



**УПРАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИЕЙ О
ВОЗДЕЙСТВИЯХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ НА
РЕЧНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ И КОМПЛЕКСНАЯ
ОЦЕНКА РИСКОВ РАЗВИТИЯ ГИДРОЭНЕРГОКОМПЛЕКСА В
КРУПНОМ БАССЕЙНЕ: ОПЫТ РАБОТ В
БАССЕЙНЕ Р.АМУР**

Алматы - 2023

Бассейн Амура: Крупнейшая трансграничная геосистема, признанная территория экологических ценностей международного ранга.

Главной проблемой современного и будущего природопользования в бассейне Амур являются вопросы сохранения природного потенциала и биоразнообразия речных экосистем.

Среднегодовые осадки



Водохранилища



Пресноводные экорегионы



Охраняемые природные территории



Землепользование



Растительность



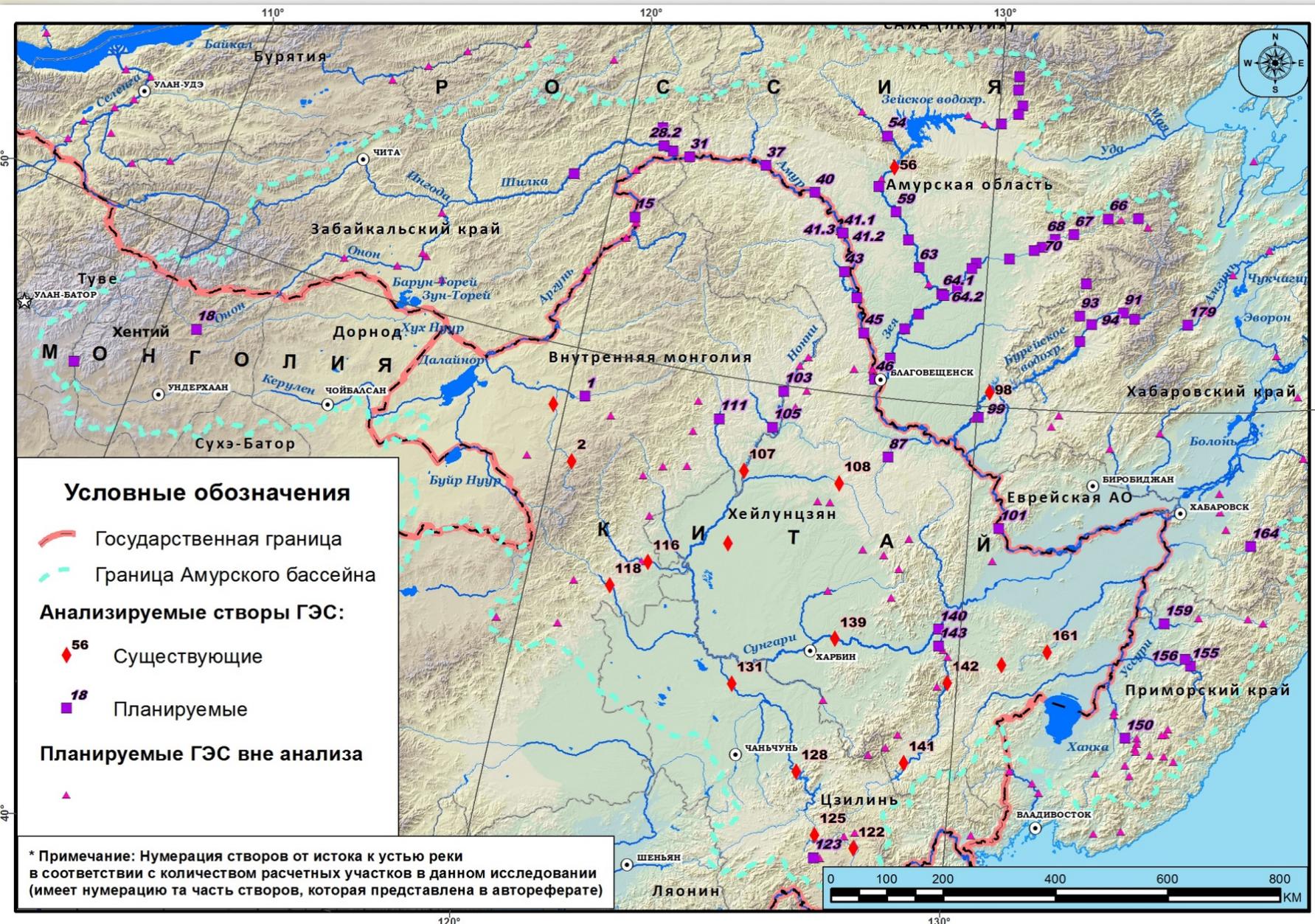
Население



Водно-болотные угодья



Объект исследования: трансграничный бассейн реки Амур с комплексом существующих и потенциальных ГЭС



Предмет исследования:
стратегический
геоэкологический анализ
воздействий ГЭС на
геосистемы рек в условиях
бассейна Амура

Основная цель разработать и применить систему сценарных геоэкологических оценок различных потенциально реализуемых комбинаций крупных и средних ГЭС с учетом географической специфики бассейна р.Амур. Результаты оценки, реализованные средствами математико-картографического моделирования (МКМ) и геоинформационных систем (ГИС), должны быть сравнимы как для отдельных плотин, так и для их комбинаций в рамках целостного речного бассейна.

Для достижения цели поставлены следующие **задачи**:

1. **Определить набор объектов для анализа** на основе обзора разнородных фактических данных по проектным предложениям и характеристикам существующих ГЭС, на Российской, Китайской и Монгольской частях бассейна Амура;
2. **Разработать и создать ГИС:**
 - а) существующих и планируемых ГЭС с их характеристиками;
 - б) Природных объектов и явлений на которые воздействуют ГЭС в бассейне р. Амур;
3. **Выявить и оценить главные измеряемые факторы геоэкологических воздействий ГЭС** на речные системы и определить зоны влияния каждого потенциального гидроузла или их комбинаций в бассейне р. Амур;
4. **Разработать и реализовать систему оценок геоэкологического воздействия новых гидроузлов** и их комбинаций в условиях бассейна р. Амур;
5. С учетом результатов геоэкологической оценки **выполнить ранжирование** всего набора вероятных **ГЭС** а также некоторых сценариев развития гидроэнергетики в бассейне Амура по степени возможного геоэкологического воздействий и ущерба;
6. **Выполнить анализ** геоэкологической и экономической целесообразности **каскадного размещения ГЭС** в бассейне р. Амур в сравнении с различными вариантами расположения гидроузлов;
7. **Показать возможности совершенствования методов планирования** и управления гидроэнергетическими ресурсами **в речных системах с применением ГИС.**

Исходные материалы:

Статистические и нормативные документы, фондовые материалы различных ведомств, в т.ч. Водного кадастра; Материалы Схемы комплексного использования водных ресурсов (СКИВР) пограничных участков рек Аргунь и Амур тома: I, II, IV – XIII (СКИВР, 1986-2000); Схема комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО) (Схема..., 2009), цифровая модель рельефа (SRTM и GDEM), космические снимки (Landsat-7 и Aster), мировые базы данных (Worldclimate, Fao, GRanD, GDEM, CIESIN, SWBD), векторные топографические карты 1:500000, 1:200000 и 1:100000 масштабов.

В процессе исследования авторы опирались на:

Методологические разработки исследователей: Авакян А.Б., Малик Л.К., Дубинина В. Г., Шикломанов И.А., Васильев Ю.С., Хрисанов Н.И., Корытный Л.М., Кононова М.Ю, Асарин А.Е., Чалов, Г.В, Сапаев В.М., Кононова М.Ю., Тикунов В.С., Лурье И.К., Калинин В.Г., Пьянков С.В., Яковченко, С.Г., Глухов В.А., Кравцова В.И., Abell R.A., Sindorf N., Nilsson C., Jansson R., Vörösmarty C. J., Ledec G., Liermann C.R., Opperman J.J., Poff N., Lehner B., Meijerink A.M.J., Jarvis, A., Reuter H.I., Richter, B.D. и др.

Нормативные и обзорные материалы:

Методические указания по оценке влияния ГЭС на ОС (2003), Консолидированный обзор «Эффективность строительства и эксплуатации крупных ГЭС — сравнение выгод и ущербов», опубликованные международные отчеты по трансграничным рекам: Hydropower Sustainability Assessment Protocol (International Hydropower Association (IHA) 2010), World Commission on Dams (2000), Strategic Environmental Assessment (SEA) of hydropower on the Mekong mainstream (Mekong River Commission (MRC), 2010).

Материалы исследователей геоэкологических проблем Амура: Махинова А. Н., Гусева М.Н., Вознесенского А.Н., Клопова С.В., Звонкова В.В., Готванского В.И., Ермошина В.В., Каракина В.П., Бакланова П.Я., Мандыча А.Ф., Крюкова В.Г., Воронова А.В., Подольского С.А., Симонова Е.А., Ганзея С.С., Никольской В.В.

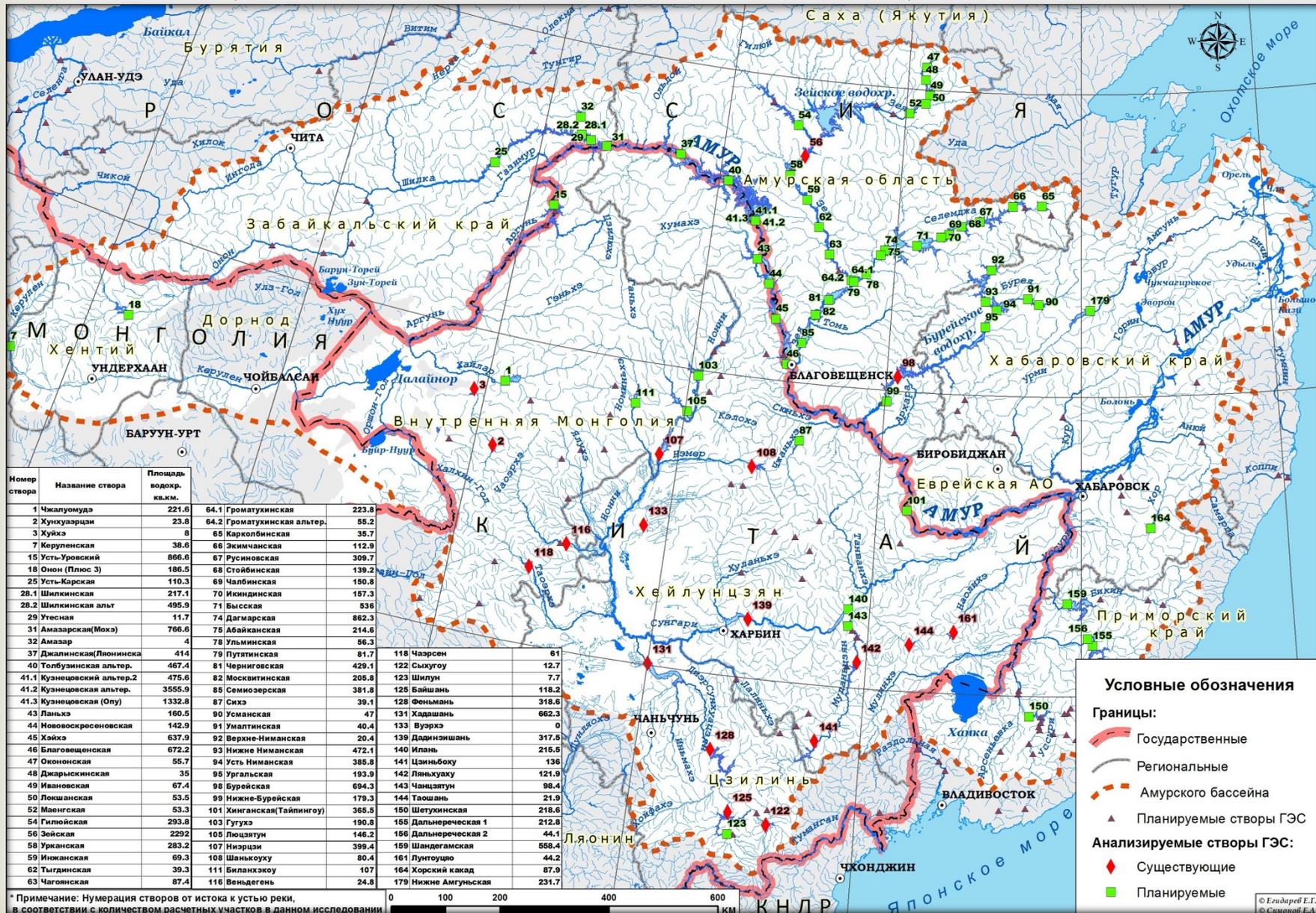
Основные источники данных по проектным предложениям строительства ГЭС в бассейне р. Амур

- **Гидроэнергетические ресурсы СССР** / Под редакцией А.Н. Вознесенского. - М. : Наука, 1967. - 312с.
- Огнев А. **Перспективы строительства ГЭС в бассейне Амура** // РАО ЕЭС. Зея–Бурея – Амур. Храм природы. Информационный бюллетень. Амурский Социально-экологический Союз. Май 2003г. С. 25–28.
- **Схема комплексного использования водных ресурсов пограничных участков рек Аргунь и Амур**. Тома I, II, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII.. М.: Совинтервод. 1996–1999.
- **Схема комплексного использования водных ресурсов пограничных участков рек Аргунь и Амур**. Конспект. Совинтервод. Москва-Чанчунь: 2000. -95с.
- **Схема комплексного использования водных ресурсов пограничных участков рек Аргунь и Амур** / Сост. В.А. Папонов Москва-Чанчунь,1993. Том X. Защита от наводнений Книга 1 Пояснительная записка. 67с.
- China MWR, hydroconsultants, **Plan for hydro in XXI century (20 years)**. 2002.
- **Atlas of Heilongjiang province**, Harbin Map Publishers.2003. P. 33-35.
- Xinqiu Map Publishers, **Map of Jilin province**.2003.
- ADB. 2006. Technical Assistance Completion Report **Songhua River Basin Water Quality and Pollution Control Management**. Manila. Technical Assistance. 2006.
- Shen Guo Fang, et al. On Some Strategic Questions in water and land resource allocation, environment and **sustainable development in North East China**. Summary Report. Chinese Academy of Engineering Publishing, Beijing. 2007. Volume: Water Resources pp 7-8.

Количество проектных предложений по строительству ГЭС в бассейне р. Амур на 2023г.

Задача 1

(В том числе с геоэкологическими оценками)



| Номер створа | Название створа | Площадь водохр. кв.км. | 1 | 2 | 3 |
|--------------|-----------------------|------------------------|-------|------------------------|-------|
| 1 | Чкалуумуда | 221.6 | 64.1 | Громатухинская | 223.4 |
| 2 | Хункуарца | 23.8 | 64.2 | Громатухинская альтер. | 55.2 |
| 3 | Хуйхэ | 8 | 65 | Карколинская | 35.7 |
| 7 | Карулинская | 36.6 | 66 | Экимчанская | 112.9 |
| 15 | Усть-Уровская | 866.6 | 67 | Русиновская | 309.7 |
| 18 | Онон (Плюс 3) | 186.5 | 68 | Стойбинская | 139.2 |
| 25 | Усть-Карская | 110.3 | 69 | Чалбинская | 150.8 |
| 28.1 | Шилкинская | 217.1 | 70 | Икиндинская | 187.3 |
| 28.2 | Шилкинская альт | 495.9 | 71 | Бысская | 936 |
| 29 | Утесная | 11.7 | 74 | Дагмарская | 862.3 |
| 31 | Амазарская(Мохэ) | 766.6 | 75 | Абайканская | 214.6 |
| 32 | Амазар | 4 | 78 | Ульминская | 56.3 |
| 37 | Джалинская(Ляонинская | 414 | 79 | Путятинская | 81.7 |
| 40 | Толбузинская альтер. | 467.4 | 81 | Черниговская | 429.1 |
| 41.1 | Кузнецовский альтер.2 | 475.6 | 82 | Москвитинская | 205.8 |
| 41.2 | Кузнецовская альтер. | 3555.9 | 85 | Семеозерская | 381.8 |
| 41.3 | Кузнецовская (Опу) | 1332.8 | 87 | Сихэ | 39.1 |
| 43 | Ланьхэ | 160.5 | 90 | Усманская | 47 |
| 44 | Нововоскресенская | 142.9 | 91 | Умалтинская | 40.4 |
| 45 | Хайхэ | 637.9 | 92 | Верхне-Ниманская | 20.4 |
| 46 | Благовожденская | 672.2 | 93 | Нижне Ниманская | 472.1 |
| 47 | Оконовская | 55.7 | 94 | Усть Ниманская | 385.8 |
| 48 | Джарьсинская | 35 | 95 | Ургальская | 193.9 |
| 49 | Ивановская | 67.4 | 98 | Бурейская | 694.3 |
| 50 | Лошанская | 53.5 | 99 | Нижне-Бурейская | 179.3 |
| 52 | Маенгская | 53.3 | 101 | Хинганская(Тайингоу) | 365.5 |
| 54 | Гилюйская | 293.8 | 103 | Гугухэ | 190.8 |
| 56 | Зейская | 2292 | 105 | Люцзяту | 146.2 |
| 58 | Урканская | 283.2 | 107 | Низрочи | 399.4 |
| 59 | Июанская | 69.3 | 108 | Шанькоухэ | 80.4 |
| 62 | Тыгдинская | 39.3 | 111 | Биланхэухэ | 107 |
| 63 | Чагонская | 87.4 | 116 | Вендеген | 24.8 |
| 118 | Чаэрсен | | 61 | | |
| 122 | Сыхуоу | | 12.7 | | |
| 123 | Шилун | | 7.7 | | |
| 125 | Байшань | | 118.2 | | |
| 128 | Фенмань | | 318.6 | | |
| 131 | Хадшань | | 662.3 | | |
| 133 | Вурэжэ | | 0 | | |
| 139 | Дадинишань | | 317.5 | | |
| 140 | Илань | | 218.5 | | |
| 141 | Цзиньбоху | | 136 | | |
| 142 | Линьхуаху | | 121.9 | | |
| 143 | Чаңцзяту | | 98.4 | | |
| 144 | Таошань | | 21.9 | | |
| 150 | Шетуинская | | 218.6 | | |
| 155 | Дальнереческая 1 | | 212.8 | | |
| 156 | Дальнереческая 2 | | 44.1 | | |
| 159 | Шандегамская | | 658.4 | | |
| 161 | Лутоушю | | 44.2 | | |
| 164 | Хорский какад | | 87.9 | | |
| 179 | Нижне Амгунская | | 231.7 | | |

Параметры створов

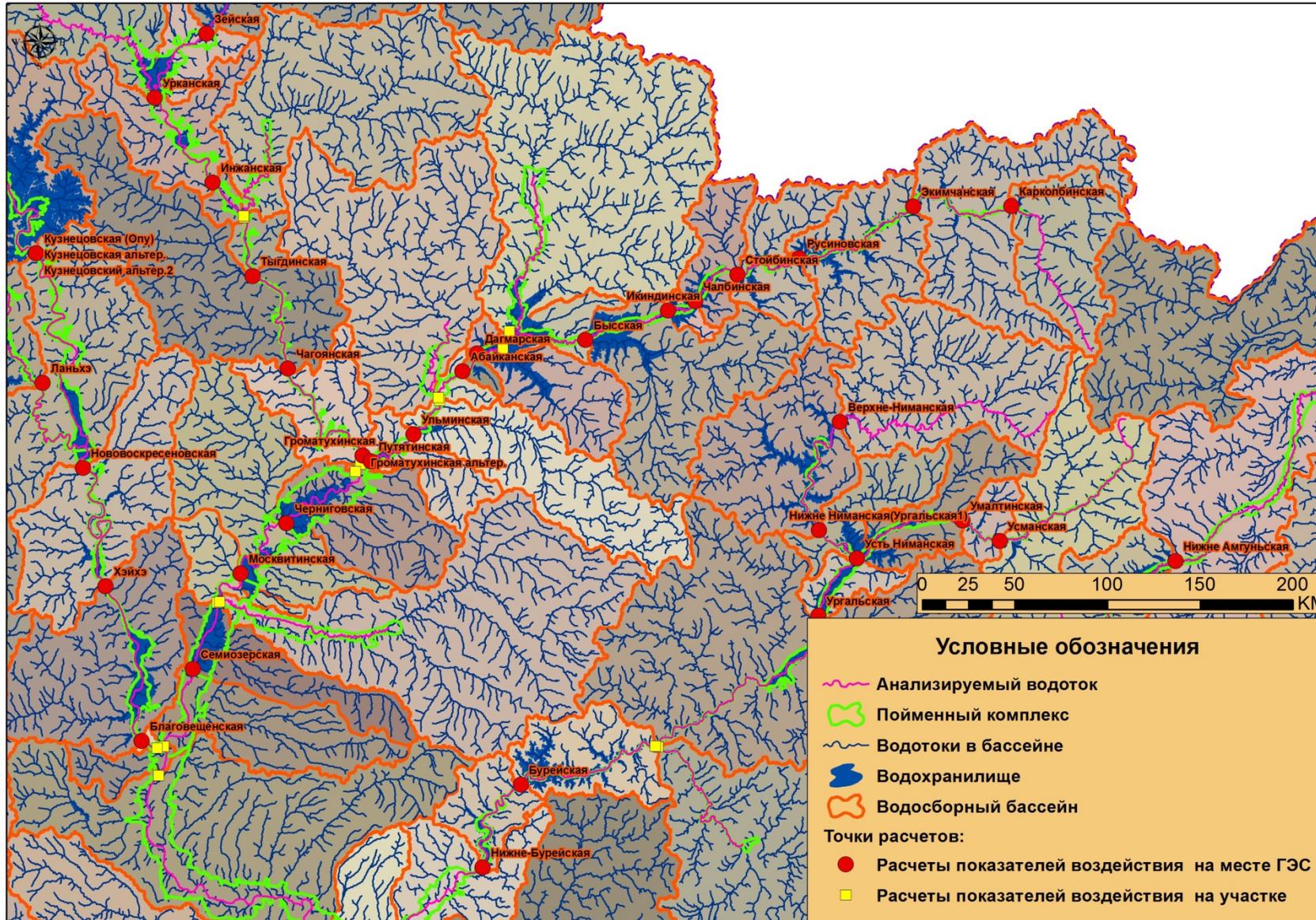
- Годовая выработка ГЭС
- Установленная мощность
- Высота плотины
- Регулируемая ёмкость водохранилища (LV)
- Сток 50% обеспеченности (W₅₀)
- Площадь водохранилища (R_A)
- Площадь вводных объектов на месте водохранилища до его строительства (SWO)
- Площадь всех водных объектов речного бассейна выше данного створа (SWR)
- Площадь водосбора выше створа (SB_{up})

Створы ГЭС (рассматриваемые)

- В РФ - 86 шт. (46)
- РФ – Китай: - 16шт. (11)
- Китай - 47шт. (25)
- Монголия - 2шт. (2)
- Всего - 151шт. (84)

* Примечание: Нумерация створов от истока к устью реки, в соответствии с количеством расчетных участков в данном исследовании

ГИС природных объектов и речных систем на которые воздействуют существующие и потенциальные ГЭС



**Поймы всех крупных водотоков;
ЦМР;
Водосборные бассейны;
Водные объекты;
Водотоки с данными о речном стоке.**

ООПТ, ключевые участки биразнообразия, и пр.

Разработка методических подходов к оценки воздействий ГЭС на речные экосистемы

Задача 3

При оценке совокупного влияния нескольких ГЭС на экологическое состояние бассейна, в первую очередь необходимо и возможно учитывать 5 факторов воздействия:

Основные рассматриваемые факторы:

- 1) Изменение гидрологического режима и экосистем поймы в нижних бьефах плотин, вплоть до устья: расчет площади и доли измененных воздействием плотины пойменных экосистем ниже створа плотины от всех пойм крупных водотоков речного бассейна;
- 2) Трансформация местообитаний в районе водохранилищ (или процент измененных водных экосистем выше рассчитываемого створа плотины);
- 3) Блокирование речного бассейна в т.ч. путей миграции биологических видов (как процент длины или площади бассейна реки отрезанной от устья).

Дополнительные факторы:

- 4) Фрагментация бассейна - степень расчленения бассейна плотинами (выраженная как % утраченных путей передвижения по речной сети);
- 5) Изменение естественного стока наносов, выраженное как доля (%) стока прошедшая через плотины и не доставившая наносы на нижележащие участки.

Результирующая оценка по сценарию отображена в виде интегрального и удельного воздействия - среднегеометрического всех рассматриваемых показателей воздействия

Изменение гидрологического режима и экосистем поймы в нижних бьефах ПЛОТИН



Формула расчета по каждому участку

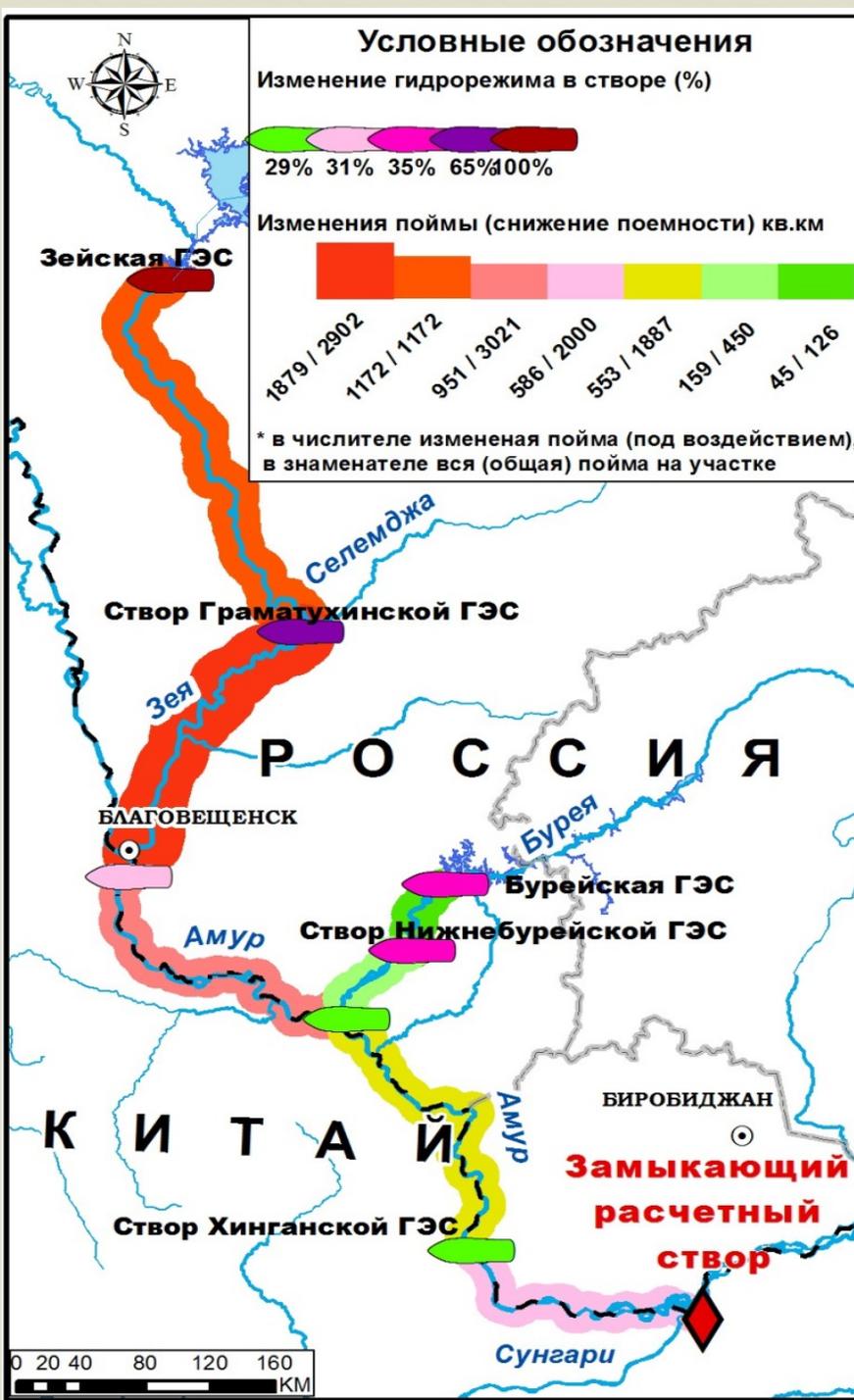
$$IMP_fl = \frac{S_fl * LV}{W^{50}}$$

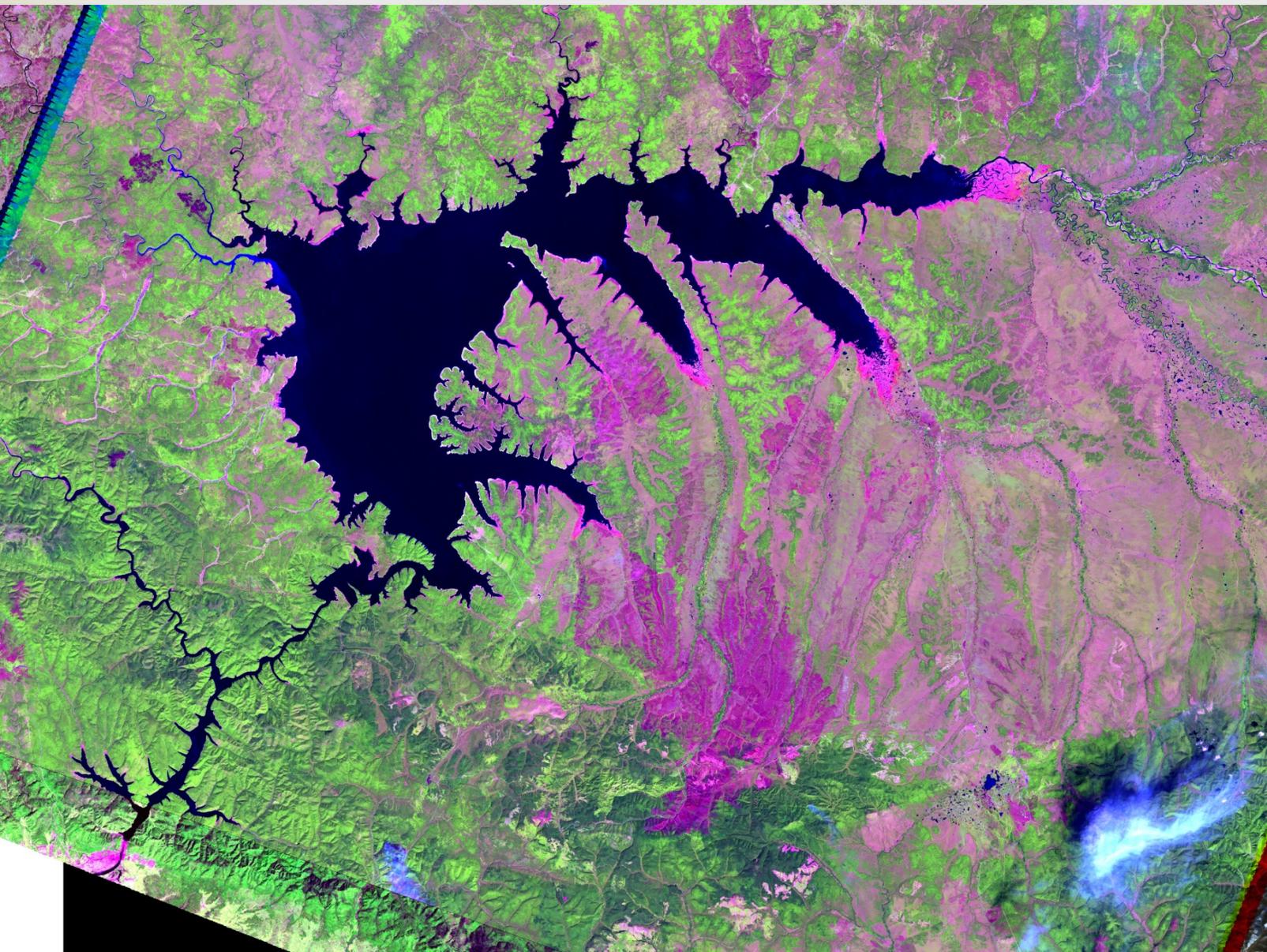
где, S_fl – площадь пойм на участке;

LV/W^{50} – степень зарегулирования на участке.

Просуммировав полученные значения по всем отрезкам от плотины до устья получаем оценку площади пойменных экосистем с измененным гидрорежимом за счет влияния конкретной ГЭС.

Поделив полученный результат на сумму (S_fl) по всем отрезкам получаем показатель среднего изменения гидрорежима реки ниже конкретной плотины за счет её влияния.



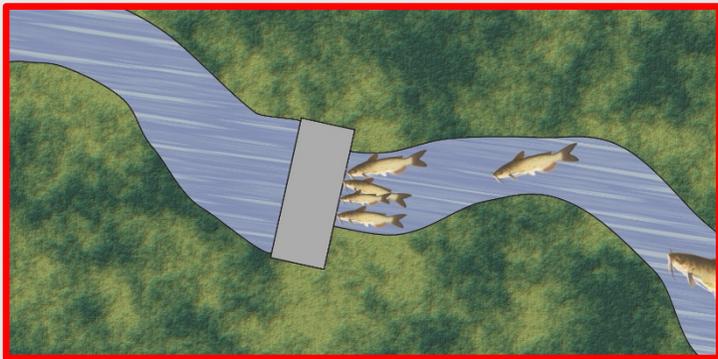


Формула расчета

$$IMP_{res_{xn}} = \frac{R_{A_{acc_{xn}}}}{SWR_{xn}} * 100$$

где $R_{A_{acc_{xn}}}$ – максимальная площадь водного зеркала всех создаваемых водохранилищ в сценарии (n) выше расчетного створа (x);

SWR_{xn} – площадь всех водных объектов речного бассейна выше расчетного створа (x) вместе с водохранилищами и озерами в данном сценарии (n).



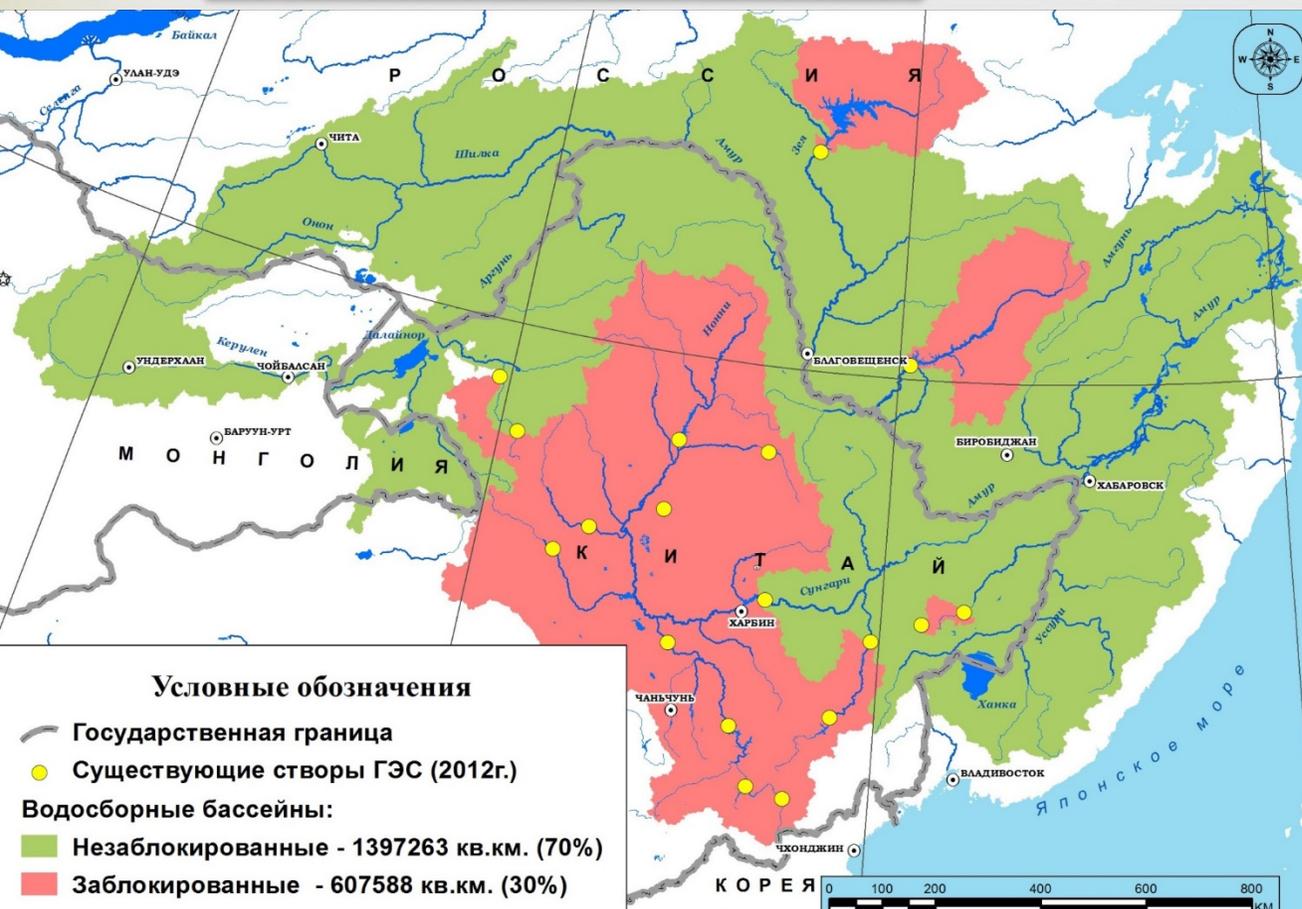
Формула расчета

$$IMP_block_n = \frac{SB_dam_up_{xn}}{SB_up_x} * 100;$$

где, $SB_dam_up_{xn}$ – площадь участков бассейна реки выше данного створа (x), заблокированных выше построенных по сценарию (n) плотин;

SB_up_x – площадь бассейна выше анализируемого створа (x).

Если река заблокирована плотиной ниже данного расчетного створа (x), то весь вышележащий водосбор (SB_up_x) считается заблокированным.



Факторы: фрагментация и блокирование речного бассейна

Блокирование

$$IMP_block_n = \frac{SB_dam_up_{xn}}{SB_up_x} * 100;$$

где $SB_dam_up_{xn}$ – площадь участков бассейна реки выше данного створа x , заблокированных выше построенных по сценарию n плотин;

SB_up_x – площадь бассейна выше анализируемого створа x . Если река заблокирована плотиной ниже данного расчетного створа x , то весь вышележащий водосбор (SB_up_x) считается заблокированным.

Фрагментация

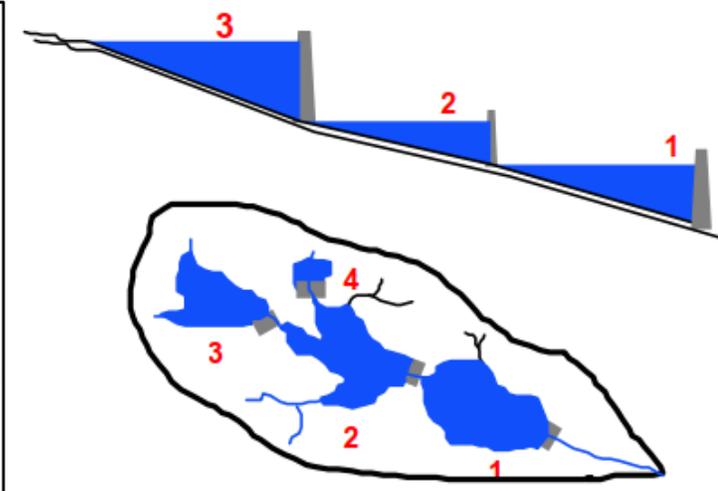
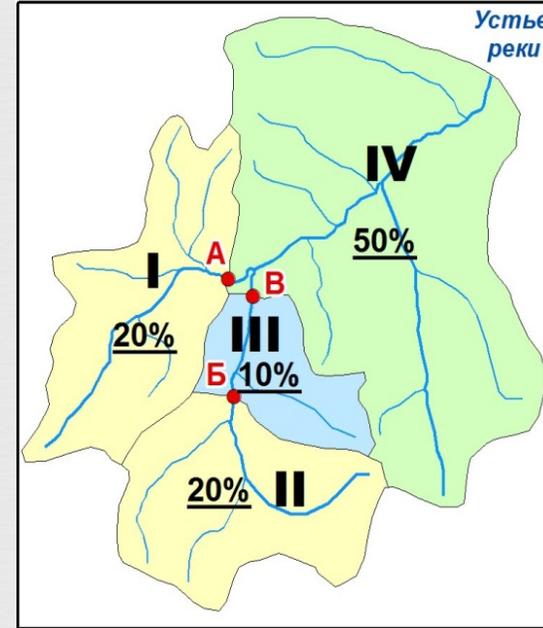
$$IMP_frgm_n = \left(1 - \frac{\sqrt{(I^2 + II^2 + III^2 + IV^2)_n}}{SB_up_x} \right) * 100$$

$$IMP_{frgm} = \left(1 - \frac{\sqrt{\sum(\text{всех блокируемых частей})^2}}{\text{суммарную площадь всего бассейна (SB_up)}} \right) * 100$$

Соответственно, в вышеуказанном примере в отличие от $IMP_block = 50\%$, показатель фрагментации IMP_frgm будет равен:

$$\text{Наличие плотин } A, B, B: \left(1 - \frac{\sqrt{20^2 + 20^2 + 10^2 + 50^2}}{100} \right) * 100\% = 42\%$$

$$\text{Наличие плотин } A, B: \left(1 - \frac{\sqrt{20^2 + 30^2 + 50^2}}{100} \right) * 100\% = 38\%$$

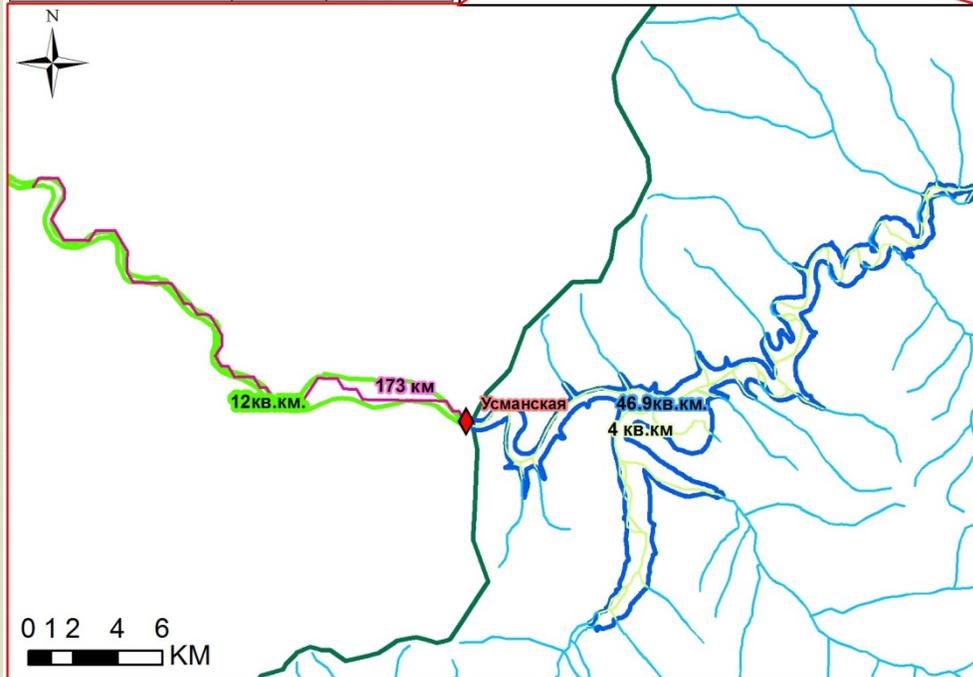
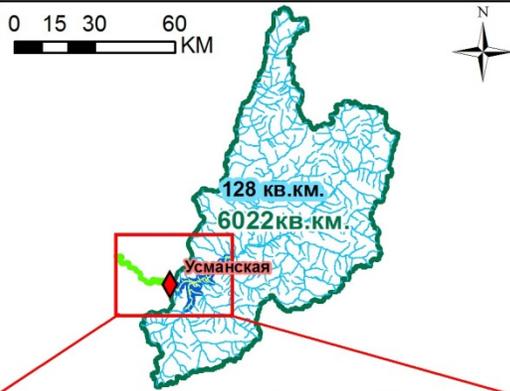


Фрагментация бассейна реки плотинами (для каждой части здесь указан процент общей площади бассейна, но может указываться и процент водотоков или площадь речных экосистем).

| Параметр | Код | Значение |
|--|-----------------|-------------------|
| Наименование створа | Name | Усманская |
| Тип створа | Dam | Плотина |
| Номер | Number | 87 |
| Код участка | Ident | Бурея1 |
| Водоток | River | Бурея |
| Выработка гидроэлектроэнергии | PROD | 494 млн.кВт-ч/год |
| Мощность ГЭС | POWER | 100 МВт |
| Регулируемая ёмкость водохранилища | LV | 3 куб.км. |
| Площадь водохранилища | R_A | 46.9 кв.км. |
| НПУ | H-asl | 542 м. |
| Высота плотины | Height | 82 м. |
| Площадь водосборного бассейна выше створа | SB_up | 6022 кв.км. |
| Площадь всех водных объектов речного бассейна выше створа | SWR | 128 кв.км. |
| Площадь естественных водных объектов внутри контура планируемого водохранилища | SWO | 4 кв.км. |
| Площадь поймы на участке ниже створа | S_fl | 12 кв.км. |
| Длина участка реки | l-str | 173 км. |
| Сток 50% обеспеченности | W ⁵⁰ | 6 куб.км\год |
| X координата | X | 133.865672 |
| Y координата | Y | 51.522916 |

Условные обозначения

- ◆ Расчитываемый створ ГЭС
- ☁ Естественные водные объекты
- ☁ Пойма на участке реки
- ☁ Проектируемое водохранилище
- ☁ Водосборный бассейн рассчитываемого створа
- ☁ Площадь водных экосистем в контуре водохранилища
- ☁ Водоток на участке ниже створа



| ПОКАЗАТЕЛЬ | Индекс , код показателя | Единицы измерения | Формула или источник | Исходные данные |
|------------|-------------------------|-------------------|----------------------|-----------------|
|------------|-------------------------|-------------------|----------------------|-----------------|

ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОРЕЖИМА И ПОЙМ

| | | | | |
|--|----------|--------|-------------------------|---------------------------------------|
| Полезный объем водохранилищ | LV | куб.км | - | С документов по водохранилищам |
| Суммарный полезный объем водохранилищ выше створа (в сценарии) | LV_acc_n | куб.км | $\sum LV$ | Расчет |
| Сток 50% обеспеченности (среднегодовой сток) | W_50 | куб.км | - | С постов наблюдений (литер. справоч.) |
| Степень регулирования (изменения) стока | ALT | усл % | $100 * Lv_acc / W_50$ | Расчет |

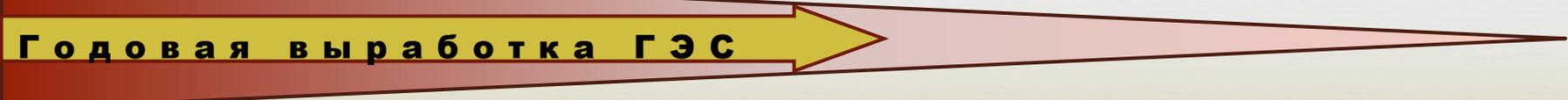
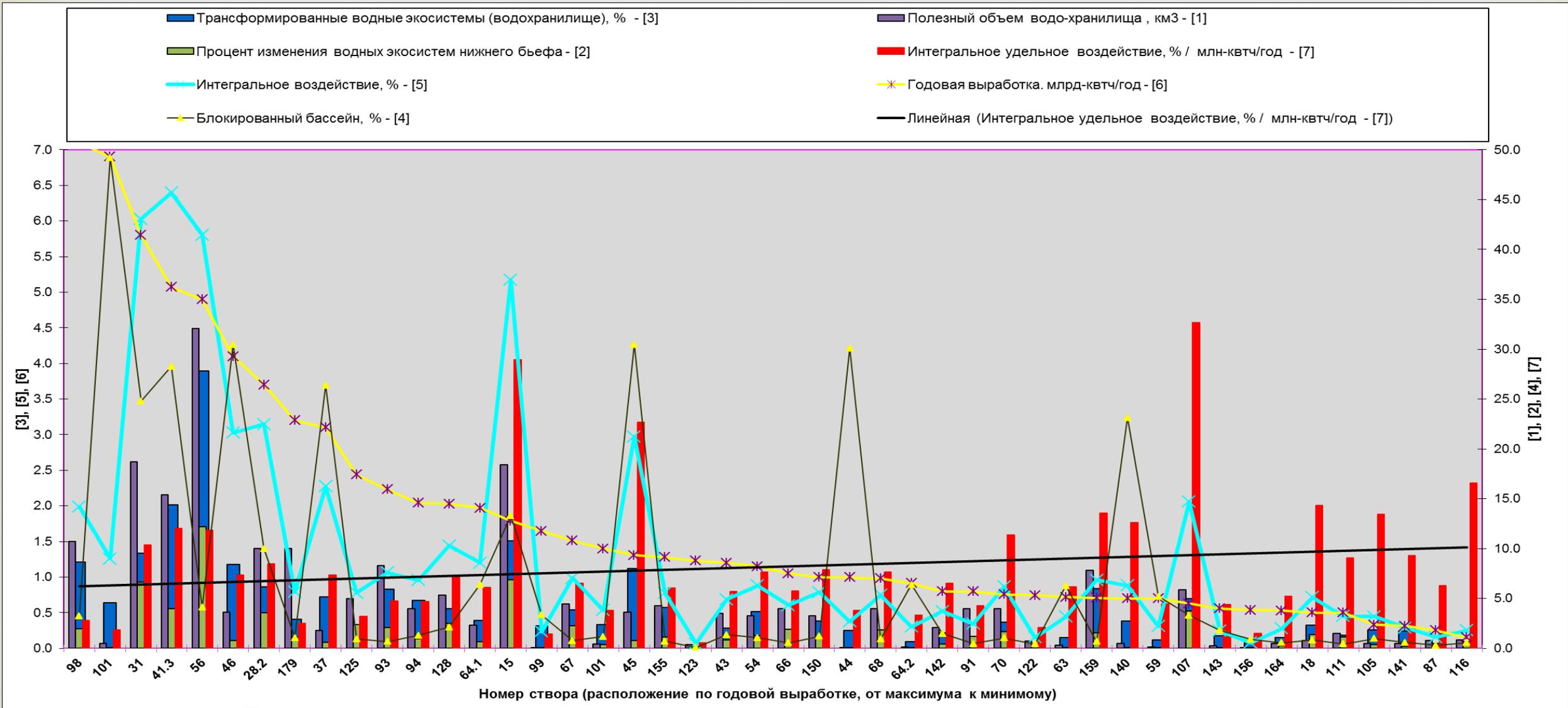
ТРАНСФОРМАЦИИ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

| | | | | |
|---|---------|-------|--|---|
| Максимальная площадь водохранилищ | R_A | кв.км | ГИС расчет | С документов по водохранилищам, ГИС моделирование |
| Сумма площади водохранилищ выше створа в данном сценарии | R_A_acc | кв.км | $\sum R_A$ | Расчет |
| Площадь воды (в межень) внутри контура водохранилища до его строительства | SWO | кв.км | ГИС расчет | Старые карты, космоснимки. |
| Изменение площади водных экосистем на месте водохранилищ(а)% для индивидуальных водохранилищ и как отношение сумм обеих величин аккумулированных в сценарии | Ch_loc | % | $100 * Res_A_Max / S_Wat-old$ | Расчет |
| Площадь воды выше створа после создания водохранилищ | SWR | кв.км | ГИС – Моделирование ГИС расчет | Топокарты, ЦМР(SRTM), Космоснимки. |
| Отношение площади водохранилища к площади неподпертым водным экосистемам выше створа в %reservoirs/unaltered water habitats | IMP_res | % | $100 * Acc_RESERVE / (S_wat_res - Res_A_Max)$ | Расчет |

БЛОКИРОВАНИЯ БАССЕЙНА

| | | | | |
|---|-----------|--------|--------------------------------|--|
| Площадь участков бассейна реки выше данного створа, заблокированных выше построенных по сценарию плотин | SB_dam_up | кв.км. | ГИС – Моделирование ГИС расчет | Операция watershed на основе ЦМР(SRTM) |
| Площадь бассейна выше данного створа | SB_up | кв.км. | ГИС – Моделирование ГИС расчет | Операция watershed на основе ЦМР(SRTM) |
| Процент водосбора заблокированный плотинами выше створа | B_block | % | $100 * SB_dam_up / SB_up$ | Расчет |

Показатели воздействия индивидуальных ГЭС



Ранжирование всего набора вероятных ГЭС

По результатам геоэкологических оценок все анализируемые ГЭС **разделены на 4 качественно разных классов** с использованием средних удельных показателей воздействий:

Непоказательные (не участвуют в расчетах)

ГЭС с слабым воздействием (ниже среднего)

ГЭС с повышенным воздействием (выше среднего)

ГЭС с большим удельным воздействием (максимальные значения)

Воздействие существующих ГЭС

| ГЭС | Процент изменения пойменных экосистем нижнего бьефа, % | Трансформированные водные экосистемы (водохранилище), % | Блокированные бассейны, % | Интегральное воздействие, % | Интегральное удельное воздействие, % / млн-кВтч/год (умножено на 10000) | Категория воздействия ГЭС |
|--------------------|--|---|---------------------------|-----------------------------|---|---------------------------|
| <i>Хунхуаэрцзи</i> | 0.3 | 0 | 0.1 | 0.1 | 36.7 | <i>Непоказательная</i> |
| Зейская | 12.2 | 3.9 | 4.1 | 5.8 | 11.8 | Сильное |
| Бурейская | 2.0 | 1.2 | 3.2 | 2.0 | 2.8 | Слабое |
| Ниэрцзи | 3.8 | 0.7 | 3.3 | 2.1 | 32.7 | Сильное |
| <i>Шанькоуху</i> | 1.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 73.9 | <i>Непоказательная</i> |
| Веньдегенъ | 0.6 | 0 | 0.6 | 0.3 | 16.6 | Повышенное |
| <i>Чаэрсен</i> | 0.8 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 84.0 | <i>Непоказательная</i> |
| Сыхугоу | 0.4 | 0 | 0.4 | 0.2 | 2.1 | Слабое |
| Байшань | 2.4 | 0.2 | 0.9 | 0.8 | 3.2 | Слабое |
| Феньмань | 2.5 | 0.6 | 2.1 | 1.4 | 7.1 | Слабое |
| <i>Дадинзишань</i> | 0.1 | 0.7 | 21.8 | 1.1 | 34.3 | <i>Непоказательная</i> |
| <i>Цзиньбоху</i> | 0.2 | 0.2 | 0.6 | 0.3 | 9.3 | <i>Непоказательная</i> |
| Ляньхуаху | 0.4 | 0.2 | 1.5 | 0.5 | 6.5 | Слабое |
| <i>Лунтоуцяо</i> | 0.5 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 390 | <i>Непоказательная</i> |

Примечание: Курсивом выделены непоказательные плотины по удельным показателям, т.к. выработка гидроэнергии не является основной целью создания гидротехнического сооружения.

Серия сценарных эколого-оценочных картосхем



На основе предложенных геоэкологических оценок были приведены некоторые сценарии эколого-оценочных карт, на которых отражено:

- ❧ Процент зарегулирования стока,
- ❧ Процент блокирования бассейна,
- ❧ Трансформация водных экосистем (изменение площади водных объектов в верхнем бьефе ГЭС).

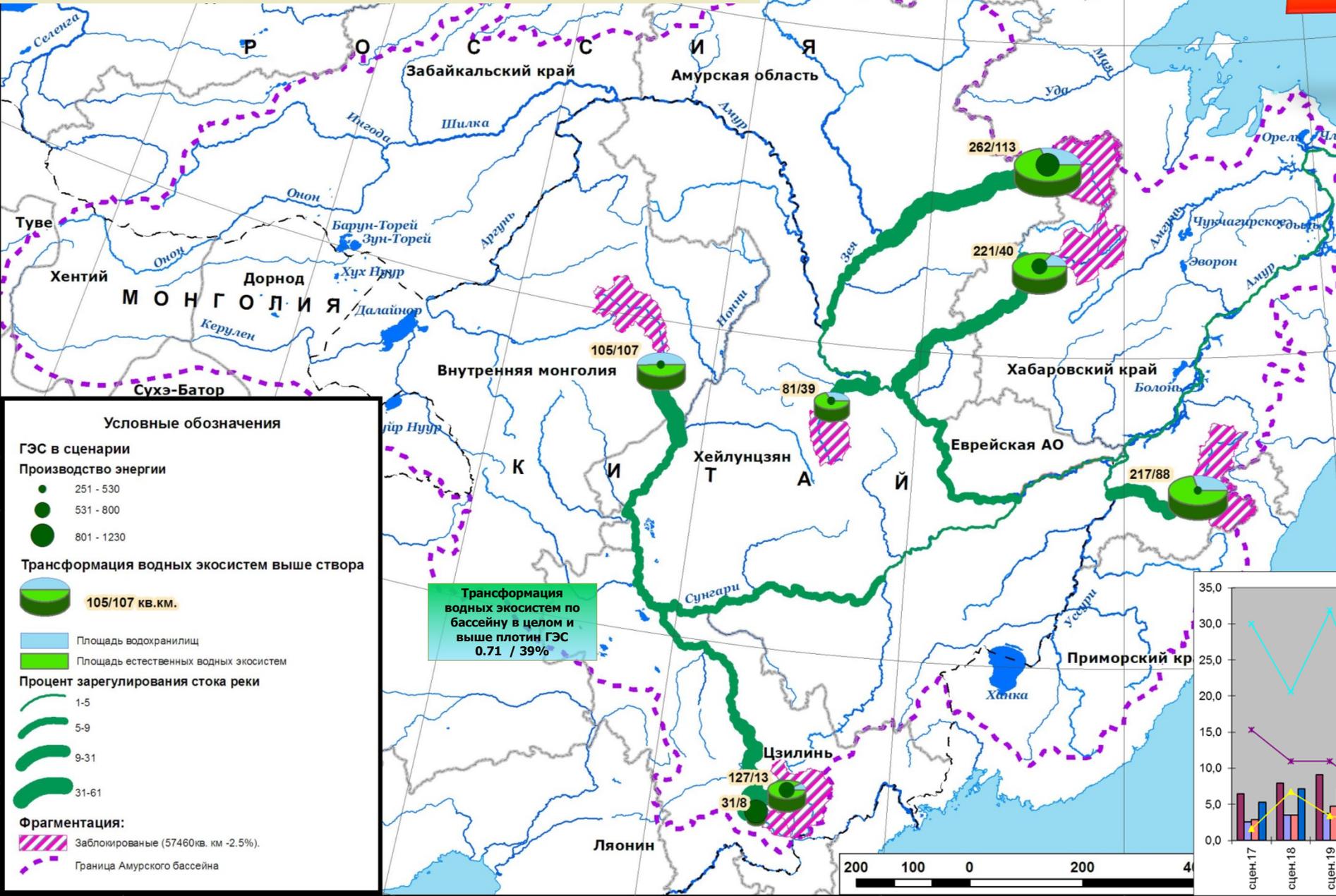
ГЭС в истоках (верховьях) рек

Местоположение ГЭС, от истока к устью рек - где лучше?

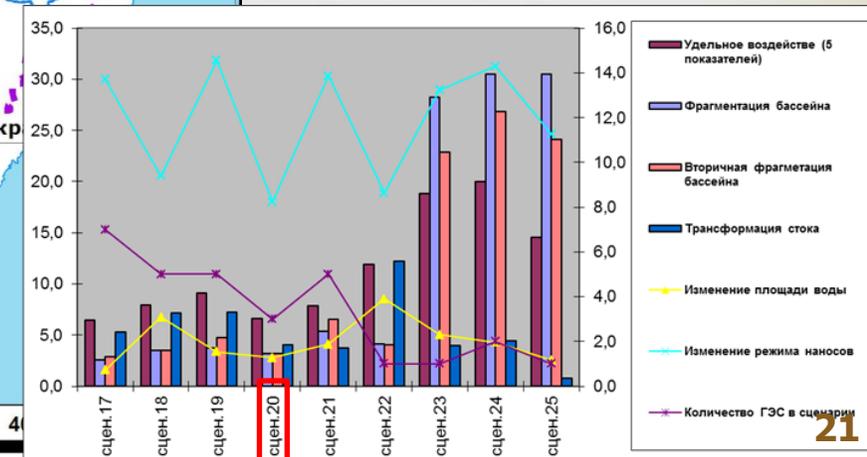
5108 млн кВт·ч

Критерием расположения в «верховьях-низовьях» Мы приняли площадь блокируемого плотиной бассейна: чем она больше тем «ниже» по течению расположена ГЭС. Следующие 4 сценария имеют сходную годовую выработку

Состав: Shilong, Xihe, Shihugou, Bilahekou, Умалтинская, Хорские, Экимчанская



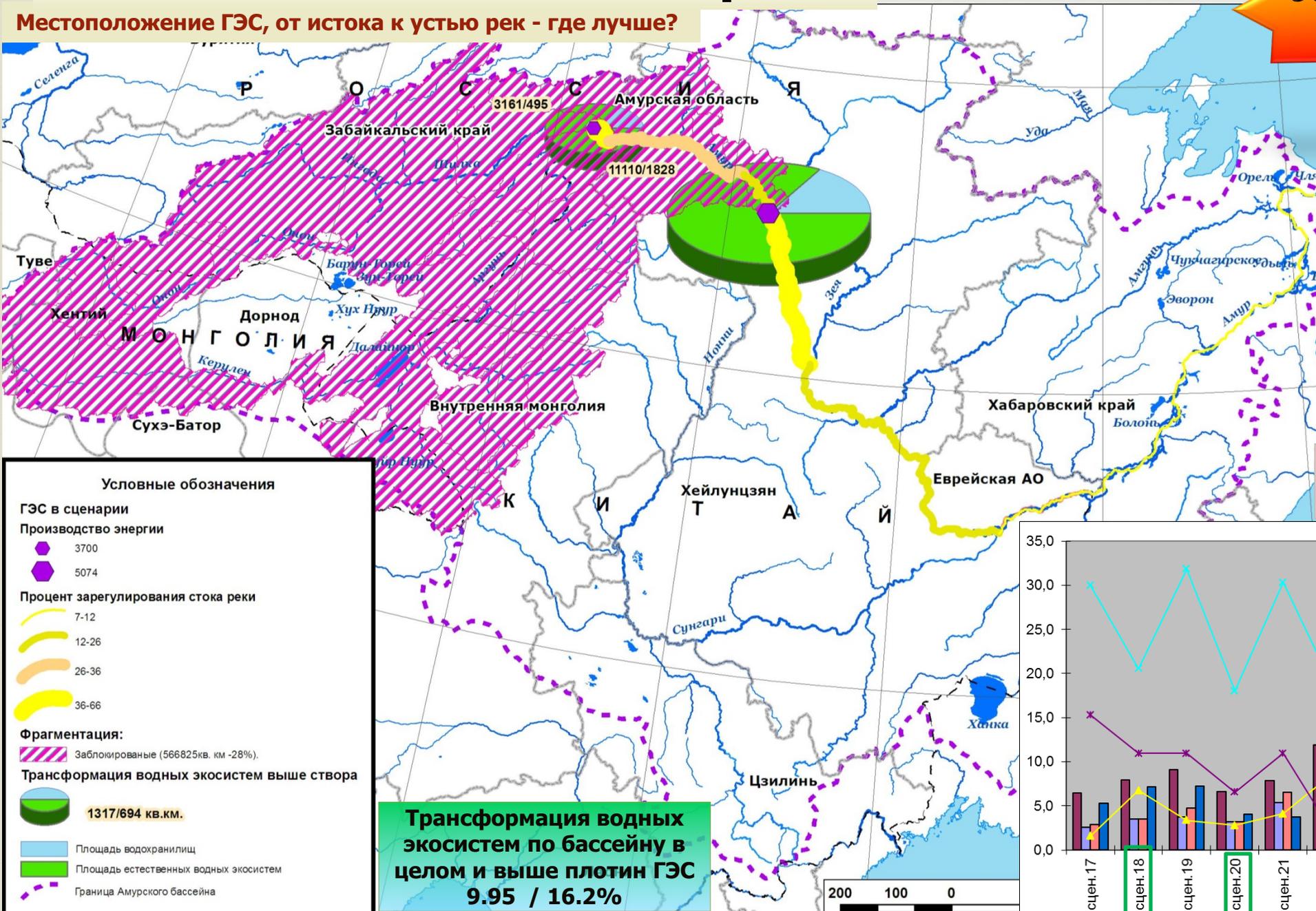
Трансформация водных экосистем по бассейну в целом и выше плотин ГЭС 0.71 / 39%



ГЭС в нижнем течении рек

Местоположение ГЭС, от истока к устью рек - где лучше?

5010 млн
кВт·ч



Состав: Шилкинская, Кузнецовская

Условные обозначения

ГЭС в сценарии

- 3700 (purple dot)
- 5074 (purple hexagon)

Процент зарегулирования стока реки

- 7-12 (yellow line)
- 12-26 (orange line)
- 26-36 (light orange line)
- 36-66 (yellow line)

Фрагментация:

- Заблокированные (566825 кв. км -28%) (pink hatched)

Трансформация водных экосистем выше створа

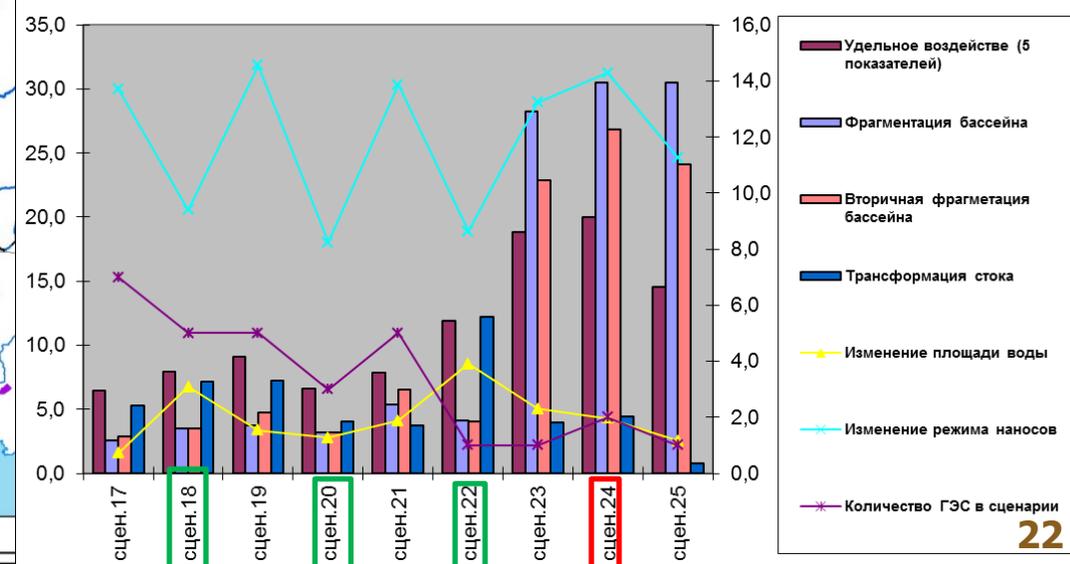
- 1317/694 кв.км. (3D pie chart)

Площадь водохранилищ (light blue)

Площадь естественных водных экосистем (green)

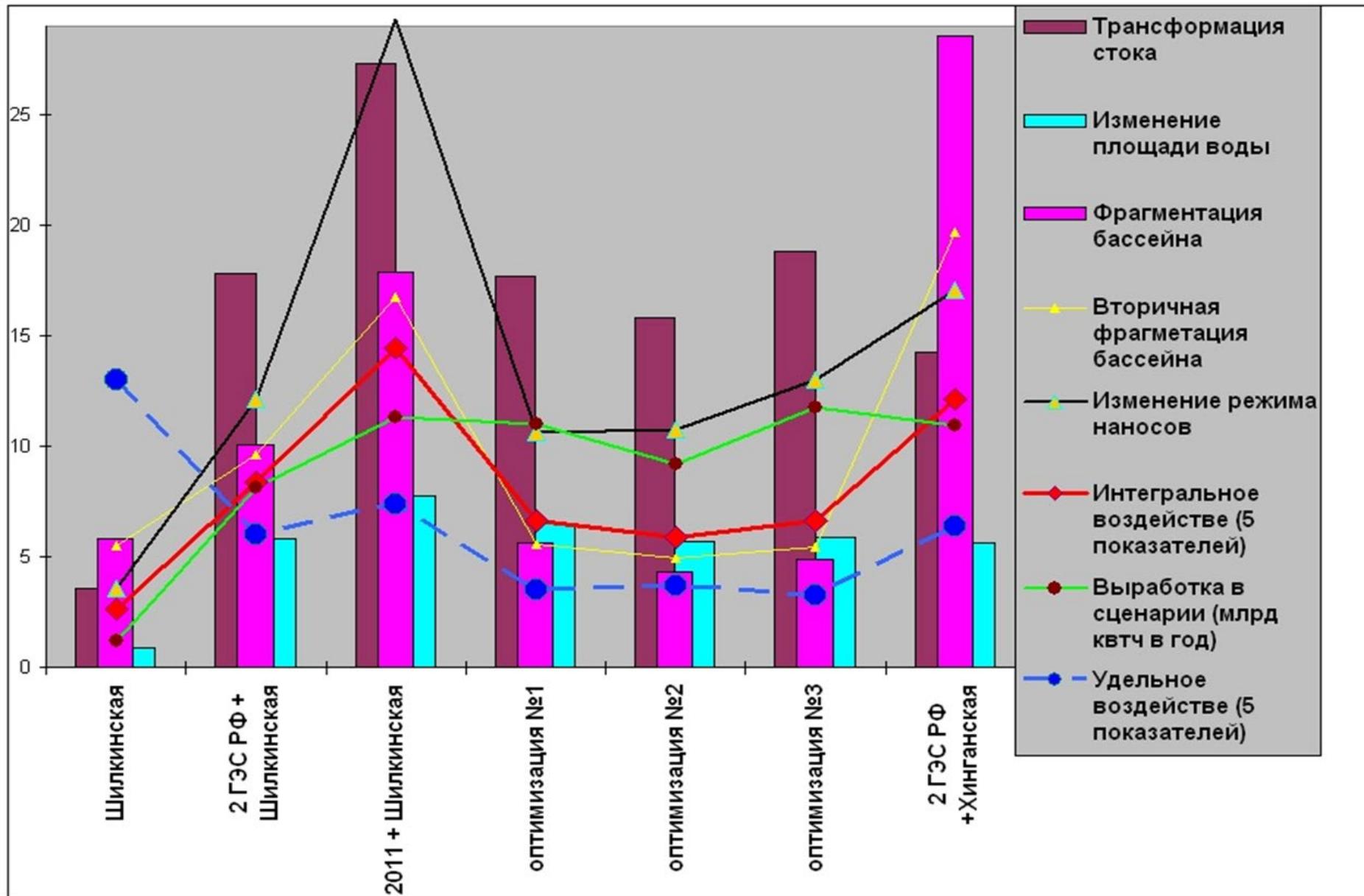
Граница Амурского бассейна (dashed purple line)

Трансформация водных экосистем по бассейну в целом и выше плотин ГЭС
9.95 / 16.2%



Пути оптимизации

гидростроительства в сравнении с ГЭС на главном русле

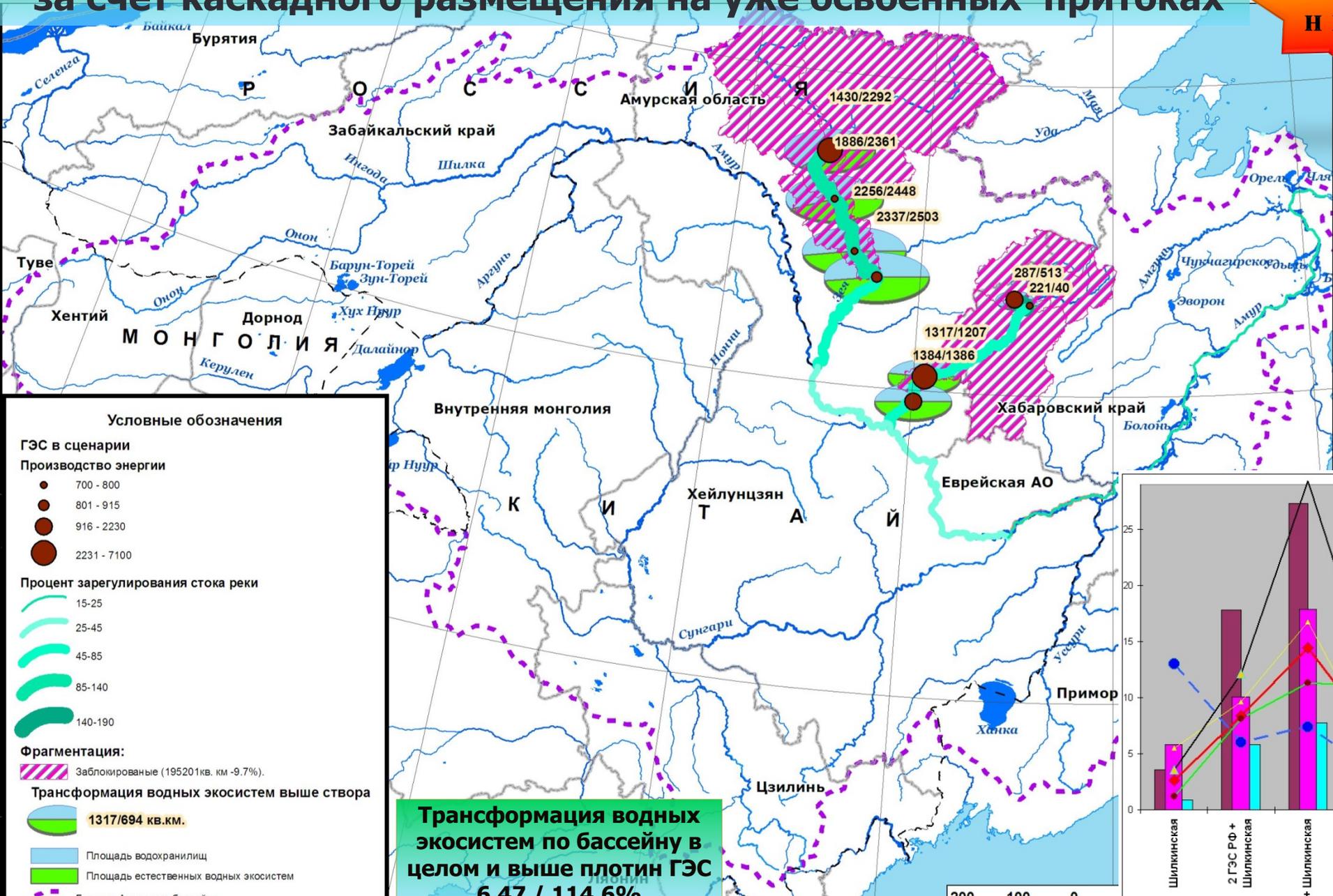


Минимизация воздействий на бассейн за счет каскадного размещения на уже освоенных притоках

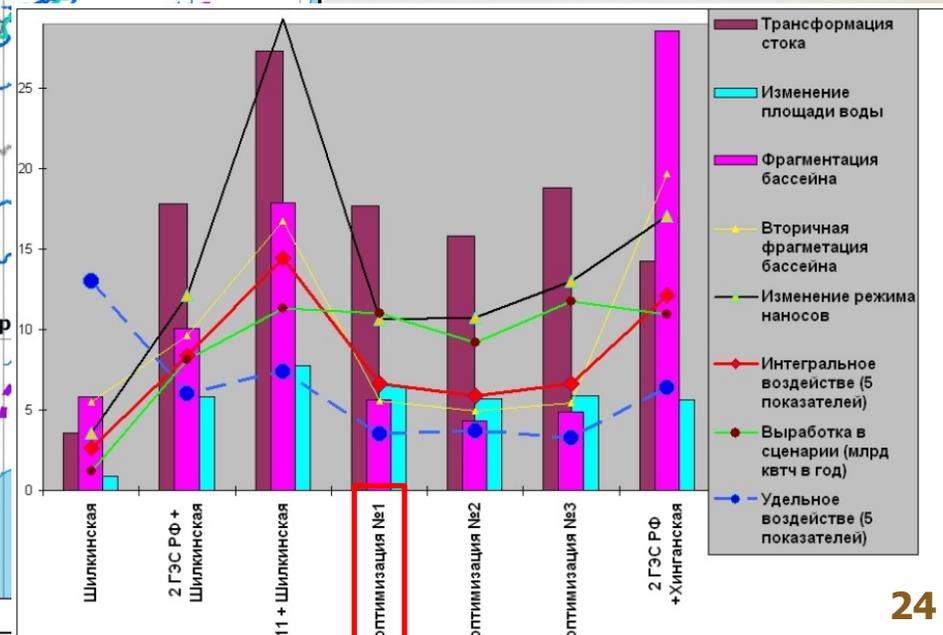
19015мл
н кВт·ч

Пути оптимизации №1

Состав: Зейская, Бурейская, Н-зейский каскад, Н-Бурейская, Н-Ниманская, Умалтинская

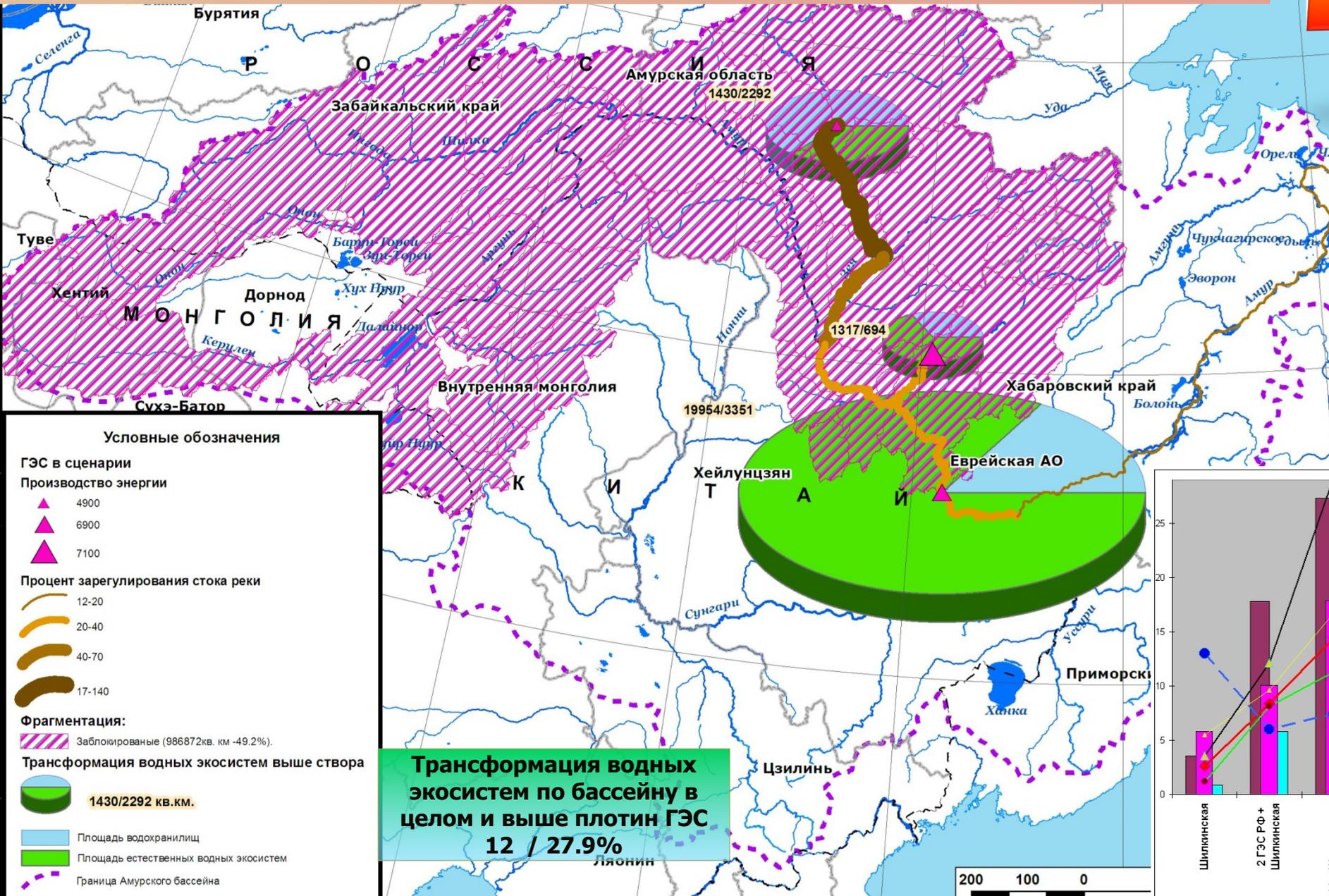


Трансформация водных экосистем по бассейну в целом и выше плотин ГЭС
6.47 / 114.6%



Размещение ГЭС на главном русле ведет к большим воздействиям

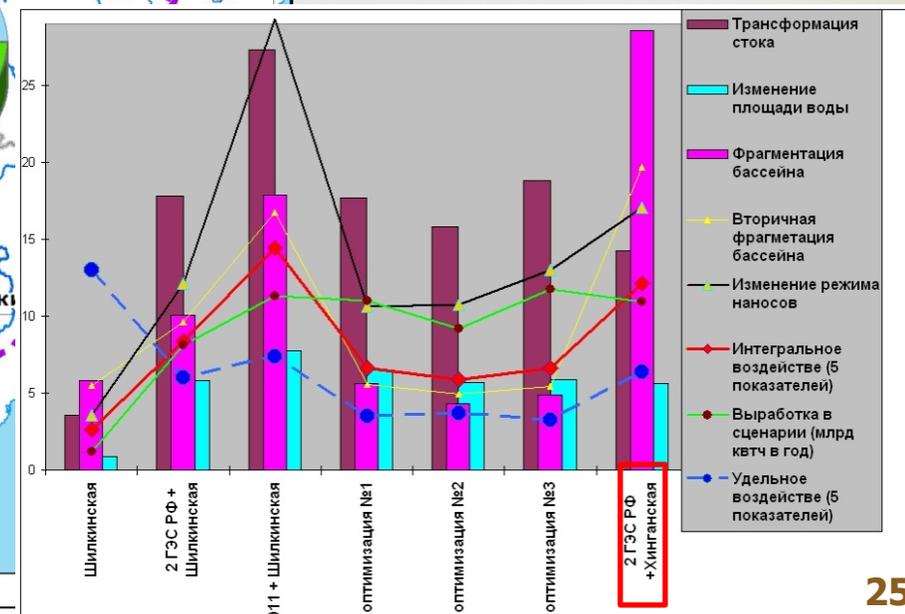
18900мл
и кВт·ч



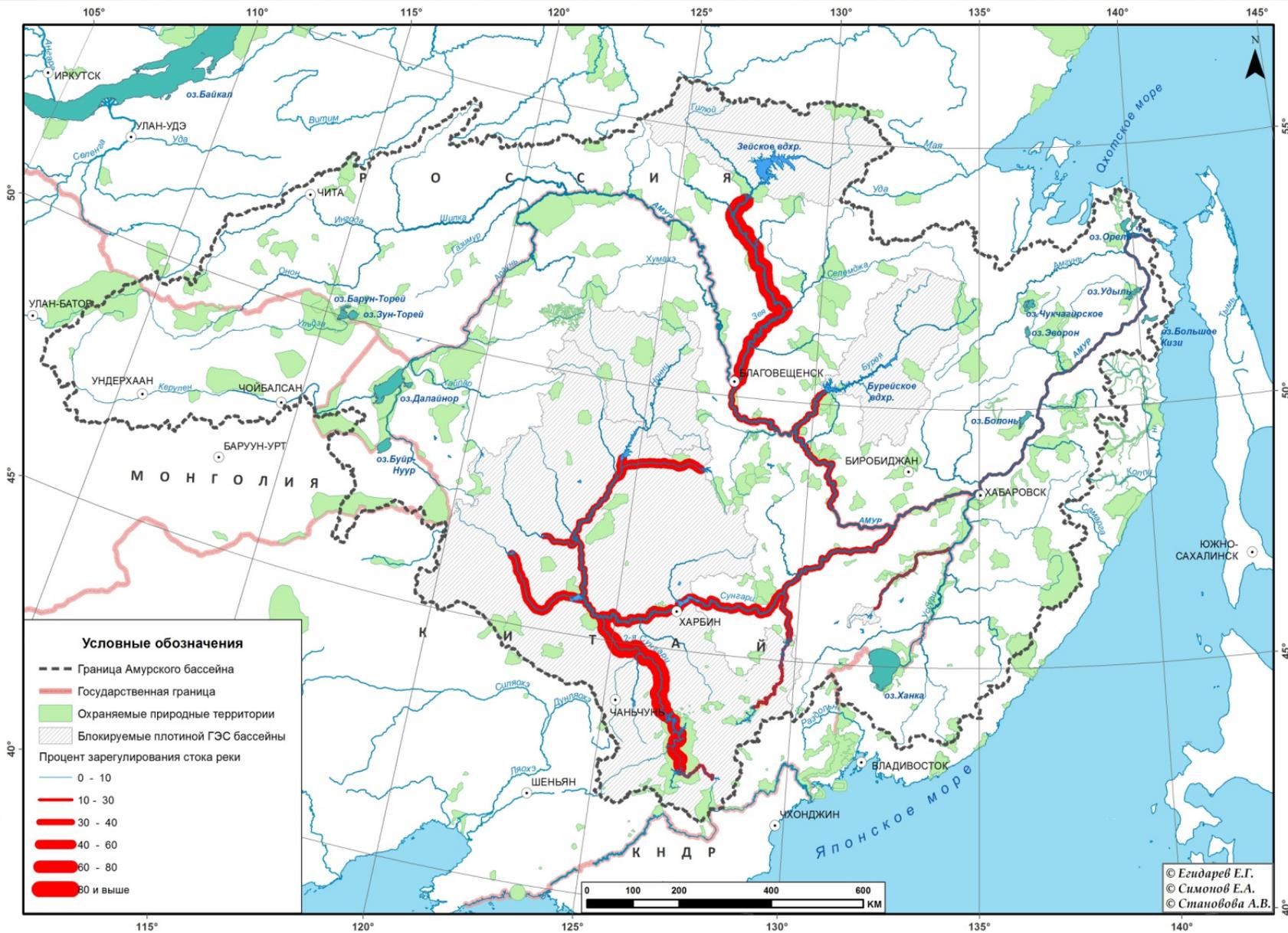
Состав: Зейская, Бурейская, Хинганская-Тайпингоу

- Условные обозначения**
- ГЭС в сценарии**
- Производство энергии
 - ▲ 4900
 - ▲ 6900
 - ▲ 7100
- Процент зарегулирования стока реки**
- 12-20
 - 20-40
 - 40-70
 - 17-140
- Фрагментация:**
- Заблокированные (986872 кв. км -49.2%)
- Трансформация водных экосистем выше створа**
- 1430/2292 кв. км.
 - Площадь водохранилищ
 - Площадь естественных водных экосистем
 - Граница Амурского бассейна

Трансформация водных экосистем по бассейну в целом и выше плотин ГЭС 12 / 27.9%



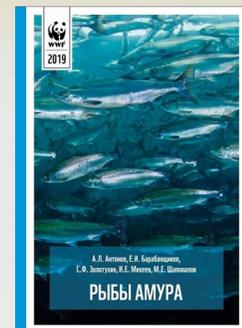
Дальнейшее расширение методики



- **Воздействие на состояние рыбных сообществ**
- **Воздействие на ООПТ и другие ценные природные территории**

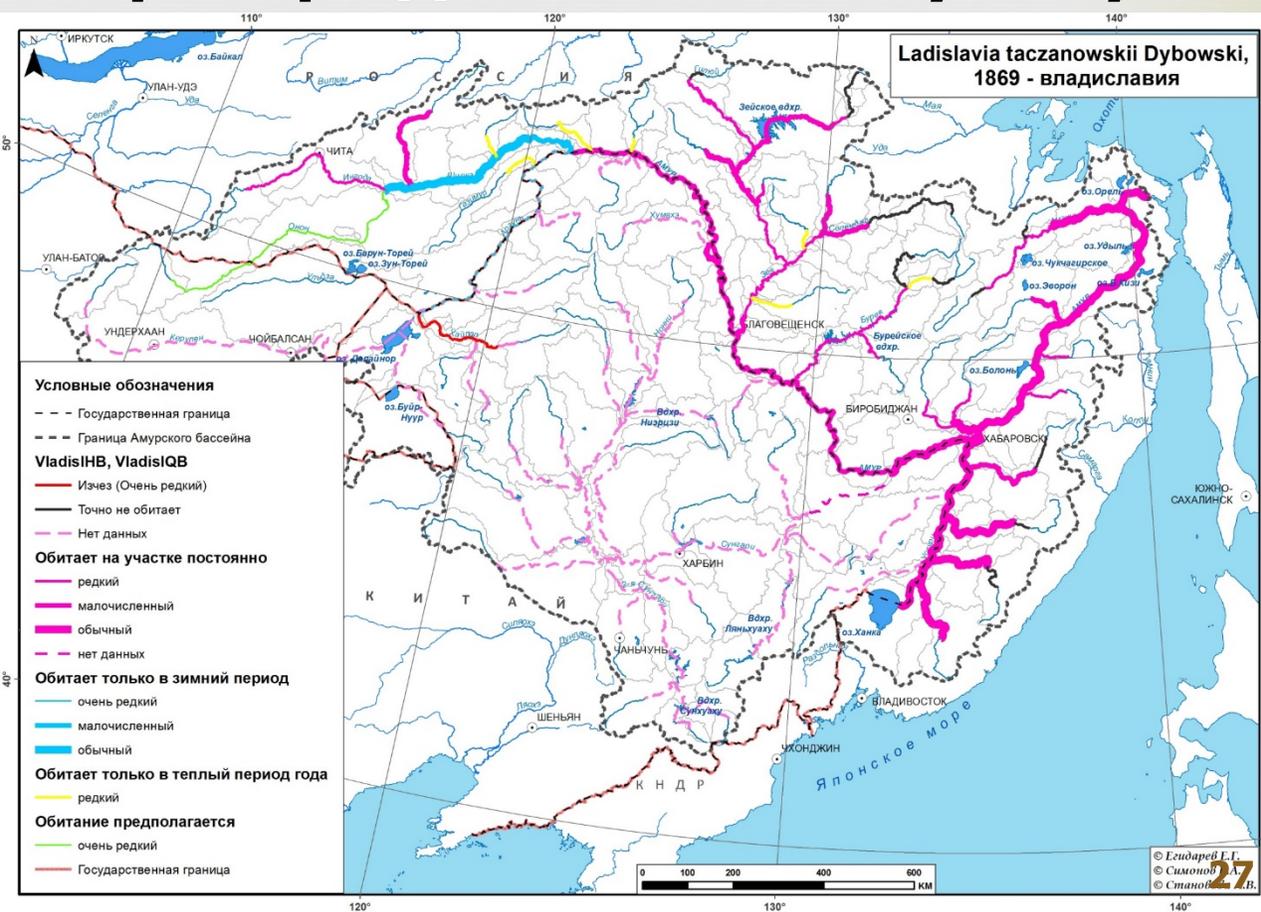
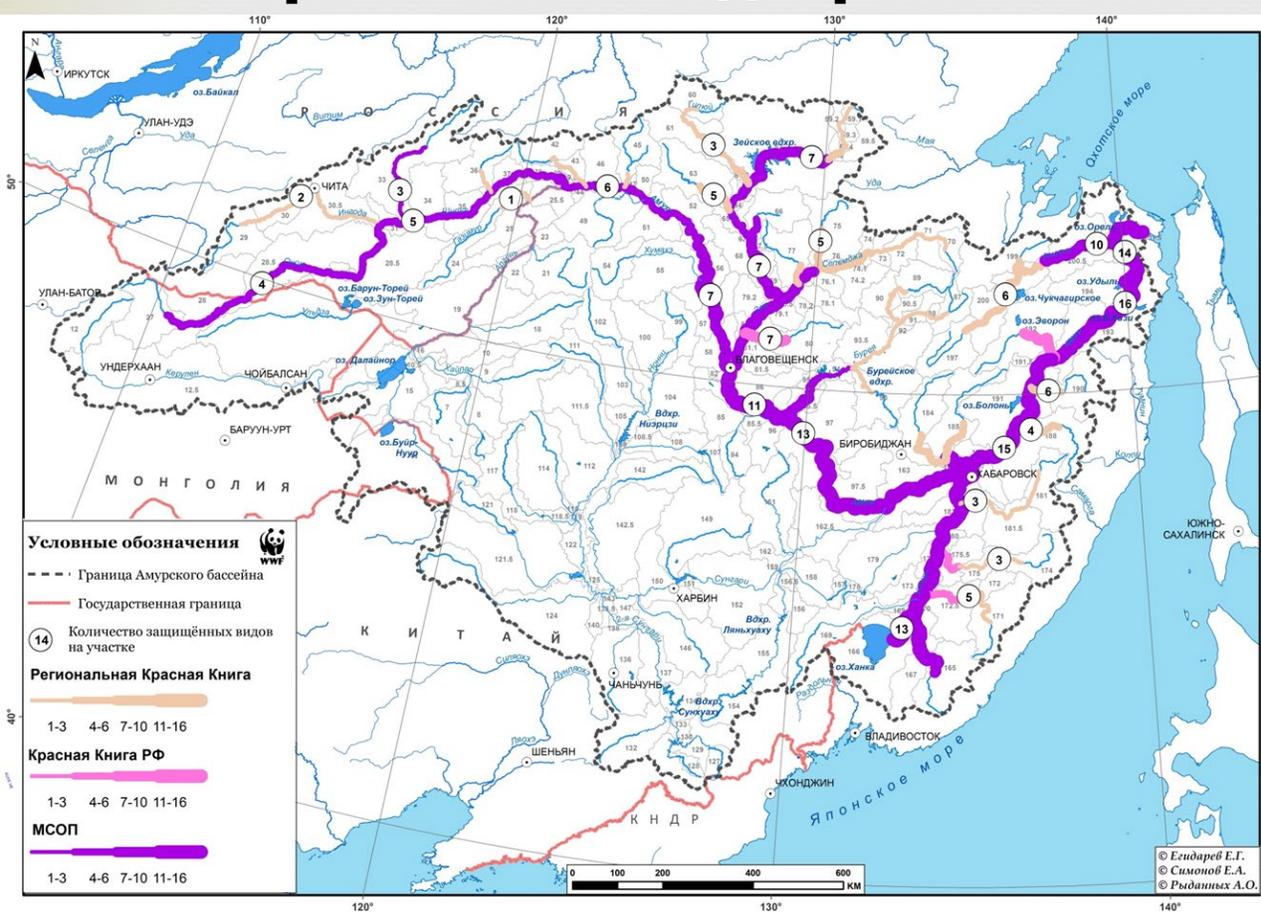
Картографирование более 100 видов рыб и рыбообразных в бассейне р.Амур

Характер обитания Численность Охранный статус Эндемики Промысловое значение
 Реакция вида на строительство плотин (+ прогноз)



Охраняемые виды рыб

Пример БД по отдельному виду



Эколого-экономическая оценка развития гидроэнергетики Амурского бассейна

- **WWF** выступил с инициативой оценки возможных последствий сценариев развития гидроэнергетики



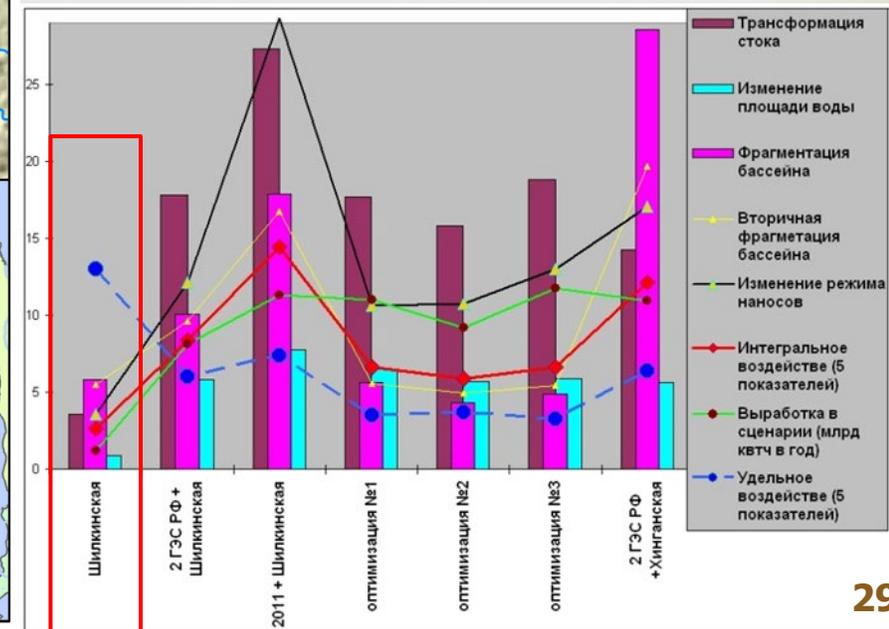
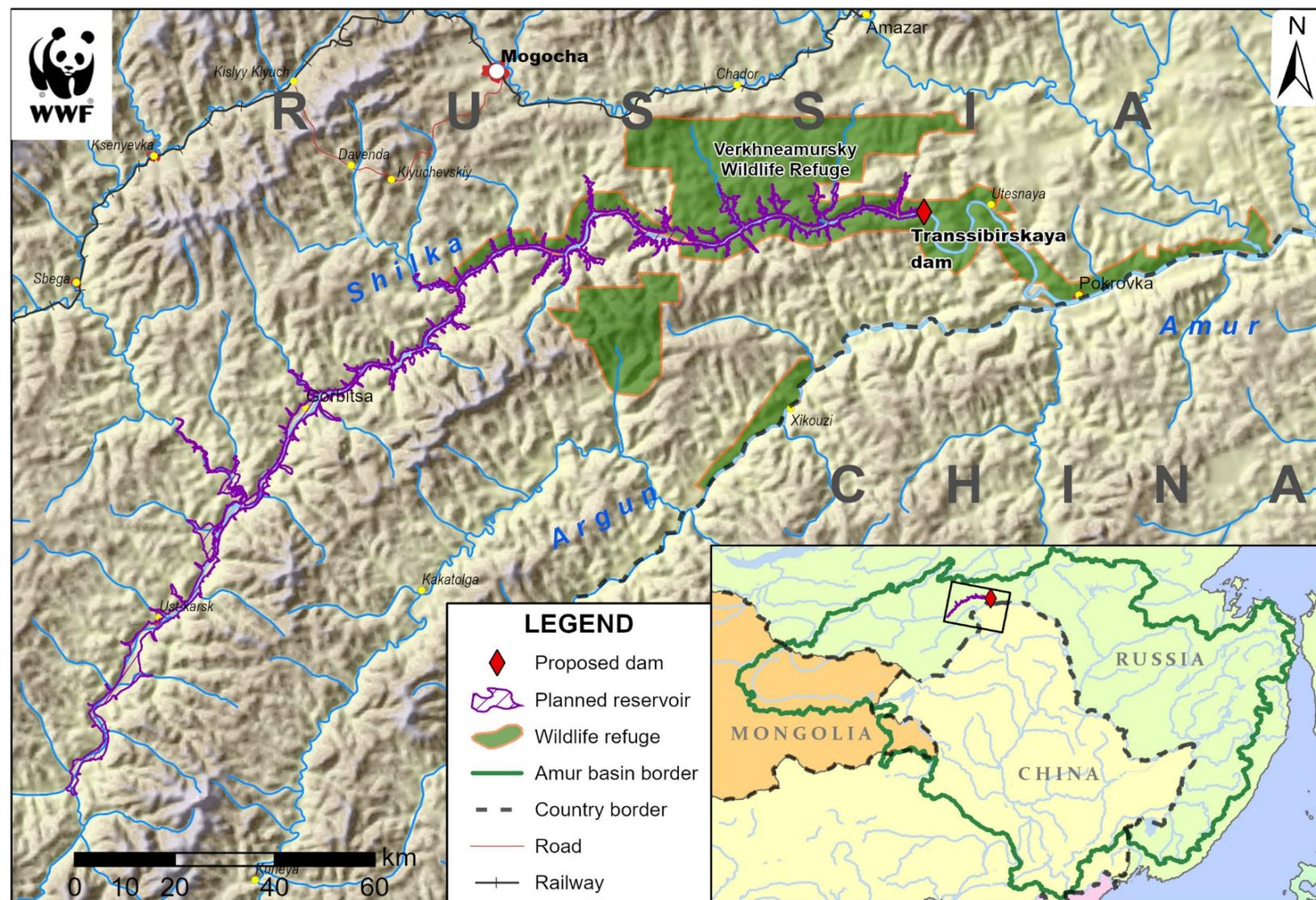
- В 2012 году En+ («ЕвроСибЭнерго») и **WWF** договорились о проведении совместного исследования:

Оценка воздействия существующих и потенциальных ГЭС на экосистему и социально-экономическое развитие бассейна реки Амур

- En+ приняла решение приостановить работы по проектированию Транссибирской ГЭС до завершения исследования, а после вовсе отказалась от своих планов



Резервация посредством ООПТ опасных створов планируемых плотин



Результаты и выводы



Предложены некоторые правила оптимизации в уже освоенных бассейнах. На «экологически приемлемых ГЭС» можно изъять только определенную небольшую часть от гидроэнергетического потенциала бассейна, а далее выбор будет между «плохими» и «очень плохими» вариантами.



В средней долгосрочной перспективе социально-экономического развития региона, несомненно потребует развития гидроэнергетического строительства, которое должно опираться на комплексные сравнительные оценки выгод и экологических рисков, в этом случае наши предложения будут востребованы и должны быть учтены.



Сумма индивидуальных оценок экологического воздействия отдельных объектов, не заменяет сценарные геоэкологические оценки по бассейну в целом, которые должны быть непременной частью расчетов чтобы добиться минимального экологического ущерба от ГЭС.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

