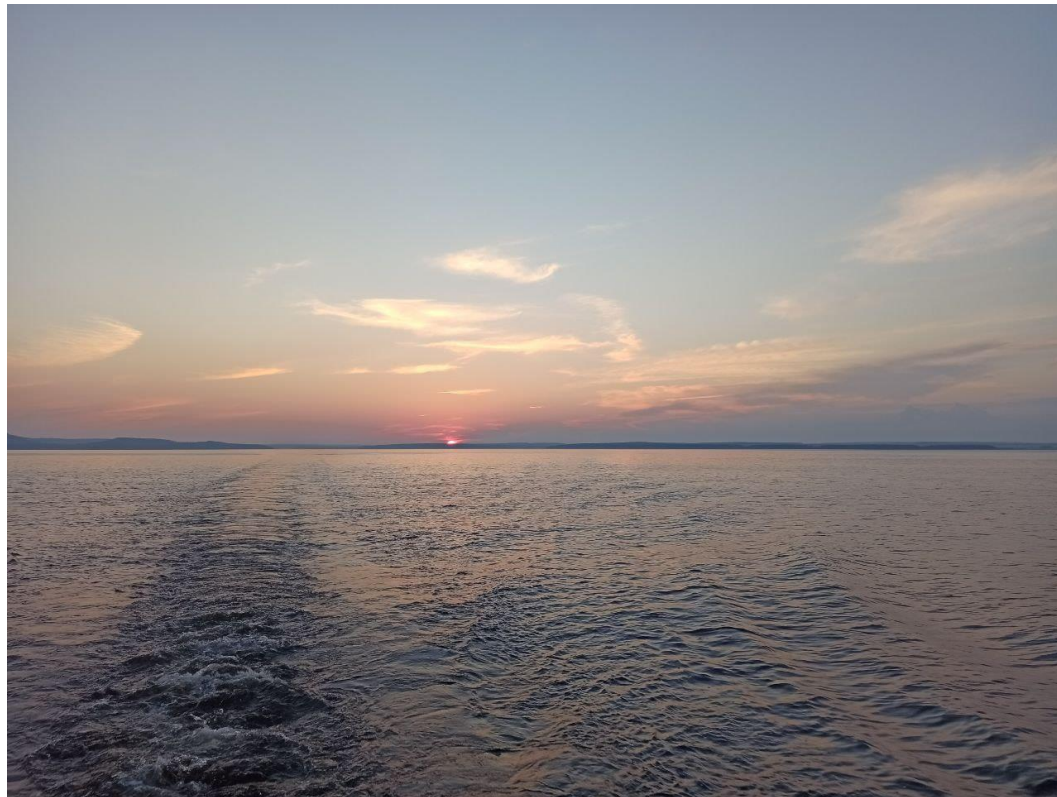
Расчёт годовой эмиссии парниковых газов

Годовая эмиссия метана и углекислого газа рассчитывалась как сумма всех трёх типов эмиссий (диффузная, пузырьковая и из нижнего бьефа) в течение весеннего, летнего и осеннего периода. Длительность каждого периода оценивалась по температурным характеристикам воды в районе ГЭС. Учитывались особенности пространственной и суточной динамики эмиссии парниковых газов.



Заключение

- Проведены натурные измерения удельных потоков парниковых газов с поверхности Иркутского, Братского и Усть-Илимского водохранилищ в ходе полевых кампаний, охватывающих весенний, летний и осенний периоды.
- Изучены особенности пространственной и временной динамики эмиссий парниковых газов всех трёх типов (диффузная, пузырьковая и в нижнем бьефе).
- Полученные данные позволяют с высокой степенью достоверности оценивать значения общей годовой эмиссии с поверхности каждого водохранилища.
- Полученные оценки эмиссии парниковых газов соответствуют требованиям, предъявляемым к методу расчёта уровня 3 (Tier 3).



A photograph of a sunset over a body of water. In the foreground, a dark, textured railing runs horizontally across the frame. From the railing, several long, sharp icicles hang down. The sun is a bright, glowing orb on the horizon, its light reflecting as a shimmering path on the water's surface. The sky is a soft gradient of orange and yellow. In the background, a string of small, warm-toned lights is visible, possibly on a distant shore or bridge.

Спасибо за внимание!