

КОМПЛЕКСНАЯ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ БАССЕЙНА РЕКИ АМУР



**КОМПЛЕКСНАЯ
ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
РАЗВИТИЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ
БАСЕЙНА РЕКИ АМУР**

Приветствия

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Природа бассейна Амура уникальна и характеризуется огромным биоразнообразием. Водно-болотные угодья, тянущиеся вдоль всего Амура и его притоков, являются ценнейшими природными комплексами.

Строительство и эксплуатация гидроэлектростанций в бассейне Амура уже значительно повлияли на природные условия бассейна. Образование водохранилищ и их регулирование привело к сильной трансформации экосистем, смене флоры и фауны как в зоне затопления, так и ниже по течению от плотин. В этой связи необходима научно обоснованная оценка возможных изменений природной среды под влиянием существующих и потенциальных гидроэлектростанций.

Для устойчивого социально-экономического развития необходима стратегическая экологическая оценка воздействия гидроэнергетики на речной бассейн и речную экосистему. Стратегическая экологическая оценка должна предшествовать принятию принципиальных решений в отношении проектов строительства новых гидроэлектростанций.

В 2012 году природоохранная организация Всемирный фонд дикой природы (WWF России) и бизнес-компания En+ Group договорились о проведении исследования по оценке воздействия существующих и планируемых гидроэлектростанций на экосистему и социально-экономическое развитие бассейна реки Амур.

В представленном исследовании проведена первая в России стратегическая экологическая оценка воздействия гидроэнергетики на речной бассейн. В работе рассматривается воздействие различных сценариев освоения гидроэнергетики на весь бассейн Амура.

Исследование является примером взаимного трансформирующего партнерства. Осознавая разницу в подходах к освоению и использованию природных ресурсов, сторонам в конечном итоге удалось найти пути к компромиссу. Мы ценим, что компания En+ Group согласилась провести исследование до начала проектирования потенциально экологически опасной Транссибирской ГЭС на истоке Амура – реке Шилка в Забайкальском крае. Мы признательны компании за желание внимательнее относиться к экологическим аспектам и за приложенные усилия при проведении исследования. Надеемся, что эта работа является шагом к «озеленению» бизнеса, демонстрируя возможности аккуратного подхода к использованию и освоению ресурсов.

Евгений Шварц,
доктор географических наук,
директор по природоохранной политике WWF России

УВАЖАЕМЫЕ ДРУЗЬЯ!

Комплексное исследование по оценке воздействия гидроэлектростанций на экосистему и социально-экономическое развитие бассейна реки Амур — результат совместной трехлетней работы компаний En+ Group и «ЕвроСибЭнерго» с Всемирным фондом дикой природы (WWF). Исследование — первый прецедент в истории российской гидроэнергетики, когда к экологической оценке проектов ГЭС, помимо надзорных госорганов, привлекаются также независимые экологические организации.

En+ Group является одним из крупнейших инвесторов в экономику Восточной Сибири, компании «Группы» развивают проекты в области металлургии, энергетики и горнорудной промышленности. Одной из ключевых задач мы видим обеспечение соответствия новых проектов высоким экологическим стандартам. Я уверен, что сотрудничество с WWF — одной из наиболее авторитетных экологических организаций мира — залог того, что наши проекты, в том числе в энергетике, будут соответствовать самым высоким экологическим стандартам, и экономика Востока России будет расти, опираясь на принципы устойчивого развития.

Максим Соков,
генеральный директор En+ Group

ДОРОГИЕ ЧИТАТЕЛИ!

Россия располагает значительным гидроэнергетическим потенциалом, что определяет широкие возможности развития гидроэнергетики. На ее территории сосредоточено около 9% мировых запасов гидроэнергии. По обеспеченности гидроэнергетическими ресурсами Россия занимает второе после КНР место в мире, опережая Бразилию, Канаду, Индию, США.

Амур — одна из крупнейших рек мира, бассейн Амура — четвертый по величине среди рек России (после Енисея, Оби и Лены) и десятый среди рек мира. Реки амурского бассейна — источники гидроэнергии. Их потенциальная мощность 60 млн. кВт, технически возможная — 45 млн. кВт. Расчетный гидроэнергетический потенциал этих рек оценивается в 180–200 млрд. кВтч.

В настоящее время в российской части бассейна Амура эксплуатируются 2 ГЭС — Зейская ГЭС установленной мощностью 1330 МВт и Бурейская ГЭС установленной мощностью 2010 МВт, в процессе строительства — Нижне-Бурейская ГЭС установленной мощностью 320 МВт. При этом постоянно анализируются проекты строительства новых гидроэлектростанций в бассейне Амура.

В 2011–2012 гг. в ходе анализа потенциальных проектов строительства новых ГЭС на Востоке России мы наряду с другими потенциальными проектами рассматривали возможность проведения детальной оценки целесообразности строительства Транссибирской ГЭС мощностью до 900 МВт на реке Шилка (приток реки Амур) в Забайкальском крае. В ходе работ над проектом Всемирный фонд дикой природы (WWF) предложил нам помощь своих экспертов в оценке воздействия ГЭС на окружающую среду. Так родилась идея проведения комплексного исследования, которое отражает экологические и социально-экономические аспекты воздействия различных гидроузлов на весь бассейн Амура.

Исследование является первым в российской истории примером привлечения независимых экологов к оценке воздействия ГЭС на окружающую среду. Мы считаем опыт нашего взаимодействия с WWF успешным и намерены использовать полученные результаты в дальнейшей работе.

В вышеуказанном исследовании проведена одна из первых стратегических экологических оценок в отношении гидроэнергетических проектов. При этом не просто использовались ранее разработанные методики, а была предпринята попытка разработки комплексной методики и ее применения на практике.

Внедрение и применение стратегических оценок становится все более актуальной задачей при анализе новых проектов. Такие исследования обеспечивают не просто учет экологических и социальных факторов, но и позволяют улучшить прозрачность проектов для принятия управленческих решений, повысить их инвестиционную привлекательность. Считаем, что подобный комплексный анализ, включающий в т.ч. экологическую составляющую, в дальнейшем позволит определять наиболее сбалансированные проекты для практической реализации.

Вячеслав Соломин,
генеральный директор ОАО «ЕвроСибЭнерго»

ОГЛАВЛЕНИЕ

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	15
ВВЕДЕНИЕ	17
ГЛАВА 1. СУЩЕСТВУЮЩИЕ ПОДХОДЫ К СТРАТЕГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГЭС В РЕЧНОМ БАССЕЙНЕ	18
ГЛАВА 2. БАССЕЙН РЕКИ АМУР: ХАРАКТЕРИСТИКА И ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ	21
2.1. Физико-географическая характеристика бассейна реки Амур	21
2.2. Социально-экономическая характеристика водопользования в бассейне Амура	23
2.2.1. Водопотребление в бассейне Амура	25
2.2.2. Водообеспеченность и конкуренция за воду	25
2.2.3. Трансграничное водопользование	26
2.2.4. Судоходство	29
2.3. Экологические особенности и глобальная ценность пресноводных экосистем бассейна реки Амур	30
ГЛАВА 3. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ГЭС И ДРУГИХ ГТС И ПЛАНЫ ИХ СТРОИТЕЛЬСТВА НА ТЕРРИТОРИИ БАССЕЙНА АМУРА	33
3.1. Существующие водохранилища и ГЭС в бассейне Амура	33
3.2. Планируемые ГЭС в бассейне реки Амур	36
3.3. Воздействие гидроузлов	38
ГЛАВА 4. МЕТОДИКА ОБЩЕБАССЕЙНОВОЙ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЙ ГЭС НА РЕЧНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ	42
4.1. Методические основы и предпосылки создания методики оценки	42
4.2. Факторы воздействия ГЭС на окружающую среду. Выбор ключевых показателей для проведения оценки	43
4.3. Методика комплексной оценки воздействия гидроэнергетики в масштабах бассейна Амура	45
4.3.1. Описание алгоритма оценки воздействия	45
4.3.2. Вычисление воздействия гидроузлов и их наборов в сценарии в пределах бассейна	47
4.4. Сбор, обработка и систематизация данных, необходимых для проведения бассейновой оценки	52
4.4.1. Формирование базы исходной информации для анализа бассейна Амура	52
4.4.2. Программное обеспечение моделирования, расчетов и непосредственного проведения экологических оценок	53
4.5. Возможные подходы к дальнейшему совершенствованию методики	55
4.6. Пример комплексной оценки воздействия гидроэнергетики в масштабах бассейна и экологической эффективности производства электроэнергии на ГЭС	55
4.6.1. Изменение гидрологического режима в нижнем бьефе гидроузла	57
4.6.2. Трансформация водных экосистем в верхнем бьефе гидроузла (формирование водохранилища)	58
4.6.3. Блокирование речного бассейна	58
4.6.4. Фрагментация бассейна	58
4.6.5. Изменение естественного стока наносов	60
4.6.6. Интегральные показатели воздействия единичной ГЭС	60
4.6.7. Показатели удельного воздействия (эколого-экономической эффективности) единичной ГЭС	60
4.7. Сравнение воздействий единичных ГЭС	62
4.8. Сравнение сценариев освоения гидропотенциала бассейна	64

ГЛАВА 5. РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРВИЧНОГО РАНЖИРОВАНИЯ СТВОРОВ ГЭС В БАССЕЙНЕ АМУРА	67	3.9. Амазарский (Мохэ) гидроузел	143
5.1. Ранжирование створов ГЭС в бассейне Амура	67	3.10. Чалбинская ГЭС	146
5.2. Сценарный анализ в бассейне Амура	78	3.11. Стойбинская ГЭС	148
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	82	3.12. Дальнереченская ГЭС-1	151
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ПРОБЛЕМЫ ВЛИЯНИЯ ПЛОТИН И ВОДОХРАНИЛИЩ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ, БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ И НАСЕЛЕНИЕ	84	3.13. Дальнереченская ГЭС-2	154
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ВЫЧИСЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГЭС ПО УЧАСТКАМ РЕК	87	3.14. Русиновская ГЭС	157
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ПО ГЭС ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАСЧЕТОВ ПО УЧАСТКАМ РЕК	89	3.16. Экимчанская ГЭС	160
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ГЭС БАССЕЙНА РЕКИ АМУР	96	3.17. Нижнезейский каскад гидроузлов (Инжанский, Чагоянский, Граматухинский)	163
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	98	3.18. Усманский гидроузел	167
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	107	3.18. Локшанская ГЭС	169
ВВЕДЕНИЕ	109	3.19. Гилюйский гидроузел	171
ГЛАВА 1. АМУРСКИЙ БАССЕЙН: ХАРАКТЕРИСТИКИ СТВОРОВ	110	3.20. Нижне-Зейская (Граматухинская) ГЭС	174
1.1. Современное состояние и перспективы развития гидроэнергетики Амурского бассейна.	110	3.21. Нижне-Бурейская ГЭС	177
1.2. Определение и обоснование перечня гидроузлов для социально-экономической оценки	113	3.22. Умалтинская ГЭС	180
ГЛАВА 2. ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ	116	3.23. Ургальский гидроузел	182
2.1. Экономическая эффективность проекта	116	3.24. Верхнениманский гидроузел	184
2.2. Среднегодулетний предотвращенный ущерб от подтоплений и наводнений за счет строительства гидротехнического сооружения (ГТС)	117	3.25. Нижнениманская ГЭС (Ургальская ГЭС-1)	187
2.3. Макроэкономическая бюджетная эффективность	117	3.26. Усть-Ниманский гидроузел	190
2.3.1. Макроэкономическая эффективность с учетом мультипликативного эффекта (экономическая эффективность проекта для региона)	117	3.27. Зейская ГЭС	193
2.3.2. Бюджетная эффективность	118	3.28. Бурейская ГЭС	196
2.4. Изменение занятости	118	ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ РАНЖИРОВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ СТВОРОВ ГЭС В АМУРСКОМ БАССЕЙНЕ	198
2.5. Количество переселяемых людей	119	4.1. Визуализация данных	198
2.6. Изменение условий функционирования водного транспорта и изменение грузооборота водного транспорта	119	4.2. Экономическая эффективность проекта	198
2.7. Учет памятников культурного наследия/археологии	120	4.3. Среднегодулетний предотвращенный ущерб	199
2.8. Учет изменений в рыбном хозяйстве	120	4.4. Макроэкономическая и бюджетная эффективность	199
2.9. Затопление и подтопление экономических объектов	120	4.5. Изменение занятости	199
2.9.1. Затопление месторождений полезных ископаемых	121	4.6. Количество переселяемых людей	201
2.9.2. Затопление земель лесного фонда и сельскохозяйственных земель	121	4.7. Изменение условий функционирования водного транспорта и изменение грузооборота водного транспорта	201
ГЛАВА 3. ОПИСАНИЕ РАССМАТРИВАЕМЫХ ГИДРОУЗЛОВ	122	4.8. Учет памятников культурного наследия/археологии	201
3.1. Нововоскресеновский (Хума) гидроузел	122	4.9. Учет изменений в рыбном хозяйстве	202
3.2. Усть-Карская ГЭС	123	4.10. Затопление и подтопление экономических объектов	202
3.3. Джалиндинский (Ляонинский) гидроузел	128	4.11. Интегральный показатель	202
3.4. Хинганский (Тайпингоский) гидроузел	131	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	204
3.5. Селемджинская (Дагмарская) ГЭС	133	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	206
3.6. Шилкинская (Транссибирская) ГЭС	136	ПРИЛОЖЕНИЯ	209
3.7. Утесная ГЭС	141	ПРИЛОЖЕНИЕ I. АМУРСКИЙ БАССЕЙН: ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ ПО ПРОВЕДЕНИЮ СТРАТЕГИЧЕСКОЙ КОМПЛЕКСНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ГЭС)	210
3.8. Транссибирская ГЭС + Утесная ГЭС	143	ПРИЛОЖЕНИЕ II. РЕЦЕНЗИИ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ЧАСТЬ	220
		Рецензия Т. С. Иванова	220
		Рецензия М. Г. Гречушниковой	223
		Рецензия И. О. Дугиной	226
		Рецензия Н. Н. Ефимова	229
		Рецензия М. С. Чернятина	235
		Рецензия В. В. Горобейко	246
		Рецензия Н. А. Харченко	247
		Рецензия И. П. Глазыриной	248

ПРИЛОЖЕНИЕ III. КОММЕНТАРИИ К ИССЛЕДОВАНИЮ

Комментарий экспертов Еп+ (ЕвроСибЭнерго) к экологической оценке исследования	251
Комментарий экспертов WWF к социально-экономической оценке исследования	253

ПРИЛОЖЕНИЕ IV. АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ К ОТЧЕТУ РЕЦЕНЗИЙ И КОММЕНТАРИЕВ

СПИСОК ТАБЛИЦ

Экологическая часть

Таблица 2.1. Экорегиональное деление бассейна реки Амур	24
Таблица 2.2. Оценка российского судоходства по участкам реки [44]	31
Таблица 2.3. Охраняемые природные территории в бассейне Амура [47]	32
Таблица 3.1. Крупные и средние ГЭС в бассейне реки Амур, учтенные в исследовании	34
Таблица 4.3. Изменение естественного стока наносов в бассейне Буреи при создании Усманской ГЭС	61
Таблица 4.5. Сценарии освоения бассейна реки Буря	66
Таблица 5.1. Воздействие ГЭС в экорегионах бассейна реки Амур	78
Таблица 5.2. Сравнение воздействия существующих каскадов ГЭС в бассейне с альтернативными вариантами размещения гидроузлов	81

Экономическая часть

Таблица 1.1. Валовый (теоретический) гидроэнергетический потенциал	110
Таблица 1.2. Гидроэнергетический потенциал	111
Таблица 1.3. Доля ГЭС в составе установленной мощности электростанций ОЭС и ЕЭС России	112
Таблица 1.4. Экономический гидроэнергетический потенциал Дальнего Востока России	112
Таблица 1.5. ГЭС на Дальнем Востоке России	112
Таблица 1.6. Первоначальный список створов	113
Таблица 1.7. Удельные показатели стоимости строительства	115
Таблица 1.8. Список створов с наличием исходных данных по стоимости строительства	115
Таблица 3.1. Характеристики Нововоскресеновской ГЭС	122
Таблица 3.2. Оценка социально-экономических факторов Нововоскресеновской ГЭС	123
Таблица 3.3. Характеристики Усть-Карской ГЭС	126
Таблица 3.4. Оценка социально-экономических факторов Усть-Карской ГЭС	126
Таблица 3.5. Характеристики Джалиндинской ГЭС	129
Таблица 3.6. Оценка социально-экономических факторов Джалиндинской ГЭС	129
Таблица 3.7. Характеристики Хинанганской ГЭС	131
Таблица 3.8. Оценка социально-экономических факторов Хинганской ГЭС	132
Таблица 3.9. Характеристики Селемджинской ГЭС	134
Таблица 3.10. Оценка социально-экономических факторов Селемджинской ГЭС	134
Таблица 3.11. Характеристики Шилкинской ГЭС	137
Таблица 3.12. Оценка социально-экономических факторов Шилкинской ГЭС	137
Таблица 3.13. Характеристики Утесной ГЭС	141
Таблица 3.14. Оценка социально-экономических факторов Утесной ГЭС	141
Таблица 3.15. Оценка социально-экономических факторов Транссибирской +Утесной ГЭС	143
Таблица 3.16. Характеристики Амазарской ГЭС	144
Таблица 3.17. Оценка социально-экономических факторов Транссибирской +Утесной ГЭС	144
Таблица 3.18. Характеристики Чалбинской ГЭС	146
Таблица 3.19. Оценка социально-экономических факторов Чалбинской ГЭС	146
Таблица 3.20. Характеристики Стойбинской ГЭС	148
Таблица 3.21. Оценка социально-экономических факторов Стойбинской ГЭС	149
Таблица 3.22. Характеристики Дальнеречинской ГЭС-1	151
Таблица 3.23. Оценка социально-экономических факторов Дальнереченской ГЭС-1	152
Таблица 3.24. Характеристики Дальнереченской ГЭС-2	154
Таблица 3.25. Оценка социально-экономических факторов Дальнереченской ГЭС-2	154
Таблица 3.26. Характеристики Русиновской ГЭС	158
Таблица 3.27. Оценка социально-экономических факторов Русиновской ГЭС	158
Таблица 3.28. Характеристики Экимчанской ГЭС.	161
Таблица 3.29. Оценка социально-экономических факторов Экимчанской ГЭС	161

Таблица 3.30. Характеристики Нижне-Зейского каскада ГЭС	163
Таблица 3.31. Оценка социально-экономических факторов ГЭС Нижне-Зейского каскада	164
Таблица 3.32. Характеристики Усманской ГЭС	167
Таблица 3.33. Оценка социально-экономических факторов Усманской ГЭС	167
Таблица 3.34. Характеристики Локшанской ГЭС	169
Таблица 3.35. Оценка социально-экономических факторов Локшанской ГЭС	170
Таблица 3.36. Характеристики Гилюйской ГЭС	172
Таблица 3.37. Оценка социально-экономических факторов Гилюйской ГЭС	172
Таблица 3.38. Характеристики Нижне-Зейской ГЭС	175
Таблица 3.39. Оценка социально-экономических факторов Нижне-Зейской (Граматыхинской) ГЭС	175
Таблица 3.40. Характеристики Нижне-Бурейской ГЭС	178
Таблица 3.41. Характеристики Умалтинской ГЭС	180
Таблица 3.42. Оценка социально-экономических факторов Умалтинской ГЭС	180
Таблица 3.43. Характеристики Ургальской ГЭС	182
Таблица 3.44. Оценка социально-экономических факторов Ургальской ГЭС	183
Таблица 3.45. Характеристики Верхнениманской ГЭС	185
Таблица 3.46. Оценка социально-экономических факторов Верхнениманской ГЭС	185

СПИСОК РИСУНКОВ

Экологическая часть

Рисунок 2.1. Бассейн реки Амур	22
Рисунок 2.2. Карта пресноводных экорегионов бассейна Амура	23
Рисунок 3.1. Существующие и потенциальные створы ГЭС в бассейне реки Амур	39
Рисунок 4.1. Анализируемые створы и участки рек в бассейне реки Амур	46
Рисунок 4.2. Фрагментация бассейна реки плотинами	50
Рисунок 4.3. Блокированный Усманской ГЭС участок бассейна реки Буря	57
Рисунок 4.5. Сравнительное воздействие ГЭС в бассейне Буреи по трем основным факторам	62
Рисунок 4.4. Расположение потенциальных ГЭС в бассейне реки Буря	62
Рисунок 4.6. Сравнительное воздействие ГЭС в бассейне Буреи по пяти факторам	64
Рисунок 4.7. Абсолютное и удельное воздействие сценариев размещения ГЭС при освоении бассейна реки Буря	65
Рисунок 5.1. Сценарий-2014: крупные и средние ГЭС, эксплуатируемые в бассейне Амура к 2014 году, и их воздействие на водные экосистемы	68
Рисунок 5.2. Карта-схема расположения рассматриваемых в исследовании створов ГЭС (российская часть бассейна Амура)	68
Рисунок 5.3. Интегральное воздействие по трем показателям, оказываемое на экосистему бассейна Амура при зарегулировании рек указанными гидроэлектростанциями	70
Рисунок 5.4. Удельное воздействие по трем показателям, оказываемое на экосистему бассейна Амура при зарегулировании рек указанными гидроэлектростанциями	70
Рисунок 5.5. Интегральное воздействие по пяти показателям, оказываемое на экосистему бассейна Амура при зарегулировании рек указанными гидроэлектростанциями	71
Рисунок 5.6. Удельное воздействие по пяти показателям, оказываемое на экосистему бассейна Амура при зарегулировании рек указанными гидроэлектростанциями	71
Рисунок 5.7. Воздействие существующих и потенциальных ГЭС бассейна Амура (по трем показателям)	72
Рисунок 5.8. Удельное воздействие существующих и потенциальных ГЭС бассейна Амура (по трем показателям)	73
Рисунок 5.9. Интегральное воздействие существующих и потенциальных ГЭС бассейна Амура (по пяти показателям)	74
Рисунок 5.10. Удельное воздействие существующих и потенциальных ГЭС бассейна Амура (по пяти показателям)	75
Рисунок 5.11. Интегральное воздействие существующих и потенциальных ГЭС бассейна Амура: сопоставление воздействия по трем и пяти показателям	76
Рисунок 5.12. Удельное воздействие существующих и потенциальных ГЭС бассейна Амура: сопоставление воздействия по трем и пяти показателям	77
Рисунок 5.13. Воздействие ГЭС в экорегионах бассейна реки Амур (по пяти показателям)	79
Рисунок 5.14. Анализ современного (2014 г.) и альтернативных сценариев размещения ГЭС в бассейне реки Амур	81

Экономическая часть

Рисунок 3.1. Схема выдачи мощности Нововоскресеновской ГЭС	124
Рисунок 3.2. Схема водохранилища Нововоскресеновской ГЭС	124
Рисунок 3.3. Экономические объекты в зоне затопления Нововоскресеновской ГЭС	125
Рисунок 3.4. Схема выдачи мощности Усть-Карской ГЭС	127
Рисунок 3.5. Схема водохранилища Усть-Карской ГЭС	127
Рисунок 3.6. Экономические объекты в зоне затопления Усть-Карской ГЭС	128
Рисунок 3.7. Схема выдачи мощности Джалиндинской ГЭС	130
Рисунок 3.8. Схема водохранилища Джалиндинской ГЭС	130
Рисунок 3.9. Экономические объекты в зоне затопления Джалиндинской ГЭС	130
Рисунок 3.10. Схема выдачи мощности Хинганской ГЭС	132
Рисунок 3.11. Экономические объекты в зоне затопления Джалиндинской ГЭС	133
Рисунок 3.12. Схема выдачи мощности Селемджинской ГЭС	135
Рисунок 3.13. Схема водохранилища Селемджинской ГЭС.	135
Рисунок 3.14. Экономические объекты в зоне затопления Селемджинской ГЭС	136
Рисунок 3.15. Схема выдачи мощности Шилкинской ГЭС	138
Рисунок 3.16. Схема водохранилища Шилкинской ГЭС	138
Рисунок 3.17. Экономические объекты в зоне затопления Шилкинской ГЭС	138
Рисунок 3.18. Схема выдачи мощности Утесной ГЭС.	142
Рисунок 3.19. Схема водохранилища Утесной ГЭС	142
Рисунок 3.20. Экономические объекты в зоне затопления Утесной ГЭС	142
Рисунок 3.21. Схема выдачи мощности Амазарской ГЭС	145
Рисунок 3.22. Схема водохранилища Амазарской ГЭС	145
Рисунок 3.23. Экономические объекты в зоне затопления Амазарской ГЭС	145
Рисунок 3.24. Схема выдачи мощности Чалбинской ГЭС	147
Рисунок 3.25. Схема водохранилища Чалбинской ГЭС.	147
Рисунок 3.26. Экономические объекты в зоне затопления Чалбинской ГЭС	148
Рисунок 3.27. Схема выдачи мощности Стойбинской ГЭС	149
Рисунок 3.28. Схема водохранилища Стойбинской ГЭС	150
Рисунок 3.29. Экономические объекты в зоне затопления Стойбинской ГЭС	150
Рисунок 3.30. Схема выдачи мощности Дальнереченской ГЭС-1	152
Рисунок 3.32. Экономические объекты в зоне затопления Дальнереченской ГЭС-1	153
Рисунок 3.31. Схема водохранилища Дальнереченской ГЭС-1	153
Рисунок 3.33. Схема выдачи мощности Дальнереченской ГЭС-2	155
Рисунок 3.35. Экономические объекты в зоне затопления Дальнереченской ГЭС-2	156
Рисунок 3.34. Схема водохранилища Дальнереченской ГЭС-2	156
Рисунок 3.36. Схема выдачи мощности Русиновской ГЭС	159
Рисунок 3.37. Схема водохранилища Русиновской ГЭС	159
Рисунок 3.38. Экономические объекты в зоне затопления Русиновской ГЭС	160
Рисунок 3.39. Оценка социально-экономических факторов Экимчанской ГЭС	161
Рисунок 3.40. Схема выдачи мощности Экимчанской ГЭС	162
Рисунок 3.41. Схема водохранилища Экимчанской ГЭС	162
Рисунок 3.42. Экономические объекты в зоне затопления Экимчанской ГЭС	162
Рисунок 3.43. Схемы выдачи мощности ГЭС Нижне-Зейского каскада	164
Рисунок 3.44. Схемы водохранилищ ГЭС Нижне-Зейского каскада	165
Рисунок 3.45. Экономические объекты в зоне затопления Инжанской ГЭС	166
Рисунок 3.46. Экономические объекты в зоне затопления Чагоянской ГЭС	166
Рисунок 3.47. Экономические объекты в зоне затопления Граматухинской ГЭС (мал.)	166
Рисунок 3.48. Схема выдачи мощности Усманской ГЭС	168
Рисунок 3.49. Схема водохранилища Усманской ГЭС	168
Рисунок 3.50. Экономические объекты в зоне затопления Усманской ГЭС	169
Рисунок 3.51. Схема выдачи мощности Локшанской ГЭС	170
Рисунок 3.52. Схема водохранилища Локшанской ГЭС	171
Рисунок 3.53. Экономические объекты в зоне затопления Локшанской ГЭС	171
Рисунок 3.54. Схема выдачи мощности Гилюйской ГЭС	173
Рисунок 3.55. Схема водохранилища Гилюйской ГЭС	173
Рисунок 3.56. Экономические объекты в зоне затопления Гилюйской ГЭС	174
Рисунок 3.58. Схема водохранилища Нижне-Зейской ГЭС	176
Рисунок 3.57. Схема выдачи Нижне-Зейской ГЭС	176
Рисунок 3.59. Экономические объекты в зоне затопления Нижне-Зейской ГЭС	177

Рисунок 3.60. Схема выдачи мощности Нижне-Бурейской ГЭС	179
Рисунок 3.61. Экономические объекты в зоне затопления Нижне-Бурейской ГЭС	179
Рисунок 3.62. Схема выдачи мощности Умалтинской ГЭС	181
Рисунок 3.63. Схема водохранилища Умалтинской ГЭС.	181
Рисунок 3.64. Экономические объекты в зоне затопления Умалтинской ГЭС	182
Рисунок 3.65. Схема выдачи мощности Ургальской ГЭС	183
Рисунок 3.66. Схема водохранилища Ургальской ГЭС	184
Рисунок 3.67. Экономические объекты в зоне затопления Ургальской ГЭС	184
Рисунок 3.68. Схема выдачи мощности Верхнениманской ГЭС	186
Рисунок 3.69. Схема водохранилища Верхнениманской ГЭС	186
Рисунок 3.70. Экономические объекты в зоне затопления Верхнениманской ГЭС	187
Рисунок 3.71. Схема выдачи мощности Нижнениманской ГЭС	189
Рисунок 3.72. Схема водохранилища Нижнениманской ГЭС	189
Рисунок 3.73. Экономические объекты в зоне затопления Нижнениманской ГЭС	190
Рисунок 3.74. Схема выдачи мощности Усть-Ниманской ГЭС	192
Рисунок 3.75. Схема водохранилища Усть-Ниманской ГЭС	192
Рисунок 3.76. Экономические объекты в зоне затопления Усть-Ниманской ГЭС	193
Рисунок 3.77. Схема выдачи мощности Зейской ГЭС	195
Рисунок 3.78. Схема водохранилища Зейской ГЭС	195
Рисунок 3.79. Схема водохранилища Бурейской ГЭС	197
Рисунок 3.80. Схема выдачи мощности Бурейской ГЭС	197
Рисунок 4.1. Значения показателя «Экономическая эффективность проекта» по рассматриваемым гидроузлам	199
Рисунок 4.3. Значения показателя «Изменение занятости»	200
Рисунок 4.2. Значения показателя «Макроэкономическая и бюджетная эффективность»	200
Рисунок 4.4. Значения показателя «Количество переселяемых людей»	201
Рисунок 4.5. Значения показателя «Учет изменений в рыбном хозяйстве»	202
Рисунок 4.6. Значения показателя «Затопление и подтопление экономических объектов»	203
Рисунок 4.7. Значения интегрального показателя	203

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АТР – Азиатско-Тихоокеанский регион
ВБУ – водно-болотные угодья
ВКП – Всемирная комиссия по плотинам
ВХК – водохозяйственный комплекс
ГИС – географическая информационная система
ГТС – гидротехническое сооружение
ГЭС – гидроэлектростанция
ГЭЭ – государственная экологическая экспертиза
ДДЗЗ – данные дистанционного зондирования Земли
ЕРВ – ежедневный расход воды
НДВ – нормативы допустимого воздействия на водные объекты
НПУ – нормальный подпорный уровень
ОВОС – оценка воздействия на окружающую среду
ОПТ – охраняемая природная территория
ООПТ – особо охраняемая природная территория
ООС – охрана окружающей среды
ПТЭБ – правила технической эксплуатации и благоустройства
СКИВР – схема комплексного использования водных ресурсов
СКИОВО – схема комплексного использования и охраны водных объектов
СЭО – стратегическая экологическая оценка
ТЭО – технико-экономическое обоснование
УМО – уровень мертвого объема
ФПУ – форсированный подпорный уровень
ЦМР – цифровая модель рельефа
ЧС – чрезвычайная ситуация

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Е. А. Симонов, доктор охраны природы, Международная коалиция «Реки без границ»

Е. Г. Егидарев, кандидат географических наук, Амурский филиал WWF России, ТИГ ДВО РАН

Под ред. О. И. Никитиной, WWF России

Благодарим за помощь коллег, причастных к составлению отчета по экологической оценке:

Экспертов, содействовавших разработке экологической методики: А. С. Мартынова (Интерфакс-ЭРА), И. Э. Шкрадюка (Институт развития стратегических инициатив), Bart Wickel (Stockholm Environment Institute), Michael Heiner (The Nature Conservancy), Nikolai Sindorf (Mekong River Commission), Petr Obdrlik (WWF Germany), А. Н. Махинова (ИВЭП ДВО РАН), В. Ф. Ладыгина (ОАО «Совинтервод»), А. Л. Антонова (ИВЭП ДВО РАН), И. Е. Михеева (ИПРЭК СО РАН);

Рецензентов отчета, давших ценные комментарии и предложения: Т. С. Иванова (ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева), М. Г. Гречушникову (МГУ им. М. В. Ломоносова), И. О. Дугину (Департамент Росгидромета по ДФО), Н. Н. Ефимова (АБВУ), М. С. Чернятина (ОАО «Сибирский НИИ гидротехники и мелиорации»), Д. А. Меньшикова (ОАО «ЕвроСиБЭнерго»), Г. С. Королева (ОАО «ЕвроСиБЭнерго»), Л. Е. Халяпина (Красноярское представительство ОАО «ЕвроСиБЭнерго»), В. В. Горобейко (Управление Росприроднадзора по ЕАО), Н. А. Харченко (МГП Забайкальского края);

Коллег, чья поддержка, советы и помощь способствовали успеху работы: А. Ю. Книжникова (WWF России), Е. А. Шварца (WWF России), Ю. А. Дармана (Амурский филиал WWF России), С. И. Титову (Амурский филиал WWF России), П. Е. Осипова (Амурский филиал WWF России), А. С. Гербер, В. П. Каракина (ТИГ ДВО РАН), Б. И. Гарцмана (ТИГ ДВО РАН), В. В. Ермошина (ТИГ ДВО РАН), А. Ф. Мандыча (ИГ РАН), О. К. Кирилюк (ИПРЭК СО РАН), И. П. Глазырину (ИПРЭК СО РАН), В. И. Готванского (РГО), Jeff Opperman (The Nature Conservancy), А. В. Становову (ВНИРО), Ли Юань Юань (Гидропроект КНР), Гуо Цзюнь (Институт водного хозяйства и гидроэнергетики КНР), Stuart Bunn (IWC, Griffith University of Australia), М. Н. Гусева (Амурский НЦ ДВО РАН).

Введение

В результате серии консультаций в конце 2011 и в начале 2012 года WWF России и En+ Group договорились провести совместное комплексное исследование по оценке воздействия гидроэлектростанций на экосистему бассейна реки Амур. До завершения исследования, получения его выводов и их обсуждения с общественностью холдинг En+ Group и входящая в него компания «ЕвроСибЭнерго» приняли решение приостановить работы по проектированию Транссибирской ГЭС на притоке Амура – реке Шилка в Забайкальском крае.

Цель исследования – проведение сравнительной интегральной оценки воздействия и пространственного распределения совокупности существующих и перспективных ГЭС в речном бассейне на экологические, социальные, экономические факторы, определяющие состояние водных и околосредовых экосистем, а также возможности социально-экономического развития региона.

Задачей исследования является оценка сценариев освоения гидроэнергетического потенциала бассейна Амура, включающая сравнительный анализ различных схем размещения ГЭС для выявления вариантов развития с наименьшими экологическими издержками.

Для бассейна реки Амур с его высоким гидроэнергетическим потенциалом и актуальной проблемой сохранения естественных экосистем и биоты рек работа имеет прикладное значение. Единообразная оценка наборов перспективных створов в крупных речных бассейнах позволит сформулировать обоснованные предложения при составлении и корректировке стратегий регионального развития, схем комплексного использования и охраны водных объектов, системы размещения объектов электроэнергетики, корпоративных и ведомственных планов, инвестиционных программ.

В исследовании предполагается, что общекосейная оценка предшествует таким стадиям проектирования как обоснование инвестиций и технико-экономическое обоснование (ТЭО), включающие разделы по анализу альтернативных вариантов развития гидроэнергетики.

Оценка рассматривает экономический эффект ГЭС, но в настоящей версии только в виде производства электроэнергии – одной из основных причин строительства плотин в российской части бассейна. Экономические эффекты, такие как изменение условий водоснабжения, судоходства и рыболовства, а также защиты от паводков, в настоящем отчете не рассматриваются. Анализ этих факторов предполагается при разработке социально-экономической части.

Данная оценка позволяет выявить наименее приемлемые по экологическому воздействию варианты строительства ГЭС.

Доклад, содержащий результаты проведенной оценки, – результат работы экспертов WWF России с учетом рецензий независимых специалистов и конструктивной критики экспертов «ЕвроСибЭнерго».

Существующие подходы к стратегической оценке воздействия ГЭС в речном бассейне

В XXI веке в мире остро стоит вопрос о допустимых пределах антропогенных воздействий на речные экосистемы, в частности, влияния гидроузлов и их каскадов на речные бассейны. Гидроэнергетическое строительство в бассейне Амура уже значительно повлияло на природные условия бассейна и показало необходимость своевременной научно обоснованной оценки изменений природной среды под влиянием гидротехнических и водохозяйственных преобразований.

В течение XX века при разработке схем освоения водных ресурсов в крупных речных бассейнах, в том числе проектов использования их гидроэнергетического потенциала, стандартной международной практикой экологической оценки были выявление, анализ и оценка местных экологических рисков по каждому отдельному объекту гидротехнического строительства. Этот подход достаточно эффективен для эколого-экономической оценки отдельного объекта, но сумма оценок по объектам в пределах бассейна не позволяет комплексно увидеть последствия гидротехнического строительства. Подобный подход использован в работе по стратегическому анализу в Схеме освоения гидропотенциала Вьетнама [1], сделанной по заказу Азиатского банка развития, и во множестве аналогичных документов [2–7].

Рекомендации в области оценки и выполнения проектов строительства плотин с точки зрения устойчивого развития содержатся в Докладе Всемирной комиссии по плотинам (ВКП) «Плотины и развитие» [8]. Доклад ВКП, подготовленный под эгидой ООН, обобщил более чем вековой опыт создания крупных плотин. В Докладе описано, как следует учитывать разнообразные риски, сопряженные со строительством плотин, в процедурах принятия решений, проводимых правительствами, бизнесом, местными сообществами, международными организациями. Специального раздела по общекасейновому анализу в Докладе нет, хотя разрозненные рекомендации по его проведению содержатся в нескольких приложениях.

В России большинство работ по экологической оценке ГЭС на уровне предпроектного рассмотрения детально анализируют воздействия отдельных плотин ГЭС на природную среду при их строительстве и функционировании [9–14]. Чаще всего подробную оценку воздействий гидроэнергетического объекта на окружающую среду выполняют для участка конкретной реки, где планируется или осуществляется его строительство [15, 16]. Однако при экологической оценке проблем гидротехнического строительства необходимо несколько иерархически соподчиненных уровней оценок, самый важный из которых – бассейновый [17].

В рамках водохозяйственного планирования разрабатываются схемы комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО) и нормативы допустимого воздействия на водные объекты (НДВ) по бассейнам рек. В этих документах должна быть выполнена комплексная хозяйственная, энергетическая и экологическая оценка бассейнов всех рек – крупных, средних и малых, намечены мероприятия по восстановлению их природного экологического состояния, установлен срок реализации мероприятий. Ответственным за выполнение этой работы является Федеральное агентство водных ресурсов. Разработанные НДВ являются основным руководящим нормативом при создании схем комплексного использования и охраны водных объектов [18]. Помимо прочего, НДВ указывают допустимые изменения режима стока (изъятия водных ресурсов) и застройки акваторий. Методики НДВ и СКИОВО являются системными документами, призванными обеспечивать бассейновый принцип охраны окружающей среды на 20–30 лет вперед. Документы планирования предполагают общекасейновый анализ последствий разных

вариантов размещения гидротехнических сооружений. Однако фактически системная оценка экологических воздействий на бассейн разных комбинаций плотин и сопоставление таких «сценариев освоения» недостаточно применяются на практике.

Проводятся систематические работы по декларированию безопасности ГТС на стадии проектирования, строительства и эксплуатации, которые выполняются в соответствии с требованиями следующих документов:

- Федеральный закон от 21.07.1997 № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» [19];
- Постановление Правительства РФ «Об утверждении Положения о декларировании безопасности гидротехнических сооружений» [20];
- Постановление Правительства РФ «Об утверждении правил определения величины финансового обеспечения гражданской ответственности за вред, причиненный в результате аварии гидротехнического сооружения» [21];
- «Методические рекомендации по оценке риска аварий на гидротехнических сооружениях водного хозяйства и промышленности» [22];
- «Методика определения критериев безопасности гидротехнических сооружений» [23];
- Требование об обязательном проведении инженерно-экологических изысканий для строительства гидротехнического сооружения (СП 11-102-97 «Инженерно-экологические изыскания для строительства») [24].

Однако, несмотря на указанные рекомендации, законы и постановления, фактически при экологической оценке проектов ГЭС чаще всего проводится анализ локальных факторов воздействия (например, сейсмические риски, суточные колебания стока, изменение температуры воды, эрозия берегов водохранилищ, уничтожение наземных экосистем и местообитаний видов, изменение местного климата, переселение людей и т. д.), которые не определяют совокупное воздействие ГЭС на бассейн и экосистему реки.

Правительства стран (таких как Бразилия и Китай), активно развивающих гидроэнергетику в настоящее время, в последнее десятилетие активно разрабатывают нормативные документы по созданию и осуществлению бассейновых планов развития гидроэнергетики. Важным шагом на пути планирования устойчивой энергетики в Азии является принятое в 2011 году Комиссией по экономике и реформам КНР «Руководство по планированию и оценке воздействия ГЭС в масштабах бассейна» [25]. Данный документ предписывает создание и проведение экологической экспертизы бассейнового плана развития гидроэнергетики до принятия каких-либо решений по отдельным проектам ГЭС [26].

Применяемые в настоящее время в России официальные методики экологической оценки влияния гидроузлов на окружающую среду [27] эффективны для оценки отдельного объекта, однако не позволяют анализировать комплексное воздействие гидростроительства на экосистему бассейна в целом и не сравнивают разные сценарии строительства гидроузлов в его пределах. В России основными видами экологической экспертизы являются оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС), государственная экологическая экспертиза (ГЭЭ) и экологический аудит [28].

Согласно российским нормативам, раздел проекта «Охрана окружающей среды» следует разрабатывать на основании утвержденного обоснования инвестиций строительства с учетом требований территориальных схем охраны природы, бассейновых схем комплексного использования и охраны водных ресурсов, а также материалов инженерно-экологических изысканий, выполняемых в ходе составления проекта. Раздел ООС в составе проекта должен содержать комплекс решений по рациональному использованию природных ресурсов при создании ГЭС и водохранилища и технических решений по предупреждению негативного воздействия объекта на окружающую природную среду в период строительства и постоянной эксплуатации.

Стратегическая экологическая оценка (СЭО) предусмотрена законодательством в странах Европейского союза. Согласно Киевскому протоколу по СЭО к Конвенции об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте [29] Европейской экономической комиссии Организации Объединенных Наций, СЭО проводится в отношении планов и программ, которые разрабатываются для сельского хозяйства, лесоводства, рыболовства, энергетики, промышленности, включая горную добычу, транспорт, региональное развитие, управление отходами, водное хозяйство, телекоммуникации, туризм, планирование развития городских и сельских районов или землепользования. Эти планы и программы определяют основу для выдачи в будущем разрешений на реализацию проектов, требующих оценки воздействия на окружающую среду в соответствии с национальным законодательством. В последние годы международные организации (Всемирный банк, Азиатский банк развития, некоммерческая организация «Охрана природы» (The Nature Conservancy) и др.) выполнили несколько проектов стратегической оценки размещения ГЭС в масштабах речных бассейнов и государств [1, 17, 30, 31].

Международные и национальные гидроэнергетические корпорации также стремятся к созданию полноценных отраслевых стандартов планирования и оценки воздействий. Одним из новых инструментов в продолжение развития положений Доклада ВКП является Методика оценки соответствия гидроэнергетических проектов критериям устойчивого развития, утвержденная в 2010 году Международной ассоциацией гидроэнергетиков [32]. Методика призвана помочь ответственному развитию гидроэнергетики при реализации гидроэнергетических проектов, отвечающих критериям устойчивого развития. Она предполагает использование разных протоколов на стадиях стратегической оценки, проектирования, строительства и эксплуатации ГЭС. Подход к общекосейному анализу воздействия ГЭС в Методике не представлен. Чтобы восполнить этот пробел, Международная комиссия по реке Меконг совместно с WWF разработали алгоритм общекосейной оценки устойчивости развития гидроэнергетики – Rapid Sustainability Assessment Tool [33].

В результате серии консультаций с En+ Group Всемирный фонд дикой природы (WWF) России выступил с инициативой оценки возможных последствий сценариев развития гидроэнергетики для бассейна Амура. В 2012 году организации достигли договоренности о проведении совместного комплексного исследования по оценке воздействия существующих и планируемых гидроэлектростанций на экосистему и социально-экономическое развитие бассейна реки Амур.

В исследовании представлена предпроектная (прединвестиционная) методика экспресс-оценки и сравнения вероятных сценариев освоения гидроэнергетического потенциала бассейна реки Амур.

Бассейн реки Амур: характеристика и особенности использования водных ресурсов

2.1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАССЕЙНА РЕКИ АМУР

Длина Амура от слияния Шилки и Аргуни до впадения в Амурский лиман Охотского моря равна 2840 км. Вместе с главным истоком – Шилкой – и Ононом общая длина основного русла Амурской речной системы составляет 4444 км. Водосборный бассейн площадью 2082,5 тыс. км² расположен на территории России, Монголии и Китая¹. Наиболее полноводный исток Амура – Шилка, главные притоки – Аргунь, Зея, Бурея, Сунгари и Уссури.

Бассейн Амура отличается сложностью рельефа и геологического строения, контрастностью природных условий и большим разнообразием ландшафтов. В геоморфологическом строении территории выделяются системы горных цепей субмеридионального и субширотного направлений, разделенных равнинами. Территория региона преимущественно горная, состоящая из многочисленных плоскогорий, горных цепей и хребтов с абсолютными высотными отметками 1000–2000 м (рис. 2.1).

Основная часть бассейна реки Амур находится в зоне достаточного увлажнения и располагает большими запасами пресных вод. Диапазон изменения годовых сумм осадков по территории значителен, количество осадков увеличивается с запада на восток и юго-восток. Наиболее засушливым районом является сухостепной район Забайкалья, расположенный к югу от рек Борзя и Онон (250–300 мм/год). На остальной части бассейна количество осадков составляет от 500 мм/год и выше, в высокогорных зонах – до 900–1000 мм/год. Большая часть Амурского бассейна лежит в области муссонного климата умеренных широт. Воздушные массы, как правило, формируются за пределами Амурского бассейна. Региональная специфика проявляется в наличии двух барьеров, представленных хребтами Большой Хинган и Буреинский, что существенно сказывается на океаническом влиянии [34].

Территория бассейна Амура расположена в нескольких природных зонах: тайги, хвойно-широколиственных лесов, лесостепей и степей. В горах наблюдается вертикальная поясность ландшафтов, в которой таежный пояс снизу вверх сменяется подгольцовыми каменно-березовыми криволесьями и стелющимися лесами. Верхние части гор заняты горными тундрами, а самое южное их местонахождение – в нагорном массиве Байтоушань в истоках реки Сунгари, выше 2500 м. Для Верхнего Амура до села Черняево характерна южная тайга с господством лиственницы Каяндера, ели аянской и сибирской. Ниже и южнее преобладают многовидовые хвойно-широколиственные леса. Южные склоны долины обычно остепненные. Открытые лесостепные пространства тяготеют к долине на Зейско-Буреинской равнине и Средне-Амурской низменности [35].

На левобережной части бассейна распространена многолетняя мерзлота. В горах нередко до середины лета сохраняются снежники и наледи на реках.

Реки бассейна реки Амур по условиям водного режима относятся к дальневосточному типу с хорошо выраженным преобладанием дождевого питания. Доля дождевого питания в бассей-

¹ Характеристики бассейна Амура уточнены с использованием современных ГИС-технологий. Площадь бассейна была уточнена по модели рельефа SRTM в программе Hydroshed.



Рис. 2.1. Бассейн реки Амур

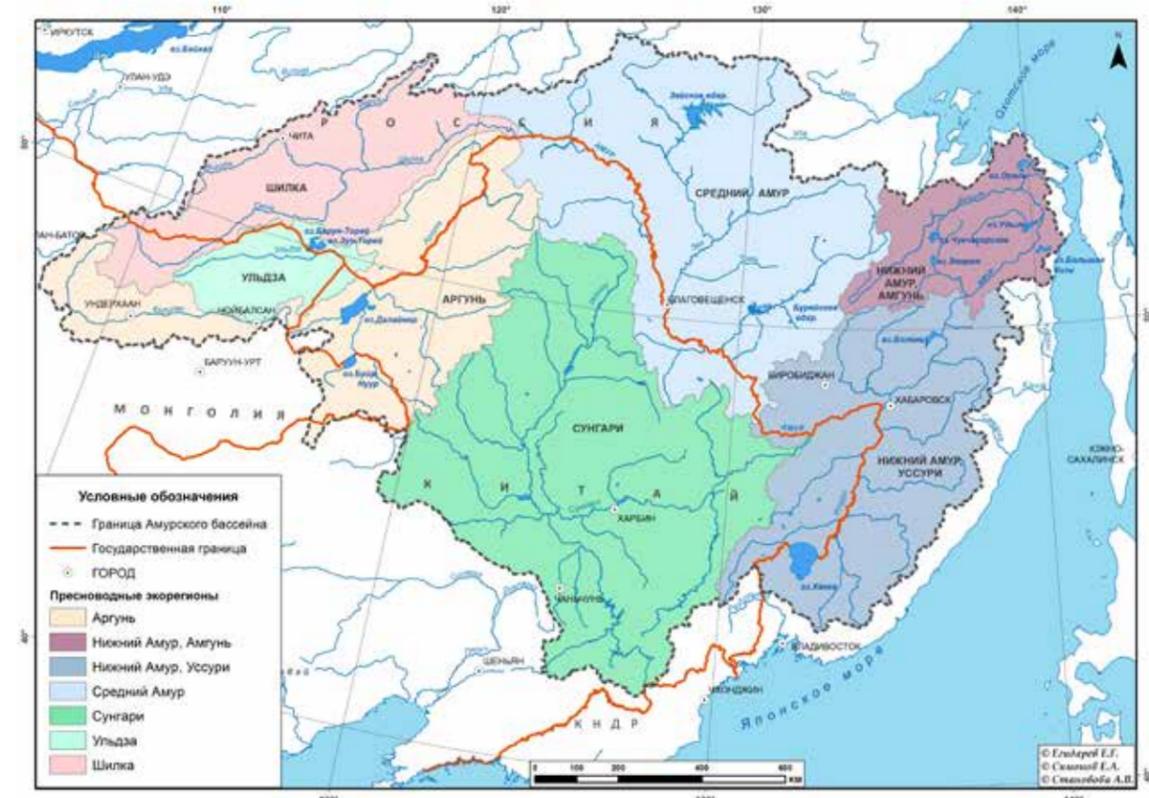


Рис. 2.2. Карта пресноводных экорегионов бассейна Амура

не Верхнего и Среднего Амура составляет 50–70%, в бассейне Нижнего Амура – 60–85%. На долю снегового питания приходится 5–10% стока, на долю подземного – 10–20% [36].

Водный режим рек характеризуется крайне неравномерным внутригодовым распределением. Зимний сток (ноябрь – март) составляет 5–10% от годовой величины, сток за летне-осенний сезон (апрель – октябрь) – 75–80%. Минимальный сток рек региона наблюдается в марте. Сезонные колебания уровней крупных рек достигают 6–8 м.

Продолжительность ледостава – 150–170 дней. Толщина льда колеблется от 80 до 160 см. При вскрытии реки на Верхнем Амуре образуются мощные заторы. При этом подъем воды может достигать 9,5 м и более, в створе Джалинды – 13,56 м [36]. Вскрытие рек и ледоход происходят в конце апреля – начале мая. Весеннее половодье выражено слабо. За лето проходит 4–5 дождевых паводков. Больше половины максимальных уровней наблюдается в июле – августе.

Средняя густота речной сети в пределах бассейна Амура 0,61 км/км². Густота речной сети на равнинах составляет 0,1–0,3, в горных районах 0,4–0,9 км/км² [36].

Современная направленная аккумуляция наносов охватывает долину Амура от устья Сунгари до устья Амура. Существенную роль в развитии долины Амура и его притоков играет динамика твердого стока, объемы которого связаны с неравномерностью водного стока [36].

В данной работе использовано экорегиональное бассейновое деление. К 2008 году была закончена разработка первого биогеографического районирования пресноводных экосистем всего мира в целях охраны биоразнообразия пресных вод [37, 38]. Критериями для выделения экорегионов стали зоогеографические, фаунистические и гидрологические особенности речных/озерных бассейнов и их групп. Всего в мире выделено 426 пресноводных экорегионов, в том числе в бассейне Амура и бессточных бассейнах, к нему относящихся, – 6 пресноводных экорегионов: Аргунь, бессточные бассейны Восточной Монголии, Шилка, Средний Амур, Сунгари, Нижний Амур. В результате уточнения районирования был дополнительно выделен бессточный бассейн реки Ульдза (экорегион Ульдза), а экорегион Нижнего Амура подразделен на Амуро-Уссурийский и Амуро-Амгуньский (рис. 2.2, табл. 2.1).

2.2. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В БАСЕЙНЕ АМУРА

Социально-экономическая характеристика бассейна Амура определяется трансграничным положением, неравномерным размещением населения, значительной антропогенной нагрузкой. Основной чертой бассейна является граница между Россией и Китаем протяженностью около 4 тыс. км, вдоль которой отмечаются существенные различия в плотности населения, характере землепользования, культурных особенностях. Пограничное положение позволило лучше сохранить природу прилегающей к реке территории.

Вода рек бассейна реки Амур становится все более важным стратегическим ресурсом для Дальневосточного региона. Сегодня в результате нескоординированного использования общих ресурсов (перепромысла рыбных ресурсов, перераспределения стока рек, строительства противопаводковых сооружений, строительства ГЭС, сброса неочищенных стоков, сведения лесов и т. д.) постепенно снижаются продуктивность и устойчивость экосистем бассейна. Амур перестает функционировать как саморегулирующаяся эколого-ресурсная система. Это результат как трансграничного положения реки, так и ведомственных барьеров в планировании природопользования России и Китая.

Большой спрос стран АТР на ресурсы и потенциальные возможности российской стороны решить за счет удовлетворения этого спроса возникшие комплексные социально-экономические и геополитические проблемы приводят к появлению масштабных проектов развития, которые часто нуждаются в детальной доработке. Социально-экономические и экологические последствия подобных проектов разнообразны и часто труднопредсказуемы. Примером может служить развитие энергетической инфраструктуры, например, проекты экспорта электроэнергии в Китай в размере 60 млрд кВт·ч/год, экономические, социальные и экологические последствия которых пока не оценены. Варианты строительства ГЭС в современных условиях следует рассматривать с учетом других видов водопользования, включая поддержание благоприятных экологических параметров среды и устойчивости экосистем [39].

Таблица 2.1. Экорегionalное деление бассейна реки Амур

Экорегion (страна)	Площадь экорегиона, га	Площадь крупных пойм, га	Площадь водных объектов, га	Площадь болот, га	Площадь ВБУ, га	Сумма длин водотоков, км	Площадь лесов, га
Сунгари (Китай)	55 336 371	1 030 312	719 091	3 182 458	4 464 289	108 570	20 875 696
Средний Амур (Россия)	38 547 976	1 041 995	701 597	12 380 280	13 229 242	78 079	29 046 173
Амуро-Уссурийский (Россия)	26 516 736	1 218 231	887 017	6 343 739	7 183 167	51 742	18 760 988
Шилка (Россия)	17 381 106	227 315	49 897	829 662	1 071 562	35 244	12 081 997
Аргунь (Китай)	15 143 189	137 840	324 026	1 010 562	1 421 076	29 329	5 850 919
Амуро-Амгуньский (Россия)	12 570 738	634 225	512 807	3 212 134	3 622 309	25 589	9 067 545
Средний Амур (Китай)	10 523 950	226 878	83 786	995 669	1 200 007	20 701	8 834 876
Аргунь (Монголия)	10 053 258	0	105 816	211 412	313 188	20 354	373 176
Амуро-Уссурийский (Китай)	7 255 765	386 010	237 983	2 525 183	2 748 200	14 425	2 308 564
Ульдаа (Монголия)	5 721 878	0	93 046	399 844	481 372	11 041	80 556
Аргунь (Россия)	4 901 906	93 755	18 462	151 679	236 554	9 889	2 505 670
Шилка (Монголия)	2 855 557	58 911	5 376	25 544	86 003	5 730	1 136 084
Ульдаа (Россия)	953 648	0	88 337	27 993	112 921	1 510	97 367
Ульдаа (Китай)	375 641	0	2 868	9 396	12 145	686	0

2.2.1. Водопотребление в бассейне Амура

Существует тенденция уменьшения водности китайской части бассейна Амура. Так, Китай безвозвратно изымает из бассейна огромный объем речного стока (20–25 км³) на сельскохозяйственные и иные нужды. Помимо этого, в западной части Амурского бассейна активно развиваются процессы аридизации. На западе Хэйлунцзяна, Цзилиня и во всей Внутренней Монголии с 80-х годов XX века проходят процессы опустынивания. В этих условиях чрезмерное развитие пастбищного скотоводства привело к деградации степей. Строительство водохранилищ в верховьях рек (к примеру, Хуолингол, Иминхэ, Хуйхэ) также усугубляет нехватку водных ресурсов и увеличивает частоту засухи в регионе [40].

В российской части бассейна Амура запасы водных ресурсов в настоящее время и в обозримой перспективе достаточны для удовлетворения нужд основных водопотребителей и водопользователей. Объем изымаемого стока (прямое потребление) составляет менее 1% от имеющихся водных ресурсов, в том числе в самый напряженный зимний межлетний период (при минимальном среднемесячном зимнем стоке 95%-й обеспеченности) составляет всего 2,3% от объема водных ресурсов, формирующихся в бассейне Амура за соответствующий период года. В последние годы доля использования воды в сельском хозяйстве, в том числе на орошение, в субъектах юга российского Дальнего Востока составляет не более 4,5% от общего объема водозабора [39].

Объем годового водопотребления в китайской части бассейна к 2010 году достиг 36 км³, в российской – 1,18 км³. При этом в российской части живет менее 5 млн человек, тогда как в китайской – около 70 млн. Объем водопотребления на душу населения в автономном округе Внутренняя Монголия составляет 734,5 м³/чел., в провинции Цзилинь этот показатель почти в 2,1 раза ниже, в провинции Хэйлунцзян – 712,9 м³/чел. Для сравнения: в российской части бассейна эта цифра в среднем составляет 216 м³/чел. в год. Подобная значительная разница связана, прежде всего, с использованием воды в сельском хозяйстве [39].

В трансграничных подбассейнах (Аргуни, Уссури, собственно Амура) имеется профицит водных ресурсов, доступных для водопользования. При этом ситуация в бассейне реки Амур в Китае существенно менее напряжена, чем в близлежащих бассейнах рек Ляо, Хуанхэ и Хуай, где нехватка воды и опустынивание приводят к вынужденной миграции части населения с опустыненных земель. К 2015 году Сунляокомводхоз планирует обеспечить переброску 5,3 км³ в год в иссушаемый ныне бассейн реки Ляо из двух притоков Сунгари, для чего ежегодно вводятся в строй новые каналы для переброски вод. Помимо этого, осуществлено около 10 и планируется до 20 различных крупных проектов переброски вод между притоками Амура и Сунгари. Наиболее крупный по объему – переброска реки Хума в бассейн Нонни. Из главных русел Амура и Уссури на равнине Саньцзян вода насосами подается на отдаленные сельскохозяйственные земли в целях восполнения ресурсов подземных вод. Однако более объемный водозабор из пограничных рек технически трудноосуществим без плотин на их главных руслах [41].

2.2.2. Водообеспеченность и конкуренция за воду

При наличии в российской части бассейна реки Амур значительных запасов воды здесь ощущается дефицит незагрязненных водных ресурсов. В значительной мере проблема выражена ниже впадения Сунгари в Амур. На сегодня ставится вопрос о переориентировании системы питьевого водоснабжения населения Хабаровского края на источники, не связанные с основным руслом Амура. В межлетний зимний период маловодного года ощущается недостаток чистой воды в Еврейской автономной области, Хабаровском крае и на юге Приморского края [39].

В засушливом Забайкалье проблемы водообеспеченности уже явно выражены и отражают малую адаптивность современной системы хозяйствования к характерным климатическим колебаниям в Даурии. Даурские степи включают несколько трансграничных бассейнов: реки Онон и Бальджа (Монголия – Россия); реки Ульдаа, Ималка, озеро Хух-Нур и Торейские озера (Монголия – Россия), а также река Аргунь с озерами Далай и Буир (Монголия – Китай – Россия). Все эти бассейны являются областями с выраженным дефицитом водных ресурсов, подвержены регулярному уменьшению стока в ходе засушливых климатических циклов. Экосистемы этих областей хотя и приспособлены к широкой амплитуде колебаний водного стока и усло-

вий увлажнения, но тем не менее испытывают существенный стресс в маловодные периоды и особенно уязвимы для антропогенных воздействий. Допустимый объем водопользования в период влажной фазы не может быть актуален при засушливой фазе, поскольку подобная эксплуатация водных ресурсов приведет к возрастающей нагрузке на окружающую среду и социально-экономическим негативным последствиям.

Устойчивое водообеспечение населения бассейна реки Амур – важный вопрос, который должен решаться в международном контексте при разработке и внедрении планов по адаптации к циклическим и другим климатическим изменениям в бассейне. Наиболее динамично развивается хозяйственная деятельность на территории Китая, где расширение сети населенных пунктов, поливное земледелие, ТЭС, разработка горнорудных месторождений и другие виды деятельности требуют вовлечения в оборот все большего объема воды. Это результат целенаправленной политики развития: власти считают, что в пограничной префектуре Хулунбуир наличие воды – конкурентное преимущество перед остальной Внутренней Монголией, где водные ресурсы уже исчерпаны, что уже привело к негативным экологическим последствиям: опустыниванию и пр. Поэтому здесь поощряется развитие водоемких производств и субсидируется создание гидротехнических сооружений [39].

Один из проектов – переброска части стока верховьев Аргуни (река Хайлар) в озеро Далай. Канал, соединяющий реку Хайлар и озеро Далай через протоку Хулунгоу, которая ранее являлась древним руслом пересохшей к настоящему времени реки, был достроен в 2009 году. Согласно проекту, водозабор составит 1,05 км³/год (33,3 м³/с), или 30% среднесуточного стока реки. Изъятие такой величины стока из реки может оказать негативное влияние на состояние трансграничной реки Аргунь в ее верхнем течении, нарушить ценные пойменные угодья. В дальнейшем ввод в строй водохранилищ в верховьях и на притоках реки Хайлар заберет еще около 1,00 км³/год, что может привести к нехватке воды для сельского хозяйства и иных нужд приаргунских поселений и внести свой вклад в аридизацию климата в долине Аргуни. Озабоченность, высказанная российской стороной в 2007 году, не привела ни к прекращению проекта строительства канала, ни к открытому обсуждению перспектив водопользования в трансграничном бассейне.

Реализация планов социально-экономического развития северо-восточного Китая вызовет увеличение водопотребления. В результате независимо от того, решит ли Китай основные проблемы загрязнения вод, существенно уменьшится сток с китайской части в реки Аргунь, Уссури, Амур и понизится их общая водность. Китай ускоряет освоение ресурсов трансграничных рек и расширяет огромные оросительные системы по берегам рек Амур и Уссури, а также озера Ханка [39].

2.2.3. Трансграничное водопользование

80% границы России с Китаем (около 3500 км) – водные объекты бассейна Амура. На территории Китая находятся наиболее освоенные притоки Амура и верховья других трансграничных водотоков. Степень антропогенного воздействия на общие водные объекты по большинству параметров в Китае существенно сильнее как в настоящее время, так и в перспективе.

Сегодня в Китае явно выраженная проблема качества воды несколько «затеняет» проблему количества водных ресурсов [42]. Но дефицит водных ресурсов со временем будет только возрастать, несмотря на решения по рационализации водопользования, в связи с тем, что:

- продолжится тенденция аридизации северного и северо-восточного Китая;
- решение важнейшей проблемы социально-экономического развития Китая – производства продовольствия – требует увеличения водопотребления.

Основные интересы Китая связаны с возможностью максимального использования водных ресурсов общих бассейнов для решения проблем собственного социально-экономического развития. В интересах России это реализуемо только при формировании скоординированного (совместного) управления природопользованием в бассейне, в том числе водными ресурсами трансграничного водотока, на основе развитой институциональной структуры.

По официальным данным, за последние 100 лет Россия и Китай обсуждали немало разных вопросов, связанных с использованием и охраной трансграничных вод, таких как:

- изменение границ по меандрирующей реке;
- комплексное использование ресурсов бассейна;
- строительство каскадов ГЭС на трансграничных руслах;
- координация работ по берегоукреплению;
- регулирование рыболовства и охрана ихтиофауны;
- охрана водно-болотных угодий и создание трансграничных ООПТ;
- гидрологический мониторинг и предупреждение наводнений;
- влияние водохранилищ на трансграничные воды;
- последствия межбассейновой переброски стока рек;
- поддержание условий для судоходства;
- предупреждение и мониторинг загрязнений;
- наступление чрезвычайных ситуаций экологического характера.

Российско-китайское сотрудничество в области комплексного управления трансграничными реками и охраны водных экосистем

Кроме Рамсарской конвенции о водно-болотных угодьях, на данный момент Россией и Китаем не подписано многосторонних обязательств, прямо применимых к области трансграничного водопользования. Китай пока не подписал ни одной из конвенций ООН по охране и использованию трансграничных вод.

Между КНР и РФ имеется более десяти двусторонних соглашений по разным частным аспектам, проектам и объектам водопользования, сформировано большое количество комиссий и рабочих групп для разрешения проблем. Показателем низкой эффективности нормативной базы двусторонних отношений и институциональных структур, которые ее используют, служат многочисленные проблемы, по-прежнему существующие на общих трансграничных водных объектах России и Китая [42].

Авария 2005 года с залповым выбросом 100 т нитробензола во Вторую Сунгари обозначила рубеж в экологической политике Китая. Именно с экологической катастрофы на Сунгари начался существенный этап российско-китайского сотрудничества в области охраны окружающей среды. Подписание Соглашения с Россией о трансграничных водах в январе 2008 года стало частью этого сотрудничества, как и принятие в 2006 году Госсоветом КНР «Положения о мерах по борьбе с загрязнением воды в реке Сунгари (2006–2010 гг.)» и других документов.

29 января 2008 года было подписано Соглашение между Россией и Китаем о рациональном использовании и охране трансграничных вод. Аналогичные соглашения России с Монголией и Монголии с Китаем были заключены еще в середине 1990-х годов. Однако эти соглашения скорее декларируют проведение мониторинга, нежели указывают механизм комплексного управления водными ресурсами.

После 2005 года был подписан ряд соглашений и начата работа по решению вопросов, в первую очередь, информационного обмена, предупреждения, технологии мониторинга. Качество проводимого совместного мониторинга пока недостаточное. Взаимодействие Россия – Китай сконцентрировано на проблемах загрязнения реки Амур.

По мнению В. П. Каракина и других дальневосточных исследователей, существует опасность, что в сфере экологизации водопользования в бассейне Амура Китай ограничится загрязнением водных ресурсов, к тому же будет решать эту проблему не совместно, а в соответствии с ее остротой для коммунального и рыбохозяйственного водопользования только на китайской части бассейна. Так, в староосвоенном бассейне Сунгари развитие водопользования уже сейчас сдерживается за счет ускорения его в менее освоенных пограничных частях бассейна. Об этом же свидетельствует недавнее развитие водопользования в малоосвоенном ранее бассейне реки Аргунь и сопутствующие ему трансграничные воздействия и конфликты [42].

В рамках Подкомиссии по охране окружающей среды Комиссии по механизму проведения регулярных встреч глав государств КНР и РФ в 2011 году двумя странами была принята «Стратегия развития трансграничной сети ООПТ в бассейне Амура». Взятие под охрану водно-болотных угодий – важнейший раздел этой стратегии, так как 90% границы проходит по рекам,

озерам и болотам. В стратегии намечены 12 ключевых направлений сотрудничества и механизмы его осуществления. Ежегодные встречи с взаимным информированием об исполнении стратегии проходят в рамках Рабочей группы по охране биоразнообразия и трансграничной сети ООПТ. Так, на встрече в июне 2014 года обсуждались перспективы дополнительной охраны пойменно-руслых комплексов в целях сохранения биоразнообразия и поддержания естественных противопаводковых емкостей.

Российско-китайское сотрудничество по гидрологии

Сотрудничество СССР с Китаем началось в 1950-е годы — после образования Китайской Народной Республики и с началом в Приамурье нового цикла сильных наводнений.

В 1956 году впервые по предложению СССР на уровне академий наук с КНР было заключено соглашение о совместном проведении исследований в бассейне Амура для изучения природных ресурсов и перспектив развития производительных сил. С этого же года начался взаимный обмен: из Хабаровска в КНР направлялись уровни (расходы) воды с основных притоков Амура на территории СССР, из КНР, соответственно, — данные бассейна реки Сунгари [43].

В годы сильных наводнений второй половины 1950-х годов этот обмен был исключительно полезен. В эти же годы на Верхнем и Среднем Амуре на шести створах специалисты наших стран измеряли расходы воды.

С 1967 года сотрудничество прекратилось почти на 20 лет: не было обмена информацией, не измерялись расходы воды.

Сильные наводнения, сформировавшиеся в 1984 году на территории СССР, а в 1985 году — КНР, вновь подтвердили необходимость возобновления обмена данными.

В марте 1986 года при встрече экспертов СССР и КНР в Пекине вопрос сотрудничества в области гидрологии был успешно решен, состоялось подписание соответствующих документов между Госкомгидрометом и Министерством водного хозяйства КНР. В соответствии с этими договоренностями и по сегодняшний день производится взаимный обмен информацией о ежедневных уровнях воды, осадках по 14 постам, расходах воды и ледовых явлениях по 4 постам на притоках, при угрозе формирования опасных паводков — прогнозами уровней воды.

Кроме того, стороны обменивались гидрологическими ежегодниками за период по 1987 год.

Очень ценным было возобновление после 20-летнего перерыва, в 1987–1989 годах, измерений расходов воды на Верхнем и Среднем Амуре.

Впоследствии встречи экспертов проводились ежегодно до 1990 года. Весьма полезной стала программа сотрудничества, принятая в июне 1990 года в Пекине на 5-й встрече экспертов. С этого же года начались рабочие встречи и семинары специалистов Росгидромета Дальнего Востока и провинции Хэйлуцзян. На них рассматривались вопросы гидрологических прогнозов, в том числе совместных, производился обмен режимно-справочными материалами, а также опытом по вопросам оборудования постов, производства наблюдений, обработки данных и т. д. В начале 90-х годов прошлого века встречи экспертов Росгидромета и Минводхоза КНР прекратились. Сегодня Росгидромет взаимодействует с китайской стороной, участвуя в заседаниях совместной Российско-Китайской комиссии по рациональному использованию и охране трансграничных вод и ее рабочих групп.

Эта комиссия создана в рамках соглашения между правительствами Российской Федерации и Китайской Народной Республики о рациональном использовании и охране трансграничных вод от 29 января 2008 года. В соответствии с этим соглашением стороны в числе прочих сфер действия:

- осуществляют сотрудничество в сфере гидрологии, предупреждения и сокращения последствий паводков на трансграничных водах;

- разрабатывают и осуществляют совместные действия по предупреждению чрезвычайных ситуаций и реагированию на них [43].

Российско-китайское сотрудничество при чрезвычайных ситуациях экологического характера

В ноябре 2008 года две страны подписали очень важный документ — Меморандум между Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации и Министерством охраны окружающей среды Китайской Народной Республики о создании механизма оповещения и обмена информацией при трансграничных чрезвычайных ситуациях экологического характера (далее — Меморандум). Согласно статье 1 Меморандума при возникновении трансграничной чрезвычайной ситуации экологического характера стороны должны оперативно уведомлять о ней друг друга в согласованном формате, если угроза соответствует установленным критериям и может распространиться на сопредельное государство.

На территории России контроль за промышленными и техногенными авариями, которые чаще всего являются источниками ЧС экологического характера, ведет целый ряд организаций и служб. Поэтому в апреле 2009 года в Хабаровске было подписано российское соглашение о порядке взаимодействия федеральных органов исполнительной власти, их территориальных органов, органов власти субъектов Российской Федерации в целях выполнения обязательств Российской Федерации, вытекающих из Меморандума. Целью данного соглашения является своевременное информирование о возможной угрозе ЧС на территории РФ российского контактного лица для дальнейшей передачи китайской стороне. В случае угрозы ЧС с китайской стороны контактное лицо извещает всех участников соглашения для принятия мер по уменьшению возможного ущерба. Соглашение подписано 14 федеральными ведомствами, всеми пятью приграничными субъектами России [43].

Необходимо отметить, что за прошедшее с момента подписания Меморандума время промышленных аварий как на территории России, так и Китая, которые могли бы привести к серьезной ЧС экологического характера на сопредельной стороне, зафиксировано не было.

Для проверки работоспособности схемы информационного оповещения стороны ежегодно проводят обмен учебными сообщениями, которые подтверждают ее надежность.

Этот механизм актуален и при загрязнении трансграничных вод. Если бы он существовал в 2005 году, когда в результате аварии на территории КНР в воды реки Сунгари попали вредные химические соединения, оценка степени загрязнения была бы более оперативной и точной. С другой стороны, именно этот случай показал высокую степень реагирования китайской стороны на аварийную ситуацию и быстрое доведение до компетентных органов РФ нужной информации.

Предметом обсуждения на последнем заседании группы экспертов по взаимосвязям при чрезвычайных ситуациях экологического характера было уточнение перечня аварийных ситуаций, требующих обязательного взаимного оповещения.

Наводнения, заторы льда на трансграничных водотоках приносят бедствия как российской, так и китайской стороне, поэтому взаимные интересы велики, и сотрудничество в области гидрологии должно продолжаться и обязательно развиваться. Совместное изучение гидрологического режима необходимо для рационального использования водных ресурсов, для охраны водных объектов от загрязнения.

Практика показывает, что должен совершенствоваться и созданный механизм взаимодействия при чрезвычайных ситуациях экологического характера [43].

2.2.4. Судходство

Водные ресурсы бассейна Амура в основном позволяют обеспечивать судходство на внутренних водных путях. Средняя продолжительность навигации на Амуре составляет 175–185 дней. Из 5630 км судходных водных путей в бассейне Амура 2745 км проходят на пограничных с КНР участках рек Аргунь, Амур и Уссури. На фоне тенденции снижения российских грузоперевозок

сравнительно высока интенсивность движения судов Китая по Амуру, реке Уссури и Амурской протоке у Хабаровска. Развитие туристических речных круизов по трансграничным водам вошло в «Программу пограничного сотрудничества на 2009–2018 годы».

Необходимо подчеркнуть, что обеспечение условий судоходства – это часть водохозяйственных отношений России и Китая, где интересы сторон в поддержании режима стока в основном сходятся. Развивая водный транспорт в бассейне Амура, Китай планирует расширить сквозные перевозки по реке Сунгари в нижнем течении Амура и к морю. Идет создание «многоступенчатого фарватера реки Сунгари». Один из интересов Китая – прямое сообщение с Японией судами «река – море», поэтому велика вероятность возвращения к обсуждению проекта канала «озеро Кизи – бухта Табо» и иных инженерных сооружений для облегчения судоходства [42].

Оценка российского судоходства по участкам бассейна Амура представлена в таблице 2.2.

2.3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ГЛОБАЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ ПРЕСНОВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ БАСЕЙНА РЕКИ АМУР

Бассейн реки Амур характеризуется большим разнообразием экосистем. В рамках глобальной общепризнанной природоохранной классификации в бассейне Амура выделено 15 экорегионов с наземными экосистемами и 6 пресноводных экорегионов, что существенно больше, чем в других крупных речных бассейнах Азии. Так, для сходной по размерам бассейна реки Янцзы выделено два пресноводных экорегиона.

В бассейне Амура сохранились экосистемы с неморальной растительностью и животным миром, пережившими ледниковый период благодаря тому, что ледники не выходили за пределы горных долин. В их числе многовидовые кедрово-широколиственные леса с реликтами третичного периода (тисом и бархатом), эндемичными видами (аралией маньчжурской, элеутерококком колючим, женьшенем, лимонником китайским).

Всемирное значение имеют водно-болотные угодья бассейна Амура как в силу разнообразия и большой сохранности экосистем и природных процессов, так и в связи с их огромной значимостью для размножения и миграций водоплавающих и околоводных птиц, включая такие виды, как японский и даурский журавли, сухонос, малый лебедь, дрофа и др. В водно-болотных угодьях амурской поймы обитает мягкотелая дальневосточная черепаха – реликт третичной фауны. В старичных озерах сохранились и другие реликтовые животные и растения: амурская жемчужница, водяной орех – чилим, лотос Комарова. Обширные луговые пойменные участки в долине реки – своеобразные экосистемы влажной лесостепи – получили название амурских прерий [35].

На заболоченных приамурских равнинах гнездятся японский, даурский журавли и дальневосточный белый аист, занесенные в Красные книги Международного союза охраны природы, а также Красные книги России, Японии, Кореи [45].

В ихтиофауне реки Амур насчитывается 130 видов рыб, относящихся к пяти фаунистическим ихтиокомплексам, причем 18 видов и один род являются эндемичными для Дальневосточного региона [46]. Наряду с типичными видами бореального равнинного, предгорного и арктического пресноводного комплексов в Амуре обычны представители «китайского» (ауха, белый и черный амур, толстолобик, верхогляд и др.) и «индийского» ихтиокомплексов (змееголов, косатка-скрипун, ротан-головешка). В реке обитает один из крупнейших представителей осетровых – калуга, достигающая 4–5 м в длину; встречаются амурский и сахалинский осетры. Амур считается богатейшей лососевой рекой Евразии, здесь нерестится 9 видов лососевых рыб.

Для обеспечения сохранения биоразнообразия и экосистемных услуг бассейна требуется создание и поддержание взаимосвязанной системы охраняемых природных территорий. По рекомендации ЮНЕСКО она должна покрывать не менее 15% от всех типов экосистем, с обязательным включением наиболее уникальных участков, критических для сохранения отдельных видов [47].

Таблица 2.2. Оценка российского судоходства по участкам реки [44]

Участки	Современный грузопоток	Современный пассажиропоток
Амур между устьем р. Буряя и г. Хабаровском	До 100 тыс. т	До 100 тыс. чел.
р. Буряя	До 3 тыс. т	Пассажирских перевозок нет
р. Амур между впадением р. Зея и Буряя	До 10 тыс. т	До 1 тыс. чел.
Нижняя Зея ниже впадения р. Селемджа	До 10 тыс. т	До 30 тыс. чел.
р. Селемджа	Грузовых перевозок нет	Пассажирских перевозок нет
р. Зея выше впадения р. Селемджа	До 1 тыс. т	До 1 тыс. чел.
Верхний Амур	До 10 тыс. т	Пассажирских перевозок нет
р. Аргунь	До 1 тыс. т	Пассажирских перевозок нет
р. Шилка	До 1 тыс. т	До 2,1 тыс. чел.

В бассейне Амура уже существует развитая сеть природоохранных резерватов, покрывающая более 12% его территории (табл. 2.3). Одна охраняемая природная территория имеет статус Всемирного наследия, 11 объявлены биосферными резерватами ЮНЕСКО, 17 вошли в список водно-болотных угодий международного значения.

Как правило, для охраны речных и болотных экосистем недостаточно создать ОПТ. Необходимо в масштабах бассейна сохранить естественный режим стока, обеспечивающий такие ключевые экосистемные процессы, как периодическое затопление поймы, обводнение старичных озер, циклический характер пересыхания и наполнения степных озер и т. д. [48].

Таблица 2.3. Охраняемые природные территории в бассейне Амура [47]

Участки бассейна	Национальные			Местные			Все ООПТ		
	кол-во	площадь, тыс. га	%	кол-во	площадь, тыс. га	%	кол-во	площадь, тыс. га	%
Китайская часть	67	4 941	5,5	262	9 322	10,3	329	14 263	15,8
Монгольская часть	5	1 644	8,7	4	812	4,3	9	2 456	13,0
Российская часть	23	2 995	3,0	623	6 541	5,2	646	9 536	9,3
Бассейн Амура	95	9 580	4,7	889	16 675	7,8	984	26 255	12,5

Современное состояние ГЭС и других ГТС и планы их строительства на территории бассейна Амура

3.1. СУЩЕСТВУЮЩИЕ ВОДОХРАНИЛИЩА И ГЭС В БАССЕЙНЕ АМУРА

На 2014 год в бассейне Амура действует около ста гидроэлектростанций, в том числе около 20 (18 гидроузлов на 2013 год) крупных плотин¹, из которых две расположены на российской части бассейна: Зейская и Бурейская. Установленная мощность Зейской и Бурейской ГЭС составляет 3340 МВт, а проектная годовая выработка может достигать около 12 млрд кВт·ч. Обе российские ГЭС относятся к крупным, полностью меняющим водный режим главных левобережных притоков Амура. Остальные водохранилища российской части бассейна (их около 300) имеют малые емкости, до 10 млн м³, их назначение – водоснабжение, орошение и рыборазведение. Главные причины строительства крупных водохранилищ на российской территории – это выработка электроэнергии, уменьшение высоты и повторяемости наводнений. В настоящее время Дальний Восток является энергоизбыточным регионом, и значительная доля вырабатываемой, но не востребованной в России электроэнергии экспортируется в КНР. Согласно ряду мнений [49–50], катастрофические паводки 2007 и 2013 годов продемонстрировали, что задача устойчивой выработки электроэнергии может вступать в противоречие с задачей поддержания противопаводковой готовности водохранилищ.

В КНР установленная мощность примерно ста ГЭС, расположенных в бассейне Амура, составляет около 4400 МВт, годовая выработка – 8,5 млрд кВт·ч. Первая крупная плотина региона – Фенмань (1939) – перекрывает Вторую Сунгари в районе города Цзилинь в Восточно-Маньчжурских горах. Десятки крупных, средних и мелких плотин ГЭС перекрывают эту реку и ее притоки выше по течению. Другая крупная ГЭС – Лианхуа – есть начало каскада на притоке Сунгари реке Муданцзян в Восточно-Маньчжурских горах. Более 20 средних и малых ГЭС и ГАЭС построены в префектуре Хэйхэ напротив Амурской области. Вышеназванные объекты имели при строительстве в основном гидроэнергетическое назначение, хотя крупные водохранилища используются комплексно – для водоснабжения, переброски вод, контроля за наводнениями и даже разбавления залповых выбросов загрязнений. Абсолютное большинство построенных в последние десятилетия крупных плотин относится к этой категории. Например, гидроузел Ниэрцзи (2006) на реке Нонни выше г. Цицикар предназначен для контроля за наводнениями, распределения воды для ирригации, промышленности и муниципальных нужд в вододефицитные районы, поддержания санитарного попуска по реке и экологического попуска в соседние болота и т. д. Там также стоят турбины с установленной мощностью 250 МВт. Другой гидроузел, Дадинцзышань (2008) на Сунгари в 50 км ниже Харбина, призван поддерживать навигационные глубины, регулировать колебания уровня воды в районе города, способствовать рыбоводству и сельскому хозяйству, но на нем также стоят турбины с установленной мощностью 66 МВт. Всего в китайской части бассейна насчитывается более 13 тыс. водохранилищ и прудов, их суммарная емкость (40 км³) уступает двум российским гидроузлам.

В таблице 3.1 указаны 18 крупных и средних ГЭС, которые учтены в рамках данного исследования.

¹ Крупная плотина имеет следующие параметры: 1) высота плотины выше 15 м; 2) высота плотины составляет 5–15 м при емкости водохранилища, образованного плотиной, более 3 млн м³.

Таблица 3.1. Крупные и средние ГЭС в бассейне реки Амур, учтенные в исследовании

Название ГЭС	Страна	Регион	Водоток	Цель создания (назначение)*	Год создания	Высота плотины, м
Бурейская	Россия	Амурская область	Буряя	1, 2, 4, 6	2003	124
Зейская			Зея	1, 3, 6	1975	99
Байшань	Китай	Цзилинь	Вторая Сунгари	1, 3, 5	1986	150
Веньдегенъ		Внутренняя Монголия	Чаорхэ	1, 3, 5	2008	30
Дадинзишань		Хэйлунцзян	Сунгари	1, 2, 4, 7	2008	10
Сяошань		Цзилинь	Сунцзянхэ	1, 3	2004	70
Сигоу		Хэйлунцзян	Гунбелэхэ	1	-	20
Лунтоуцяо			Наолихэ	3, 5	2001	-
Ляньхуаху			Муданьцзян	1	1998	72
Ниэрцзи		Внутренняя Монголия	Нен	1-3, 5, 7	2006	41
Сыхугоу		Цзилинь	Эрдаоцзян	1	1992	15
Фенмань			Вторая Сунгари	1-5	1937	91
Хонгши			Вторая Сунгари	1	1990	46
Хунхуаэрцзи		Внутренняя Монголия	Иминьхэ	2, 5	2009	45
Цзиньбоху		Хэйлунцзян	Муданьцзян	1	1941	20
Чаэрсен		Внутренняя Монголия	Таоэр	1, 3	1996	20
Шанькоуху		Хэйлунцзян	Нэмэр	1-3, 5	1956	20
Хадашань		Цзилинь	Вторая Сунгари	1, 3, 5	2012	16

*1 – выработка электроэнергии; 2 – водообеспечение; 3 – защита от наводнений;

НПУ, м	Мощность, МВт	Выработка, млн кВт·ч	Площадь зеркала водохранилища при НПУ, км ²	Общий объем водохранилища, км ³	Регулируемый объем от УМО до НПУ, км ³	Площадь водосбора, км ²
256	2010	7100	750	20,9	10,7	64 922
315	1330	4910	2419	68,4	32,1	82 517
410	1800	2440	280	6,58	4,96	18 799
214	50	153	25	1,65	0,83	15 191
113	66	332	384	1	0,5	436 675
682	160	390	3	0,39	0,2	900
335	36	96	16	0,15	0,07	1 611
109	3	4	69	0,6	0,3	1 730
162	550	800	122	4,18	2,09	29 683
183	250	630	399	8,22	5,86	66 216
501	240	747	2	0,5	0,75	2 971
192	1004	2030	280	10,8	5,35	42 977
287	200	440	8	0,15	-	20 243
870	8	30	24	0,3	0,15	2 320
300	96	313	136	1	0,5	12 040
350	13	27	61	1,3	0,65	7 663
304	25	42	80	1	0,5	3 751
150	90	160	662	5,5	3,35	72 200

4 – рекреация; 5 – ирригация; 6 – навигация; 7 – накопление пресной воды

3.2. ПЛАНИРУЕМЫЕ ГЭС В БАССЕЙНЕ РЕКИ АМУР

В прошлом веке активно развивалось российско-китайское водохозяйственное сотрудничество. Для создания совместной российско-китайской Схемы комплексного использования водных ресурсов Амура и Аргуни 18 августа 1956 года было заключено Соглашение о проведении совместных научно-исследовательских и проектно-изыскательских работ по составлению Схемы комплексного использования реки Аргунь и пограничных участков реки Амур. В результате почти четырехлетних работ Амурской (СССР) и Хэйлунцзянской (КНР) комплексных экспедиций был подготовлен так называемый «Проект Большого Амура». На Верхнем Амуре рассматривались Амазарский, Джалиндинский, Кузнецовский, Сухотинский, Благовещенский гидроузлы с целью производства электроэнергии и защиты от наводнений и затоплений земель и поселков. Хинганская ГЭС на Среднем Амуре планировалась лишь как ГЭС, которая могла эффективно работать только после постройки Зейского, Желундинского (Бурейского) и Кузнецовского регулирующих водохранилищ с суммарным полезным объемом более 107 км³. Первые схемы использования рек бассейна Амура практически не учитывали экологических последствий создания плотин. В них не было даже раздела по охране окружающей среды. Осложнение отношений между государствами в 60-х годах прошлого века помешало реализации данной Схемы [51].

В 1986 году в Москве было подписано межправительственное соглашение о разработке Схемы комплексного использования водных ресурсов пограничных участков рек Аргунь и Амур (далее – Схема и СКИВР). Главным рассматриваемым вопросом стало: «...разработать варианты каскадного регулирования стока пограничных участков рек Аргунь и Амур, ... должны быть комплексно учтены вопросы социально-экономического развития региона и охраны окружающей среды». Представители Китая отстаивали приоритет выработки электроэнергии, не считаясь с ущербом, наносимым природной среде. Советская сторона считала главным комплексность освоения водных ресурсов, заостряя внимание на качестве воды, состоянии рыбохозяйственных ресурсов и природоохранных проблемах. В ходе планирования советская сторона пошла на многочисленные уступки, в том числе по выбору створов, по отказу от противопаводковых емкостей в водохранилищах. Стороны согласовали ограничение пограничного участка СКИВР устьем Сунгари, что не позволило рассмотреть вопрос о загрязнении Амура водами притоков Сунгари и Усури. Борьба с наводнениями и стабилизация русловых процессов были отнесены к суверенной компетенции каждой из сторон. Альтернативный вариант со строительством ГЭС исключительно на притоках Амура был безоговорочно отвергнут китайской стороной и снят с рассмотрения.

В конце планирования в октябре 2000 года российско-китайская комиссия смогла рассмотреть лишь конспект СКИВР, в котором перечислялись многочисленные неурегулированные разногласия сторон. В качестве первоочередных мероприятий предлагалось изучить возможность создания трех гидроэлектростанций: Амазарской, Джалиндинской и Хинганской. Еще три ГЭС на Верхнем Амуре и три ГЭС на Аргуни были рекомендованы к рассмотрению во вторую очередь.

В России и ученые, и общественные экологические организации с 90-х годов прошлого века активно критиковали недостатки подхода к развитию гидроэнергетики, заложенного в совместной СКИВР. Это во многом способствовало тому, что большинство регионов и ведомств высказали очень критические замечания, в результате чего российская сторона отложила вопрос рассмотрения данной Схемы. Таким образом, Схема не была завершена и согласована, не прошла экологическую экспертизу и не отвечала задачам рационального природопользования в бассейне Амура. Несмотря на снижение интереса российской стороны к Схеме, китайская сторона регулярно стремится к освоению главного русла, а все ГЭС, запланированные в Схеме, перечислены в работах по обоснованию «Стратегии возрождения северо-востока КНР» и планах развития гидроэнергетики на перспективу [52].

Для Китая долгосрочная цель гидростроительства на Амуре комплексная: она включает не только производство электроэнергии, но и создание стратегических запасов пресной воды для широкого спектра нужд – от сельского хозяйства до переброски стока в высыхающие водно-болотные угодья во внутренних областях Китая. Непосредственно гидроэнергетика играет вспомогательную роль в планах развития китайской части бассейна реки Амур. В Китайской части

бассейна известно 233 створа (реки с потенциалом более 10 МВт), где могут быть установлены гидротехнические сооружения мощностью 9300 МВт с выработкой до 19 630 млрд кВт·ч. При этом потенциал строительства ГАЭС в том же районе оценивается в 30 000 МВт [53]. Планы пятилеток до 2020 года включают только 500–600 МВт новой установленной мощности на ГЭС в бассейне Амура [52].

Развитие гидроэнергетики на российском Дальнем Востоке основывается на работах, выполненных больше полувека назад [54, 55]. В частности, «Энергетические ресурсы СССР» [56] – одна из самых полных опубликованных работ по развитию гидроэнергетики.

Существуют разные оценки гидроэнергетического потенциала рек Дальнего Востока России. Так, согласно данным ОАО «РусГидро», гидроэнергетический потенциал рек Дальнего Востока составляет около 350 млрд кВт·ч. Пока он используется на 6%, в отличие от Сибири (19,7%) и европейской части России (46,4%). Согласно оценкам 1967 года [56], экономически эффективный потенциал Амурского бассейна составлял 58 млрд кВт·ч.

За прошедшие полвека оценки экономического гидроэнергетического потенциала несколько изменились. К факторам, обусловившим необходимость пересмотра величины экономического гидроэнергетического потенциала, относятся:

- удорожание строительства гидротехнических сооружений;
- усиление экологических ограничений и нормативов;
- существенное увеличение природоохранных затрат, в частности, для рыбопропускных и рыбозащитных сооружений, очистки ложа водохранилищ, поддержания качества воды и т.д.;
- ужесточение требований к условиям проживания населения, переселяемого из зоны создаваемых водохранилищ;
- появление новых возможностей использования природных ресурсов, отчуждаемых при гидростроительстве;
- конкурентные обстоятельства, касающиеся изменений экономической конъюнктуры и системы рыночных оценок, применяемых в анализе эффективности гидроэнергетических проектов [57].

Для трех крупных бассейнов Дальнего Востока (Ленский, Амурский, Колымский) был выполнен перерасчет гидроэнергетического потенциала. По результатам расчетов, из предполагавшегося в 1967 году общего экономического потенциала 317 млрд кВт·ч/год экономически эффективный гидроэнергетический потенциал составляет 85 млрд кВт·ч/год, из которых уже используется 24 млрд кВт·ч/год, или 28%. А в российской части бассейна Амура выработка электроэнергии на существующих ГЭС составляет 12 из 32 млрд кВт·ч, или 38% потенциала [57].

В последние пять-семь лет корпоративные и ведомственные, национальные и региональные планы и стратегии развития указывают 15 створов бассейна Амура как перспективные для строительства в ближайшие 20 лет. К этим ГЭС относятся:

1) бассейн реки Зей:

- Нижне-Зейская,
- Гилюйская,
- каскад из трех ГЭС на реке Селемджа, в том числе Селемджинская (Дагмарская) и Русиновская;

2) бассейн реки Буря:

- Нижне-Бурейская,
- Нижне-Ниманская,
- Усть-Ниманская;

3) бассейн реки Шилка:

- Транссибирская,
- Утесная (контррегулятор Транссибирской ГЭС);

4) бассейн реки Усури:

- Дальнереченский каскад (река Б. Уссурка),
- каскад Сукпайских ГЭС и др.

В настоящее время завершается строительство Нижне-Бурейской ГЭС. Кроме того, перспективной представлялась Тугурская приливная электростанция (ПЭС) в Тугурском заливе Охотского моря в Хабаровском крае.

Согласно проекту «Энергетической стратегии Дальнего Востока», существующие в объединенной энергосистеме Востока резервные мощности позволяют организовать торговлю электроэнергией с Китаем, Кореей, Японией, Монголией с поэтапным увеличением поставок мощности, не востребованной на внутреннем рынке Восточной Сибири и Дальнего Востока. Поставку электроэнергии на экспорт планируется обеспечивать как за счет дозагрузки существующих избыточных генерирующих мощностей, так и за счет строительства новых электростанций. В 2012 году экспорт в КНР превысил 2 млрд кВт·ч/год.

После прохождения катастрофического паводка в бассейне Амура летом и осенью 2013 года ОАО «РусГидро», другие организации, а также администрация Амурской области высказали мнение о том, что строительство новых плотинных гидроэлектростанций в бассейне не может способствовать регулированию наводнений и защите местного населения от стихийного бедствия. Предполагается, что зарегулирование рек поспособствует регулированию водосброса в паводковые периоды. К ноябрю 2013 года были указаны семь гидроэнергетических объектов для возможного строительства: Шилкинская (Транссибирская) ГЭС на реке Шилка – основном истоке Амура, Гилюйская ГЭС на реке Гилею, Селемджинская и Русиновская ГЭС на реке Селемдже – притоке Зеи, Нижне-Ниманская ГЭС на реке Ниман – притоке Буреи, Дальнереченские ГЭС на реке Большая Уссурка, а также Нижне-Зейская ГЭС на реке Зей. В 2014 году список прорабатываемых проектов противопаводковых ГЭС был сокращен до четырех: Гилюйская, Селемджинская, Нижне-Ниманская, Нижне-Зейская.

3.3. ВОЗДЕЙСТВИЕ ГИДРОУЗЛОВ

Водохранилища – это природно-техногенные водоемы экосистемы, созданные на месте наиболее важных в социально-экологическом плане ландшафтов – речных долин.

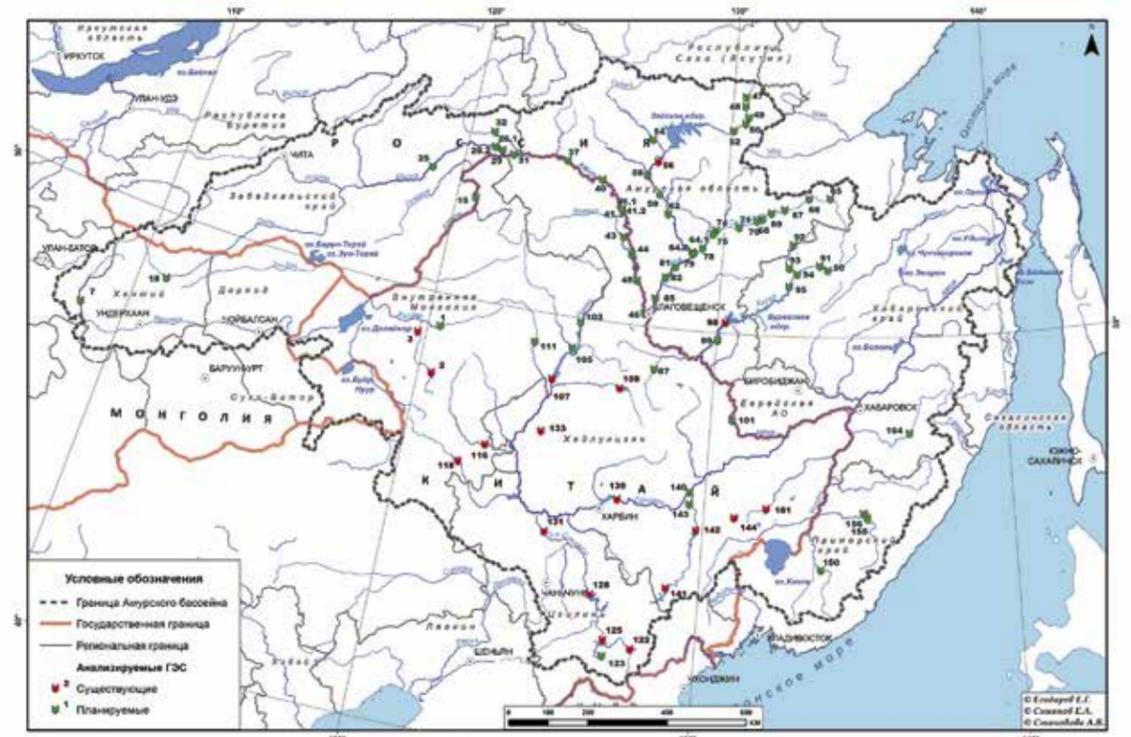
К 2014 году в бассейне реки Амур зарегулированы такие крупные притоки, как Зей, Бурей и Сунгари. Каждый из этих бассейнов имеет свою специфику оказываемой антропогенной нагрузки (помимо воздействия гидроэнергетики). Так, в бассейне Зеи среди антропогенных воздействий преобладают пожары, добыча полезных ископаемых и сельское хозяйство. Бассейн Сунгари находится под воздействием загрязнения от сельского хозяйства, мелиорации и чрезмерного водопотребления. Бассейн Буреи малонаселен и претерпевает наименьшую антропогенную нагрузку по сравнению с бассейнами рек Зеи и Сунгари. В бассейне Амура экологическое воздействие гидроузлов наиболее очевидно на Зее и Сунгари.

При оценке совокупного влияния нескольких гидроузлов на экологическое состояние бассейна в первую очередь необходимо учитывать:

- 1) изменение гидрологического режима в нижнем бьефе гидроузла;
- 2) трансформацию местообитаний в результате создания водохранилища;
- 3) фрагментацию речного бассейна, в том числе миграционных путей биологических видов.

При оценке влияния отдельных гидроузлов также обычно производится оценка локальных факторов воздействия (сейсмические риски, эрозия берегов водохранилищ, уничтожение наземных экосистем и местообитаний видов, изменение местного климата, переселение людей и т. д.), но эти факторы, как правило, не определяют совокупное воздействие ГЭС на бассейн в целом.

Для рек Амурского бассейна характерен паводочный водный режим. На зарегулированных притоках объем стока в период прохождения паводков управляется с помощью полезной и регулирующей емкости водохранилищ. Для Средней Зеи степень регулирования составляет более 100% (среднегодовой сток менее полезного объема водохранилища), для Буреи – 36%, для Нижней Зеи – 65%, а для Амура ниже по течению от Благовещенска – 32% (рис. 3.1). В Китае сходная степень регулирования достигается на Второй Сунгари и Сунгари.



РОССИЯ							
Номер створа	Название створа	Номер створа	Название створа	Номер створа	Название створа	Номер створа	Название створа
15	Усть-Уровская	52	Маенгская	69	Чалбинская	92	Верхне-Ниманская
25	Усть-Карская	54	Гилюйская	70	Икиндинская	93	Нижне-Ниманская (Ургальская-1)
28-1	Транссибирская (Шилкинская)	56	Зейская	71	Бысская	94	Усть-Ниманская
28-2	Транссибирская (Шилкинская) (альт.)	58	Урканская	74	Дагмарская	95	Ургальская-2
29	Улесная	59	Инканская	75	Абайканская	98	Бурейская
31	Амазарская (Моха)	62	Тыгдинская	78	Ульминская	99	Нижне-Бурейская
32	Амазарская-2	64-1	Нижне-Зейская (Грамотухинская)	79	Путягская	101	Хиганская (Тайлингоу)
37	Джалиндинская (Ляонинская)	64-2	Нижне-Зейская (Грамотухинская) (альт.)	81	Черниговская	150	Шетухинская
44	Новооскренновская	65	Карлобинская	82	Москвитинская	155	Дальнереченская
47	Оноюнская	66	Экимчанская	85	Семозерская	156	Дальнереченская-2
48	Джарысинская	67	Русиновская	90	Усманская	164	Хорский каскад
49	Ивановская	68	Стойбинская	91	Уматинская		
50	Локшанская						

КИТАЙ			
Номер створа	Название створа	Номер створа	Название створа
1	Чкалугумуда	123	Шилун
2	Хунхуазуан	125	Байшань
43	Ляньцэ	128	Феньмань
87	Сизэ	131	Хадашань
103	Гугуэ	133	Вуэрэ
106	Люцзун	139	Дадляншань
107	Низуэ	140	Игань
108	Шянькоуху	141	Цзиньбоху
111	Биланьжоу	142	Ляньхуаху
116	Веньдегэнь	143	Чацзятун
118	Чаэрсен	144	Таошань
122	Сыхугоу	161	Лунтоуцао

МОНГОЛИЯ	
Номер створа	Название створа
7	Керуленская
18	Ононская

Рис. 3.1. Существующие и потенциальные створы ГЭС в бассейне реки Амур

Размеры Бурейского и Зейского водохранилищ очень велики: в совокупности их площади зеркала занимают 3160 км², что составляет около 45% от всей водной поверхности в экорегионе Среднего Амура. Суммарная площадь зеркала 17 крупных водохранилищ китайской части бассейна Амура вдвое меньше.

Зарегулирование Зеи привело к снижению максимальных уровней на Среднем Амуре. Сток Зеи и Буреи изменен наиболее существенно, что привело к фактической утрате естественных

пойменных экосистем на обеих реках в верхнем бьефе и нижнем течении гидроузлов [58]. Существенная трансформация заболоченных пойм и лугов наблюдается на расстоянии до 1200 км вниз по течению от крупных плотин, а воздействие на сток реки прослеживается вплоть до устья Амура [59]. Влияние трансформации распространяется также на главное русло Амура: например, в районе Хинганского заповедника участки, затапливаемые раз в 20 лет, теперь будут затапливаться не чаще, чем раз в 100 лет; значительные площади высокой поймы вышли из-под влияния паводков. Сокращаются типичные пойменные сообщества, местообитания журавлей и аистов и т.д. [60]. Еще до создания Бурейской ГЭС средняя годовая амплитуда колебаний воды на участке Благовещенск – Хабаровск уменьшилась на 1,0–2,3 м, а повышение средних минимальных уровней зимней межени составило 0,3–1,2 м [61].

Влияние перераспределения стока по сезонам и годам на экосистемы нижнего бьефа чрезвычайно многообразно: от трансформации русловых местообитаний до изменения поведения тех видов рыб, для которых сигналом к нересту служат определенные ритмические колебания стока [62].

Процессы трансформации пойменного комплекса реки Амур под влиянием Зейского и Бурейского гидроузлов складываются с аналогичными изменениями поймы Амура ниже устья реки Сунгари, где водный режим претерпел антропогенные изменения вследствие строительства гидротехнических сооружений на территории Китая. Изменение водного режима под влиянием ГЭС прослеживается вплоть до устья Амура.

Физическую сущность русловых процессов, наряду с взаимодействием водных потоков с руслами и грунтами, их слагающими, составляет перемещение наносов. Поэтому многие закономерности русловых процессов связаны с величиной и изменчивостью стока наносов, механизмами их транспорта, а сам сток наносов является важнейшим фактором русловых процессов [63]. Водохранилища задерживают сток наносов. В связи с перехватом наносов увеличиваются эрозионные процессы в нижнем бьефе. Эрозионные процессы особенно очевидны на Зее, ставшей труднопроходимой для судов после зарегулирования реки Зейским гидроузлом. Адаптации и восстановлению экосистем в нижнем бьефе препятствуют неестественные суточные и недельные колебания стока в связи с неравномерной потребностью в электроэнергии, а летом – также и низкой температурой воды, не прогревающейся в водохранилище. Нижнее течение Амура обладает специфическими особенностями современной динамики русла, характерной для немногих рек мира. Здесь сформировалось динамическое равновесие в стоке наносов в условиях устойчивого тектонического погружения территории. В нижнем течении на протяжении более 1200 км происходит накопление наносов, объем которых составляет в среднем 10–12 млн м³/год [64].

Плотины ГЭС изолируют (блокируют) части речной сети друг от друга, разделяют единый бассейн на фрагменты. В результате прекращается миграция и кочевки водных организмов, а также задерживается сток части биогенных элементов. Например, выше плотин на Зее и Бурее уже исчезли осетр, калуга, кета, минога и другие мигрирующие виды. Самая простая оценка фрагментации бассейна реки – это процент площади бассейна (или длины речной сети), отделенный плотинами от приемного водного объекта (моря). В совокупности Зейская и Бурейская плотины блокируют 7–8% площади бассейна Амура, а все существующие плотины в КНР – еще 21–22%.

Согласно мнению ряда экологов, воздействие ГЭС на реки Зeya, Бурей и даже на отрезок Амура от устья Зеи до Хинганских щек уже превысило допустимый уровень в части изменения русловых процессов, влияния на ихтиофауну и пойменные экосистемы. При подобных оценках с экологической точки зрения желательно исходить из необходимости сохранить саморегулирующуюся экосистему Амура.

Исчезновение условий для образования высоких паводков является причиной прекращения затопления старичных понижений на высокой пойме, отмирания стариц и рукавов. Строительство ГЭС с таким крупным водохранилищем, как Зейское, является мощным деструктивным фактором с точки зрения воздействия на естественное состояние экосистем. Достижение природными системами равновесного состояния – процесс длительный и многоступенчатый.

Влияние ГЭС на растительные сообщества в нижнем бьефе связано прежде всего с изменением гидрологического режима поймы. Прирусловые ивовые, ивово-тополевые, уремные леса и кустарники в пойме Амура по занимаемым площадям уступают, пожалуй, только луговой растительности и травяным болотам. Именно на этих широко распространенных, играющих важную роль в функционировании пойменных экосистем фитоценозах и сказывается прежде всего изменение гидрологического режима реки в нижнем бьефе реки, в особенности отсутствие естественных ежегодных паводков. Отсутствие естественных паводков влияет и на пойменную луговую растительность. Если пойменные и, прежде всего, ивовые леса играют преимущественно экологическую роль, формируя гидрологический режим и берега реки [65], то луговые пойменные сообщества, помимо этого, имеют и большое хозяйственное значение. Наибольшую хозяйственную ценность представляют вейниковые луга прирусловой части поймы. Они занимают значительные площади и отличаются высокой потенциальной хозяйственной продуктивностью (до 16,1 т/га абсолютно сухого вещества). Состояние этих луговых сообществ обусловлено паводковым режимом, когда максимальная продуктивность наблюдается в первый год после паводков. В последующие годы при отсутствии паводков продуктивность лугов уменьшается на 25% в третий год и на 50% – в четвертый [66]. По данным тех же авторов, только в нижнем течении Амура пойма занимает площадь около 7,5 тыс. км² [66].

В связи с этим особую значимость приобретают точное выделение и картографирование пойменных участков, оценка основных массивов пойм, изучение масштабов и степени их возможной деградации. В рамках исследования на основе космических снимков и топографических карт была выделена высокая пойма Амура и его крупных притоков, которые имеют площадь водосбора свыше 10 тыс. км². Площадь всего пойменно-руслового комплекса в долинах крупных водотоков бассейна Амура составляет 80 341 км² [67]. Принимая во внимание расположение действующих ГЭС в бассейне, установлено, что на 2013 год трансформация естественного стока в разной степени происходит на водотоках, формирующих половину всех пойменных территорий общей площадью 42 752 км² [68]. Существует большое количество работ об установлении допустимых пределов регулирования стока рек для сохранения экосистем, в них обобщивается понятие *об экологическом стоке*¹ и необходимости его применения при планировании и функционировании ГЭС [69–76].

Экологические проблемы в бассейне реки Амура – важный предмет переговоров с Китаем. Однако последним результатом совместных исследований является российско-китайская Схема комплексного использования водных ресурсов пограничных участков рек Аргунь и Амур [77–79]. Сегодня необходима новая аргументация, чтобы на примере Амура показать преимущества сохранения живой речной экосистемы, а также недопустимость размещения ГЭС на главном русле Амура.

Бассейн Амура имеет предпосылки для перспективного развития гидроэнергетики. Однако существующий опыт двух функционирующих на российской части бассейна Амура ГЭС говорит о низкой степени экологической адаптации природных комплексов региона к влиянию крупных гидроузлов. Поэтому крайне важно уже на предварительной стадии обсуждения и решения проблем гидроэнергетического освоения региона разработать систему оценок экологических воздействий при создании гидроузлов в конкретных условиях, определить зоны влияния каждого вероятного гидроузла, классифицировать все вероятные гидроузлы по степени возможного экологического воздействия и ущерба. Необходимо объективно соотносить возможные оптимальные параметры функционирования ГЭС, при этом нужно разработать систему унифицированных и конкретных мер, направленных на снижение, нейтрализацию и компенсацию ущербов экосистемам, ресурсам, биологическим видам [80].

1 Экологический сток – часть естественного стока, оставляемого ниже створов регулирования и изъятия вод по условиям охраны речных экосистем во избежание изменений водных ресурсов и самих русловых образований при безвозвратном изъятии и регулировании (спрямлении и обваловании русел, изменении густоты гидрографической сети и т.д.).

Методика общепассейновой оценки воздействий ГЭС на речные экосистемы

4.1. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ

На основании анализа существующих методических подходов для экологической оценки проблем гидротехнического строительства в бассейне реки Амур выбран бассейновый подход¹. Данный подход успешно разрабатывается российскими и иностранными учеными для оценок разных аспектов состояния речных экосистем и систем водопользования [81–84]. Из российских научных работ по экологическим воздействиям гидроэнергетики наиболее близки к теме наших исследований работы Л. К. Малик и М. Ю. Кононовой [85–88]. При создании методики были учтены также ранее выполненные работы по бассейновому анализу [8, 89–94].

Методическая основа исследования заключается в разработке механизма сравнительной интегральной оценки степени и пространственного распределения воздействия совокупности напорных гидротехнических сооружений в речном бассейне на экологические факторы, определяющие состояние водных и околотовных экосистем. Результаты оценки должны быть сравнимы как для отдельных плотин, так и для их разных наборов в рамках бассейна Амура и его экорегионов.

Разработанный метод основывается на моделировании воздействий подпорных гидротехнических сооружений (ГТС) на реку и позволяет дать квазиколичественную сравнительную оценку рисков негативных экологических воздействий, ассоциированных с разными сценариями освоения гидроэнергетического потенциала бассейнов. Под сценарием подразумевается определенная схема размещения и функционирования ГЭС в бассейне реки. Модель также поможет уточнить отдельные вопросы и потребности в дальнейшей детальной оценке конкретных факторов воздействия и реакции на них экосистем. Прогнозирующее моделирование каскадов ГЭС в бассейне позволяет выбрать для дальнейшего проектирования оптимальную схему с точки зрения воздействия на окружающую среду.

Строительство гидроузлов с созданием водохранилищ создает возможность регулирования стока водных объектов, основанного на компромиссном удовлетворении требований участников водохозяйственного комплекса реки. Как правило, чем регулирующая емкость водохранилища больше, тем значительнее влияние гидроузла на режим попусков в нижний бьеф относительно естественных природных условий. Требования по охране водных экосистем и правила удовлетворения нужд участников ВХК речного бассейна, подтверждаемые водохозяйственными и водно-энергетическими расчетами, должны быть закреплены в нормативах допустимого воздействия на водные объекты, схемах комплексного использования и охраны водных объектов и правилах технической эксплуатации и благоустройства водохранилищ.

Авторами используемой в исследовании методики был проведен комплексный экологический сценарный анализ размещения ГЭС в бассейне реки Амур, в частности:

- выбраны основные факторы воздействия ГЭС на речную экосистему бассейна реки Амур, а также предложены методики их оценки;

¹ Помимо бассейнового, существуют подходы оценки отдельного объекта, оценки каскада водохранилищ, оценки в рамках административных и экономических регионов.

- сформирована база исходных данных;
- на базе географической информационной системы и нескольких приложений создан ряд слоев, которые позволяют серийно проводить сценарные оценки совокупного воздействия различного набора ГЭС (сценария) на экосистемы бассейна Амура;
- уточнены применительно к условиям бассейна реки Амур методы интегральных экологических оценок влияния ГЭС;
- произведено ранжирование сценариев освоения гидропотенциала с точки зрения их воздействия на окружающую среду;
- показан сценарий, демонстрирующий пути возможного альтернативного освоения гидроэнергетического потенциала с меньшим ущербом окружающей среде.

4.2. ФАКТОРЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГЭС НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ. ВЫБОР КЛЮЧЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОЦЕНКИ

Перечень воздействий от гидроузлов, описанных в литературных источниках, весьма обширен и разнороден. Вероятно, существуют и до сих пор не изученные последствия от строительства ГЭС. Списки потенциальных воздействий, связанных с созданием водохранилищ, можно найти в таких международных источниках, как Доклад Всемирной комиссии по плотинам [8] или руководство Всемирного банка [95], где описаны многие прямые и опосредованные воздействия водохранилищ. Перечень экологических и социально-экономических проблем, связанных со строительством ГЭС в России, был опубликован в консолидированном обзоре на сайте «Тематического сообщества по проблемам больших плотин» в 2010 году [96]. В Приложении 1 приводится систематизированный перечень проблем, связанных со строительством плотин и водохранилищ. В нем перечислено множество процессов (геофизических, геоморфологических, гидрологических, биологических и социальных), изменяющихся и/или возникающих в процессе создания и эксплуатации крупных плотин, которые могут наносить ущерб окружающей среде, водным и биологическим ресурсам и населению. При этом проблемы разделены по типам процессов/объектов, которые подвергаются значимому воздействию/изменению. Такое разделение во многом условно, так как вторичные воздействия распространяются на другие классы процессов/объектов.

Большинство воздействий взаимообусловлены (см. Приложение 1). Например, нарушения в жизни рыболовецких деревень в низовьях реки во многом зависят от сокращения численности рыб — объектов рыболовства, что может быть вызвано уменьшением затопления поймы, где рыба нерестится и нагуливается. Это, в свою очередь, определяется степенью сезонного перераспределения стока реки при эксплуатации водохранилища. Таким образом, в большинстве случаев можно выявить ключевой фактор, который является основой и усиливает другие воздействия ГЭС.

Некоторые показатели воздействия имеют локальное распространение и уникальное значение для каждого из водохранилищ. Такие воздействия традиционно учитываются в ОВОС проектов конкретных ГЭС и их каскадов, а их учет в общепассейновом анализе нецелесообразен в силу несовпадения масштабов и отсутствия аддитивности в рамках бассейна. Кроме того, часть проблем воздействия водохранилищ относится к социально-экономическим.

Руководствуясь вышеизложенными соображениями, авторы предприняли попытку обобщить множество факторов воздействия ГЭС и выбрать главные измеряемые параметры (показатели) воздействий ГЭС на речные экосистемы, актуальные в том числе и для бассейна Амура. По замыслу авторов, измеряемые показатели должны быть объективными и выражаться в абсолютных и относительных значениях с возможностью проверки полученного результата. Для оценки совокупного влияния нескольких ГЭС на экологическое состояние бассейна было выбрано три основных и два дополнительных фактора воздействия, а также ряд характерных ценных природных объектов бассейна.

Основные факторы воздействия:

1. Изменение гидрологического режима в нижнем бьефе гидроузла вплоть до устья реки.

При эксплуатации водохранилищ гидроузлов осуществляется регулирование речного стока, что сказывается на изменении экосистем в пределах речных долин. Самое сильное преобра-

зование происходит на пойменных территориях, состояние которых зависит от естественного затопления при периодическом наступлении половодий и паводков, обуславливающих наступление наводнений [97].

Показатель коррелирует с изменениями:

- частоты, продолжительности и интенсивности периодов максимального стока ниже по течению;
- условий среды обитания, вызванными изменениями режима стока;
- поведения некоторых видов рыб и т. д.

2. Трансформация водных экосистем в верхнем бьефе гидроузла (формирование водохранилища).

Водоохранилище — это искусственный водоем, возникающий на месте природных водных объектов. Речные долины, затапливаемые водохранилищами, являются наиболее значимыми участками как для биоразнообразия, так и для жизни населения [85, 98, 99].

Значение показателя определяется корреляцией со следующими параметрами воздействий:

- изменениями локального климата;
- площадью коротко-периодических пересыханий и обводнений прибрежной полосы;
- зонами развития прибрежных эрозионных процессов, суффозии и просадок грунтов и т. д.

3. Блокирование бассейна, в том числе пресечение путей миграции биологических видов.

Блокирование частей речного бассейна наиболее широко обсуждается в литературе о воздействиях плотин в связи с пресечением миграции анадромных и других мигрирующих рыб [85, 100, 101]. В результате постройки плотины прекращается миграция и кочевки водных организмов. Например, выше плотин на реках Зея и Бурей исчезли осетр, калуга, кета, тихоокеанская минога и другие мигрирующие виды. На сегодняшний день Зейская и Бурейская плотины блокируют 7–8% площади бассейна Амура, а существующие плотины в китайской части бассейна Амура — еще 21%.

Дополнительные факторы воздействия:

4. Фрагментация бассейна — степень расчленения бассейна на отдельные участки плотинами, выраженная как процент утраченных путей передвижения по речной сети.

Плотины ГЭС блокируют (изолируют) части речной сети друг от друга, фрагментируют единый бассейн. Для крупных плотин фрагментация отражает затруднения в расселении любых видов (включая наземные), связанных с речными долинами [12, 101]. Однако фрагментация актуальна не только для большинства живых организмов, но и важна как мера изменения транспорта биогенных веществ и наносов.

Блокирование и фрагментация — основной и дополнительный показатели разных аспектов процесса изоляции частей речного бассейна плотинами.

5. Изменение естественного стока наносов.

Твердый сток является как строительным материалом для формирования местообитаний пойменно-руслового комплекса, так и питательным материалом, который в меженный период участвует в развитии наземных местообитаний (лугов, сельхозугодий, кустарниковых зарослей, пойменных лесов и др.) [102]. Водоохранилища после постройки ГЭС играют роль отстойников, в которых аккумулируются практически все влекомые наносы и существенная доля взвешенных наносов. Коэффициент задержания наносов водохранилищами крупных и средних ГЭС фактически равен 99%. Более крупный взвешенный материал осаждается в зоне переменного подпора, более дисперсные фракции — непосредственно в приплотинной части [103–105].

Выбор вышеуказанных параметров воздействия и критериев оценки их интенсивности универсален, может быть применен к разным бассейнам и хорошо согласуется с мировой и отечественной практикой. Кроме того, параметры также коррелируют с большинством экологических проблем, связанных с возведением ГЭС и актуальных в масштабе всего речного бассейна.

Параметры 1, 3, 4 используются в международных оценках антропогенных воздействий на речные бассейны [92, 106], а также в отечественных обзорах и документах [27, 85, 107, 108]. Параметр 2 часто используется для обобщенного представления воздействия водохранилища в его верхнем бьефе, а в российской научной литературе он используется чаще любых других показателей воздействия ГЭС [109, 110]. Параметры 4 и 5 расширяют возможности применения методики и повышают результирующую точность экологической оценки воздействия большого количества плотин на речной бассейн.

Предложения по дальнейшему совершенствованию методики оценки содержатся в разделе 4.5. В частности, в целях учета распространения зон повышенной природной ценности и их уязвимости в различных сценариях освоения количество параметров воздействия предлагается дополнить таким, как «учет распространения природных ценностей и воздействий на них».

4.3. МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ В МАСШТАБАХ БАСЕЙНА АМУРА

4.3.1. Описание алгоритма оценки воздействия

Для осуществления комплексной оценки воздействия гидроэнергетических проектов необходимо использовать бассейновый подход и многофакторный анализ. В этой связи следует разделить анализируемую речную систему на расчетные участки (отрезки долин рек и суббассейны), границами которых служат истоки и места слияния крупных притоков, а также существующие и потенциальные створы ГЭС. Каждый участок со своим природным комплексом является ключевым элементом многофакторного анализа. Деление может быть продиктовано также биогеографическими, экологическими и другими пространственными разностями, выделяемыми в конкретном бассейне.

Всего в современной модели для бассейна Амура в ходе исследования выделено 214 таких участков. Этим участкам соответствуют речные суббассейны, расположенные выше по течению. Для выделения участков использовались границы пресноводных экорегионов [37], места слияния крупных притоков, а также существующие и потенциальные створы ГЭС. Оценка воздействия на бассейн производится в любом замыкающем створе для вышележащего суббассейна. Для всего бассейна реки замыкающим створом является ее устье.

Пример деления бассейна Амура показан на рисунке 4.1.

Избранные створы ГЭС включают все рассмотренные в доступных документах за последние 20 лет, а также ряд дополнительных створов из обзора 1967 года [56].

Для оценки совокупного влияния одной или нескольких ГЭС на экологическое состояние бассейна выбраны три основных и два дополнительных фактора воздействия, от которых зависят проявление и степень выраженности большинства других воздействий в бассейне в целом. К *основным* отнесены факторы и показатели, получившие наиболее широкое распространение в мировой практике по оценке ГЭС, которые могут быть выражены как в условных гектарах, так и в процентах. К *дополнительным* отнесены важнейшие факторы воздействия, выражение которых в единицах площади затруднено.

Деление на основные и дополнительные скорее отражает эволюцию методики оценки и удобство использования, а не сравнительную важность анализируемых факторов воздействия.



Рис. 4.1. Анализируемые створы и участки рек в бассейне реки Амур

Три основных фактора воздействия:

Изменение гидрологического режима и пойменных экосистем в нижних бьефах гидроузлов, вплоть до устья: расчет площади и доли измененных воздействием плотины пойменных экосистем ниже створа плотины от всей площади поймы крупных водотоков речного бассейна.

Показатели:

- 1.1. площадь поймы¹, измененной воздействием плотины на режим стока, – IF (км²);
- 1.2. доля измененных пойменных экосистем вследствие регулирования стока – IMP_{flood} (%).

Трансформация водных экосистем в верхнем бьефе гидроузла: расчет площади и доли водохранилища от площади всех водных экосистем бассейна выше расчетного створа (в период, когда реки находятся в основных берегах).

Показатели:

- 2.1. площадь зеркала водохранилища (при НПУ), созданного плотиной, – R_A (км²);
- 2.2. доля площади зеркала водохранилища (при НПУ) от общей площади водных экосистем (в период, когда реки в основных берегах) – IMP_{res} (%).

Блокирование бассейна, в том числе пресечение путей миграции биологических видов: расчет площади и доли заблокированной плотиной части речного бассейна.

Показатели:

- 3.1. площадь заблокированной плотиной части бассейна – SB_{dam_up} (км²);

¹ Здесь и далее под «поймой» подразумевается вся площадь пойменно-руслового комплекса в пределах выделенных отрезков речной долины (участков).

- 3.2. Доля заблокированной плотиной части бассейна от общей площади бассейна – IMP_{block} (%).

Два дополнительных фактора воздействия:

Фрагментация бассейна – степень расчленения бассейна на отдельные участки плотинами, выраженная как процент утраченных путей передвижения по речной сети.

Показатель: степень фрагментации, выраженная условным показателем, который принимает значения от 1 до 100, – IMP_{frgm} .

Изменение естественного стока наносов, выраженное как доля стока, прошедшая через плотины и не доставившая наносы на нижележащие участки (%).

Показатель: степень нарушения стока наносов за счет их осаждения в верхнем бьефе – IMP_{sed} (%).

4.3.2. Вычисление воздействия гидроузлов и их наборов в сценарии в пределах бассейна

1) Изменение экосистем в нижнем бьефе гидроузла

Изменение экосистем в нижнем бьефе гидроузла определяют с использованием двух групп параметров:

- данных о площади пойменно-руслового комплекса на каждом из выделенных участков реки.

Для выделения массивов пойменно-русловых комплексов¹ (далее – «пойм») на участках рек был применен метод экспертного дешифрирования космоснимков и анализ подробных топографических карт [100]. Также для выделения возможно моделирование на основе цифровой модели рельефа и другие методы.

- данных о степени трансформации стока водохранилищами ГЭС, расположенными выше по течению от каждого анализируемого пойменного участка.

Трансформация пойменно-русловых экосистем в нижних бьефах плотин зависит от изменений гидрологического режима вследствие перераспределения водохранилищем сезонного или многолетнего стока. Чем больше стока может задержать и перераспределить водохранилище, тем значительнее его влияние на экосистемы нижнего бьефа: отношение полезной емкости, определяемой по разнице отметок НПУ и УМО водохранилища (LV_{xn}), находящегося выше участка x , к стоку 50%-й обеспеченности (W_x^{50}), близкому к величине среднегодового стока² в верхнем створе данного участка.

При сценарии n в створе плотины выше участка x определения трансформации Alt_{xn} имеет следующее выражение:

$$Alt_{xn} = \frac{LV_{xn}}{W_x^{50}} * 100$$

От максимума в створе плотины показатель снижается вниз по течению по мере впадения новых притоков (LV_{xn} – постоянная величина, а W_x^{50} обычно увеличивается вниз по течению³).

Показатель изменения гидрологического режима фактически отражает степень трансформации поймы. С определенными допущениями можно считать, что увеличение перехвата стока ведет к пропорциональному сокращению поемности – площади и регулярности затопления пойм. Исходя из этого, степень изменения пойменных экосистем (IF) можно количественно

¹ Пойменно-русловой комплекс – площадь водной акватории, расположенной в границах основного русла реки, суммированная с площадью затопляемой в половодье и паводки части речной долины.

² В данном тексте даны примеры со стоком 50%-й обеспеченности.

³ На Керулуне и ряде других рек засушливых районов сток на определенных степных участках уменьшается вниз по течению.

характеризовать произведением показателя трансформации Alt_{xn} и общей площади экосистем пойменно-руслового комплекса на соответствующем участке $S_{fl_{xn}}$. Формула для расчета изменений пойменных экосистем (IF) на участке (x) в зависимости от сценария (n), то есть IF_{xn} , имеет следующее выражение:

$$IF_{xn} = \frac{S_{fl_{xn}} * \sum LV_{xn}}{W_x^{50}},$$

где $S_{fl_{xn}}$ – площадь поймы на соответствующем участке реки;

$\sum LV_{xn}$ – суммарный полезный объем водохранилищ выше створа/участка (в сценарии);

W_x^{50} – сток 50%-й обеспеченности в верхнем створе (в начале данного расчетного участка).

Фактически этот показатель (IF_{xn}) пропорционален площади поймы, заливаемой водой в половодье/паводок. Наиболее существенно влияние на пойменные угодья там, где перераспределение стока между сезонами приводит к уменьшению площади и сроков затопления и, соответственно, – к существенному изменению местообитаний речной долины.

Показатель учитывает, что пойма и русло реки, подвергшиеся воздействию, утрачивают часть своих экосистемных функций. Для удобства последующих интерпретаций можно принять, что изменения поймы происходят не континуально (постепенно, по всей площади участка), а дискретно. В предлагаемой оценке считается, что с повышением процента перехваченного стока пропорционально повышается доля площади, полностью утратившей естественный пойменный режим. Это допущение позволяет оперировать однозначным показателем преобразованной «условной» площади поймы (глобальные гектары¹) вместо чрезвычайно сложного в масштабах всего бассейна учета снижения площади, длительности и частоты затоплений в паводки разной обеспеченности.

Расчет суммарного изменения гидрологического режима поймы несколькими плотинами возможен по двум алгоритмам.

I. По каждому участку, расположенному ниже по течению, площадь поймы ($км^2$) умножается на отношение регулируемой емкости водохранилища верхней плотины ($км^3$) к объему стока ($км^3$) на данном участке. Оценки площади поймы, преобразованной влиянием верхней плотины X_1 на всех участках ниже ее по течению, суммируются. Далее оценивается влияние на пойменные процессы следующей ниже по течению плотины X_2 . Такой алгоритм оценки выявляет воздействие каждого водохранилища на каждый нижележащий участок.

II. Более простой алгоритм предусматривает суммирование изменений пойменных экосистем IF для всех участков рассматриваемого бассейна. Это и заложено алгоритмами расчета в модели.

Конечный результат вычислений по двум алгоритмам одинаков.

Первый показатель воздействия регулирования стока определяется по сумме площадей пойменных территорий (IF_{xn}), преобразованных влиянием регулирования стока всеми плотинами выше расчетного створа x , и является показателем площади земель ($км^2$), измененных воздействием всей совокупности плотин, существующих или предусмотренных в данном сценарии n гидроэнергетического строительства: $\sum IF_{xn}$.

Второй показатель – отношение этой площади к общей площади поймы $IMP_{flood_{xn}}$ – выражает степень изменения пойменного режима водных экосистем (в %):

$$IMP_{flood_{xn}} = \frac{\sum IF_{xn}}{\sum S_{fl_{xn}}} * 100,$$

¹ Использование термина «глобальные гектары» для определения масштабов антропогенного воздействия – общепринятая мировая практика. Например, такое использование отображено в исследовании National Footprint Accounts (Global Footprint Network, 2013).

где $\sum IF_{xn}$ – сумма всех изменений пойменных экосистем на затронутых участках в сценарии n ;

$\sum S_{fl_{xn}}$ – общая площадь всех пойм в рассматриваемом бассейне реки выше расчетного створа x в сценарии n .

Таким образом, по бассейну данный фактор воздействия для сценария характеризуется двумя показателями:

$\sum IF_{xn}$ – условная площадь всех пойменных территорий, утраченных в результате воздействий в бассейне в данном сценарии ($км^2$);

$IMP_{flood_{xn}}$ – средний показатель степени регулирования бассейна выше расчетного створа x при сценарии n (%).

2) Трансформация водных экосистем в верхнем бьефе

Показателем трансформации водной среды выступает площадь зеркала подпертого плотиной водохранилища при НПУ (R_A) ($км^2$), которая рассматривается как площадь экосистемы с трансформированным режимом стока.

Масштаб антропогенной трансформации водных экосистем в верхних бьефах в каскадах гидроузлов оценивается по сумме площадей всех созданных или запроектированных водохранилищ. Отношение этой площади к общей площади водных экосистем бассейна реки (%) характеризует степень замещения естественных водных экосистем водоемами, значительно отличающимися по своему гидрологическому режиму от естественных водных объектов.

Абсолютным показателем изменений в бассейне является сумма площадей зеркала водохранилищ в бассейне ($\sum R_{A_{xn}}$) ($км^2$). Для отражения произошедших изменений водной среды надо площадь зеркала водохранилищ соотнести с общей площадью водных экосистем рассматриваемого бассейна и выразить результат в %. Этот показатель отражает долю антропогенных водных экосистем в бассейне. Оставшаяся часть – это экосистемы с естественным режимом.

Показатель степени трансформации водных экосистем $IMP_{res_{xn}}$ в сценарии n выше створа x рассчитывается следующим образом:

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

где $\sum R_{A_{xn}}$ – площадь водного зеркала водохранилищ выше расчетного створа x в сценарии n ;

SWR_{xn} – площадь водных объектов речного бассейна выше расчетного створа x , включая площадь водохранилищ и озер в данном сценарии n .

3) Блокирование бассейна

Блокирование плотиной части речного бассейна ($SB_{dam_{up}}$) определяет, какая часть бассейна утратила сообщение с устьем реки.

Четыре наиболее распространенных в современной литературе индекса, отражающих степень блокирования речных бассейнов и подчеркивающих разные его аспекты, включают:

- количество плотин ниже по течению [17];
- площадь или длину водных местообитаний между ближайшими плотинами как долю от площади или длины водных местообитаний бассейна в целом [92];
- долю площади бассейна, изолированного плотинами от устья реки (впадения в море или в водоток с иными экологическими характеристиками) [90];
- отношение количества мелких водохранилищ и прудов к площади или длине водотоков бассейна [92].

Авторы методики предпочли использовать третий вариант как наиболее наглядный. Он подчеркивает аспект дальних миграций рыб и изменения, вносимые крупными плотинами.

Таким образом, данный параметр определяется по площади заблокированного бассейна реки (км²), а доля заблокированной плотинной части речного бассейна в сценарии n (IMP_block_n , %) определяется путем отношения заблокированной площади к общей площади бассейна выше указанного створа:

$$IMP_block_{xn} = \frac{SB_dam_up_{xn}}{SB_up_{xn}} * 100,$$

где $SB_dam_up_{xn}$ – площадь заблокированной части бассейна выше створа x при сценарии n ;

SB_up_{xn} – площадь бассейна выше анализируемого створа x . Если река заблокирована плотинной ниже данного расчетного створа x , то весь вышележащий водосбор SB_up_{xn} считается заблокированным.

Кумулятивным показателем для фактора блокирования всего речного бассейна является площадь речного бассейна, расположенного выше самой нижней плотины на основном русле и/или самых нижних плотин на притоках. Соответственно, отношение этой площади к общей площади бассейна главной реки (выраженное в %) характеризует степень изоляции обменных процессов в бассейне реки и изоляции популяций рыб и других биологических сообществ. Результирующая оценка по блокированию бассейна в сценарии рассчитывается по замыкающему створу главной реки, в случае бассейна Амура – это устье реки Амур.

4) Фрагментация бассейна

Фрагментация бассейна (IMP_frgm) отражает затруднения в расселении любых видов (включая наземные), связанных с речными долинами, обусловленные разбиением бассейна плотинами. Фрагментация бассейна может быть выражена как степень разбиения бассейна на отдельные участки плотинами и понимается как доля утраченных путей передвижения по речной сети [92]. Для учета фрагментации была разработана формула на основе ранее выполненных в WWF США работ [111], которая учитывает каскадное расположение ГЭС в бассейне. Степень фрагментации варьирует от 0 до 100 и закономерно увеличивается по мере дробления единого бассейна.

Для четкого разграничения показателя блокирования и фрагментации рассмотрим пример, представленный на рисунке 4.2, где бассейн поделен тремя плотинами A , B и B на четыре части I , II , III , IV . При этом части I , II , III заблокированы, а часть IV связана с устьем. Соответственно, блокирование речного бассейна будет равно 50% как в случае наличия всех трех плотин (A , B и B), так и при наличии только двух (A , B). Для оценки фрагментации выражается площадь частей как доля от площади целого бассейна SB_up_{xn} .

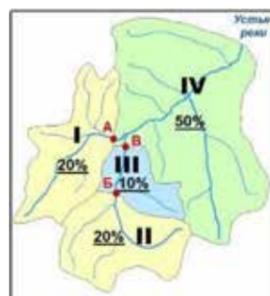


Рис. 4.2. Фрагментация бассейна реки плотинами¹

¹ Для каждой части здесь указан процент общей площади бассейна, но может указываться процент водотоков или площадь речных экосистем.

Показатель фрагментации IMP_frgm_n возрастает по мере увеличения числа плотин в зависимости от сценария n и величины единичных фрагментов. При отсутствии плотин показатель фрагментации должен быть равен 0.

Корень квадратный из суммы квадратов площадей всех частей (I , II , III , IV), на которые фрагментирован бассейн, относится к суммарной площади бассейна выше расчетного створа x при сценарии n SB_up_{xn} .

$$IMP_frgm_n = \left(\frac{\sqrt{I^2 + II^2 + III^2 + IV^2}}{SB_up_{xn}} \right) * 100.$$

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

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

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

Результирующая оценка по сценарию рассчитывается также по любому замыкающему створу (устья суббассейнов, устье реки Амур). Размерность фрагментируемых водных экосистем можно выражать не только площадью бассейна, но и длиной водотока или площадью поймы на фрагментированных участках.

5) Изменение естественного стока наносов

Изменение естественного стока наносов на участке x при сценарии n ($LOSS_{xn}$) выражается как доля стока, прошедшего через плотины и не доставившего наносы на нижележащие участки (км³/год). Размерность участков можно выражать как длиной водотока, так и площадью пойменно-руслового комплекса. Степень воздействия в бассейне в целом (IMP_sed_{xn}) вычисляется как отношение суммы произведения $LOSS_{xn}$ и площади поймы каждого участка к сумме произведения естественного (восстановленного) стока и площади каждого участка (%). Участки, затопленные нижележащими водохранилищами, считаются полностью утратившими естественный режим наносов.

$$IMP_sed_{xn} = \frac{\sum (LOSS_{xn} * S_{-fl_{xn}})}{\sum (W_x^{50} * S_{-fl_{xn}})} * 100.$$

Данная мера учитывает нарушение стока наносов за счет «осветления» стока, в то время как изменение русловых процессов за счет регулирования стока скорее пропорционально показателю IMP_flood .

В Приложении 2 приведен краткий алгоритм вычисления основных факторов воздействия ГЭС по участкам рек.

Интегральный показатель для факторов воздействия

Интегральная оценка предназначена для одновременного учета численных значений площади преобразованной поймы, площади зеркала водохранилищ, площади изолированной части бассейна и других параметров воздействия. С точки зрения сравнения опасности для природной среды их можно считать равнозначными, что позволяет выполнять интеграцию по алго-

ритму среднего геометрического значения. То есть по трем основным факторам воздействия оценка может быть выражена и в условных км², и в условных %¹.

Чтобы иметь возможность сравнивать разные сценарии освоения гидропотенциала в бассейне по одному значению, определяется интегральный показатель по 5 факторам INT_5 :

$$INT_5 = \sqrt[5]{IMP_{flood} * IMP_{res} * IMP_{block} * IMP_{frgm} * IMP_{sed}}$$

Такая операция позволяет произвести интегральную оценку как по трем (INT_3), так и по пяти (INT_5) рассматриваемым факторам воздействия.

Аналогично для трех основных факторов воздействия вычисляется интегральный показатель INT_3 (в условных км²).

Основное преимущество использования интегральной оценки – возможность быстрого сравнения разных сценариев освоения гидроэнергетического потенциала. Однако для более полного анализа необходимо детально рассматривать отдельные показатели, имеющие прямой экологический смысл.

Расчет показателей возможен для вышележащего бассейна в любом расчетном створе для характеристики воздействия гидроузла на окружающую природную среду.

Удельное воздействие как показатель эколого-экономической эффективности

Для определения эколого-экономической эффективности строительства ГЭС показатели каждого анализируемого фактора воздействия ГЭС и интегральные средние геометрические предлагается сравнивать с суммарной годовой выработкой электроэнергии ГЭС (существующих и/или проектируемых). Этот удельный показатель демонстрирует величину воздействия ГЭС на экосистему бассейна реки в расчете на единицу выработки энергии (выражается в км²/млн кВт·ч/год или % на млрд кВт·ч/год).

Многие оценки оперируют экономическими показателями полезности водохранилищ, зарегулирования стока, выработки энергии. Предлагаемая система оценки хороша тем, что сопоставляет киловатты и километры или %, а результаты сопоставлений однозначны.

4.4. СБОР, ОБРАБОТКА И СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ДАННЫХ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ БАСЕЙНОВОЙ ОЦЕНКИ

4.4.1. Формирование базы исходной информации для анализа бассейна Амура

Параметры перспективных и существующих створов собраны из различных документов: планов, схем освоения, технической документации и др. [52, 56, 78, 112–116].

Для анализа были выбраны наиболее перспективные створы, которые в большинстве случаев являются также наиболее проблемными с точки зрения воздействия на экосистему. Всего в бассейне Амура подготовлены к анализу данные по 84 створам. К 2013 году на 18 из них уже построены крупные и средние ГЭС. Используемый в анализе набор представляет 75–85% всего технически доступного гидроэнергетического потенциала бассейна.

По согласованию сторон количество рассматриваемых в исследовании гидроузлов, рекомендуемых для комплексной оценки экологических воздействий гидроэнергетических проектов на состояние водных и околосредовых экосистем в бассейне реки Амур, составляет 43. Данная выборка створов крупных и средних ГЭС в бассейне Амура была согласована между экспертами WWF и En+ Group в ноябре 2012 года.

¹ Среднее геометрическое неадекватно отражает воздействие при сверхнизких значениях какого-либо одного показателя, например, в случае русловых водохранилищ с минимальной емкостью. В связи с этим при сравнении надо рассматривать как среднее геометрическое значение, так и отдельные показатели, имеющие прямой экологический смысл.

Следует учесть, что авторы не рассматривали малые ГЭС мощностью не более 10 МВт ввиду отсутствия данных о большинстве таких потенциальных створов. Несмотря на то, что малые ГЭС оказывают меньше негативных воздействий на экосистему реки, с точки зрения выработки электроэнергии они не являются альтернативой большим и средним ГЭС.

Исходной информацией для расчетов дополнительных гидрологических и морфометрических данных послужили данные цифровой модели рельефа (ЦМР), которая была получена радарным способом и имеет пространственное разрешение 75 м [117–119].

В качестве главного источника картографической информации в работе использовались:

- космические снимки спутников Landsat-7 и Aster [120], полученные с мировых баз данных: Landsat [121], Earth Explorer [122], Global Visualization Viewer (GloVis [123]), а также бесплатный картографический сервис «Планета Земля» корпорации Google;
- база данных топографической радарной съемки – Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM), база данных о крупных водных объектах – SRTM Water Body Data (SWBD) [124];
- векторные топографические карты масштабов 1:500 000 – 1:100 000.

Сведения по стоку в расчетных створах собраны авторами из гидрологических справочников и экстраполированы на створы с недостаточными данными [125–127]. Топографической основой работы явилась векторная карта масштаба 1: 500 000.

4.4.2. Программное обеспечение моделирования, расчетов и непосредственного проведения экологических оценок

В последние годы ГИС-технологии активно применяются в гидрологических исследованиях и природоохранных проектах. В первую очередь нужно отметить серию статей преподавателей Пермского государственного университета В. Г. Калинина и С. В. Пьянкова [128–132]. В одной из них авторы произвели сравнение гидрографических характеристик водных объектов бассейна Камских водохранилищ, измеренных с помощью ГИС-технологии, с характеристиками, полученными традиционным способом. Хорошая сходимость результатов измерений позволила сделать вывод о высокой точности выполнения картометрических работ с помощью ГИС-технологий. С развитием информационных технологий упрощаются сложные расчеты больших массивов пространственных и гидрологических данных, а также построение математико-картографических моделей [133].

С использованием ГИС-технологий и вышеуказанных источников информации были получены следующие параметры в расчетных створах: площадь зеркала проектируемого и существующего водохранилища; площадь водосборных бассейнов, площадь всех водных объектов в водосборном бассейне (в период, когда реки в основных берегах); длины водотоков; площадь пойменно-руслового комплекса на расчетном участке реки.

При подготовке методики оценки использованы разные способы определения площади водных объектов и экосистем. Контуры существующих водохранилищ были определены и рассчитаны с помощью данных дистанционного зондирования Земли и подробных топографических карт. Полученные данные прошли выборочную проверку: произведено сравнение с документацией, справочным материалом, а также с данными радарной съемки SRTM (SWBD). В некоторых случаях при использовании картографических материалов авторам не удалось получить максимальную площадь зеркала водохранилища (при НПУ), известную из документов. К примеру, в районе Зейского водохранилища объединение всех источников данных в один слой дало результирующий контур водного объекта площадью 2293 км². По документам площадь зеркала Зейского водохранилища равна 2419 км².

Площадь водного зеркала в бассейне получена путем объединения векторных топографических слоев масштаба 1: 500 000 и базы данных о крупных водных объектах SRTM (SWBD). Для получения данных по площади всех водных объектов в бассейне линейные слои рек были переведены в полигональный тип. Ширина водотока вычислялась в зависимости от его порядка в речной сети с вариацией от 4 до 25 м. Совмещение в ГИС всех полученных слоев водных поверхностей в границах рассматриваемых водосборов дает

оценку суммарной площади, покрытой водой в период, когда реки находятся в основных берегах.

В гидрологических исследованиях широкое применение получили данные цифровой модели рельефа [134, 135], которые были использованы в данной работе. Потенциальные зоны затоплений, существующие лишь в проектной документации водохранилищ, определены на основе ЦМР, созданной по данным радарной съемки 75 м SRTM, и проектных данных о НПУ. Кроме того, для более точного определения границ проектируемых водохранилищ были использованы данные ЦМР, созданной на основе стереоизображения космической съемки ASTER с пространственным разрешением 30 м. Используя инструментарий программы ArcGIS 9.2 и ArcView 3.3, можно рассчитать не только площади зеркала проектируемых водохранилищ, но также и их объемы [131]. Полученные результаты выверялись по проектной документации ГЭС и другим литературным источникам. Не для всех проектируемых водохранилищ имелись единообразные данные о форсированном подпорном уровне, определяющем максимальную проектную площадь затопления, но в случае наличия таковой информации для корректного учета всех площадей затопления следует использовать данные по ФПУ, а не НПУ.

Автоматизированное определение границ водосбора является важнейшим этапом анализа данных. Для определения линий потоков и границ водосборных бассейнов был применен программный модуль Hydrosheds, разработанный Всемирным фондом дикой природы совместно с Геологической службой США [136]. Модулем Hydrosheds с помощью данных ЦМР (SRTM) для каждого рассчитываемого створа были построены водосборные бассейны. Из дальнейших расчетов исключены бессточные области в верхней части бассейна реки Амур. Для определения длины водотока на расчетном участке использована потенциальная сеть водотоков (талъвегов), также полученная путем обсчета ЦМР [136]. Создание сети талъвегов происходит в программе ArcGIS при использовании двух растровых матриц: направления потока (direction grid) и накопления потока (net grid).

Космические снимки спутника Landsat, Aster и картографический сервис Google «Планета Земля» были использованы для выделения пойменных комплексов и границ существующих водохранилищ в бассейне [137]. Поймы главного русла реки Амур и ее основных притоков были выделены экспертным дешифрированием с использованием детальных топографических карт и ДДЗЗ. Совместное использование этих материалов позволяет с большей уверенностью определить границы высокой поймы. Для картографирования границ пойм использовано более сотни космических снимков спутника Landsat разного года съемки (1973–2012) и несколько десятков снимков Aster, а также несколько сотен детальных листов топографических карт 1:100 000 и 1:200 000 масштабов. Пакетная обработка всех снимков, такая как привязка, топографическая нормализация и т. п., производилась с использованием программного продукта Erdas Image 9.1. Собственно экспертное дешифрирование выполнено в программной среде ArcView 3.3, где удобно работать одновременно с большим количеством картографических данных.

Показатели объема водохранилища и среднемноголетнего стока в расчетных створах были получены из гидрологических справочников, проектов ГЭС и материалов Схемы комплексного использования и охраны водных объектов бассейна реки Амур [138, 139].

На стадии оценки наборов сценариев освоения использовалась программа Microsoft Excel. Первичная обработка и хранение данных осуществляются в ГИС, расчеты множества сценариев в Microsoft Excel, а графическое отображение и дополнительный анализ пространственных закономерностей воздействий на бассейн и суббассейны – также в ГИС.

Таблица с материалами по анализируемым створам ГЭС представлена в Приложении 3. Далее эта таблица была дополнена формулами и рассчитанными показателями рассматриваемых факторов воздействия. Основные пространственные данные в виде векторных ГИС слоев состоят из:

- расчетных створов (214 точечных объектов);
- контура водохранилищ (84 полигональных объекта);
- контура пойм (210 полигональных объектов);
- контура водосборных бассейнов (210 полигональных объектов);

- площади водных объектов бассейна Амура (115 380 полигональных объектов);
- крупных водотоков (210 линейных объектов).

4.5. ВОЗМОЖНЫЕ ПОДХОДЫ К ДАЛЬНЕЙШЕМУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ МЕТОДИКИ

Одним из возможных способов дальнейшего усовершенствования методики оценки является введение такого показателя, как учет ценностей бассейна. Он необходим для того, чтобы принять в расчет неравную природоохранную ценность отдельных участков и типов рек и прилегающих территорий. Ценности того или иного участка бассейна учитывались при помощи картирования задокументированных показателей ценности и уникальности речных экосистем. Введение подобного показателя при проведении оценки воздействия может служить как для придания большего веса наиболее ценным участкам в ходе вычисления интегрального воздействия, так и в качестве отдельной «карты ценностей», используемой для экспертного дополнения результатов расчетов по остальным пяти факторам.

Показатели ценностей весьма разнообразны. Для территорий и акваторий они могут быть выражены площадью и долей объектов, обладающих некой ценностью, сниженной в результате воздействия ГЭС. Показатели также могут выражаться балльной оценкой степени воздействия или оценкой наличия/отсутствия воздействия.

В общей модели общекосмической оценки воздействий ценности могут учитываться как коэффициент, увеличивающий степень потенциального воздействия на участки/суббассейны из-за их дополнительной ценности (или дополнительных рисков, связанных с созданием ГЭС).

Проблема заключается в том, что выбор ценностей всегда более субъективен, и грубый анализ не может охватить всего разнообразия ценных природных объектов, характерных для данного бассейна. В качестве природных ценностей в рамках данной методики оценки предлагается учитывать воздействия на следующие типы объектов:

1. Ценные природные объекты/территории, в том числе:

- существующие и проектируемые ООПТ;
- ценные водно-болотные угодья (особенно с точки зрения охраны водоплавающих птиц).

2. Ихтиологические характеристики участков реки и суббассейнов.

3. Разнообразие речных экосистем.

4.6. ПРИМЕР КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ В МАСШТАБАХ БАССЕЙНА И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ГЭС

Принцип работы методики показан на примере бассейна реки Бурея¹.

Площадь бассейна Буреи составляет 70 394 км², водных экосистем в бассейне – 1515 км², пойменно-руслых комплексов на расчетных участках – 1461 км². Пойменно-руслые комплексы выделены и рассчитаны только вдоль основных русел рек, которые протекают ниже анализируемых створов.

В таблице 4.1 указаны исходные данные потенциальных ГЭС бассейна Буреи, применяемые при рассмотрении возможного воздействия ГЭС на бассейн.

Начнем с Усманской ГЭС на реке Бурея в верховьях бассейна с регулируемым объемом водохранилища в 3 км³ и площадью зеркала водохранилища 47 км² (см. табл. 4.1). Створ ГЭС замыкает часть речного бассейна площадью более 6000 км² (рис. 4.3).

¹ Все оценки, приведенные в примере, показывают воздействие на бассейн реки Бурея, а не на бассейн реки Амур в целом. Замыкающим створом данного примера является створ № 96 (устье реки Бурея).

Таблица 4.1. Исходные данные по рассматриваемым створам ГЭС в бассейне реки Буря

	Усманская	Умалтинская	Верхне-Ниманская	Нижне-Ниманская	Усть-Ниманская	Ургальская	Бурейская	Нижне-Бурейская	Расчетный створ № 96 (устье р. Бурей)
Установленная мощность, МВт (Power)	100	150	120	450	600	200	2000	321	
Годовая выработка ГЭС, млрд кВт·ч/год (PROD)	494	800	606	2230	2040	965	7100	1650	
Сток 50%-й обеспеченности, км³ (W ⁵⁰)	6,0	6,5	3,1	6,8	13,4	13,6	28,3	29	30,2
Площадь водного зеркала в период, когда реки в основных берегах, внутри контура водохранилища до его строительства, км² (SWO)	4,1	3,8	2,2	33,3	35,7	31,8	109	50,2	
Площадь всех водных объектов речного бассейна выше данного створа до создания водохранилищ, км² (SWU)	128	147	174	287	581	629	1317	1384	1515
Площадь бассейна выше створа, км² (SB_UP)	6022	7000	7732	13 887	26 295	27 394	64 921	66 844	70 394
Наибольшая зафиксированная площадь зеркала водохранилища (при НПУ), км² (R_A)	47	40,4	20,4	472	386	194	694	179	
Полезная емкость водохранилища, км³ (LV)	3	4	0,6	8,3	4	3	10,7	0,07	
Объем водохранилища, км³ (Volume)	6	8	2	14	8		21	2	

Потенциальное воздействие Усманской ГЭС на бассейн реки Буря рассматривается в данном примере при допущении, что в бассейне нет Бурейской ГЭС.

4.6.1. Изменение гидрологического режима в нижнем бьефе гидроузла

Ниже Усманской ГЭС в бассейне реки Буря выделено 7 участков пойменных комплексов: Умалтинский, Верхне-Ниманский, Нижне-Ниманский, Усть-Ниманский, Ургальский, Бурейский и Нижне-Бурейский (см. рис. 4.3).

На каждый из этих расположенных ниже по течению от Усманской ГЭС участков воздействие водохранилища приведет к изменению пойменного комплекса (IF). Это воздействие прямо пропорционально регулируемому объему вышележащего водохранилища (LV) и площади пойменного комплекса (S_{fl}) и обратно пропорционально стоку 50%-й обеспеченности (W⁵⁰) на каждом конкретном участке x при сценарии n_i (сценарий n_i: наличие Усманской ГЭС в бассейне Бурей):

$$\sum IF_{xn} = \sum \frac{S_{fl_{xn}} * \sum LV_{xn}}{W_x^{50}}$$

Сумма IF_{xn} отражает общую степень изменений, то есть суммарную утрату емкости на рассматриваемом участке.

В сценарии n_i суммарная утрата емкости на нижерасположенных по течению Бурей участках x составляет 272 км²:

$$\sum IF_{xn} = 6 + 87 + 0 + 0 + 0 + 42 + 73 + 0 + 4 + 13 + 47 + 0 = 272 \text{ км}^2.$$

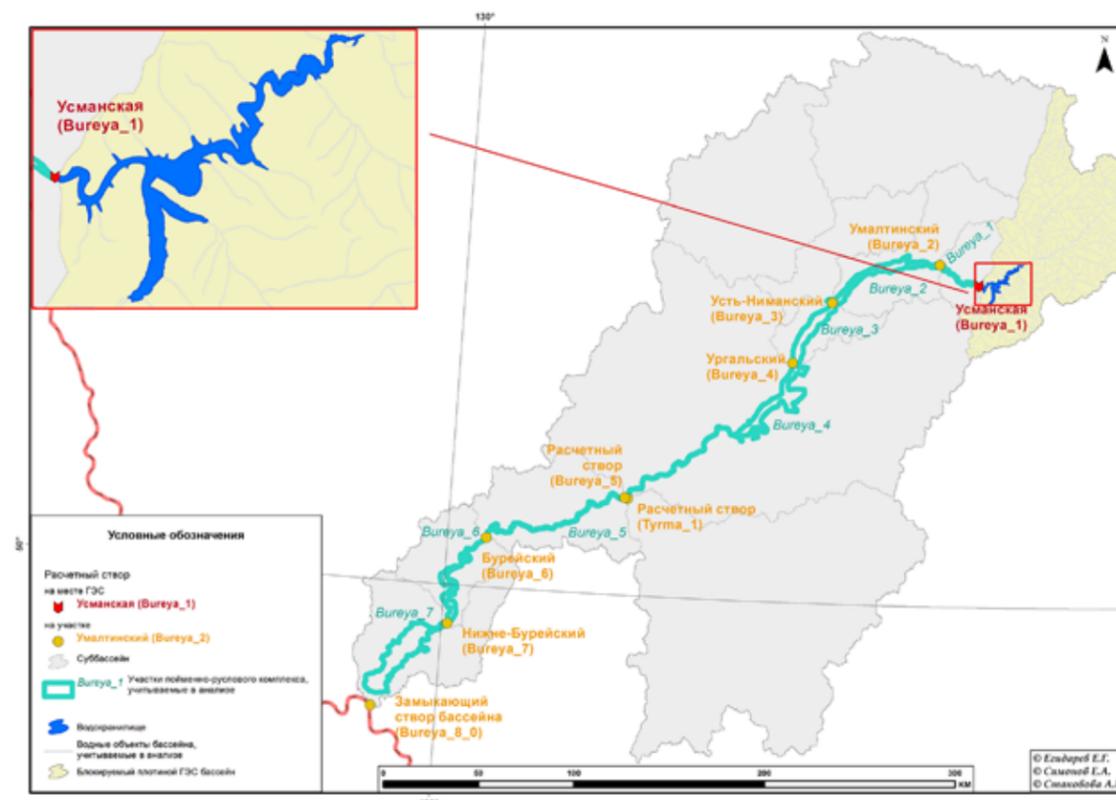


Рис. 4.3. Блокированный Усманской ГЭС участок бассейна реки Буря

Доля измененных пойменных экосистем вследствие зарегулирования стока (IMP_flood) при наличии Усманской ГЭС составляет 18,6% от общей площади всех пойменных комплексов выше расчетного створа:

$$IMP_flood_{xnl} = \frac{\sum IF_{xnl}}{\sum S_f_{xnl}} * 100 = 18,6\%,$$

где $\sum IF_{xnl}$ – сумма всех изменений пойменных комплексов на затронутых участках в сценарии воздействия Усманской ГЭС на речной бассейн;

$\sum S_FL_{xnl}$ – общая площадь всех пойменных комплексов в рассматриваемом бассейне реки Бурея выше расчетного створа Усманской ГЭС.

4.6.2. Трансформация водных экосистем в верхнем бьефе гидроузла (формирование водохранилища)

Трансформация водных экосистем в верхнем бьефе гидроузла в результате затопления (создания водохранилища) – расчет площади зеркала и доли площади зеркала водохранилища от площади всех водных экосистем бассейна в период, когда реки в основных берегах.

Показатели: 1. Площадь зеркала водохранилища (при НПУ), созданного плотиной: R_A (км²).

Площадь Усманского водохранилища составляет: $R_A_{xnl} = 47$ км².

Доля водохранилища в общей площади водных экосистем (в период, когда реки в основных берегах): IMP_res (%);

$$IMP_res_{xnl} = \frac{\sum R_A_{xnl}}{SWR_{xnl}} * 100.$$

Доля Усманского водохранилища составляет 3,02% от общей площади водных экосистем бассейна Буреи выше устья реки Бурея:

$$IMP_res_{xnl} = \frac{47}{1558} * 100 = 3,02\%.$$

4.6.3. Блокирование речного бассейна

Блокирование речного бассейна, в том числе пресечение путей миграции биологических видов, подразумевает расчет площади и доли заблокированной плотиной части речного бассейна.

На основании моделирования речного бассейна в ГИС были получены следующие данные:

1. Площадь заблокированной плотиной части речного бассейна: SB_dam_up (км²). Усманская ГЭС блокирует 6022 км² бассейна реки Бурея: $SB_dam_up = 6\ 022$ км².

2. Доля заблокированной плотиной части речного бассейна: IMP_block (%). Доля заблокированной Усманской ГЭС части бассейна составляет 8,6% от общей площади бассейна реки Бурея: $IMP_block = (6022/70\ 394) * 100 = 8,6\%$.

Изменения пойменных экосистем вследствие регулирования стока при потенциальном создании Усманской ГЭС приведены в таблице 4.2.

4.6.4. Фрагментация бассейна

При наличии Усманской ГЭС в бассейне реки Бурея показатель фрагментации равен:

$$IMP_frm_{xnl} = \left(1 - \frac{\sqrt{8,6^2 + 91,4^2}}{100} \right) * 100 = 8,2\%.$$

Таблица 4.2. Изменения пойменных экосистем вследствие регулирования стока после создания Усманской ГЭС

ГЭС/Расчетный створ (NAME_R)	Код участка ниже створа (IDENTCODE)	Площадь пойменно-русловых комплексов на участке, км ² (S_f)	Сток 50%-й обеспеченности, км ³ (W ⁵⁰)	Трансформация (степень регулирования гидрологического режима водотока), % (Alt)	Степень изменения пойменных экосистем, % (IF)	Общая площадь пойм выше участка, включая его площадь, км ² (ΣS_f)	Суммарная утрата поемности в данном сценарии**, км ² (ΣIF)	Доля измененных пойменных экосистем вследствие регулирования стока*, усл. км ² (IMP_flood)
Усманская	Bureya_1	12	6,0	50,0	6	12,0	6,0	50,0
Умалтинский	Bureya_2	187	6,5	46,4	87	199	92,9	46,6
Верхне-Ниманский	Niman_1	58,8	3,1	0	0	58,8	0	0
Нижне-Ниманский	Niman_2	25,4	6,8	0	0	84,1	0	0
Дополнительный расчетный створ	Niman_3_0	0	6,8	0	0	84,1	0	0
Усть-Ниманский	Bureya_3	190	13,4	22,4	42	470	135	28,6
Ургальский	Bureya_4	328	13,6	22,1	73	789	207	26,0
Дополнительный расчетный створ	Турта_1	50,6	6,4	0,00	0	50,6	0	0,0
Дополнительный расчетный створ	Bureya_5	36,1	26,8	11,2	4	885	211	23,9
Бурейский	Bureya_6	126	28,3	10,6	13	1012	225	22,2
Нижне-Бурейский	Bureya_7	451	29,0	10,3	47	1462	271	18,6
Замыкающий створ бассейна	Bureya_8_0	0,0	30,1	9,9	0	1462	271	18,6

Примечания к таблице:

* Средняя степень трансформации в сценарии.

** Условная площадь всех пойм, утраченных в результате воздействия ГЭС в данном бассейне.

В связи с тем, что Усманская ГЭС расположена в верховьях бассейна и делит его на два неравных по размеру участка, блокируя часть бассейна в верхнем течении Буреи, степень фрагментации невысока и составляет 8,2%.

4.6.5. Изменение естественного стока наносов

Изменение естественного стока наносов выражено как доля стока, прошедшая через плотины и не доставившая наносы на нижележащие участки.

Изменение естественного стока наносов на участке x при сценарии $n1$ определяется по формуле:

$$IMP_{sed_{xn1}} = \frac{\sum(LOSS_{xn1} * S_{-fl_{xn1}})}{\sum(W_x^{50} * S_{-fl_{xn1}})} * 100.$$

В случае создания Усманской ГЭС в верховьях бассейна Буреи 7 нижележащих по течению участков недополучают наносы, которые будут осажены при прохождении 6 км³ воды в год через створ ГЭС (табл. 4.3).

$$IMP_{sed_{xn1}} = \frac{6 * 12 + 6 * 187 + 6 * 187 + 6 * 328 + 6 * 36 + 6 * 126 + 6 * 450}{6 * 12 + 6,5 * 187 + 13,4 * 187 + 13,6 * 328 + 26,8 * 36 + 28,3 * 126 + 29 * 450} * 100 = 30\%.$$

4.6.6. Интегральные показатели воздействия единичной ГЭС

Определим интегральный показатель INT_5 по пяти факторам (площадь измененных пойменных экосистем, площадь зеркала образованных водохранилищ, блокирование бассейна, фрагментация бассейна, изменение стока наносов) для бассейна Буреи при воздействии Усманской ГЭС:

$$INT_5 = \sqrt[5]{IMP_{flood} * IMP_{res} * IMP_{block} * IMP_{frgm} * IMP_{sed}} = \sqrt[5]{18,6 * 2,2 * 8,6 * 8,2 * 30} = 9,7 \text{ усл. \%}.$$

Также определим интегральный показатель для трех основных факторов воздействия INT_3 (изменение гидрологического режима и экосистем поймы в нижних бьефах плотин, радикальная трансформация местообитаний в результате затопления, блокирование речного бассейна):

$$INT_3 = \sqrt[3]{\sum IF_{xn} * R_{-A} * SB_{-dam_{-up}}} = \sqrt[3]{271 * 47 * 6022} = 425 \text{ км}^2;$$

$$INT_{3per} = \sqrt[3]{IMP_{flood} * IMP_{res} * IMP_{block}} = \sqrt[3]{18,6 * 2,2 * 8,6} = 7,1 \text{ усл. \%}.$$

4.6.7. Показатели удельного воздействия (эколого-экономической эффективности) единичной ГЭС

Ожидаемая годовая выработка Усманской ГЭС – 494 млн кВт·ч/год (0,5 млрд кВт·ч/год).

Удельное воздействие по пяти факторам (IMP_{skWH}) определяется путем отношения интегрального показателя по пяти факторам (INT_5) к годовой выработке ГЭС ($PROD$):

$$IMP_{skWH} = INT_5 / PROD = 9,7 / 0,5 = 19,4 \text{ усл. \% / (млрд кВт·ч/год)}.$$

Удельное воздействие по трем факторам (IMP_{3kWH}) определяется аналогично:

$$IMP_{3kWH} = INT_3 / PROD = 425 / 494 = 0,9 \text{ км}^2 / (\text{млн кВт·ч/год}).$$

Таблица 4.3. Изменение естественного стока наносов в бассейне Буреи при создании Усманской ГЭС1

Обозначение	IDENTCODE	S_{-fl}	W^{50}	$LOSS$	$LOSS * S_{-flood}$	IMP_{sed}
ГЭС/ Расчетный створ	Код участка ниже створа	Площадь поймы на участке ниже створа	Сток 50%-й обеспеченности	Объем воды, избавленный от наносов	Воздействие на режим наносов на данном участке	Изменение естественного стока наносов
		км ²	км ³	км ³ /год	усл. км ²	%
Усманская	Bureya_1	12,0	6,0	6	12,0	30
Умалтинский	Bureya_2	187	6,5	6	174	
Верхне-Ниманский	Niman_1	58,8	3,1	0	0	
Нижне-Ниманский	Niman_2	25,4	6,8	0	0	
Дополнительный расчетный створ	Niman_3_0	0	6,8	0	0	
Усть-Ниманский	Bureya_3	187	13,4	6	83,6	
Ургальский	Bureya_4	328	13,6	6	145	
Дополнительный расчетный створ	Турма_1	50,6	6,4	0	0	
Дополнительный расчетный створ	Bureya_5	36,1	26,8	6	8,1	
Бурейский	Bureya_6	126	28,3	6	26,7	
Нижне-Бурейский	Bureya_7	451	29,0	6	93,1	
Замыкающий створ бассейна	Bureya_8	0	30,1		0	

1 Усманская ГЭС находится выше остальных по течению в данном каскаде. Мы не учитываем нарушенной площади небольших пойменно-русловых комплексов, лежащих в пределах ее водохранилища, которые будут погружены под осевшими наносами в связи с созданием водохранилища. При создании любых нижележащих ГЭС, выше которых находятся учтенные в модели пойменно-русловые комплексы, мы будем учитывать потери в естественном режиме транспорта наносов также и на участках, занятых акваториями водохранилищ.

4.7. СРАВНЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЙ ЕДИНИЧНЫХ ГЭС

Авторы рассмотрели единичное воздействие каждой из 7 потенциальных ГЭС Бурейского бассейна: Усманской, Умалтинской, Верхне-Ниманской, Нижне-Ниманской, Усть-Ниманской, Бурейской, Нижне-Бурейской¹.

Рассматриваемые ГЭС и их положение в бассейне Буреи отображены на рисунке 4.4. Параметры ГЭС, используемые в расчетах по методике, указаны в таблице 4.4.

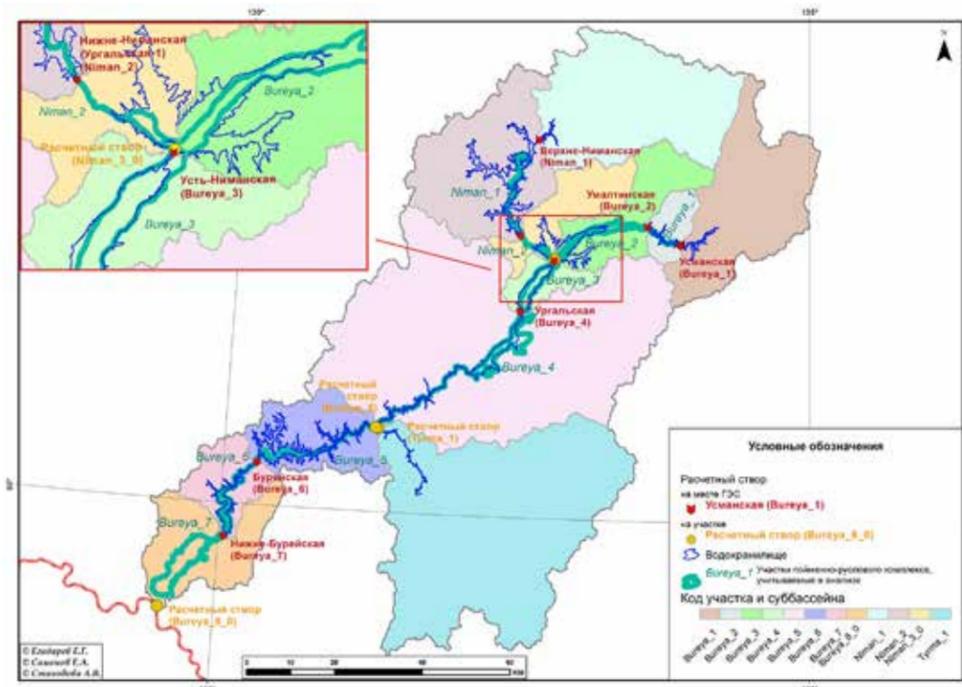


Рис. 4.4. Расположение потенциальных ГЭС в бассейне реки Бурей

Удельное и интегральное воздействие рассматриваемых потенциальных ГЭС на Бурейский бассейн по трем основным факторам (изменение гидрологического режима и пойменного комплекса в нижнем бьефе плотины, трансформация местообитаний в результате затопления, блокирование речного бассейна) показано на рисунке 4.5.

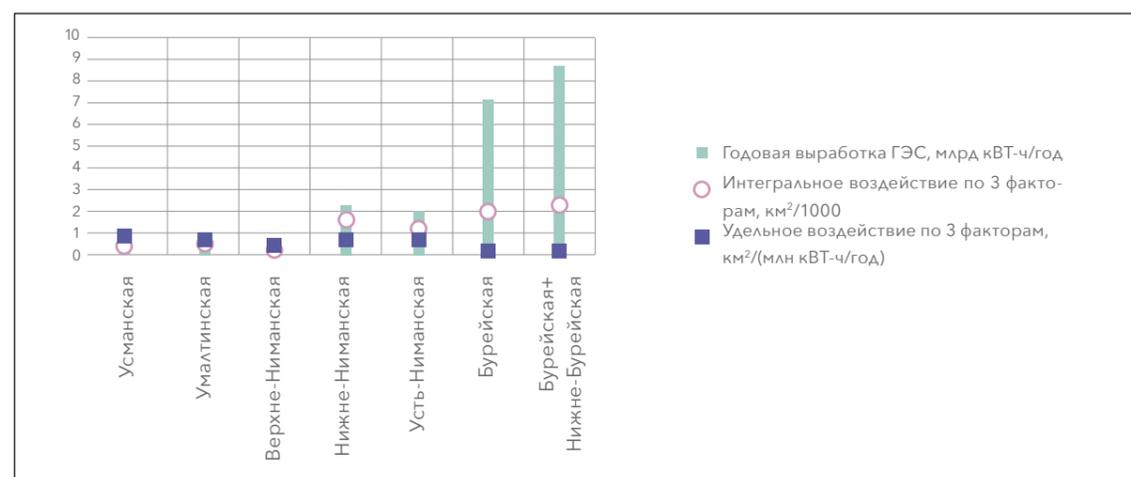


Рис. 4.5. Сравнительное воздействие ГЭС в бассейне Буреи по трем основным факторам

¹ Нижне-Бурейская ГЭС рассматривается как контррегулятор Бурейской ГЭС с учетом наличия Бурейской ГЭС и обозначена как Бурейская + Нижне-Бурейская.

Таблица 4.4. Сравнение воздействий единичных ГЭС в бассейне реки Бурей

	Усманская	Умалтинская	Верхне-Ниманская	Нижне-Ниманская	Усть-Ниманская	Бурейская	Бурейская + Нижне-Бурейская
Обозначения названий ГЭС	Us	Um	VN	NN	UN	Bu	Bu+Nbu
Удельное воздействие по 5 факторам, усл. ед./млрд кВт-ч/год ($IMP_{5кВтч}$)	19,4	14,2	9,6	11,0	14,3	4,3	3,7
Интегральное воздействие по 5 факторам, усл. % (INT_5)	9,7	11,4	5,8	24,6	29,2	30,8	32,3
Удельное воздействие по 3 факторам, км²/(млн кВт-ч/год) ($IMP_{3кВтч}$)	0,9	0,6	0,3	0,7	0,7	0,3	0,3
Интегральное воздействие по 3 факторам, км² (INT_3)	425	464	195	1 509	1 341	2 127	2 323
Годовая выработка ГЭС, млн кВт-ч/год ($PROD$)	494	800	606	2 230	2040	204	8750
Изменение естественного стока наносов, усл. % (IMP_{sed})	30,0	32,3	14,0	30,3	62,3	83,2	84,4
Фрагментация бассейна, усл. % (IMP_{frm})	8,2	9,4	10,3	17,3	27,1	7,4	7,6
Доля заблокированной плотиной части речного бассейна, % (IMP_{block})	8,6	9,9	11,0	19,7	37,4	92,2	95,0
Площадь заблокированного бассейна, км² (SB_{dam-up})	6 022	7 001	7 733	13 887	26 295	64 922	66 844
Доля водохранилища в водных экосистемах бассейна р. Бурей, % (IMP_{res})	2,2	2,6	1,3	24,2	20,7	33,1	39,2
Сумма площадей водохранилищ выше данного створа в сценарии, км² (R_A)	47,0	40,4	20,4	472	386	694	874
Средняя степень трансформации в сценарии, % (IMP_{flood})	18,6	24,2	3,2	35,9	16,3	14,6	14,7
Суммарная утрата поемности в данном сценарии, км² (ΣIF)	271	353	353	524	237	213	214
Регулируемая емкость водохранилища, км³ (LV)	3,0	4,0	0,6	8,3	4,0	10,7	10,8

Воздействие единичных ГЭС на речной бассейн по пяти факторам воздействия (площадь измененных пойменных экосистем, площадь зеркала водохранилищ, блокирование бассейна, фрагментация бассейна, изменение стока наносов) отображено на рисунке 4.6.

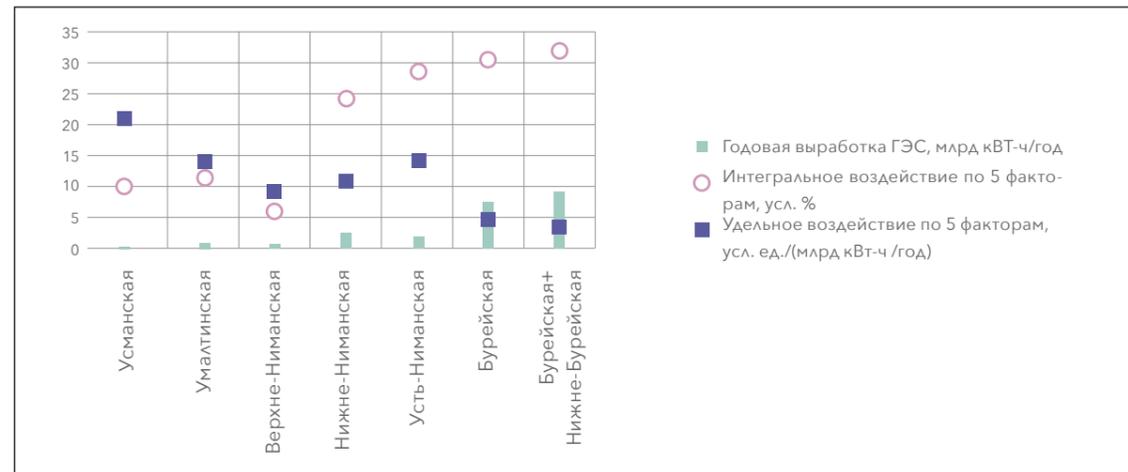


Рис. 4.6. Сравнительное воздействие ГЭС в бассейне Буреи по пяти факторам

4.8. СРАВНЕНИЕ СЦЕНАРИЕВ ОСВОЕНИЯ ГИДРОПОТЕНЦИАЛА БАССЕЙНА

В таблице 4.5 показаны результаты оценки нескольких сценариев строительства потенциальных ГЭС в бассейне реки Бурей.

Сравнение сценариев Усманская + Умалтинская ($Us+Um$) и Усманская + Верхне-Ниманская ($Us+VN$) показывает особенности воздействия ГЭС в каскадах. Несмотря на то, что и совокупная регулирующая емкость, и площадь зеркала водохранилищ при сценарии $Us+Um$ больше, чем при сценарии $Us+VN$, сценарий $Us+Um$ оказывает меньшее интегральное воздействие на речной бассейн. Это обусловлено тем, что такой сценарий блокирует гораздо меньшую площадь бассейна, что, в свою очередь, ведет к меньшей фрагментации и меньшему нарушению стока наносов. Еще очевиднее это проявляется в сравнении со сценарием Усманская + Усть-Ниманская ($Us+UN$).

В сценарии с тремя ГЭС ($Us+VN+UN$) и сценарии с четырьмя ГЭС ($Us+VN+UN+Um$) наблюдается незначительный прирост интегрального воздействия, связанный с отсутствием увеличения площади блокируемого бассейна и нарушения стока наносов, а также малым приростом фрагментации.

При дальнейшем прибавлении новых ГЭС (5 и более ГЭС) наблюдается резкий рост интегрального воздействия. Так, при появлении в сценарии Бурейской ГЭС, блокирующей более 90% речного бассейна, абсолютное интегральное воздействие увеличивается на 50%.

Общая закономерность изменений абсолютного и удельного воздействия при освоении бассейна реки Бурей показана на рисунке 4.7.

По мере увеличения количества ГЭС в каскаде удельное воздействие постепенно снижается. Уменьшение удельного воздействия по мере увеличения количества ГЭС в сценарии — часто проявляющаяся при создании каскадов закономерность освоения гидропотенциала в бассейне. Она связана с тем, что дополнительный ущерб, наносимый уже существенно нарушенным бассейном новыми ГЭС, меньше, чем ущерб от тех же самых ГЭС, построенных в ненарушенных или малонарушенных бассейнах. В связи с этим при анализе бассейновых оценок нужно учитывать показатель интегрального воздействия. Интегральное воздействие должно ограничиваться с учетом допустимого воздействия на экосистему.

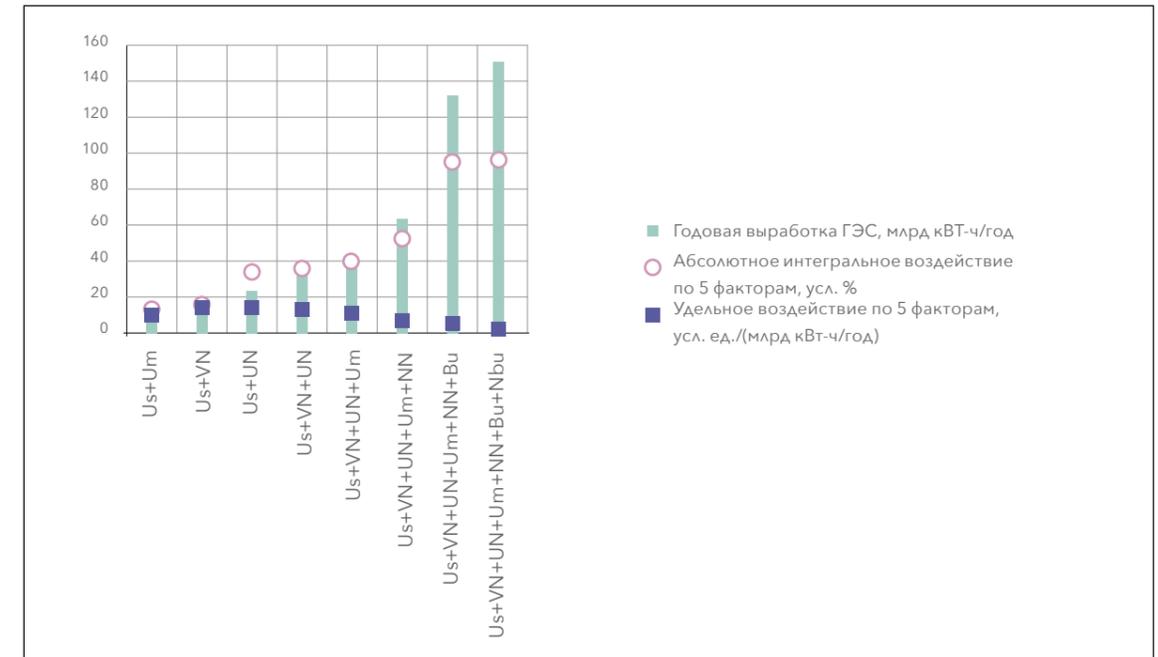


Рис. 4.7. Абсолютное и удельное воздействие сценариев размещения ГЭС при освоении бассейна реки Бурей

Обозначения ГЭС:

Us — Усманская; Um — Умалтинская; VN — Верхне-Ниманская; UN — Усть-Ниманская; NN — Нижне-Ниманская; Bu — Бурейская; Nbu — Нижне-Бурейская

Таблица 4.5. Сценарии освоения бассейна реки Буря

	Us+Um	Us+VN	Us+UN	Us+VN+UN	Us+VN+UN+Um	Us+VN+UN+Um+NN	Us+VN+UN+Um+NN+Bu	Us+VN+UN+Um+NN+Bu+NBu
Суммарная утрата поемности в данном сценарии км ² (ΣIF)	625	318	509	556	909	1 434	1 647	1 648
Средняя степень трансформации в сценарии, % (IMP_{flood})	42,8	21,8	34,8	38,0	62,2	98,1	113	113
Сумма площадей водохранилищ выше данного створа в данном сценарии, км ² (R_A)	87,4	67,4	433	453	494	966	1 660	1 839
Трансформированные водные экосистемы (водохранилища), % (IMP_{res})	5,5	4,3	22,7	23,5	25,1	40,2	55,6	59,0
Площадь блокированного бассейна, км ² (SB_{dam_up})	7 001	13 755	26 295	26 295	26 295	26 295	64 922	66 844
Доля блокированной плотинной части речного бассейна, % (IMP_{block})	9,9	19,5	37,4	37,4	37,4	37,4	92,2	95,0
Интегральное воздействие по трем показателям, км ² (INT_3)	726	665	1 794	1 878	2 277	3 314	5 621	5 874
Годовая выработка ГЭС, млн кВт·ч/год ($PROD$)	1 294	1 100	2 534	3 140	3 940	6 170	13 270	14 920
Удельный ущерб по сценарию по 3 факторам, км ² /(млн кВт·ч/год) (IMP_{skWH3})	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4
Фрагментация бассейна, усл. % (IMP_{frgm})	9,5	18,3	30,5	33,4	33,7	34,8	41,7	41,9
Изменение естественного стока наносов, усл. % (IMP_{sed})	32,3	44,0	62,6	63,2	63,2	63,2	98,8	100
Интегральное воздействие по 5 факторам, усл. % (INT_5)	14,8	17,1	35,5	37,1	41,6	50,4	75,0	76,7
Удельное воздействие по 5 факторам, усл. ед. (млрд/кВт·ч/год) (IMP_{skWH5})	11,5	15,6	14,0	11,8	10,6	8,2	5,7	5,1

Обозначения ГЭС:

Us — Усманская; Um — Умалтинская; VN — Верхне-Ниманская; UN — Усть-Ниманская; NN — Нижне-Ниманская; Bu — Бурейская; NBu — Нижне-Бурейская.

Результаты первичного ранжирования створов ГЭС в бассейне Амура

5.1. РАНЖИРОВАНИЕ СТВОРОВ ГЭС В БАСЕЙНЕ АМУРА

В настоящее время в бассейне Амура эксплуатируется 18 крупных и средних плотин, которые трансформируют естественный гидрологический режим бассейна (рис. 5.1). Современное воздействие ГЭС на состояние пресноводных экорегионов существенно различается.

Аналізу подлежат различные варианты строительства перспективных плотин, воздействие которых будет усиливать влияние уже существующих гидроузлов. Согласно авторской методике, менее негативными считаются ГЭС (и каскады ГЭС), строительство которых ведет к наименьшему приросту абсолютного воздействия. Также, согласно методике, наиболее эффективными в эколого-экономическом смысле считаются ГЭС, удельные воздействия которых на единицу производства ими электричества будут наименьшими, не превышая показатели действующего в настоящее время комплекса российских ГЭС (воздействие Зейской и Бурейской ГЭС на бассейн Амура). Сравнение с показателями воздействия Зейского и Бурейского гидроузлов приводится в связи с тем, что это дает возможность сравнить перспективу развития гидроэнергетики бассейна реки Амур с имеющимся фактическим опытом, а также рассмотреть варианты развития, при которых новые гидроузлы были бы в эколого-экономическом отношении не менее эффективными, чем уже существующие.

Для устойчивого развития гидроэнергетики нужно стремиться к минимизации как интегрального, так и удельного показателей воздействия ГЭС на экосистему. При планировании норм допустимого воздействия следует назначить допустимые пределы по каждому фактору воздействия по бассейну в целом и для каждого экорегиона в частности.

На рисунке 5.2 указано расположение рассматриваемых в рамках исследования створов ГЭС в российской части бассейна реки Амур.

Графики (рис. 5.3–5.6) демонстрируют результаты первичного ранжирования 43 элементарных сценариев, когда к ситуации 2014 года — к Сценарию 2014 (эксплуатация 18 крупных и средних ГЭС) — добавляется воздействие одной потенциальной новой ГЭС или одного каскада потенциальных новых ГЭС. Изначальная базовая величина интегрального воздействия Сценария 2014 по трем показателям равна 17,5, по пяти — 21,7. Учету подлежит прирост **интегрального воздействия** ГЭС на речную экосистему к базовой величине воздействия Сценария 2014 и отношение этого показателя к приросту выработки — так называемое **удельное воздействие**.

Интегральное воздействие, рассчитываемое как среднегеометрическое значение учитываемых показателей, позволяет провести сравнение воздействия для многих разных сценариев освоения гидроэнергетического потенциала.

Удельное воздействие демонстрирует величину воздействия ГЭС на экосистему бассейна реки в расчете на единицу выработки энергии и выражается в %/(млрд кВт·ч/год).

На графиках (см. рис. 5.3–5.4) отображено воздействие существующих и потенциальных ГЭС бассейна Амура **по трем факторам**:

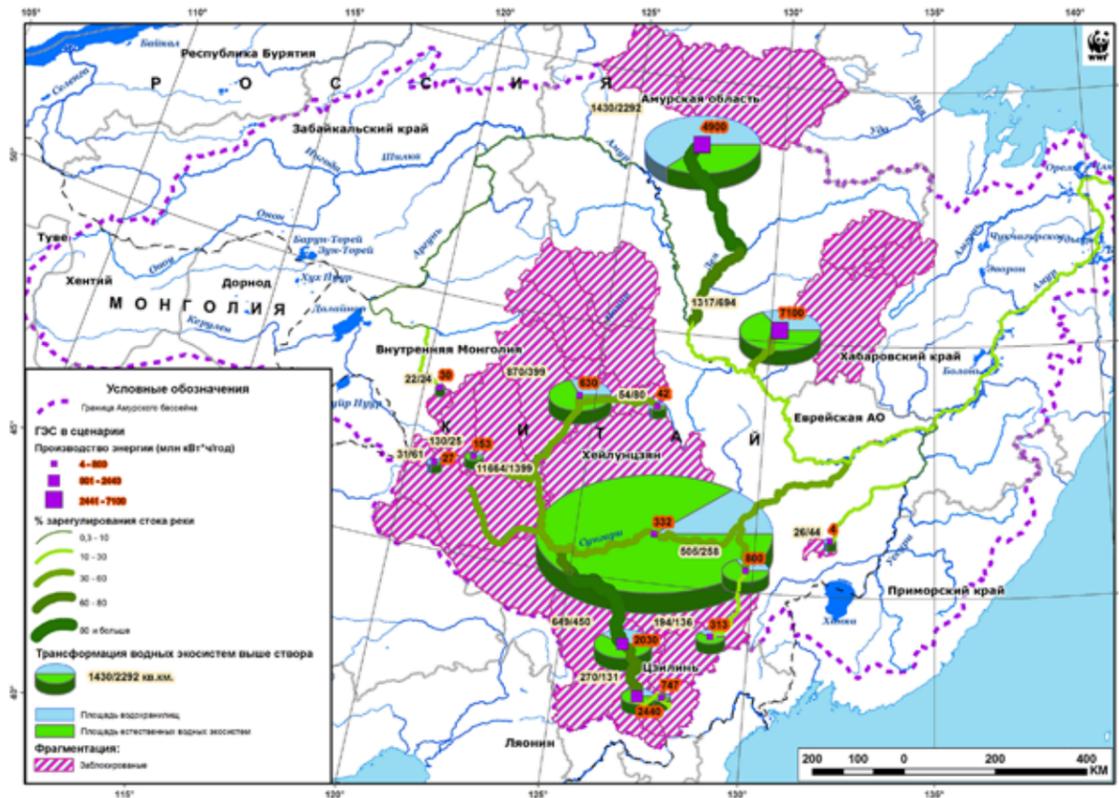


Рис. 5.1. Сценарий 2014: крупные и средние ГЭС, эксплуатируемые в бассейне Амура к 2014 году, и их воздействие на водные экосистемы

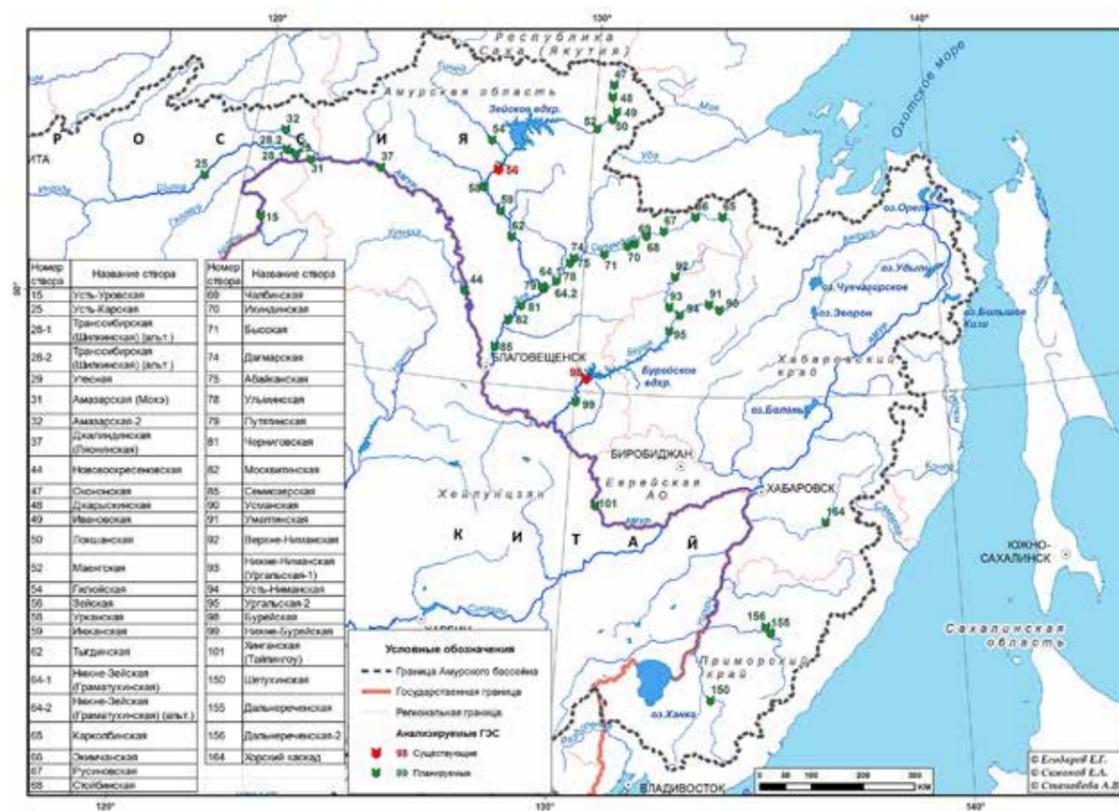


Рис. 5.2. Карта-схема расположения рассматриваемых в исследовании створов I ЭС (российская часть бассейна Амура)

- 1) изменение гидрологического режима в нижнем бьефе гидроузла;
- 2) трансформация водных экосистем в верхнем бьефе гидроузла;
- 3) блокирование бассейна.

К ГЭС с высокими значениями **интегрального воздействия** по трем факторам (выше воздействия эксплуатируемой Бурейской ГЭС, 1,8, см. рис. 5.3) относится существующая Зейская ГЭС, а также следующие потенциальные ГЭС (в порядке возрастания воздействия): Семиозерская, Черниговская, Транссибирская (Шилкинская), Дагмарская, Транссибирская (Шилкинская) с контррегулятором Утесная, Усть-Уровская, Джалиндинская (Ляонинская), Нововоскресеновская, Амазарская, Хинганская (Тайпингоу).

К ГЭС с наивысшими показателями **удельного воздействия** по трем факторам (больше воздействия Зейской ГЭС, 1,0, см. рис. 5.4) относятся: Транссибирская (Шилкинская), Черниговская, Джалиндинская (Ляонинская), Бысская, Дагмарская, Усть-Карская, Усть-Уровская, Абайканская, Москвитинская, Карколбинская, Семиозерская, Ульминская, Путянинская и Нововоскресеновская. Большинство ГЭС с самой низкой эколого-экономической эффективностью располагаются на главном русле Амура (Усть-Уровская, Джалиндинская, Нововоскресеновская) или в низовьях крупнейших притоков (Москвитинская, Семиозерская). Исключение составляют лишь некоторые ГЭС на реке Селемджа: Карколбинская ГЭС, имеющая малую выработку, а также Дагмарская, Бысская, Абайканская ГЭС, затопляющие большую равнинную территорию в среднем течении. Еще ряд ГЭС имеют показатели удельного воздействия выше средних характерных для современного российского гидроэнергокомплекса: Амазарская, Транссибирская (альтернативная), Чалбинская, Хинганская, Икиндинская, Маенгская, Стойбинская, Ивановская, Шету-Хинская, Джарысская.

На графиках (см. рис. 5.5–5.6) отображено воздействие существующих и потенциальных ГЭС бассейна реки Амур по пяти факторам:

- 1) изменение гидрологического режима в нижнем бьефе гидроузла;
- 2) трансформация водных экосистем в верхнем бьефе гидроузла;
- 3) блокирование бассейна;
- 4) фрагментация бассейна;
- 5) нарушение естественного стока наносов.

Наиболее высокие значения интегрального воздействия по пяти факторам у действующей Зейской ГЭС и следующих потенциальных ГЭС: Транссибирская (Шилкинская), Транссибирская (Шилкинская) с контррегулятором Утесная, Усть-Уровская, Джалиндинская, Нововоскресеновская, Амазарская (Мохэ), Хинганская (Тайпингоу) (см. рис. 5.5).

Среди ГЭС с самыми высокими значениями удельного воздействия по пяти факторам выделяются Москвитинская, Ульминская, Путянинская, Семиозерская и Нововоскресеновская (см. рис. 5.6). К наиболее эффективным в эколого-экономическом отношении ГЭС (с наименьшим значением удельного показателя – ниже удельного показателя действующей Бурейской ГЭС) относятся: Верхне-Ниманская, Нижне-Бурейская, Усть-Ниманская, Ургальская-2, Умалтинская, Нижне-Ниманская (Ургальская-1), Нижне-Зейская (Грамотухинская), Гилуйская, Ононская, Локшанская и Усманская.

На рисунках 5.7–5.12 в сравнении приведены значения абсолютных и относительных величин воздействия по трем и пяти факторам. В большинстве случаев порядок ранжирования потенциальных ГЭС сходен при обеих оценках.

По фактору «блокирование бассейна», который определяет воздействие плотины на бассейн в связи с пресечением миграции рыб и других живых организмов, среди наиболее потенциально опасных ГЭС выделяются: Хинганская (Тайпингоу), Усть-Уровская, Транссибирская (Шилкинская), Усть-Карская, Амазарская, Джалиндинская, Нововоскресеновская и Семиозерская ГЭС. Наименьшим потенциальным воздействием характеризуются Карколбинская и Нижне-Бурейская ГЭС, блокирующие малую площадь бассейнов дополнительно к существующим, и ГЭС на Гилое, Нимане, Бурее и Верхней Зее, создание которых не сопряжено с блокированием дополнительных участков речной сети.

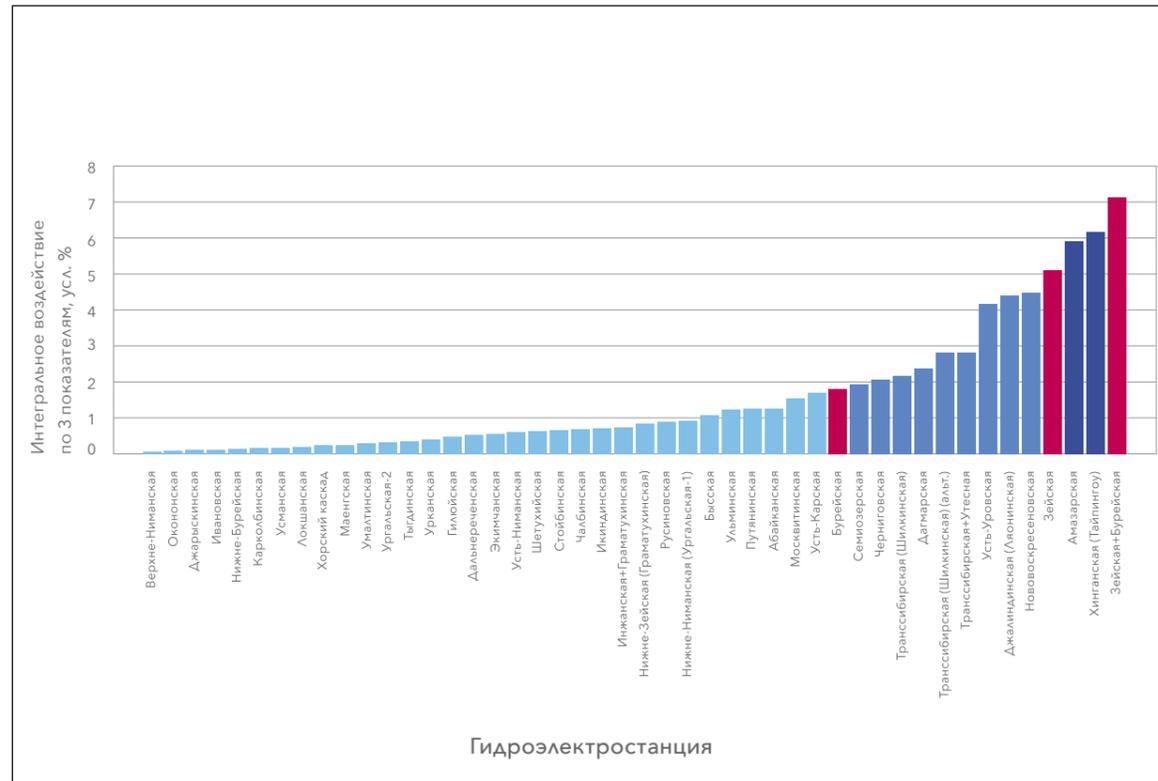


Рис. 5.3. Интегральное воздействие по трем показателям, оказываемое на экосистему бассейна Амура при зарегулировании рек указанными гидроэлектростанциями

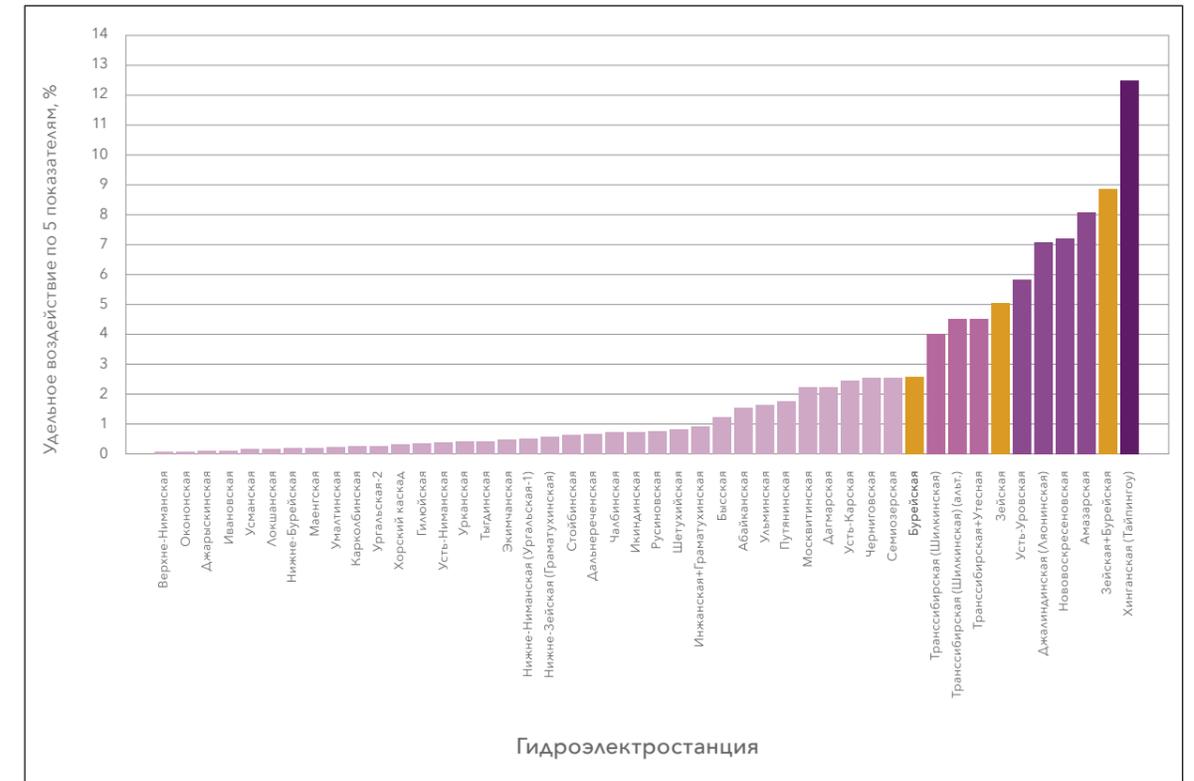


Рис. 5.5. Интегральное воздействие по пяти показателям, оказываемое на экосистему бассейна Амура при зарегулировании рек указанными гидроэлектростанциями

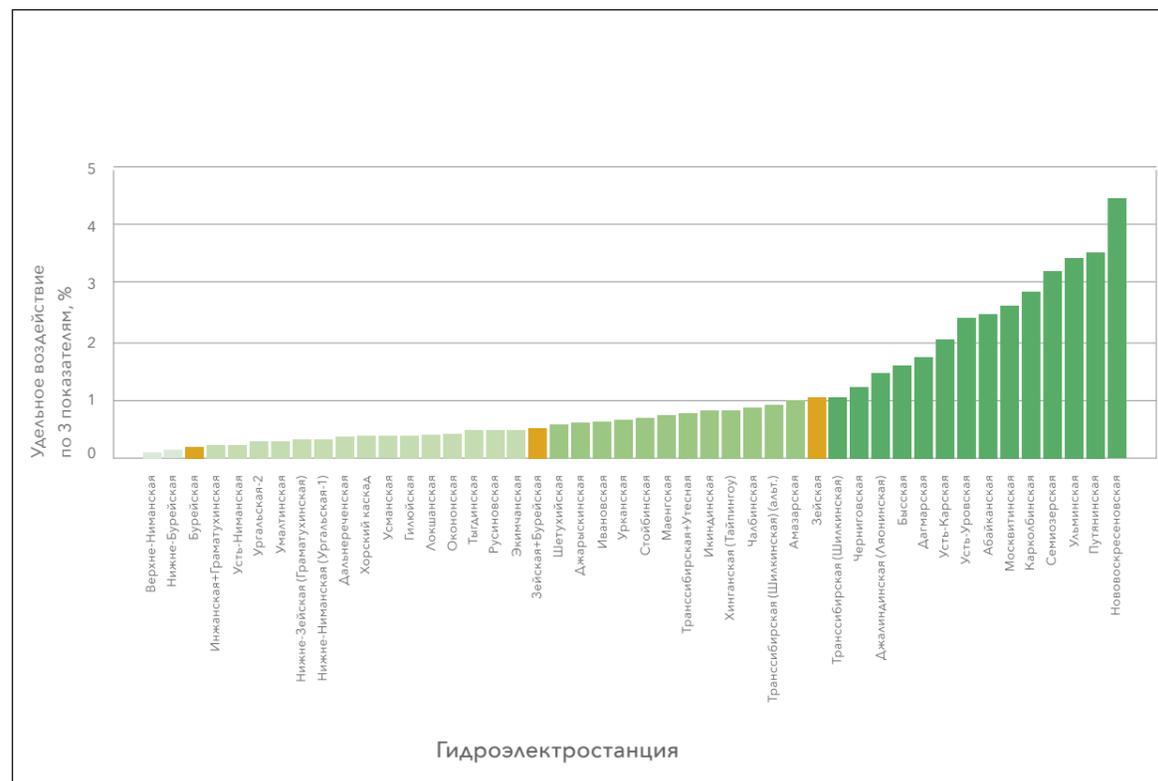


Рис. 5.4. Удельное воздействие по трем показателям, оказываемое на экосистему бассейна Амура при зарегулировании рек указанными гидроэлектростанциями

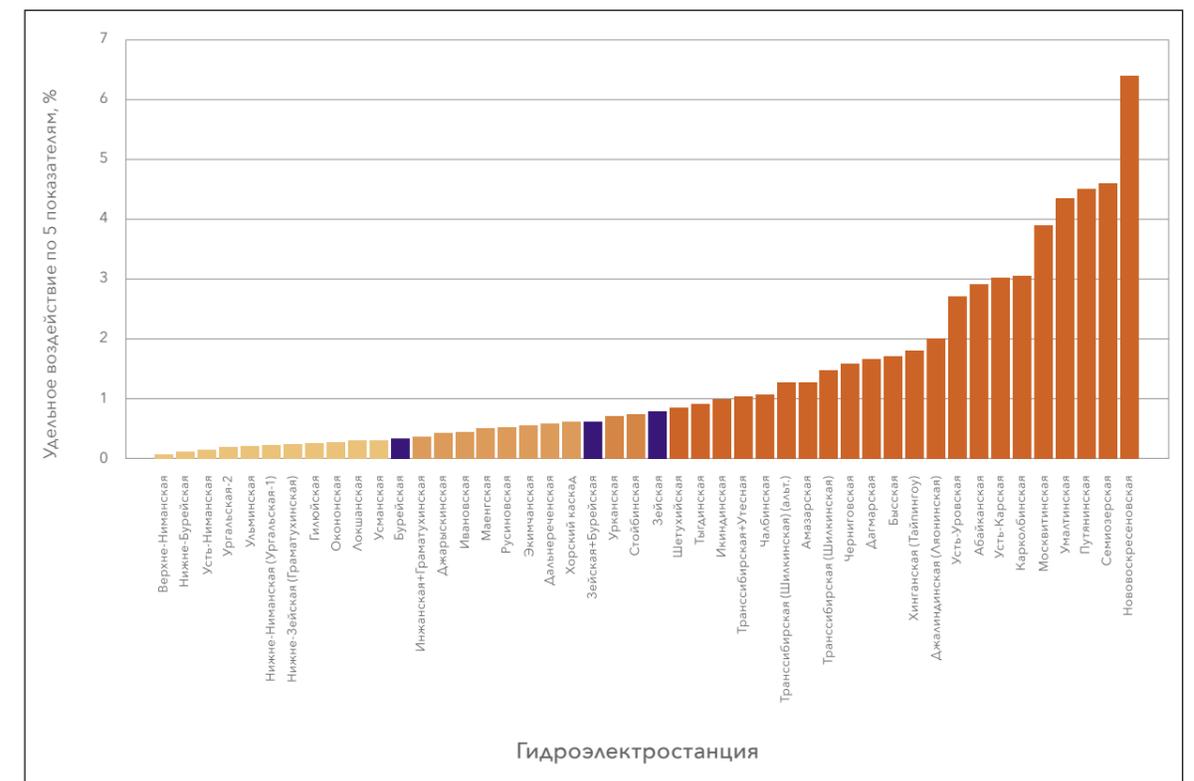


Рис. 5.6. Удельное воздействие по пяти показателям, оказываемое на экосистему бассейна Амура при зарегулировании рек указанными гидроэлектростанциями

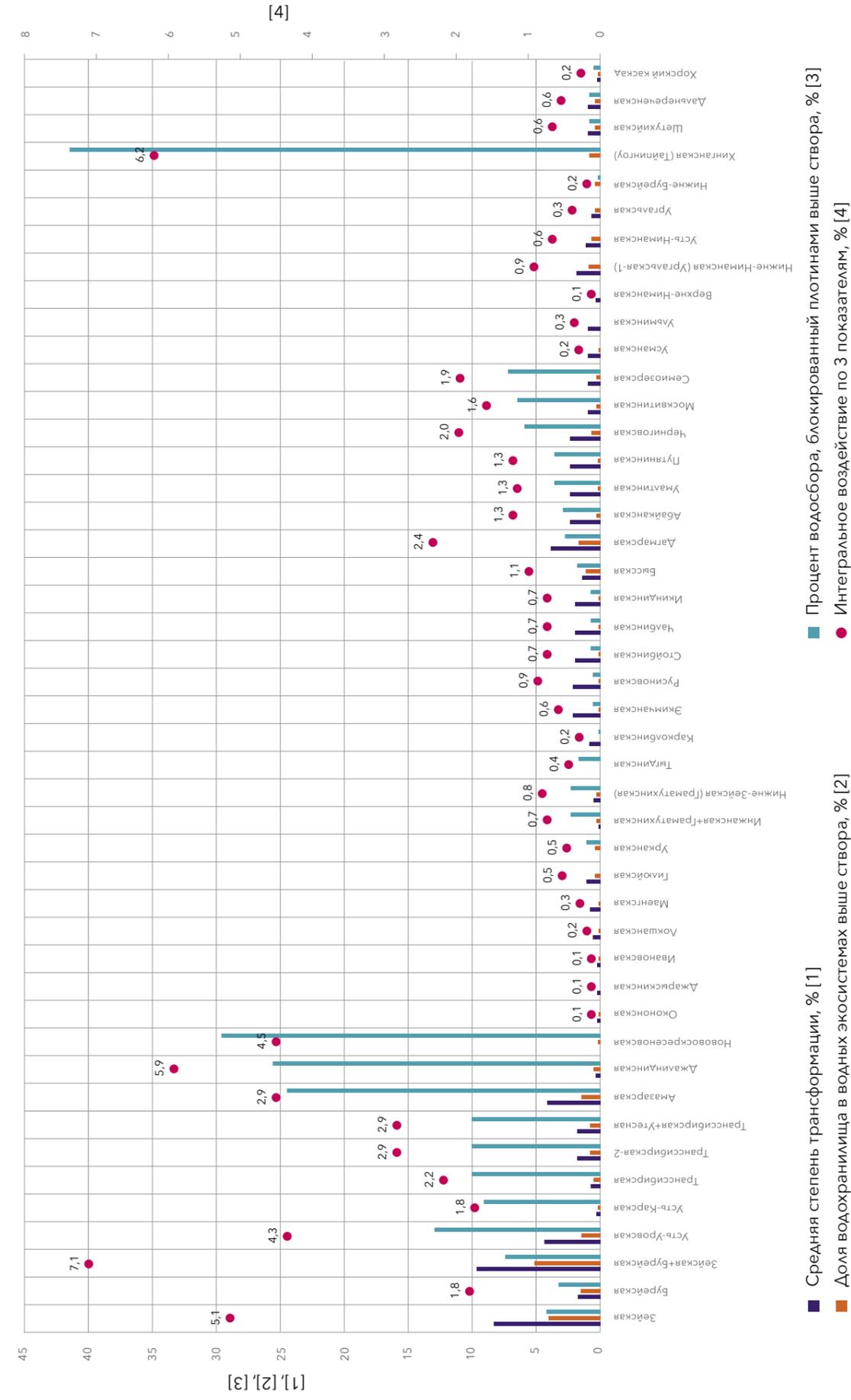


Рис. 5.7. Воздействие существующих и потенциальных ГЭС бассейна Амура (по трем показателям)

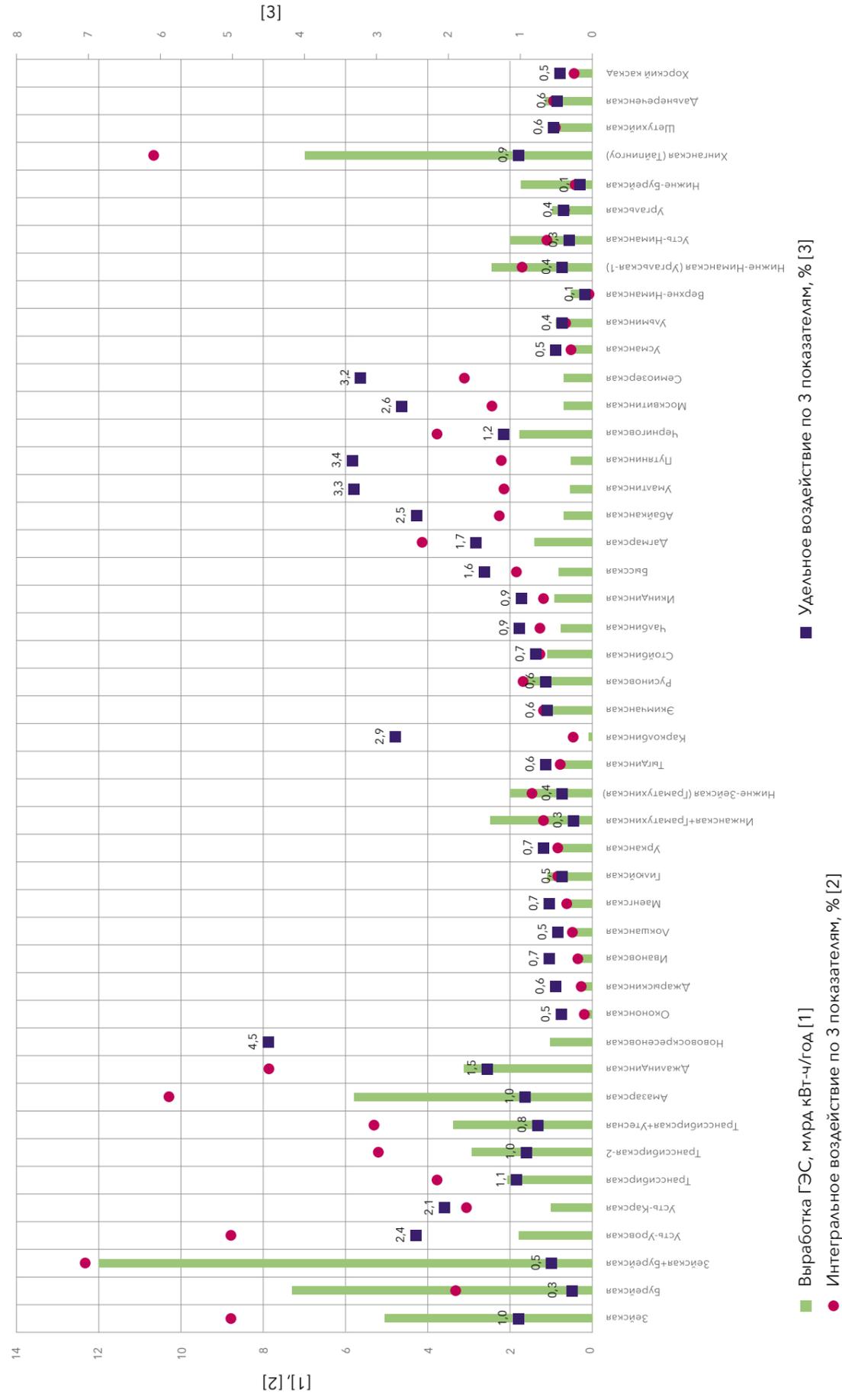


Рис. 5.8. Удельное воздействие существующих и потенциальных ГЭС бассейна Амура (по трем показателям)

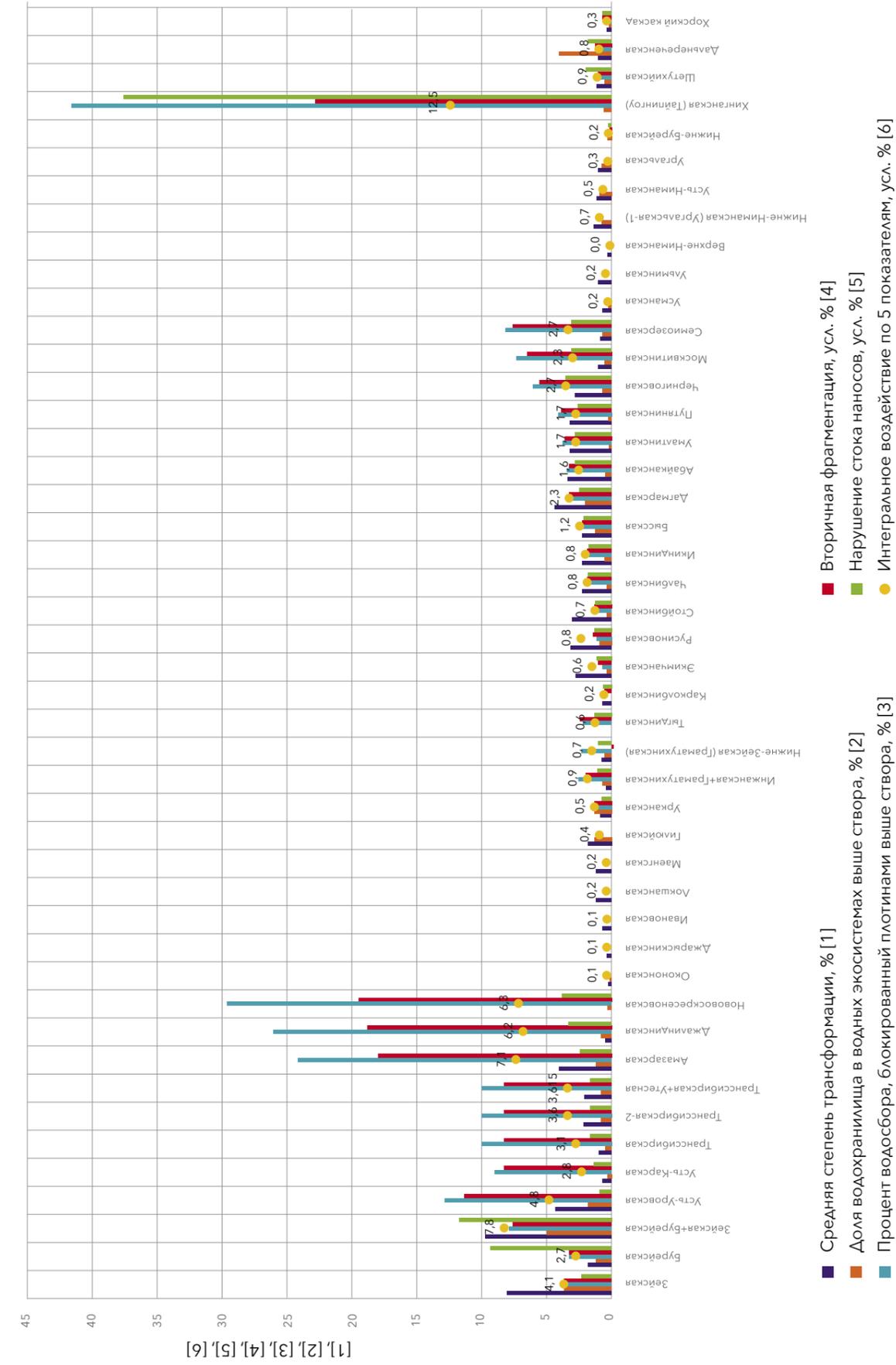


Рис. 5.9. Интегральное воздействие существующих и потенциальных ГЭС бассейна Амура (по пяти показателям)

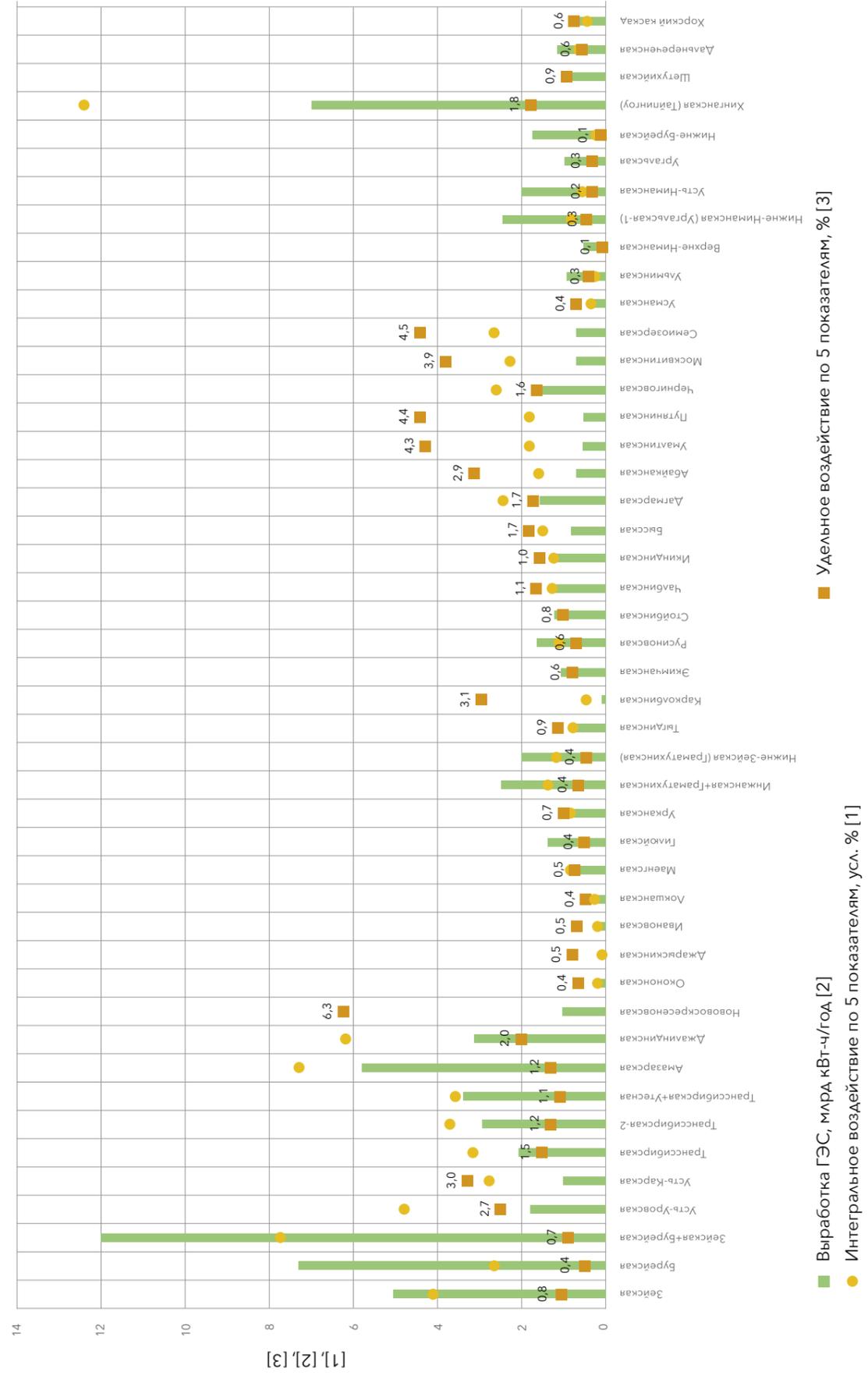


Рис. 5.10. Удельное воздействие существующих и потенциальных ГЭС бассейна Амура (по пяти показателям)

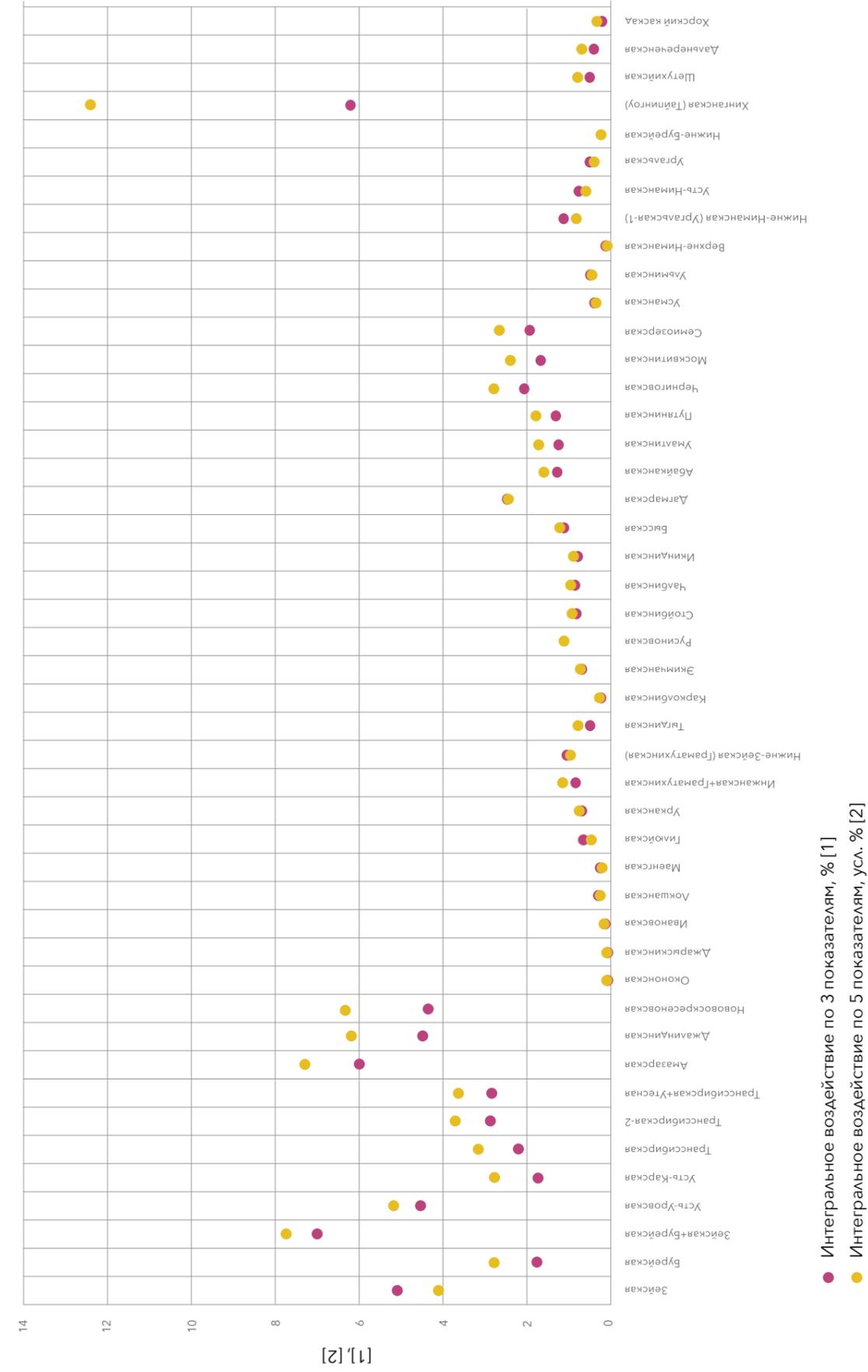


Рис. 5.11. Интегральное воздействие существующих и потенциальных ГЭС бассейна Амура: сопоставление воздействия по трем и пяти показателям

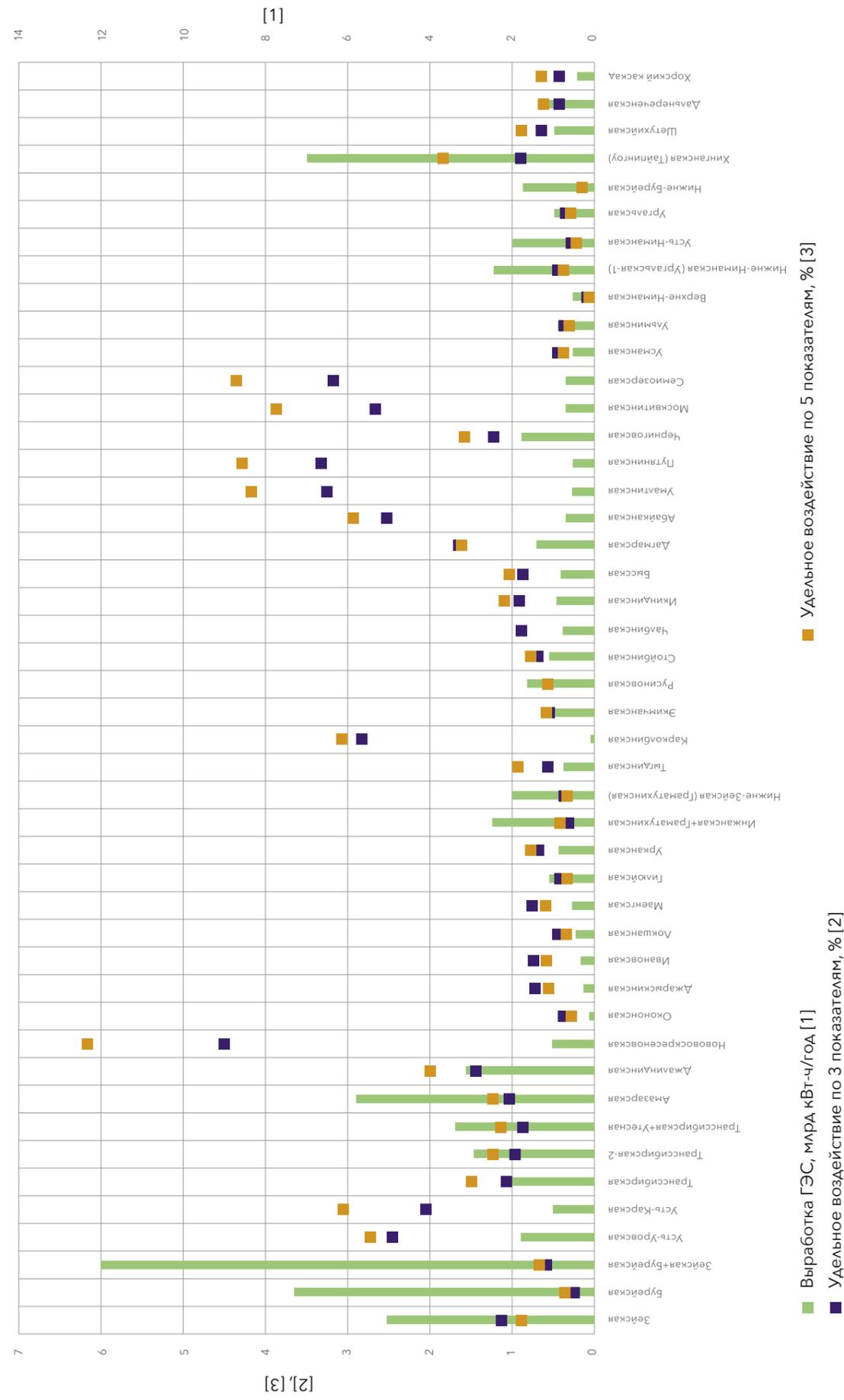


Рис. 5.12. Удельное воздействие существующих и потенциальных ГЭС бассейна Амура: сопоставление воздействия по трем и пяти показателям

По фактору «изменение гидрологического режима в нижнем бьефе гидроузла», который определяет воздействие плотины на местообитания ниже по течению, среди наиболее опасных ГЭС выделяются: существующая Зейская ГЭС и потенциальные Путянинская, Усть-Уровская, Амазарская, Дагмарская, Абайканская, Ульминская, Транссибирская, Черниговская. Наименьшее потенциальное воздействие на режим стока могут оказать следующие ГЭС: Околонская, Нижне-Зейская (Грамахтинская), Верхне-Ниманская, Нижне-Бурейская, Урканская, Хинганская (Тайпингоу).

По фактору «трансформация водных экосистем в верхнем бьефе гидроузла» выделяются Транссибирская (Шилкинская), Усть-Карская и Усть-Уровская ГЭС.

По фактору «фрагментация» среди наиболее неблагоприятных ГЭС выделяются все ГЭС на главном русле Амура и Шилки, а также ГЭС, расположенные в нижнем течении Зеи. Наименьшее дополнительное воздействие окажут Верхне-Ниманская, Локшанская, Умалтинская, Ивановская, Усманская, Джарыскинская и Околонская ГЭС, расположенные в верховьях уже блокированных плотинами рек.

По фактору «нарушение стока наносов», который определяет воздействие плотины на местообитания ниже по течению, среди наиболее неблагоприятных ГЭС выделяются существующая Зейская ГЭС и потенциальные Хинганская (Тайпингоу), Нововоскресеновская, Джалиндинская, Амазарская, Черниговская, Семиозерская, Москвитинская, Дальнереченская. Наименьшее потенциальное воздействие на режим стока наносов могут оказать ГЭС на Верхней Зее, а также Гиллюйская, Верхне-Ниманская, Нижне-Ниманская, Усманская и Ургальская ГЭС.

5.2. СЦЕНАРНЫЙ АНАЛИЗ В БАССЕЙНЕ АМУРА

В настоящее время в бассейне Амура функционирует 18 крупных и средних плотин, которые оказывают существенное совокупное воздействие по каждому из пяти показателей (Сценарий 2014). Современное воздействие ГЭС на речную экосистему распределено весьма неравномерно между пресноводными экорегионами бассейна – суббассейнами реки Амур.

Современное воздействие ГЭС на пресноводные экорегионы бассейна реки Амур согласно Сценарию 2014 отображено в таблице 5.1 и на рисунке 5.13.

Таблица 5.1. Воздействие ГЭС в экорегионах бассейна реки Амур¹

	Аргунь	Шилка	Средний Амур	Сунгари	Амур – Уссури	Нижний Амур – Аргунь	Амурский бассейн
Доля измененных пойменных экосистем, %	7,6	0,0	26,6	24,5	16,1	15,3	19,7
Доля водохранилища в общей площади водных экосистем, %	0,5	0,0	22,1	13,7	0,3	0,0	8,7
Доля блокированной плотинной части речного бассейна, %	4,2	0,0	29,1	84,5	0,5	0,0	31,4
Интегральное воздействие по 3 показателям, %	2,5	0,0	25,8	30,5	1,4	н/д	17,5
Степень фрагментации, усл. %	4,2	0,0	26,1	48,6	0,5	0,0	29,9
Степень нарушения стока наносов, усл. %	18,0	0,0	22,4	77,4	30,5	25,2	30,0
Интегральное воздействие по 5 показателям, усл. %	4,1	0,0	24,9	40,3	2,1	н/д	21,7

¹ Сравнению подлежат численные значения, относящиеся только к одинаковым факторам. Непосредственное сравнение численных показателей между разными факторами, например, фрагментацией и изменением гидрологического режима, не имеет смысла.

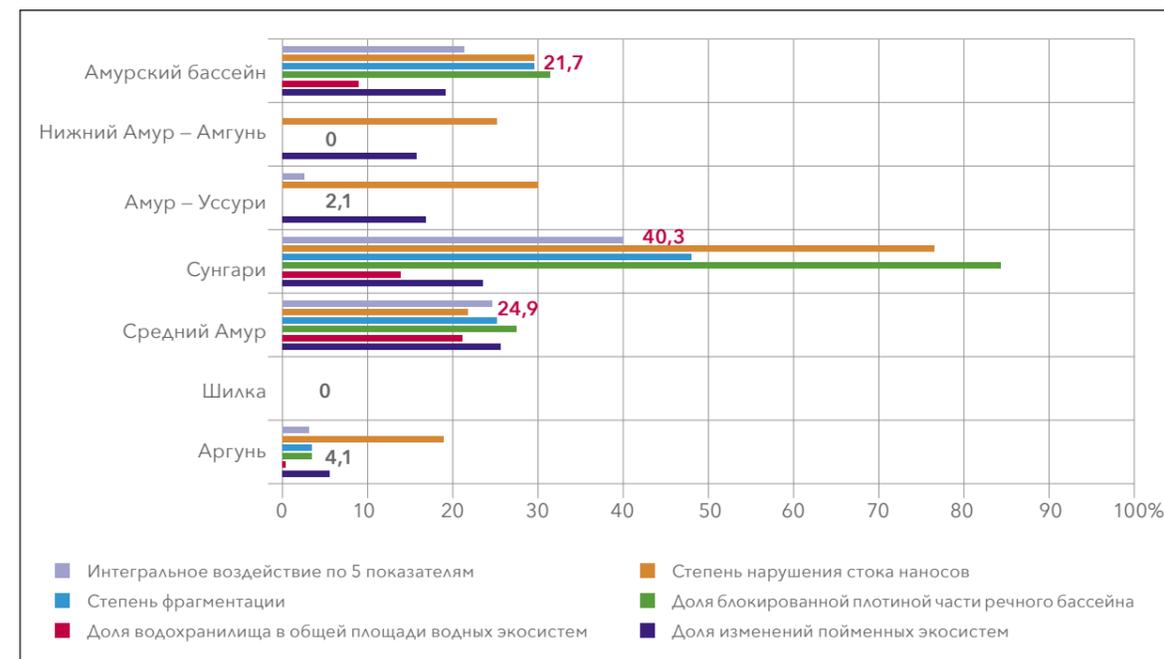


Рис. 5.13. Воздействие ГЭС в экорегионах бассейна реки Амур (по пяти показателям)

При рассмотрении пяти показателей воздействия в целом для бассейна Амура существенным (наибольшим) негативным фактором воздействия является величина блокированной части бассейна (31,4%). Важное негативное влияние оказывают нарушение естественного стока наносов (30,0%), фрагментация бассейна плотинами (29,9%) и изменение гидрологического режима в нижнем бьефе гидроузла (19,7%). Доля площади зеркала водохранилищ составляет 8,7% от общей площади водных экосистем бассейна Амура. Величина интегрального воздействия по пяти факторам составляет 21,7%, что характеризует бассейн реки Амур как уже значительно нарушенный в результате освоения гидропотенциала.

Экорегион Шилки не затронут воздействием плотин, что важно для поддержания экологического здоровья всего бассейна: Шилка является наиболее многоводным истоком Амура, то есть главным руслом речного бассейна в его верховьях.

Для меньшего из истоков Амура – Аргуни – характерна относительно высокая степень нарушенности стока наносов, достигающая 18%. Доля измененных в результате трансформации речного стока пойменных экосистем (изменение гидрологического режима в нижнем бьефе гидроузлов) составляет 8%, степень фрагментации и блокирования бассейна – 4%. Площадь зеркала существующих водохранилищ составляет 0,5% от общей площади водных экосистем бассейна Аргуни (в период, когда реки в основных берегах). В формулах для расчетов на Аргуни учтены не только воздействие плотин ГЭС, но и изменения, связанные с переброской вод из реки Хайлар в озеро Далай, осуществляемой посредством гидросооружений, построенных в 2009 году.

Для экорегиона Среднего Амура, включающего в России бассейны Зеи и Буреи, характерно значительное негативное воздействие по всем рассматриваемым пяти факторам. Так, величины показателей варьируются от 22 до 29%, а величина интегрального показателя достигает 25 усл. %.

Бассейн Сунгари в наибольшей степени трансформирован в результате освоения гидропотенциала. Интегральный показатель для этого экорегиона достигает катастрофической величины 40 усл. %. В экорегионе очень велика доля блокированной плотинами части речного бассейна (85%), фрагментация (49%) и степень нарушения естественного стока наносов (77%).

В экорегионе Амур – Уссури среди негативных факторов воздействия выделяется степень нарушения стока наносов (30%), а также изменение гидрологического режима в нижнем бьефе гидроузла (16%). Оба фактора обусловлены влиянием плотин, находящихся в вышележащих эко-

регионах. Остальные факторы выражены незначительно, в результате чего общая интегральная оценка составляет 2 усл. %.

Для экорегиона Нижнего Амура сильно выражено нарушение естественного стока наносов (25,2%) и доля измененных в результате зарегулирования речного стока вышележащими плотинами пойменных экосистем (19,7%). В самом экорегионе плотины отсутствуют. Соответственно, нет блокированных частей бассейна и трансформации естественных местообитаний. Ввиду этого величина интегрального показателя по пяти факторам рассчитана быть не может.

Таким образом, из всех рассматриваемых экорегионов только экорегион Шилки не затронут воздействием плотин, для Аргуни характерны сравнительно небольшие воздействия, а экорегионы Средний Амур и Сунгари испытывают наибольшие негативные последствия от строительства гидроузлов. Нижний Амур и Амуро-Уссурийский экорегионы испытывают существенные воздействия от плотин, расположенных в экорегионах выше по течению на Сунгари и Среднем Амуре.

Эти выводы также подтверждаются результатами российских исследований воздействия существующих ГЭС на состояние речных экосистем бассейна Амура, изложенными в главе 3. Результаты согласуются со свидетельствами китайских специалистов о том, что экологическое состояние Сунгари существенно хуже, чем состояние других частей бассейна Амура в Китае [41].

Подобному анализу и сравнению подлежат различные сценарии строительства новых плотин ГЭС, воздействие которых будет усиливать влияние существующих ГЭС на бассейн. Согласно методике, за наименее опасные приняты ГЭС и их каскады, строительство которых ведет к наименьшему приросту совокупных воздействий. Наиболее эффективными в эколого-экономическом отношении являются те сценарии, от реализации которых прирост совокупного воздействия на единицу производимого ими электричества (удельное воздействие) составляет наименьшее значение. Для устойчивого развития гидроэнергетики следует стремиться к минимизации как совокупного, так и удельного воздействия.

Сравнительный анализ сценариев развития гидроэнергетики в бассейне показывает, что реализованный к 2014 году сценарий освоения гидроэнергетического потенциала Амурского бассейна является не самым эффективным с точки зрения экологического использования. Так, те же годовые объемы производства электроэнергии можно было бы получить, построив иные каскады ГЭС с существенно меньшим воздействием на окружающую среду.

Таблица 5.2 и рис. 5.14 показывают некоторые сценарии с меньшим экологическим воздействием по сравнению с существующим¹.

Сценарий А имеет суммарную выработку 20 370 млн кВт·ч/год, сходную с выработкой современного набора ГЭС (Сценарий 2014, 19 715 млн кВт·ч/год), но его негативное экологическое воздействие на бассейн примерно втрое меньше.

Также показателен гипотетический Сценарий Б, рассматривающий альтернативное размещение только российских ГЭС, без потери выработки гидроэлектроэнергии, который по интегральным воздействиям вдвое меньше, чем воздействие существующего сейчас в российской части бассейна гидроэнергетического комплекса. Такие примеры указывают на возможность сокращения экологических издержек при дальнейшем развитии гидроэнергетики в бассейне.

Реализация существующего Сценария 2014, сопряженного с существенными негативными воздействиями на окружающую среду, во многом ограничила возможности дальнейшего строительства ГЭС без нанесения значимого дополнительного ущерба речным экосистемам. В связи с этим дальнейшее развитие гидропотенциала Амурского бассейна должно быть тщательно продумано. Поэтому необходимо уже сегодня обратить внимание на малоэффективные, с эколого-экономической точки зрения, проектируемые гидроузлы и отказаться от их создания. С экологической точки зрения следует рассматривать те ГЭС, абсолютное воздействие которых минимально и незначительно ухудшает современную ситуацию.

¹ Воздействие китайских ГЭС учитывается как постоянная величина.

Таблица 5.2. Сравнение воздействия существующих каскадов ГЭС в бассейне с альтернативными вариантами размещения гидроузлов¹

Название сценария	Состав сценария (№ ГЭС)	Выработка (млн кВт·ч/год)	Мощность (МВт)	Интегральное воздействие		
				3 показателя (км²)	3 показателя (%)	5 показателей (усл. %)
Ситуация 2014 года	2, 3, 56, 98, 107, 108, 116, 118, 122, 125, 128, 131, 133, 139, 141, 142, 144, 161	19715	7425	37422	17,5	21,69
Альтернативный Сценарий 2014 Сценарий А с меньшим воздействием	54, 90–94, 98, 99, 122, 125, 141, 142	20370	6707	13181	6,25	7,54
Крупные российские ГЭС (2014 г.)	56, 98	12000	3330	14892	7,04	7,77
Сценарий Б: Уменьшение воздействия российских ГЭС	90–93, 98, 99	12880	3141	7033	3,35	4,09

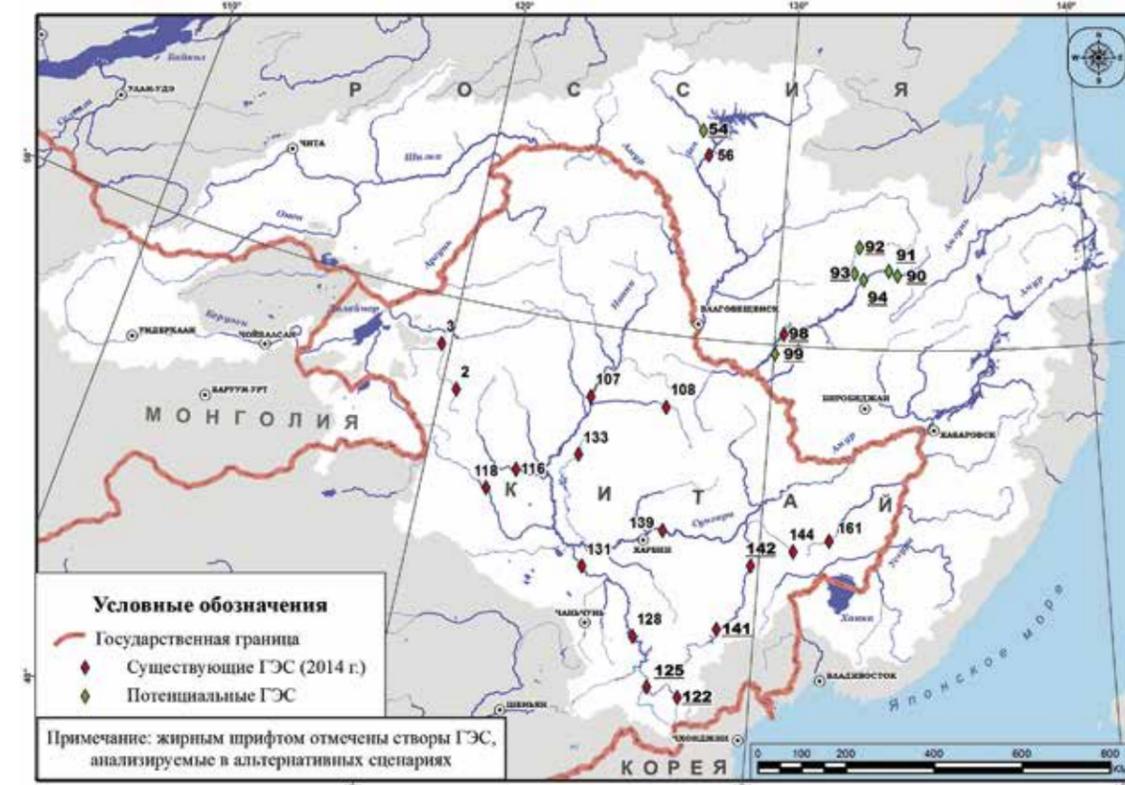


Рис. 5.14. Анализ современного (2014 г.) и альтернативных сценариев размещения ГЭС в бассейне реки Амур

¹ Соответствующие указанным номерам ГЭС приведены на рис. 3.1.

Заключение

Задачей исследования является оценка сценариев освоения гидроэнергетического потенциала Амурского бассейна, включающая сравнительный анализ различных схем размещения ГЭС для выявления вариантов развития с наименьшими экологическими издержками.

Бассейн реки Амур характеризуется большим разнообразием экосистем. В рамках глобальной общепризнанной природоохранной классификации в бассейне Амура выделено 15 экорегионов наземных экосистем и 6 пресноводных экорегионов.

На 2014 год в бассейне Амура действует около ста гидроэлектростанций, в том числе 18 крупных плотин, из которых две расположены на российской части бассейна: Зейская и Бурейская. Обе российские ГЭС относятся к крупным, полностью меняющим водный режим главных левобережных притоков Амура.

На основании анализа существующих методических подходов для экологической оценки проблем гидротехнического строительства в бассейне реки Амур был выбран бассейновый подход.

В исследовании проведен комплексный экологический сценарный анализ размещения ГЭС в бассейне реки Амур. Используемый в работе метод основывается на моделировании воздействий подпорных гидротехнических сооружений на речной бассейн и позволяет дать квазиколичественную сравнительную оценку рисков негативных экологических воздействий, ассоциированных с разными сценариями освоения гидроэнергетического потенциала бассейна.

С экологической точки зрения при развитии гидроэнергетики желательно исходить из необходимости сохранить саморегулирующуюся экосистему Амура.

Для оценки совокупного влияния одной или нескольких ГЭС на экологическое состояние бассейна выбраны пять факторов воздействия, от которых зависит проявление и степень выраженности большинства других воздействий в бассейне в целом.

1. Изменение гидрологического режима в нижнем бьефе гидроузла.
2. Трансформация водных экосистем в верхнем бьефе ГЭС.
3. Блокирование бассейна.
4. Фрагментация бассейна.
5. Изменение естественного стока наносов.

Для осуществления комплексной оценки воздействия гидроэнергетических проектов необходимо использовать бассейновый подход и многофакторный анализ. В этой связи следует поделить анализируемую речную систему на расчетные участки.

Аналізу подлежат различные варианты строительства перспективных плотин, воздействие которых будет усиливать влияние уже существующих гидроузлов. Согласно авторской методике, менее негативными считаются ГЭС и их каскады, строительство которых ведет к наименьшему приросту абсолютного воздействия. Также наиболее эффективными в эколого-экономическом смысле считаются ГЭС, удельные воздействия которых на единицу производства ими электри-

чества будут наименьшими, не превышающими показатели действующего в настоящее время комплекса российских ГЭС (воздействие Зейской и Бурейской ГЭС на Амурской бассейн). Сравнение с показателями воздействия Зейского и Бурейского гидроузлов приводится в связи с тем, что это дает возможность сравнить перспективу развития гидроэнергетики Амурского бассейна с имеющимся фактическим опытом, а также рассмотреть варианты развития, при которых новые гидроузлы были бы в эколого-экономическом отношении не менее эффективными, чем уже существующие. Для устойчивого развития гидроэнергетики следует стремиться к минимизации как совокупного, так и удельного воздействия.

Наиболее высокие значения интегрального воздействия по пяти показателям у действующей Зейской ГЭС и следующих потенциальных ГЭС: Транссибирская (Шилкинская), Транссибирская (Шилкинская) с контррегулятором Утесная, Усть-Уровская, Джалиндинская, Нововоскресеновская, Амазарская (Мохэ), Хинганская (Тайпингоу).

Среди ГЭС с самыми высокими значениями удельного воздействия по пяти показателям выделяются Москвитинская, Ульминская, Пулянинская, Семиозерская и Нововоскресеновская. К наиболее эффективным в эколого-экономическом отношении ГЭС относятся: Верхне-Ниманская, Нижне-Бурейская, Усть-Ниманская, Умалтинская, Нижне-Ниманская (Ургальская-1), Ургальская-2, Нижне-Зейская (Грамахтинская), Гилуйская, Оконская, Локшанская и Усманская.

При рассмотрении пяти показателей воздействия современного гидроэнергетического комплекса в целом для Амурского бассейна наибольших численных значений достигает величина заблокированной части бассейна (31,4%). Существенное негативное влияние оказывают нарушение естественного стока наносов (30,0%), фрагментация бассейна плотинами (29,9%) и изменение гидрологического режима в нижнем бьефе гидроузла (19,7%). Доля площади зеркала водохранилищ составляет 8,7% от общей площади водных экосистем Амурского бассейна. Величина интегрального совокупного воздействия по пяти факторам составляет 21,7%, что характеризует Амурской бассейн как уже значительно нарушенный в результате освоения гидропотенциала.

Современное воздействие ГЭС на состояние пресноводных экорегионов Амурского бассейна существенно различается. Из всех шести экорегионов лишь экорегион Шилки не затронут воздействием плотин, что важно для поддержания экологического здоровья всего бассейна. Для экорегиона Аргуни характерны сравнительно небольшие воздействия, а экорегионы Средний Амур и Сунгари испытывают наибольшие негативные последствия от строительства и эксплуатации гидроузлов. Нижний Амур и Амуро-Уссурийский экорегионы испытывают существенные воздействия от плотин, расположенных в экорегионах выше по течению на Сунгари и Среднем Амуре.

Приложение 1

Проблемы влияния плотин и водохранилищ на окружающую среду, биологические ресурсы и население

Тип процессов/объектов	Проблемы
Климат	Погодно-климатические изменения в зоне водохранилища
	Изменение температурного режима воды и ледового режима в водохранилище
	Изменение теплового стока и ледового режима реки ниже плотины
	Образование полыньи ниже плотины
	Изменение климата в долине реки ниже плотины
	Влияние на эмиссию парниковых газов
	Изменение направления и скорости ветров
Водный режим	Перераспределение стока реки по сезонам и годам
	Изменения колебания стока как следствие суточного и недельного регулирования мощности ГЭС
	Изменения объемов среднего многолетнего стока реки
	Изменение проточности воды в водохранилище и каскадах водохранилищ
	Изменение баланса пресных и соленых вод в приустьевой части реки вследствие изменения режима стока
	Изменение режима подземных вод
	Регулярные сработки уровня водохранилища
	Изменение паводкового режима и вероятности подтопления участков земель
	Влияние уменьшения речного стока при заполнении водохранилища
Руслые процессы	Изменение режимов эрозии и аккумуляции наносов в притоках водохранилища
	Заиление и заполнение наносами чаши водохранилища
	Переработка новообразованных берегов водохранилища
	Активизация карстовых и суффозионных процессов
	Изменение режима таяния вечной мерзлоты в ложе водохранилища и вдоль его берегов
	Всплывание плавучих органических остатков
	Изменение процессов формирования поверхностей поймы, русла, дельты
Инженерно-геоморфологические условия	Изменение сейсмической активности
	Изменение гравитационных процессов – формирование оползней, обвалов, осыпей
	Изменение режима заболачивания территории на равнинных участках
Геохимический баланс и загрязнения	Загрязнение вод продуктами разложения органики, затопленной при заполнении водохранилища (несведенный лес, гумус почв, торф болот) в первые годы эксплуатации водохранилища
	Изменение режима аккумуляции загрязнителей
	Изменение режима очищающей деятельности пойм как фильтра загрязнений

Экологические изменения	Возникновение в речной сети нового водного объекта – водохранилища
	Уничтожение наземных экосистем и биоты вследствие затопления территорий
	Изменение возможности биотической саморегуляции водной экосистемы
	Изменение параметров устойчивости природных комплексов на обширных пространствах
	Изменение биоразнообразия территории за счет долговременного пресечения возможностей миграции
	Деградация пойм и иных местообитаний речной долины
	Полное уничтожение естественного воспроизводства стад проходных рыб
	Гибель рыбы и планктона в водосбросах и каналах турбин
	Инвазии (внедрение в фауну и флору чужеродных форм)
	Изменение режима разрастания водорослей и водной растительности и загрязнения воды разлагающейся биомассой
	Возникновение риска масштабных экологических катастроф при прорывах плотин
	Гибель пресноводных экосистем в результате дефицита водных ресурсов в нижнем бьефе гидроузла при совпадении заполнения водохранилища с маловодным сезоном
	Ресурсы и их возобновление
Затопление населенных пунктов, экономических объектов	
Затопление земель сельского и лесного хозяйства	
Потери зимних путей сообщения из-за торошения и полыньи	
Подтопление земель сельского хозяйства и инфраструктуры	
Изменение условий для рекреации	
Изменение мобилизационной готовности к катастрофическим наводнениям	
Изменение условий судоходства	
Изменение запасов промысловых ресурсов охотничьих животных	
Изменение запасов промысловых ресурсов рыбного хозяйства	
Изменение запасов промысловых ресурсов традиционного природопользования коренных народов	
Расходы на демонтаж плотины и затраты на рекультивацию дна водохранилища	
Здоровье, культура и условия проживания человека	Изменение режимов эрозии и аккумуляции наносов в притоках водохранилища
	Изменение условий возникновения и распространения эпидемий и эпизоотий
	Миграция населения из зоны влияния в связи с изменением условий проживания, разрушение естественных социумов
	Уничтожение памятников культуры
	Потеря топонимов и населенных пунктов как элементов культурной среды
	Утрата долинных ландшафтов, комфортных для человека как вида
	Утрата археологических памятников
Перспективы развития и социально-политические отношения	Изменение системы управления территорией. Включение в нее новых участников (строители, эксплуатационники промышленных объектов и гидротехнических сооружений)
	Отсутствие механизмов оценки справедливого распределения социальных, экономических и иных выгод от строительства гидроузла
	Неравномерность распределения прямых потерь от строительства гидроузла
	Несовершенство механизмов реализации прав населения на принятие решений о реализации крупных инвестиционных проектов
	Несовершенство методик оценки социально-экономической эффективности (в том числе подсчета ущербов) на стадии проектирования объектов гидротехнического строительства
	Несоответствие плановых и реальных затрат на реализацию проекта
Недостаточный учет потенциала альтернативных вариантов решений (в том числе на основе энергоэффективности и возможностей энергосбережения) при рассмотрении вопросов энергообеспечения страны	

Снижение стимулов внедрения новых технологических решений на основе эффективности и сбережения в области орошения
Недооценка потенциала новых решений по повышению эффективности водоснабжения
Деформация социально-экономической среды в зоне строительства
Деграция социально-демографических структур при завершении строительства
Завышенная оценка населением степени защищенности плотин от экстремальных природных явлений (паводки, засухи)
Трансграничные конфликты при строительстве и эксплуатации плотин
Отсутствие объективных критериев оценки и учета интересов водопользователей (рыбное хозяйство, сельское хозяйство, ЖКХ, промышленное водоснабжение, водный транспорт, энергетика и т.д.)
Замораживание местного развития в результате удлинения сроков строительства по сравнению с плановыми

Вычисление основных факторов воздействия ГЭС по участкам рек

Показатель	Индекс, код показателя	Единицы измерения	Формула для участка и сценария или источник	Исходные данные
ПОКАЗАТЕЛИ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА				
Полезный объем водохранилища (регулируемая емкость водохранилища)	LV	км ³	–	Из документов по водохранилищам, ГИС моделирование
Суммарный полезный объем водохранилища выше створа (в сценарии)	$\sum LV$	км ³	$\sum LV$	Расчет
Сток 50%-й обеспеченности (средний годовой сток) на участке	W^{50}	км ³	–	С постов наблюдений, гидрологические справочники
Степень регулирования (изменения) гидрологического режима стока на участке	ALT	%	$\frac{LV}{W^{50}} * 100\%$	Расчет
Площадь поймы на участке ниже створа	S_{flood}	км ²	ГИС расчет	Топокарты, космические снимки
Степень изменения пойменных экосистем на участке	IF	усл. км ²	$\frac{S_{\text{fl}} * \sum LV}{W^{50}}$	Расчет
Средняя степень трансформации в сценарии (доля измененных пойменных экосистем вследствие регулирования стока)	IMP_{flood}	усл. %	$\frac{\sum IF}{\sum S_{\text{fl}}} * 100$	Расчет
Среднее изменение гидрологического режима стока по сценарию	ALT	%	$\frac{IMP_{\text{flood}}}{\sum S_{\text{fl}}} * 100$	Расчет
ПОКАЗАТЕЛИ ТРАНСФОРМАЦИИ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ				
Наибольшая зафиксированная площадь зеркала водохранилища (при НПУ), снабженная контуром в ГИС	R_A	км ²	Экспертная дешифровка и ГИС расчет	Из документов по водохранилищам, ГИС моделирование
Сумма площади водохранилищ выше створа в данном сценарии	$\sum R_A$	км ²	$\sum R_A$	Расчет
Площадь водного зеркала (в период, когда реки в основных берегах) внутри контура водохранилища до его строительства	SWO	км ²	ГИС расчет	Старые карты и космические снимки
Площадь всех водных объектов речного бассейна выше данного створа вместе с водохранилищами и озерами	SWR	км ²	ГИС моделирование и расчет	Топокарты, ЦМР (SRTM), космические снимки
Доля водохранилища в водных экосистемах выше створа	IMP_{res}	%, км ²	$\frac{R_A}{SWR} * 100$	Расчет

Исходные данные по ГЭС для проведения расчетов по участкам рек

Показатель	Индекс, код показателя	Единицы измерения	Формула для участка и сценария или источник	Исходные данные
ПОКАЗАТЕЛИ БЛОКИРОВАНИЯ БАССЕЙНА				
Площадь бассейна выше данного створа	<i>SB_up</i>	км ²	ГИС моделирование и расчет	Операция watershed на основе ЦМР (SRTM)
Площадь участков бассейна реки выше данного створа, заблокированных выше построенных по сценарию плотин	<i>SB_dam_up</i>	км ²	ГИС моделирование и расчет ($\sum SB_up$)	Операция watershed на основе ЦМР (SRTM)
Процент водосбора, заблокированный плотинами выше створа	<i>IMP_block</i>	%	$\frac{SB_dam_up}{SB_up} * 100$	Расчет
ПОКАЗАТЕЛИ ФРАГМЕНТАЦИИ				
Площадь частей бассейна реки, на которые фрагментированы плотинами бассейн в сценарии	<i>X, Y,...</i> (в сценарии)	км ²	ГИС моделирование и расчет	Операция watershed на основе ЦМР (SRTM)
Общая площадь бассейна	<i>SB</i>	км ²	ГИС моделирование и расчет	Операция watershed на основе ЦМР (SRTM)
Фрагментация бассейна	<i>IMP_frgm</i>	%	$\left(1 - \frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{SB_up}\right) * 100$	Расчет
ПОКАЗАТЕЛИ ИЗМЕНЕНИЯ СТОКА НАНОСОВ				
Длина участка реки	<i>L_str</i>	км	ГИС моделирование и расчет	ЦМР (SRTM)
Доля стока, прошедшая через плотину (сток без наносов)	ΔSed	%	-	Расчет
Изменение естественного стока наносов	<i>IMP_sed</i>	%	$\frac{\sum (LOSS * S_fl)}{\sum (W^{50} * S_fl)} * 100$	Расчет

Наименование створа/Водохранилище	Номер на карте	Годовая выработка ГЭС	Установленная мощность	Высота плотины	Регулируемая емкость водохранилища (LV)	Сток 50%-й обеспеченности (W^{50})	Наибольшая зафиксированная площадь зеркала водохранилища (при НПУ) (R_A)	Площадь водных объектов на месте водохранилища до его строительства (SWO)	Площадь всех водных объектов речного бассейна выше данного створа (SWR)	Площадь водосбора выше створа (SB_up)	РОССИЯ													
											млн кВт-ч	МВт	м	км ³	км ³	км ³	км ²							
Шилка-3/Усть-Карская	25	860	170	40	1,53	13,2	110	26,8	2 800	180 583														
Шилка-5/Шилкинская	28.1	2060	516	68	3,50	16,9	217	56,1	3 566	200 525														
Шилка-5/Шилкинская (альтернативное)	28.2	3000	736	94	9,50	16,9	496	90,4	3 566	200 525														
Шилка-6/Утесная	29	420	70	17	0	17,0	11,7	1,4	3 588	201 220														
Шилка-7, итого	29.5	6340	1492		14,53	17,1	835	175	3 595	201 582														
Зая-1/Оконовская	47	210	40	125	0,38	0,8	55,7	3,2	22,8	1 746														
Зая-2/Джары-Скинская	48	160	30	61	0,61	0,61	35	2,5	48,1	3 432														
Зая-3/Ивановское	49	49	40	65	0,74	1,5	67,4	4,0	69,5	4 922														
Зая-4/Локшанская	50	510	90	61	1,95	3,9	53,5	3,3	75,5	5 310														
Зая-6/Маентская	52	380	70	40	2,21	5,4	53,3	8,6	166	11 266														
Гиллой-2/Гиллойская	54	1150	380	105	3,25	6,1	294	40,8	388	21 607														
Зая-7/Зейская	56	4900	1330	99	32,1	23,1	2292	123	3 600	82 517														

Наименование створа/Водохранилище	Номер на карте	Годовая выработка ГЭС	Установленная мощность	Высота плотины	Регулируемая емкость водохранилища (L _V)	Сток 50%-й обеспеченности (W ₅₀)	Наибольшая зафиксированная площадь зеркала водохранилища (при НПУ) (R _A)	Площадь водных объектов на месте водохранилища до его строительства (SWO)	Площадь всех водных объектов речного бассейна выше данного створа (SWR)	Площадь водосбора выше створа (SB _{UP})
РОССИЯ										
Зая-8/Урканская	58	700	117	14	0,20	26,6	283	47,2	3 954	100 449
Зая-9/Инжанская	59	700	100	12	0,15	27,0	69,3	27,1	4 046	104 144
Зая-11/Тыгдинская	62	650	108	10	0,30	31,4	39,3	24,8	4 289	115 794
Зая-12/Чаоянская	63	720	100	15	0,30	31,5	87,4	61,4	4 426	125 463
Зая-13/Граматыхинское	64.1	1970	300	29	2,37	32,0	224	127	4 507	128 358
Зая-13/Граматыхинское альт.	64.2	915	100	12	0,15	32,0	55,2	42,6	4 507	128 358
Селемджа-1/Карколбинское	65	80	15	42	1,50	3,2	35,7	2,6	88,1	4 073
Селемджа-2/Экимчанское	66	1050	190	81	4,00	6,0	113	9,7	252	11 199
Селемджа-3/Русиновское	67	1510	550	102	4,46	7,5	310	33,3	365	15 667
Селемджа-4/Стойбинское	68	980	180	48	4,00	9,1	139	23,0	434	18 367
Селемджа-5/Чалбинская	69	710	130	35	4,00	9,4	151	27,8	500	20 434
Селемджа-6/Икиндинское	70	760	140	36	4,00	9,5	157	29,1	517	20 810
Селемджа-7/Бысская	71	680	125	32	4,00	12,9	536	42,6	666	27 919

Селемджа-9/Дагмарская	74	1370	250	39	16,20	18,0	862	80,9	1 118	48 680
Селемджа-10/Абайканская	75	530	100	13	10,00	18,0	215	40,9	1 129	48 963
Селемджа-12/Ульминская	78	390	70	9	10,00	20,5	56,3	15,5	1 409	66 714
Селемджа-13/Путягинская	79	390	70	9	10,00	21,0	81,7	25,0	1 455	68 633
Зая-15/Черниговская	81	1660	300	14	10,00	53,4	429	76,0	6 107	201 635
Зая-16/Москвитинская	82	600	100	8	5,00	55,9	206	58,4	6254	208 405
Зая-18/Семиозерская	85	600	100	7	5,00	63,0	382	128	6 669	228 749
Зая-19, итого	85.5	24 495	5125		137	63,2	7282	1108	6 838	233 022
Буряя-1/Усманская	90	494	100	82	3,00	6,0	47	4,1	128	6 022
Буряя-2/Умалтинское	91	800	150	74	4,00	6,5	40,4	3,8	147	7 001
Ниман-1/Верхне-Ниманское	92	606	120	100	0,57	3,1	20,4	2,2	174	7 733
Ниман-2/Нижне-Ниманское	93	2230	450	145	8,30	6,8	472	33,3	288	13 888
Буряя-3/Усть-Ниманское	94	2040	600	74	4,00	13,4	386	35,7	581	26 295
Буряя-4/Ургальская	95	965	200	40	3,00	13,6	194	31,8	629	27 395
Буряя-6/Бурейское	98	7100	2000	124	10,70	28,3	694	110	1 902	64 922
Буряя-7/Нижне-Бурейское	99	1650	321	38	0,07	29,0	179	50,2	1 969	66 844
Буряя-8, итого	99.5	15 885	3941		33,64	30,1	2033	271	2 100	70 394

Наименование створа/Водохранилище	Номер на карте	Годовая выработка ГЭС	Установленная мощность	Высота плотины	Регулируемая емкость водохранилища (L _V)	Сток 50%-й обеспеченности (W ₅₀)	Наибольшая зафиксированная площадь зеркала водохранилища (при НПУ) (R _A)	Площадь водных объектов на месте водохранилища до его строительства (SWO)	Площадь всех водных объектов речного бассейна выше данного створа (SWR)	Площадь водосбора выше створа (SB _{UP})
Усури-1/Шетухинское	150	1000	300	50	3,30	8,8	219	35,7	331	15 426
Б. Усурка-1/Дальнереченское-1	155	1280	660	85	4,30	7,1	213	10,5	237	14 461
Б. Усурка-2/Дальнереченское-2	156	540	250	27	0,03	8,9	44,1	8,7	294	17 880
Бикин-2/Шандагомская	159	710	180	55	7,80	6,0	558	22,1	243	15 269
Хор-1/Хорские	164	530	133	55	0,50	2,7	87,9	5,4	221	11 402
Усури-7, итого	165	4060	1523		15,93	52,7	1122	82,3	8 822	195 669
Амгунь-1/Нижне-Амгунское	179	3200	650	85	10,00	9,6	232	27,0	264	11 183
Амгунь-3, итого	182	3200	650		10,00	20,2	232	27,0	2 019	54 767

РОССИЯ – КИТАЙ: Аргунь и основное русло Амура

Аргунь-4/Усть-Уровское	15	1788	360	100	18,40	9,5	867	112	6 188	266 730
Амур-2/Амазарское (Мохэ)	31	5800	2000	94	18,70	29,4	767	121	10 286	496 813
Амур-05/Джалиндинское (Ляонинское)	37	3 100	1 000	41	1,80	34,7	414	84,0	10 839	528 978
Амур-07/Толбузинское	40	1 500	600	56	7,80	39,4	467	104	11 358	558 088

Амур-08/Кузнецовское	41.1	1 000	300	53	1,79	39,5	476	91,6	11 570	566 826
Амур-08/Кузнецовское альт.	41.2	8 900	1 800	105	75,50	39,5	3556	378	11 570	566 826
Амур-08/Кузнецовское альт.	41.3	5 074	1 600	86	15,40	39,5	1333	206	11 570	566 826
Амур-09/Нововоскресенская	44	1 000	300	11	0,03	47,9	143	42,8	12 205	603 602
Амур-10/Хэйхэ (Сухотинское)	45	1 310	450	36	3,60	48,0	638	160	12 353	610 705
Амур-11/Благовещенское	46	4 100	1 400	43	3,60	50,6	672	147	12 534	618 549
Амур-15/Хинганское (Тайпингоу)	101	6 900	1 800	20	0,49	150	366	201	23 167	986 873
Всего до устья Сунгари		40 472	11 610		147	152	9697	1646	23 755	1 003 715

КИТАЙ

Хайлар-1/Чжалуомудэ	1	40	15	25	0,30	1,7	222	5,4	156	15 757
Иминьхэ-0/Хунхуаэрцзи	2	30	8	45	0,15	0,8	23,8	1,6	43,8	2 322
Хума-2/Ланьхэ	43	1 200	400	35	3,50	6,6	161	19,2	377	27 427
Жанхэ-1/Сихэ	87	251	100	30	0,80	3,2	39,1	2,4	80,7	5 886
Наоли-0/Лунтоуцяо	161	4	3		0,30	1,0	44,2	2,2	64,6	1 731
Вне бассейна реки Сунгари, итого		1 525	526		5,05	13,2	489	30,7		
Нонни-2/Дугухэ	103	1 400	525	37	0,45	3,8	191	6,1	275	23 623
Ганьхэ-2/Поцзятун	105	331	125	36	0,50	3,9	146	6,0	255	19 670

Наименование створа/Водохранилище	Номер на карте	Годовая выработка ГЭС	Установленная мощность	Высота плотины	Регулируемая емкость водохранилища (L/V)	Сток 50%-й обеспеченности (W_50)	Наибольшая зафиксированная площадь зеркала водохранилища (при НПУ) (R_A)	Площадь водных объектов на месте водохранилища до его строительства (SWO)	Площадь всех водных объектов речного бассейна выше данного створа (SWR)	Площадь водосбора выше створа (SB_UP)
Нонни-4/Низрцзи	107	630	250	41	5,86	11,0	399	47,7	1222	66 216
Нэмэр-0/Шанькоуху	108	42	25	20	0,50	1,1	80,4	5,9	128	3 751
Билахэ-1/Биланжэкоу	111	500	250	45	1,50	4,8	107	4,1	105	8 809
Чаоэрхэ-2/Веньдегенъ	116	153	50	30	0,82	2,2	24,8	0,6	210	15 191
Гаоэрхэ-1/Чаэрсен	118	27	13	20	0,65	1,4	61	2,4	153	7 663
Эрдаоцяян-0/Сыхугоу	122	747	240	50	0,75	3,9	12,7	1,2	60,4	2 971
Сунцзян-0/Шилун	123	1230	660	50	0,40	0,9	7,7	1,8	30,8	1 909
Вторая Сунгари-2/Байшань	125	2440	1 700	150	4,96	8,0	118	15,1	378	18 799
Вторая Сунгари-4/Фенмань	128	2030	1 004	91	5,35	13,4	319	48,0	1028	42 977
Вторая Сунгари-6/Хадашань	131	167	90	16	3,35	16,1	662	68,3	2473	72 623
Сунгари-4/Дадинцзышань	139	332	66	10	0,50	48,4	318	71,4	13 349	436 675
Сунгари-5/Илань	140	700	120	10	0,50	54,5	216	81,4	14 138	463 951

Муданцзян-1/Цзинбоху	140	700	120	10	0,50	54,5	216	81,4	14 138	463 951
Муданцзян-1/Цзинбоху	141	313	96	20	0,50	3,2	136	17,2	313	12 040
Муданцзян-2/Ляньхуаху	142	800	550	72	2,09	7,4	122	23,1	723	29 683
Муданцзян-3/Чанцзятун	143	560	230	30	0,25	8,3	98,4	19,5	826	35 964
Сунгари-8, итого	149	12 402	5 994		28,93	73,0	3 018	420	16 576	554 082

МОНГОЛИЯ

Керулен-1/Керуленская	7	20	5	25,5	0,35	0,7	62	1,4	174	13 120
Онон-1/Каскад на Ононе	18	500	200	50	0,80	0,9	186,5	10,1	237	16 622
Амур-23, итого	183	108 899	31 066		393	361	24 957	3 771	62 027	2 004 852

Примечание. Жирным шрифтом выделены замыкающие створы по крупным водотокам бассейна, рассчитанные вместе с альтернативными ГЭС.

Приложение 4

Воздействие потенциальных ГЭС бассейна реки Амур

Воздействие указанной ГЭС при сценарной оценке	Интегральная оценка по 3 показателям, %	Интегральная оценка по 5 показателям, усл. %	Выработка ГЭС, млрд кВт·ч/год	Удельное воздействие по 3 факторам, усл. %/(млрд кВт·ч/год)	Удельное воздействие по 5 факторам, усл. %/(млрд кВт·ч/год)
	INT_3	INT_5	$PROD$	$IMP_{3кВт}$	$IMP_{5кВт}$
Зейская	5,1	4,1	4,9	1,04	0,84
Бурейская	1,8	2,7	7,1	0,25	0,38
Зейская + Бурейская	7,1	7,8	12,0	0,59	0,65
Усть-Уровская	4,3	4,8	1,788	2,42	2,69
Усть-Карская	1,8	2,6	0,86	2,05	3,04
Транссибирская	2,2	3,1	2,06	1,05	1,49
Транссибирская-2	2,9	3,6	3	0,95	1,20
Транссибирская + Утесный	2,9	3,615	3,42	0,84	1,06
Амазарская	5,9	7,1	5,8	1,02	1,22
Джалиндинская	4,5	6,2	3,1	1,45	1,99
Нововоскресеновская	4,5	6,3	1	4,50	6,34
Оконостская	0,1	0,1	0,21	0,48	0,36
Джарыксинская	0,1	0,1	0,16	0,64	0,49
Ивановская	0,1	0,1	0,22	0,65	0,49
Локшанская	0,2	0,2	0,51	0,48	0,36
Маенгская	0,3	0,2	0,38	0,69	0,52
Гилюйская	0,5	0,4	1,15	0,47	0,36
Урканская	0,5	0,5	0,7	0,66	0,74
Инжанская-Граматыхинская	0,7	0,9	2,335	0,29	0,40
Граматыхинская	0,8	0,7	1,97	0,41	0,36

Тыгдинская	0,4	0,6	0,65	0,56	0,93
Карколбинская	0,2	0,2	0,08	2,87	3,07
Экимчанская	0,6	0,6	1,1	0,56	0,58
Русиновская	0,9	0,8	1,51	0,56	0,56
Стойбинская	0,7	0,7	0,98	0,66	0,76
Чалбинская	0,7	0,8	0,71	0,94	1,08
Икиндинская	0,7	0,8	0,76	0,88	1,02
Бысская	1,1	1,2	0,68	1,59	1,72
Дагмарская	2,4	2,3	1,37	1,72	1,69
Абайканская	1,3	1,6	0,53	2,49	2,93
Ульминская	1,3	1,7	0,39	3,30	4,28
Путянинская	1,3	1,7	0,39	3,35	4,36
Черниговская	2,0	2,7	1,66	1,23	1,61
Москвитинская	1,6	2,3	0,6	2,64	3,86
Семиозерская	1,9	2,7	0,6	3,19	4,48
Усманская	0,2	0,2	0,494	0,47	0,36
Умалтинская	0,3	0,2	0,8	0,35	0,27
Верхне-Ниманская	0,1	0,0	0,606	0,09	0,08
Нижне-Ниманская	0,9	0,7	2,23	0,41	0,31
Усть-Ниманская	0,6	0,5	2,04	0,29	0,22
Ургальская	0,3	0,3	0,965	0,35	0,27
Нижне-Бурейская	0,2	0,2	1,65	0,12	0,12
Хинган-Тайпингоу	6,2	12,5	6,9	0,89	1,81
Шетухинская	0,6	0,9	1	0,62	0,86
Дальнереченская-1	0,6	0,8	1,28	0,45	0,59
Каскад ГЭС на реке Хор	0,2	0,3	0,53	0,46	0,65

Примечание: В таблице указано воздействие потенциальных ГЭС при условии их добавления к существующему каскаду из Зейской и Бурейской ГЭС и ГЭС на китайской части бассейна реки Амур (Сценарий 2014).

Список литературы

1. Pilot Strategic Environmental Assessment in the Viet Nam Hydropower Sub-sector. ICEM, World Bank and ADB, 2008.
2. Чалый Г. В. Энергетика и экология. – Кишинев: Штиинца, 1991. – 123 с.
3. Бржезьянский С. Э., Бусаров В. Н. Экологические проблемы при развитии гидроэнергетики // Энерг. стр-во. 1991. – № 6. – С. 2–5.
4. Васильев Ю. С. Влияние плотин водохранилищ на окружающую среду / Под ред. А. А. Бороваго // Проектирование и строительство больших плотин. Вып. 7. – М.: Энергоиздат, 1982. – 144 с.
5. Махиня А. П. Экологические аспекты охраны окружающей среды при проектировании водохранилищ // Гидротехн. стр-во. – 1989. – № 8. – С. 29–34.
6. Tullos, D., 2008. Introduction to the special issue: Understanding and linking the biophysical, socioeconomic and geopolitical effects of dams // Journal of Environmental Management.
7. Egge, D., Senecal, P., 2003. Social impact assessments of large dams throughout the world: lessons learned over two decades. Impact Assessment & Project Appraisal 21 (3), P. 215–224.
8. Плотины и Развитие: новая структура принятия решений. Отчет Всемирной комиссии по плотинам. – Лондон, 2002. – 34 с.
9. Гидрологический мониторинг зоны влияния Зейского гидроузла. – Хабаровск: ДВО РАН, 2010. – 354 с.
10. Бортин Н. Н., Горчаков А. М. Трансформация стока реки Зея водохранилищем Зейской ГЭС и ее влияние на водный режим в нижнем бьефе // Водное хозяйство России. – 2009. – № 5. – С. 110–128.
11. Бурейская ГЭС: зона высокого напряжения / Под ред. С. А. Подольского. – М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2005. – 80 с.
12. Синюков В. И. Геоинформационные технологии в социально-экологическом мониторинге зоны влияния Бурейской ГЭС // Тихоокеанская геология. – Хабаровск: Дальнаука, 2006. – Том 25. – № 5. – С. 88–93.
13. Гайденок Н. Д., Чмаркова Г. М., Шапхаев С. Г. Изменение гидрологических свойств Ангары и Енисея в результате возведения каскада ГЭС // Глобальные и региональные проблемы устойчивого развития мира. Материалы международной конференции ЮНЕСКО. – Улан-Удэ: [б.и.], 2010. – 391 с.
14. Девяткова Т. П., Матарзин Ю. М. Методологический подход к оценке экологического состояния водохранилищ // Вестн. Пермского ун-та. География. – 1994. – Вып. 4. – С. 25–29.
15. Макаров А. И. Методические основы эколого-экономических оценок взаимодействия ГЭС и водохранилищ с окружающей природной средой // Труды координационных совещаний по гидротехнике: обобщение опыта создания, комплексного использования водохранилищ и вопросы охраны природной среды. – Л.: 1977. Вып. 122. – С. 3–13.
16. Воинов А. А., Успенский С. М., Чевелев К. В. Разработка методологии экологической оценки проектируемых водохранилищ // Сб. науч. тр. Гидропроекта. 1990. – № 144. – С. 113–129.
17. Opperman J.J., Harrison D.L. Pursuing Sustainability and Finding Profits: Integrated Planning at the System Level // HydroVision, 2008.
18. Водный кодекс Российской Федерации (ВК РФ) № 74-ФЗ от 03.06.2006.
19. Федеральный закон от 21.07.1997 № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений».
20. Постановление Правительства Российской Федерации от 06.11.1998 № 1303 «Об утверждении Положения о декларировании безопасности гидротехнических сооружений» (ред. от 18.05.2012).
21. Постановление Правительства РФ от 18.12.2001 № 876 «Об утверждении правил определения величины финансового обеспечения гражданской ответственности за вред, причиненный в результате аварии гидротехнического сооружения».
22. Методические рекомендации по оценке риска аварий на гидротехнических сооружениях водного хозяйства и промышленности, 2-е изд. – М., «ДАР/ВОДГЕО», 2009. – 64 с.
23. Методика определения критериев безопасности гидротехнических сооружений, РД 153-34.2-21.342-00 от 27.12.2000.
24. СП 11-102-97 «Инженерно-экологические изыскания для строительства».
25. National Development and Reform Commission (NDRC), Environmental Protection Department Developing and Reforming Energy. 2011, No. 2242, Provisional Measures for the Evaluation of River Hydropower Plans (RHPs) and Environmental Impact Statements (EISs) (发改能源 [2011] 2242号河流水电规划报告及规划环境影响报告书审查暂行办法).
26. Yimin Yi. Recent Chinese policies on river hydropower plants (RHPP) and environmental impact statements // Материалы VII межд. научно-практ. конференции «Реки Сибири и Дальнего Востока». Под ред. О. И. Никитиной. WWF России, 2012 – С. 204–207.
27. Методические указания по оценке влияния гидротехнических сооружений на окружающую среду. Нормативно-технический документ. РД 153-34.2-02.409-2003. Утверждено Департаментом научно-технической политики и развития РАО «ЕЭС России» 24.01.2003. – 74 с.
28. Говорушко С. М. Экологическое сопровождение хозяйственной деятельности. – Владивосток: Дальнаука, 2003. – 207 с.
29. Проект протокола по стратегической экологической оценке к конвенции об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте. – Киев, Украина, 2003. – 38 с. www.unecse.org/fileadmin/DAM/env/documents/2003/eia/mp.eia.2003.1.r.pdf
30. ICEM, 2010, MRC Strategic Environmental Assessment (SEA) of hydropower on the Mekong mainstream, Hanoi, Viet Nam. Mekong River Commission (MRC). 198 p. <http://www.mrcmekong.org/assets/Publications/Consultations/SEA-Hydropower/SEA-Main-Final-Report.pdf>
31. Brown, P.H. Modeling the costs and benefits of dam construction from a multidisciplinary perspective, Journal of Environmental Management (2008), P. 1–9.

32. Hydropower Sustainability Assessment Protocol, International Hydropower Association (IHA). London, United Kingdom, 2010. – 214 p.
33. Rapid Basin-wide Hydropower Sustainability Assessment Tool. MRC and WWF LMI. Vientiane. 2010. 104 pp.
34. Река Амур: проблемы и пути их решения. Крюков В. Г., Воронов Б. А., Гаврилов А. В., Макаров А. В. – Хабаровск: Приамурское географическое общество, 2005. – 153 с.
35. Подольский С. А., Симонов Е. А., Дарман Ю. А. Куда течет Амур? – Владивосток: Всемирный фонд дикой природы, 2006. – 72 с.
36. Ресурсы поверхностных вод СССР / под ред. А. П. Муранова. Вып. 1: Верхний и средний Амур (от истоков до с. Помпеевка). – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – Т. 18. – 782 с.
37. Abell, R.A., Thieme M.L. et al. Freshwater Ecoregions of the World: A new map of biogeographic units for freshwater biodiversity conservation // *BioScience*. May 2008, Vol. 58, No.5, P. 403–414.
38. Amur-Heilong River Basin Reader Dahmer, T., Simonov, E.A. Edited by Hong Kong: Ecosystems Ltd., 2008, P. 426.
39. Горбатенко Л. В. Географические проблемы водопользования в трансграничном бассейне р. Амур // Географические факторы регионального развития Азиатской России: материалы науч.-практ. конф., 18–19 апр. 2013 г. – Владивосток, 2013. – С. 384–390.
40. Zhu Jin-hua, Li Jin-song. A study on desertification of west Jilin Province based on remote sensing and GIS techniques, *Chinese Geographical Science*, Vol. 12, № 1, 2002.
41. E.A. Simonov, S.A. Podolsky, Yu.A. Darman. Water resource utilization in Amur River Basin and possible environmental consequences: an early warning. P. 133–138. *Problems of sustainable use of transboundary territories. Proceedings of the international conference. PIG FEB RAS. Vladivostok, 2006 (in English)*.
42. Каракин В. П. Трансграничное водопользование на Амуре – конкуренция и сотрудничество // Экологические риски российско-китайского трансграничного сотрудничества: от «коричневых» планов к «зеленой» стратегии. – Москва – Владивосток – Харбин: WWF, 2010. – С. 84–93.
43. Дугина И. О. Российско-китайское сотрудничество по гидрологии и при трансграничных чрезвычайных ситуациях экологического характера / Мат-лы VII международной научно-практической конф. «Реки Сибири и Дальнего Востока». Под ред. О. И. Никитиной. – WWF России, 2012. – С. 82–85.
44. www.amurvodput.ru/
45. Красная книга Хабаровского края. – Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2000. – 253 с.
46. Новомодный Г. В., Золотухин С. Ф., Шаров П. О. Рыбы Амура: богатство и кризис. – Владивосток: АВК «Апельсин», 2005. – 63 с.
47. Дарман Ю. А., Симонов Е. А., Егидарев Е. Г. Система охраняемых природных территорий бассейна реки Амур как фактор развития экосистемного менеджмента на приграничных территориях // Экологические риски российско-китайского трансграничного сотрудничества: от «коричневых» планов к «зеленой» стратегии. – Москва – Владивосток – Харбин: WWF, 2010. – С. 150–154.
48. Стратегия развития трансграничной сети ООПТ в бассейне реки Амур // Принята на заседании Подкомиссии по охране окружающей среды Комиссии по механизму проведения регулярных встреч глав государств КНР и РФ. – КНР, Харбин, 2011.
49. Кривошей В. А., Вильдяев В. М. О регулировании режимов работы Зейской ГЭС в предпаводковый и паводковый периоды 2013 года // Научно-популярный и образовательный журнал «Экология и жизнь». Электронный ресурс: <http://ecolife.ru/zhurnal/articles/19617/>
50. Patrick McCully. Before the Deluge: Coping with Floods in a Changing Climate. Report 2007, International Rivers Network, Berkeley, CA. http://www.internationalrivers.org/files/attached-files/deluge2007_full.pdf
51. Готванский В. И. Бассейн Амура: осваивая – сохранить. – Хабаровск: Архипелаго Файн Принт, 2007. – 200 с.
52. Shenguo 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. Volume: Water Resources. Beijing, 2007. P. 7–8.
53. Экологические риски российско-китайского трансграничного сотрудничества: от «коричневых» планов к «зеленой» стратегии. Исследование Программы по экологизации рынков и инвестиций WWF / Под. ред. Е. Симонова, Е. Шварца, Л. Прогуновой. – Москва – Владивосток – Харбин: WWF, 2010.
54. Золотарев Т. Л. Гидроэнергетика. – Л.: Государственное энергетическое изд-во, 1950. – 196 с.
55. Проектирование схем комплексного использования водных ресурсов. Под ред. Золотарева Т. Л., Обрезкова В. И. – М.: Изд-во «Энергия», 1966. – 333 с.
56. Гидроэнергетические ресурсы СССР. Под редакцией Вознесенского А. Н. – М., 1967.
57. Мировая энергетика. – № 5 (41), 2007. http://worldenergy.ru/pdf/doc_20_36.pdf
58. Гусев М. Н., Помигуев Ю. В. Руслевая деятельность магистральных рек Амурской области в условиях современного хозяйствования // География и природные ресурсы. – 2008. – № 2. – С. 45–50.
59. Махинов А. Н. Современное рельефообразование в условиях аллювиальной аккумуляции. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – 232 с.
60. Антонов А. И., Париллов М. П., Колбин В. А. и др. Оценка воздействия на птиц // Бурейская ГЭС – зона высокого напряжения. – М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2005. – С. 47–54.
61. Махинов А. Н. и др. Водно-экологические проблемы бассейна р. Амур. – ИВЭП ДВО РАН, Хабаровск, 2003. – С. 154.
62. Сапаев В. М. Зарегулирование Амура. Возможна ли оптимизация экологических условий? // Наука и природа Дальнего Востока. Хабаровск: Хабаровская краевая типография. – 2006. – № 2. – С. 86–95.
63. Чалов Р. С. Руслеведение: теория, география, практика. Т. 1: Руслевые процессы: факторы, механизмы, формы проявления и условия формирования речных русел. – М.: Издательство ЛКИ, 2008. – С. 121.
64. Махинов А. Н. Любая плотина – рубеж жизни реки // Мировая энергетика. – 2007. – № 2. – С. 31–32. www.worldenergy.ru
65. Ахтямов М. Х. Ценотаксономия прирусловых ивовых, ивово-тополевых и уремных лесов поймы реки Амур. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 138 с.
66. Махинов А. Н., Ахтямов М. Х., Махинова А. Ф. Перспективы сельскохозяйственного освоения поймы реки Амур // Социальная экология и здоровье человека на Дальнем Востоке. – Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 1988. – С. 67–68.

67. Егидарев Е. Г. Выделение пойменных комплексов на главном русле Амура и его основных притоках // Регионы нового освоения: ресурсный потенциал и инновационные пути его использования. Сб. докладов. – Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2011. – С. 37–39.
68. Егидарев Е. Г. Картографирование и оценка пойменных комплексов в долине реки Амур // Вестник ДВО РАН. – 2012. – № 2 – С. 9–16.
69. Фащевский Б. В. Критерии экологического стока // Пробл. и техн. решения природоохр. мероприятий при мелиор. и водохоз. стр.-ве. – М., 1988. – С. 28–32.
70. Фащевский Б. В. Основные принципы экологического нормирования водного режима рек // Всес. конф. «Методол. экол. нормирование», Харьков, 16–20.04.1990: Тез. докл. 4.1 Секц. 1–2. – Харьков, 1990. – С. 136–137.
71. Новикова Н. М., Кузьмина Ж. В., Подольский С. А. и др. Критерии, ограничивающие регулирование режима речного стока по экологическим показателям. Аридные экосистемы. – 2005. – Т. 11. № 28. – С. 26–38.
72. Хрисанов Н. И., Мереминский М. А. Моделирование попусков гидроузлов с учетом продуктивности пойменных угодий в нижнем бьефе // Вод. ресурсы. 1990. – 14. – С. 109–115.
73. Tharme R.E. A global perspective on environmental flow assessment: emerging trends in the development and application of environmental flow methodologies for rivers. *River Research and Applications*, 19, 2003 P. 397-441.
74. Hirji, R., Davis, R. *Environmental Flows in Water Resources, Policies, Plans, and Projects*. Washington, DC: The World Bank. – 2009. P. 190.
75. Дубинина В. Г. О методологии нормирования безвозвратного изъятия речного стока // Стратегические проблемы водопользования России. – М., 2008. – С. 205–214.
76. King, J. M., C. Brown, and H. Sabet. 2003. A scenario-based holistic approach to environmental flow assessments for rivers. *River Research and Applications* vol.19: P. 619-639. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/rra.709/abstract>.
77. Схема комплексного использования водных ресурсов пограничных участков рек Аргунь и Амур. – М.: Совинтервод, 1960.
78. 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.
79. Схема комплексного использования водных ресурсов пограничных участков рек Аргунь и Амур. – М.: Совинтервод, 2000.
80. Воронов Б. А. Влияние крупного гидростроительства на природные экосистемы Приамурья // Комплексные исследования природной среды в бассейне реки Амур: Мат-лы межрег. науч. конф. Кн. 1. – Хабаровск: ДВО РАН, 2009. – С. 7–10.
81. Корытный Л. М. Бассейновая концепция в природопользовании. – Иркутск: Изд-во ин-та географии СО РАН, 2001. – 163 с.
82. Мильков Ф. Н. Бассейн реки как парадинамическая ландшафтная система и вопросы природопользования // География и природные ресурсы, 1981. – № 4. – С. 11–18.
83. Антипов А. Н., Федоров В. Н. Ландшафтно-гидрологическая организация территории. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. – 254 с.
84. Abell R.A., Thieme M.L. et al. Freshwater Ecoregions of the World: A new map of biogeographic units for freshwater biodiversity conservation // *BioScience*. May 2008. Vol. 58, N 5, P. 403–414.
85. Малик Л. К. Географические прогнозы последствий гидроэнергетического строительства в Сибири и на Дальнем Востоке. – М.: ИГАН СССР, 1990. – 317 с.
86. Кононова М. Ю. Методология экологического анализа ГЭС и их каскадов [рукопись]. – СПб, 2002. – 290 с.
87. Кононова М. Ю., Чусов А. Н. Учет экологических требований при управлении режимами каскадов ГЭС // Мат-лы Междунар. науч.-техн. конф. «Современные проблемы гидроэнергетики», Ташкент, 14–15 октября 1997. – Ташкент: ТашГТУ, 1997. – С. 14–15.
88. Кононова М. Ю. Изменение техногенной нагрузки на водосборе при создании каскадов ГЭС/Мат-лы науч.-техн. конф. «Фундаментальные исследования в технических университетах», СПб, 25–26 июня 1998. – СПб: СПбГТУ, 1998. – С. 179–180.
89. Nilsson C., Reidy C.A., Dynesius M., Revenga C. Fragmentation and flow regulation of the world's large river systems // *Science* 308: 2005. P. 405–408.
90. Liermann, C.R. *Ecohydrologic impacts of dams: A global assessment*. Umeå University Dept. of Ecology and Environmental Science SE-901 87 Umeå, Sweden, 2007. 16 pp.
91. Ledec, G., Quintero, J.D., & Mejia, M.C. 1997. Good Dams and Bad Dams: Environmental and Social Criteria for Choosing Hydroelectric Project Sites. Sustainable Development Dissemination Note #1. A report produced for the World Bank. 22 pp.
92. Vörösmarty, C.J. et al. Global threats to human water security and river biodiversity // *Nature*. 2010: 467, P. 555–561.
93. Эдельштейн К. К., Гречушников М. Г. Воздействие гидротехнического строительства на сток Амура // *Метеорология и гидрология*. – 2006. – № 5. – С. 86–95.
94. Чалова Е. Р., Чалов Р. С. Бассейновый подход к комплексному картографированию // *Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География*. – 1999. – № 1. – С. 82–84.
95. Справочное пособие по экологической оценке: в 3 т.: пер. с англ. / Департамент охраны окр. среды. – Вашингтон: Всемирный банк. (Технический документ Всемирного банка; № 140) Т. 2: Инструкции к различным видам хозяйственной деятельности. – 1991. – 343 с.
96. Консолидированный обзор [Электронный ресурс] / Составители: С. И. Забелин, В. В. Семикашев, А. С. Мартынов, Е. В. Лебедева // *Эффективность строительства и эксплуатации крупных ГЭС: сравнение выгод и ущербов*. 25 ноября 2010 г. – 29 с. – Режим доступа: <http://solex-un.ru/energo/reviews/gidroenergetika-sravnenie-vygod-i-ushcherba>
97. Болотнов В. П. Использование индекса воздействия половодий для мониторинга пойменных экосистем (на примере поймы средней Оби) // *Известия Томского политехнического университета*. Т. 310. – 2007. – № 3. – С. 26–30.
98. Авакян А. Б., Широков В. М. Комплексное использование и охрана водных ресурсов. – Минск: Университетское, 1990. – 240 с.
99. Dynesius M and Nilsson C. 1994. Fragmentation and flow regulation of river systems in the northern third of the World. *Science* 266: P. 753–762.
100. Jansson R, Nilsson C, and Renöfält B. 2000. Fragmentation of riparian floras in rivers with multiple dams. *Ecology* 81: P. 899-903.
101. Колобаев Н. Н., Подольский С. А., Дарман Ю. А. Влияние Зейского водохранилища на наземных позвоночных. – Благовещенск: Изд-во «Зейя», 2000. – 216 с.
102. Алексеевский Н. И., Чалов Р. С. Движение наносов и русловые процессы – М.: МГУ, 1997. – 170 с.

103. Авакян А. Б. Исследования водохранилищ и их воздействие на окружающую среду // Водные ресурсы. 1999. Т. 26. — № 5. — С. 554–567.
104. Лю Шугуань, Чалов Р. С., Дин Цзянь и др. Региональные изменения стока взвешенных наносов азиатских рек в устьях // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. — 2001. — № 3. — С. 44–51.
105. Виноградова Н. Н. О точности прогноза заиления водохранилищ // Гидротехническое строительство. 1966. — № 9. — С. 38–40.
106. Richter, B. D., and G. A. Thomas. 2007. Restoring environmental flows by modifying dam operations. *Ecology and Society* 12 (1): 12. <http://www.ecologyandsociety.org/vol12/iss1/art12/>.
107. Злотина Л. В., Чернов А. В. Антропогенная измененность пойм рек России и ее роль в оценке экологического состояния региона // Проблемы оценки экологической напряженности территории России: факторы, районирование. — М.: МГУ. — 1993. — С. 61–65.
108. Шикломанов И. А. Антропогенные изменения водности рек. — Л.: Гидрометеиздат, 1979. — 303 с.
109. Водоохранилища и их воздействие на окружающую среду / Отв. ред. Воропаев Г. В., Авакян А. Б. — М.: Наука, 1986. — 367 с.
110. Васильев Ю. С., Хрисанов Н. И. Экологические аспекты гидроэнергетики. — Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. — 248 с.
111. Grill, G., Dallaire, C. O., Chouinard E. F., Sindorf, N., Lehner, B. Development of new indicators to evaluate river fragmentation and flow regulation at large scales: A case study for the Mekong River Basin // *Ecological Indicators* 45 (2014) 148–159
112. Вагнер В. Н., Щохин А. М. Гидроузлы Приамурья. — Благовещенск: Амурское отд. Хабаровского кн. изд., 1983. — 80 с.
113. Огнев А. Перспективы строительства ГЭС в бассейне Амура // РАО ЕЭС. Зезя — Буря — Амур. Храм природы. Информационный бюллетень. Амурской Социально-экологический Союз. Май 2003 г. — С. 25–28.
114. Стрижова Т. А., Вотих О. А. Некоторые аспекты проблемы создания водохранилищ в Амурском бассейне // Геология и экология бассейна реки Амур: Тезисы докладов. Часть 3 (2). Советско-китайский симпозиум. — Благовещенск: [б.и.], 1989. — С. 75–77.
115. Антроповский В. И. Морфология русла Нимана (бассейн р. Буреи) и прогнозная оценка его общих деформаций в нижнем бьефе проектируемой Ургальской ГЭС-1 // Геоморфология. — 1999. — № 1. — С. 25–32.
116. Lehner, B., Reidy Liermann, C., Revenga, C., Vörösmarty, C., Fekete, B., Crouzet, P., Doll, P., Endejan, M., Frenken, K., Magome, J., Nilsson, C., Robertson, J. C., Rodel, R., Sindorf, N., Wisser, D. (2011). Global Reservoir and Dam Database, Version 1 (GRanDv1): Dams, Revision 01. Data distributed by the NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC): <http://sedac.ciesin.columbia.edu/data/collection/grand-v1>.
117. USGS, 2006a, Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) «Finished» 3-arc second SRTM Format Documentation. <http://edc.usgs.gov/products/elevation/srtmbil.html>.
118. Reuter H. I., A. Nelson, A. Jarvis, 2007, An evaluation of void filling interpolation methods for SRTM data, *International Journal of Geographic Information Science*, 21:9, P. 983–1008.
119. Jarvis, A., H. I. Reuter, A. Nelson, E. Guevara, 2008, Hole-filled SRTM for the globe Version 4, available from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database. <http://srtm.csi.cgiar.org>.
120. Ramachandran, B., Justice C., Abrams M. (Eds.), *Land remote sensing and global environmental change: NASA's earth observing system and the science of ASTER and MODIS*, Springer, New York (2011), pp. 809–834.
121. <http://landsat.usgs.gov>
122. <http://earthexplorer.usgs.gov>
123. <http://glovis.usgs.gov>
124. USGS, 2006b, Shuttle Radar Topography Mission Water Body Dataset. <http://edc.usgs.gov/products/elevation/swbd.html>.
125. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики (за 1963–1970 гг. и весь период наблюдений) / под ред. В. В. Коркишко. Вып. 1: Верхний и Средний Амур. — Л.: Гидрометеиздат, 1975. — Т. 18. — 228 с.
126. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики (за 1963–1970 гг. и весь период наблюдений) / под ред. В. В. Коркишко. Вып. 2: Нижний Амур. — Л.: Гидрометеиздат, 1975. — Т. 18. — 136 с.
127. Алтунин В. С., Дмитрук В. И. Определение речного стока при недостатке гидрометрических наблюдений (на примере Забайкалья) // Гидротехника и мелиорация, 1987. — № 2. — С. 20–24.
128. Калинин В. Г., Пьянков С. В. Использование геоинформационных систем для определения гидрографических характеристик водных объектов // Гидрология Урала на рубеже веков: Тезисы докладов науч.-практ. конф. — Пермь, 1999. — С. 22–23.
129. Калинин В. Г., Пьянков С. В. Использование гидрографических характеристик рек и их бассейнов в гидрологических расчетах // Метеорология и гидрология. — 2002. — № 11. — С. 75–80.
130. Пьянков С. В., Калинин В. Г., Комлев А. М. К вопросу о создании региональной гидрологической ГИС // Тез. докл. Всероссийской науч. конф. «Современные глобальные и региональные изменения геосистем». — Казань, 2004. — С. 468–469.
131. Калинин В. Г., Пьянков С. В. Применение геоинформационных технологий в гидрологических исследованиях. — Пермь: ООО «Алекс-Пресс». — 2010. — 217 с.
132. Пьянков С. В., Калинин В. Г. ГИС и математико-картографическое моделирование при исследовании водохранилищ (на примере камских): монография. — Пермь: ООО «Алекс-Пресс». — 2011. — 158 с.
133. Meijerink, A. M. J., de Brower H. A. M., Mannaerts C. M., Valenzuela C. Introduction to the use of Geographic Information Systems for practical hydrology. UNESCO-ITC publication, 1994, N 23, 273 p.
134. Яковченко С. Г., Жоров В. А., Постнова И. С. Создание и использование цифровых моделей рельефа в гидрологических и геоморфологических исследованиях: монография. — Кемерово: Институт угля и углехимии СО РАН, 2004. — 92 с.
135. Глухов В. А., Сиротский С. Е., Комарова Л. И. и др. Геоинформационные технологии в комплексном исследовании бассейнов рек и проектировании гидроузлов // Биогеохимические и гидроэкологические параметры наземных и водных экосистем. Вып. 19. — Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2011. — С. 178–212.
136. Lehner, B., Verdin, K., Jarvis, A., 2006. HydroSHEDS Technical Documentation. World Wildlife Fund US, Washington, DC. 27 p. <http://hydrosheds.cr.usgs.gov>.

137. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков: учебник / И. К. Лурье. — М.: КДУ, 2008. — С. 234–238.
138. Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна реки Амур (СКИОВР бассейна р. Амур). Т. 3. Кн. 2. Использование водных ресурсов и водохозяйственные балансы. — ЗАО ПО «Совинтервод». М., 2007. — 203 с.
139. Отчет С-08-01 «Разработка проекта СКИОВО по бассейну реки Амур (Российская часть)». — Владивосток: ДальНИИВХ, 2008. — 370 с.

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Д. А. Меньшиков, магистр экономики, руководитель проектов, Департамент развития ОАО «ЕвроСибЭнерго»

Л. Е. Халяпин, кандидат технических наук, руководитель проектов Красноярского представительства ОАО «ЕвроСибЭнерго»

Г. С. Королев, Директор по гидроэнергетическим проектам, ООО «ЕвроСибЭнерго-инжиниринг»

Под ред. Д. А. Меньшикова, ОАО «ЕвроСибЭнерго»

Благодарим за помощь коллег, причастных к составлению отчета по социально-экономической оценке:

В. Ф. Ладыгина (ОАО «Совинтервод»), В. М. Иванова (ОАО «Ленгидропроект»), Е. И. Андреева (ЗАО «Ленгипроречтранс»), В. М. Руднова (Институт Красноярскгидропроект Красноярского филиала ЗАО «Сибирский ЭНТЦ»), В. А. Поваренкина (Институт Красноярскгидропроект Красноярского филиала ЗАО «Сибирский ЭНТЦ»), В. В. Бульона (Зоологический институт РАН), С. Е. Сиротского (ИВЭП ДВО РАН), И. А. Булавацкого (ОАО «ЕвроСибЭнерго»).

Рецензентов отчета, давших ценные комментарии и предложения: Е. А. Симонова (Международная коалиция «Реки без границ»), Е. Г. Егидарева (Амурский филиал WWF России, ТИГ ДВО РАН), О. И. Никитину (WWF России), И. Э. Шкрадюка (Институт развития стратегических инициатив), П. Е. Осипова (Амурский филиал WWF России).

Введение

В результате серии консультаций в конце 2011 года и в начале 2012 года между компаниями En+ Group и WWF достигнуты договоренности о проведении совместного комплексного исследования (далее – исследование) по оценке воздействия гидроэлектростанций на экосистему и социально-экономическое развитие бассейна реки Амур.

В марте 2012 En+ Group и входящая в него компания «ЕвроСибЭнерго» приняли решение: приостановить работы по проектированию Транссибирской ГЭС на притоке Амура – реке Шилка в Забайкальском крае – до завершения исследования, получения его выводов и их обсуждения с общественностью. Это означает, что на период до завершения данного исследования компания En+ Group останавливает работы по подаче Декларации о намерениях в уполномоченный орган власти и по подготовке Обоснования инвестиций проекта Транссибирской ГЭС.

Исследование проводится для определения ключевых факторов (в том числе экологических и социально-экономических), которые в дальнейшем нужно учесть при принятии решений по возможному освоению гидропотенциала бассейна р. Амур.

Основная цель исследования: Проведение сравнительной интегральной оценки силы воздействия и пространственного распределения совокупности существующих и перспективных ГЭС в Амурском бассейне на социальные, экологические, экономические факторы, определяющие состояние водных и околоводных экосистем, а также возможности социально-экономического развития региона.

Основные задачи исследования: Определение ключевых социальных, экологических и экономических факторов, которые в дальнейшем нужно учесть при сравнении комплексного воздействия существующих и перспективных ГЭС на речной бассейн для принятия решений по возможному освоению гидроэнергетического, транспортного и рекреационного потенциала бассейна р. Амур.

К разработке отчета были привлечены эксперты WWF России, сотрудники ОАО «ЕвроСибЭнерго», проектные организации: ОАО «Ленгидропроект», ЗАО ПО «Совинтервод», ЗАО «Ленгипроречтранс», Институт Красноярскгидропроект Красноярского филиала ЗАО «Сибирский энергетический научно-технический центр».

Амурский бассейн: характеристики створов

1.1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ АМУРСКОГО БАСЕЙНА.

Россия располагает значительным гидроэнергетическим потенциалом, что определяет широкие возможности развития гидроэнергетики. На ее территории сосредоточено около 9% мировых запасов гидроэнергии. По обеспеченности гидроэнергетическими ресурсами Россия занимает второе после КНР место в мире, опережая Бразилию, Канаду, Индию, США.

Валовой (теоретический) гидроэнергетический потенциал Российской Федерации определен в 2784,3 млрд. кВтч годовой выработки электроэнергии или 170 тыс. кВтч на 1 км² территории (Таблица 1.1). Из этой величины потенциал крупных и средних рек составляет 2394,4 млрд. кВтч или 83%.

Таблица 1.1. Валовой (теоретический) гидроэнергетический потенциал.

Экономические районы	всего		в том числе	
	млрд. кВтч	в % от итога	крупных и средних рек, млрд. кВтч	малых рек, млрд. кВтч
Северо-Западный	116,6	4,2	98,9	17,7
Центральный	16,6	0,6	14,7	1,9
Волго-Вятский	15,7	0,6	15,0	0,7
Центрально-Черноземный	2,9	0,1	2,2	0,7
Поволжский	72,6	2,6	70,7	1,9
Северо-Кавказский	127,0	4,6	107,7	19,3
Уральский	110,9	4,0	84,3	26,6
Западно-Сибирский	185,4	6,7	144,0	41,4
Восточно-Сибирский	997,6	35,8	848,5	149,1
Дальневосточный	1139,0	40,9	1008,4	130,6
Итого	2784,3	100,0	2394,4	389,8

Источник: Программа развития гидроэнергетики России на период до 2020 г. и на перспективу до 2030 г.

Как видно, более 40% гидропотенциала приходится на Дальневосточный экономический район, в котором располагается большая часть Амурского бассейна.

Технически достижимый уровень использования гидроэнергоресурсов составляет без малых рек около 1670 млрд. кВтч или около 70% от валового гидроэнергетического потенциала (Таблица 1.2).

Экономический потенциал как приемлемая для практического использования с учетом экономической целесообразности условий хозяйственного освоения территорий и природоохранных факторов часть гидроэнергоресурсов, определен в начале 60-х годов в размере 852 млрд. кВтч в целом по России (без малых рек) на основе обобщения многочисленных проектных материалов предыдущих лет. Порядка 80% этой величины приходится на восточные районы страны – Сибирь и Дальний Восток (Таблица 1.2). Из потенциала европейской части России около 70% приходится на районы Севера, Поволжья и Северного Кавказа.

Таблица 1.2. Гидроэнергетический потенциал.

Экономический район	Теоретический, млрд. кВтч	Технический, млрд. кВтч	Экономический	
			крупных и средних рек, млрд. кВтч	малых рек, млрд. кВтч
Северо-Западный	98,9	54,9	43,0	78
Центральный	14,7	7,6	6,0	79
Волго-Вятский	15,0	8,9	7,0	78
Центрально-Черноземный	2,2	0,8	-	-
Поволжский	70,7	47,3	41,0	87
Северо-Кавказский	127,0	4,6	107,7	19,3
Уральский	110,9	4,0	84,3	26,6
Западно-Сибирский	185,4	6,7	144,0	41,4
Восточно-Сибирский	997,6	35,8	848,5	149,1
Дальневосточный	1139,0	40,9	1008,4	130,6
Итого	2784,3	100,0	2394,4	389,8

Источник: Программа развития гидроэнергетики России на период до 2020 г. и на перспективу до 2030 г.

Необходимо иметь в виду, что объем экономического потенциала – величина переменная во времени и определяется, прежде всего, совокупностью множества факторов, среди которых обеспеченность страны другими видами топливно-энергетических ресурсов, социальными аспектами, требованиями по охране окружающей среды, экономической целесообразностью и др. Анализ зарубежного опыта показывает, что в странах, где запасы невозобновляемых ресурсов (нефти, газа, угля) невелики или исчерпаны, величина экономического гидроэнергетического потенциала приближается к техническому и степень его освоения достигает 60–90%.

Освоенность гидроэнергетических ресурсов России невелика. Суммарная выработка электроэнергии действующими ГЭС России в 2013 году по данным СО-ЦДУ составила 174,7 млрд. кВтч, что составляет 20,6% от величины экономического потенциала (Таблица 1.2). В настоящее время это один из самых низких уровней использования гидропотенциала не только среди развитых, но и среди развивающихся стран. В большинстве государств использование этого бестопливного ресурса давно превысило 50–60% экономического потенциала, а европейские страны практически полностью освоили все свои ресурсы. Суммарная установленная мощность ГЭС России на 01.01.2014 составила 46,7 млн. кВт. Суммарная установленная мощность электростанций всех типов в России составила на 01.01.2014 – 226,5 млн. кВт. Соответственно, удельный вес ГЭС в структуре установленных мощностей электростанций – 20,6%.

Потенциал экономически эффективных гидроэнергетических ресурсов Дальнего Востока России составляет 294 млрд. кВтч. (около 35% от общероссийского). В этом регионе гидроэнергетические ресурсы, в основном, сосредоточены в бассейнах рек Лена, Амур, Колыма (Таблица 1.4)

Таблица 1.3. Доля ГЭС в составе установленной мощности электростанций ОЭС и ЕЭС России.

Энергообъединения	Установленная мощность, МВт		Удельный вес ГЭС, %
	всего	в т.ч. ГЭС	
ОЭС Центра	51681,75	1 778,57	3,5
ОЭС Средней Волги	26209,7	6826	26,0
ОЭС Урала	47587,47	1 847,95	3,9
ОЭС Северо-Запада	23386,26	2 954,66	12,6
ОЭС Юга	19302,35	5 634,85	29,2
ОЭС Сибири	49241,66	24 272,4	49,3
ОЭС Востока	9060,99	3 340	36,9
Всего ЕЭС России	226470,18	46 654,43	20,6

Источник: ОАО «СО ЕЭС» www.so-ups.ru

Таблица 1.4. Экономический гидроэнергетический потенциал Дальнего Востока России.

Речной бассейн	Экономический гидроэнергетический потенциал, млрд. кВтч
Бассейн Лены	195
Бассейн Амура	48
Бассейн Колымы	27
Прочие	24
Итого	294

Источник: Программа развития гидроэнергетики России на период до 2020 г. и на перспективу до 2030 г.

По состоянию на 01.01.2014 г. на Дальнем Востоке функционируют 9 ГЭС и в процессе строительства – 2 ГЭС (Таблица 1.5).

Таблица 1.5. ГЭС на Дальнем Востоке России.

ГЭС	Река	Установленная мощность, МВт	Среднегодовая выработка, млрд.кВтч.
Центральный			
Зейская	Зея (б. Амур)	1290	4,9
Колымская	Колыма (б. Восточно-Сибирского моря)	900	3,35
Вилуйские 1,2	Вилуй (б. Лены)	648	2,6
Толмачевские 1,2,3	Толмачева (б. Охотского моря)	45,2	0,161
Бурейская	Бурея (б. Амура)	2010	7,1
Светлинская (Вилуйская 3)	Вилуй (б. Лены)	360	1,2

Строящиеся			
Усть-Среднеканская	Колыма (б. Восточно-Сибирского моря)	570	2,55
Нижне-Бурейская	Бурея (б. Амура)	320	1650
Итого		6143,2	23,511

В настоящее время в Амурском бассейне на территории РФ эксплуатируются 2 ГЭС – Зейская ГЭС и Бурейская ГЭС, в процессе строительства находится Нижне-Бурейская ГЭС. Перспективы строительства новых ГЭС на долгосрочную перспективу определены в Генеральной схеме размещения объектов электроэнергетики до 2030 г., на среднесрочную перспективу – в Схеме и программе развития Единой энергетической системы России на 2013–2019 годы и в схемах и программах развития регионов. Так, в соответствии вышеуказанными документами в Амурском бассейне рекомендуется реализация проекта строительства Граматухинской (Нижне-Зейской) ГЭС, 400 МВт в Амурской области. Однако в результате после паводка 2013 г. на Дальнем Востоке Президент РФ и Правительство РФ поручили разработать программу строительства новых гидроэнергетических объектов на притоках реки Амур в целях регулирования водосброса в паводковые периоды. В связи с этим различными министерствами и ведомствами рассматривается и анализируется размещение от 4 до 6 противопаводковых гидроузлов в бассейне реки Амур общей установленной мощностью до 3 ГВт.

1.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ ПЕРЕЧНЯ ГИДРОУЗЛОВ ДЛЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ

Предварительное обследование материалов прошлых лет разработок различных организаций по вопросу возможного размещения площадок гидроузлов в бассейне р. Амур за период с середины 50-х годов прошлого века до настоящего времени выявило более полусотни потенциально возможных вариантов их размещения.

Ограничение возможности использования гидроузлов на каждом временном интервале определяется и будет определяться их целевым использованием (назначением), востребованностью перспективами экономического направлениями развития территорий, экономическими характеристиками и надёжностью производства электроэнергии, отношением общества и местного населения к охране окружающей среды, необходимостью борьбы с наводнениями для защиты паводкоопасных территорий, в первую очередь – проживающего населения, объектов инфраструктуры и сельскохозяйственного производства. Последнее имеет решающее значение для обеспечения Дальневосточных территорий собственными продуктами питания. Расположение гидрографической сети по территории бассейна р. Амур предопределяет экономическую целесообразность использования водного транспорта в качестве региональной и местной транспортной инфраструктуры. А северное расположение территорий и суровые климатические условия предопределяют повышенные требования к обеспечению населения и производства дешёвой электроэнергией и теплом.

Первоначально, в процессе согласования Технического задания к данному исследованию, было согласовано 43 створа в бассейне р. Амур (Таблица 1.6).

Таблица 1.6. Первоначальный список створов.

№ п/п	Наименование	Река	№ п/п	Наименование	Река
1.	Нововоскресеновская	Амур	4.	Ульминская	Селемджа
2.	Семиозерская	Зея	5.	Москвитинская	Зея
3.	Путятинская	Селемджа	6.	Карколбинская	Селемджа

7.	Усть-Карская	Шилка	26.	Дальнереченская-2	Б. Уссурка
8.	Айбаканская	Селемджа	27.	Русиновская	Селемджа
9.	Усть-Уровская	Аргунь	28.	Маенгская	Зея
10.	Джалиндинская	Амур	29.	Ивановская	Зея
11.	Хинганская	Амур	30.	Экимчанская	Селемджа
12.	Бысская	Селемджа	31.	Джарыксинская	Зея
13.	Дагмарская	Селемджа	32.	Инжанская	Зея
14.	Черниговская	Зея	33.	Усманская	Буряя
15.	Транссибирская	Шилка	34.	Локшанская	Зея
16.	Утесная	Шилка	35.	Оконоская	Зея
17.	Транссибирская + Утесная	Шилка	36.	Гилюйская	Гилюй
18.	Амазарская	Амур	37.	Нижне-Зейская	Зея
19.	Чалбинская	Селемджа	38.	Нижне-Бурейская	Буряя
20.	Икиндинская	Селемджа	39.	Умалтинская	Буряя
21.	Тыгдинская	Зея	40.	Ургальская	Буряя
22.	Стойбинская	Селемджа	41.	Верхне-Ниманская	Ниман
23.	Урканская	Зея	42.	Нижне-Ниманская	Ниман
24.	Хорская (каскад)	Хор	43.	Усть-Ниманская	Буряя
25.	Дальнереченская-1	Б. Уссурка			

Основными исходными данными для оценки социально-экономических факторов являются установленная мощность, среднемноголетняя выработка и стоимость строительства. Данные по установленной мощности и среднемноголетней выработке есть по всем рассматриваемым гидроузлам, однако существуют некоторые несоответствия по этим параметрам ввиду различных источников данных. По итогам анализа существующих исходных данных по стоимости строительства по рассматриваемым створам была обнаружена информация только по 24 створам в ценах различных лет. Произведено приведение капитальных затрат, выраженных в ценах разных лет, к ценам 2014 г. с использованием коэффициентов перевода, рассчитанных на основе данных по наиболее проработанному гидроузлу. Есть данные о стоимости строительства гидроузла в ценах 1984 г. и стоимость строительства этого же гидроузла в ценах 2012 г. На основе деления стоимости строительства гидроузла в ценах 2012 г. на стоимость строительства в ценах 1984 г. определяется переводной коэффициент, который используется для приведения стоимости строительства других гидроузлов к текущим ценам.

Кроме того, исходные данные по стоимости строительства Локшанской ГЭС и Умалтинской ГЭС возможно определить на основе использования информации из книги «Энергетические ресурсы СССР. Гидроэнергетические ресурсы.» Вознесенского А.Н. В этом источнике представлены сведения об удельных капиталовложениях, однако не указано, в ценах каких лет приведены эти данные. Для использования этих данных предлагается использовать данные о стоимости строительства по другим гидроузлам (Чалбинская, Стойбинская) из этого источника, по которым также есть данные о стоимости строительства в ценах 1984 г. Дальнейшее приведение к стоимости строительства в ценах 2014 г. осуществляется аналогично другим гидроузлам. Также проведена оценка стоимости строительства гидроузлов на основе удельных показателей стоимости строительства на 1 кВт установленной мощности объектов-аналогов в ценах 2014 г. без учета НДС.

Проведено сопоставление новых показателей, полученных по обоим вариантам, и определены показатели стоимости строительства гидроузлов. Стоимость строительства объектов выда-

Таблица 1.7. Удельные показатели стоимости строительства.

Установленная мощность	Удельный CAPEX, руб./ кВт
100 МВт	146 000
200 МВт	85 177
300-400 МВт	72 500
600 МВт	50 000
1000 МВт и более	48 500

чи мощности определена исходя из экспертных оценок в отношении возможных вариантов присоединения гидроузлов к ЕНЭС России (определены ближайшие подстанции), определены предполагаемые протяженности линий электропередач и их класс (220 кВ / 500 кВ). Далее на основе удельных показателей стоимости строительства ЛЭП и ПС определены стоимости строительства объектов выдачи мощности в отношении рассматриваемых гидроузлов. Стоимость мероприятий по подготовке зоны затопления водохранилищ определена на основе удельных показателей стоимости мероприятий по подготовке зоны затопления водохранилища, рассчитанных по объектам-аналогам. На основе данных о площади зеркала водохранилищ рассматриваемых гидроузлов рассчитаны стоимости мероприятий по каждому гидроузлу.

Таким образом, общий список рассматриваемых створов с исходными данными может достигать 26 гидроузлов (Таблица 1.8).

Таблица 1.8. Список створов с наличием исходных данных по стоимости строительства

№ п/п	Наименование	Река	№ п/п	Наименование	Река
1.	Нововоскресеновская	Амур	14.	Русиновская	Селемджа
2.	Усть-Карская	Шилка	15.	Экимчанская	Селемджа
3.	Джалиндинская	Амур	16.	Инжанская	Зея
4.	Хинганская	Амур	17.	Усманская	Буряя
5.	Дагмарская	Селемджа	18.	Локшанская	Зея
6.	Транссибирская	Шилка	19.	Гилюйская	Гилюй
7.	Утесная	Шилка	20.	Нижне-Зейская	Зея
8.	Транссибирская + Утесная	Шилка	21.	Нижне-Бурейская	Буряя
9.	Амазарская	Амур	22.	Умалтинская	Буряя
10.	Чалбинская	Селемджа	23.	Ургальская	Буряя
11.	Стойбинская	Селемджа	24.	Верхне-Ниманская	Ниман
12.	Дальнереченская-1	Б. Уссурка	25.	Нижне-Ниманская	Ниман
13.	Дальнереченская-2	Б. Уссурка	26.	Усть-Ниманская	Буряя

Подходы к оценке социально-экономических факторов

2.1. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТА

Данный фактор оценивается в соответствии с Методическими рекомендациями по оценке эффективности инвестиционных проектов, утвержденными Министерством экономики РФ, Министерством финансов РФ, Государственным комитетом РФ по строительной, архитектурной и жилищной политике 21.06.1999 N BK 477 (далее – Методические рекомендации). Рекомендации основываются на методологии, широко применяемой в современной международной практике, и согласуются с методами, предложенными UNIDO (United Nations Industrial Development Organization, Организация Объединенных Наций по промышленному развитию). В соответствии с данными Методическими рекомендациями разрабатывается финансово-экономическая модель для определения показателей эффективности, характеризующих эффективность участия в проекте. В качестве исходных данных для построения финансово-экономических моделей используются данные об установленной мощности, среднемноголетней выработке рассматриваемых гидроузлов, объем инвестиций, необходимый для возведения гидроузлов, сроки строительства. Объем инвестиций по гидроузлам формируется из стоимости строительства самого гидроузла, стоимости объектов выдачи мощности ГЭС (далее – СВМ) и стоимости мероприятий по подготовке водохранилища и нижнего бьефа. По части гидроузлов имеются данные по полной стоимости строительства ГЭС, включая СВМ и водохранилище, но по большинству гидроузлов есть данные по стоимости гидроузла и водохранилища, т.к. ранее сметная стоимость строительства не включала СВМ. Поэтому для электростанций, по которым выполнены проектные проработки, оценка объемов электросетевого строительства проводилась с их использованием. Для электростанций, по которым проработок нет, схема выдачи оценивалась экспертно и может быть уточнена при выполнении конкретных проектов. Проектные проработки по оценке воздействия некоторых перспективных гидроузлов и их водохранилищ ГЭС выполнены в 70–90-х годах прошлого века. Произошедшие в законодательстве и экономике страны изменения существенно влияют на структуру затрат по подготовке зоны водохранилища и нижнего бьефа гидроузла, на реализацию компенсационных и природоохранных мероприятий, а потому стоимостные показатели настоящей работы являются ориентировочными, т.к. определяются по аналогии с гидроузлами, по которым существуют проработки по стоимости мероприятий по подготовке водохранилища и нижнего бьефа. Следует отметить, что при разработках конкретных проектов гидроузлов будут учтены современные методы строительства, использование новых прогрессивных решений выполнения строительно-монтажных работ, использование вахтового способа строительства, проведение тендерных торгов на строительные работы. Все это, вероятно, может привести к снижению стоимости строительства. Предполагается, что каждый гидроузел будет эксплуатироваться в течение 50 лет после ввода в эксплуатацию. Операционные затраты принимаются на уровне усредненных данных по аналогичным затратам существующих гидроэлектростанций. Для обеспечения сравнимости для всех гидроузлов применяются одинаковый прогноз цен на мощность. Рассчитываются следующие показатели эффективности:

- внутренняя норма доходности (IRR, Internal Rate of Return);

В более общем случае внутренней нормой доходности называется такое положительное число E_v , что при норме дисконта (ставке дисконтирования) $E = E_v$ чистый дисконтированный доход (NPV) проекта обращается в 0.

2.2. СРЕДНЕМНОГОЛЕТНИЙ ПРЕДОТВРАЩЕННЫЙ УЩЕРБ ОТ ПОДТОПЛЕНИЙ И НАВОДНЕНИЙ ЗА СЧЕТ СТРОИТЕЛЬСТВА ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО СООРУЖЕНИЯ (ГТС)

Расчет предотвращенного ущерба предполагалось осуществлять по количеству защищенного от наводнений и подтоплений населения на участке ниже по течению от створа плотины, т.е. в нижнем бьефе гидроузла. Длина этого участка должна определяться полезным объемом и регулирующей емкостью. Предлагалось рассмотреть следующий подход к оценке данного фактора: для всех гидроузлов предполагается рассматривать участок ниже по течению от створа плотины длиной 100 км. Определяется количество населенных пунктов, попадающих в соответствующие участки, затем определяется численность населения данных населенных пунктов по каждому из рассматриваемых гидроузлов. Численность населения определяется на основе данных Всероссийской переписи населения 2010 года. Т.о. чем больше численность населения в нижнем бьефе гидроузла может быть защищена, тем более высокая способность у данного гидроузла предотвращать паводки. В связи со сложностью и высокой трудоемкостью расчета данного показателя, в отношении рассматриваемых гидроузлов принято решение об исключении данного фактора из рассмотрения на текущем этапе.

2.3. МАКРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ И БЮДЖЕТНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Предлагается оценивать данный показатель путем оценки двух подфакторов с последующим применением весов 50%:

2.3.1. МАКРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ С УЧЕТОМ МУЛЬТИПЛИКАТИВНОГО ЭФФЕКТА (ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТА ДЛЯ РЕГИОНА)

Показатель ВРП (валовой региональный продукт) характеризует макроэкономический эффект от проектов. Во многих источниках, в т.ч. международных, выделяется макроэкономический эффект от реализации проектов: «Strategic Environmental Assessment of Hydropower on the Mekong Mainstream». Final report. International Centre for Environmental Management. October 2010. Стр. 54–55. Указывается, что необходимо учитывать макроэкономические выгоды от реализации рассматриваемых проектов. При этом эффект оценивается на основе показателя ВВП (валовой внутренний продукт), который складывается из ВРП регионов. «Integrative Dam Assessment Model (Idam) Documentation». A Users Guide to the IDAM Methodology and a Case Study from Southwestern China. Kibler, K., D. Tullios, B. Tilt, A. Wolf, D. Magee, E. Foster-Moore, F. Gassert, Oregon State University, Corvallis, Oregon, 2012. Стр. 15. В составе социально-экономических индикаторов указывается макроэкономическое влияние, под которым подразумевается ценность, которую проект вкладывает в национальную экономику. «Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика». Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А., М.: Дело, 2002 г.

Стр. 380. Реализация проекта, как правило, затрагивает интересы структур более высокого уровня по отношению к непосредственным участникам проекта. Эти структуры могут участвовать в реализации проектов или, даже не будучи участниками, влиять на их реализацию. В этой связи рекомендуется оценивать эффективность проекта с точки зрения структур более высокого уровня (РФ, субъектов РФ, административно-территориальных единиц РФ). Данный фактор оценивается в соответствии с Методикой расчета показателей и применения критериев эффективности региональных инвестиционных проектов, претендующих на получение государственной поддержки за счет бюджетных ассигнований Инвестиционного фонда Российской Федерации (далее – Методика), утвержденной Приказом Министерства регионального развития Российской Федерации от 30 октября 2009 г. N 493. Экономическая эффективность инвестиционного проекта для региона оценивается по его способности влиять на формирование валового регионального продукта (ВРП) субъекта Российской Федерации и обеспечивать динамику экономического роста. Оценка экономической эффективности инвестиционного проекта для региона основывается на определении добавленной стоимости (VA), генерируемой региональным инвестиционным проектом. Добавленная стоимость равна совокупной выручке проекта, которая включает в себя эквиваленты заработной платы, арендной платы, процентов по долговым обязательствам и прибыли. $VA = EBITDA + Sal + Rent$, где

- $EBITDA$ – прибыль регионального инвестиционного проекта до налогообложения, выплаты процентов по долговым обязательствам и амортизационные отчисления;

- *Sal* – суммарная заработная плата работников регионального инвестиционного проекта;
- *Rent* – арендная плата.

Длительность временного периода, на котором осуществляется оценка добавленной стоимости, соответствует длительности прогнозного периода. Прирост ВРП от каждого из рассматриваемых гидроузлов будет не будет соотноситься с численностью соответствующего субъекта Федерации, т.к. в бассейне р. Амур регионы существенно различаются по численности населения, например, в Амурской области проживает около 800 тыс. человек, а в Хабаровском крае – около 1,5 млн. человек, т.е. различие почти в 2 раза. Кроме того, определяется мультипликативный эффект от строительства ГЭС с учетом вышеприведенного подхода для строительной отрасли в регионе. Предполагается, что EBITDA строительных организаций составит 25% от выручки, получаемой при строительстве гидроузла, размер фонда оплаты труда определен как 20% от стоимости строительно-монтажных работ, которые предполагаются на уровне 60% от стоимости строительства. Также предполагается, что у строительных организаций отсутствует арендная плата. Мультипликативный эффект от строительства ГЭС формируется из суммы добавленной стоимости, генерируемой непосредственно проектом, и добавленной стоимости, генерируемой строительно-монтажными организациями. Т.о. чем больше мультипликативный эффект от строительства ГЭС, тем более влияние на формирование ВРП субъекта Российской Федерации.

2.3.2. БЮДЖЕТНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Бюджетный эффект оценивается в случае, если проект полностью или частично финансируется за счет средств бюджета (федерального, регионального, местного). Определяется, сколько денег проект возвращает в бюджет через налоги, после того как бюджет вложил средства в проект, в течение некоторого количества лет. В соответствии с Российским законодательством, водохранилища являются собственностью государства, поэтому мероприятия по подготовке водохранилища также являются зоной ответственности государства, а не инвестора. Кроме того, в связи с высокой капиталоемкостью строительства ГЭС затраты на строительство объектов выдачи мощности ГЭС зачастую делают проекты строительства ГЭС экономически нецелесообразными, поэтому предполагается, что строительство СБМ будет также осуществляться за счет государства. Также предполагается возможность государственного софинансирования (в т.ч. с последующей передачей права эксплуатации) части плотин ГЭС ввиду комплексного хозяйственного назначения гидротехнических сооружений ГЭС (транспортное, водохозяйственное, энергетическое). Ввиду того, что данные о стоимости плотин имеются не по всем рассматриваемым гидроузлам, предлагается оценить среднюю долю, которую занимает плотина в общей стоимости строительства гидроузла по ГЭС, по которым такие данные есть, а затем экстраполировать полученное значение на остальные. Таким образом, в качестве бюджетных инвестиций будут выступать стоимость мероприятий по подготовке водохранилища, стоимость СБМ, а также стоимость плотины ГЭС. Будущие денежные потоки бюджета будут формироваться на основе налоговых поступлений. Данный фактор оценивается в соответствии с Методикой расчета показателей и применения критериев эффективности региональных инвестиционных проектов, претендующих на получение государственной поддержки за счет бюджетных ассигнований Инвестиционного фонда Российской Федерации (далее – Методика), утвержденной Приказом Министерства регионального развития Российской Федерации от 30 октября 2009 г. N 493. Бюджетная эффективность регионального инвестиционного проекта оценивается через сопоставление объема инвестиций из бюджетных средств в региональный инвестиционный проект и всей совокупности дисконтированных налоговых поступлений в бюджеты различных уровней бюджетной системы Российской Федерации, обусловленных реализацией проекта.

2.4. ИЗМЕНЕНИЕ ЗАНЯТОСТИ

Сооружение гидроузлов окажет воздействие на миграцию, трудовой рынок, рынок жилья, обусловит рост транспортных услуг и связи, принесет дополнительные денежные поступления в бюджет. Сооружение гидроузла вовлечет большую часть незанятого населения в сферу производства и не только непосредственно в строительстве, но и в обслуживании строительства и строителей (общепит, транспорт, снабжение, коммунально-бытовые услуги и т.д.). Во многих источниках, в т.ч. международных, выделяется эффект, связанный с занятостью в результате реализации проектов. Например, в «Dams and Development». A New Framework for Decision-Making. The Report of the World Commission on Dams. November 2000, стр. 99–101, 121 указы-

вается, что в период строительства проекты ГЭС с плотинами требуют большого количества неквалифицированных рабочих и меньшего, но существенного количества квалифицированных рабочих, поэтому новые рабочие места создаются как для низкоквалифицированных рабочих, так и для высококвалифицированных рабочих. Также указывается о создании новых рабочих мест при эксплуатации ГЭС. При этом эффект оценивается простым количеством вновь созданных рабочих мест.

В работе «Strategic Environmental Assessment of Hydropower on the Mekong Mainstream». Final report. International Centre for Environmental Management. October 2010, стр. 55. указывается, что реализация гидроэнергетических проектов оказывает существенное влияние на занятость в регионе реализации проекта. При этом данный эффект оценивается как приведенная стоимость зарплат трудоустроенных в течение строительства ГЭС и эксплуатирующих ГЭС. Строительство ГЭС окажет заметное влияние на изменение существующих показателей занятости населения и, как следствие, приведет к сокращению его миграции в другие регионы. Будет наблюдаться и приток со стороны, в основном, специалистов-гидростроителей в места их преимущественного расселения. Как показывает опыт сооружения ГЭС, не менее 20% приезжих строителей оседают в районе строительства и находят применение своему труду на эксплуатации ГЭС и созданных в процессе строительства объектах инфраструктуры, или переходят на другие местные и производственные объекты, в сферу обслуживания. В районах сооружения ГЭС обычно появляются реальные возможности к использованию различных профессиональных знаний и навыков, наблюдается быстрый рост численности специалистов, причем не только строительного профиля. Этому способствуют организуемые обычно учебные курсы при строительстве ГЭС. Со строительством ГЭС в районе появится дополнительный контингент специалистов: строителей, водителей автомашин, сварщиков, плотников, экономистов и т.д. Принимая во внимание международный опыт, использованный в работе «Strategic Environmental Assessment of Hydropower on the Mekong Mainstream». Final report. International Centre for Environmental Management. October 2010, предлагается следующий подход к оценке данного фактора: для каждого гидроузла определяется численность занятых в период строительства и в период эксплуатации. В период строительства численность занятых определяется на основе данных о недавно завершённых проектах, удельная величина в период строительства составляет – 2–5 чел. на МВт. Численность персонала в период эксплуатации определяется с использованием укрупненных нормативов численности промышленно-производственного персонала гидроэлектростанций и каскадов гидроэлектростанций, ОАО РАО «ЕЭС России», ОАО «ЦОТЭНЕРГО» от 03.12.2004 г. Используемые нормативы определяют численность персонала в зависимости от установленной мощности и количества гидроагрегатов рассматриваемых ГЭС. Для электростанций, по которым выполнены проектные / предпроектные проработки, оценка численности персонала в период эксплуатации принята на основе данных проработок. Т.о. чем больше количество трудоустроенных в течение строительства ГЭС и эксплуатирующих ГЭС, тем более влияние строительство ГЭС окажет на изменение существующих показателей занятости населения в регионе и, как следствие, приведет к сокращению его миграции в другие регионы.

2.5. КОЛИЧЕСТВО ПЕРЕСЕЛЯЕМЫХ ЛЮДЕЙ

Для оценки данного фактора используется следующий подход: рассматриваются зоны затопления каждого гидроузла, определяются населенные пункты, попадающие в зону затопления каждого гидроузла, затем определяется численность населения данных населенных пунктов по каждому из рассматриваемых гидроузлов. Численность населения определяется на основе данных Всероссийской переписи населения 2010 года, реестров административно-территориальных единиц и населенных пунктов.

2.6. ИЗМЕНЕНИЕ УСЛОВИЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА И ИЗМЕНЕНИЕ ГРУЗОБОРОТА ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

Зарегулирование стока и создание водохранилищ позволяют обеспечивать повышенные, по сравнению с бытовым состоянием, нормированные судоходные глубины. Тем самым достигается увеличение допустимой осадки судов, их грузоподъемности и грузооборота водотока как судоходного пути. В связи со сложностью и высокой трудоемкостью расчета данного показателя, в отношении рассматриваемых гидроузлов принято решение об исключении данного фактора на текущем этапе.

2.7. УЧЕТ ПАМЯТНИКОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ/АРХЕОЛОГИИ

Для оценки данного фактора предлагается использовать открытые данные Министерства культуры Российской Федерации и его территориальных подразделений об объектах культурного наследия (памятники археологии, архитектуры, истории, монументального искусства), а также данные ранее выполненных предпроектных и проектных проработок по рассматриваемым гидроузлам. Информационные ресурсы:

1. <http://kulturnoe-nasledie.ru/> (Все регионы).
2. http://kultura27.ru/documents/?doc_type=16 Министерство культуры Хабаровского Края.
3. http://www.amurcult.ru/deyatelnost/okhrana_pamyatnikov/ Министерство культуры и архивного дела Амурской области.
4. <http://xn--80arpechxphc1h.xn--80aaaac8algcbgbc3fl0q.xn--p1ai/okn/oknspisok.html> Министерство культуры Забайкальского Края.

Для определения показателей по каждому гидроузлу предлагается сопоставить зоны затопления ГЭС с расположением объектов культурного наследия. При этом для каждого гидроузла определяется количество объектов, попадающих в зону затопления.

2.8. УЧЕТ ИЗМЕНЕНИЙ В РЫБНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Учет изменений в рыбном хозяйстве предлагается оценивать на основе оценки рыбопродуктивности рассматриваемых гидроузлов. В качестве основы для определения рыбопродуктивности предлагается использовать работы по прогнозированию биологической продуктивности В.В. Бульона (Зоологический институт Российской академии наук) и С.Е. Сиротского (Институт водных и экологических проблем Дальневосточного отделения Российской академии наук) в статье «Прогноз и сравнительная характеристика биологической продуктивности водохранилищ на реках Зея и Бурея». Для оценки биологической продуктивности проектируемых водохранилищ используется масс-балансовая модель потока энергии в экосистемах, представляющая собой систему уравнений, формируемые с учетом входных абиотических (географическая широта, морфологические и гидрохимические параметры водохранилища) и биотических параметров (скорость оборота биомассы ключевых групп гидробионтов и эффективность использования потребленной энергии на рост организмов). По результатам моделирования биологической продуктивности водохранилищ оптимальная рыбопродуктивность составляет 18 кг/га или 1,8 тонн/км². Умножая данную величину на площадь водохранилища в км² получаем рыбопродуктивность на полную площадь водохранилища. Рыбопродуктивность на полную площадь водохранилища определяется для всех рассматриваемых гидроузлов, затем возможно провести ранжирование полученных результатов.

2.9. ЗАТОПЛЕНИЕ И ПОДТОПЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

В качестве подхода к определению данного фактора предлагается проанализировать затопление рассматриваемыми гидроузлами следующих экономических объектов: лесов, сельскохозяйственных земель, полезных ископаемых. При этом с помощью ГИС технологий, а также с учетом ранее выполненных предпроектных и проектных проработок по рассматриваемым гидроузлам определяются площади затопления лесов, с/х земель, а также сопоставление расположения месторождений полезных ископаемых с зонами затопления водохранилищ рассматриваемых гидроузлов. Источником данных по наличию и расположению полезных ископаемых являются сайты Федерального агентства по недропользованию, территориальных подразделений Федерального агентства по недропользованию (РОСНЕДРА), а также Министерства природных ресурсов и промышленной политики Забайкальского края:

- <https://gis.sobr.geosys.ru/>.
- <http://www.dalnedra.ru/index.php?c=msb-amurskoi-oblasti>.
- <http://www.dalnedra.ru/index.php?c=msb-khabarovskogo-kraya>.
- <http://www.dalnedra.ru/index.php?c=msb-evreiskoi-avtonomnoi-oblasti>.
- <http://www.dalnedra.ru/index.php?c=msb-primorskogo-kraya>.
- http://xn--h1aakfkgb.xn--80aaaac8algcbgbc3fl0q.xn--p1ai/mineralno_syrevaya_baza_zabaykalskogo_kraya.html.

При этом предполагается для определения окончательного показателя в целом, по фактору, натуральные показатели экономических объектов, которые подпадают под влияние гидроузлов, привести к денежной форме. Предлагается оценивать данный показатель путем оценки двух факторов с последующим применением весов 50%.

2.9.1. ЗАТОПЛЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

На основе данных геоинформационной оболочки Федерального агентства по недропользованию (РОСНЕДРА) сопоставляются местоположения месторождений полезных ископаемых с зонами затопления водохранилищ рассматриваемых гидроузлов. В геоинформационной оболочке используются данные о минерально-сырьевой базе на основе информации Государственного кадастра месторождений и проявлений полезных ископаемых (Метаданные: Росгеолфонд 2006–2014), включая:

- металлические ПИ;
- неметаллические ПИ;
- россыпные ПИ;
- проявления ПИ (Металлические, Неметаллические, Россыпные);
- углеводородное сырье;
- угли и горючие сланцы.

Данный фактор оценивается количеством месторождений / проявлений полезных ископаемых, попадающих в зону затопления водохранилища.

2.9.2. ЗАТОПЛЕНИЕ ЗЕМЕЛЬ ЛЕСНОГО ФОНДА И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Ранее в Российской Федерации использовались показатели базового размера платы за перевод земель лесного фонда в иные категории. Предлагается использовать такой показатель с учетом индексации базового размера платы на кумулятивную инфляцию к 2014 г. Для Амурской области, хвойной группы древесных пород, класс бонитета – I–II базового размера платы за перевод земель лесного фонда в земли иных категорий составлял в ценах 2006 г. 270,8 тыс. руб. за га., что в ценах 2014 г. оценивается в размере 489,55 тыс. руб. за га.

Также ранее в Российской Федерации использовались показатели нормативной стоимости освоения новых земель взамен изымаемых сельскохозяйственных угодий для несельскохозяйственных нужд. Предлагается использовать такой показатель с учетом индексации базового размера платы на кумулятивную инфляцию к 2014 г. Амурская область относится к XI зоне почв изымаемых сельскохозяйственных угодий. Норматив стоимости освоения новых земель взамен изымаемых сельскохозяйственных угодий для XI зоны составлял в ценах 1995 г. 2961,41 млн. руб. за га., что в ценах 2014 г. оценивается в размере 489,55 тыс. руб. за га. Фактор оценивается как сумма произведений площади затопления земель лесного фонда на базовый размер платы за перевод земель лесного фонда в земли иных категорий и площади затопления сельскохозяйственных земель на Норматив стоимости освоения новых земель взамен изымаемых сельскохозяйственных угодий.

Описание рассматриваемых гидроузлов

3.1. НОВОВОСКРЕСЕНОВСКИЙ (ХУМА) ГИДРОУЗЕЛ

Нововоскресеновская ГЭС рассматривается к размещению в Амурской области на р. Амур (319 кв. отустья). Проектная мощность ГЭС – 300 МВт, годовая выработка электроэнергии в среднемводных условиях – 1000 млн. кВтч.

Для обеспечения выдачи мощности ГЭС (Рисунок 3.1) необходимо сооружение двухцепной ВЛ 220 кВт Нововоскресеновская ГЭС – ПС Шимановск (80 км), а также расширение ПС Шимановск.

Объем водохранилища определен в 0,35 км³, полезный – 0 км³. Напор – 12 м. Площадь зеркала водохранилища (Рисунок 3.2) – 14,29 тыс. га, затопливается 1,7 тыс. га земель, в том числе 0,7 га сельскохозяйственных угодий, затоплено 1 тыс. га лесопокрытой площади. Переселяется 911 человек (1999)¹.

Предварительный анализ показал, что в зону затопления Нововоскресеновской ГЭС не попадают месторождения минерально-сырьевых ресурсов федерального и регионального значения. Предположительно в зону затопления Нововоскресеновской ГЭС попадает Алексеевское месторождение известняков (Рисунок 3.3.). Отсутствует информация о попадании в зону затопления

Таблица 3.1. Характеристики Нововоскресеновской ГЭС.

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Значение
1.	Напор	м	92,0
2.	НПУ	м	191,0
3.	УМО	м	191,0
4.	Площадь зеркала водохранилища при НПУ	км ²	142,9
5.	Объемы водохранилища: - полный	км ³	0,35
6.	полезный	км ³	0
7.	Установленная мощность	МВт	300
8.	Выработка электроэнергии	млн./кВт·ч	1000
9.	Количество переселяемых людей	Чел.	911
10.	Площадь затопления земель	тыс. га	1,7
11.	Сельхоз угодья	тыс. га	0,7
12.	Лесные земли	тыс. га	1,0

¹ ЗАО ПО «СОВИНТЕРВОД», Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна реки Амур, Москва, 2004 г.

пления Нововоскресеновской ГЭС памятников культурного наследия / археологии. Стоимость строительства в ценах 2014 г. оценивается в 30 458 млн.руб., в том числе на подготовку водохранилища – 4 258 млн. руб., на объекты схемы выдачи мощности – 4 450 млн. руб.

Таблица 3.2. Оценка социально-экономических факторов Нововоскресеновской ГЭС.

Наименование	Ед. изм.	Значение
NPV	тыс.\$	\$160 383
IRR	%	14,965%
PI (бюджетная эффективность)		4,83
Валовой региональный продукт	млн. руб.	699 401
Рыбопродуктивность	тонн	257
Изменение занятости	чел.	911
Переселение населения	чел.	1 610
Затопление и подтопление экономических объектов		
Сельхозугодья и лесные земли	млн. руб.	2 563
Экономические объекты	ед.	1
Затопление памятников культурного наследия / археологии	шт.	н/д



Рисунок 3.1. Схема выдачи мощности Нововоскресеновской ГЭС.

Источник: Схема и программа развития Единой энергетической системы России на 2013–2019 годы

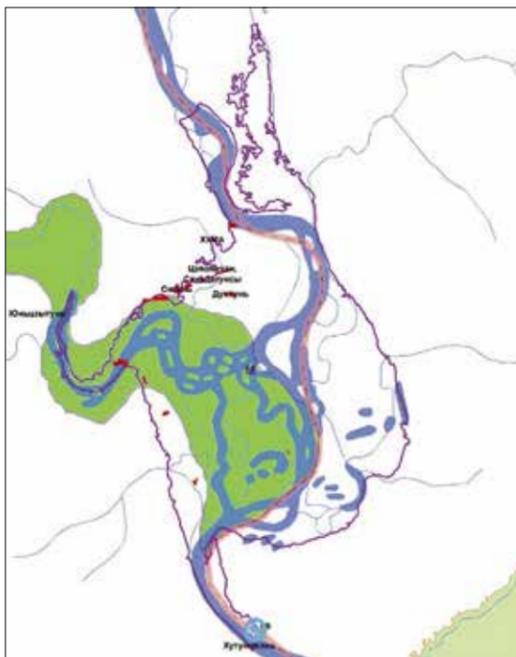


Рисунок 3.2. Схема водохранилища Нововоскресеновской ГЭС.
Источник: ГИС-моделирование. Егидарев Е.Г., Симонов Е.А.

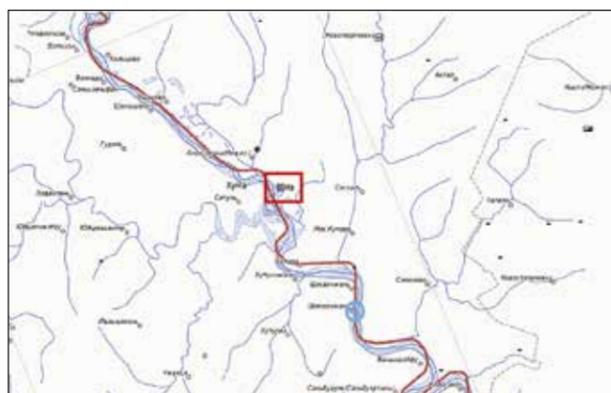


Рисунок 3.3. Экономические объекты в зоне затопления Нововоскресеновской ГЭС.
Источник: <https://gis.sobr.geosys.ru/>

3.2. УСТЬ-КАРСКАЯ ГЭС

Усть-Карская ГЭС рассматривалась к размещению в Усть-Карском районе Забайкальского края.

Проектная мощность ГЭС – 230 МВт, годовая выработка электроэнергии в средневодных условиях – 890 млн./кВтч.

Для обеспечения выдачи мощности ГЭС (Рисунок 3.4) необходимо сооружение двухцепной ВЛ 220 кВ Усть-Карская ГЭС – ПС Жирекен (88 км), а также расширение ПС Жирекен.

Объем водохранилища определен в 1,53 км³. Напор – 40 м. Площадь зеркала водохранилища (Рисунок 3.5) – 11,03 тыс. га.¹

¹ Все оценки, приведенные в примере, показывают воздействие на бассейн реки Буряя, а не на бассейн реки Амур в целом. Замыкающим створом данного примера является створ № 96 (устье реки Буряя).

Затрагиваются в различной степени неблагоприятными влияниями Усть-Карского водохранилища (затопления, подтопления, берегопереработка) населенные пункты: Аргун (118), Бол. Боты (146), Мангидай (168), Уктыча (80), Усть-Карск (1899), Шилкинский Завод (274), Д. О. Чалбучи (38), Старолончаково (205). Переселяется 2928 человек (2012 г.).¹

Предварительный анализ показал, что в зону затопления Усть-Карской ГЭС попадают следующие месторождения минерально-сырьевых ресурсов федерального и регионального значения:

- Екатерининское месторождение мышьяка, золота, свинца, серебра, цинка (Россыпные ПИ)
- Месторождение золота «р. Кара, терраса «Золотая елань» (Россыпные ПИ)
- Месторождение золота «Могильный кл.» (Россыпные ПИ)
- Шилкино-Заводское месторождение охра, мумия (Неметаллические ТПИ)

Предварительный анализ показал, что в зону затопления Усть-Карской ГЭС попадают следующие памятники культурного наследия / археологии:

Наименование	Типология	Адрес:	Источник:
Шилкинская пещера	Геологический памятник природы	Забайкальский край, Сретенский район, Усть-Карск	https://gisatlas-vsegei.sobr.geosys.ru/ru/info/gisatlas/sfo/zabaykalsky_kray/021_geol_pam.jpg
Жертвенник с погребением (в пещере)	Выявленные объекты	с. Уктыча, вост. окраина села, скалы на левобережье р. Шилка	http://xn--80arpechxphc1h.xn--80aaaac8algcbgbc3fl0q.xn-p1ai/okn/oknspisok.html
Могильник курганный	Выявленные объекты	с. Уктыча, 4 км вост. села, левая приустьевая часть р. Уктыча, на склоне у дороги	http://xn--80arpechxphc1h.xn--80aaaac8algcbgbc3fl0q.xn-p1ai/okn/oknspisok.html
Могильник (курганный)	Выявленные объекты	с. Усть-Карск, 9 км юго-зап. поселка, 2 км выше устья р. Богача	http://xn--80arpechxphc1h.xn--80aaaac8algcbgbc3fl0q.xn-p1ai/okn/oknspisok.html
наскальные рисунки	Выявленные объекты	с. Усть-Карск, 9 км юго-зап. поселка, левый берег р. Богача, 2 км выше устья	http://xn--80arpechxphc1h.xn--80aaaac8algcbgbc3fl0q.xn-p1ai/okn/oknspisok.html
Поселение	Выявленные объекты	с. Усть-Карск, 4 км юго-зап. поселка, устье р. Кулинда, по правому борту	http://xn--80arpechxphc1h.xn--80aaaac8algcbgbc3fl0q.xn-p1ai/okn/oknspisok.html
Поселение	Выявленные объекты	с. Усть-Карск, 3 км юго-зап. поселка, устье р. Кулинда, по правому борту	http://xn--80arpechxphc1h.xn--80aaaac8algcbgbc3fl0q.xn-p1ai/okn/oknspisok.html
Стоянка в пещере	Выявленные объекты	с. Усть-Карск, 5,5 км юго-зап. поселка, левый берег р. Шилка, левый борт долины р. Ерикан, 1 км выше устья	http://xn--80arpechxphc1h.xn--80aaaac8algcbgbc3fl0q.xn-p1ai/okn/oknspisok.html
Поселение многослойное	Выявленные объекты	с. Чалбучи, 1 км зап. села, на левобережной террасе р. Шилка, у вост. склога г. Масляной	http://xn--80arpechxphc1h.xn--80aaaac8algcbgbc3fl0q.xn-p1ai/okn/oknspisok.html

¹ Все оценки, приведенные в примере, показывают воздействие на бассейн реки Буряя, а не на бассейн реки Амур в целом. Замыкающим створом данного примера является створ № 96 (устье реки Буряя).

Поселение	Выявленные объекты	с. Чалбучи, 6 км сев. села, устье р. Чалбучи, по правому борту	http://xn--80arqechxphc1h.xn--80aaaac8algcbgbc3f10q.xn--p1ai/okn/oknspisok.html
Поселение	Выявленные объекты	с. Шилкинский Завод, 5 км юго-зап. села, в устье р. Гордой, по правому борту	http://xn--80arqechxphc1h.xn--80aaaac8algcbgbc3f10q.xn--p1ai/okn/oknspisok.html
Поселение Шилкинский Завод-1	Выявленные объекты	с. Шилкинский Завод, юго-зап. окраина села, на 10 м левобережной террасе р. Шилка	http://xn--80arqechxphc1h.xn--80aaaac8algcbgbc3f10q.xn--p1ai/okn/oknspisok.html

Стоимость строительства в ценах 2014 г. оценивается в 27 647 млн. руб., в том числе на подготовку водохранилища – 3 287 млн. руб., на объекты схемы выдачи мощности – 4 770 млн. руб.

Таблица 3.3. Характеристики Усть-Карской ГЭС.

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Значение
1.	Напор	м	40,0
2.	Площадь зеркала водохранилища при НПУ	км ²	110,3
3.	Объемы водохранилища – полный	км ³	1,53
4.	Установленная мощность	МВт	230
5.	Выработка электроэнергии	млн. кВт·ч	890
6.	Количество переселяемых людей	чел.	2928

Таблица 3.4. Оценка социально-экономических факторов Усть-Карской ГЭС.

Наименование	Ед. изм.	Значение
NPV	тыс. \$	\$87 742
IRR	%	13,91%
PI (бюджетная эффективность)		4,10
Валовой региональный продукт	млн. руб.	556 104
Рыбопродуктивность	тонн	199
Изменение занятости	чел.	1 249
Переселение населения	чел.	2928
Затопление и подтопление экономических объектов	.	
Сельхозугодья и лесные земли	млн. руб	5217
Экономические объекты	ед.	3
Затопление памятников культурного наследия / археологии	шт.	12



Рисунок 3.4. Схема выдачи мощности Усть-Карской ГЭС.

Источник: Схема и программа развития Единой энергетической системы России на 2013–2019 годы.

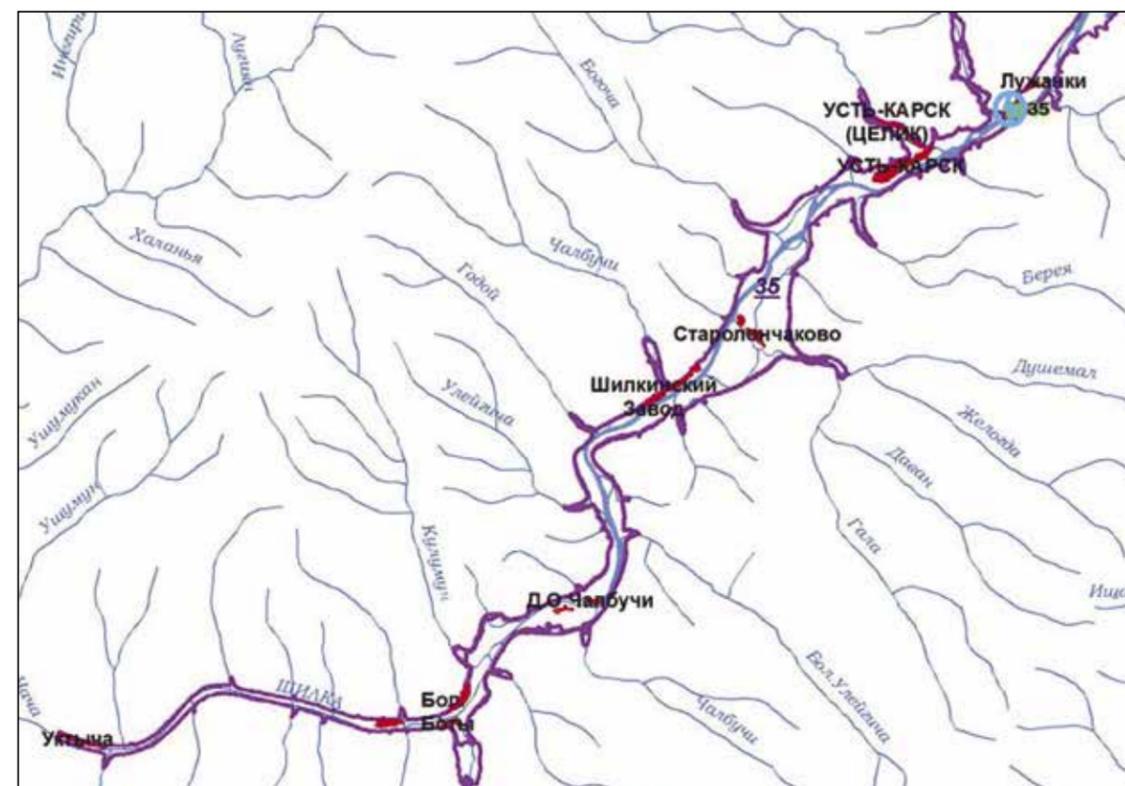


Рисунок 3.5. Схема водохранилища Усть-Карской ГЭС.

Источник: ГИС-моделирование. Егидарев Е.Г., Симонов Е.А.

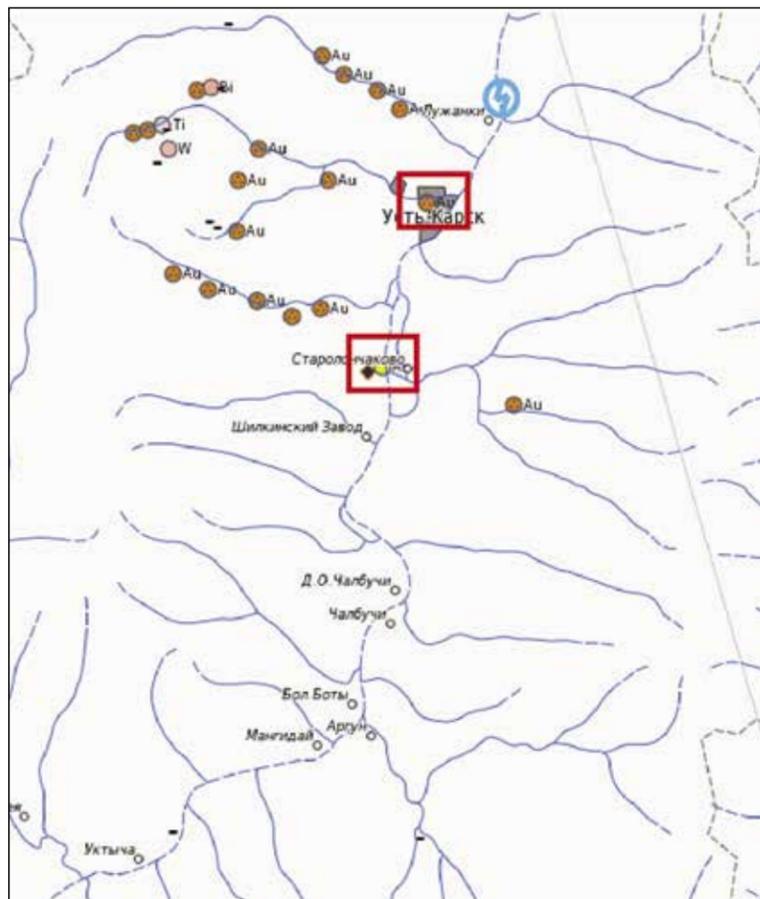


Рисунок 3.6. Экономические объекты в зоне затопления Усть-Карской ГЭС.
 Источник: <https://gis.sobr.geosys.ru/>

3.3. ДЖАЛИНДИНСКИЙ (ЛЯОНИНЬСКИЙ) ГИДРОУЗЕЛ

Створ плотины расположен в Хинганской области Тахэсского уезда провинции Хэйлуцзян (КНР) и районе н.п. Сковородино Амурской области. Створ плотины находится между устьями левых притоков р. Амур – рр. Бургали и Бол. Невер в 693 км. от устья.

Проектная мощность ГЭС – 600 МВт, годовая выработка электроэнергии в средневодных условиях – 3000 млн./кВтч.

Для обеспечения выдачи мощности ГЭС (Рисунок 3.4) необходимо сооружение двухцепной ВЛ 220 кВ Джалиндинская ГЭС – ПС Сковородино (56 км), а также расширение ПС Сковородино.

Объем водохранилища определен в 7,86 км³, полезный объем – 1,82 км³. Напор – 43 м. Площадь зеркала водохранилища (Рисунок 3.8) – 41,4 тыс. га, затопливается 28,8 тыс. га земель, в том числе 3,24 га сельскохозяйственных угодий, 23,44 тыс. га лесопокрытой площади. Переселяется 5718 человек (1999 г.¹).

Предварительный анализ показал, что в зону затопления Джалиндинской ГЭС не попадают месторождения минерально-сырьевых ресурсов федерального и регионального значения.

В зону затопления попадает несколько месторождений золота, бериллия, доломита.²

Таблица 3.5. Характеристики Джалиндинской ГЭС.

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Значение
1.	Средний напор	м	43,0
2.	НПУ	м	303,0
3.	УМО	м	298,5
4.	Площадь зеркала водохранилища при НПУ	км ²	414,0
5.	Объемы водохранилища: - полный	км ³	7,86
6.	- полезный	км ³	1,82
7.	Установленная мощность	МВт	600
8.	Выработка электроэнергии	млн. кВт·ч	3000
9.	Количество переселяемых людей	чел.	5718
10.	Площадь затопления земель	тыс. га	26,68
11.	Сельхозугодья	тыс. га	3,24
12.	Лесные земли	тыс. га	23,44

Таблица 3.6. Оценка социально-экономических факторов Джалиндинской ГЭС.

Наименование	Ед. изм.	Значение
NPV	тыс. \$	\$ 639 425
IRR	%	19,20%
PI (бюджетная эффективность)		10,55
Валовой региональный продукт	млн. руб.	1 656 521
Рыбопродуктивность	тонн	745
Изменение занятости	чел.	3 186
Переселение населения	чел.	5718
Затопление и подтопление экономических объектов	.	
Сельхозугодья и лесные земли	млн. руб	21 070
Экономические объекты	ед.	4
Затопление памятников культурного наследия / археологии	шт.	15

¹ ЗАО ПО «СОВИНТЕРВОД», Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна реки Амур, Москва, 2004 г.

² Готванский В. И. Бассейн Амура: осваивая – сохранить. 2007.

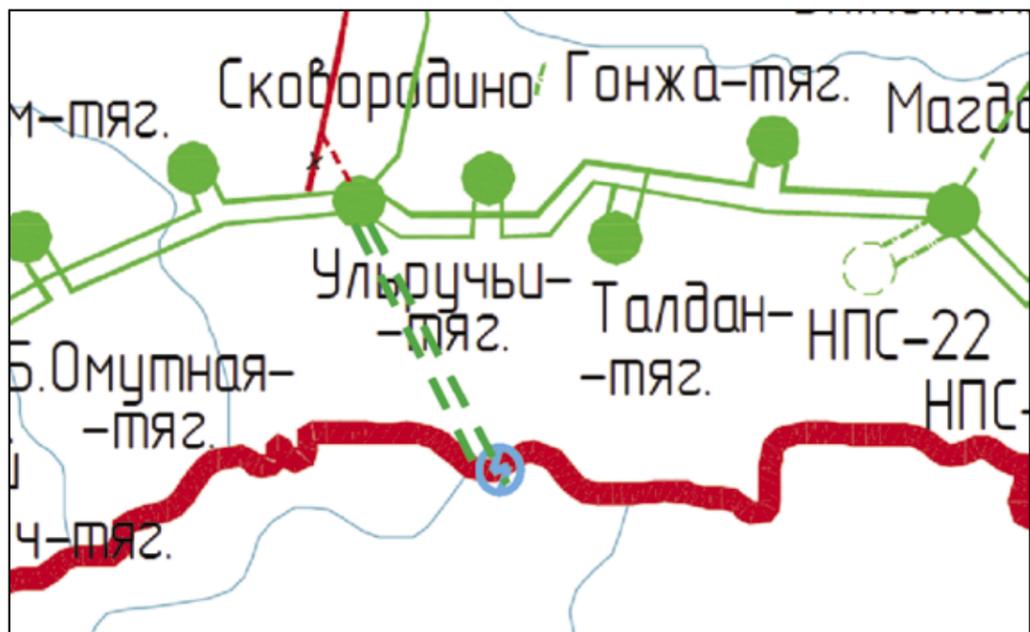


Рисунок 3.7. Схема выдачи мощности Джалиндинской ГЭС.

Источник: Схема и программа развития Единой энергетической системы России на 2013–2019 годы.

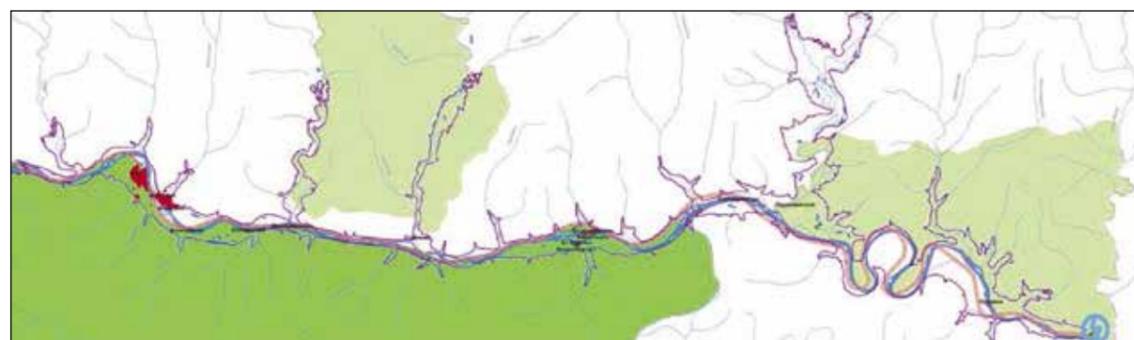


Рисунок 3.8. Схема водохранилища Джалиндинской ГЭС.

Источник: ГИС-моделирование. Егидарев Е.Г., Симонов Е. А.

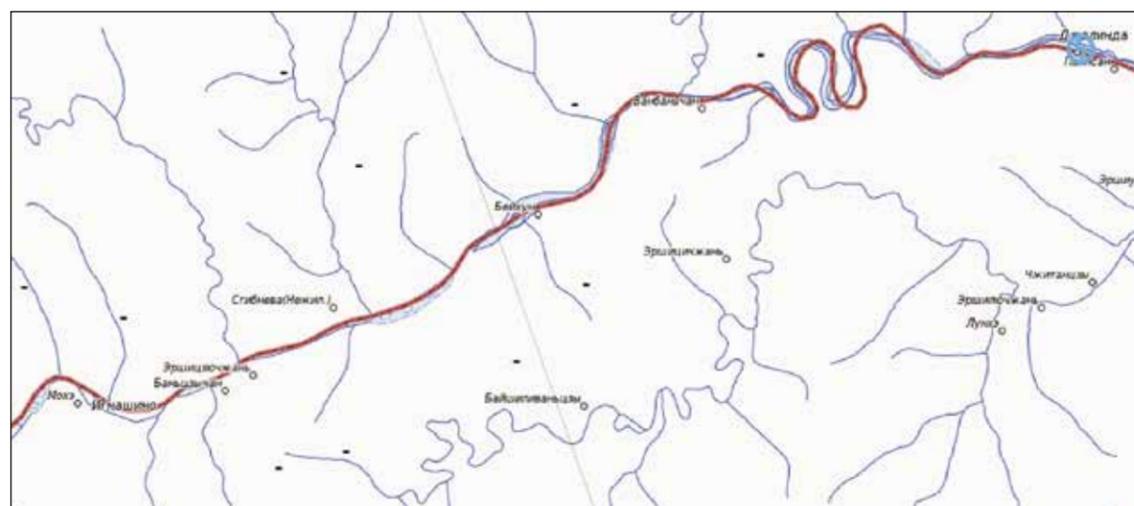


Рисунок 3.9. Экономические объекты в зоне затопления Джалиндинской ГЭС.

Источник: <https://gis.sobr.geosys.ru/>

3.4. ХИНГАНСКИЙ (ТАЙПИНГОСКИЙ) ГИДРОУЗЕЛ

Створ плотины расположен в уезде Лобэй провинции Хэйлунцзян (КНР) и районе н.п. Амурзет Еврейской Автономной области (ЕАО) на реке Амур в 422,6 км от устья.

Проектная мощность ГЭС – 1200 МВт, годовая выработка электроэнергии в средневодных условиях – 5800 млн./кВтч.

Для обеспечения выдачи мощности ГЭС (Рисунок 3.10) необходимо сооружение двухцепной ВЛ 220 кВ Хинганская ГЭС – ПС Облучье (105 км) и одноцепная ВЛ 500 кВ Хинганская ГЭС – ПС Хабаровская (240 км), а также расширение ПС Облучье и ПС Хабаровская.

Объем водохранилища определен в 1,14 км³, полезный объем – 0. Напор – 16 м. Площадь зеркала водохранилища – 36,55 тыс. га, затопляется 4,65 тыс. га земель, в том числе 2,69 га сельскохозяйственных угодий, затоплено 1,96 тыс. га лесопокрытой площади.¹

Затрагиваются в различной степени неблагоприятными влияниями Хинганского водохранилища (затопления, подтопления, берегопереработка) населенные пункты (2013 г.): Касаткино (401), Новопокровка (108), Сагибово (51), Пашково (766), Радде (566). Переселяется 8438 человек (1999 г.)².

Водохранилищем Хинганской ГЭС будут затоплены месторождения: цеолитов вблизи с. Радде в 200 м от берега.³

Предварительный анализ показал, что в зону затопления Хинганской ГЭС попадает 3 памятника культурного наследия / археологии:

Наименование	Типология	Адрес:	Ссылка:
Поселение	Памятники археологии	Амурская область, Архаринский район, 1,5–2 км сев.-зап. с.Новопокровка, сев. дороги в с. Касаткино	http://kulturnoe-nasl-edie.ru/monuments.php?id=2800075000
Поселение. Стоянка. Комплекс памятников	Памятники археологии	Амурская область, Архаринский район, 2,5–3 км сев.-зап. с. Новопокровка, в урочище «Белый свет»	http://kulturnoe-nasl-edie.ru/monuments.php?id=2800076000
Поселение	Памятники археологии	Амурская область, Архаринский район, с. Сагибово, остров Урильский	http://kulturnoe-nasl-edie.ru/monuments.php?id=2800078000

Стоимость строительства в ценах 2014 г. оценивается в 82 761 млн. руб., в том числе на подготовку водохранилища – 10 891 млн. руб., на объекты схемы выдачи мощности – 13 670 млн. руб.

Таблица 3.7. Характеристики Хинганской ГЭС.

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Значение
1.	Напор	м	16,0
2.	НПУ	м	80,0
3.	УМО	м	78,0

1 ЗАО ПО «СОВИНТЕРВОД», Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна реки Амур, Москва, 2004 г.
 2 ЗАО ПО «СОВИНТЕРВОД», Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна реки Амур, Москва, 2004 г.
 3 Готванский В. И. Бассейн Амура: осваивая – сохранить. 2007.

4.	Площадь зеркала водохранилища при НПУ	км ²	365,5
5.	Объемы водохранилища: - полный	км ³	1,14
6.	– полезный	км ³	0
7.	Установленная мощность	МВт	1200
8.	Выработка электроэнергии	млрд. кВт·ч	5800
9.	Количество переселяемых людей	чел.	8438
10.	Площадь затопления земель	тыс. га	4,65
11.	Сельхозугодья	тыс. га	2,69
12.	Лесные земли	тыс. га	1,96

Таблица 3.8. Оценка социально-экономических факторов Хинганской ГЭС.

Наименование	Ед. изм.	Значение
NPV	тыс. \$	\$1 109 842
IRR	%	18,34%
PI (бюджетная эффективность)		35,22
Валовой региональный продукт	млн. руб.	3 607 764
Рыбопродуктивность	тонн	658
Изменение занятости	чел.	5 077
Переселение населения	чел.	8438
Затопление и подтопление экономических объектов	.	
Сельхозугодья и лесные земли	млн. руб.	8 926
Экономические объекты	ед.	1
Затопление памятников культурного наследия / археологии	шт.	3



Рисунок 3.10. Схема выдачи мощности Хинганской ГЭС.

Источник: Схема и программа развития Единой энергетической системы России на 2013–2019 годы.

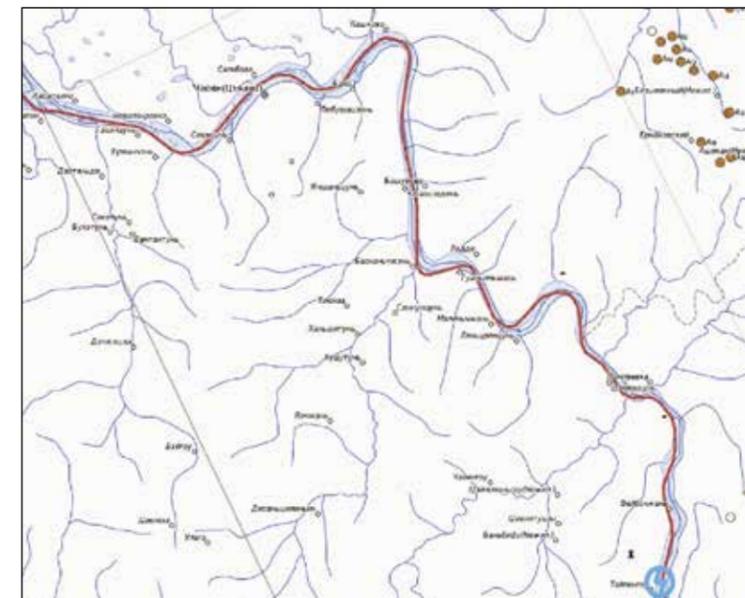


Рисунок 3.11. Экономические объекты в зоне затопления Джалиндинской ГЭС.

Источник: <https://gis.sobr.geosys.ru/>

3.5. СЕЛЕМДЖИНСКАЯ (ДАГМАРСКАЯ) ГЭС

Место расположения Селемджинской ГЭС – Амурская область, р. Селемджа.

Проектная мощность ГЭС – 300 МВт (2x150 МВт), годовая выработка электроэнергии в средних условиях – 1,07 млрд. кВтч.

Для обеспечения выдачи мощности (Рисунок 3.12) рекомендуется сооружение:

- заходов ВЛ 220 кВ Новокиевка – Февральск на Селемджинскую ГЭС (2x20 км);
- ВЛ 220 кВ Селемджинская ГЭС – Амурская (100 км).

Объем водохранилища определен в 7,0 км³, полезный объем – 5,2. Напор – 16 м. Площадь зеркала водохранилища (Рисунок 3.13) – 86,23 тыс. га, затопляется 26,9 тыс. га земель, в том числе 1,00 га сельскохозяйственных угодий, затоплено 9,00 тыс. га лесопокрытой площади. Затрагиваются в различной степени неблагоприятными влияниями Селемджинского водохранилища (затопления, подтопления, берегопереработка) населенные пункты: Норск (355)¹.

Предварительный анализ показал, что в зону затопления Селемджинской ГЭС попадают следующие месторождения полезных ископаемых (Рисунок 3.14):

- месторождение золота «Северный руч., прав. пр. р. Будаки мал.» (Россыпные ПИ);
- месторождение золота «Южный руч., лев. пр. руч. Лядовский (басс. р. Будаки Бол.)» (Россыпные ПИ);
- месторождение золота «Якунинский руч., прав. пр. руч. лядовский» (Россыпные ПИ);
- месторождение золота «Будаки бол. р. + уч-к мальцевский (2 объекта ГБЗ)» (Россыпные ПИ);
- месторождение золота «Ветвистый руч.» (Россыпные ПИ).

Отсутствует информация о попадании в зону затопления Селемджинской ГЭС памятников культурного наследия / археологии.

Стоимость строительства в ценах 2014 г. оценивается в 74 371 млн. руб., в том числе на подготовку водохранилища – 25 695 млн. руб., на объекты схемы выдачи мощности – 9 350 млн. руб.

¹ Всероссийская перепись населения 2010 года.

Таблица 3.9. Характеристики Селемджинской ГЭС.

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Значение
1.	Максимальный статический напор	м	39,0
2.	НПУ	м	225,0
3.	УМО	м	214,0
4.	Площадь зеркала водохранилища при НПУ	км ²	862,3
5.	Объемы водохранилища: - полный	км ³	7,0
6.	- полезный	км ³	5,2
7.	Установленная мощность	МВт	300
8.	Выработка электроэнергии	млрд. кВт·ч	1,07
9.	Количество переселяемых людей	чел.	355
10.	Площадь затопления земель	тыс. га	26,9
11.	Сельхозугодья	тыс. га	1,00
12.	Лесные земли	тыс. га	9,00

Таблица 3.10. Оценка социально-экономических факторов Селемджинской ГЭС.

Наименование	Ед. изм.	Значение
NPV	тыс. \$	\$ 129 823
IRR	%	10,64%
PI (бюджетная эффективность)		1,39
Валовой региональный продукт	млн. руб.	718 086
Рыбопродуктивность	тонн	1 552
Изменение занятости	чел.	1 610
Переселение населения	чел.	355
Затопление и подтопление экономических объектов		
Сельхозугодья и лесные земли	млн. руб.	7 367
Экономические объекты	ед.	5
Затопление памятников культурного наследия / археологии	шт.	н/д

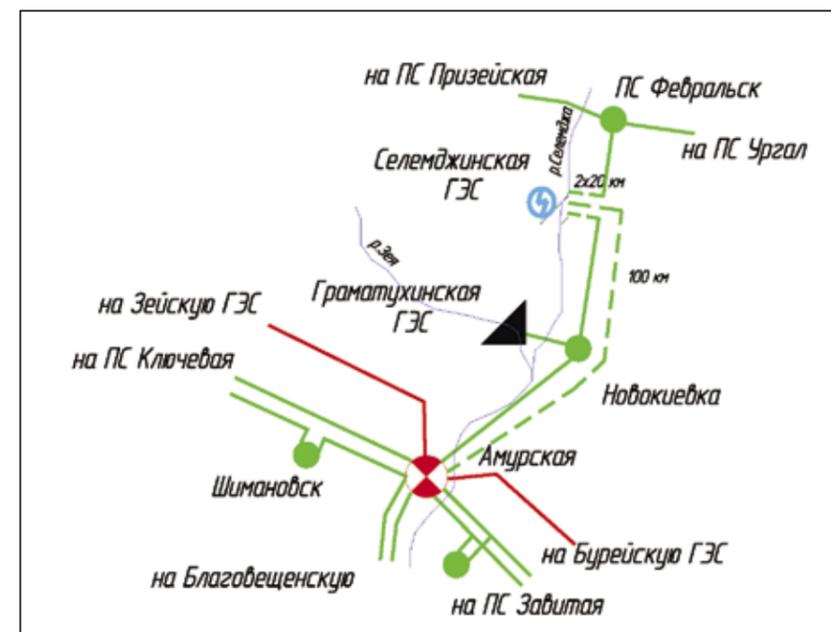


Рисунок 3.12. Схема выдачи мощности Селемджинской ГЭС.

Источник: Программа развития гидроэнергетики России на период до 2020 года и на перспективу до 2030 года.

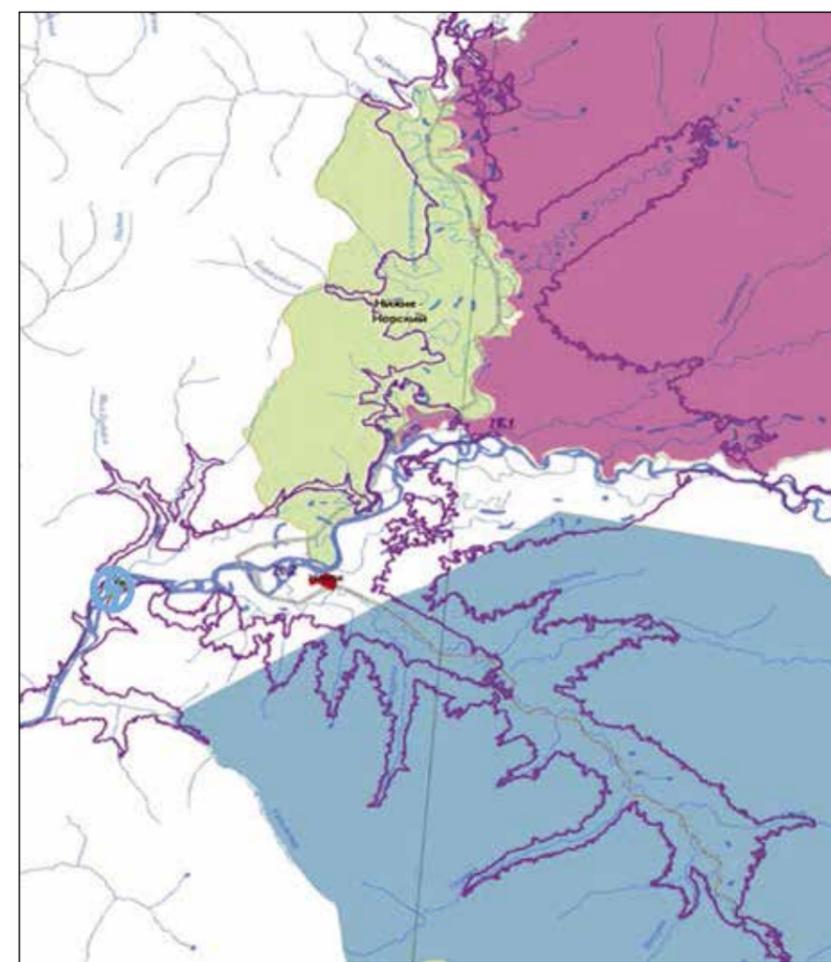


Рисунок 3.13. Схема водохранилища Селемджинской ГЭС.

Источник: ГИС-моделирование. Егидарев Е.Г., Симонов Е.А.

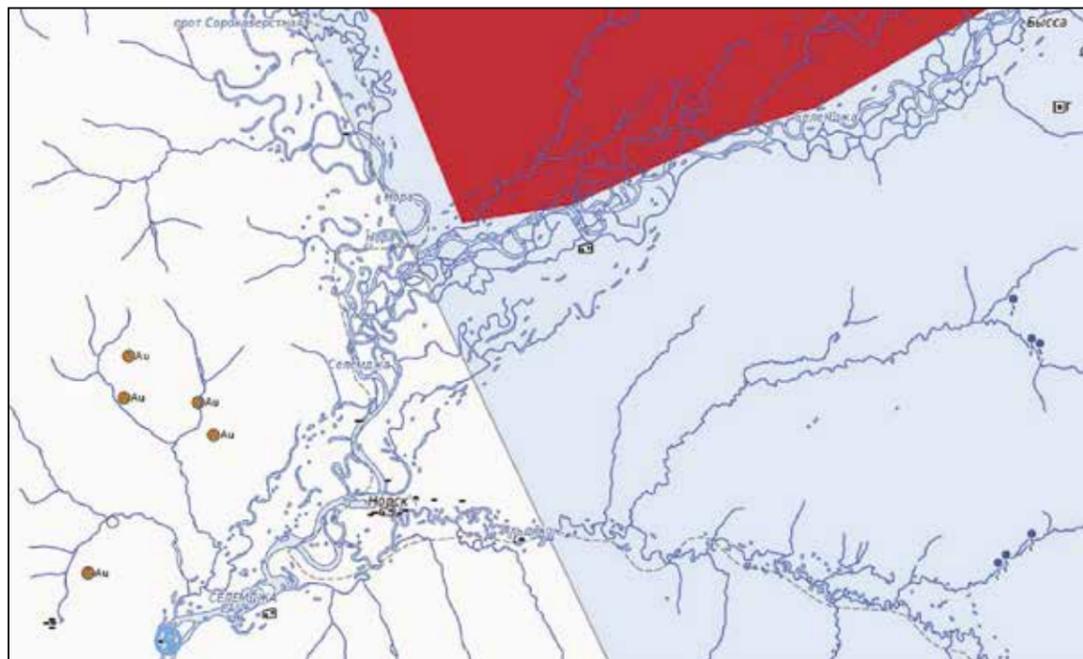


Рисунок 3.14. Экономические объекты в зоне затопления Селемджинской ГЭС.

Источник: <https://gis.sobr.geosys.ru/>

3.6. ШИЛКИНСКАЯ (ТРИНСИБИРСКАЯ) ГЭС

Шилкинская ГЭС проектной мощностью 736 МВт будет сооружаться в Читинской области на реке Шилка. Среднегодовая выработка станции 2900 млн.кВтч.

Схема выдачи энергии Транссибирской ГЭС (Рисунок 3.15) предусматривает подключение к электрическим сетям МЭС энергосистемы Забайкальского края. Предполагается сооружение заходов двухцепной ВЛ 220 кВ Чита-Холбон на Шилкинскую ГЭС 4х50 км.¹

Объем водохранилища определен в 15,4 км³, полезный объем – 9,48 км³. Напор – 84,8 м. Площадь зеркала водохранилища (Рисунок 3.16) – 47,00 тыс. га, затопляется 48,87 тыс. га земель, в том числе 2,2 га сельскохозяйственных угодий, затоплено 41,27 тыс. га лесопокрытой площади. Затрагиваются в различной степени неблагоприятными влияниями Шилкинского водохранилища (затопления, подтопления, берегопереработка) населенные пункты: Аникино (2), Часовая (4), Горбица (56), Усть-Черная (29), Нижние Куларки (184), Верхние Куларки (360), Лужанки (33), Усть-Карск (1899), Старолончаково (205), Шилкинский Завод (274), Чалбучи (31), Д.О.Чалбучи (38), Аргун (118), Мангидай (168). Переселяется 3401 человек (2012 г.).²

Предварительный анализ показал, что в зону затопления Транссибирской ГЭС попадают следующие месторождения полезных ископаемых:

- месторождение золота «Никиткино» (Россыпные ПИ);
- месторождение золота «Желтуга р. / террасовые россыпи долины р.желтуга/»;
- месторождение золота «Куларки р.» (Россыпные ПИ);
- Екатеринбургское месторождение мышьяка, золота, свинца, серебра, цинка;
- месторождение золота «р. Кара, терраса «Золотая елань» (Россыпные ПИ);
- месторождение золота «Могильный кл.» (Россыпные ПИ);
- Шилкино-Заводское месторождение охра, мумия (Неметаллические ТПИ).

¹ Программа развития гидроэнергетики России на период до 2020 года и на перспективу до 2030 года. ОАО «Инженерный центр ЕЭС», Филиал «Институт Гидропроект». 2007 г.

² Транссибирская (Шилкинская) ГЭС. Проектные проработки к Ходатайству (Декларации) о намерениях. ЗАО «Сибирский ЭНТЦ», Красноярский филиал, Институт Красноярскгидропроект. 2012 г.

Предварительный анализ показал, что в зону затопления Шилкинской ГЭС попадают 138 памятников культурного наследия / археологии¹.

Стоимость строительства в ценах 2014 г. оценивается в 67 119 млн. руб., в том числе на подготовку водохранилища – 13 179 млн.руб., на объекты схемы выдачи мощности – 9 701 млн.руб.

Таблица 3.11. Характеристики Шилкинской ГЭС.

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Значение
1.	Максимальный статический напор	м	94,0
2.	НПУ	м	420,0
3.	УМО	м	392,0
4.	Площадь зеркала водохранилища при НПУ	км ²	470,0
5.	Объемы водохранилища: - полный	км ³	15,4
6.	- полезный	км ³	9,48
7.	Установленная мощность	МВт	736
8.	Выработка электроэнергии	млн. кВт·ч	2900
9.	Количество переселяемых людей	чел.	3401
10.	Площадь затопления земель	тыс. га	41,27
11.	Сельхозугодья	тыс. га	2,2
12.	Лесные земли	тыс. га	41,27

Таблица 3.12. Оценка социально-экономических факторов Шилкинской ГЭС.

Наименование	Ед. изм.	Значение
NPV	тыс. \$	\$505 027
IRR	%	16,32%
PI (бюджетная эффективность)		44,15
Валовый региональный продукт	млн. руб.	2 082 567
Рыбопродуктивность	тонн	846
Изменение занятости	чел.	4 480
Переселение населения	чел.	3 401
Затопление и подтопление экономических объектов		
Сельхозугодья и лесные земли	млн. руб.	26 719
Экономические объекты	ед.	7
Затопление памятников культурного наследия / археологии	ед.	138

¹ Транссибирская (Шилкинская) ГЭС. Проектные проработки к Ходатайству (Декларации) о намерениях. ЗАО «Сибирский ЭНТЦ», Красноярский филиал, Институт Красноярскгидропроект. 2012 г.

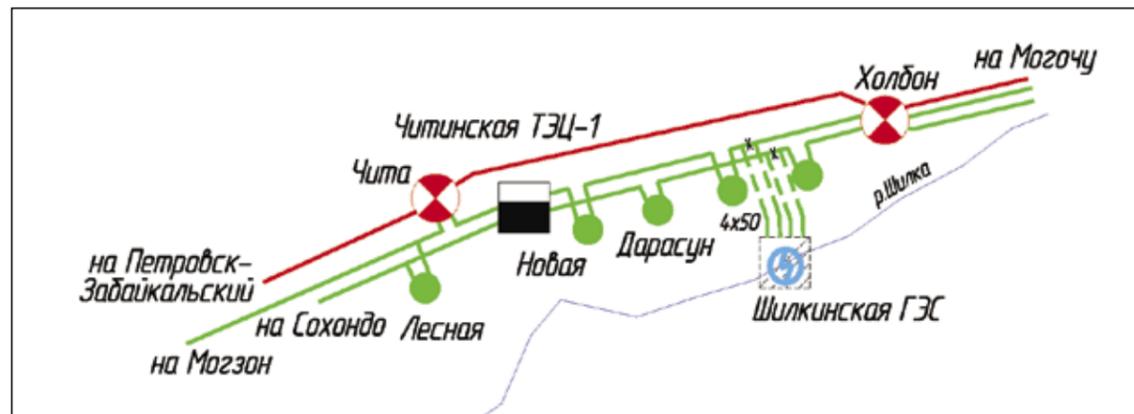


Рисунок 3.15. Схема выдачи мощности Шилкинской ГЭС.

Источник: Программа развития гидроэнергетики России на период до 2020 года и на перспективу до 2030 года.

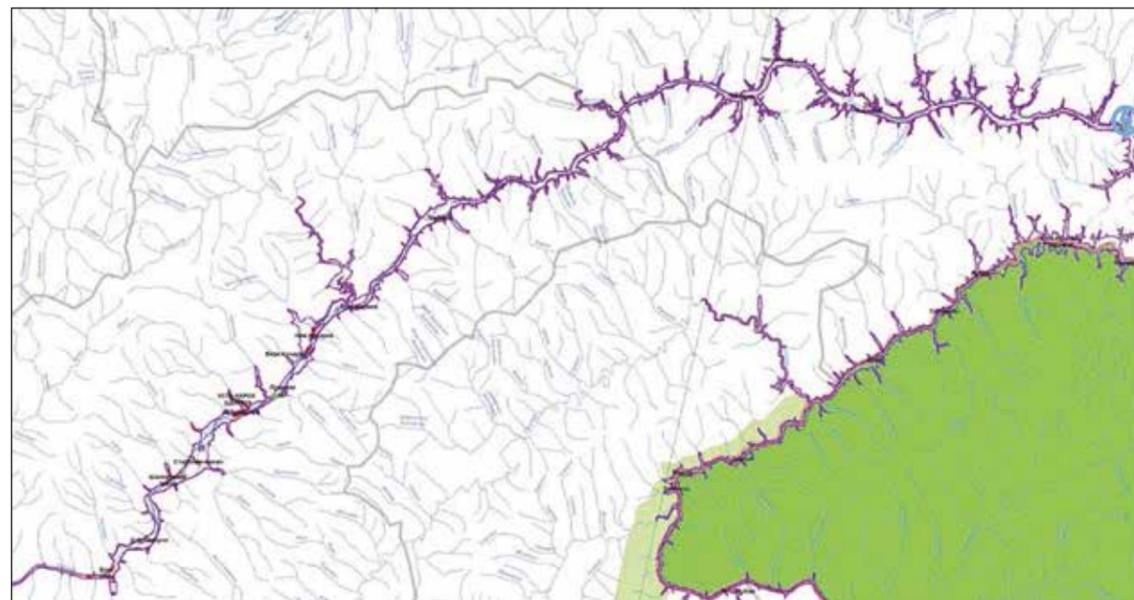


Рисунок 3.16. Схема водохранилища Шилкинской ГЭС.

Источник: ГИС-моделирование. Егидарев Е.Г., Симонов Е.А.

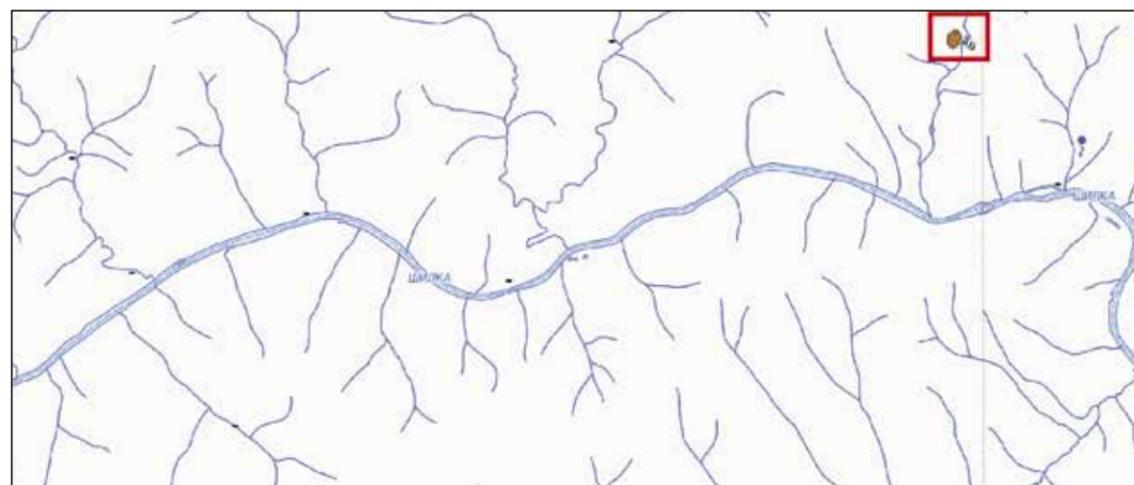
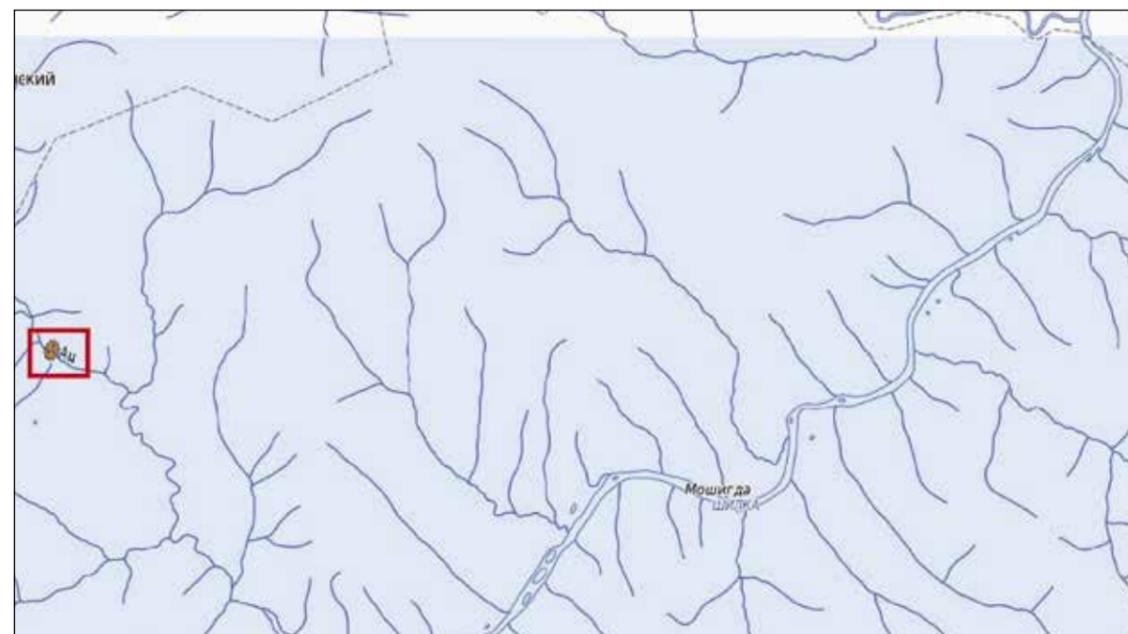
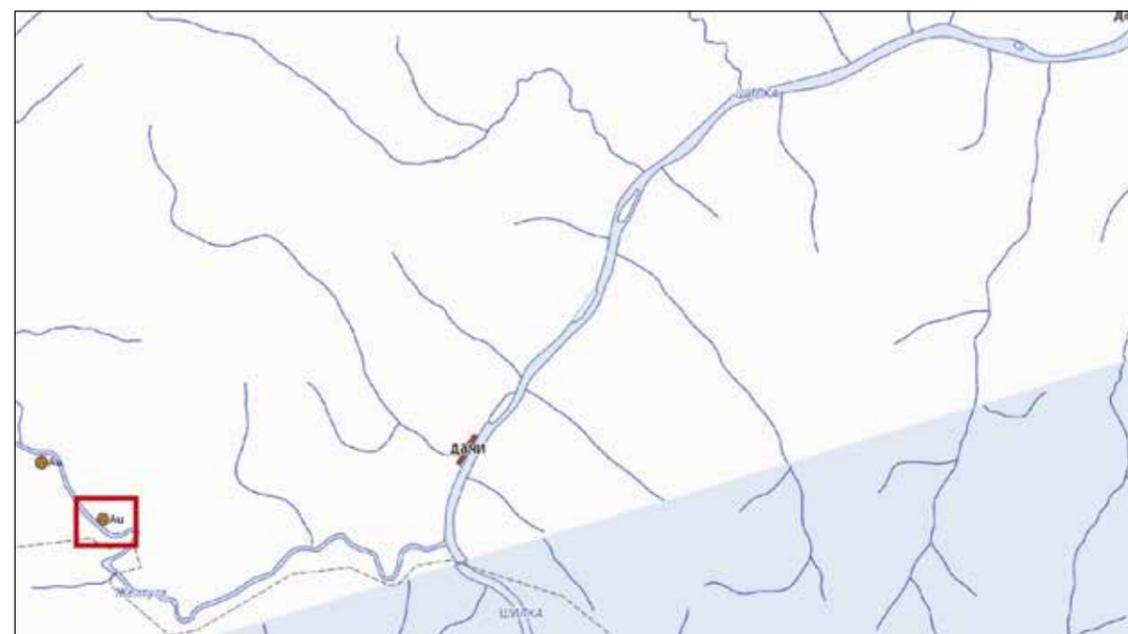
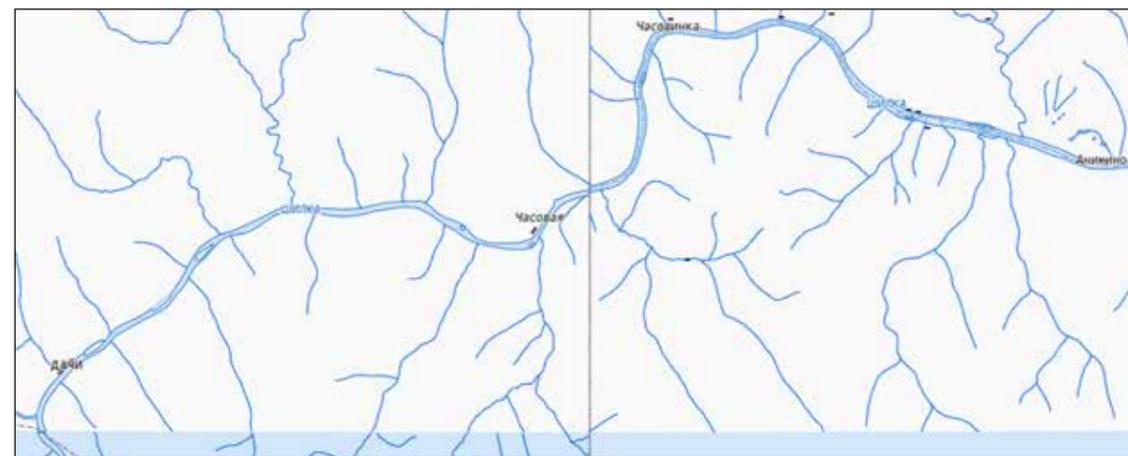
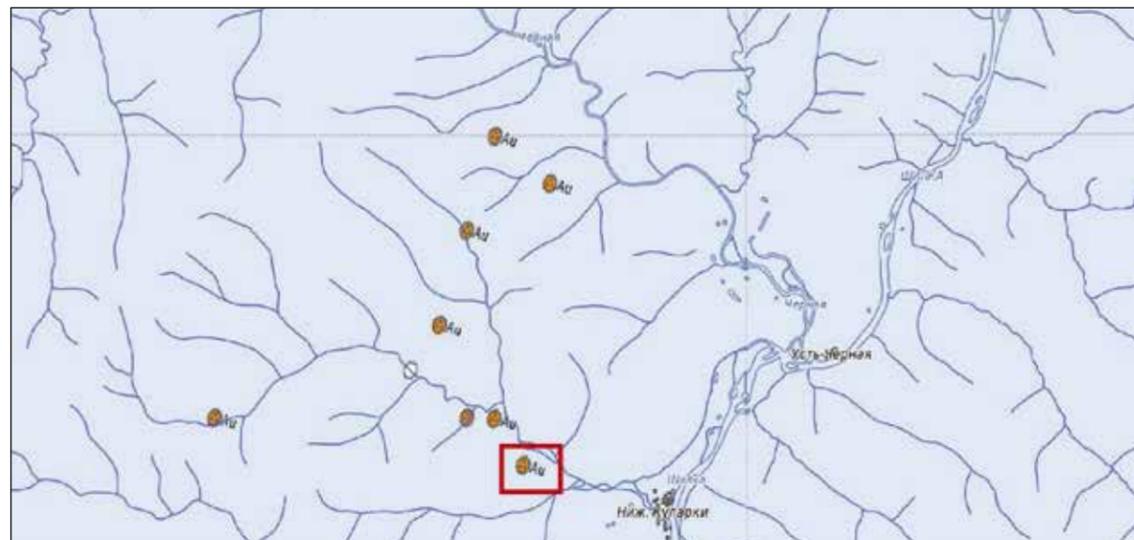


Рисунок 3.17. Экономические объекты в зоне затопления Шилкинской ГЭС.





Источник: <https://gis.sobr.geosys.ru/>

3.7. УТЕСНАЯ ГЭС

В нижнем бьефе Шилкинской ГЭС предусматривается сооружение контррегулирующей ГЭС – Утесной.

Для обеспечения выдачи мощности ГЭС (Рисунок 3.18) необходимо сооружение двухцепной ВЛ 220 кВ до Транссибирской (Шилкинской) ГЭС (2х30 км).

Площадь зеркала водохранилища (Рисунок 3.19) – 1,17 тыс. га.¹

По предварительной оценке строительство ГЭС не требует переселения.

Предварительный анализ показал, что в зону затопления Утесной ГЭС не попадают месторождения полезных ископаемых.

Отсутствует информация о попадании в зону затопления Утесной ГЭС памятников культурного наследия / археологии.

Стоимость строительства в ценах 2014 г. оценивается в 11 769 млн. руб., в том числе на подготовку водохранилища – 349 млн. руб., на объекты схемы выдачи мощности – 1 200 млн. руб.

Таблица 3.13. Характеристики Утесной ГЭС.

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Значение
1.	Максимальный статический напор	м	17,0
2.	НПУ	м	430,0
3.	УМО	м	410,0
4.	Площадь зеркала водохранилища при НПУ	км ²	11,7
5.	Объемы водохранилища: - полный	км ³	6,13
6.	- полезный	км ³	3,25
7.	Установленная мощность	МВт	70
8.	Выработка электроэнергии	млн. кВт·ч	416

Таблица 3.14. Оценка социально-экономических факторов Утесной ГЭС

Наименование	Ед. изм.	Значение
NPV	тыс. \$	\$ 15 149
IRR	%	11,45%
PI (бюджетная эффективность)		4,94
Валовой региональный продукт	млн. руб.	196 776
Рыбопродуктивность	тонн	21
Изменение занятости	чел.	393
Переселение населения	чел.	0
Затопление и подтопление экономических объектов		

¹ ГИС-моделирование. Егидарев Е.Г., Симонов Е.А.

Сельхоз угодья и лесные земли	млн.руб.	553
Экономические объекты	ед.	0
Затопление памятников культурного наследия / археологии	ед.	н/д



Рисунок 3.18. Схема выдачи мощности Утесной ГЭС.

Источник: Схема и программа развития Единой энергетической системы России на 2013–2019 годы

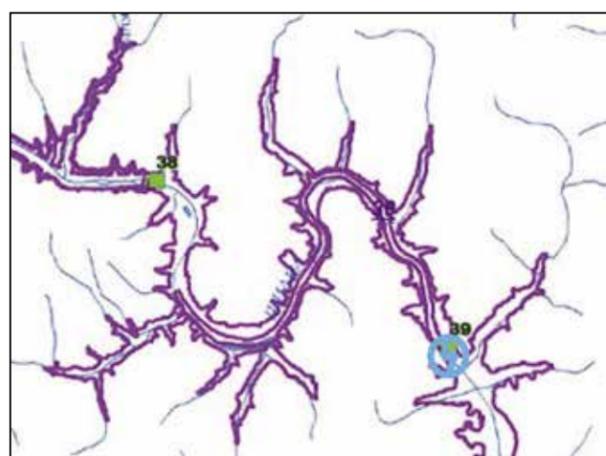


Рисунок 3.19. Схема водохранилища Утесной ГЭС.

Источник: ГИС-моделирование. Егидарев Е.Г., Симонов Е.А.

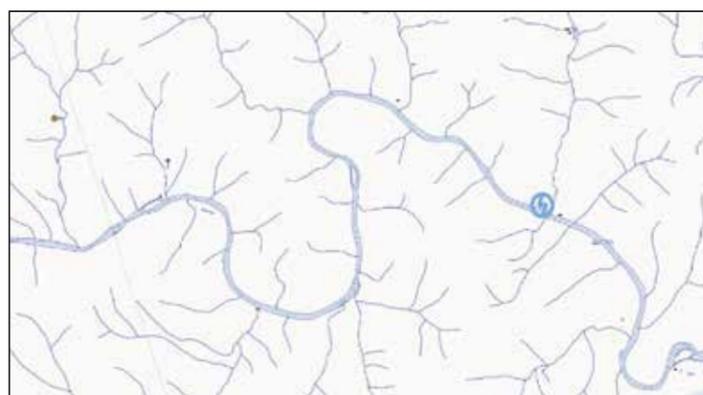


Рисунок 3.20. Экономические объекты в зоне затопления Утесной ГЭС

Источник: <https://gis.sobr.geosys.ru/>

3.8. ТРАНССИБИРСКАЯ ГЭС + УТЕСНАЯ ГЭС

Данный сценарий предполагает строительство Транссибирской (Шилкинской) ГЭС вместе контррегулятором – Утесной ГЭС.

Этот сценарий учитывает совокупные параметры двух ГЭС, в т.ч. в отношении схемы выдачи мощности, водохранилища и других факторов.

Стоимость строительства в ценах 2014 г. оценивается в 74 197 млн. руб., в том числе на подготовку водохранилища – 14 354 млн.руб., на объекты схемы выдачи мощности – 10 901 млн. руб.

Таблица 3.15. Оценка социально-экономических факторов Транссибирской +Утесной ГЭС

Наименование	Ед. изм.	Значение
NPV	тыс. \$	\$ 487 645
IRR	%	15,75%
PI (бюджетная эффективность)		25,05
Валовый региональный продукт	млн. руб.	2 230 360
Рыбопродуктивность	тонн	867
Изменение занятости	чел.	4 873
Переселение населения	чел.	3 401
Затопление и подтопление экономических объектов		
Сельхоз угодья и лесные земли	млн. руб.	3 401
Экономические объекты	ед.	27
Затопление памятников культурного наследия / археологии	ед.	138

3.9. АМАЗАРСКИЙ (МОХЭ) ГИДРОУЗЕЛ.

Створ плотины Амазарского (Мохэ) гидроузла расположен в Мохэской волости провинции Хэйлунцзян и Могочинском районе Забайкальского края на р. Амур в 873 км от устья.

Проектная мощность ГЭС – 1500 МВт, годовая выработка электроэнергии в средневодных условиях – 4900 млн. кВтч.

Для обеспечения выдачи мощности ГЭС (Рисунок 3.21) необходимо сооружение двухцепной ВЛ 220 кВ Амазарская ГЭС – ПС Ерофей Павлович (59 км) и двухцепная ВЛ 220 кВ Амазарская ГЭС – ПС Сквородино (150 км), а также расширение ПС Ерофей Павлович и ПС Сквородино.

Объем водохранилища определен в 23,55 км³, полезный объем – 13,66. Расчетный напор – 70 м. Площадь зеркала водохранилища (Рисунок 3.22) – 76,66 тыс. га, затопляется 50,75 тыс. га земель, в том числе 3,81 га сельскохозяйственных угодий, затоплено 46,94 тыс. га лесопокрытой площади. Затрагиваются в различной степени неблагоприятными влияниями Амазарского водохранилища (затопления, подтопления, берегопереработка) населенные пункты: Покровка (7) и др. Переселяется 1039 человек (1999 г.)¹.

Предварительный анализ показал, что в зону затопления Амазарской ГЭС не попадают месторождения минерально-сырьевых ресурсов федерального и регионального значения.

¹ ЗАО ПО «СОВИНТЕРВОД», Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна реки Амур, Москва, 2004 г.

Предварительный анализ показал, что в зону затопления Амазарской ГЭС попадает 15 памятников культурного наследия / археологии.¹

Стоимость строительства в ценах 2014 г. оценивается в 106 453 млн. руб., в том числе на подготовку водохранилища – 22 843 млн.руб., на объекты схемы выдачи мощности – 10 860 млн. руб.

Таблица 3.16. Характеристики Амазарской ГЭС.

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Значение
1.	Максимальный статический напор	м	70,0
2.	НПУ	м	390,0
3.	УМО	м	363,0
4.	Площадь зеркала водохранилища при НПУ	км ²	766,6
5.	Объемы водохранилища: - полный	км ³	23,55
6.	- полезный	км ³	13,66
7.	Установленная мощность	МВт	1500
8.	Выработка электроэнергии	млрд. кВт·ч	4,9
9.	Количество переселяемых людей	Чел.	1039
10.	Площадь затопления земель	тыс. га	50,75
11.	Сельхоз угодья	тыс. га	3,81
12.	Лесные земли	тыс. га	46,94

Таблица 3.17. Оценка социально-экономических факторов Транссибирской + Утесной ГЭС

Наименование	Ед. изм.	Значение
NPV	тыс. \$	\$1 111 480
IRR	%	17,33%
PI (бюджетная эффективность)		29,95
Валовой региональный продукт	млн руб.	4 000 951
Рыбопродуктивность	тонн	1 380
Изменение занятости	чел.	4 792
Переселение населения	чел.	1 039
Затопление и подтопление экономических объектов		
Сельхоз угодья и лесные земли	млн руб.	34 263
Экономические объекты	ед.	0
Затопление памятников культурного наследия / археологии	ед.	15

¹ Готванский В. И. Бассейн Амура: осваивая – сохранить. 2007.

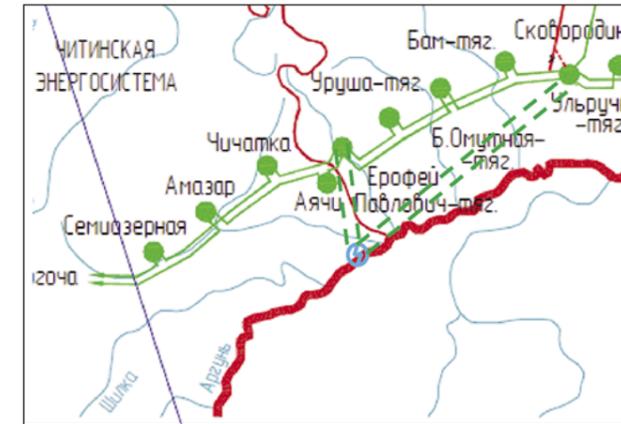


Рисунок 3.21. Схема выдачи мощности Амазарской ГЭС.

Источник: Схема и программа развития Единой энергетической системы России на 2013–2019 годы

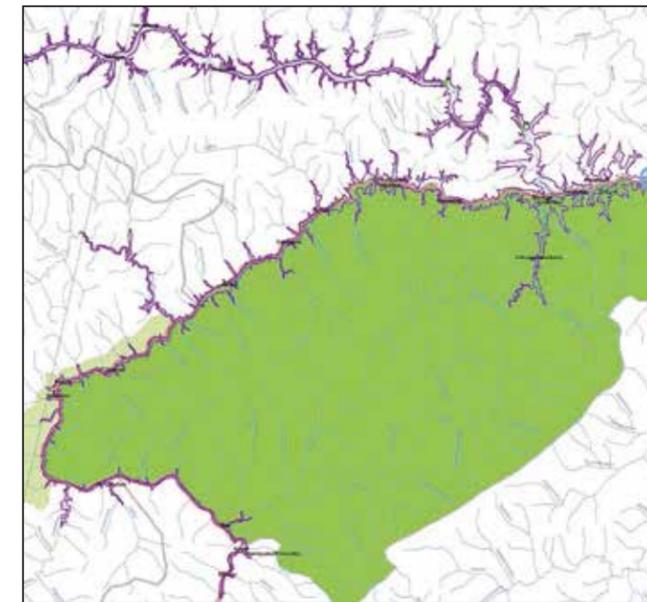


Рисунок 3.22. Схема водохранилища Амазарской ГЭС.

Источник: ГИС-моделирование. Егидарев Е.Г., Симонов Е.А.

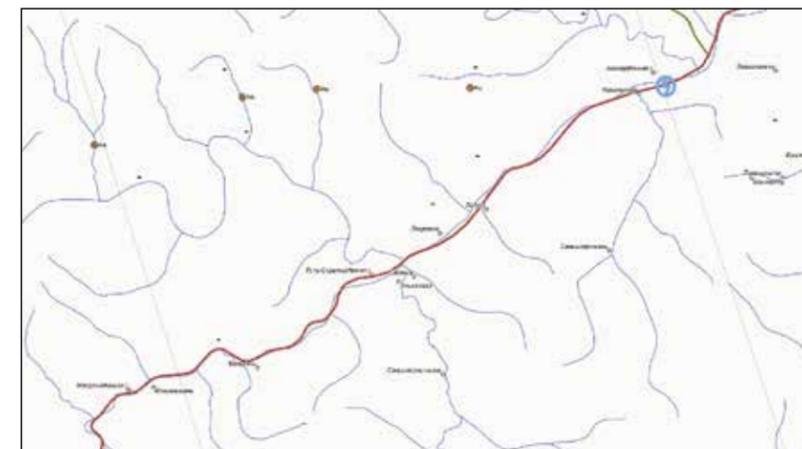


Рисунок 3.23. Экономические объекты в зоне затопления Амазарской ГЭС

Источник: <https://gis.sobr.geosys.ru/>

3.10. ЧАЛБИНСКАЯ ГЭС

Место расположения Чалбинской ГЭС – Амурская область, р. Селемджа.

Проектная мощность ГЭС – 130 МВт, годовая выработка электроэнергии в средневодных условиях – 710 млн. кВтч.

Для обеспечения выдачи мощности ГЭС (Рисунок 3.24) необходимо сооружение двухцепной ВЛ 220 кВ Чалбинская ГЭС – ПС Февральск (2x44 км), а также реконструкция ПС 220 кВ Февральск.

Объем водохранилища определен в 8,0 км³, полезный объем – 4,0 км³. Расчетный напор – 35 м. Площадь зеркала водохранилища (Рисунок 3.25) – 15,08 тыс. га.¹

Затрагиваются в различной степени неблагоприятными влияниями Чалбинского водохранилища (затопления, подтопления, берегопереработка) населенные пункты: Стойба (814) и др. Переселяется 814 человек (2010 г.)².

Предварительный анализ показал, что в зону затопления Чалбинской ГЭС не попадают месторождения полезных ископаемых.

Отсутствует информация о попадании в зону затопления Чалбинской ГЭС памятников культурного наследия / археологии.

Стоимость строительства в ценах 2014 г. оценивается в 26 484 млн. руб., в том числе на подготовку водохранилища – 3 010 млн. руб., на объекты схемы выдачи мощности – 4 494 млн. руб.

Таблица 3.18. Характеристики Чалбинской ГЭС.

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Значение
1.	Максимальный статический напор	м	35,0
2.	Площадь зеркала водохранилища при НПУ	км ²	150,8
3.	Объемы водохранилища: – полный	км ³	8,0
4.	– полезный	км ³	4,0
5.	Установленная мощность	МВт	130
6.	Выработка электроэнергии	млн. кВтч	710
7.	Количество переселяемых людей	Чел.	814

Таблица 3.19. Оценка социально-экономических факторов Чалбинской ГЭС

Наименование	Ед. изм.	Значение
NPV	тыс. \$	(\$55 427)
IRR	%	10,83%
PI (бюджетная эффективность)		2,49
Валовый региональный продукт	млн. руб.	353 902
Рыбопродуктивность	тонн	271

1 ГИС-моделирование. Егидарев Е.Г., Симонов Е.А.

2 Всероссийская перепись населения 2010 года.

Изменение занятости	чел.	725
Переселение населения	чел.	814
Затопление и подтопление экономических объектов		
Сельхоз угодья и лесные земли	млн. руб.	7133
Экономические объекты	ед.	0
Затопление памятников культурного наследия / археологии	ед.	н/д



Рисунок 3.24. Схема выдачи мощности Чалбинской ГЭС.

Источник: Схема и программа развития Единой энергетической системы России на 2013–2019 годы

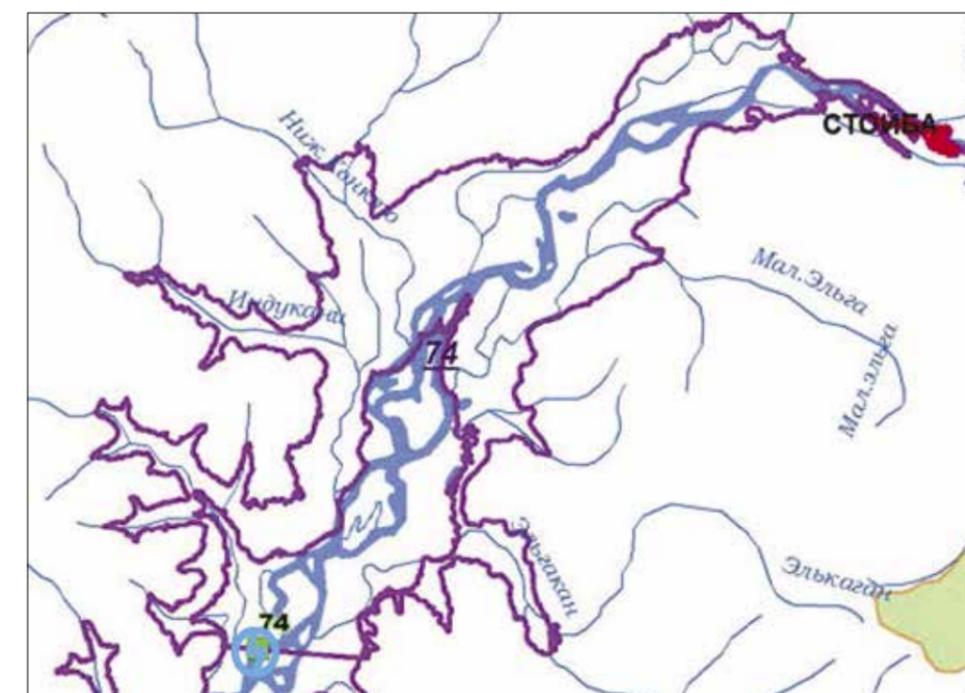


Рисунок 3.25. Схема водохранилища Чалбинской ГЭС.

Источник: Схема и программа развития Единой энергетической системы России на 2013–2019 годы

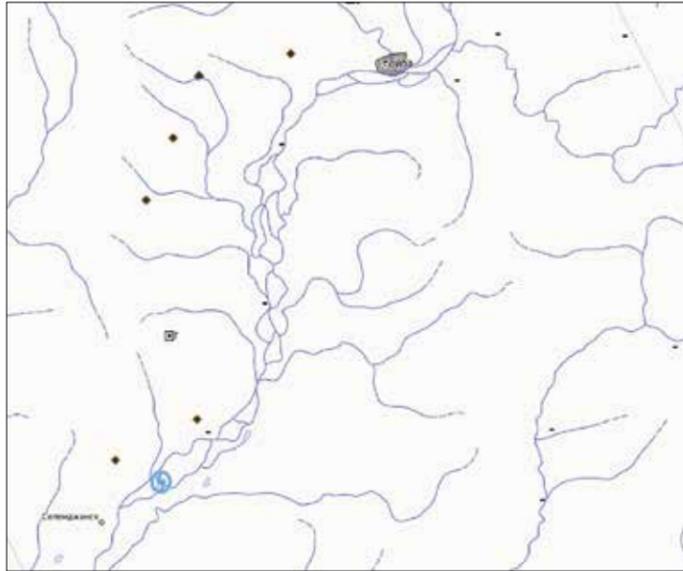


Рисунок 3.26. Экономические объекты в зоне затопления Чалбинской ГЭС
Источник: <https://gis.sobr.geosys.ru/>

3.11. СТОЙБИНСКАЯ ГЭС

Место расположения Стойбинской ГЭС – Амурская область, р. Селемджа.

Проектная мощность ГЭС – 180 МВт, годовая выработка электроэнергии в средневодных условиях – 980 млн. кВт·ч.

Для обеспечения выдачи мощности ГЭС (Рисунок 3.27) необходимо сооружение двухцепной ВЛ 220 кВ Стойбинская ГЭС – ПС Февральск (2x70 км), а также реконструкция ПС 220 кВ Февральск.

Объем водохранилища определен в 8,0 км³, полезный объем – 4,0 км³. Расчетный напор – 48 м. Площадь зеркала водохранилища (Рисунок 3.28) – 13,92 тыс. га¹.

По предварительной оценке строительство ГЭС не требует переселения.

Предварительный анализ показал, что в зону затопления Стойбинской ГЭС не попадают месторождения полезных ископаемых.

Отсутствует информация о попадании в зону затопления Стойбинской ГЭС памятников культурного наследия / археологии.

Стоимость строительства в ценах 2014 г. оценивается в 23 530 млн. руб., в том числе на подготовку водохранилища – 4 050 млн. руб., на объекты схемы выдачи мощности – 4 148 млн. руб.

Таблица 3.20. Характеристики Стойбинской ГЭС.

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Значение
1.	Максимальный статический напор	м	48,0
2.	Площадь зеркала водохранилища при НПУ	км ²	139,2

¹ ГИС-моделирование. Егидарев Е.Г., Симонов Е.А.

3.	Объемы водохранилища: – полный	км ³	8,0
4.	– полезный	км ³	4,0
5.	Установленная мощность	МВт	180
6.	Выработка электроэнергии	млн. кВт·ч	980
7.	Количество переселяемых людей	Чел.	0

Таблица 3.21. Оценка социально-экономических факторов Стойбинской ГЭС

Наименование	Ед. изм.	Значение
NPV	тыс. \$	\$108 279
IRR	%	14,86%
PI (бюджетная эффективность)		3,81
Валовой региональный продукт	млн. руб.	488 863
Рыбопродуктивность	тонн	251
Изменение занятости	чел.	990
Переселение населения	чел.	0
Затопление и подтопление экономических объектов		
Сельхоз угодья и лесные земли	млн. руб.	6584
Экономические объекты	ед.	0
Затопление памятников культурного наследия / археологии	ед.	н/д



Рисунок 3.27. Схема выдачи мощности Стойбинской ГЭС

Источник: Схема и программа развития Единой энергетической системы России на 2013–2019 годы

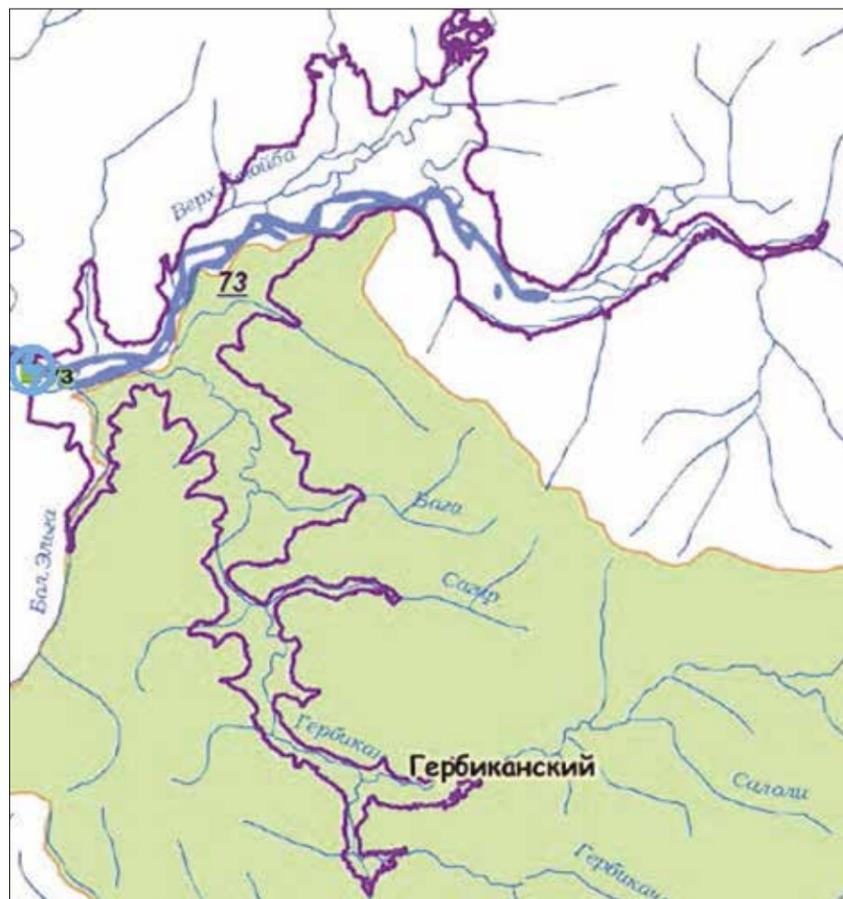


Рисунок 3.28. Схема водохранилища Стойбинской ГЭС.
Источники: ГИС-моделирование. Егидарев Е.Г., Симонов Е.А.

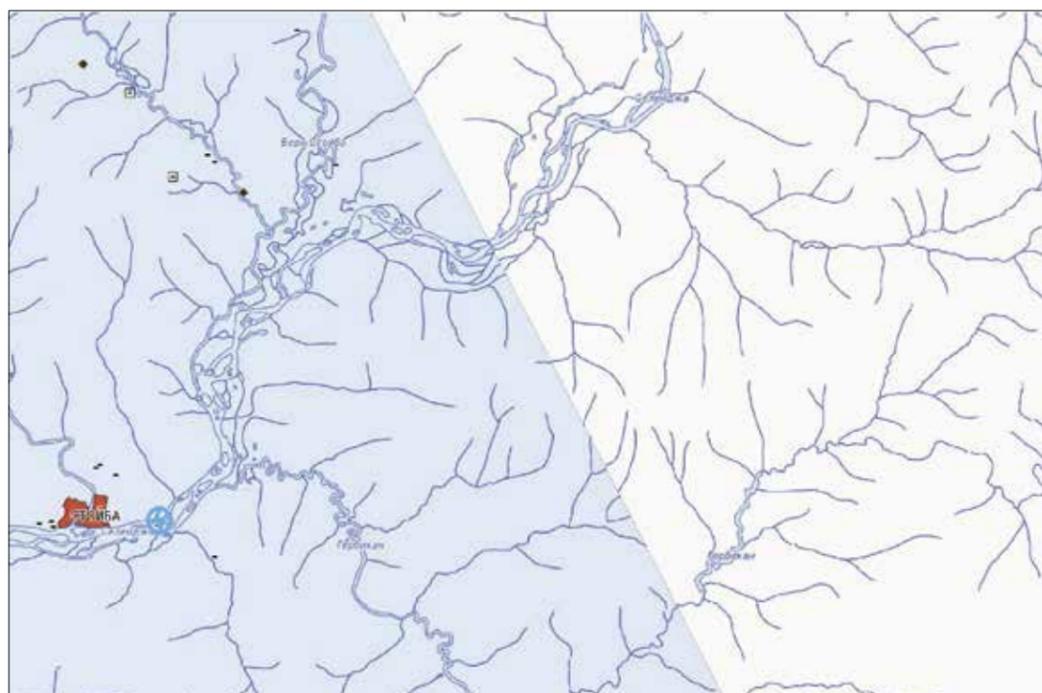


Рисунок 3.29. Экономические объекты в зоне затопления Стойбинской ГЭС
Источники: <https://gis.sobr.geosys.ru/>

3.12. ДАЛЬНЕРЕЧЕНСКАЯ ГЭС-1

Место расположения Дальнереченской ГЭС-1 – Приморский край, р. Б.Уссурка в 177 км от устья.

Проектная мощность Дальнереченской ГЭС-1 – 250 МВт. Годовая выработка электроэнергии в средневодных условиях – 520 млн. кВтч.

Для обеспечения выдачи мощности ГЭС (Рисунок 3.30) необходимо сооружение заходов ВЛ 500 кВ Приморская ГРЭС – Чугуевка на Дальнереченские ГЭС (2x75 км), а также установку ШР 500 кВ мощностью 180 Мвар¹.

Плотина с напором 85 м создаст водохранилище (Рисунок 3.31) объемом 10,5 км³ и площадью зеркала 32,7 тыс. га, затопляющим 31,5 тыс. га земель, в том числе 1,7 тыс. га сельскохозяйственных угодий, 28,5 тыс. га покрыто лесом².

Затрагиваются в различной степени неблагоприятными влияниями водохранилища (затопления, подтопления, берегопереработка) населенные пункты: Дерсу (19), Островное (3) и др. Переселяется 22 человек (2010 г.)³.

Предварительный анализ показал, что в зону затопления Дальнереченской ГЭС-1 попадает месторождение полезных ископаемых: месторождение «Забывтое» (бериллий, висмут, вольфрам, молибден, ниобий, олово, скандий, тантал).

Отсутствует информация о попадании в зону затопления Дальнереченской ГЭС-1 памятников культурного наследия / археологии.

Стоимость строительства в ценах 2014 г. оценивается в 34 217 млн. руб., в том числе на подготовку водохранилища – 7 995 млн. руб., на объекты схемы выдачи мощности – 4 928 млн.руб.

Таблица 3.22. Характеристики Дальнеречинской ГЭС-1.

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Значение
1.	Максимальный статический напор	м	85,0
2.	НПУ	м	214,0
3.	Площадь зеркала водохранилища при НПУ	км ²	32,7
4.	Объемы водохранилища: - полный	км ³	10,5
5.	Установленная мощность	МВт	250
6.	Выработка электроэнергии	млн. кВт·ч	520
7.	Количество переселяемых людей	Чел.	22
8.	Площадь затопления земель	тыс. га	31,50
9.	Сельхоз угодья	тыс. га	1,70
10.	Лесные земли	тыс. га	28,50

¹ Программа развития гидроэнергетики России на период до 2020 года и на перспективу до 2030 года. ОАО «Инженерный центр ЕЭС», Филиал «Институт Гидропроект». 2007 г.

² Готванский В. И. Бассейн Амура: осваивая – сохранить. 2007.

³ Всероссийская перепись населения 2010 года.

Таблица 3.23. Оценка социально-экономических факторов Дальнереченской ГЭС-1

Наименование	Ед. изм.	Значение
NPV	тыс. \$	\$30 345
IRR	%	12,72%
PI (бюджетная эффективность)		2,37
Валовой региональный продукт	млн. руб.	521 821
Рыбопродуктивность	тонн	589
Изменение занятости	чел.	1 359
Переселение населения	чел.	22
Затопление и подтопление экономических объектов		
Сельхоз угодья и лесные земли	млн. руб.	18 987
Экономические объекты	ед.	1
Затопление памятников культурного наследия / археологии	ед.	н/д

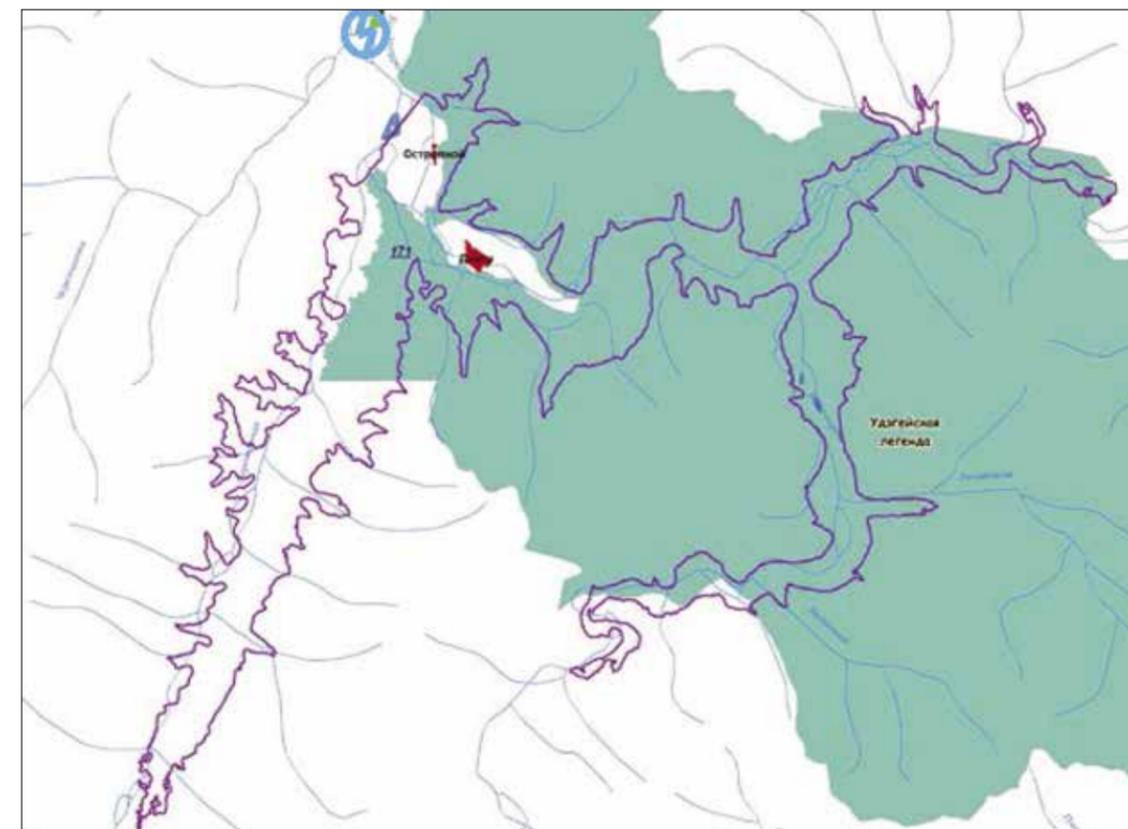


Рисунок 3.31. Схема водохранилища Дальнереченской ГЭС-1
Источник: ГИС-моделирование. Егидарев Е.Г., Симонов Е.А.

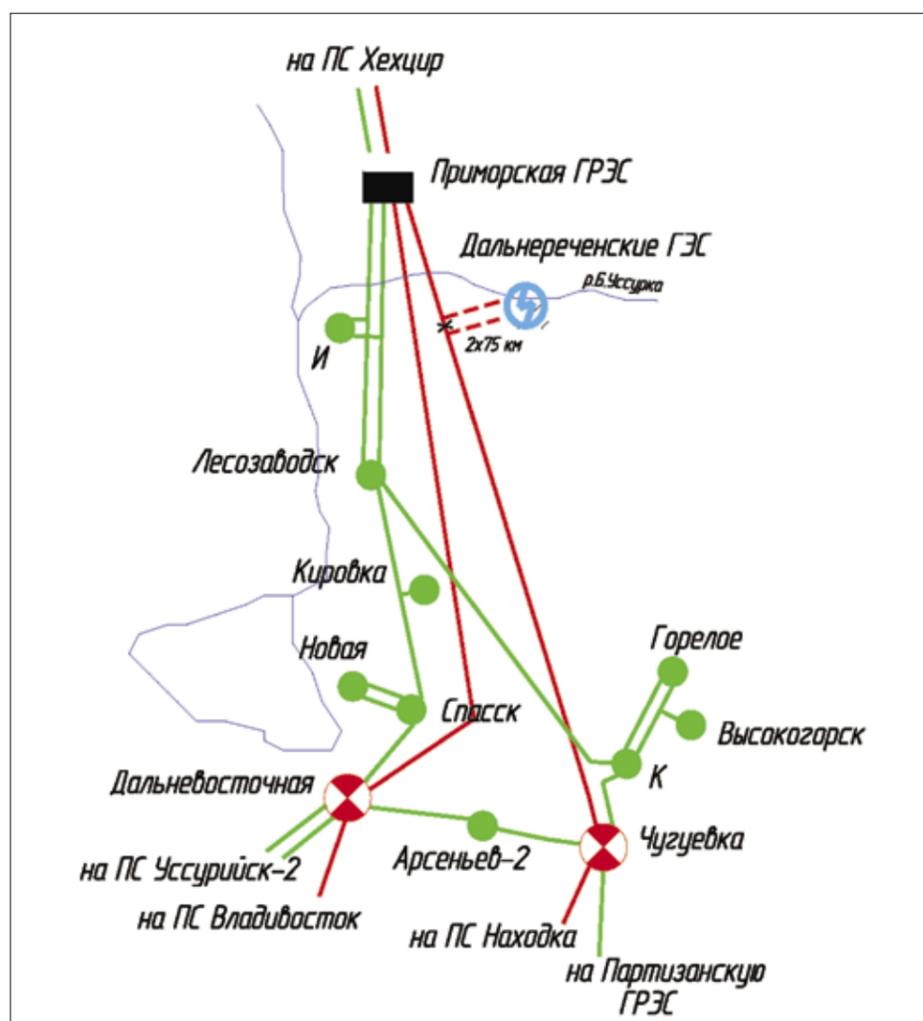


Рисунок 3.30. Схема выдачи мощности Дальнереченской ГЭС-1.

Источник: Программа развития гидроэнергетики России на период до 2020 года и на перспективу до 2030 года.

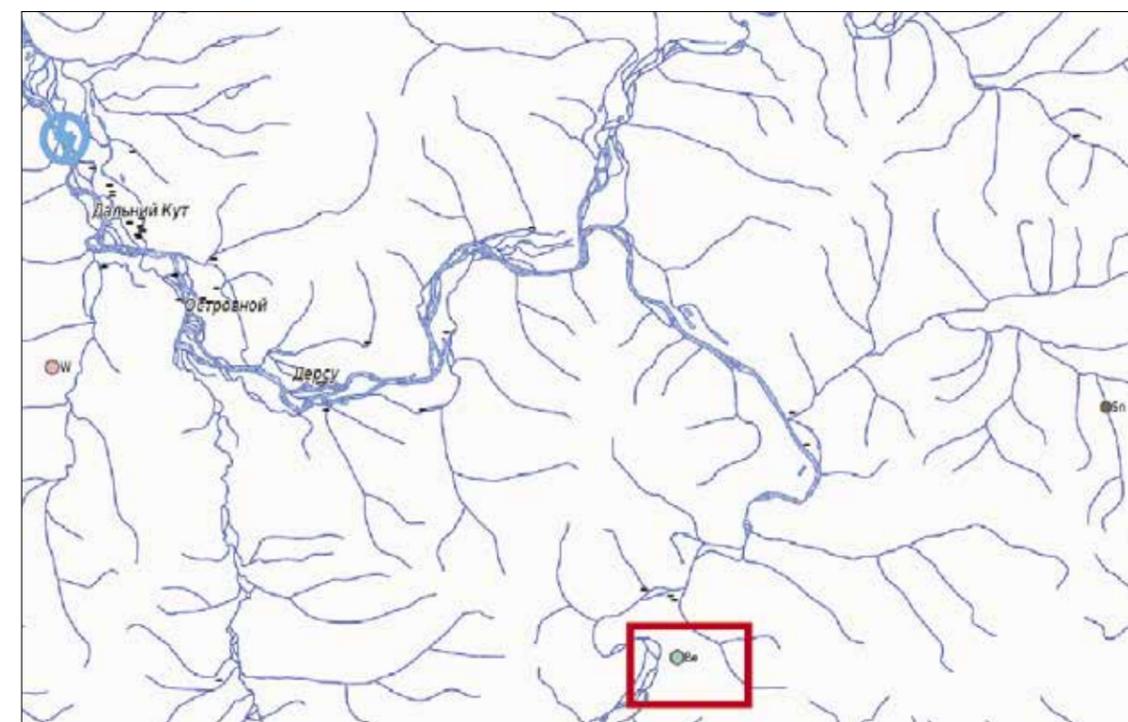


Рисунок 3.32. Экономические объекты в зоне затопления Дальнереченской ГЭС-1
Источник: <https://gis.sobr.geosys.ru/>

3.13. ДАЛЬНЕРЕЧЕНСКАЯ ГЭС-2

Место расположения Дальнереченской ГЭС-2 – Приморский край, р. Б.Уссурка в 151 км от устья.

Проектная мощность Дальнереченской ГЭС-1 – 120 МВт. Годовая выработка электроэнергии в средневодных условиях – 370 млн. кВтч.

Для обеспечения выдачи мощности ГЭС (Рисунок 3.33) необходимо сооружение заходов ВЛ 500 кВ Приморская ГРЭС – Чугуевка на Дальнереченские ГЭС (2x75 км), а также установку ШР 500 кВ мощностью 180 Мвар.

Плотина с напором 27 м создаст водохранилище (Рисунок 3.34) объемом 0,96 км³, полезный объем – 0,11 км³ и площадью зеркала 5,51 тыс. га, затопляющим 5,64 тыс. га земель, в том числе 0,24 тыс. га сельскохозяйственных угодий, 5,4 тыс. га покрыто лесом¹.

Возможно, в зону затопления попадет населенный пункт Дальний кут, численность населения – 192 чел.²

Предварительный анализ показал, что в зону затопления ГЭС не попадают месторождения минерально-сырьевых ресурсов федерального и регионального значения.

Отсутствует информация о попадании в зону затопления Дальнереченской ГЭС-2 памятников культурного наследия / археологии.

Стоимость строительства в ценах 2014 г. оценивается в 27 649 млн. руб., в том числе на подготовку водохранилища – 3 878 млн. руб., на объекты схемы выдачи мощности – 2 365 млн. руб.

Таблица 3.24. Характеристики Дальнереченской ГЭС-2.

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Значение
1.	Максимальный статический напор	м	29,0
2.	НПУ	м	177,0
3.	Площадь зеркала водохранилища при НПУ	км ²	55,1
4.	Объемы водохранилища: - полный	км ³	0,96
5.	Установленная мощность	МВт	120
6.	Выработка электроэнергии	млн. кВт·ч	370
7.	Количество переселяемых людей	Чел.	192
8.	Площадь затопления земель	тыс. га	5,64
9.	Сельхоз угодья	тыс. га	0,24
10.	Лесные земли	тыс. га	5,4

Таблица 3.25. Оценка социально-экономических факторов Дальнереченской ГЭС-2

Наименование	Ед. изм.	Значение
NPV	тыс. \$	(\$98 543)
IRR	%	9,48%

1 Готванский В. И. Бассейн Амура: осваивая – сохранить. 2007.

2 Всероссийская перепись населения 2010 года.

PI (бюджетная эффективность)		2,05
Валовый региональный продукт	млн. руб.	265 088
Рыбопродуктивность	тонн	99
Изменение занятости	чел.	674
Переселение населения	чел.	192
Затопление и подтопление экономических объектов		
Сельхоз угодья и лесные земли	млн. руб.	3 354
Экономические объекты	ед.	0
Затопление памятников культурного наследия / археологии	ед.	н/д

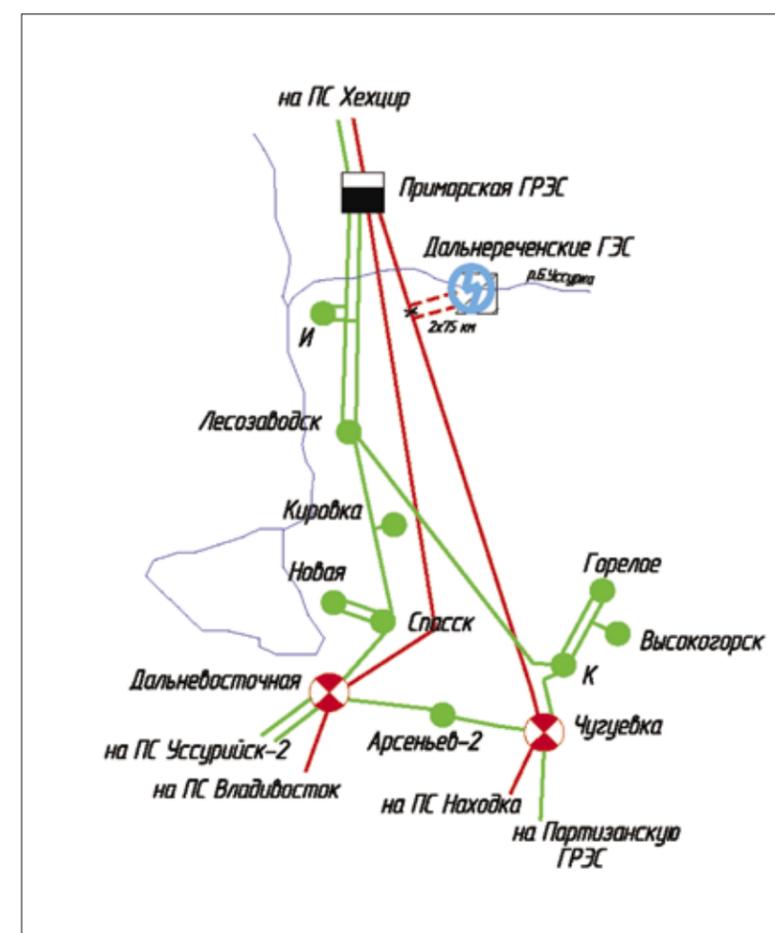


Рисунок 3.33. Схема выдачи мощности Дальнереченской ГЭС-2

Источник: Программа развития гидроэнергетики России на период до 2020 года и на перспективу до 2030 года.

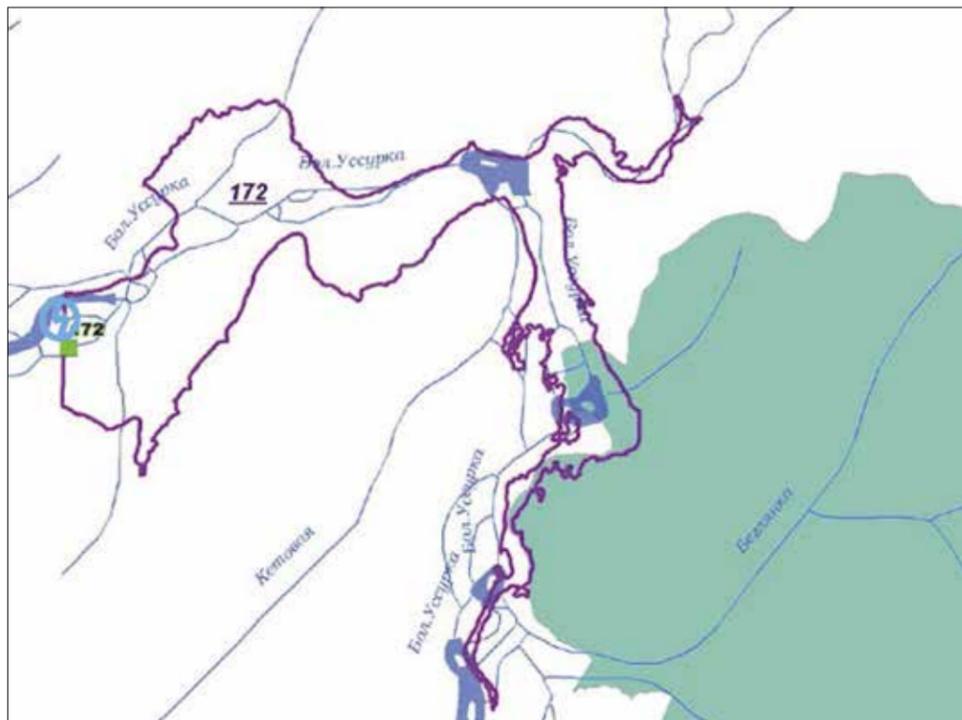


Рисунок 3.34. Схема водохранилища Дальнереченской ГЭС-2
 Источник: ГИС-моделирование. Егидарев Е.Г., Симонов Е.А.

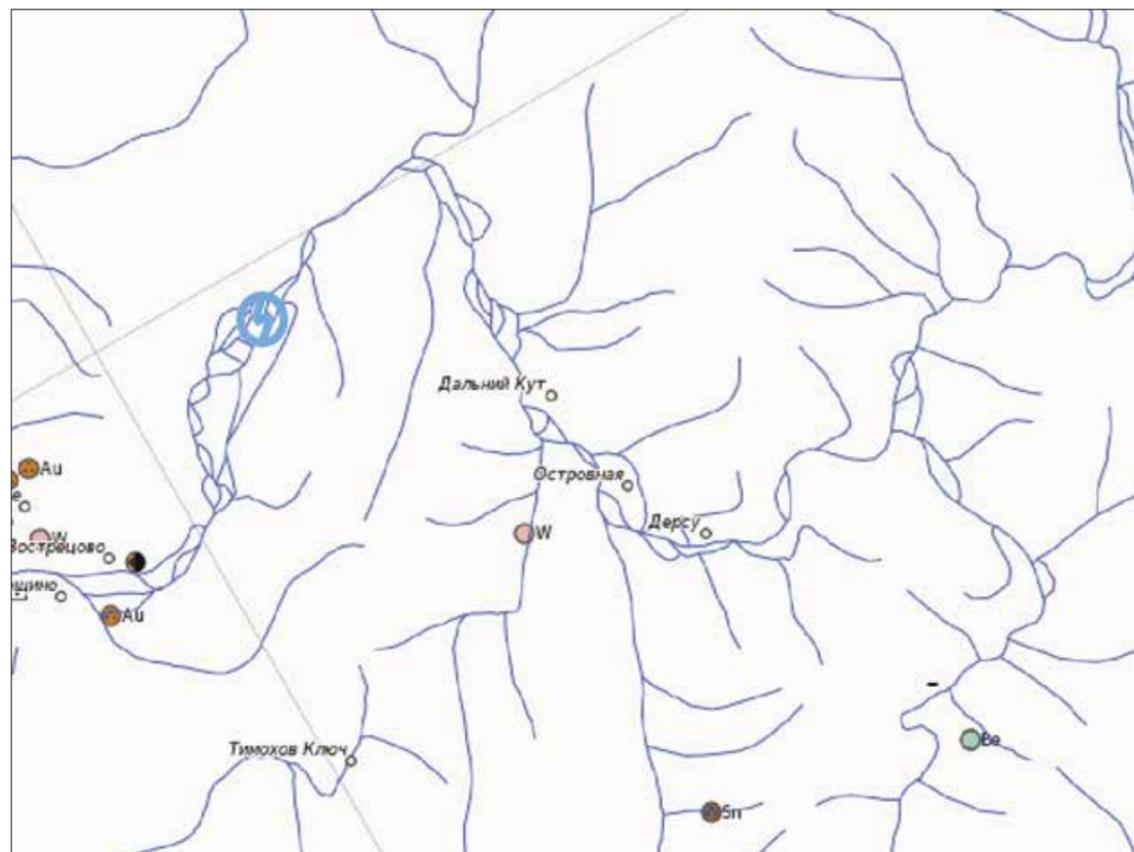


Рисунок 3.35. Экономические объекты в зоне затопления Дальнереченской ГЭС-2
 Источник: <https://gis.sobr.geosys.ru/>

3.14. РУСИНОВСКАЯ ГЭС

Место расположения Русиновской ГЭС – Амурская область, р. Селемджа.

Проектируется на р. Селемджа на 365 км от устья, в 169 км от г. Февральска на БАМ. Этот гидроузел планировался для энергообеспечения горнорудного производства (добыча золота, каменного угля), смягчения проблемы наводнений на Селемдже и нижней Зее и создания транспортного перехода.

Проектная мощность Русиновской ГЭС – 470 МВт. Годовая выработка электроэнергии в средних условиях – 1 540 млн. кВтч.

Для обеспечения выдачи мощности (Рисунок 3.36) необходимо сооружение:

- заходы ВЛ 220 кВ Февральск – Ургал на Русиновскую ГЭС (2x20 км);
- ВЛ 220 кВ Русиновская ГЭС – Амурская (270 км);
- ВЛ 220 кВ Русиновская ГЭС – Ургал (250 км).

Объем водохранилища (Рисунок 3.37) определен в 8,8 км³, полезный – 4,46 км³. Напор – 102 м. Площадь зеркала водохранилища – 22 тыс. га, затопляется 19,6 тыс. га земель, в том числе 0,21 га сельхоз угодья. Будет затоплено 19,36 тыс. га лесопокрытой площади¹.

Затрагиваются в различной степени неблагоприятными влияниями водохранилища (затопления, подтопления, берегопереработка) населенные пункты: Коболдо (445) и Огоджа (395), Экимчан (1212). Переселяется 2055 человек (2010)².

Предварительный анализ показал, что в зону затопления Русиновской ГЭС попадают следующие месторождения полезных ископаемых:

Месторождения золота:

- Иннокентьевское
- Блукет
- Има
- Сагур
- Покровский

Месторождения россыпного золота (13 месторождений).

Предварительный анализ показал, что в зону затопления Русиновской ГЭС попадает 1 памятник культурного наследия / археологии:

Наименование	Типология	Адрес:	Ссылка:
Стела воинам-селемджинцам, погибшим в годы Великой Отечественной Войны	Памятники истории	Амурская область, Селемджинский район, рп Экимчан	http://kulturnoe-nasledie.ru/monuments.php?id=2800400000

Стоимость строительства в ценах 2014 г. оценивается в 56 657 млн. руб., в том числе на подготовку водохранилища – 12 968 млн. руб., на объекты схемы выдачи мощности – 9 614 млн. руб.

¹ Готванский В. И. Бассейн Амура: осваивая – сохранить. 2007.

² Всероссийская перепись населения 2010 года.

Таблица 3.26. Характеристики Русиновской ГЭС.

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Значение
1.	Максимальный статический напор	м	102,0
2.	Площадь зеркала водохранилища при НПУ	км ²	220
3.	Объемы водохранилища: - полный	км ³	8,8
4.	- полезный	км ³	4,46
5.	Установленная мощность	МВт	470
6.	Выработка электроэнергии	млн. кВт·ч	1540
7.	Количество переселяемых людей	Чел.	2055
8.	Площадь затопления земель	тыс. га	19,6
9.	Сельхоз угодья	тыс. га	0,21
10.	Лесные земли	тыс. га	19,36

Таблица 3.27. Оценка социально-экономических факторов Русиновской ГЭС

Наименование	Ед. изм.	Значение
NPV	тыс. \$	\$221 400
IRR	%	14,64%
PI (бюджетная эффективность)		5,31
Валовой региональный продукт	млн. руб.	1 141 188
Рыбопродуктивность	тонн	396
Изменение занятости	чел.	2 507
Переселение населения	чел.	2 055
Затопление и подтопление экономических объектов		
Сельхоз угодья и лесные земли	млн. руб.	11 255
Экономические объекты	ед.	18
Затопление памятников культурного наследия / археологии	ед.	1

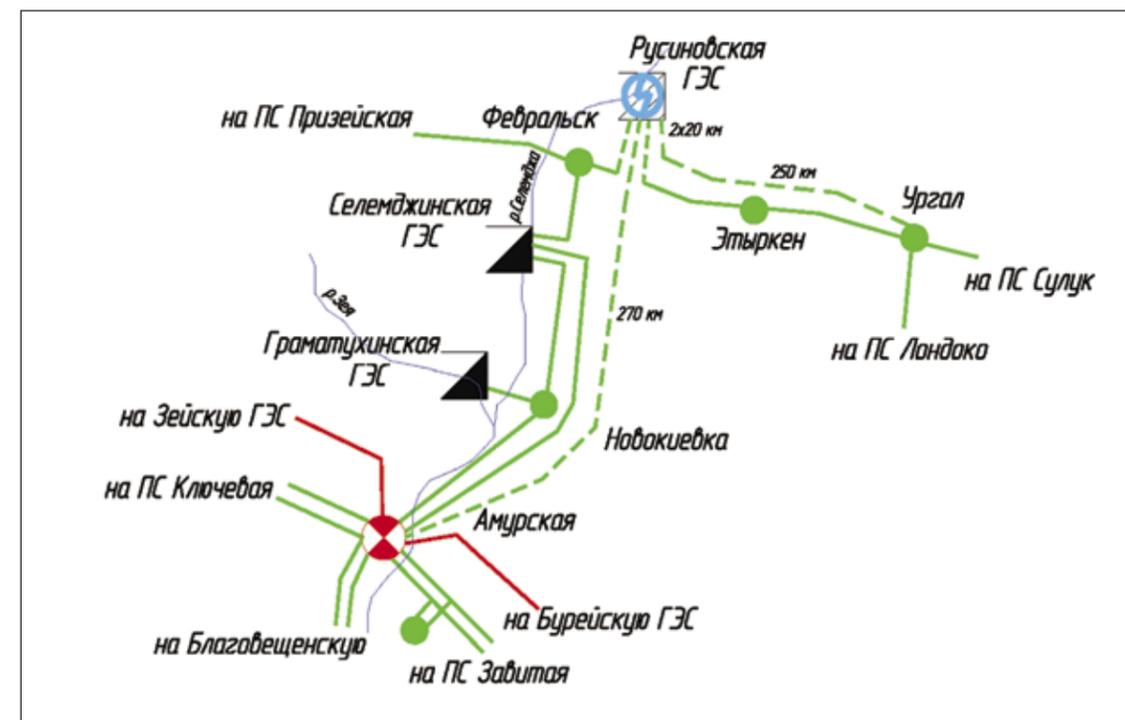


Рисунок 3.36. Схема выдачи мощности Русиновской ГЭС.

Источник: Программа развития гидроэнергетики России на период до 2020 года и на перспективу до 2030 года.

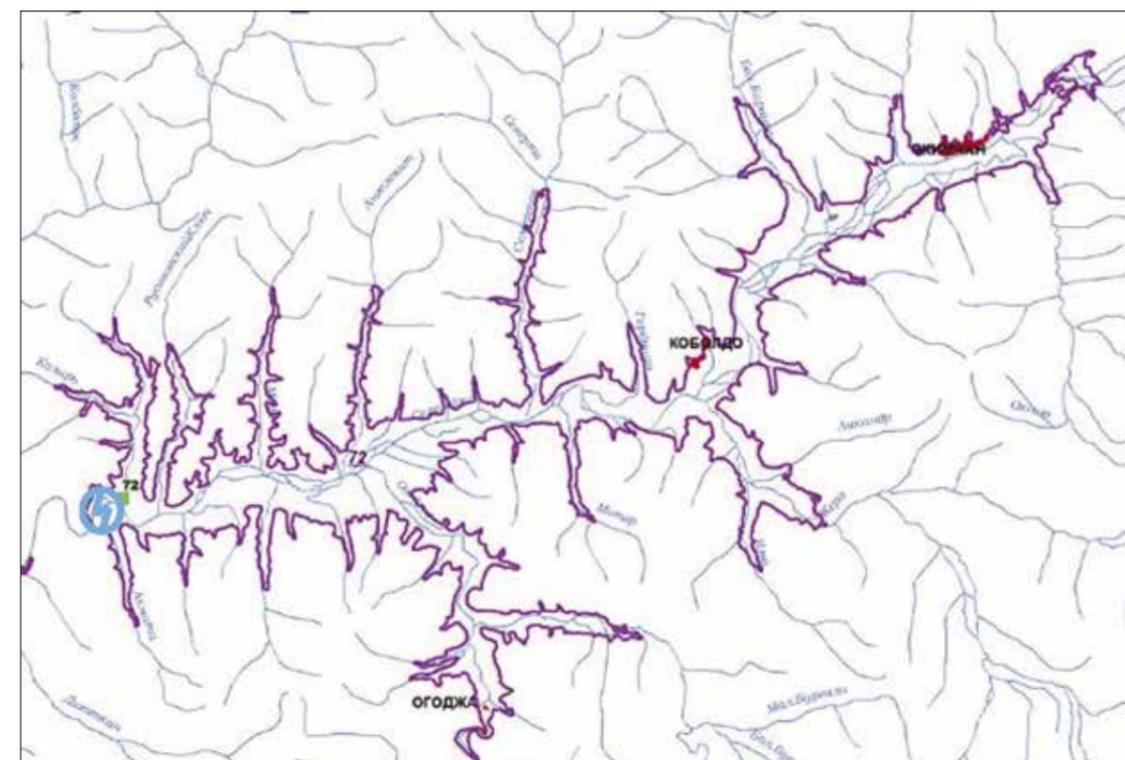


Рисунок 3.37. Схема водохранилища Русиновской ГЭС.

Источник: ГИС-моделирование. Егидарев Е.Г., Симонов Е.А.

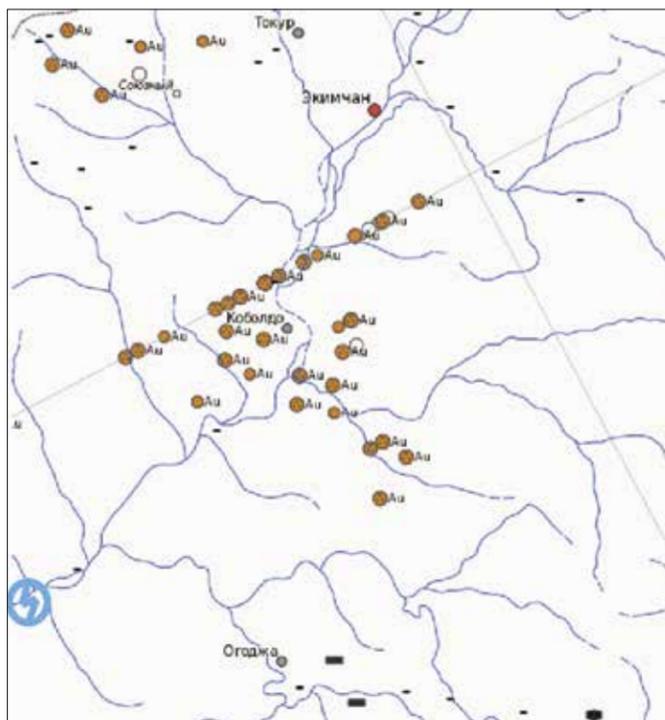


Рисунок 3.38. Экономические объекты в зоне затопления Русиновской ГЭС

Источник: <https://gis.sobr.geosys.ru/>

3.16. ЭКИМЧАНСКАЯ ГЭС

Место расположения Экимчанской ГЭС – Амурская область, р. Селемджа.

Проектная мощность ГЭС – 470 МВт, годовая выработка электроэнергии в средневодных условиях – 1,54 млрд. кВтч.

Для обеспечения выдачи мощности ГЭС (Рисунок 3.39) необходимо сооружение двухцепной ВЛ 220 кВ Экимчанская ГЭС – ПС Рудная (2x10 км), ВЛ 220 кВ Экимчанская ГЭС – ПС Этеркан (2x145 км), а также реконструкция ПС 220 кВ Рудная и ПС Февральск.

Объем водохранилища определен в 8,0 км³, полезный объем – 4,0 км³. Расчетный напор – 81 м. Площадь зеркала водохранилища (Рисунок 3.40) – 11,29 тыс. га.¹

Населенные пункты не затрагиваются неблагоприятными влияниями Экимчанского водохранилища, переселение отсутствует.

Предварительный анализ показал, что в зону затопления Экимчанской ГЭС попадают месторождения полезных ископаемых:

Месторождение золота «Подосеновский Малый кл., лев. пр. р. Селемджа» (Рассыпное ПИ).

Отсутствует информация о попадании в зону затопления Экимчанской ГЭС памятников культурного наследия / археологии.

Стоимость строительства в ценах 2014 г. оценивается в 40 339 млн. руб., в том числе на подготовку водохранилища – 3 364 млн. руб., на объекты схемы выдачи мощности – 8 700 млн. руб.

Таблица 3.28. Характеристики Экимчанской ГЭС.

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Значение
	Максимальный статический напор	м	81,0
	Площадь зеркала водохранилища при НПУ	км ²	112,9
	Объемы водохранилища: - полный	км ³	8,0
	- полезный	км ³	4,0
	Установленная мощность	МВт	390
	Выработка электроэнергии	млн.кВт·ч	1160
	Количество переселяемых людей	Чел.	0
	Площадь затопления земель	тыс. га	10,0
	Сельхоз угодья	тыс. га	0,1
	Лесные земли	тыс. га	9,0

Таблица 3.29. Оценка социально-экономических факторов Экимчанской ГЭС

Наименование	Ед. изм.	Значение
NPV	тыс.\$	\$184 502
IRR	%	14,66%
PI (бюджетная эффективность)		4,42
Валовый региональный продукт	млн.руб.	877 499
Рыбопродуктивность	тонн	203
Изменение занятости	чел.	2 087
Переселение населения	чел.	0
Затопление и подтопление экономических объектов		
Сельхоз угодья и лесные земли	млн.руб.	4 702
Экономические объекты	ед.	1
Затопление памятников культурного наследия / археологии	ед.	н/д

¹ Готванский В. И. Бассейн Амура: осваивая – сохранить. 2007.

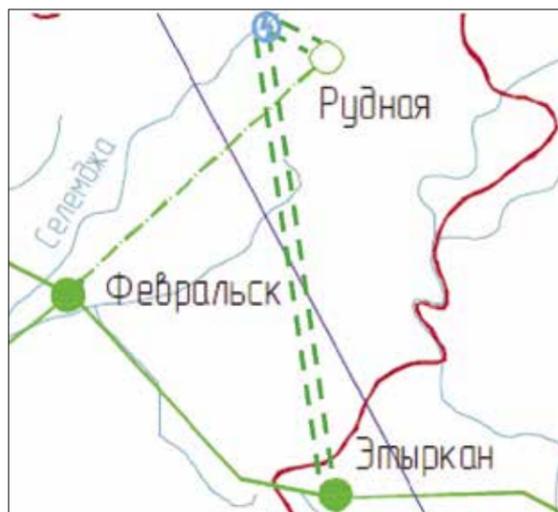


Рисунок 3.40. Схема выдачи мощности Экимчанской ГЭС.

Источник: Схема и программа развития Единой энергетической системы России на 2013–2019 годы

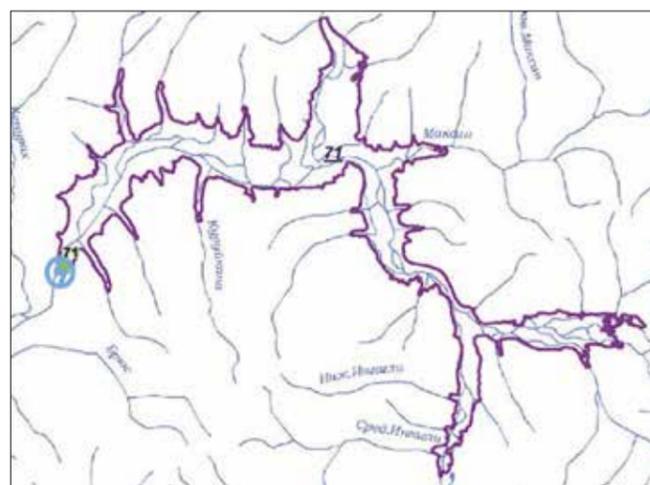


Рисунок 3.41. Схема водохранилища Экимчанской ГЭС.

Источник: ГИС-моделирование. Егидарев Е.Г., Симонов Е.А.

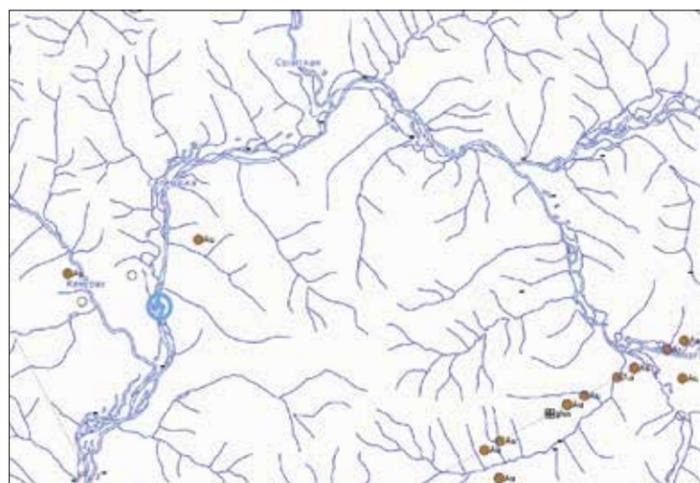


Рисунок 3.42. Экономические объекты в зоне затопления Экимчанской ГЭС

Источник: <https://gis.sobr.geosys.ru/>

3.17. НИЖНЕЗЕЙСКИЙ КАСКАД ГИДРОУЗЛОВ (ИНЖАНСКИЙ, ЧАГОЯНСКИЙ, ГРАМАТУХИНСКИЙ)

Нижнезейский каскад гидроузлов располагается в Амурской области на р. Зeya ниже по течению Зейской ГЭС.

Проектная мощность ГЭС: Инжанская – 126 МВт, годовая выработка электроэнергии – 630 млн. кВтч., Чагоянская – 126 МВт, годовая выработка электроэнергии – 720 млн. кВтч., Граматухинская – 97 МВт, годовая выработка электроэнергии – 915 млн. кВтч.

Для обеспечения выдачи мощности ГЭС (Рисунок 3.43) необходимо сооружение:

Инжанская ГЭС: двухцепной ВЛ 220 кВ Инжанская ГЭС – ПС Сиваки (2x62 км), а также реконструкция ПС 220 кВ Сиваки;

Чагоянская ГЭС: двухцепной ВЛ 220 кВ Чагоянская ГЭС – ПС Шимановск (2x38 км), а также реконструкция ПС 220 кВ Шимановск;

Граматухинская ГЭС: двухцепной ВЛ 220 кВ Граматухинская ГЭС – ПС Новокиевка (2x35 км), ВЛ 220 кВ Граматухинская ГЭС – ГПП Космодром (2x40 км), а также реконструкция ПС 220 кВ Новокиевка и ГПП Космодром;

Объем водохранилищ (Рисунок 3.44) определен: по Инжанской ГЭС полный – 5 км³, полезный объем – 0,15 км³; по Чагоянской ГЭС полный – 5 км³, полезный объем – 0,3 км³; по Граматухинской ГЭС полный – 5 км³, полезный объем – 0,15 км³. Расчетные напоры: Инжанская ГЭС – 12 м, Чагоянская ГЭС – 15 м, Граматухинская ГЭС – 12 м. Площади зеркал водохранилищ: Инжанская ГЭС – 8,4 тыс. га, Чагоянская ГЭС – 5,5 тыс. га, Граматухинская ГЭС – 6,2 тыс. га, затопляется около 20 тыс. га земель, в том числе 5,65 га сельскохозяйственных угодий, 4,49 тыс. га лесопокрытой площади¹.

Затрагиваются в различной степени неблагоприятными влияниями водохранилища (затопления, подтопления, берегопереработка) населенные пункты: Рублевка (111), Ураловка (263) и Чагоян (382). Переселяется 756 человек (2010)².

Предварительный анализ показал, что в зону затопления Нижнезейского каскада ГЭС не попадают месторождения минерально-сырьевых ресурсов федерального и регионального значения.

Предварительный анализ показал, что в зону затопления Нижнезейского каскада ГЭС попадает 35 памятников культурного наследия / археологии.

Стоимость строительства в ценах 2014 г. оценивается в 67 318 млн. руб., в том числе на подготовку водохранилища – 6 314 млн. руб., на объекты схемы выдачи мощности – 10 050 млн. руб.

Таблица 3.30. Характеристики Нижне-Зейского каскада ГЭС.

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Инжанская ГЭС	Чагоянская ГЭС	Граматухинская ГЭС
1.	Максимальный статический напор	м	12,0	15,0	12,0
2.	НПУ	м	200,0	185,0	170,00
3.	Площадь зеркала водохранилища при НПУ	тыс. га	8,4	5,5	6,2
4.	Объемы водохранилища: – полный	км ³	5,0	5,0	5,0

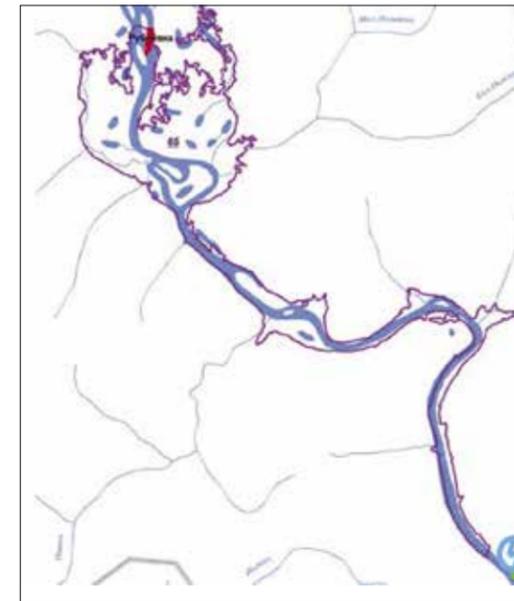
¹ Готванский В. И. Бассейн Амура: осваивая – сохранить. 2007.

² Всероссийская перепись населения 2010 года.

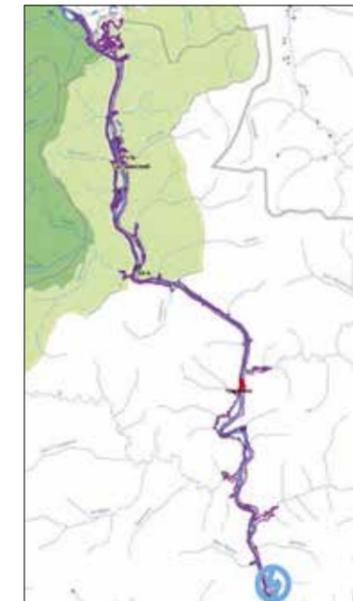
5.	- полезный	км ³	10,0	0,30	0,15
6.	Установленная мощность	МВт	126	126	100
7.	Выработка электроэнергии	млн. кВт·ч	700	720	915
8.	Количество переселяемых людей	Чел.	111	263	382
9.	Площадь затопления земель	тыс. га			
10.	Сельхоз угодья	тыс. га	0,65	2,9	2,1
11.	Лесные земли	тыс. га	2,14	0,6	1,75

Таблица 3.31. Оценка социально-экономических факторов ГЭС Нижне-Зейского каскада

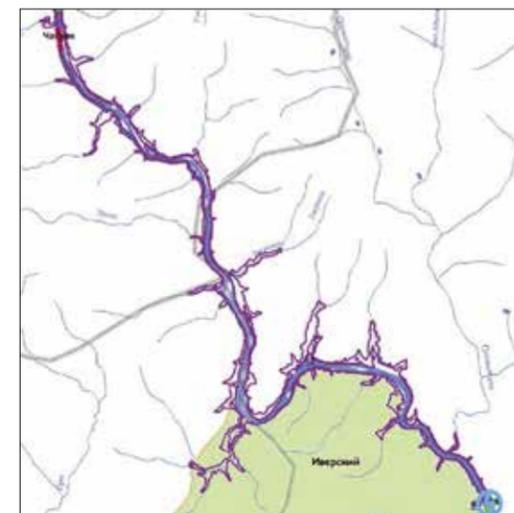
Наименование	Ед. изм.	Значение
NPV	тыс. \$	(\$86 407)
IRR	%	11,39%
PI (бюджетная эффективность)		3,29
Валовой региональный продукт	млн. руб.	1 029 382
Рыбопродуктивность	тонн	381
Изменение занятости	чел.	1 946
Переселение населения	чел.	756
Затопление и подтопление экономических объектов		
Сельхоз угодья и лесные земли	млн. руб.	18930
Экономические объекты	ед.	0
Затопление памятников культурного наследия / археологии	ед.	35



Инжанская ГЭС



Чагоянская ГЭС



Грамотухинская ГЭС



Рисунок 3.43. Схемы выдачи мощности ГЭС Нижне-Зейского каскада

Источник: Схема и программа развития Единой энергетической системы России на 2013–2019 годы

Рисунок 3.44. Схемы водохранилищ ГЭС Нижне-Зейского каскада
Источник: ГИС-моделирование. Егидарев Е.Г., Симонов Е.А.

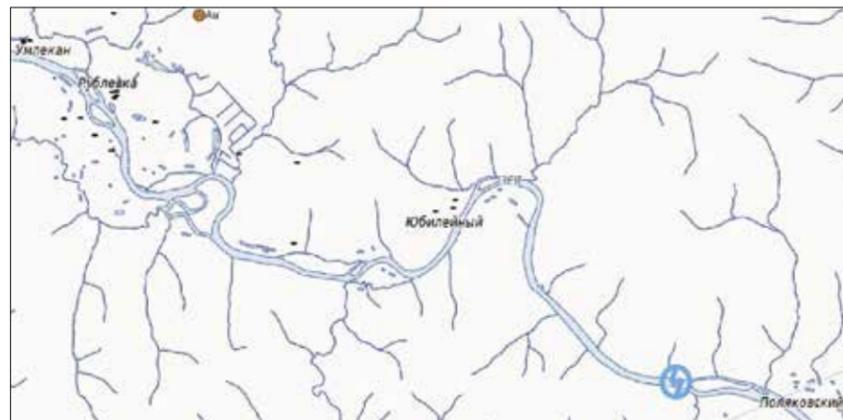


Рисунок 3.45. Экономические объекты в зоне затопления Инжанской ГЭС

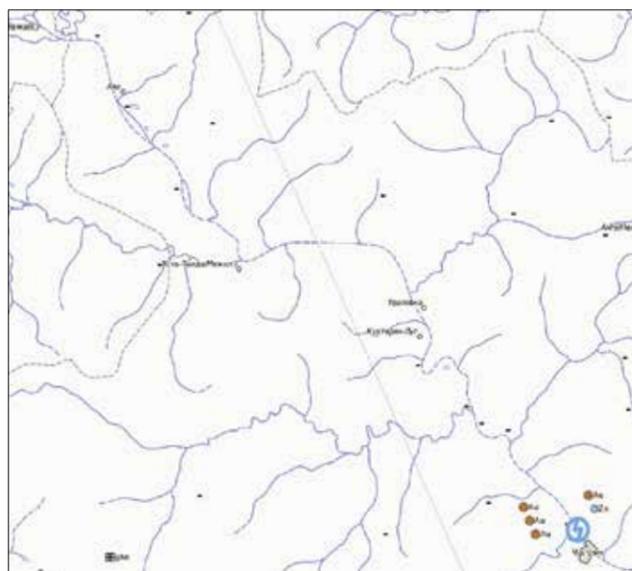


Рисунок 3.46. Экономические объекты в зоне затопления Чагоянской ГЭС

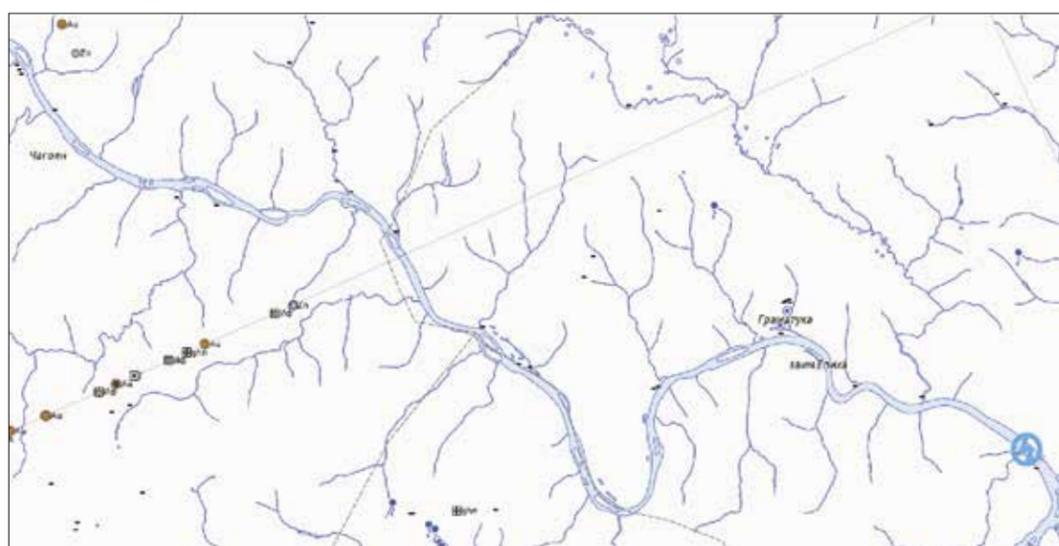


Рисунок 3.47. Экономические объекты в зоне затопления Грамотухинской ГЭС (мал.)

Источник: <https://gis.sobr.geosys.ru/>

3.18. УСМАНСКИЙ ГИДРОУЗЕЛ

Усманская ГЭС располагается в Хабаровском крае на р. Буря.

Проектная мощность ГЭС – 100 МВт, годовая выработка электроэнергии в средневодных условиях – 494 млн. кВт·ч.

Для обеспечения выдачи мощности ГЭС (Рисунок 3.48) необходимо сооружение двухцепной ВЛ 220 кВ Усманская ГЭС – ПС Ургал (2х84 км), а также реконструкция ПС 220 кВ Ургал.

Объем водохранилища определен в 6,0 км³, полезный объем – 3,0 км³. Расчетный напор – 82 м. Площадь зеркала водохранилища (Рисунок 3.49) – 4,7 тыс. га¹.

Населенные пункты не затрагиваются неблагоприятным влиянием Усманского водохранилища, переселение отсутствует.

Предварительный анализ показал, что в зону затопления Усманской ГЭС не попадают месторождения минерально-сырьевых ресурсов федерального и регионального значения.

Отсутствует информация о попадании в зону затопления Усманской ГЭС памятников культурного наследия / археологии.

Стоимость строительства в ценах 2014 г. оценивается в 20 611 млн. руб., в том числе на подготовку водохранилища – 1 401 млн. руб., на объекты схемы выдачи мощности – 4 610 млн. руб.

Таблица 3.32. Характеристики Усманской ГЭС.

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Значение
1.	Максимальный статический напор	м	82,0
2.	Площадь зеркала водохранилища при НПУ	км ²	47,0
3.	Объемы водохранилища: - полный	км ³	6,0
4.	- полезный	км ³	3,0
5.	Установленная мощность	МВт	100
6.	Выработка электроэнергии	млн. кВт·ч	494
7.	Количество переселяемых людей	Чел.	0
8.	Площадь затопления земель	тыс. га	2,83

Таблица 3.33. Оценка социально-экономических факторов Усманской ГЭС

Наименование	Ед. изм.	Значение
NPV	тыс. \$	(\$50 897)
IRR	%	10,56%
PI (бюджетная эффективность)		2,30
Валовой региональный продукт	млн. руб.	262 250
Рыбопродуктивность	тонн	85

1 ГИС-моделирование. Егидарев Е.Г., Симонов Е.А.

Изменение занятости	чел.	567
Переселение населения	чел.	0
Затопление и подтопление экономических объектов		
Сельхоз угодья и лесные земли	млн. руб.	2223
Экономические объекты	ед.	0
Затопление памятников культурного наследия / археологии	ед.	н/д

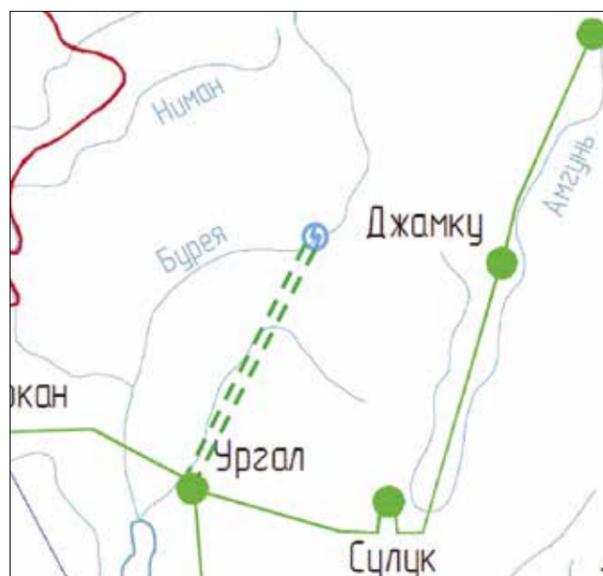


Рисунок 3.48. Схема выдачи мощности Усманской ГЭС

Источник: Схема и программа развития Единой энергетической системы России на 2013–2019 годы

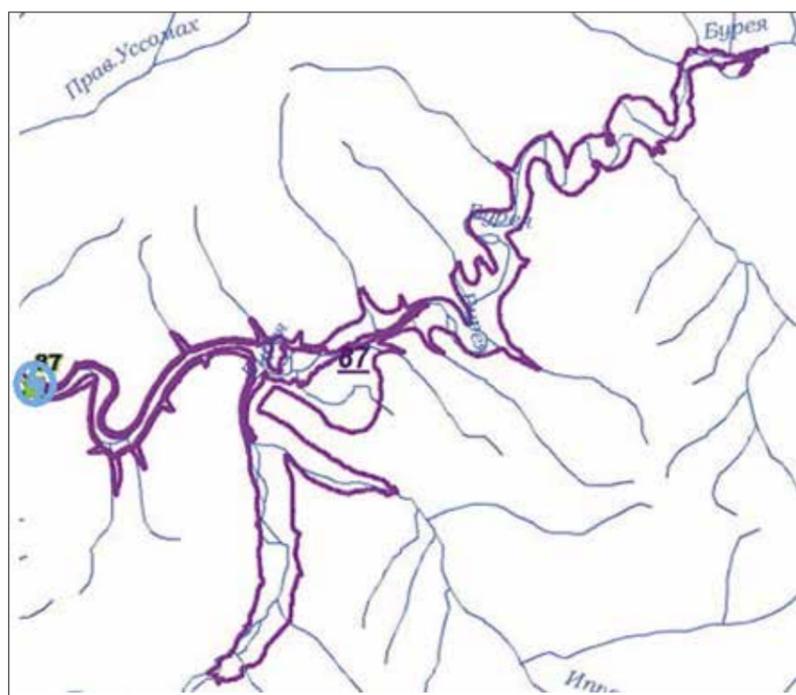


Рисунок 3.49. Схема водохранилища Усманской ГЭС.

Источник: ГИС-моделирование. Егидарев Е.Г., Симонов Е.А.

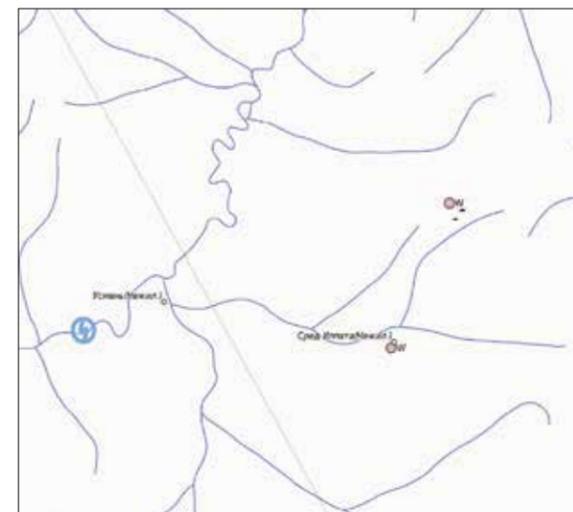


Рисунок 3.50. Экономические объекты в зоне затопления Усманской ГЭС

Источник: <https://gis.sobr.geosys.ru/>

3.18. ЛОКШАНСКАЯ ГЭС

Локшанская ГЭС располагается в Амурской области на р. Зeya, рассматривается выше по течению Зейской ГЭС.

Проектная мощность ГЭС – 90 МВт, годовая выработка электроэнергии в средневодных условиях – 510 млн. кВтч.

Для обеспечения выдачи мощности ГЭС (Рисунок 3.51) необходимо сооружение двухцепной ВЛ 220 кВ Локшанская ГЭС – ПС Призейская (2x112 км), а также реконструкция ПС 220 кВ Призейская.

Объем водохранилища – н/д, полезный объем – 1,9 км³. Расчетный напор – 61 м. Площадь зеркала водохранилища (Рисунок 3.52) – 5,35 тыс. га.¹

Населенные пункты не затрагиваются неблагоприятным влиянием Локшанского водохранилища, переселение отсутствует.

Предварительный анализ показал, что в зону затопления Локшанской ГЭС не попадают месторождения полезных ископаемых.

Отсутствует информация о попадании в зону затопления Локшанской ГЭС памятников культурного наследия / археологии.

Стоимость строительства в ценах 2014 г. оценивается в 20 464 млн. руб., в том числе на подготовку водохранилища – 1 594 млн. руб., на объекты схемы выдачи мощности – 5 730 млн. руб.

Таблица 3.34. Характеристики Локшанской ГЭС.

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Значение
1.	Максимальный статический напор	м	82,0
2.	Площадь зеркала водохранилища при НПУ	тыс. га	5,35
3.	Объемы водохранилища: - полный	км ³	н/д

¹ ГИС-моделирование. Егидарев Е.Г., Симонов Е.А.

4.	- полезный	км ³	1,9
5.	Установленная мощность	МВт	100
6.	Выработка электроэнергии	млн. кВт-ч	494
7.	Количество переселяемых людей	Чел.	0

Таблица 3.35. Оценка социально-экономических факторов Локшанской ГЭС

Наименование	Ед. изм.	Значение
NPV	тыс. \$	(\$36 507)
IRR	%	10,89%
PI (бюджетная эффективность)		1,84
Валовой региональный продукт	млн. руб.	248 997
Рыбопроductивность	тонн	96
Изменение занятости	чел.	512
Переселение населения	чел.	0
Затопление и подтопление экономических объектов		
Сельхоз угодья и лесные земли	млн. руб.	2531
Экономические объекты	ед.	0
Затопление памятников культурного наследия / археологии	ед.	н/д



Рисунок 3.51. Схема выдачи мощности Локшанской ГЭС.

Источник: Схема и программа развития Единой энергетической системы России на 2013–2019 годы

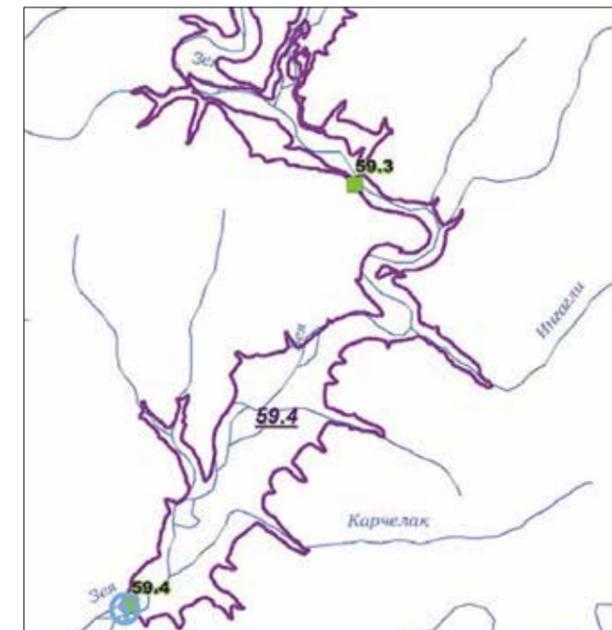


Рисунок 3.52. Схема водохранилища Локшанской ГЭС.
Источник: ГИС-моделирование. Егидарев Е.Г., Симонов Е.А.

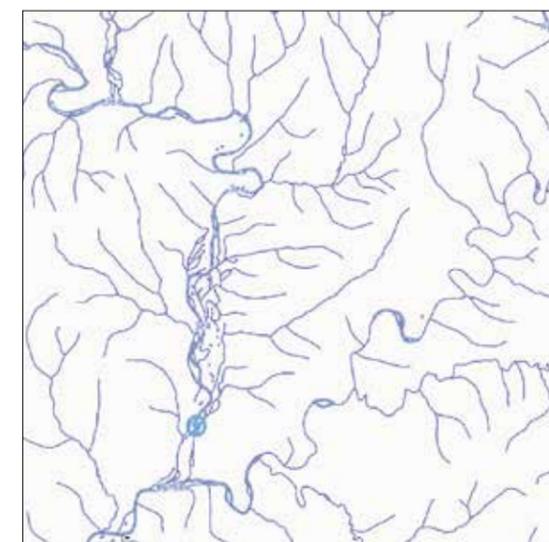


Рисунок 3.53. Экономические объекты в зоне затопления Локшанской ГЭС

Источник: <https://gis.sobr.geosys.ru/>

3.19. ГИЛЮЙСКИЙ ГИДРОУЗЕЛ

Гилюйская ГЭС располагается в Амурской области (Зейский р-он.) на р. Гилюй (приток р. Зейя, 105 км. от устья р. Гилюй).

Проектная мощность ГЭС – 462 МВт (3x107 МВт), годовая выработка электроэнергии в средних условиях – 1,15 млрд. кВтч.

Схема выдачи мощности ГЭС (Рисунок 3.54) предполагает:

- Двухцепной заход на ГЭС ВЛ 220 кВ Дипкун – Тутаул (90 км)
- ВЛ 220 кВ Гилюйская ГЭС – Магдагачи (150 км)

Объем водохранилища определен в 6,13 км³, полезный объем – 3,25 км³. Максимальный напор – 92 м. Площадь зеркала водохранилища (Рисунок 3.55) – 20,9 тыс. га, затопляется 18,8 тыс. га земель, в том числе 0 га сельскохозяйственных угодий, 15,0 тыс. га лесопокрытой площади¹.

Населенные пункты не затрагиваются неблагоприятными влияниями Гилюйского водохранилища, переселение отсутствует.

Предварительный анализ показал, что в зону затопления Гилюйской ГЭС попадают следующие месторождения полезных ископаемых:

- Месторождение золота «Рогачи руч.(джуваскитские)» (Россыпные ПИ)
- Месторождение золота «Луцы большие, лев. пр. р. Гилюй» (Россыпные ПИ)
- Месторождение золота «Ика р., лев. пр. р. Гилюй» (Россыпные ПИ)
- Месторождение золота «Нагорный руч., прав. пр. р. Джелтула» (Россыпные ПИ)
- Месторождение золота «Трофимовский руч., прав. пр. р. Ика» (Россыпные ПИ)

Отсутствует информация о попадании в зону затопления Гилюйской ГЭС памятников культурного наследия / археологии.

Стоимость строительства в ценах 2014 г. оценивается в 55 605 млн. руб., в том числе на подготовку водохранилища – 8 755 млн. руб., на объекты схемы выдачи мощности – 9 050 млн. руб.

Таблица 3.36. Характеристики Гилюйской ГЭС.

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Значение
1.	Максимальный статический напор	м	92,0
2.	НПУ	м	430,0
3.	УМО	м	410,0
4.	Площадь зеркала водохранилища при НПУ	км ²	209,0
5.	Объемы водохранилища: - полный	км ³	6,13
6.	- полезный	км ³	3,25
7.	Установленная мощность	МВт	462
8.	Выработка электроэнергии	млн. кВт·ч	1150
9.	Количество переселяемых людей	Чел.	0
10.	Площадь затопления земель	тыс. га	18,8
11.	Сельхоз угодья	тыс. га	0,0
12.	Лесные земли	тыс. га	15,0

Таблица 3.37. Оценка социально-экономических факторов Гилюйской ГЭС

Наименование	Ед. изм.	Значение
NPV	тыс. \$	\$99 750
IRR	%	13,20%
PI (бюджетная эффективность)		5,54

¹ Готванский В. И. Бассейн Амура: осваивая – сохранить. 2007.

Валовый региональный продукт	млн. руб.	1 048 263
Рыбопродуктивность	тонн	376
Изменение занятости	чел.	2 467
Переселение населения	чел.	0
Затопление и подтопление экономических объектов		
Сельхоз угодья и лесные земли	млн. руб.	7 343
Экономические объекты	ед.	5
Затопление памятников культурного наследия / археологии	ед.	н/д

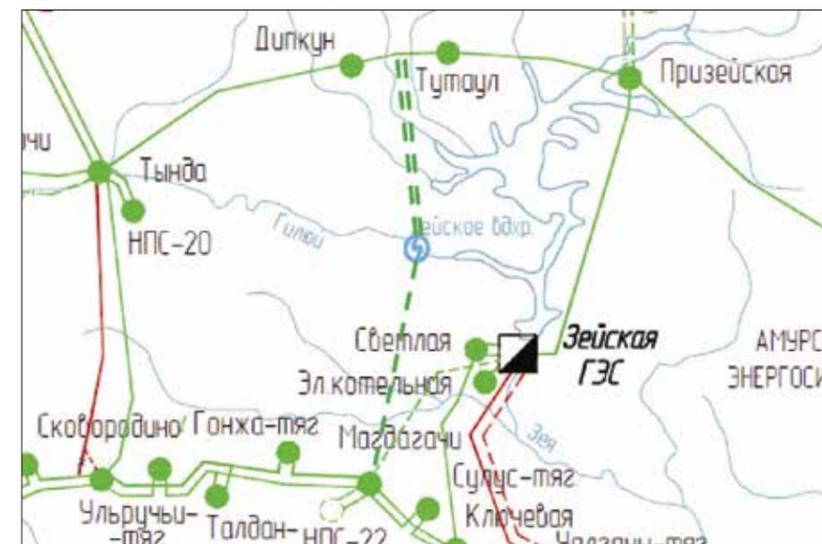


Рисунок 3.54. Схема выдачи мощности Гилюйской ГЭС.

Источник: Схема и программа развития Единой энергетической системы России на 2013–2019 годы

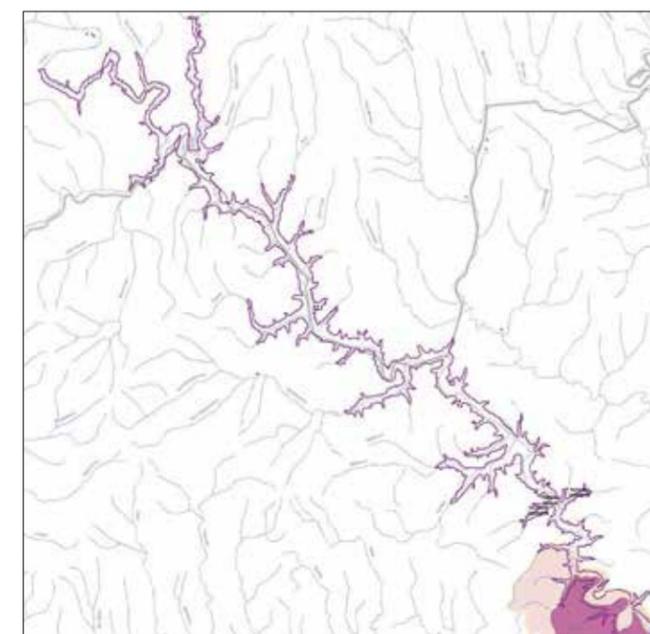


Рисунок 3.55. Схема водохранилища Гилюйской ГЭС.

Источник: ГИС-моделирование. Егидарев Е.Г., Симонов Е.А.

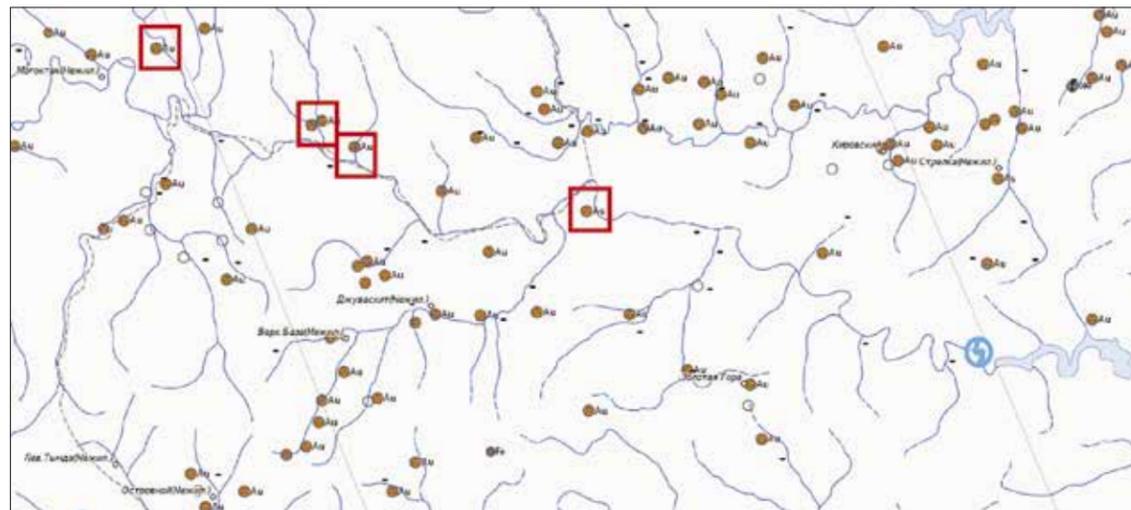


Рисунок 3.56. Экономические объекты в зоне затопления Гилульской ГЭС

Источник: <https://gis.sobr.geosys.ru/>

3.20. НИЖНЕ-ЗЕЙСКАЯ (ГРАМАТУХИНСКАЯ) ГЭС

Грамотухинская ГЭС располагается в Амурской области (Мазановский р-он) на р. Зея (290,2 км от устья).

Проектная мощность ГЭС – 400 МВт (4x100 МВт), годовая выработка электроэнергии в средних условиях – 2,25 млрд. кВтч.

Схема выдачи мощности ГЭС (Рисунок 3.57) предполагает:

- Двухцепная ВЛ 220 кВ Нижне-Зейская ГЭС – Новокиевка (35 км)
- ВЛ 220 кВ Нижне-Зейская ГЭС – ГПП (Космодром) (40 км)

Объем водохранилища определен в 3,074 км³, полезный объем – 1-1,7 км³. Расчетный напор – 27,5 м. Площадь зеркала водохранилища (Рисунок 3.58) – 25,78 тыс. га, затопляется 16,2 тыс. га земель, в том числе 1,9 га сельскохозяйственных угодий, 1,2 тыс. га лесопокрытой площади.¹

Затрагиваются в различной степени неблагоприятными влияниями водохранилища (затопления, подтопления, берегопереработка) населенные пункты: Ураловка (263) и Чагоян (382). Переселяется 645 человек (2010)².

Предварительный анализ показал, что в зону затопления Нижне-Зейской ГЭС не попадают месторождения минерально-сырьевых ресурсов федерального и регионального значения.

Предварительный анализ показал, что в зону затопления Нижне-Зейской ГЭС попадает 35 памятников культурного наследия / археологии.

Стоимость строительства в ценах 2014 г. оценивается в 43 141 млн. руб., в том числе на подготовку водохранилища – 3 602 млн. руб., на объекты схемы выдачи мощности – 3 550 млн. руб.

Таблица 3.38. Характеристики Нижне-Зейской ГЭС.

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Значение
1.	Максимальный статический напор	м	27,5
2.	НПУ	м	187,0
3.	Площадь зеркала водохранилища при НПУ	км ²	257,8
4.	Объемы водохранилища: – полный	км ³	3,074
5.	– полезный	км ³	1-1,7
6.	Установленная мощность	МВт	400
7.	Выработка электроэнергии	млн. кВт·ч	2250
8.	Количество переселяемых людей	Чел.	645
9.	Площадь затопления земель	тыс. га	16,2
10.	Сельхоз угодья	тыс. га	1,9
11.	Лесные земли	тыс. га	1,2

Таблица 3.39. Оценка социально-экономических факторов Нижне-Зейской (Грамотухинской) ГЭС

Наименование	Ед. изм.	Значение
NPV	тыс. \$	\$393 146
IRR	%	17,56%
PI (бюджетная эффективность)		7,12
Валовый региональный продукт	млн. руб.	1 098 400
Рыбопродуктивность	тонн	464
Изменение занятости	чел.	2 137
Переселение населения	чел.	645
Затопление и подтопление экономических объектов		
Сельхоз угодья и лесные земли	млн. руб.	6 214
Экономические объекты	ед.	0
Затопление памятников культурного наследия / археологии	ед.	35

¹ Предпроектные проработки. Ленгидропроект. 2008 г.

² Всероссийская перепись населения 2010 года.

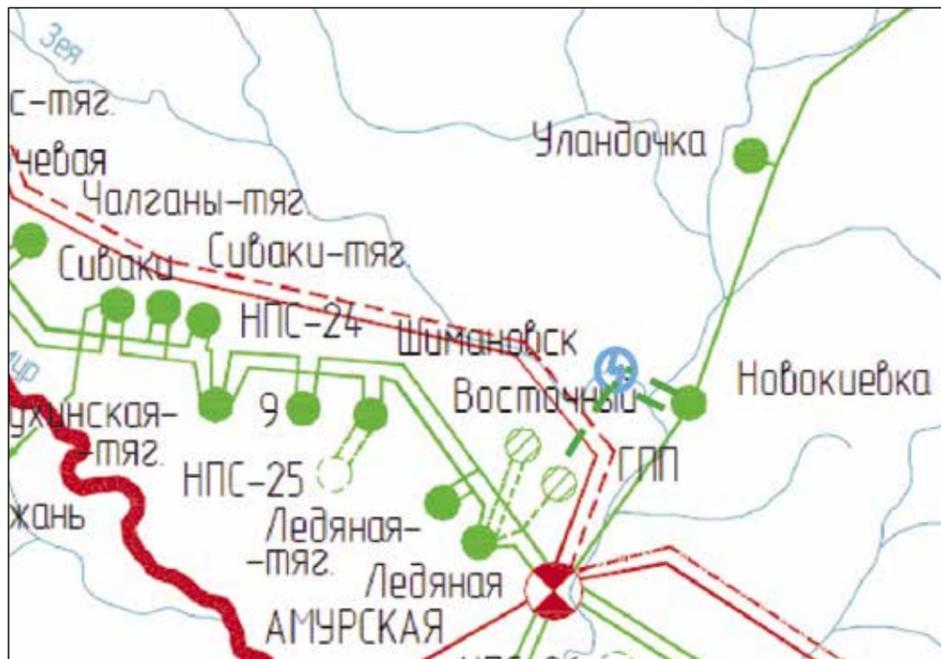


Рисунок 3.57. Схема выдачи Нижне-Зейской ГЭС.

Источник: Схема и программа развития Единой энергетической системы России на 2013–2019 годы

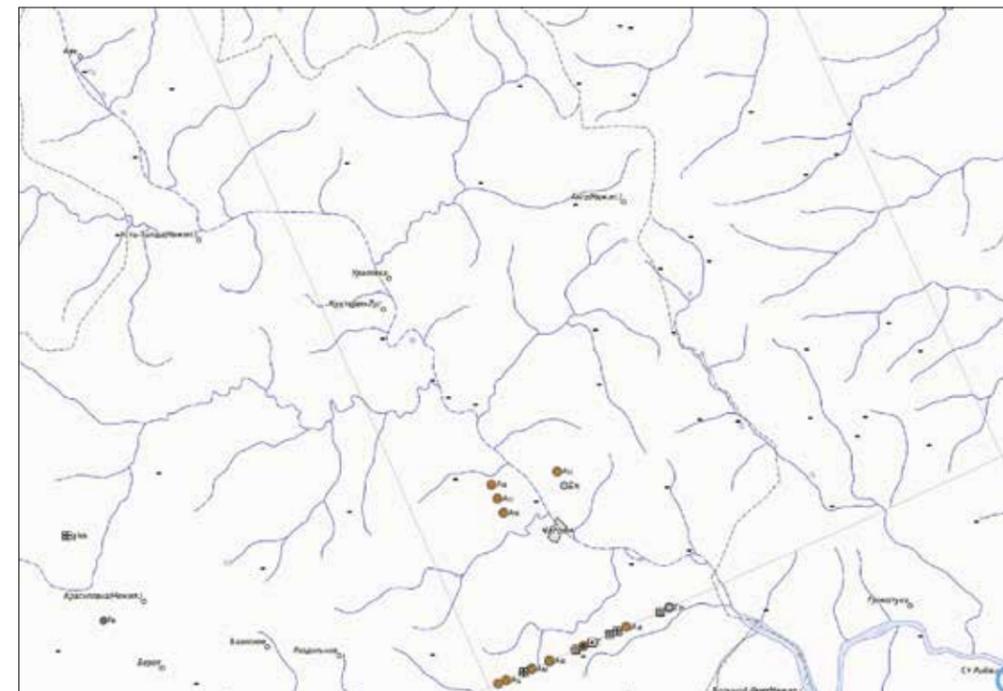


Рисунок 3.59. Экономические объекты в зоне затопления Нижне-Зейской ГЭС

Источник: <https://gis.sobr.geosys.ru/>

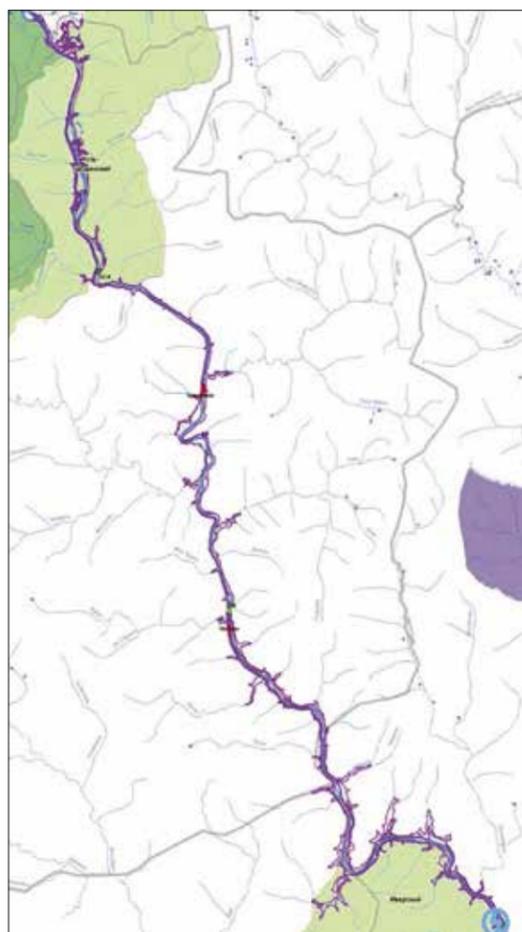


Рисунок 3.58. Схема водохранилища Нижне-Зейской ГЭС.

Источник: ГИС-моделирование. Егидарев Е.Г., Симонов Е.А.

3.21. НИЖНЕ-БУРЕЙСКАЯ ГЭС

Нижне-Бурейская ГЭС располагается в Амурской области на р. Бурея в 84,5 км от устья и является контррегулятором Бурейской ГЭС.

Проектная мощность ГЭС – 321 МВт (3х107 МВт), годовая выработка электроэнергии в средних условиях – 1,65 млрд. кВтч.

Схема выдачи мощности ГЭС (Рисунок 3.60) предполагает:

по двухцепной ВЛ 220 кВ Нижне-Бурейская ГЭС – Архара (2х53 км).

Объем водохранилища определен в 2,03 км³, полезный объем – 0,07 км³. Расчетный напор – 38,0 м. Площадь зеркала водохранилища – 15,3 тыс. га, затопляется 11,7 тыс. га земель, в том числе 6,5 га сельскохозяйственных угодий, 1,1 тыс. га лесопокрытой площади.¹

Затрагиваются в различной степени неблагоприятными влияниями водохранилища (затопления, подтопления, берегопереработка) населенные пункты: Трехречье (68). Переселяется 68 человек (2010).

Предварительный анализ показал, что в зону затопления Нижне-Бурейской ГЭС попадают следующие месторождения полезных ископаемых:

- Куликовское месторождение цеолитов (Россыпные ПИ)
- Далдыканское месторождение: гранит, гранодиорит, гранит, гранодиорит.

Предварительный анализ показал, что в зону затопления Нижне-Бурейской ГЭС попадает 1 памятник культурного наследия / археологии.

¹ Готванский В. И. Бассейн Амура: осваивая – сохранить. 2007.

Наименование	Типология	Адрес:	Ссылка:
Братская могила партизан, павших в боях за Советскую власть на Дальнем Востоке	Памятники истории	Амурская область, Бурейский район, С. Киселево	http://kulturnoe-nasledie.ru/monuments.php?id=2800150000

Стоимость строительства в ценах 2014 г. оценивается в 36 166 млн. руб., в том числе на подготовку водохранилища – 2 120 млн. руб., на объекты схемы выдачи мощности – 2 077 млн. руб.

Таблица 3.40. Характеристики Нижне-Бурейской ГЭС.

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Значение
1.	Максимальный статический напор	м	29,5
2.	НПУ	м	155,0
3.	Площадь зеркала водохранилища при НПУ	км ²	153,0
4.	Объемы водохранилища: - полный	км ³	2,03
5.	- полезный	км ³	0,077
6.	Установленная мощность	МВт	321
7.	Выработка электроэнергии	млн. кВт·ч	1650
8.	Количество переселяемых людей	Чел.	68
9.	Площадь затопления земель	тыс. га	11,7
10.	Сельхоз угодья	тыс. га	6,5
11.	Лесные земли	тыс. га	1,1

Таблица 3.41. Оценка социально-экономических факторов Нижне-Бурейской ГЭС

Наименование	Ед. изм.	Значение
NPV	тыс. \$	\$292 814
IRR	%	17,12%
PI (бюджетная эффективность)		7,92
Валовой региональный продукт	млн. руб.	863 208
Рыбопродуктивность	тонн	275
Изменение занятости	чел.	1 733
Переселение населения	чел.	68
Затопление и подтопление экономических объектов		
Сельхоз угодья и лесные земли	млн. руб.	19 788
Экономические объекты	ед.	2
Затопление памятников культурного наследия / археологии	ед.	1

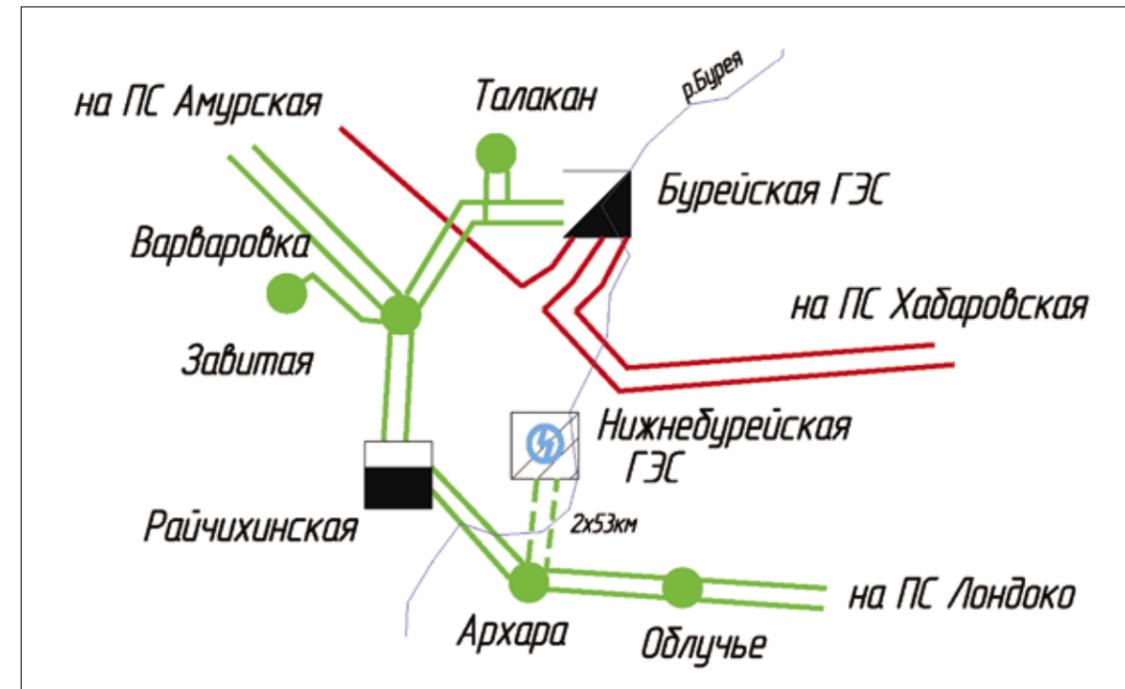


Рисунок 3.60. Схема выдачи мощности Нижне-Бурейской ГЭС.

Источник: Схема и программа развития Единой энергетической системы России на 2013–2019 годы

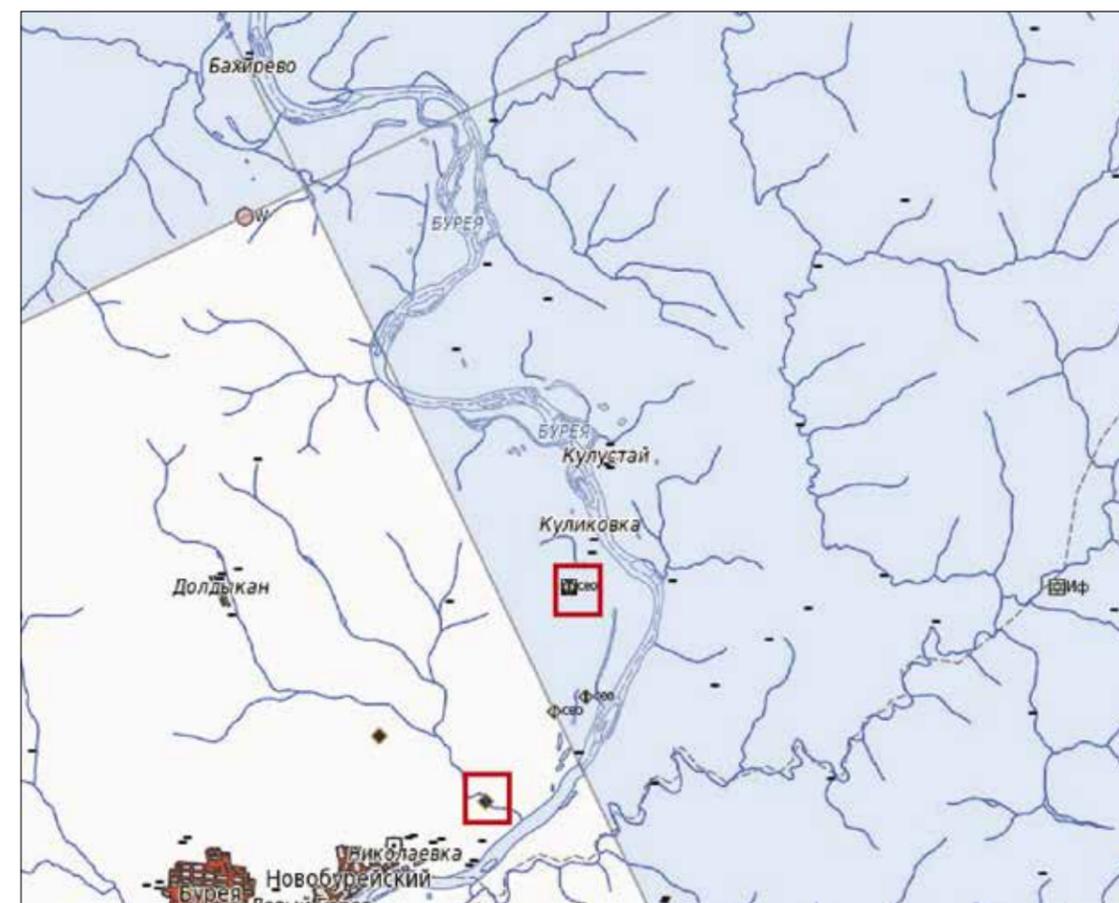


Рисунок 3.61. Экономические объекты в зоне затопления Нижне-Бурейской ГЭС

Источник: <https://gis.sobr.geosys.ru/>

3.22. УМАЛТИНСКАЯ ГЭС

Умалтинская ГЭС располагается в Хабаровском крае на р. Бурея в 84,5 км от устья.

Проектная мощность ГЭС – 150 МВт, годовая выработка электроэнергии в средневодных условиях – 790 млн. кВтч.

Для обеспечения выдачи мощности ГЭС (Рисунок 3.63) необходимо сооружение двухцепной ВЛ 220 кВ Умалтинская ГЭС – ПС Ургал (2x81 км), а также реконструкция ПС 220 кВ Ургал.

Объем водохранилища определен в 8,0 км³, полезный объем – 4,0 км³. Расчетный напор – 74,0 м. Площадь зеркала водохранилища (Рисунок 3.64) – 4,04 тыс. га.¹

Населенные пункты незатрагиваются неблагоприятными влияниями Умалтинского водохранилища, переселение отсутствует.

Предварительный анализ показал, что в зону затопления Умалтинской ГЭС не попадают месторождения полезных ископаемых.

Отсутствует информация о попадании в зону затопления Умалтинской ГЭС памятников культурного наследия / археологии.

Стоимость строительства в ценах 2014 г. оценивается в 23 032 млн. руб., в том числе на подготовку водохранилища – 1 204 млн. руб., на объекты схемы выдачи мощности – 4 490 млн. руб.

Таблица 3.42. Характеристики Умалтинской ГЭС.

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Значение
	Максимальный статический напор	м	74,0
	Площадь зеркала водохранилища при НПУ	км ²	4,04
	Объемы водохранилища: – полный	км ³	8,0
	– полезный	км ³	4,0
	Установленная мощность	МВт	150
	Выработка электроэнергии	млн. кВтч	790
	Количество переселяемых людей	Чел.	0
	Площадь затопления земель	тыс. га	2,44
	Сельхоз угодья	тыс. га	0,27
	Лесные земли	тыс. га	2,17

Таблица 3.43. Оценка социально-экономических факторов Умалтинской ГЭС

Наименование	Ед. изм.	Значение
NPV	тыс. \$	\$8 873
IRR	%	12,34%
PI (бюджетная эффективность)		3,83
Валовый региональный продукт	млн. руб.	401 718

¹ ГИС-моделирование. Егидарев Е.Г., Симонов Е.А.

Рыбопродуктивность	тонн	73
Изменение занятости	чел.	836
Переселение населения	чел.	0
Затопление и подтопление экономических объектов		
Сельхоз угодья и лесные земли	млн. руб.	1911
Экономические объекты	ед.	0
Затопление памятников культурного наследия / археологии	ед.	н/д

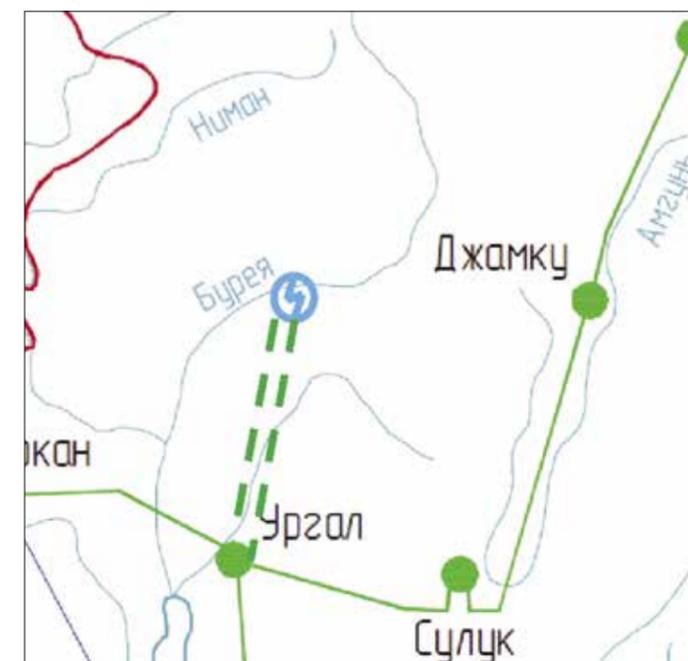


Рисунок 3.62. Схема выдачи мощности Умалтинской ГЭС.

Источник: Схема и программа развития Единой энергетической системы России на 2013–2019 годы

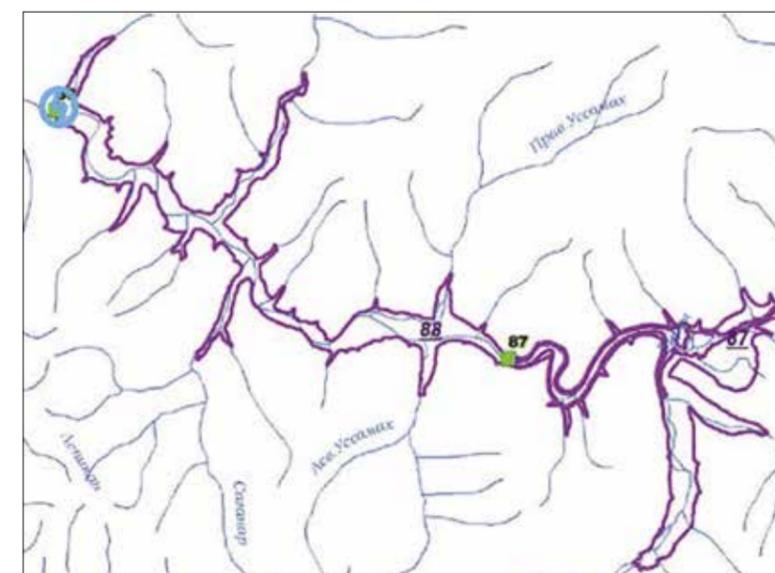


Рисунок 3.63. Схема водохранилища Умалтинской ГЭС.

Источник: ГИС-моделирование. Егидарев Е.Г., Симонов Е.А.

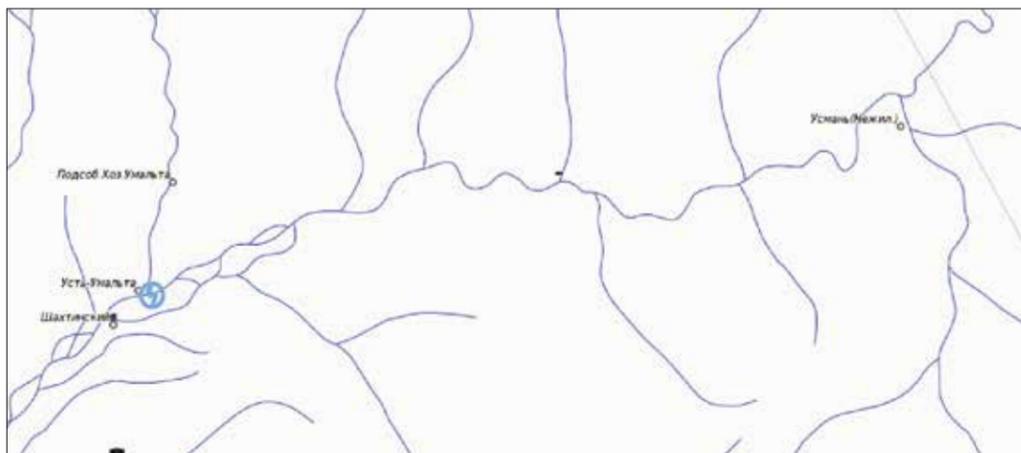


Рисунок 3.64. Экономические объекты в зоне затопления Умалтинской ГЭС

Источник: <https://gis.sobr.geosys.ru/>

3.23. УРГАЛЬСКИЙ ГИДРОУЗЕЛ

Ургальская ГЭС располагается в Хабаровском крае на р. Бурея.

Проектная мощность ГЭС – 240 МВт, годовая выработка электроэнергии в средневодных условиях – 965 млн. кВтч.

Для выдачи мощности ГЭС (Рисунок 3.66) рекомендуется сооружение двухцепной ВЛ 220 кВ Ургальская ГЭС – ПС Ургал (2x25 км) и реконструкция ПС Ургал.

Объем водохранилища определен в 6,0 км³, полезный объем – 3,0 км³. Расчетный напор – 40,0 м. Площадь зеркала водохранилища (Рисунок 3.67) – 19,39 тыс. га.¹

Затрагиваются в различной степени неблагоприятными влияниями водохранилища (затопления, подтопления, берегопереработка) населенные пункты: Усть-Ургал (188). Переселяется 188 человек (2012)².

Предварительный анализ показал, что в зону затопления Ургальской ГЭС не попадают месторождения полезных ископаемых.

Отсутствует информация о попадании в зону затопления Ургальской ГЭС памятников культурного наследия / археологии.

Стоимость строительства в ценах 2014 г. оценивается в 28 470 млн. руб., в том числе на подготовку водохранилища – 5 778 млн. руб., на объекты схемы выдачи мощности – 2 250 млн. руб.

Таблица 3.44. Характеристики Ургальской ГЭС.

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Значение
1.	Максимальный статический напор	м	40,0
2.	Площадь зеркала водохранилища при НПУ	км ²	19,39
3.	Объемы водохранилища: - полный	км ³	6,0

1 ГИС-моделирование. Егидарев Е.Г., Симонов Е.А.

2 Оценка численности населения по муниципальным образованиям на начало 2012 г. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Хабаровскому краю.

4.	- полезный	км ³	3,0
5.	Установленная мощность	МВт	240
6.	Выработка электроэнергии	млн.кВт·ч	965
7.	Количество переселяемых людей	Чел.	188
8.	Площадь затопления земель	тыс. га	11,72
9.	Сельхоз угодья	тыс. га	1,32
10.	Лесные земли	тыс. га	10,40

Таблица 3.45. Оценка социально-экономических факторов Ургальской ГЭС

Наименование	Ед. изм.	Значение
NPV	тыс. \$	\$95 849
IRR	%	13,99%
PI (бюджетная эффективность)		4,29
Валовый региональный продукт	млн. руб.	586 733
Рыбопродуктивность	тонн	349
Изменение занятости	чел.	1 311
Переселение населения	чел.	188
Затопление и подтопление экономических объектов		
Сельхоз угодья и лесные земли	млн. руб.	9172
Экономические объекты	ед.	0
Затопление памятников культурного наследия / археологии	ед.	н/д

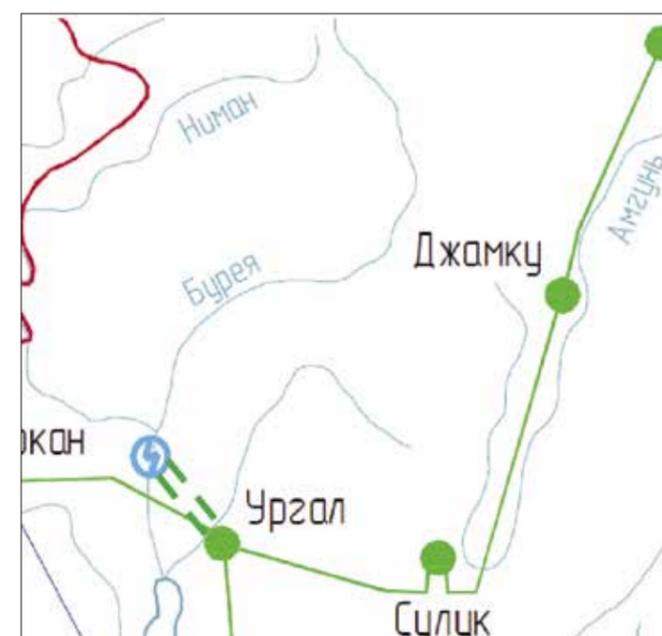


Рисунок 3.65. Схема выдачи мощности Ургальской ГЭС.

Источник: Схема и программа развития Единой энергетической системы России на 2013–2019 годы

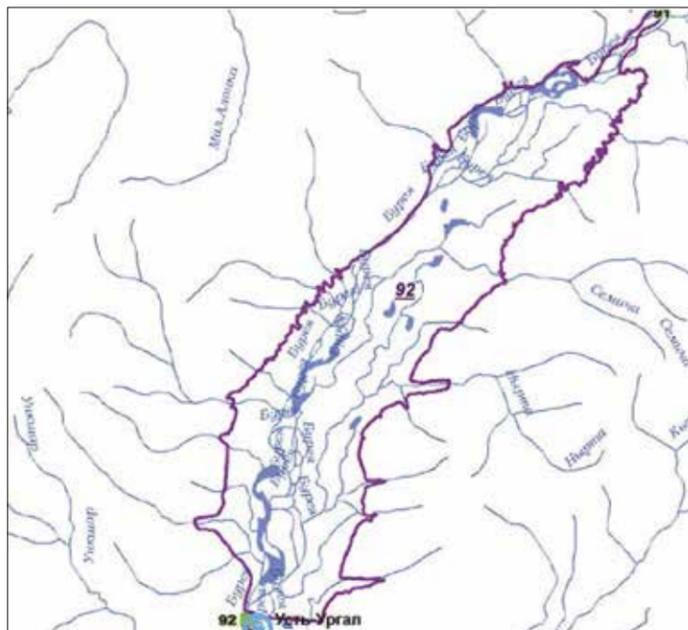


Рисунок 3.66. Схема водохранилища Ургальской ГЭС.
Источник: ГИС-моделирование. Егидарев Е.Г., Симонов Е.А.

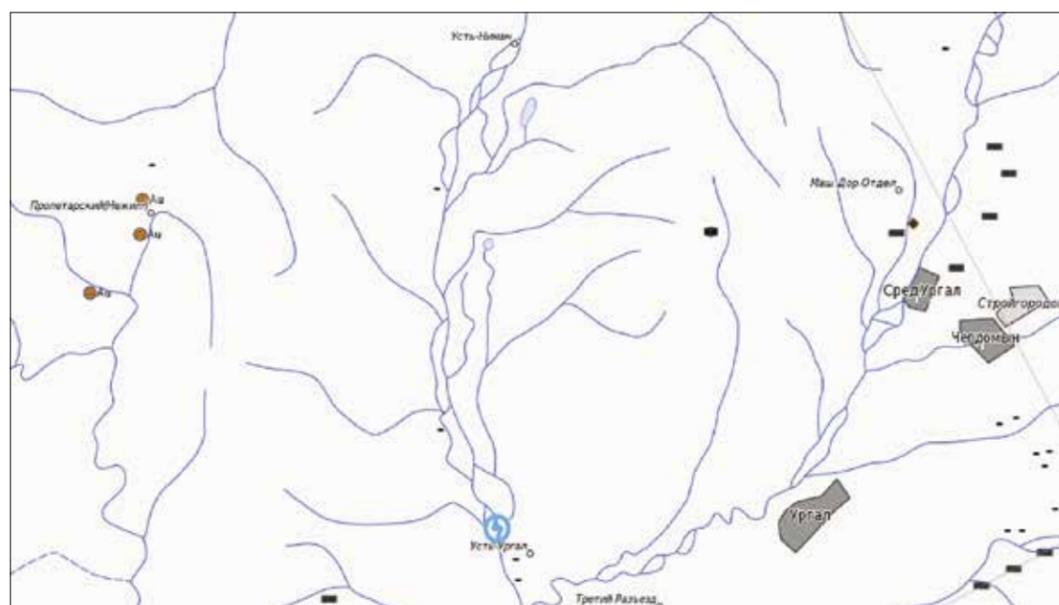


Рисунок 3.67. Экономические объекты в зоне затопления Ургальской ГЭС
Источник: <https://gis.sobr.geosys.ru/>

3.24. ВЕРХНЕНИМАНСКИЙ ГИДРОУЗЕЛ

Верхнениманская ГЭС располагается в Хабаровском крае на р. Ниман.

Проектная мощность ГЭС – 490 МВт, годовая выработка электроэнергии в средневодных условиях – 2,04 млрд. кВтч.

Для выдачи мощности ГЭС (Рисунок 3.69) рекомендуется сооружение двухцепной ВЛ 220 кВ Верхнениманская ГЭС – ПС Этыркен (2х96 км) и одноцепной ВЛ 220 кВ Верхнениманская ГЭС – ПС Ургал (112 км), а также реконструкция ПС Эрыркен и ПС Ургал.

Объем водохранилища определен в 8,0 км³, полезный объем – 4,0 км³. Расчетный напор – 74,0 м. Площадь зеркала водохранилища (Рисунок 3.70) – 38,58 тыс. га.¹

Населенные пункты не затрагиваются неблагоприятными влияниями Верхнениманского водохранилища, переселение отсутствует.

Предварительный анализ показал, что в зону затопления Верхнениманской ГЭС не попадают месторождения минерально-сырьевых ресурсов федерального и регионального значения.

Отсутствует информация о попадании в зону затопления Верхнениманской ГЭС памятников культурного наследия / археологии.

Стоимость строительства в ценах 2014 г. оценивается в 55 601 млн.руб., в том числе на подготовку водохранилища – 11 496 млн. руб., на объекты схемы выдачи мощности – 8 570 млн. руб.

Таблица 3.46. Характеристики Верхнениманской ГЭС.

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Значение
1.	Максимальный статический напор	м	74,0
2.	Площадь зеркала водохранилища при НПУ	км ²	385,8
3.	Объемы водохранилища: – полный	км ³	8,0
4.	– полезный	км ³	4,0
5.	Установленная мощность	МВт	490
6.	Выработка электроэнергии	млн. кВт·ч	2040
7.	Количество переселяемых людей	Чел.	0
8.	Площадь затопления земель	тыс. га	23,32
9.	Сельхоз угодья	тыс. га	2,62
10.	Лесные земли	тыс. га	20,70

Таблица 3.47. Оценка социально-экономических факторов Верхнениманской ГЭС

Наименование	Ед. изм.	Значение
NPV	тыс. \$	\$290 350
IRR	%	15,22%
PI (бюджетная эффективность)		6,48
Валовый региональный продукт	млн. руб.	1 274 465
Рыбопродуктивность	тонн	694
Изменение занятости	чел.	2 607
Переселение населения	чел.	0
Затопление и подтопление экономических объектов		
Сельхоз угодья и лесные земли	млн. руб.	18249
Экономические объекты	ед.	0
Затопление памятников культурного наследия / археологии	ед.	н/д

¹ ГИС-моделирование. Егидарев Е.Г., Симонов Е.А.



Рисунок 3.68. Схема выдачи мощности Верхнениманской ГЭС.

Источник: Схема и программа развития Единой энергетической системы России на 2013–2019 годы

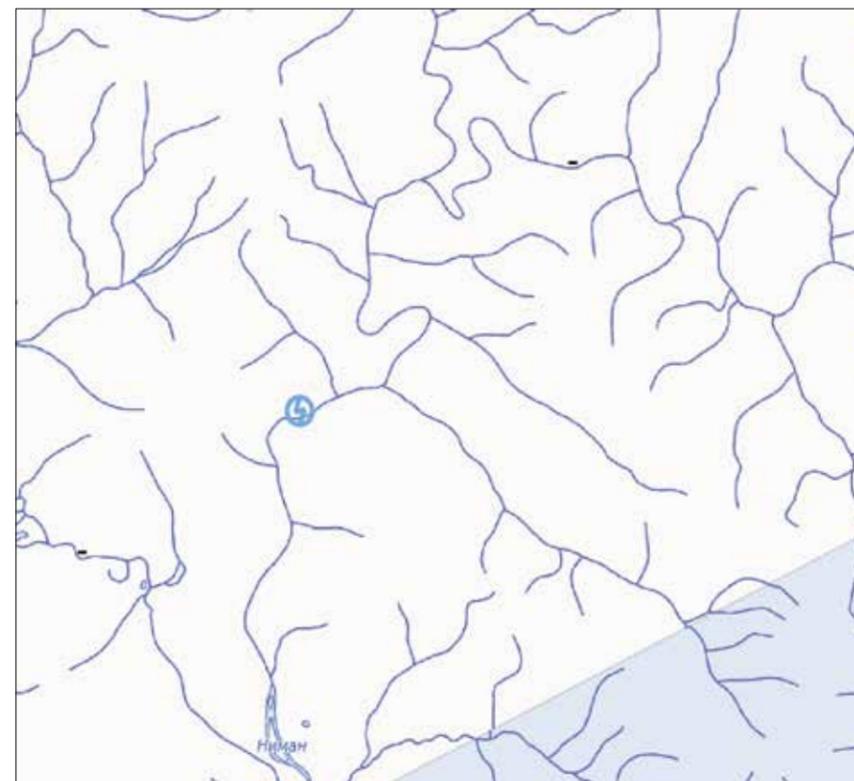


Рисунок 3.70. Экономические объекты в зоне затопления Верхнениманской ГЭС

Источник: <https://gis.sobr.geosys.ru/>

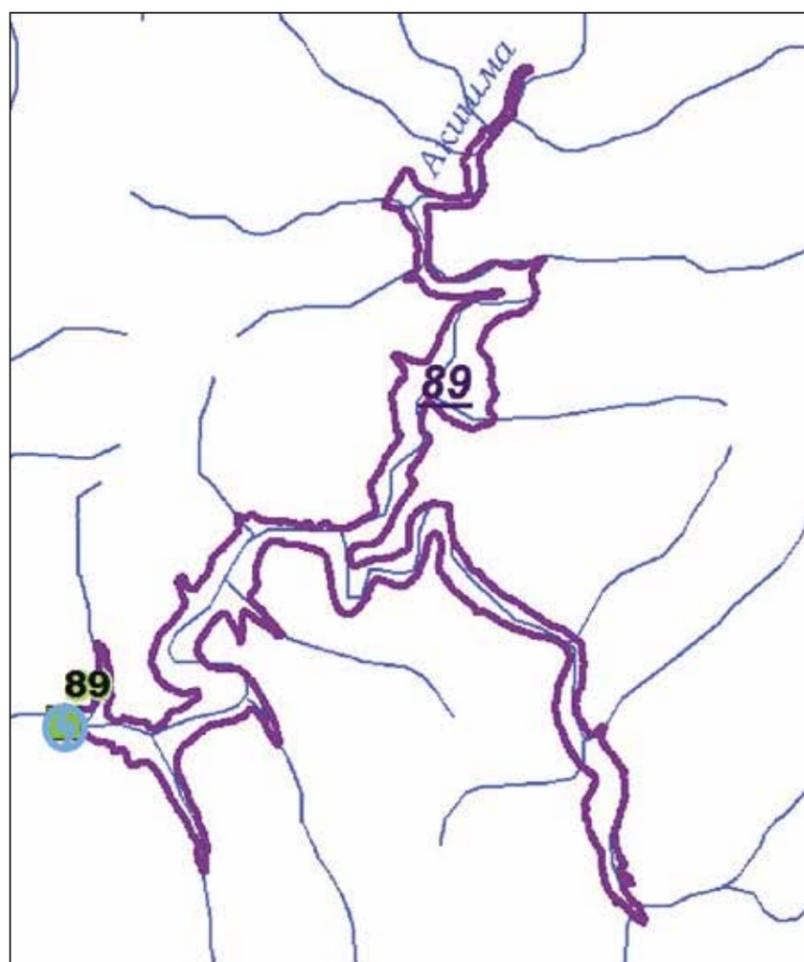


Рисунок 3.69. Схема водохранилища Верхнениманской ГЭС.

Источник: ГИС-моделирование. Егидарев Е.Г., Симонов Е.А.

3.25. НИЖНЕНИМАНСКАЯ ГЭС (УРГАЛЬСКАЯ ГЭС-1)

Нижнениманская ГЭС располагается в Хабаровском крае на р. Ниман в 27 км от устья.

Проектная мощность ГЭС – 600 МВт (4x150 МВт), годовая выработка электроэнергии в средних условиях – 1,8 млрд. кВтч.

Для выдачи мощности ГЭС (Рисунок 3.72) рекомендуется сооружение двухцепной ВЛ 220 кВ Нижнениманская ГЭС – Ургал (2x75 км) и заходов ВЛ 220 кВ Ургал – Февральск на Нижнениманскую ГЭС (2x15 км).

Объем водохранилища определен в 13,5 км³, полезный объем – 8,3 км³. Расчетный напор – 138,0 м. Площадь зеркала водохранилища (Рисунок 3.73) – 37,1 тыс. га., затопляется 35 тыс. га земель, в том числе сельхоз угодья – 0 тыс. га. Будет затоплено 29 тыс. га лесопокрытой площади¹.

Населенные пункты не затрагиваются неблагоприятными влияниями Нижнениманского водохранилища, переселение отсутствует.

Предварительный анализ показал, что в зону затопления Нижнениманской ГЭС попадают следующие месторождения полезных ископаемых:

- Месторождение олова «Агдони р.» (Россыпные ПИ);
- Месторождение олова «Агдонинское» (Россыпные ПИ);

Отсутствует информация о попадании в зону затопления Нижнениманской ГЭС памятников культурного наследия / археологии.

¹ Готванский В. И. Бассейн Амура: осваивая – сохранить. 2007.

Стоимость строительства в ценах 2014 г. оценивается в 68 507 млн. руб., в том числе на подготовку водохранилища – 7 309 млн. руб., на объекты схемы выдачи мощности – 2 881 млн. руб.

Таблица 3.48. Характеристики Нижнениманской ГЭС.

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Значение
1.	Расчетный напор	м	138,0
2.	Площадь зеркала водохранилища при НПУ	км ²	371,0
3.	Объемы водохранилища:полный	км ³	13,5
4.	Объемы водохранилища:полезный	км ³	8,3
5.	Установленная мощность	МВт	600
6.	Выработка электроэнергии	млрд. кВт-ч	1,80
7.	Количество переселяемых людей	Чел.	0
8.	Площадь затопления земель	тыс. га	35,0
9.	Сельхоз угодья	тыс. га	0
10.	Лесные земли	тыс. га	29,0

Таблица 3.49. Оценка социально-экономических факторов Нижнениманской ГЭС

Наименование	Ед. изм.	Значение
NPV	тыс. \$	\$95 849
IRR	%	13,99%
PI (бюджетная эффективность)		4,29
Валовый региональный продукт	млн. руб.	586 733
Рыбопроductивность	тонн	349
Изменение занятости	чел.	1 311
Переселение населения	чел.	0
Затопление и подтопление экономических объектов		
Сельхоз угодья и лесные земли	млн. руб.	14197
Экономические объекты	ед.	2
Затопление памятников культурного наследия / археологии	ед.	н/д



Рисунок 3.71. Схема выдачи мощности Нижнениманской ГЭС

Источник: Программа развития гидроэнергетики России на период до 2020 года и на перспективу до 2030 года.

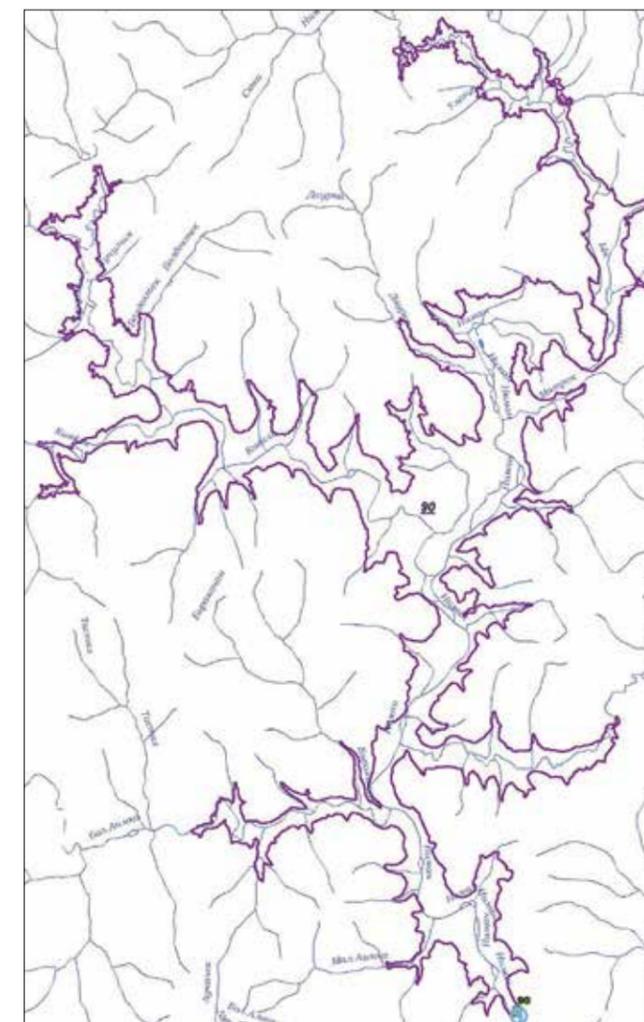


Рисунок 3.72. Схема водохранилища Нижнениманской ГЭС.

Источник: ГИС-моделирование. Егидарев Е.Г., Симонов Е.А.



Рисунок 3.73. Экономические объекты в зоне затопления Нижнениманской ГЭС

Источник: <https://gis.sobr.geosys.ru/>

3.26. УСТЬ-НИМАНСКИЙ ГИДРОУЗЕЛ

Усть-Ниманская ГЭС располагается в Хабаровском крае на р. Ниман.

Проектная мощность ГЭС – 185 МВт, годовая выработка электроэнергии в среднемводных условиях – 606 млн. кВтч.

Для выдачи мощности ГЭС (Рисунок 3.75) рекомендуется сооружение двухцепной ВЛ 220 кВ Усть-Ниманская ГЭС – Ургал (2х38 км) и заходов ВЛ 220 кВ Ургал – Февральск на Усть-Ниманскую ГЭС (2х27 км).

Объем водохранилища определен в 2,0 км³, полезный объем – 0,57 км³. Расчетный напор – 100,0 м. Площадь зеркала водохранилища (Рисунок 3.76) – 38,58 тыс. га.¹

Населенные пункты не затрагиваются неблагоприятными влияниями Усть-Ниманского водохранилища, переселение отсутствует.

Предварительный анализ показал, что в зону затопления Усть-Ниманской ГЭС попадают следующие месторождения полезных ископаемых:

- Месторождение каменного угля «Левобуреинский»;
- Месторождение золота «Соколовский руч.»;
- Месторождение золота «Соколовский лев. руч.»;
- Месторождение ртути «Афанасьевское»;
- Месторождение золота «Ерик бол. р.»;
- Месторождение золота «Чуриковский руч., лев. пр. р. Бол. Ерик»;
- Месторождение золота «Ким-Салали руч.»;
- Месторождение золота «Олонжа».

¹ ГИС-моделирование. Егидарев Е.Г., Симонов Е.А.

Отсутствует информация о попадании в зону затопления Усть-Ниманской ГЭС памятников культурного наследия / археологии.

Стоимость строительства в ценах 2014 г. оценивается в 23 747 млн. руб., в том числе на подготовку водохранилища – 608 млн. руб., на объекты схемы выдачи мощности – 3 850 млн. руб.

Таблица 3.50 Характеристики Усть-Ниманской ГЭС.

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Значение
1.	Расчетный напор	м	100,0
2.	Площадь зеркала водохранилища при НПУ	км ²	20,4
3.	Объемы водохранилища:полный	км ³	2,0
4.	Объемы водохранилища:полезный	км ³	0,57
5.	Установленная мощность	МВт	185
6.	Выработка электроэнергии	млн. кВт·ч	606
7.	Количество переселяемых людей	Чел.	0
8.	Площадь затопления земель	тыс. га	23,26
9.	Сельхоз угодья	тыс. га	2,78
10.	Лесные земли	тыс. га	20,48

Таблица 3.51. Оценка социально-экономических факторов Усть-Ниманской ГЭС

Наименование	Ед. изм.	Значение
NPV	тыс. \$	\$53 369
IRR	%	13,49%
PI (бюджетная эффективность)		5,08
Валовый региональный продукт	млн. руб.	425 443
Рыбопродуктивность	тонн	694
Изменение занятости	чел.	1 020
Переселение населения	чел.	0
Затопление и подтопление экономических объектов		
Сельхоз угодья и лесные земли	млн. руб.	18249
Экономические объекты	ед.	8
Затопление памятников культурного наследия / археологии	ед.	н/д

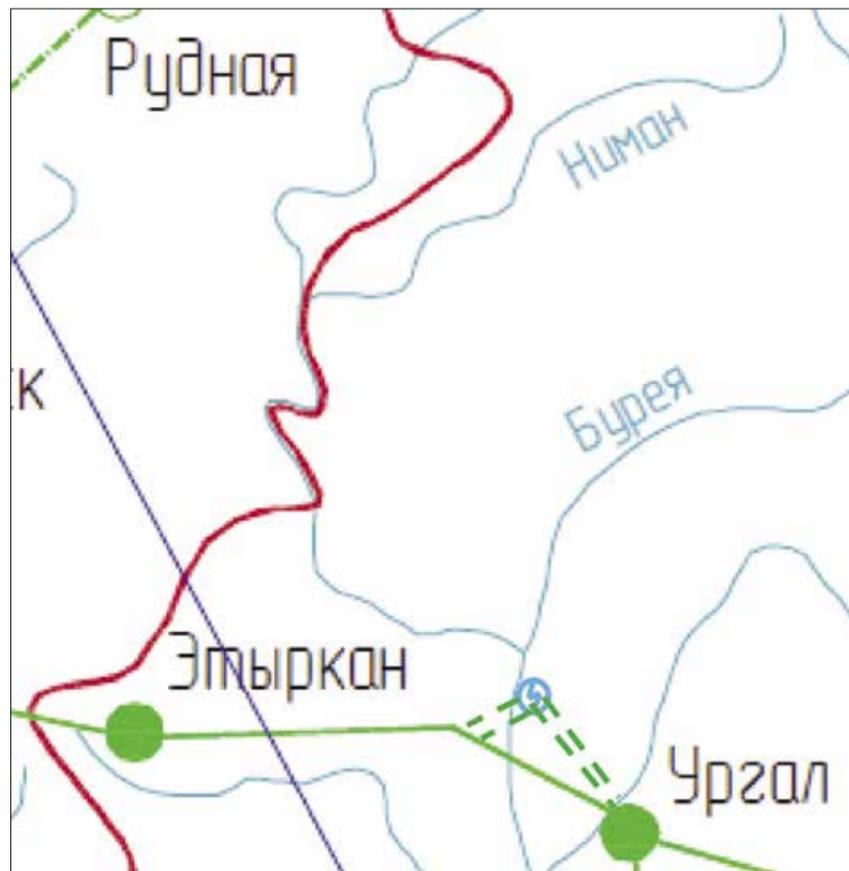


Рисунок 3.74. Схема выдачи мощности Усть-Ниманской ГЭС.

Источник: Схема и программа развития Единой энергетической системы России на 2013–2019 годы

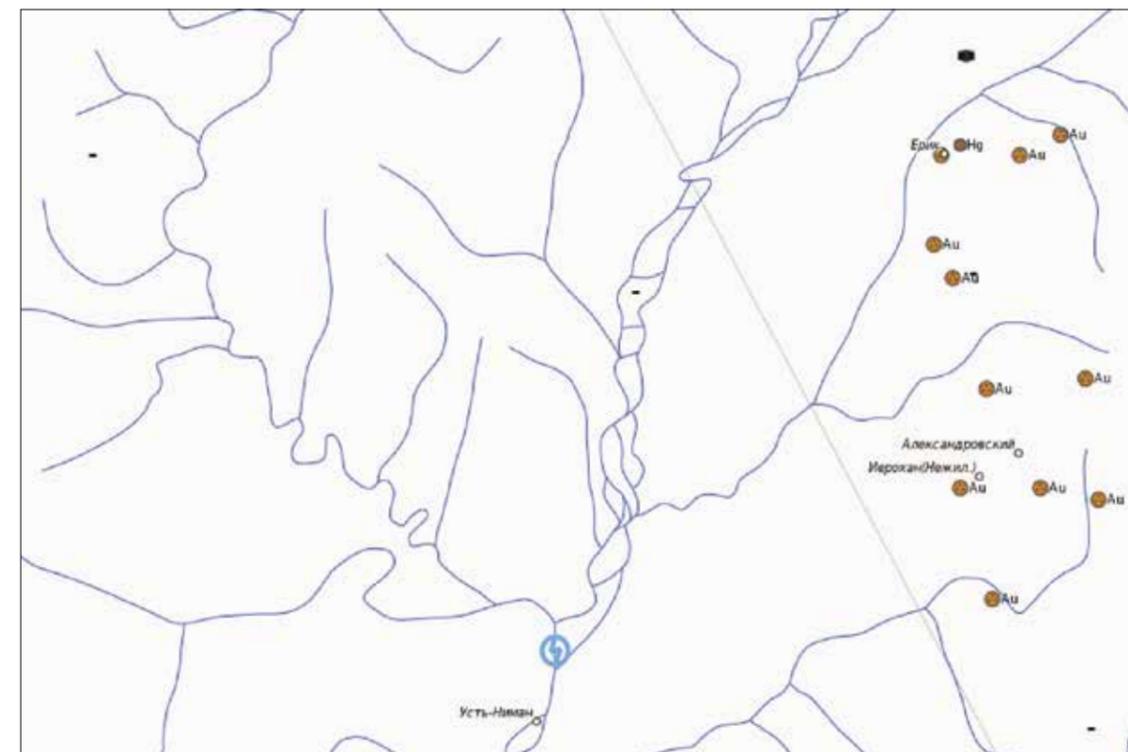


Рисунок 3.76. Экономические объекты в зоне затопления Усть-Ниманской ГЭС

Источник: <https://gis.sobr.geosys.ru/>

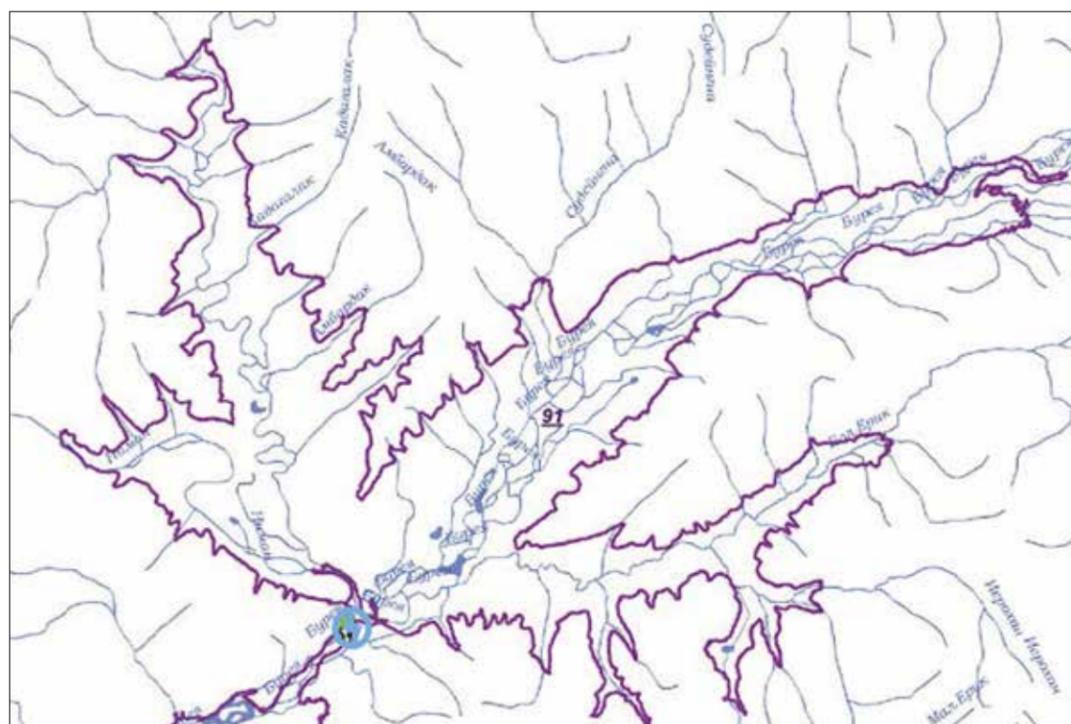


Рисунок 3.75. Схема водохранилища Усть-Ниманской ГЭС.

Источник: ГИС-моделирование. Егидарев Е.Г., Симонов Е.А.

3.27. ЗЕЙСКАЯ ГЭС

Зейская гидроэлектростанция расположена в Амурской области, в городе Зее, в 660 километрах от областного центра – города Благовещенска.

Проектная мощность ГЭС – 1330 МВт, проектная среднегодовая выработка электроэнергии – 4 910 млн. кВтч.

Схема выдачи мощности Зейской ГЭС¹.

Главная электрическая схема ГЭС построена следующим образом: два гидрогенератора (№1 и №2) соединены в блоки с повышающими трансформаторами типа ТЦ-250000/220 и ТНЕРЕ-265000/242 и выдают мощность на напряжении 220 кВ, и четыре гидрогенератора (г №3–г№6) соединены в блоки с повышающими трансформаторами типа ТЦ-250000/500 и ТНЕРЕ-265000/525 для выдачи мощности на напряжении 500 кВ. Последние попарно объединены в укрупненные блоки (3ГТ–4ГТ и 5ГТ–6ГТ).

На ГЭС смонтировано два открытых распределительных устройства ОРУ-500 и ОРУ-220 кВ. На ОРУ-500 кВ применена «полупортальная» схема с тремя выключателями на два присоединения. ОРУ-220 кВ выполнено по схеме «одиночная секционированная система шин с обходной» с секционной связью через два обходных выключателя. Связь двух распределительных устройств осуществляется через группу автотрансформаторов типа АОДЦТН-167000/500/220-75-У1, имеющих резервную фазу.

Зейская ГЭС связана с Дальневосточной энергосистемой двумя линиями 500 кВ через ПС «Амурская» Л-501 и Л-502. Связь с хабаровской энергосистемой по линиям 500 кВ идёт через шины Бурейской ГЭС. По четырем линиям 220 кВ связь с энергосистемой дальнего вос

¹ Сайт ОАО «РусГидро». <http://www.zges.rushydro.ru/hpp/general/>

тока осуществляется через п/с «Призейская» Л-208, п/с «Светлая» Л-200, Л-201С, п/с «Магдагачи» Л-203. С подстанцией «Энергия» связь осуществляется отпайками от Л-200 и Л-201.

Объем водохранилища определен в 68,4 км³, полезный объем – 32,26 км³. Расчетный напор – 78,5 м. Площадь зеркала водохранилища (Рисунок 3.76) – 241,9 тыс. га, затопляемых земель – 229,5 тыс. га, в том числе 3,9 тыс. га сельхозугодий, из них 3,03 тыс. га пашни, 127 тыс. га лесопокрытой площади.¹

Затопляется 4 населенных пункта, построено 4 поселка.

В зону затопления Зейской ГЭС попали месторождения торфа.²

Отсутствует информация о попадании в зону затопления Зейской ГЭС памятников культурного наследия / археологии.

Таблица 3.52. Характеристики Зейской ГЭС.

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Значение
1.	Максимальный статический напор	м	102,0
2.	НПУ	м	315,0
3.	УМО	м	299,0
4.	ФПУ	м	322,1
5.	Площадь зеркала водохранилища при НПУ	км ²	2419
6.	Объемы водохранилища: - полный	км ³	68,4
7.	- полезный	км ³	4,46
8.	Установленная мощность	МВт	1330
9.	Выработка электроэнергии	млн. кВт·ч	4910
10.	Количество переселяемых людей	Чел.	4000
11.	Площадь затопления земель	тыс. га	229,5
12.	Сельхоз угодья	тыс. га	3,9
13.	Лесные земли	тыс. га	127,0

Таблица 3.53. Оценка социально-экономических факторов Зейской ГЭС

Наименование	Ед. изм.	Значение
NPV	тыс. \$	\$1 045 104
IRR	%	17,59%
PI (бюджетная эффективность)		25,39
Валовой региональный продукт	млн. руб.	3 694 121
Рыбопродуктивность	тонн	4 354
Изменение занятости	чел.	6 975
Переселение населения	чел.	4 000

1 Готванский В. И. Бассейн Амура: осваивая – сохранить. 2007.

2 Готванский В. И. Бассейн Амура: осваивая – сохранить. 2007.

Затопление и подтопление экономических объектов		
Сельхоз угодья и лесные земли	млн. руб.	73 674
Экономические объекты	ед.	н/д
Затопление памятников культурного наследия / археологии	ед.	н/д

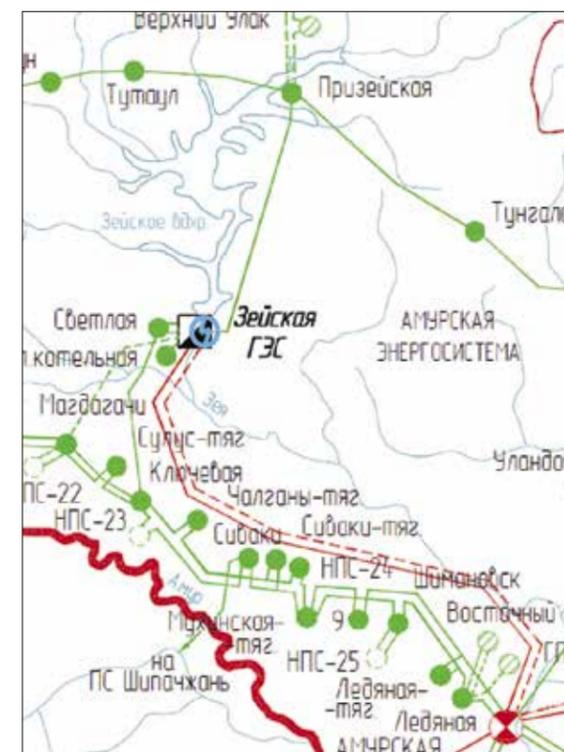


Рисунок 3.77. Схема выдачи мощности Зейской ГЭС.

Источник: Схема и программа развития Единой энергетической системы России на 2013–2019 годы



Рисунок 3.78. Схема водохранилища Зейской ГЭС.

Источник: Yandex карты

3.28. БУРЕЙСКАЯ ГЭС

Бурейский комплексный гидроузел расположен на р. Бурее (правый приток р. Амур, Амурская обл.), в 280 км от областного центра – г. Благовещенска

Проектная мощность ГЭС – 2 010 МВт, проектная среднегодовая выработка электроэнергии – 7 100 млн. кВтч.

- Схема выдачи мощности Бурейской ГЭС (Рисунок 3.80) включает:
- 2-х цепную ВЛ 500 кВ Бурейская ГЭС – ПС 500 кВ Амурская;
- 2-х цепную ВЛ 500 кВ Бурейская ГЭС – ПС 500 кВ Хабаровская;
- 2-х цепную ВЛ 220 кВ Бурейская ГЭС – ПС 220 кВ Завитая;

Объем водохранилища определен в 20,9 км³, полезный объем – 10,7 км³. Расчетный напор – 78,5 м. Площадь зеркала водохранилища (Рисунок 3.81) – 74,0 тыс. га, затопляемых земель – 64,1 тыс. га, в том числе 0,1 тыс. га сельхозугодий, 63,5 тыс. га лесопокрытой площади.¹

В зоне затопления были следующие населенные пункты: Чеугда, Чекунда. К настоящему времени население этих поселков переселено в пос. Талакан и Новобурейск численностью 4718 чел.²

В зону затопления Бурейской ГЭС не попадают месторождения полезных ископаемых.

Отсутствует информация о попадании в зону затопления Бурейской ГЭС памятников культурного наследия / археологии.

Таблица 3.54. Характеристики Бурейской ГЭС.

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Значение
1.	Максимальный статический напор	м	122,0
2.	НПУ	м	256,0
3.	Площадь зеркала водохранилища при НПУ	тыс. га	74,0
4.	Объемы водохранилища: - полный	км ³	20,9
5.	– полезный	км ³	10,7
6.	Установленная мощность	МВт	2010
7.	Выработка электроэнергии	млн. кВтч	7100
8.	Количество переселяемых людей	Чел.	4718
9.	Площадь затопления земель	тыс. га	64,1
10.	Сельхоз угодья	тыс. га	0,1
11.	Лесные земли	тыс. га	64,5

Таблица 3.55. Оценка социально-экономических факторов Бурейской ГЭС

Наименование	Ед. изм.	Значение
NPV	тыс. \$	\$1 555 398
IRR	%	17,51%
PI (бюджетная эффективность)		31,36

¹ Готванский В. И. Бассейн Амура: осваивая – сохранить. 2007.

² Готванский В. И. Бассейн Амура: осваивая – сохранить. 2007.

Валовый региональный продукт	млн. руб.	5 489 323
Рыбопродуктивность	тонн	1 332
Изменение занятости	чел.	10 415
Переселение населения	чел.	4718
Затопление и подтопление экономических объектов		
Сельхоз угодья и лесные земли	млн. руб.	31 383
Экономические объекты	ед.	0
Затопление памятников культурного наследия / археологии	ед.	н/д



Рисунок 3.79. Схема выдачи мощности Бурейской ГЭС.

Источник: Схема и программа развития Единой энергетической системы России на 2013–2019 годы



Рисунок 3.80. Схема водохранилища Бурейской ГЭС.

Источник: Yandex карты

Результаты ранжирования потенциальных створов ГЭС в Амурском бассейне

4.1. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ

Ввиду того, что разные факторы, представляющие влияние гидроузлов, имеют различное измерение – деньги, единицы, люди и т.п., существует необходимость для приведения всех факторов к одинаковым величинам, чтобы иметь возможность для сопоставления ГЭС по различным факторам и формирования интегрального показателя.

В связи с этим предлагается трансформировать величины измерения показателей факторов к единой шкале измерения. Для этого рассматривается возможность применения единой шкалы показателей по каждому фактору от 1 до 10 баллов.

В случае если, чем больше показатель, тем он более положительно характеризует проект, предлагается присваивать наибольшему показателю среднее рассматриваемых гидроузлов 10 баллов, остальным пропорционально отношению показателя конкретного гидроузла к максимальному показателю.

Для случаев если, чем больше показатель, тем он более отрицательно характеризует проект, предлагается рассчитывать обратный показатель, т.е. определяется максимальный показатель, ему присваивается 10 баллов, но оценка этого гидроузла рассчитывается как разница 10 и количества баллов, т.е. $10 - 10 = 0$, для остальных гидроузлов оценка рассчитывается как разница 10 и произведения 10 на отношение показателя конкретного гидроузла к максимальному показателю.

При используемом приведении показателей факторов к единой шкале для расчета интегрального показателя можно использовать как среднее арифметическое, так и среднее геометрическое, возможно использование простого суммирования.

4.2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТА

Рисунок 4.1. показывает сравнение величин показателей гидроузлов по фактору «Экономическая эффективность проекта».

По данному показателю наибольшие значения имеют следующие гидроузлы: Джалиндинская ГЭС, Хинганская ГЭС, Зейская ГЭС, Бурейская ГЭС, Нижне-Зейская ГЭС, Амазарская ГЭС, Нижне-Бурейская ГЭС и Транссибирская ГЭС, наименьшие значения – Дальнереченская ГЭС-2, Догмарская ГЭС, Усманская ГЭС, Чалбинская ГЭС, Локшанская ГЭС, каскад Нижне-Зейских ГЭС и Утесная ГЭС.

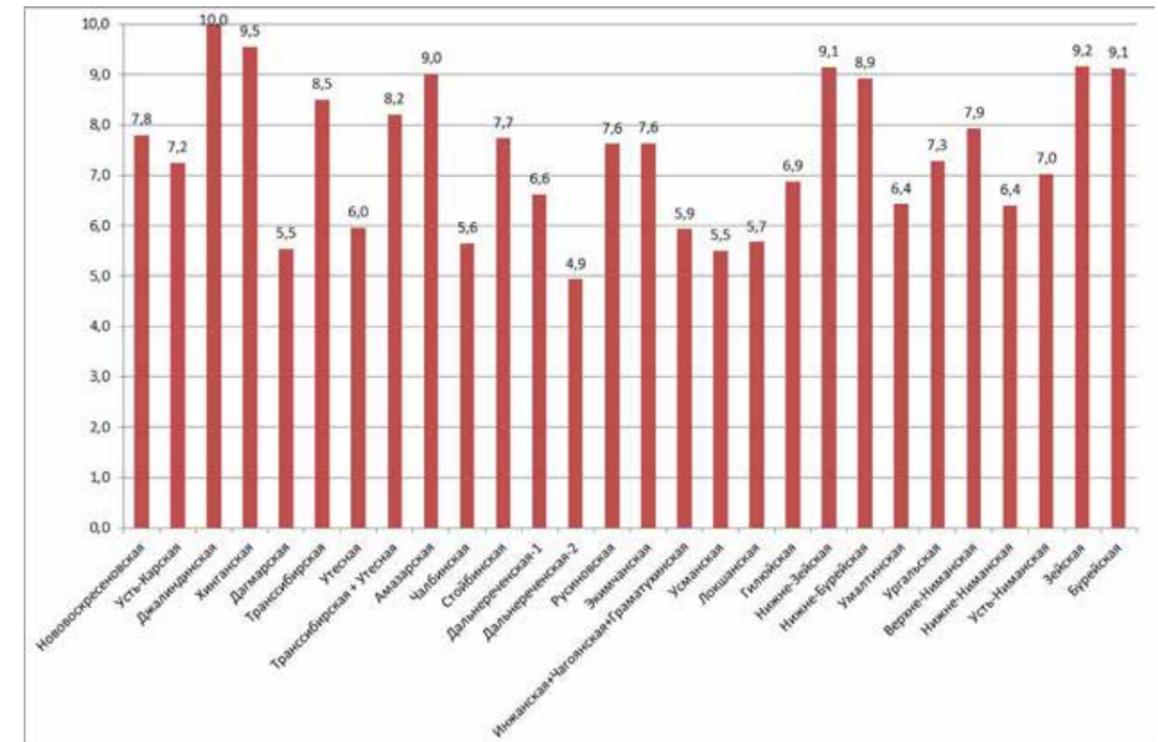


Рисунок 4.1. Значения показателя «Экономическая эффективность проекта» по рассматриваемым гидроузлам.

4.3. СРЕДНЕНОГОДЕТНИЙ ПРЕДОТВРАЩЕННЫЙ УЩЕРБ

В связи со сложностью и высокой трудоемкостью расчета данного показателя в отношении рассматриваемых гидроузлов принято решение об исключении данного фактора из рассмотрения на текущем этапе.

4.4. МАКРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ И БЮДЖЕТНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Рисунок 4.2. показывает сравнение величин показателей гидроузлов по фактору «Макроэкономическая и бюджетная эффективность».

По данному показателю наибольшие значения имеют следующие гидроузлы: Бурейская ГЭС, Хинганская ГЭС, Амазарская ГЭС, Транссибирская ГЭС, Зейская ГЭС и Транссибирская ГЭС + Утесная ГЭС, наименьшие значения – Локшанская ГЭС, Усманская ГЭС, Дальнереченская ГЭС-2 и Чалбинская ГЭС.

4.5. ИЗМЕНЕНИЕ ЗАНЯТОСТИ

Рисунок 4.3 показывает сравнение величин показателей гидроузлов по фактору «Изменение занятости».

По данному показателю наибольшее воздействие имеют следующие гидроузлы: Бурейская ГЭС, Зейская ГЭС, Хинганская ГЭС, Транссибирская ГЭС + Утесная ГЭС, Амазарская ГЭС и Транссибирская ГЭС, наименьшие значения – Утесная ГЭС, Локшанская ГЭС, Усманская ГЭС, Дальнереченская ГЭС-2 и Чалбинская ГЭС.

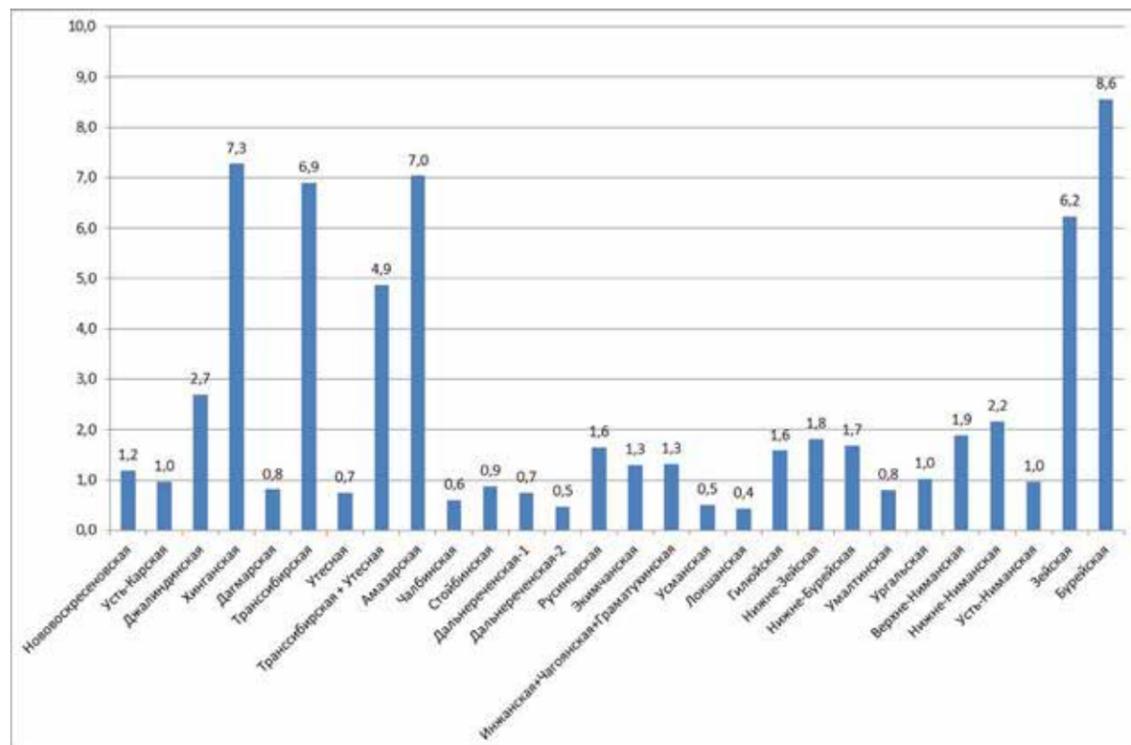


Рисунок 4.2. Значения показателя «Макроэкономическая и бюджетная эффективность»

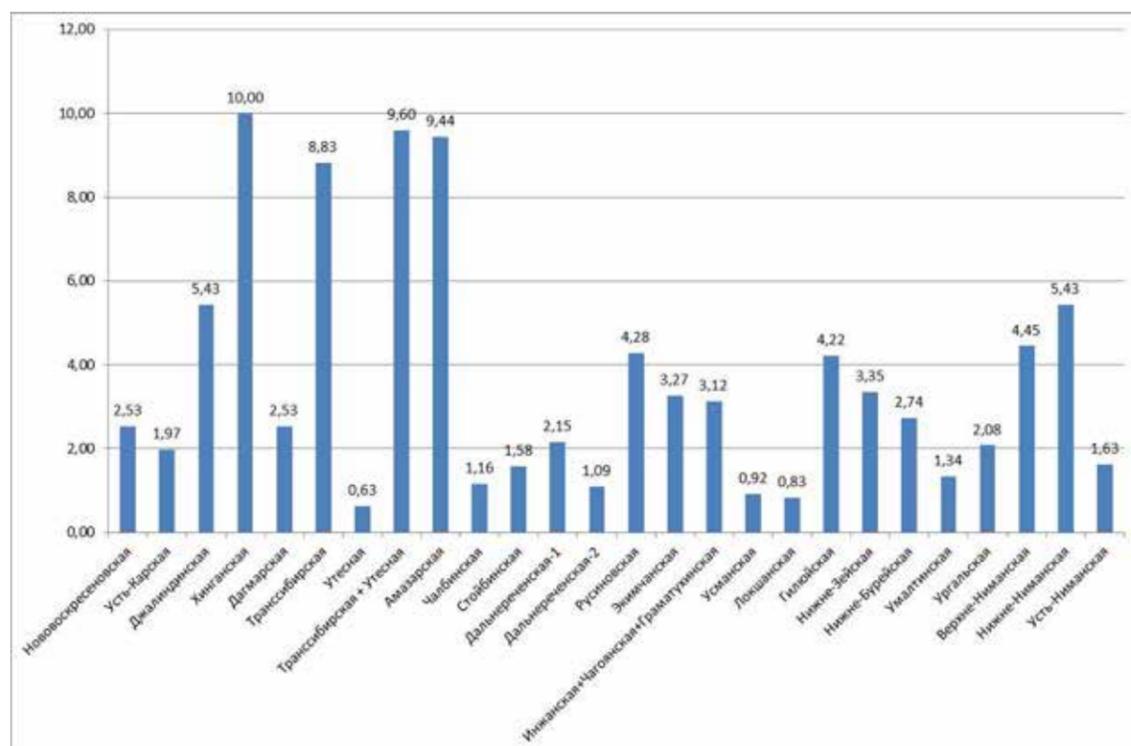


Рисунок 4.3. Значения показателя «Изменение занятости».

4.6. КОЛИЧЕСТВО ПЕРЕСЕЛЯЕМЫХ ЛЮДЕЙ

Рисунок 4.4 показывает сравнение величин показателей гидроузлов по фактору «Количество переселяемых людей».

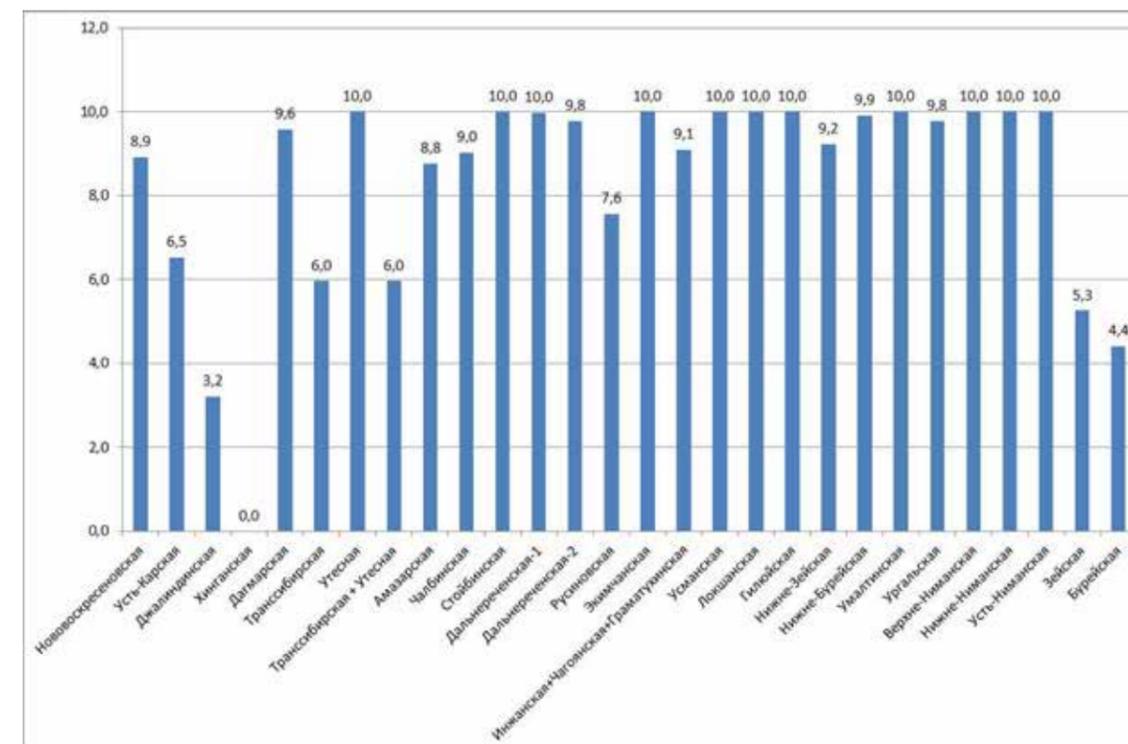


Рисунок 4.4. Значения показателя «Количество переселяемых людей».

По данному фактору наименьшее воздействие ввиду отсутствия или небольшого переселения и поэтому наибольшие показатели имеют следующие гидроузлы: Утесная ГЭС, Стойбинская ГЭС, Дальнереченские ГЭС, Экимчанская ГЭС, Локшанская ГЭС, Усманская ГЭС, Гилюйская ГЭС, Умалтинская ГЭС, Верхне-Ниманская ГЭС, Нижне-Ниманская ГЭС и Усть-Ниманская ГЭС, а наименьшие показатели – Хинганская ГЭС, Джалилинская ГЭС, Бурейская ГЭС, Зейская ГЭС, Транссибирская ГЭС, Транссибирская ГЭС + Утесная ГЭС и Усть-Карская ГЭС.

4.7. ИЗМЕНЕНИЕ УСЛОВИЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА И ИЗМЕНЕНИЕ ГРУЗОБОРОТА ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

В связи со сложностью и высокой трудоемкостью расчета данного показателя в отношении рассматриваемых гидроузлов принято решение об исключении данного фактора на текущем этапе.

4.8. УЧЕТ ПАМЯТНИКОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ/АРХЕОЛОГИИ

В связи с неравномерностью изученности территорий расположения гидроузлов в различных субъектах Российской Федерации выявлено недостаточно исходных данных для определения показателя, характеризующего фактор «Учет памятников культурного наследия/археологии», поэтому принято решение отказаться от рассмотрения данного фактора на данном этапе.

4.9. УЧЕТ ИЗМЕНЕНИЙ В РЫБНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Рисунок 4.5 показывает сравнение величин показателей гидроузлов по фактору «Учет изменений в рыбном хозяйстве».

По данному показателю наибольшее воздействие имеют следующие гидроузлы: Зейская ГЭС, Дагмарская ГЭС, Амазарская ГЭС Бурейская ГЭС, Транссибирская ГЭС + Утесная ГЭС, Транссибирская ГЭСи Джалиндинская ГЭС, а наименьшие значения – Утесная ГЭС, Умалтинская ГЭС, Усманская ГЭС, Локшанская ГЭС и Дальнереченская ГЭС-2.

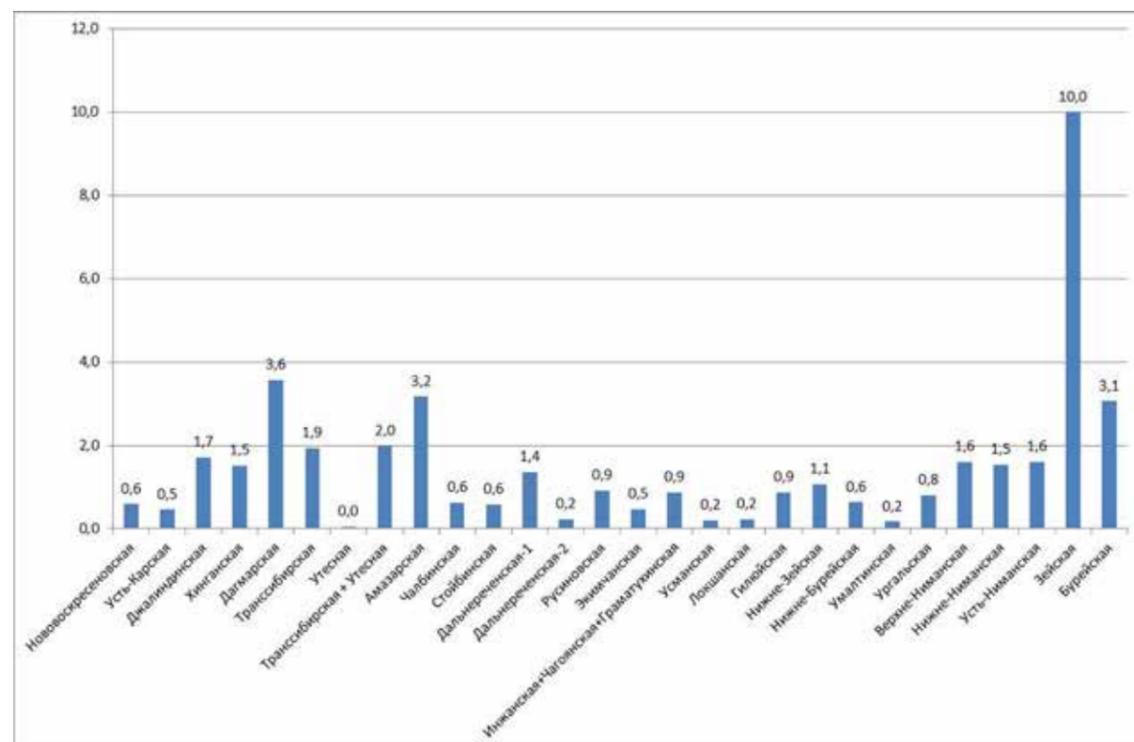


Рисунок 4.5. Значения показателя «Учет изменений в рыбном хозяйстве».

4.10. ЗАТОПЛЕНИЕ И ПОДТОПЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Рисунок 4.6 показывает сравнение величин показателей гидроузлов по фактору «Затопление и подтопление экономических объектов».

По данному показателю наибольшие значения имеют следующие гидроузлы: Утесная ГЭС, Усманская ГЭС, Умалтинская ГЭС, Локшанская ГЭС, Дальнереченская ГЭС-2, Нижне-Зейская ГЭС, Стойбинская ГЭС и Чалбинская, а наименьшие значения – Русиновская ГЭС, Зейская ГЭС, Транссибирская ГЭС, Усть-Ниманская ГЭС и Джалиндинская ГЭС-2.

4.11. ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ

Рисунок 4.7 показывает сравнение величин показателей гидроузлов по интегральному показателю.

Наибольший интегральный показатель имеют следующие гидроузлы: Бурейская ГЭС, Зейская ГЭС, Амазарская ГЭС, Транссибирская ГЭС, Нижне-Зейская и Верхне-Ниманская ГЭС, а наименьшие значения интегрального показателя – Русиновская ГЭС, Усть-Карская ГЭС, Дальнереченская ГЭС-2, Чалбинская ГЭС и Усманская ГЭС.

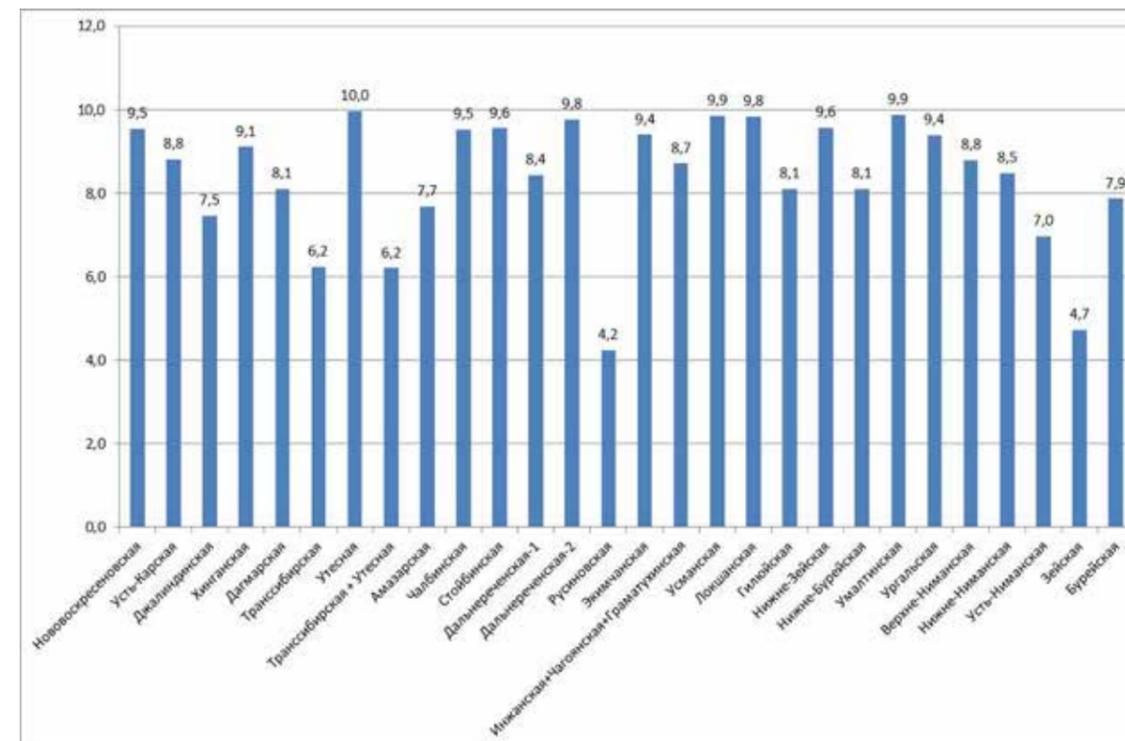


Рисунок 4.6. Значения показателя «Затопление и подтопление экономических объектов».

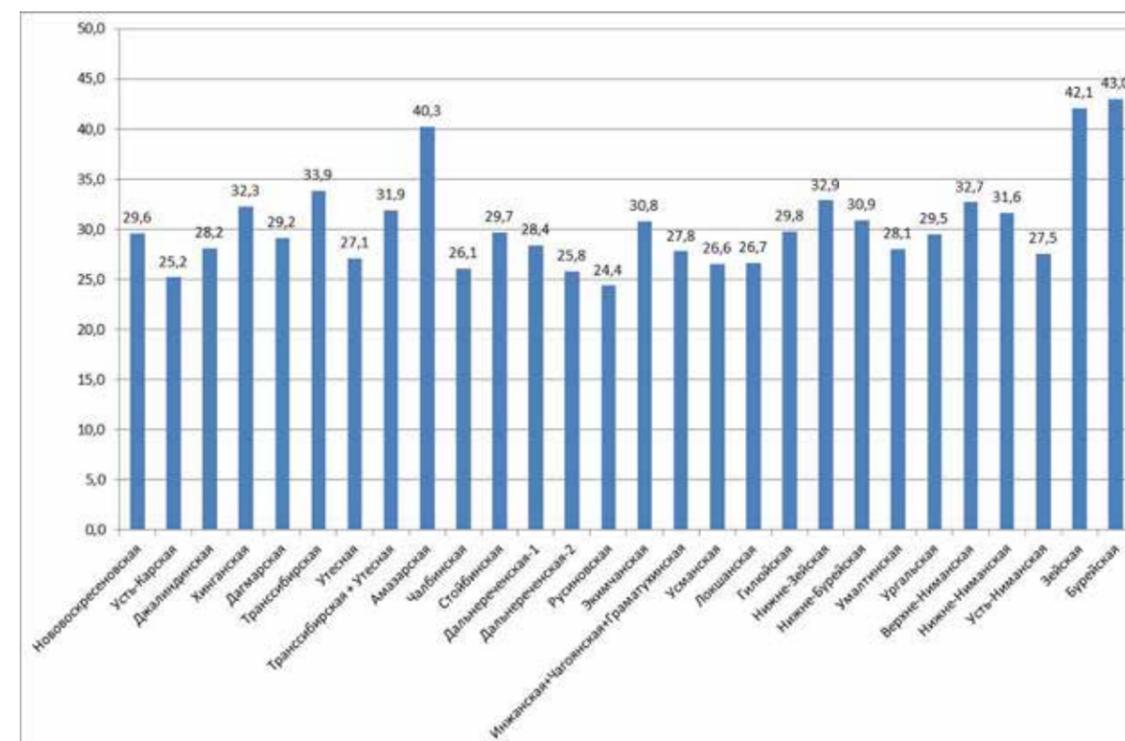


Рисунок 4.7. Значения интегрального показателя

Заключение

В результате выполнения исследования выполнены основные задачи, которые были поставлены – определение ключевых социально-экономических факторов, которые в дальнейшем возможно учесть при сравнении комплексного воздействия существующих и перспективных ГЭС на речной бассейн.

Также осуществлена попытка формирования подходов и методик для определения вышеуказанных социально-экономических факторов.

По некоторым факторам, которые были рассмотрены в исследовании, не удалось сформировать предложения по определению показателей, характеризующих эти факторы (например, фактор «Изменение условий функционирования водного транспорта и изменение грузооборота водного транспорта»).

По некоторым факторам, по которым был предложен подход к определению показателей, характеризующих эти факторы, не удалось осуществить расчет таких показателей в связи с высокой трудоемкостью, связанной с индивидуальным расчетом в отношении каждого рассматриваемого гидроузла (например, фактор «Среднегодовалый предотвращенный ущерб от подтоплений и наводнений за счет строительства гидротехнического сооружения (ГТС)»).

Также в связи с неравномерностью изученности территорий расположения гидроузлов в различных субъектах Российской Федерации выявлено недостаточно исходных данных для определения показателя, характеризующего фактор «Учет памятников культурного наследия/археологии», поэтому принято решение отказаться от рассмотрения данного фактора на данном этапе.

Таким образом, из определенных для анализа в Техническом задании 11 факторов для выполнения цели исследования – проведения сравнительной интегральной оценки рассматриваемых гидроузлов, были использованы только 6 факторов:

1. Экономическая эффективность проекта
2. Макроэкономическая и бюджетная эффективность
3. Изменение занятости
4. Переселение населения
5. Учет изменений в рыбном хозяйстве
6. Затопление и подтопление экономических объектов

При этом в отношении фактора «Учет изменений в рыбном хозяйстве» имеется несогласованная позиция экспертов WWF России о целесообразности применения данного фактора, т.к. он не соответствует общепринятой методике оценки, применяемой в экологической части исследования.

По интегральному показателю наименьший социально-экономический эффект имеют Русиновская ГЭС, Усть-Карская ГЭС, Дальнереченская ГЭС-2, Чалбинская ГЭС и Усманская ГЭС. Наибольший социально-экономический эффект – существующие Бурейская ГЭС и Зейская ГЭС, а также Амазарская ГЭС, Транссибирская ГЭС, Нижне-Зейская ГЭС и Верхнениманская ГЭС. Однако с учетом результатов экологической оценки ряд проектов – в частности, проект Транссибирской ГЭС – не является сбалансированным с точки зрения комплексного подхода.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Список литературы

1. Программа развития гидроэнергетики России на период до 2020 года и на перспективу до 2030 года. ОАО «Инженерный центр ЕЭС», Филиал «Институт Гидропроект». 2007 г.
2. ОАО «СО ЕЭС», www.so-eps.ru
3. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов, утвержденные Министерством экономики РФ, Министерством финансов РФ, Государственным комитетом РФ по строительной, архитектурной и жилищной политике 21.06.1999 N ВК 477
4. «Strategic Environmental Assessment of Hydropower on the Mekong Mainstream». Final report. International Centre for Environmental Management. October 2010.
5. «Integrative Dam Assessment Model (Idam) Documentation». A Users Guide to the IDAM Methodology and a Case Study from Southwestern China. Kibler, K., D. Tullos, B. Tilt, A. Wolf, D. Magee, E. Foster-Moore, F. Gassert, Oregon State University, Corvallis, Oregon, 2012.
6. «Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика». Виленский П. Л., Лившиц В. Н., Смоляк С.А., М.: Дело, 2002 г.
7. Методика расчета показателей и применения критериев эффективности региональных инвестиционных проектов, претендующих на получение государственной поддержки за счет бюджетных ассигнований Инвестиционного фонда Российской Федерации, утвержденной Приказом Министерства регионального развития Российской Федерации от 30 октября 2009 г. N 493.
8. «Dams and Development». A New Framework for Decision-Making. The Report of the World Commission on Dams. November 2000, стр. 99–101, 121
9. Укрупненные нормативы численности промышленно-производственного персонала гидроэлектростанций и каскадов гидроэлектростанций, ОАО РАО «ЕЭС России», ОАО «ЦОТЭНЕРГО» от 03.12.2004 г.
10. <http://kulturnoe-nasledie.ru/>
11. http://kultura27.ru/documents/?doc_type=16
12. http://www.amurcult.ru/deyatelnost/okhrana_pamyatnikov/
13. <http://xn--80apgechxphc1h.xn--80aaaac8algcbgbck3fl0q.xn--p1ai/okn/oknspisok.html>
14. «Прогноз и сравнительная характеристика биологической продуктивности водохранилищ на реках Зeya и Бурея». В. В. Бульон, С. Е. Сиротский, 2011 г., Водные ресурсы, 2011, том 38, №6, с. 688–697.
15. <https://gis.sobr.geosys.ru/>
16. <http://www.dalnedra.ru/index.php?c=msb-amurskoi-oblasti>
17. <http://www.dalnedra.ru/index.php?c=msb-khabarovskogo-kraya>
18. <http://www.dalnedra.ru/index.php?c=msb-evreiskoi-avtonomnoi-oblasti>
19. <http://www.dalnedra.ru/index.php?c=msb-primorskogo-kraya>
20. http://xn--h1aakfkgb.xn--80aaaac8algcbgbck3fl0q.xn--p1ai/mineralno_syrevaya_baza_zabaykalskogo_kraya.html
21. ЗАО ПО «СОВИНТЕРВОД», Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна реки Амур, Москва, 2004 г.
22. ГИС-моделирование. Егидарев Е. Г., Симонов Е. А.
23. Реестр административно-территориальных единиц населенных пунктов Забайкальского края по состоянию на 01.01.2013 года.
24. Готванский В. И. Бассейн Амура: осваивая – сохранить. 2007.
25. Всероссийская перепись населения 2010 года.
26. Транссибирская (Шилкинская) ГЭС. Проектные проработки к Ходатайству (Декларации) о намерениях. ЗАО «Сибирский ЭНТЦ», Красноярский филиал, Институт Красноярскгидропроект. 2012 г.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ I: Амурский бассейн. Техническое задание по проведению стратегической комплексной экологической и социально-экономической оценки перспектив развития гидротехнических сооружений (на примере ГЭС)

ВВЕДЕНИЕ

Согласно Протоколу по стратегической экологической оценке к Конвенции об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте (Киев, 2003), стратегическая экологическая оценка (СЭО) проводится в отношении планов и программ, которые разрабатываются для сельского хозяйства, лесоводства, рыболовства, энергетики, промышленности, включая горную добычу, транспорт, региональное развитие, управление отходами, водное хозяйство, телекоммуникации, туризм, планирование развития городских и сельских районов или землепользования, и которые определяют основу для выдачи в будущем разрешений на реализацию проектов, требующих оценки воздействия на окружающую среду в соответствии с национальным законодательством.

Целью стратегической экологической оценки является обеспечение высокого уровня охраны окружающей среды путем:

1. обеспечения того, чтобы экологические, в том числе связанные со здоровьем населения, соображения тщательно учитывались при разработке планов и программ;
2. установления четких, открытых и эффективных процедур стратегической экологической оценки;
3. обеспечения участия общественности в стратегической экологической оценке.

Наиболее авторитетные рекомендации в области оценки и выполнения проектов строительства плотин с точки зрения устойчивого развития содержатся в Отчете Всемирной Комиссии по плотинам «Плотины и развитие» (2000). Одним из новых инструментов в продолжение развития положений Отчета является Методика оценки соответствия гидроэнергетических проектов критериям устойчивого развития, утвержденная в 2010 году Международной ассоциацией гидроэнергетики – МАГ (IHA Hydropower Sustainability Assessment Protocol). Методика призвана помочь ответственному развитию гидроэнергетики при условии выбора для реализации гидроэнергетических проектов, отвечающих критериям устойчивого развития.

Устойчивое развитие – это развитие, которое отвечает текущим потребностям, не ущемляя при этом возможности будущих поколений удовлетворять свои потребности. Основные принципы устойчивого развития – социальная ответственность, информационная открытость и подотчетность. Проектирование и управление гидроэнергетическим проектом согласно принципам устойчивого развития может принести выгоду на национальном, региональном и местном уровнях и сыграть важную роль в предоставлении сообществам возможностей реализации целей устойчивого развития.

В последние годы международными организациями (World Bank, The Nature Conservancy, Asian Development Bank и др.) выполнено несколько проектов стратегической оценки размещения ГЭС, полезных в методическом отношении, в масштабах речных бассейнов и стран¹.

4. Важнейшим шагом на пути планирования устойчивой энергетики в Азии является принятое в 2011 году Комиссией по Экономике и Реформам КНР «Руководство по планированию и оценке воздействия ГЭС в масштабах бассейна» (发改能源[2011]2242号河流水电规划报告及规划环境影响报告书审查暂行办法).

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В результате серии консультаций в конце 2011 года и в начале 2012 года между компаниями En+ Group и WWF России достигнуты договоренности о проведении совместного комплексного исследования (далее – исследование) по оценке воздействия гидроэлектростанций на экосистему и социально-экономическое развитие бассейна реки Амур.

В марте 2012 En+ Group и входящая в него компания «ЕвроСибЭнерго» приняли решение: приостановить работы по проектированию Транссибирской ГЭС на притоке Амура – реке Шилка в Забайкальском крае – до завершения исследования, получения его выводов и их обсуждения с общественностью. Это означает, что на период до завершения данного исследования компания En+ Group останавливает работы по подаче Декларации о намерениях в уполномоченный орган власти и по подготовке Обоснования инвестиций проекта Транссибирской ГЭС.

Техническое задание и промежуточные этапы оценки должны быть доступны для изучения всеми заинтересованными сторонами на сайте компании En+ Group и WWF России.

Чтобы проведение совместной эколого-социально-экономической оценки было наиболее объективным, компания En+ Group вводит и поддерживает процесс совместных и открытых консультаций для внесения значимого вклада всеми заинтересованными сторонами, включая экологические и иные НПО, включая НПО коренных народов, на местном, региональном и международном уровнях, а также те сообщества, которые потенциально могут подвергаться воздействию. Представителями общественного мнения могут быть участники Научно-общественного совета Координационного комитета по устойчивому развитию в бассейне Амура.

Техническое задание, приведенное ниже и предлагаемое для проведения исследования, является динамичным документом, открытым для обсуждения. Этот документ подготовлен, чтобы служить отправной точкой для обсуждений между WWF России и En+ Group. В дальнейшем конечная версия технического задания будет представлена для ознакомления и внесения предложений всем заинтересованным сторонам.

Оценка воздействия комплексного воздействия существующих и перспективных ГЭС должна быть проведена в соответствии с требованиями действующего законодательства РФ, законодательства субъектов РФ, а также с учетом положений ратифицированных РФ международных конвенций и соглашений. Кроме существующих законов РФ стороны готовы руководствоваться международными договорами РФ, а практики или методики, существующие вне этих рамок, могут использоваться по согласованию сторон.

¹ **Проекты стратегической оценки размещения ГЭС:**

- Pilot Strategic Environmental Assessment in the Viet Nam Hydropower Sub-sector. ICEM, World Bank and ADB, 2008;
- Pursuing Sustainability and Finding Profits: Integrated Planning at the System Level. Jeff J. Opperman and David L. Harrison, The Nature Conservancy, USA, 2009;
- Strategic Environmental Assessment (SEA) for hydropower development projects proposed on the mainstream Mekong River. The Mekong River Commission, 2010;
- "IDAM" Modelling the costs and benefits of dam construction in multidisciplinary perspective. Oregon State University, USA 2008.

ЦЕЛЬ И НАЗНАЧЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводится для определения ключевых факторов (в том числе экологических и социально-экономических), которые в дальнейшем нужно учесть при принятии решений по возможному освоению гидропотенциала бассейна реки Амур.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ:

Проведение сравнительной интегральной оценки силы воздействия и пространственного распределения совокупности существующих и перспективных ГЭС в Амурском бассейне на социальные, экологические, экономические факторы, определяющие состояние водных и околородных экосистем, а также возможности социально-экономического развития региона.

Результаты оценки должны быть сравнимы как для отдельных плотин, так и для их разных наборов, как в рамках одного речного бассейна и его частей, так и между бассейнами.

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Места расположения существующих и перспективных ГЭС в бассейне реки Амур.

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Определение ключевых социальных, экологических и экономических факторов, которые в дальнейшем нужно учесть при сравнении комплексного воздействия существующих и перспективных ГЭС на речной бассейн для принятия решений по возможному освоению гидроэнергетического, транспортного и рекреационного потенциала бассейна реки Амур.

Исследование предполагает рассмотрение **экологических** и **социально-экономических** факторов.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Основные экологические факторы, которые должны предусмотреть все заинтересованные стороны при проведении стратегической оценки:

1. Изменение гидрологического режима поймы в нижнем бьефе плотины;
2. Трансформация водных экосистем выше плотины;
3. Первичная фрагментация речного бассейна;
4. Вторичная фрагментация бассейна;
5. Изменение естественного стока наносов;

Учет ценных природных объектов/территорий, подверженных воздействию ГЭС (федеральные и региональные ООПТ¹, КОТР², ключевые местообитания видов, подлежащих международной охране, памятников природы и т.п.).

¹ ООПТ — Особо охраняемые природные территории — участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, которые имеют особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, которые изъяты решениями органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного использования и для которых установлен режим особой охраны. Особо охраняемые природные территории относятся к объектам общенационального достояния.

² КОТР — Ключевые орнитологические территории России — это участки земной поверхности или акватории, которые в силу своих биотопических, исторических или иных причин служат местом концентрации птиц в период гнездования, линьки, зимовки или миграции. Выявление и последующее сохранение таких территорий — один из наиболее эффективных методов территориальной охраны птиц, включая редкие виды.

Определение терминов:

Изменение гидрологического режима: расчет площади и доли измененных воздействием плотины пойменных экосистем ниже створа плотины от всех пойм крупных водотоков речного бассейна;

Трансформация водных экосистем выше плотины: расчет площади и доли водохранилища от площади всех водных экосистем бассейна выше рассчитываемого створа;

Первичная фрагментация речного бассейна: расчет площади и доли заблокированной плотинной части речного бассейна;

Вторичная фрагментация бассейна: степень расчленения бассейна на отдельные участки плотинами, выраженная как процент утраченных путей передвижения по речной сети (с учетом шлюзов и рыбопропускных сооружений). Параметр учитывает каскадное расположение ГЭС в бассейне, реагируя как на соотношение размеров заблокированных фрагментов бассейна, так и на количество фрагментов;

Изменение естественного стока наносов: доля стока (%), прошедшая через плотину и не доставившая наносы на нижележащие участки.

Результирующая оценка экологических аспектов воздействия может также быть отображена в виде интегрального воздействия — среднего геометрического значения рассматриваемых показателей.

Выбор факторов воздействия и критериев оценки их интенсивности согласуется с мировой и отечественной практикой.

Параметры 1 и 3 используются во всемирных оценках антропогенного воздействия на речные бассейны.

Параметр 2 часто используется для обобщенного представления всех воздействий в верхнем бьефе, наиболее часто используется в российской научной литературе при проведении соответствующих оценок гидропотенциала.

Параметры 4, 5 и 6 расширяют возможности применения методики и повышают итоговую точность экологической оценки воздействия плотины на речной бассейн.

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

1. Экономическая эффективность проекта для инвестора;
2. Удельная стоимость производства электроэнергии (капитальные затраты, отнесенные к среднесрочной выработке электроэнергии);
3. Среднесрочный предотвращенный ущерб от подтоплений и наводнений за счет строительства гидротехнического сооружения (ГТС);
4. Рост показателя ВРП региона на душу населения и рост располагаемого дохода с учетом мультипликативного эффекта;
5. Изменение отчислений в местный, региональный, федеральный бюджеты и внебюджетные источники за период реализации и эксплуатации ГТС. В случае разработки и согласования методики сравнения мультипликативного эффекта от перспективных ГЭС (возможность учета смежных проектов) в исследование может быть включено ранжирование ряда ГЭС (по согласованному списку) по их социально-экономической эффективности в региональном контексте.
6. Изменение численности и структуры занятости в локальном и региональном контексте;
7. Количество переселяемых людей, воздействие на КМНС и людей, традиционный образ жизни которых будет изменен при реализации рассматриваемых проектов;
8. Изменение условий функционирования водного транспорта и изменение грузооборота водного транспорта;

9. Учет возможных к обнаружению, спасаемых и уничтожаемых памятников культурного наследия/археологии;
10. Учет изменений в рыбном хозяйстве;
11. Затопление и подтопление территорий, важных в социально-экономическом отношении; населенных пунктов, экономических объектов.

Рабочая группа в процессе исследования в случае необходимости может исключить или ввести дополнительные социально-экономические факторы, для которых есть объективные основания, достаточное количество данных для всех рассматриваемых сценариев на всей территории бассейна.

При этом социально-экономические факторы, учитываемые в ходе исследования, должны соответствовать следующим критериям:

- Могут быть оценены по объективным (доступным для проверки) методикам для всех возможных сценариев размещения ГЭС в Амурском бассейне;
- Обеспечены достаточными количественными данными для возможности сравнения сценарных вариантов за время проведения исследования;
- Актуальны при рассмотрении сценариев расположения ГЭС в пределах Амурского бассейна: носят нелокальный характер, указывают на новые существенные и ранее неучтенные различия между бассейновыми сценариями и не имеют однозначной корреляции с уже учтенными факторами.

В качестве иных социально-экономических факторов в случае удовлетворения вышеописанным критериям могут быть рассмотрены, например, такие факторы, как:

- Изменение цены электроэнергии и эффективности сетевого хозяйства;
- Изменение притока частных инвестиций в результате создания ГЭС;
- Затопление земель сельского и лесного хозяйства, компенсирующее освоение, в т.ч. менее продуктивных земель;
- Изменение рекреационного потенциала территории;
- Изменение комфортности среды проживания (климат, ландшафты, заболеваемость и т.д.);
- Изменения в наземных транспортных путях, зимниках и переправах;
- Изменение социально-экономического неравенства, справедливость распределения выгод и издержек.

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ГРАНИЦЫ И СРОКИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Первый этап исследования подразумевает эколого-экономическую оценку бассейна р. Амур на территории России. В дальнейшем возможно расширение границ бассейна на территории Китая и Монголии.

Срок проведения исследования – до одного года с момента начала непосредственных работ.

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ

Процесс исследования носит поэтапный характер с непрерывным анализом полученных результатов и корректировкой предыдущих этапов работы:

1. Согласование технического задания, бюджета и первичной методики оценки (включая общественные обсуждения);
2. Согласование набора створов ГЭС для проведения оценки;
3. Сбор необходимых для исследования данных (без проведения новых полевых исследований);
4. Выбор/приглашение экспертов и членов референтной группы;
5. Первичная оценка набора сценариев (по экологическим факторам и эколого-экономической эффективности);

6. Обсуждение результатов с референтной группой;
7. Дополнение списка створов и параметров оценки;
8. Повторная оценка набора сценариев;
9. Обсуждение результатов с референтной группой;
10. Проведение общественных обсуждений результатов исследования и т.д.

Методики оценки и первичные данные исследования должны находиться в открытом доступе для изучения заинтересованными сторонами.

Консолидированная и согласованная информация о ходе и промежуточных и окончательных результатах исследования будет также регулярно выставляться на сайтах для информирования общественности и получения обратной реакции от заинтересованных сторон.

Для проведения исследования следует определить основную **рабочую группу**, состоящую из малого количества специалистов, и расширенную **референтную группу**, способную оценить адекватность результата, исходя из знания местных особенностей.

Состав **рабочей группы** зависит от согласования того или иного фактора, учитываемого в методике, и может быть расширен.

В состав **референтной группы** входят около 30-ти человек. Референтная группа должна иметь широкий охват знаний и мнений, чтобы быть репрезентативной. В референтную группу помимо ученых экспертов могут быть включены управленцы и представители ключевых групп интересов региона. Согласование результатов с референтной группой должно проходить через все этапы исследования (вероятно, референтная группа будет собираться для обсуждения 2–3 раза в течение проведения исследования, начиная с обсуждения ТЗ). Помимо оценки, референтная группа может помочь в картографировании ценностей речного бассейна.

Процедура принятия решения по выбору экспертов референтной группы будет проведена на основании специального протокола, разработку которого выполнят и обсудят с заинтересованными сторонами представители организаций WWF России и En+ Group.

Рабочей группе требуются специалисты, способные по согласованным методикам оценить и сравнить сценарии. Предположительный состав рабочей группы:

- координатор по экологическим вопросам;
- координатор по социально-экономическим вопросам;
- эколог широкого профиля;
- гидролог-геоморфолог;
- ГИС-специалист;
- ихтиолог-гидробиолог;
- проектировщик ГЭС-гидроинженер (гидроэнергетик);
- эконом-географ / экономист;
- транспортник;
- финансист;
- специалист по развитию производительных сил территорий (СОПС);
- социолог-антрополог;
- историк-археолог.

Состав рабочей группы окончательно согласовывается после начала проведения исследования.

Для эффективной оценки конкретных створов представителям **референтной группы** необходимы знания и методологический опыт в следующих областях:

Экологическая

- Гидрологические и гидрогеологические условия; климат и атмосферные условия; комплексная ландшафтная характеристика территории; геологическое и геоморфологическое строение; мерзлотные условия; флора и фауна региона; особо охраняемые природные территории;

- Трансграничные аспекты воздействия на окружающую среду;
- Территории ограниченного природопользования (водоохранные зоны, леса 1-й категории и т.п.);
- Краткая эпидемиологическая и медико-биологическая характеристика района работ.

Инженерная:

- Геодинамические риски;
- Сейсмические зоны;
- Неустойчивые почвы;
- Зоны вечной мерзлоты;
- Риски оползней, обвалов, завалов, трещин и т.д.;
- Контроль эрозии и возможности восстановления почв.

Экономическая и геополитическая:

- Энергетическая политика и гидроэнергетический потенциал России и Китая;
- Региональное экономическое развитие в трансграничном контексте;
- Пограничные отношения.

Социальная:

- Характеристика землепользования;
- Предварительная оценка антропогенного нарушения природной среды в районах намечаемой хозяйственной деятельности;
- Социально-экономические условия;
- Традиционное природопользование в районе намечаемой хозяйственной деятельности;
- Объекты культурного и археологического наследия.

Перечисленные выше пункты указывают области, необходимые к рассмотрению в ходе исследования. Это не означает, что для каждого пункта необходим отдельный специалист.

На данном этапе исследования будет также происходить сбор информации, которая понадобится в дальнейшем для проведения всесторонней оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) гидроэнергетических объектов в конкретных перспективных створах.

Рецензентам исследования (экспертам рабочей и референтной группы) направляют материалы как централизованно, так и индивидуально по мере возникновения вопросов.

Все комментарии, подготовленные экспертами рабочей группы, референтной группы и общественности, должны находиться в открытом доступе в интернете на сайтах WWF России и En+ Group. Специалисты рабочей группы должны сводить эти комментарии, а также комментарии, полученные в ходе общественных слушаний, при проведении исследования.

При необходимости будут проведены рабочие совещания избранных экспертов референтной группы по возникающим в ходе исследования вопросам.

РЕГЛАМЕНТ ВЫБОРА ЭКСПЕРТОВ, ВКЛЮЧАЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ И МОСКОВСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ

Совместное решение En+ Group и WWF России. После согласования стороны могут и должны привлекать внешних экспертов.

УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

- Вовлечение в процесс обсуждения вопросов стратегического развития гидроэнергетического и транспортного потенциала бассейна реки Амур основных стейкхолдеров (заинтересованных сторон по согласованному организаторами перечню);

- Проведение общественных слушаний и коррекция/дополнение отчетов после рассмотрения их результатов;
- Использование имеющихся данных, без проведения дополнительных полевых исследований;
- Рассмотрение альтернативных вариантов расположения ГЭС в пределах Амурского бассейна.

МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ

Метод исследования устанавливается на усмотрение координаторов и экспертов.

Как экологическая, так и социально-экономическая части исследования могут проводиться исключительно после предоставления, согласования и утверждения обеими сторонами (WWF России и En+ Group) методик, по которым проводится оценка развития гидроэнергетики. До момента согласования методик разглашение и публикация совместных результатов исследования невозможны.

Возможно использование:

– методики Егидарева-Симонова-Мартынова, которая в ходе работы может совершенствоваться по согласованию сторон;

– финансовых и экономических моделей для исследования социально-экономических факторов.

В настоящее время для проведения исследования согласована экологическая методика, что делает возможным начало проведения экологической оценки.

В ходе экологической оценки будут выделены створы, наиболее неблагоприятные по воздействию на окружающую среду.

По результатам экологической оценки после согласования сторон ряд створов может быть исключен из дальнейшей подробной комплексной эколого- и социально-экономической оценки. При этом любые створы могут быть оставлены для подробного социально-экономического анализа.

Параллельно работам по экологической оценке будут подготовлены и согласованы между сторонами социально-экономические методики.

Социально-экономические аспекты и проводимая по ним часть исследования будут базироваться на методике, которую разработает координатор по социально-экономическим вопросам – сопредседатель рабочей группы – и согласуют стороны.

Для оценки эффективности и корректности применяемых моделей рабочей группе должны быть представлены:

1. Описание модели;
2. Состав используемых в модели показателей;
3. Алгоритмы модели.

Рабочая группа имеет право проверять и тестировать полученные результаты оценки социально-экономических и экологических факторов одновременно.

РЕЗУЛЬТАТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результатом исследования станут список и сравнительная оценка потенциальных сценариев размещения ГЭС в бассейне реки Амур, анализ их воздействия на окружающую среду и социально-экономический эффект для развития региона. Для каждого сценария будет произведена оценка ее социального, экономического и экологического воздействия на бассейн Амура в сравнении с другими сценариями размещения ГЭС в бассейне. Это открывает возможность выбора наименее опасных и наиболее эффективных перспективных створов

для более подробной проектной разработки (проектной и рабочей документации, включая ОВОС).

Исследование ограничивается исключительно сравнением воздействия различных ГЭС на окружающую среду и не рассматривает сравнение воздействия ГЭС с альтернативными видами генерации.

Результат исследования будет представлен в виде доклада с описанием прогнозного результата воздействия существующих и перспективных ГЭС в бассейне реки Амур, который будет составлен по итогам оценки степени воздействия по экологическим, экономическим и социальным факторам (согласованы в разделе Основные задачи исследования). Результат публикуется в форме текстового отчета со схемами, таблицами и картографическим материалом в приложениях.

Результаты исследования помогут комплексно и обоснованно подойти к процессу выбора приоритета реализации проектов ГЭС в бассейне реки Амур (в том числе на стадии подготовки проектной документации, включая ОВОС, прохождения государственной экологической экспертизы и т.д.). Результаты исследования должны быть защищены авторским правом.

ФОРМА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ИССЛЕДОВАНИЯ

Аналитическая записка и текстовый отчет должны быть представлены в бумажном виде и на электронном носителе.

СТЕПЕНЬ ПУБЛИЧНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Раскрытие информации по исследованию проходит в соответствии с утвержденным графиком и только после согласования обеих сторон.

Ни одна из сторон (WWF России и En+ Group) не могут публиковать отчеты об исследовании, промежуточные результаты и любую другую информацию в ходе исследования без согласования с другой стороной.

Техническое задание, промежуточные и конечные результаты исследования – открытая информация, раскрываемая после согласования обеими сторонами. Техническое задание и промежуточные этапы оценки должны быть доступны для изучения заинтересованными сторонами на сайте компании En+ Group и WWF России. Оставление комментариев и предложений по поводу Технического задания возможны после регистрации на сайте и фильтрации со стороны сторон, проводящих исследование.

Общественные слушания должны проводиться по материалам открытой информации (Техническое задание и промежуточные этапы оценки).

ВЛАДЕЛЕЦ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результатами владеют En+ Group и WWF России. Выводы исследования – общедоступная информация (после одобрения сторонами отчета). Заказчики оставляют за собой право не согласиться с результатами исследования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДОГОВОРА

Соглашение между En+ Group и WWF России с распределением обязанностей и ответственностью. Заключение индивидуальных договоров между заказчиком и исполнителями.

Следует четко зафиксировать участников исследования, которые несут ответственность за качество итогового продукта.

ПРИЛОЖЕНИЕ II: Рецензии на экологическую часть

РЕЦЕНЗИЯ Т. С. ИВАНОВА

Для рецензирования был представлен отчет по теме «Комплексная эколого-экономическая оценка развития гидроэнергетики Амурского бассейна. Экологическая часть» общим объемом 108 страниц машинного текста, содержащий 27 иллюстраций, 11 таблиц, 4 приложения, 119 источников литературы, в том числе 35 зарубежных.

Акцент при выполнении рецензирования работы сделан на:

-проведении анализа «Методики общебассейновой оценки воздействий ГЭС на речные экосистемы», представленной в отчете;

-подготовке предложений по оптимизации подхода к оценке эффективности гидропотенциала речного бассейна.

Актуальность данной работы связана с малой освоенностью в настоящее время (около 3%) гидроэнергетических ресурсов Дальнего Востока, возобновлением проработок по освоению гидроэнергетических ресурсов Дальнего Востока РФ. Результаты данной работы могут быть полезны для всестороннего учета факторов, связанных с созданием гидроузлов комплексного назначения, резервирующих водохранилищ в бассейне реки Амур. Необходимость проработок по данному направлению стала очевидной после прохождения паводков в Амурском бассейне в 2007 и 2013 году.

Полнота проработки

Работа в основном базируется на принципах, заложенных в диссертационное исследование, выполненное Егидаревым Е. Г. в 2013 году по теме «Геоэкологические оценки проблем освоения гидроэнергетических ресурсов бассейна реки Амур» в Информационно-картографическом центре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Тихоокеанского института географии Дальневосточного отделения РАН. С данной работой рецензент знаком.

В методике, представленной в отчете, так же как и в диссертационном исследовании, проведен достаточно подробный анализ литературы по темам, связанным с геоинформационным моделированием, математико-картографическим моделированием, применением его для работ по исследованиям гидроэнергетического потенциала, по эколого-экономическим оценкам в гидротехническом строительстве, как классическим, так и современным. Проведена большая аналитическая работа, информационный поиск и обзор, построен библиографический перечень, который заслуживает отдельной высокой оценки.

Научная новизна заключается в том, что:

1. На основе предложенных методических разработок проведена оценка существующих гидроузлов и потенциальных сценариев (вариантов) размещения ГЭС в бассейне р. Амур по косвенным факторам, отражающим воздействие на окружающую среду;

2. Для бассейна р. Амур впервые выполнено ранжирование существующих и перспективных ГЭС в соответствии с оценкой косвенных факторов их воздействия (зарегулирование стока и пойм, блокирование и фрагментация бассейна, затопление территорий, изменение стока наносов) на экосистемы реки;
3. Впервые составлена серия эколого-оценочных карт, отображающих прогнозные сценарии развития гидроэнергетики в бассейне реки Амур.

Достоверность результатов основана на применении современных методов обработки данных, имеющих пространственную составляющую, на методах математико-картографического моделирования (МКМ) и геоинформационных систем (ГИС), использования основополагающих исследований в области формирования природно-технических систем (ПТС), выполненных российскими и зарубежными институтами.

В целом характеризую работу, можно сказать, что предложена реализация подхода, который позволяет провести оценку вариантов освоения гидроэнергетического потенциала на окружающую среду. Данная оценка может быть первой качественной оценкой для сопоставления вариантов гидроузлов, вариантов каскадного освоения гидроэнергетического потенциала. В качестве анализируемых факторов выступают следующие:

- Степень трансформации экосистем поймы в нижних бьефах гидроузлов до устья главной реки в связи с изменением гидрологического режима стока рек;
- Трансформация водных и околоводных экосистем в верхних бьефах гидроузлов в результате затопления;
- Блокирование речного бассейна;
- Фрагментация бассейна;
- Изменение естественного стока наносов.

Преимуществом работы является то, что эти факторы можно автоматизированно укрупненно оценить в случае отсутствия сопоставимых по степени проработки результатов по оценке воздействия на окружающую среду отдельных гидроузлов.

Недостатком работы является то, что данные факторы позволяют лишь качественно оценить воздействие гидроузла на окружающую среду по косвенным признакам, а перечень факторов, к сожалению, не является исчерпывающим.

Помимо использованных факторов, по всей видимости, в связи со сложностью их учета, авторами не сопоставляются конкретные воздействия гидроузлов на окружающую среду, сопоставление проводится по косвенным факторам.

Бесспорным преимуществом предложенной методики является использование бассейнового подхода и многофакторного анализа для осуществления комплексной оценки воздействия гидроэнергетических проектов. Вместе с тем данная методика не учитывает, что ряд принятых при проектировании гидроузла мер, которые не столь сложно применить, может привести к тому, что гидроузел, который по результатам данной оценки является нецелесообразным к реализации, станет гидроузлом с относительно небольшим экологическим воздействием. Другим примером противоречивых результатов, полученных на основе методики, могут быть два гидроузла с одинаковыми укрупненными оценками, но с принципиально разным фактическим воздействием на окружающую среду (в случае существенно больших воздействий на лесные ресурсы, ихтиофауну и др. в связи с тем что плотность, с которой одни и те же виды встречаются в одном створе, будут в разы отличаться от аналогичных показателей другого створа).

Фактически сопоставление в данной работе осуществляется по косвенным факторам, что может дать как качественно верную картину, так и привести к указанным «артефактам» в оценках.

В качестве предложений по развитию методики представляется необходимым продолжить исследования для выполнения эколого-экономических оценок. В работе есть ссылки на примеры использования данного опыта. Естественно, это потребует большой работы: требу-

ется одинаково полно собрать данные, позволяющие оценить воздействие водохранилищ на окружающую среду (воздействие на климат, подтопление территорий, лесные ресурсы, почвы и земельные ресурсы, животный мир, ихтиофауна и др.).

В связи с указанным обстоятельством для реализации системного подхода к оценке валового потенциала, доступного к освоению технического потенциала, экономического потенциала, необходимо дальнейшее продолжение исследований, детализация проработок, реализация количественных оценок и выполнение многофакторного исследования с учетом исчерпывающего перечня факторов, отражающих влияние гидроузлов на окружающую среду в данных подбассейнах. Это, в том числе, позволит сделать более обоснованную оценку доступного к освоению потенциала и экономического потенциала, чем это сделано в работе.

В настоящей работе все факторы применяются исходя из предположения о равном их влиянии на результирующую оценку. Согласно опыту исследователей, на работы которых ссылаются авторы, желательно обеспечить возможность учета факторов с весовыми коэффициентами, что позволит учесть влияние фактора на результирующую оценку (№ 1).¹

Например, в работе предложен вариант учета твердого стока (наносы). Не ясно, на основе каких данных о твердом стоке исследуемых рек проведено сопоставление створов по этому фактору. Вопросы отложения наносов существенным образом зависят от сезона, от режима работы гидроузла. Кроме того, с учетом того, насколько укрупненно проведена оценка по остальным факторам, применение данного фактора представляется нецелесообразным отдельно от других факторов, связанных с количественной оценкой изменений. Либо его влияние должно быть существенно меньше влияния остальных факторов (№ 2).

В отличие от других работ последних лет, связанных с анализом возможностей по автоматизированной оценке доступного к освоению потенциала, в настоящей работе меньше внимания уделяется учету особенностей формирования стока. Большинство исследователей при выполнении анализа опираются на значения модуля стока в рассматриваемом водосборном бассейне либо учитывают данные об осадках на исследуемой территории. Очевидно, вопросы учета фактора блокирования речного бассейна без учета данных об условиях формирования стока лишь частично определяют воздействие заблокированного подбассейна на весь бассейн (№ 3).

Приведенные выше соображения требуются учесть в дальнейшей работе, тем более что перечисленные выше факторы также можно учесть с использованием геоинформационных систем.

к.т.н. Т. С. Иванов

РЕЦЕНЗИЯ М. Г. ГРЕЧУШНИКОВОЙ

Рецензируемая работа состоит из введения, пяти глав, списка литературы из 126 наименований и имеет три приложения, содержащие перечень направлений изменения окружающей среды при строительстве водохранилищ, расчет показателей методики оценки влияния и базу исходных данных по существующим и проектируемым водохранилищам в бассейне Амура, включающую информацию о годовой выработке ГЭС, установленной мощности, высоте плотины, полезном объеме, стоке 50%-й обеспеченности, площади при НПУ, площади водосбора водохранилища и др. Список литературы включает 126 наименований работ российских и зарубежных ученых, а также интернет-ресурсы, посвященные гидроэнергетике и космическим снимкам.

В первой главе приведен обзор подходов к оценкам влияния строительства водохранилищ и гидроузлов. Отмечается переход от изучения локальных воздействий к бассейновому масштабу. Главная тема работы – экспресс-оценка и сравнение различных сценариев освоения гидроэнергетического потенциала р. Амур. Она особенно актуальна после событий 2013 г.

Во второй главе приведены:

- физико-географическая характеристика бассейна р. Амур: описаны условия формирования стока, типы водного режима рек, основные области формирования стока;
- социально-экономическая характеристика водопользования в бассейне Амура: выделена проблема трансграничного положения бассейна и различия в водопользовании на российской и китайской стороне, проведен анализ изменения и прогноз водопользования и водопотребления в бассейне, выделены области с дефицитом и профицитом стока, отмечено увеличение водопотребления в северо-восточном Китае и загрязнение вод;
- отдельный раздел посвящен проблемам трансграничного водопользования и истории российско-китайских отношений в этом вопросе;
- экологические особенности амурского бассейна; подчеркнута, что для сохранения уникальных видов необходимо не просто создание ОПТ, но и сохранение естественного режима стока, чтобы не нарушить ключевые экосистемные процессы.

В третьей главе приводится обзор существующих и проектируемых ГЭС на территории Амурского бассейна. Приведены сведения о морфометрических характеристиках и назначении крупных и средних водохранилищ на территории России и Китая. Отдельный подраздел (3.3) посвящен описанию последствий строительства гидроузлов (желательно изменить его название, поскольку рассмотрено воздействие не только на российской части бассейна). Весьма наглядно масштабы изменений водного режима представлены на рис 3.3, но желательно уточнить, каким образом рассчитан процент зарегулирования стока реки. При описании изменения водного и химического состава воды в нижнем бьефе водохранилищ желательнее привести больше ссылок (например на работы ИВЭП ДВО РАН, в частности, В.П. Шестеркина: Шестёркин В. П., Шестёркина Н. М. Влияние Зейского и Бурейского водохранилищ на зимний режим Среднего Амура // Дружининские чтения. Научные основы экологического мониторинга водохранилищ. Выпуск 2. Хабаровск: ДВО РАН. 2005. С. 63–65). Представляются крайне важными выводы данной главы о недопустимости размещения ГЭС на главном русле Амура и о необходимости системы оценок экологических воздействий гидроузлов.

Четвертая глава посвящена собственно методике общеканальной оценки воздействий сооружения ГЭС на речные экосистемы. Методика относится к числу экспресс-методов определения экологического воздействия и не претендует на точные количественные расчеты последствий возведения гидротехнических сооружений. К плюсам методики можно отнести интегральную оценку воздействия при различных сценариях освоения гидропотенциала, т. е. при различных вариантах расположения ГЭС на реках бассейна. Для реализации квазиколичественной оценки экологических рисков авторами проанализированы и выделены основные факторы воздействий ГЭС с измеряемыми параметрами:

¹ Здесь и далее по тексту курсивом обозначены комментарии, на которые приведены ответы в Приложении III.

- изменение гидрологического режима и пойменных экосистем в нижнем бьефе;
- трансформация реофильной экосистемы в лимнофильную с учетом окрестных изменений;
- блокирование бассейна плотиной;
- фрагментация бассейна;
- изменение естественного стока наносов.

В разделах 4.3–4.6 приведен собственно алгоритм оценки воздействия, описано формирование базы данных по бассейну Амура для вычислений, предложены направления совершенствования методики и приведен пример оценки воздействия развития гидроэнергетики на примере бассейна р. Бурея.

В первую очередь хотелось бы отметить некоторую относительность такого фактора как блокирование бассейна, поскольку данная проблема может быть частично решена инженерными методами при включении в состав гидроузла рыбопропускных сооружений, что уменьшит степень отрицательного воздействия данного фактора. Второе замечание касается дополнительного фактора фрагментации речного бассейна, который тесно перекликается с предыдущим. Не вполне отчетливо описана методика его определения, ведь крупный естественный водоток (широкая равнинная река, бурная горная) сам по себе может являться затруднением при расселении наземных видов (№ 1).

Есть ряд замечаний, касающихся оценки изменений экосистем в нижнем бьефе гидроузла. В формулу расчета входят такие показатели, как полезный объем водохранилища, площади экосистем пойменно-руслового комплекса и величина стока 50%-й обеспеченности. Представляется, что для оценки изменения режима затопления поймы важно учитывать вовсе не среднегодовой сток, а величину стока в многоводную фазу, поскольку именно эта составляющая стока перераспределяется во времени при регулировании стока и именно эта составляющая определяет режим пойменно-руслового комплекса (затопление поймы и продолжительность этого периода, отложение наносов и т.д.). Реки с одинаковой величиной среднегодового стока могут иметь весьма различное его внутригодовое распределение и амплитуду колебаний уровня воды (№ 2).

Трансформация водных экосистем в верхнем бьефе (второй фактор) зависит не только от площади создаваемого водохранилища, но и от его проточности, которую характеризует коэффициент водообмена. В случае каньонного рельефа увеличение площади водотока может быть несущественным, но при высоконапорной плотине водообмен может сильно замедлиться, а при сезонном регулировании в верховьях сохраняются «речные условия». Необходимо ввести в расчет этот показатель, материалы для его расчета в базе данных уже есть (№ 3).

Наибольшее число вопросов вызывает выбранный способ оценки изменения стока наносов. Очевидно, что влекомые наносы формируют донные отложения в верхнем районе водохранилища, однако стоковое течение, абразия берегов и рост фитопланктона не дают оснований обнулять сток взвешенных частиц в воде, проходящей через гидроузел. Мутность воды – крайне неконсервативная характеристика. Осветленный поток будет восполнять недостающие наносы путем эрозии, а при впадении притоков достаточной водности с ненарушенным стоком наносов водная масса водохранилища трансформируется в зональную речную водную массу. Поэтому учет объема сброса осветленной воды Усманской ГЭС в Нижне-Бурейском створе в примере представляется неверным из-за процессов эрозии, которые восполнят наносы, перешедшие в донные отложения водоема. Наносоудерживающую способность водохранилищ можно оценивать по методике, предложенной К. К. Эдельштейном (Гидрология материков. М.: Издательский центр «Академия», 2005. 304 с.). Коэффициент удержания речных наносов зависит от коэффициента водообмена и длины водоема, которые легко определить по имеющейся базе данных. Длину участка реки с измененными естественными характеристиками стока можно оценить по методике, предложенной там же: в створе с удвоенным расходом сброса (по мере впадения притоков с естественным стоком) происходит превращение водохранилищной водной массы в трансформированную речную. Предложенная им методика с использованием данных атласа Мирового водного баланса, карты шести зон гидрохимических фаций речных вод и карты интенсивности современной эрозии суши земного шара позволяет выполнить достаточно подробную оценку изменений стока воды, наносов и растворенных веществ, однако автоматизировать ее для экспресс-оценки существенно сложнее, поскольку она требует большего объема данных для

расчета. Данную методику можно использовать для углубленного анализа сценариев, выбранных по экспресс-методике (№ 4).

В раздел о возможных подходах к дальнейшему совершенствованию методики в число ценных объектов желательно добавить объекты культурно-исторического наследия. Из отчета не вполне очевидно, как реализовать разработанные вспомогательные методики учета природных ценностей (№ 5).

Есть ряд замечаний по табл. 4.3. Не вполне понятно, почему к устью реки возрастает площадь пойменно-руслых комплексов ниже створов, возможно, имеется в виду «между створами»? Почему у столбца параметра Alt размерность «км³», когда он, судя по формуле, безразмерный (№ 6)?

В разделе 4.7 приведено сравнение воздействий единичных ГЭС в бассейне р. Бурея. Данный пример показывает, что строительство ГЭС, блокирующих большую часть бассейна, оказывает во много раз большее воздействие, нежели ГЭС в верхнем и среднем течении (или на притоках). Развитие оценки продолжено в разделе 4.8, в котором рассмотрены различные сочетания строительства гидроузлов. Следует отметить важный вывод об уменьшении удельного воздействия при увеличении числа ГЭС в каскаде: «...дополнительный ущерб, наносимый уже существенно нарушенным бассейнам новыми ГЭС, меньше, чем ущерб от тех же самых ГЭС, построенных в ненарушенных или малонарушенных бассейнах». При приоритете выработки электроэнергии несомненно, надо продолжать освоение бассейна р. Бурея выше Бурейской ГЭС. Однако при приоритете защиты от наводнений возникает вопрос о соотношении эффекта от регулирования и потерь бассейнов с естественными экосистемами.

В завершающей главе приведены результаты ранжирования потенциальных створов ГЭС в Амурском бассейне. Выявлены ГЭС с наименьшими удельными воздействиями на единицу производства электричества, проведено сравнение с показателями воздействия Зейской и Бурейской ГЭС. К сожалению, плохо читается рис. 5.1, желательно привести его в более высоком разрешении.

Полученные в результате расчета показатели интегрального и удельного воздействия наглядно демонстрируют нежелательное строительство ГЭС, блокирующих бассейны крупных притоков, ГЭС на главном русле Амура. В то же время данная методика определяет наименьшее потенциальное воздействие для ряда ГЭС на Гилюе, Нимане, Бурее и Верхней Зее. Подмечена важная проблема: бассейн р. Шилки не затронут строительством ГЭС, что важно с точки зрения экологического равновесия, однако Шилка – наиболее многоводный исток с потенциальной опасностью источника наводнений.

Выводы, означенные в конце пятой главы, желательно было бы вынести в общее заключение, которого не хватает в работе (№ 7).

Возникает вопрос и о том, что имеется в виду, когда упоминается о том, что экологическое состояние р. Сунгари хуже, чем других частей Амурского бассейна в Китае. Несомненно, антропогенный пресс, изъятие водных ресурсов и их перераспределение в пространстве и времени негативно влияют на естественную среду обитания. Однако было бы полезно сделать оценки роли процессов самоочищения в китайских водохранилищах. Возможно, что при их отсутствии качество воды в устье реки Сунгари было бы существенно хуже (№ 8).

Данная работа имеет большую научно-практическую ценность. Авторы подготовили ценную базу данных по морфометрическим характеристикам проектируемых водохранилищ, выполнили экспресс-оценку воздействия строительства гидроузлов, выявили относительно благополучные и потенциально неблагоприятные створы для будущих ГЭС. Для развития данной работы желательно внести поправки в данную методику, касающиеся внутригодового перераспределения стока, стока наносов. Можно добавить вариант расчета с учетом строительства рыбопропускных сооружений, чтобы снизить значение фактора блокирования бассейна.

Гречушникова М. Г.

В.н.с. кафедры гидрологии суши Географического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова

РЕЦЕНЗИЯ И. О. ДУГИНОЙ

Исследования, проведённые в рамках выполненной работы, являются крайне актуальными для понимания проблем, которые неизбежно возникают при регулировании стока, и для принятия взвешенных решений при выборе створов гидроэлектростанций.

Постановка задачи понятна, однако во введении нечётко обозначена цель исследования. По тексту встречается важный тезис о том, что «с экологической точки зрения желательно исходить из необходимости сохранить саморегулирующуюся экосистему Амура и роль этой реки как трансграничного экологического буфера». Возможно, именно эта цель и должна быть в конечном итоге достигнута (№ 1).

Авторы проанализировали существующие в мировой практике подходы к оценке влияния гидроузлов на речной бассейн, выбрали простой и достаточно понятный и формализованный подход к оценке экологических рисков при строительстве плотин

Следует отметить, что в главе 1 при описании бассейна Амура бросается в глаза несоответствие гидрографических характеристик, приведённых в официальных источниках (Ресурсы поверхностных вод. Гидрологическая изученность. Л. ГМИ, 1966) и указанных в отчёте. Возможно, характеристики бассейна уточнены с использованием современных технологий. В этом случае необходимо указать источник данных либо использованный алгоритм. В контексте исследования точность исходных данных играет ключевую роль (№ 2).

В главе 2 дана достаточно подробная характеристика бассейна Амура по разным направлениям, однако именно экологические особенности и ценность пойменных (и только) земель освещена недостаточно, нет информации об особо охраняемых природных территориях (ООПТ). Должно быть понятно, насколько уникальны земли Приамурья и почему подходить к регулированию стока надо очень осторожно (№ 3).

Непонятен вывод о «низком качестве» совместного российско-китайского мониторинга качества трансграничных водных объектов (стр. 18) (№ 4).

Авторами проделана большая работа по систематизации имеющихся данных о существующей степени зарегулированности бассейна Амура и о планах развития гидротехнического строительства (глава 3). Было бы желательно сразу иметь представление об источниках информации, понять, являются ли они официальными. Сделанный авторами вывод о том, что 2007 и 2013 годы показали, что «задача устойчивой выработки электроэнергии может вступить в противоречие с задачей поддержания противоположной готовности водохранилища» (стр. 22), требует доказательств (№ 5).

Необходима тщательная проверка всех исходных данных, которые используются для расчётов. Так, в таблице 3.1 (стр. 24) приведены неверные данные о нормальном подпорном уровне (НПУ) для Зейского и Бурейского водохранилищ (№ 6).

В разделе 3.3 даётся оценка воздействия на экосистемы существующих на территории РФ ГЭС. Этот раздел является важным и желательно его расширение, а также подтверждение цифрами и примерами тезиса о низкой степени экологической адаптации этих гидроузлов (№ 7).

В главе 4 изложены принципы, положенные в основу авторского метода оценки воздействия гидроузлов и других ГТС на экосистемы. Логика изложения этой главы предельно ясна. Выбор факторов воздействия на экологическое состояние бассейна также понятен и обоснован. Несомненными плюсами являются систематизация данных о гидроэнергетических ресурсах Приамурья, разработка понятного алгоритма расчёта, использование современных технологий. Очень большая работа проведена в части изучения имеющихся публикаций по вопросу исследования.

Возможно, в этой главе следует указать на использование аналогичных подходов за рубежом и есть ли примеры использования подобных расчётов при принятии управленческих решений.

В разделе 4.4.1 описывается формирование базы исходной информации, здесь было бы желательно уточнить подход к расчётам стока в выбранных створах, тем более что источником исходных фактических данных о стоке являются справочники ГВК «Ресурсы поверхностных вод» 70-х годов 20 века. Нет ссылки на источник данных о стоке на территории КНР (№ 8).

В качестве рекомендаций предлагается уточнить некоторые термины. В частности, при описании программного обеспечения моделирования, расчётов... (стр. 51) следует уточнить смысл термина «межень». Очевидно, авторы имеют в виду ту ситуацию, когда река находится в основных берегах, но это не всегда соответствует указанной фазе гидрологического режима. Кроме того, вместо термина «площадь водохранилища» логичнее использовать принятый термин «площадь зеркала водохранилища» (№ 9).

Очень важным является вывод о возможном усовершенствовании метода с введением показателей ценности территорий.

Принцип работы методики проиллюстрирован расчётами по бассейну р. Бурей. Сделан логичный вывод о применении при анализе бассейновых оценок показателя интегрального воздействия.

Однако расчёты с пятью выбранными показателями позволили сделать вывод о том, что, к примеру, сценарий строительства Усманской + Умалтинской ГЭС окажет меньшее воздействие на речной бассейн. Желательно вернуться к расчётам с введением показателей ценности территорий, ведь именно эти ГЭС могут оказать максимальное негативное влияние на земли Бурейского заповедника (№ 10).

Кроме того, при использовании таких характеристик как площадь (зеркала) водохранилищ, регулирующая ёмкость, которые, несомненно, являются определяющими при оценке степени влияния ГЭС, не учитывается тип водохранилища. Как известно, водохранилища руслового типа оказывают меньшее негативное влияние на окружающую среду, чем водохранилища озёрного типа при прочих равных характеристиках.

Возможно, целесообразно рассмотреть и различия по влиянию на экосистемы между водохранилищами многолетнего и сезонного регулирования (№ 11).

В главе 5 представлены результаты первичного ранжирования потенциальных створов ГЭС в бассейне Амура. Обращает на себя внимание тезис о том, что «согласно методике, наиболее эффективными в эколого-экономическом смысле считаются ГЭС, **удельные** воздействия которых на единицу производства ими электричества будут наименьшими...». В то же время страницей ранее был сделан, на мой взгляд, верный вывод о том, что при анализе бассейновых оценок нужно учитывать показатель **интегрального** воздействия.

Далее на рисунке 5.1 представлен сценарий воздействия на водные экосистемы существующих на сегодняшний день ГЭС. Желательно уточнить, почему авторы взяли для расчёта те показатели, которые представлены на рисунке. Возможно, здесь исключено влияние на пойменные экосистемы; в этом случае лучше более подробно разъяснить, почему иллюстрируется влияние лишь на водные экосистемы.

В целом в главе 5 даны различные возможные авторские варианты оценок воздействия на экосистему Амура, проведена большая работа по сценарному анализу.

Раздел 5.1 показывает оценку воздействия действующих и возможных к строительству ГЭС по различным вариантам расчётов. Было бы желательно в этом разделе указать, какой из вариантов, по мнению авторов, является более логичным и предпочтительным для принятия решений. Тем более что учёт различных показателей и разный подход к оценке (интегральная или удельная) даёт разные выводы о степени влияния ГЭС (№ 12).

Спорным, в частности, представляется вывод о том, что к наиболее эффективным в эколого-экономическом отношении является в том числе Усманская ГЭС с её возможным влиянием на земли Бурейского заповедника (№ 13).

Неоднозначен также вывод о том, что по показателю «Изменение гидрологического режима в нижнем бьефе гидроузлов» наиболее опасными являются ГЭС с водохранилищами с наибольшей регулирующей ёмкостью. Так как в исследовании рассматривается влияние не только на участок данной реки ниже плотины, но в целом на бассейн, следует выделить тот момент, что именно каскады ГЭС в большей степени меняют гидрологический режим, особенно с водохранилищами сезонного регулирования. Это видно на примере существующей Бурейской ГЭС. Пока не зарегулированы ее верховья и боковые притоки, при наполнении до соответствующих регламентирующими документами уровней паводки пропускаются транзитом, приближая низовья самой Буреи и Амура ниже по течению к естественному режиму. При строительстве ГЭС в верховьях Буреи, которые авторы считают наиболее эффективными с точки зрения эколого-экономического воздействия, бурейские паводки будут исключены (№ 14).

В целом авторами проведена большая и эффективная работа. Однако тезис во Введении о том, что данная в исследовании оценка позволяет исключить экологически наименее приемлемые варианты строительства ГЭС, на мой взгляд, является преждевременным. Необходимо продолжение и углубление исследований для уточнения оценок с введением дополнительных показателей (№ 15).

Ирина Олеговна Дугина (Хабаровск)

Начальник отдела Департамента Росгидромета по ДФО, инженер-гидролог

РЕЦЕНЗИЯ Н. Н. ЕФИМОВА

Представленный к рецензированию доклад отражает результаты исследования, выполненного специалистами Всемирного Фонда дикой природы (WWF) при консультационной помощи экспертов компании En+ Group.

Доклад на 109 стр. включает оглавление, список сокращений, Введение, 5 глав основного текста, 4 приложения, список литературы.

Заявляемая задача исследования – проведение оценки различных сценариев освоения гидроэнергетического потенциала Амурского бассейна на основе сравнительного анализа вариантов размещения ГЭС.

Конечная цель оценки – выявление вариантов размещения ГЭС с наименьшими экологическими издержками.

Замечание: в тексте не поясняется, что понимается под экологическими издержками.

ГЛАВА 1. СУЩЕСТВУЮЩИЕ ПОДХОДЫ К СТРАТЕГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГЭС В РЕЧНОМ БАСЕЙНЕ

В обоснование избранного авторами методического подхода к проведению оценки утверждается, что оценка экологических рисков каждой отдельно взятой ГЭС достаточно эффективна, однако суммарная, или интегральная оценка экологической нагрузки на весь осваиваемый гидростроительством речной бассейн выполнена быть не может или будет недостаточно объективной.

Интегральный бассейновый (общесейновый, по выражению авторов) подход к оценке возможных экологических последствий гидростроительства отсутствует и в рекомендациях Всемирной комиссии по плотинам, в которых нет специального раздела по общесейновому анализу, хотя и присутствуют разрозненные рекомендации по его проведению.

На основе обобщения сведений из литературных источников (около 20 публикаций), анализа отечественных нормативных правовых документов и сложившейся практики водохозяйственного проектирования делается вывод об ограниченности применяемых в настоящее время методических приемов оценки экологических последствий гидростроительства. Основным их недостатком, по мнению авторов, является отсутствие сравнительного экологического анализа возможных комбинаций размещения плотин в речном бассейне как основы для выбора варианта (сценария) размещения ГЭС с наименьшими экологическими издержками. Авторами обосновывается необходимость проведения подобной «комбинаторной» оценки на нескольких иерархически соподчиненных уровнях, наиболее важный из которых – бассейновый.

Предлагаемый методический подход в целом отвечает концепции Стратегической экологической оценки развития отдельных отраслей промышленности и административно-территориальных образований, принятый в последние годы за рубежом, в том числе при определении перспектив устойчивого развития территорий крупных речных бассейнов. Алгоритм проведения оценки и анализа её результатов был апробирован Международной комиссией при оценке проектов развития гидроэнергетики в бассейне реки Меконг (2010 г.).

ГЛАВА 2. АМУРСКИЙ БАСЕЙН: ХАРАКТЕРИСТИКА И ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

2.1. Физико-географическая характеристика Амурского бассейна

На основе краткого анализа природно-климатических и физико-географических условий бассейна Амура обосновывается практическая целесообразность решения поставленной в докладе задачи на основе иерархического деления бассейна на 7 экорегионов (пресно-

водных), границы которых были установлены группой авторов (Abell R.A., Thieme M.L. et al., 2008 г.) на основе анализа зоогеографических, фаунистических и гидрологических особенностей бассейна.

2.2. Социально-экономическая характеристика водопользования в Амурском бассейне

2.2.1. Водопотребление в Амурском бассейне

2.2.2. Водообеспеченность и конкуренция за воду

2.2.3. Трансграничное водопользование

Перечисляются многочисленные негативные тенденции, сформировавшиеся к настоящему времени в трансграничном бассейне Амура при осуществлении хозяйственной деятельности:

- нерациональное использование водных ресурсов, строительство гидротехнических сооружений;
- загрязнение водных объектов, сокращение лесов;
- уменьшение продуктивности и устойчивости экосистем.

Особо подчеркиваются возможные негативные социально-экономические и экологические последствия для российской стороны проектов по экспорту в Китай энергетических ресурсов, реализация которых связана со строительством новых объектов гидрогенерации.

Делается вывод о том, что на фоне наблюдаемого в настоящее время более чем 30-кратного превышения объема китайского водопотребления в сравнении с российским быстро растущий в КНР спрос на водные ресурсы удовлетворяется за счет несогласованного одностороннего строительства новых водозаборных сооружений, водохранилищ, каналов по переброске стока и других водохозяйственных объектов. В перспективе подобные односторонние действия КНР способны привести к сокращению водного стока, росту загрязнения природных вод, трансформации экосистем. На этом фоне многолетняя деятельность совместных двусторонних комиссий, осуществляемая в рамках межгосударственных соглашений в области рационального использования и охраны трансграничных вод, до настоящего времени не привела к ощутимому прогрессу в практическом решении указанных проблем.

2.2.5. Судходство

Примечание: в списке литературы отсутствует источник № 36 (характеристика российского судходства в бассейне Амура)

Замечание: Непонятна логика утверждения авторов (цит.): «Исторически страны-соседи (Россия и Китай – прим. Рецензента) оспаривали друг у друга эти земли (пограничные – прим. Рецензента), и это, наряду с удаленностью территории, способствовало сохранению природы региона».

2.3. Экологические особенности и глобальная ценность пресноводных экосистем Амурского бассейна

На основе перечисления многообразия природных зон, ландшафтов и видового разнообразия флоры и фауны в разделе обосновывается глобальная уникальность и ценность экосистем Амурского бассейна. Опираясь на рекомендации ЮНЕСКО, авторами делается целеполагающий вывод о том, что сохранение имеющегося биоразнообразия требует создания взаимосвязанной системы охраняемых природных территорий (ОПТ), которая должна покрывать не менее 15% территории бассейна. При этом данное требование не является исчерпывающим. По мнению авторов, стабильное существование пресноводных экосистем возможно при соблюдении важнейшего дополнительного условия – сохранения естественного режима речного стока в масштабах всего бассейна. Условие столь же важное, сколь и трудновыполнимое, учитывая описанные выше увеличивающиеся масштабы хозяйственного освоения водных ресурсов бассейна Амура, в особенности со стороны Китая, и трансграничный статус реки. Последующие разделы докла-

да характеризуют вероятность достижения цели сохранения амурских экосистем в современных условиях и в перспективе.

ГЛАВА 3. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ГЭС И ДРУГИХ ГТС И ПЛАНЫ ИХ СТРОИТЕЛЬСТВА НА ТЕРРИТОРИИ АМУРСКОГО БАСЕЙНА

3.1. Существующие водохранилища и ГЭС в бассейне Амура

Приводимые сведения о количестве и суммарной аккумулирующей емкости водохранилищ, имеющих в настоящее время в китайской и российской частях бассейна Амура, свидетельствуют о том, что при более чем 40-кратном превосходстве КНР по количеству водохранилищ их суммарная аккумулирующая емкость вдвое меньше, чем емкость гидроузлов Зейской и Бурейской ГЭС.

Вместе с тем авторы воздерживаются от рассмотрения возникающего в этой связи вопроса о том, какие из сравниваемых параметров гидросооружений имеют наиболее важное значение для режима речного стока в масштабах бассейна Амура и (или) его отдельных частей.

Замечание: сведения табл. 3.1 нуждаются в уточнении в части «назначения» Зейской и Бурейской ГЭС:

- согласно действующим до настоящего времени «Временным правилам использования водных ресурсов Бурейского водохранилища на р. Бурее на период май 2009 г. – апрель 2010 г.» водные ресурсы Бурейского водохранилища используются «для нужд энергетики, водного транспорта, водоснабжения и рекреации, соблюдая приоритеты питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения населения»;

- в соответствии с «Основными правилами использования водных ресурсов Зейского водохранилища на р. Зее» (утверждены приказом Министерства мелиорации и водного хозяйства РСФСР от 05.10.1984 г. № 571) водохранилище «предназначено для регулирования стока в энергетических целях, обеспечения судоходных условий на р. Зее и Амуре, а также для уменьшения высоты и повторяемости наводнений в долине р. Зее» (№ 1).

3.2. Планируемые ГЭС в бассейне р. Амур

На основе анализа советско-китайских планов развития гидроэнергетики в бассейне Амура во второй половине 20-го века, современных планов строительства ГЭС определяется перечень из 15 гидроузлов, возможных к строительству в российской части бассейна, 6 (шесть) из которых являются приоритетными.

3.3. Воздействие российских ГЭС

Цит.: «Водоохранилища – это антропогенные экосистемы, созданные на месте наиболее важных в социально-экологическом плане ландшафтов – речных долин.»

Отталкиваясь от данного определения, авторами при дальнейшем изложении перечисляются отрицательные последствия строительства водохранилищ, которые выражаются в потере (ухудшении) социально-экологических функций речных долин. Вместе с тем в предшествующем данному разделу тексте указанные функции не перечислены и не исследованы в сравнительном плане с функциями других природных ландшафтов. Рецензент также считает, что водохранилища сохраняют значительную часть функций природных экосистем и с этой точки зрения являются природно-антропогенными экосистемами (№ 2).

Цит.: «К 2014 году в бассейне р. Амур зарегулированы такие крупные притоки как Зее, Бурей и Сунгари. Каждый из этих бассейнов имеет свою специфику оказываемой антропогенной нагрузки. В Амурском бассейне экологическое воздействие ГЭС наиболее очевидно на Зее и Сунгари. В бассейне Зеи среди воздействий преобладают пожары, добыча полезных ископаемых и сельское

хозяйство. Бассейн Сунгари находится под воздействием загрязнения от сельского хозяйства, мелиорации и чрезмерного водопотребления. Бассейн Буреи малонаселен и претерпевает наименьшую антропогенную нагрузку по сравнению с бассейнами рек Зея и Сунгари.»

По мнению рецензента, данный абзац нуждается в редакции, поскольку перечисляемые виды антропогенного воздействия не являются отрицательными последствиями строительства водохранилищ (по тексту – «экологического воздействия ГЭС») – пожары, добыча полезных ископаемых (бассейн р. Зея), сельское хозяйство, загрязнение от сельского хозяйства, мелиорация и чрезмерное водопотребление (бассейн р. Бурей) (№ 3).

На основе анализа литературных источников сформирован перечень основных видов воздействия водохранилищ на водные объекты и водно-околоводные экосистемы. К их числу отнесены:

1. сезонное изменение (трансформация) режима стока и, соответственно, режима обводнения поймы;
2. трансформация местообитаний объектов животного и растительного мира;
3. фрагментация речного бассейна и, как следствие, разрыв миграционных путей биологических видов.

Цит.: «Процессы деградации пойменного комплекса р. Амур под влиянием Зейского и Бурейского гидроузла складываются с аналогичными изменениями поймы Амура ниже устья р. Сунгари, где водный режим претерпел антропогенные изменения вследствие строительства гидротехнических сооружений на территории Китая. Изменение водного режима под влиянием ГЭС прослеживается вплоть до устья Амура (см. рис. 3.3).»

Используемый термин «деградация», не будучи подкреплен убедительным фактическим материалом, представляется слишком сильным. Рисунок 3.3 не иллюстрирует изменение водного режима, но лишь относительную величину зарегулированности речного стока. Влияние «вплоть до устья Амура» на рисунке также не показано. При этом под водным режимом понимаются изменения во времени расходов, уровней и объёмов воды в водных объектах в разные его периоды (фазы водного режима). Лучше всего он (водный режим) описывается гидрографами, например, изменения уровня воды в течение года. Термин «трансформация» более соответствует контексту (№ 4).

В результате анализа обосновывается критерий бассейновой оценки влияния существующих водохранилищ ГЭС – процент площади бассейна, отделенный плотинами от приемного водного объекта (моря). Для бассейна Амура он составляет около 30%.

Цит., – «Согласно мнению ряда экологов, воздействие ГЭС на реки Зея, Бурей и даже на отрезок Амура от устья Зеи до Хинганских щек уже превысило допустимый пороговый уровень в части изменения русловых процессов, влияния на ихтиофауну и пойменные экосистемы.

При подобных оценках с экологической точки зрения желательно исходить из необходимости сохранить саморегулирующуюся экосистему Амура и роль этой реки как трансграничного экологического буфера.»

Требуется пояснений, что подразумевается под допустимым пороговым уровнем изменения русловых процессов. То же относится к понятию порогового уровня пойменных экосистем.

Требуется редакции нижеследующий текст (цит.) – «В результате зарегулирования (Чего?) изменился химический состав воды в нижнем бьефе (Чего?), в том числе увеличилось содержание органического вещества (Насколько?). Кроме того, исчезновение условий для образования высоких паводков является причиной прекращения затопления старичных понижений на высокой пойме, отмирания стариц и рукавов. В их пределах происходит заболачивание поверхности и образование участков многолетней мерзлоты (?). Таким образом, в нижнем бьефе в результате изменений климата и параметров реки наибольший урон понесли состояние окружающей среды, сельское хозяйство и традиционные таежные промыслы.» (№ 5).

Вывод о наносимом «уроне» окружающей среде, сельскому хозяйству и традиционным таежным промыслам требует аргументации, которая в тексте отсутствует.

Глава 4. Методика общебассейновой оценки воздействий ГЭС на речные экосистемы

4.1. Методические основы и предпосылки создания методики оценки

4.2. Факторы воздействия ГЭС на окружающую среду. Выбор ключевых показателей для проведения оценки

Содержание разделов в значительной степени повторяет содержание Главы 1 и раздела 3.3. В то же время, несмотря на то, что авторы ссылаются на методические подходы Л. К. Малик и М. Ю. Кононовой, из текста трудно понять, в чем заключались особенности выполненного данными авторами бассейнового анализа. Большая часть текста посвящена изложению ожиданий авторов доклада от примененного ими подхода и описанию его возможностей. При этом используются понятия бассейн, суббассейн, однако совсем не используется понятие экорегиона, которое в первых разделах доклада декларировалось как основа иерархического анализа.

Достаточно трудным для восприятия и излишне наукообразным является, по мнению рецензента, язык изложения (стр. 36–37), когда одна и та же мысль в разной интерпретации многократно повторяется в разных частях текста.

4.3. Методика комплексной оценки воздействия гидроэнергетики в масштабах Амурского бассейна

4.3.1. Описание алгоритма оценки воздействия

Поскольку пойма и связанные с ней местообитания выступают ключевым элементом оценки воздействия, желательно пояснить, что включает в себя понятие «площадь пойменно-руслового комплекса» – площадь водной акватории, расположенной в границах основного русла реки, суммированную с площадью ежегодно затопляемой части речной долины? Иное? Также стоит пояснить, как согласуются друг с другом по площади понятия «пойменная экосистема» и «пойменно-русловой комплекс» (№ 6).

Для более точного понимания излагаемого материала предлагается использовать понятие «водосбор» для анализируемых участков рек и понятие «бассейн», для бассейна р. Амур.

Неколичественный показатель «степень фрагментации», который принимает значения от 1 до 100, требует более подробного пояснения в части описания критериев для выбора той или иной оценки (в процентах) (№ 7).

Требуется пояснения, что подразумевается под показателем «изменение естественного стока наносов» – твердый сток или стока влекомых (взвешенных) наносов (№ 8)?

4.4. Получение, обработка и систематизация данных, необходимых для проведения бассейновой оценки

4.4.1. Формирование базы исходной информации для анализа Амурского бассейна

4.4.2. Программное обеспечение моделирования, расчетов и непосредственного проведения экологических оценок

Разделы изложены полно и понятно и не вызывают вопросов.

4.5. Возможные подходы к дальнейшему совершенствованию методик

Стоит отметить, что заявленная в разделе 2.1 актуальность решения главной задачи на основе иерархического деления бассейна на 7 экорегионов не нашла отражения в изложенной методике, а также в планах по ее совершенствованию в части дополнительного сравнения «ценностей бассейна» (№ 9).

ГЛАВА 5. РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРВИЧНОГО РАНЖИРОВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ СТВОРОВ ГЭС В АМУРСКОМ БАССЕЙНЕ

5.1. Результаты первичного ранжирования потенциальных створов ГЭС в Амурском бассейне

5.2. Сценарный анализ в амурском бассейне

Цит.: «Современное воздействие ГЭС на состояние пресноводных экорегионов существенно различается». Далее авторами приводятся показатели полученных интегральных оценок по каждому экорегиону и делается вывод о том, что наиболее эффективными в эколого-экономическом смысле являются ГЭС, удельные воздействия которых на единицу производства электричества являются наименьшим.

При этом, а также с учетом замечания по разделу 4.5 следует отметить, что авторы воздерживаются от сравнительного анализа ценности для окружающей среды каждого из семи экорегионов. Сделать это, действительно, затруднительно, поскольку каждый из них ценен по-своему, исходя из своего географического местоположения и экосистемного значения в границах Амурского бассейна.

Вместе с тем выполнение такой оценки представляется рецензенту важным с практических позиций, поскольку существует вероятность, в условиях административно-волевого выбора местоположения створов новых ГЭС сделать наименее «вредный» выбор окажется необходимым, а именно, не исключено, что наименее трансформированные (но наиболее ценные в природоохранном и «социально-экологическом» отношении) пойменные экосистемы в экорегионах «Шилка» и «Аргунь» (табл. 5.1) могут оказаться в центре внимания проектировщиков ГЭС на том простом основании, что остальные экорегионы уже в значительной степени трансформированы в результате гидростроительства.

С этой точки зрения целесообразно дополнить перечень параметров воздействия ГЭС оценкой площадей (и, возможно, значения для экорегиона) изолированных друг от друга в различных частях бассейна охраняемых территорий, что, по мнению рецензента, может иметь прямое отношение к решению задачи формирования их взаимосвязанной системы и доведения общей площади до 15% как главной цели деятельности WWF. Отправной аргумент – речные долины выполняют роль экологических коридоров (№ 10).

Ефимов Николай Николаевич

Заместитель начальника отдела водного хозяйства Амурского БВУ Росводресурсов

РЕЦЕНЗИЯ М. С. ЧЕРНЯТИНА

Аттестация Енисейского управления Ростехнадзора, Протокол № 66-13-1938 от 15.10.2013 г.

Свидетельство о допуске к определённому виду или видам работ, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства от № П-175-2466072325-01 от 28 ноября 2013 года, и Приложение к Свидетельству о допуске, выданные Саморегулируемой организацией Некоммерческое партнёрство «Межрегиональная Ассоциация по Проектированию и Негосударственной экспертизе», а также Сертификат соответствия требованиям ГОСТ ISO 9001-2011 (ISO 9001; 2008) и приложение к нему № РОСС RU.31064.04ЖИБ0.005, выданные Органом по сертификации ООО «ПрофитСерт» 28.11.2013 г.

1. Анализ Методики общекосмической оценки воздействий ГЭС на речные экосистемы, применяемой в комплексной эколого-экономической оценке развития гидроэнергетики Амурского бассейна:

Авторы:

Для Амурского бассейна с его высоким гидроэнергетическим потенциалом и актуальной проблемой сохранения естественных экосистем и биоты рек работа имеет прикладное значение.

Цель проведённого исследования – сравнительная интегральная оценка силы воздействия и пространственного распределения совокупности существующих и перспективных ГЭС в речном бассейне на экологические, социальные, экономические факторы, определяющие состояние водных и околосводных экосистем, а также возможности социально-экономического развития региона.

Задача исследования – оценка сценариев освоения гидроэнергетического потенциала Амурского бассейна, включающая сравнительный анализ различных схем размещения ГЭС для выявления вариантов развития с наименьшими экологическими издержками.

Представленная в отчёте общекосмическая оценка бассейна реки Амур предназначена для таких стадий проектирования как обоснование инвестиций и технико-экономическое обоснование (ТЭО), включающие разделы по анализу альтернативных вариантов развития гидроэнергетики.

Эксперт:

Данное обстоятельство предполагает использование в полной мере действующего Российского законодательства (№ 1).

С учётом этого:

Авторы:

Оценка перспективных створов для строительства ГЭС в Амурском бассейне позволит сформулировать обоснованные предложения при составлении и корректировке стратегий регионального развития, схем комплексного использования и охраны водных объектов, системы размещения объектов электроэнергетики, корпоративных и ведомственных планов, инвестиционных программ.

В XXI веке в мире остро стоит вопрос о допустимых пределах антропогенных воздействий на речные экосистемы, в частности, влияния гидроузлов и их каскадов на речные бассейны.

Эксперт:

Для целей сохранения естественных экосистем и биоты рек при допустимых пределах антропогенных воздействий на речные экосистемы в России действует следующее законодательство:

1. Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды». Закон содержит определение:

Нормативы допустимого воздействия на окружающую среду – нормативы, которые установлены в соответствии с показателями воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и при которых соблюдаются нормативы качества окружающей среды.

2. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» № 52-ФЗ от 30 марта 1999 г.

3. Водный кодекс Российской Федерации. Кодекс содержит:

- ст. 33 «Схемы комплексного использования и охраны водных объектов»,

- ст. 35 «Разработка и установление нормативов допустимого воздействия на водные объекты и целевых показателей качества воды в водных объектах».

4. Постановление Правительства РФ от 30.12.2006 г. № 881 «О порядке утверждения нормативов допустимого воздействия на водные объекты».

5. «Методические указания по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты» (НДВ) разработаны в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2006 г. № 881 «О порядке утверждения нормативов допустимого воздействия на водные объекты».

6. «Методические указания по разработке схем комплексного использования и охраны водных объектов» (СКИОВО).

7. «Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года».

Стратегия разработана в целях водоресурсного обеспечения реализации Концепции долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2020 года, утвержденной распоряжением Правительства РФ от 17.11.2008 г. № 1662-р.

Водной стратегией предусмотрено:

«Формирование инструментария государственного управления использованием и охраной водных объектов, включая разработку схем комплексного использования и охраны водных объектов, нормативов допустимого воздействия на водные объекты, **учитывающих региональные особенности и индивидуальные характеристики водных объектов ...**».

Порядок, изложенный в Постановлении Правительства РФ от 30.12.2006 г. № 881 «О порядке утверждения нормативов допустимого воздействия на водные объекты» и «Методических указаниях по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты» в отношении норматива допустимого воздействия по привносу химических и взвешенных веществ (НДВхим), выглядит следующим образом:

1. Определяются участки водных объектов с экологическим благополучием путём анализа данных Федерального агентства по рыболовству, Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Экологическое благополучие участка (или в целом) водного объекта необходимо подтвердить, кем не определено?

2. Определяются показатели **естественного фона (региональная особенность)** в водных объектах по данным государственного мониторинга или расчётно-аналитическим путём.

3. Выполняется расчёт параметров **естественного регионального фона** по водохозяйственным участкам.

4. Расчёт НДВ ведётся по водохозяйственным участкам водного объекта на основе установленного **естественного регионального фона**.

В составе НДВ подлежат расчёту следующие нормативы:

Норматив допустимого воздействия по привносу химических и взвешенных веществ (НДВхим).

Воздействие по привносу радиоактивных веществ.

Воздействие по привносу микроорганизмов.

Воздействие по привносу тепла.

Воздействие по привносу воды.

Воздействие по забору (изъятию) водных ресурсов.

Воздействие по использованию акватории водных объектов для строительства и размещения причалов, стационарных и (или) плавучих платформ, искусственных островов и других сооружений.

Воздействие по изменению водного режима при использовании водных объектов для разведки и добычи полезных ископаемых.

Имеет ли отношение указанное законодательство к работе по оценке воздействия гидроэнергетики на экосистему Амурского (или любого другого) бассейна (№ 2)?

Амурский бассейн имеет большой энергетический потенциал, выраженный в наличии водных ресурсов и перепадах высот. Однако естественный экологический потенциал для целей развития энергетики отсутствует.

В отношении экосистемы Амурского (или любого другого) бассейна можно только говорить о допустимом воздействии на экосистему при сохранении саморегулирующейся экосистемы Амура для целей развития энергетики. В Российской Федерации допустимое воздействие на экосистему регулируется Законом «Об охране окружающей среды» (ст. ст. 20, 21, 22, 27) (№ 3);

- ст. 20 Требования к разработке нормативов в области охраны окружающей среды

«Разработка нормативов в области охраны окружающей среды» включает в себя:

проведение научно-исследовательских работ по обоснованию нормативов в области охраны окружающей среды;

проведение экспертизы, утверждение и опубликование нормативов в области охраны окружающей среды в установленном порядке;

установление оснований разработки или пересмотра нормативов в области охраны окружающей среды;

осуществление контроля за применением и соблюдением нормативов в области охраны окружающей среды;

формирование и ведение единой информационной базы данных нормативов в области охраны окружающей среды;

ст. 21 Нормативы качества окружающей среды

1. Нормативы качества окружающей среды устанавливаются для оценки состояния окружающей среды в целях сохранения естественных экологических систем, генетического фонда растений, животных и других организмов.

2. К нормативам качества окружающей среды относятся:

нормативы, установленные в соответствии с химическими показателями состояния окружающей среды, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций химических веществ, включая радиоактивные вещества;

нормативы, установленные в соответствии с физическими показателями состояния окружающей среды, в том числе с показателями уровня радиоактивности и тепла;

нормативы, установленные в соответствии с биологическими показателями состояния окружающей среды, в том числе видов и групп растений, животных и других организмов, используемых как индикаторы качества окружающей среды, а также нормативы предельно допустимых концентраций микроорганизмов;

иные нормативы качества окружающей среды.

3. При установлении нормативов качества окружающей среды учитываются природные особенности территорий и акваторий, назначение природных объектов и природно-антропогенных объектов, особо охраняемых территорий, в том числе особо охраняемых природных территорий, а также природных ландшафтов, имеющих особое природоохранное значение.

ст. 22 Нормативы допустимого воздействия на окружающую среду,

ст. 27 Нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду.

Авторы:

В XXI веке в мире остро стоит вопрос о допустимых пределах антропогенных воздействий на речные экосистемы, в частности, влияния гидроузлов и их каскадов на речные бассейны. Гидроэнергетическое строительство в бассейне Амура уже значительно повлияло на природные условия бассейна и показало необходимость своевременной научно обоснованной оценки изменений природной среды под влиянием гидротехнических и водохозяйственных преобразований. (стр. 6.)

Согласно мнению ряда экологов, воздействие ГЭС на реки Зeya, Бурея и даже на отрезок Амура от устья Зеи до Хинганских щек уже превысило допустимый пороговый уровень в части изменения русловых процессов, влияния на ихтиофауну и пойменные экосистемы. (стр. 34.)

При подобных оценках с экологической точки зрения желательно исходить из необходимости сохранить саморегулирующуюся экосистему Амура и роль этой реки как трансграничного экологического буфера.

Для анализа были выбраны наиболее перспективные створы, которые в большинстве случаев являются также наиболее проблемными с точки зрения воздействия на экосистему. Всего в Амурском бассейне подготовлены к анализу данные по 84 створам. К 2013 году на 18 из них уже построены крупные и средние ГЭС. Используемый в анализе набор представляет 75–85% всего технически доступного гидроэнергетического потенциала бассейна.

По согласованию сторон количество рассматриваемых в исследовании гидроузлов, рекомендуемых для комплексной оценки экологических воздействий гидротехнических проектов на состояние водных и околосредовых экосистем в бассейне р. Амур, составляет 43. Данная выборка створов крупных и средних ГЭС в бассейне Амура была согласована между экспертами WWF и En+ в ноябре 2012 года.

Эксперт:

Рассмотрено необоснованное количество намечаемых ГЭС (разных комбинаций), что не согласуется с вышеприведённым мнением ряда экологов. Перспективные створы выбраны без расчёта водохозяйственного баланса реки. Не определён порог наступления дефицита водных ресурсов при зарегулировании водных объектов. Так, на притоке р. Зeya размещено такое количество створов, которое не может быть обеспечено водными ресурсами (количество разных комбинаций также должно быть обосновано водохозяйственным расчётом) (№ 4).

Авторы:

Большинство методических работ редко ставит задачу оценки угроз и выгод, связанных с реализацией проектов, для бассейна в целом. Чаще всего оценку воздействий выполняют для участка или малого суббассейна конкретной реки, где осуществляется или планируется гидростроительство [15, 16]. Однако при экологической оценке проблем гидротехнического строительства необходимо несколько иерархически соподчиненных уровней оценок, самый важный из которых – бассейновый [17].

Эксперт:

Это не так. Правительство РФ обеспечило разработку проектов НДВ и СКИОВО, где выполнена комплексная хозяйственная, энергетическая и экологическая оценка бассейнов всех рек: крупных, средних и малых, намечены мероприятия по восстановлению их природного экологического состояния, установлен срок.

Ответственный за эту работу – Федеральное агентство водных ресурсов.

Кроме этого, проводятся систематические работы по декларированию безопасности ГЭС на стадии проектирования, строительства и эксплуатации, которые выполняются в соответствии с требованиями следующих документов;

Федеральный закон от 21.07.1997 № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений».

Постановление Правительства Российской Федерации от 06.11.1998 № 1303 «Об утверждении Положения о декларировании безопасности гидротехнических сооружений» (ред. от 18.05.2012 г.);

Постановление Правительства РФ от 18 декабря 2001 г. № 876 «Об утверждении правил определения величины финансового обеспечения гражданской ответственности за вред, причиненный в результате аварии гидротехнического сооружения»;

«Методические рекомендации по оценке риска аварий на гидротехнических сооружениях водного хозяйства и промышленности», 2-е издание М. «ДАР/ВОДГЕО», 2009, 64 с.;

«Методика определения критериев безопасности гидротехнических сооружений», РД 153-34.2-21.342-00 от 27.12.2000 г. (№ 5).

Авторы:

Правительства стран, активно развивающих гидроэнергетику в настоящее время, таких как Бразилия и Китай, в последнее десятилетие активно разрабатывают нормативные документы по созданию и осуществлению бассейновых планов развития гидроэнергетики. Важным шагом на пути планирования устойчивой энергетики в Азии является принятое в 2011 году Комиссией по экономике и реформам КНР «Руководство по планированию и оценке воздействия ГЭС в масштабах бассейна» [18]. Данный документ предписывает создание и проведение экологической экспертизы бассейнового плана развития гидроэнергетики до принятия каких-либо решений по отдельным проектам ГЭС [19].

Эксперт:

В России бассейновый принцип введён давно. Вся отчётность и учёт водохозяйственной деятельности давно ведутся по бассейнам рек по форме 2-тип «водхоз». Водохозяйственные расчёты и водохозяйственные балансы всегда проводились в целом по бассейну реки.

[18] и [19] на территории России не являются документами. Действующие на территории России нормативные и правовые документы перечислены выше, которые в обязательном порядке регистрируются органом юстиции (№ 6).

Авторы:

Применяемые в настоящее время в России официальные методики экологической оценки влияния гидроузлов на окружающую среду [20] при их относительной эффективности для оценки отдельного объекта не позволяют анализировать комплексное воздействие гидростроительства на экосистему бассейна в целом и не сравнивают разные сценарии строительства гидроузлов в его пределах. В России основными видами экологического проектирования и экспертизы являются оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС), государственная экологическая экспертиза и экологический аудит [21].

Эксперт:

Имеются проблемы мониторинга из-за больших площадей и расстояний, для целей развития энергетики мониторинг вообще не ведётся. В проектах СКИОВО данная проблема должна быть решена.

ОВОС, а что ещё надо? Что такое «экологическое проектирование», откуда оно взялось, есть требование об обязательном проведении инженерно-экологических изысканий (СП 11-102-97 «Инженерно-экологические изыскания для строительства»).

В списке литературы упоминается единственный правовой документ под № 22 (№ 7).

Авторы:

Согласно российским нормативам, раздел проекта «Охрана окружающей среды» следует разрабатывать на основании утвержденного обоснования инвестиций строительства с учетом требований территориальных схем охраны природы, бассейновых схем комплексного использования и охраны водных ресурсов, а также материалов инженерно-экологических изысканий, выполняемых в ходе составления проекта. Раздел ООС в составе проекта должен содержать комплекс решений по рациональному использованию природных ресурсов при создании ГЭС и водохранилища и технических решений по предупреждению негативного воздействия объекта на окружающую природную среду в период строительства и постоянной эксплуатации.

Кроме этого, в рамках водохозяйственного планирования разрабатываются Нормативы допустимого воздействия на водные объекты, в том числе регулирующие допустимые изменения режима стока (изъятия водных ресурсов) и застройки акваторий. Разработанные НДВ являются основным руководящим нормативом при создании схем комплексного использования и охраны водных объектов [22]. Документы планирования на уровне речного бассейна/суббассейна предполагают общеканальный анализ последствий разных вариантов размещения гидротехнических сооружений. Однако системная оценка экологических воздействий на весь бассейн разных комбинаций плотин и сопоставление таких «сценариев освоения» по их интегральному воздействию недостаточно применяются на практике.

Эксперт:

Это неверно. Требование о вариантных проработках всегда действовало. Методики НДВ и СКИОВО являются системными документами, обеспечивающими бассейновый принцип охраны окружающей среды на 20–30 лет вперёд (№ 8).

Авторы:

Стратегическая экологическая оценка предусмотрена законодательством в странах Европейского союза.

Эксперт:

Это необходимо доказать, если оно является целью исследования. На фактах и цифрах показать, где это в странах Европейского союза достигнуто экологическое благополучие большее, чем в России. Где это люди живут в условиях полной экологической безопасности, а средний возраст у них 100 и более лет (№ 9).

Авторы:

Основное содержание исследования – проведение сравнительной интегральной оценки силы воздействия и пространственного распределения совокупности существующих и перспективных ГЭС в речном бассейне на экологические, социальные, экономические факторы, определяющие состояние водных и околосредовых экосистем, а также возможности социально-экономического развития региона.

Эксперт:

Что это за выражение «сила воздействия»? Если это новый термин, его надо сначала ввести в Российское законодательство.

В тексте встречается понятие «большое воздействие». Антропогенное воздействие на водосборный бассейн не подразделяется на большое, среднее и малое воздействие, а выражается в расчётных показателях которые между собой сравниваются по различным признакам, некоторые из них могут быть высокими, средними или низкими, в целом оптимальными.

В тексте встречается понятие «площадь воды». Принятая терминология – площадь зеркала воды, площадь водной поверхности, площадь акватории (№ 10).

Авторы:

В исследовании представлена предпроектная (прединвестиционная) методика экспресс-оценки и сравнения вероятных сценариев освоения гидроэнергетического потенциала бассейна реки Амур.

Эксперт:

Вряд ли данная работа без водохозяйственных расчётов и построения модели 3Д может служить методикой экспресс-оценки. Количество вероятных сценариев принято без необходимого обоснования (№ 11).

Авторы:

Техническое задание исследования предполагает, что в будущем, помимо эколого-экономической оценки, будут также разработаны методы социально-экономической оценки для бассейнового анализа сценариев развития энергетики.

Эксперт:

Техническим заданием предусмотрен предположительный состав рабочей группы:

- координатор по экологическим вопросам;
- координатор по социально-экономическим вопросам;
- эколог широкого профиля;
- гидролог-геоморфолог;
- ГИС-специалист;

- ихтиолог-гидробиолог;
- проектировщик ГЭС – гидроинженер (гидроэнергетик);
- экономгеограф / экономист;
- транспортник;
- финансист;
- специалист по развитию производительных сил территорий (СОПС);
- социолог-антрополог;
- историк-археолог.

Однако какие специалисты принимали участие в составлении отчёта, неизвестно. Отчёт никем не подписан и не имеет идентификационных признаков.

Методы социально-экономической оценки для бассейнового анализа сценариев развития энергетики нельзя отрывать от эколого-экономической оценки, поскольку одно без другого не может существовать (№ 12).

Российское законодательство строится на комплексном подходе экологического благополучия и на бассейновом принципе.

Что означает словосочетание «бассейновый анализ» (это кругозор, мышление или образ жизни)? В бассейн основной реки входят все притоки. Однако у каждого притока есть свой бассейн, который может влиять только на нижележащую часть бассейна основной реки. Сочетание «бассейновый анализ» следует использовать более конкретно и избирательно (№ 13).

Хозяйственной деятельности, построенной на бассейновом принципе, нет, и вряд ли она возможна. Люди всегда будут отдавать предпочтение экономической выгоде и стратегической безопасности в ущерб экологии, пока не будут законодательно введены нормативы допустимого воздействия (№ 14).

Авторы:

4.6. ПРИМЕР КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ В МАСШТАБАХ БАСЕЙНА И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ГЭС

Принцип работы методики показан на примере бассейна р. Бурья 14.

Площадь Бурейского бассейна составляет 70 394 км², водных экосистем в бассейне – 1515 км², пойменных комплексов на расчетных участках 1461 км². Пойменные комплексы выделены и рассчитаны только вдоль основных русел рек, которые протекают ниже анализируемых створов.

В таблице 4.2 указаны исходные данные потенциальных ГЭС Бурейского бассейна, применяемые при рассмотрении возможного воздействия ГЭС на бассейн.

Эксперт:

Площадь Бурейского бассейна... Это разговорная речь, в документах необходимо использовать принятую терминологию.

В таблице 4.2 площадь акватории водных объектов приведена (SWU и SWO), площадь поймы или пойменных комплексов водных объектов отсутствует (откуда 1461 км²?).

У каждого водного объекта пойма сформирована при определённом % обеспеченности по стоку. Необходимо провести моделирование в формате 3D, чтобы определить площадь поймы (№ 15).

Авторы:

4.6.1. ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА В НИЖНЕМ БЬЕФЕ ГИДРОУЗЛА

На каждый из этих расположенных ниже по течению от Усманской ГЭС участков воздействия водохранилища приведет к изменению пойменного комплекса (IF).

Эксперт:

А почему? Любое строительство водохранилищ – это регулирование водного режима реки. С целью сохранения пойменного комплекса необходимо предусматривать экологические попуски даже в ущерб выработке электроэнергии. Если из-за экологических попусков выработка электроэнергии нерентабельна, то строительство ГЭС недопустимо (№ 16).

Пример:

1. ТЕМАТИЧЕСКОЕ СООБЩЕСТВО ПО ПРОБЛЕМАМ БОЛЬШИХ ПЛОТИН

Врезка 9.4: Организация и стоимость экологических попусков воды – плотина Pollan, Ирландия

«Оценка воздействия на окружающую среду проекта плотины Pollan показала, что в верхнем бьефе реки имеется популяция мигрирующего лосося. Плотина создаст барьер на пути миграций и окажет негативное влияние на рыбное хозяйство. Были спроектированы экологические попуски воды, которые отвечали сезонным потребностям мигрирующих рыб. Для этого потребовались существенные изменения в проекте плотины, которые привели к росту ее стоимости на 30% (от 6 млн долларов до 8 млн долларов США). Эти экологические попуски оказались эффективными для поддержания популяции лосося и рекреационного рыболовства».

2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОПУСК ВОДЫ

№51 // 07 апреля 2005 г.

из Днестровского водохранилища начнется 25 апреля

«Об этом сообщил заместитель председателя Государственного комитета по водному хозяйству Николай Бабич. Во вторник он выступил на заседании Международного межведомственного совета по вопросу режима проведения экологического попуска из Днестровского водохранилища, передает корреспондент ИА «Контекст-Причерноморье».

«Цель экологического попуска – поддержание уровня воды в водохранилище (120 м) и сохранение нормального состояния в низовьях Днестра. Специалист сказал, что попуск будет длиться около месяца (21–28 суток – в зависимости от уровня воды в реке). Стабильный режим планируется поддерживать расходом на уровне 550 куб. м/сек. Прогнозируемый полный объем попуска – около 1 млн. куб. км.

По словам Н. Бабича, за те годы, когда попуски не проводились, плавни в низовьях Днестра начали гибнуть. Попуски осуществляются в течение 14 лет – для сохранения оставшихся плавней.

С 18 марта из Днестровского водохранилища производится санитарный попуск. Его цель – промывка и обводнение плавней.

В нынешнем году синоптики не прогнозируют сильного паводка на Днестре, – сообщила сотрудница Украинского гидрометцентра Виктория Бойко. По словам специалиста, первая волна паводка уже прошла в конце марта. Вторая волна, которая идет сейчас, гораздо меньше предыдущей. В. Бойко пояснила, что это связано с отсутствием осадков и значительно меньшим количеством воды, поступающей за счет таяния снегов.

Представитель гидрометцентра отметила, что в выходные ожидается приход в Украину атмосферного фронта: в западных областях возможны осадки на уровне 5–10 мм. Однако сформировать паводок они не могут, подчеркнула В. Бойко».

3. Приказ МПР РФ от 30 ноября 2007 г. N 314 «Об утверждении Методики расчета водохозяйственных балансов водных объектов»

12. Количество доступных для использования водных ресурсов в границах расчетного водохозяйственного участка определяется как сумма объема стока, поступившего с вышележащего участка рассматриваемого водного объекта, и объема стока, формируемого в пределах расчетного водохозяйственного участка.

Потребности в водных ресурсах для расчетного водохозяйственного участка включают потребности в водных ресурсах всех нижележащих водохозяйственных участков, а также объем экологического попуска.

Экологические попуски должны обеспечивать поддержание необходимых условий для существования и воспроизводства рыбного стада и функционирование сложившихся на данном объекте водных и околосредовых экосистем, способствуя повышению их биологической продуктивности.

Путем регулирования водного режима реки пойменный комплекс предохраняют от негативного воздействия водности в период высокой обеспеченности. Это полезная функция строительства водохранилищ.

Очень часто населенные пункты расположены в поймах рек, которые необходимо защищать инженерными сооружениями (СНиП 2.06.15-85 «Инженерная защита территорий от затопления и подтопления». Актуализированная редакция от 17.06.2011 г.) с целью сохранения пойменного комплекса или переносить населенный пункт на более высокие отметки.

Считаю, что законодательство Российской Федерации в достаточной степени защищает пойменные комплексы от негативного воздействия или утраты, как сказано в данном отчете. Необходимо чтобы данная защита выполнялась на практике при проектировании, строительстве и эксплуатации (Приказ Минприроды России от 13 апреля 2009 г. № 87 «Об утверждении методики исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства»).

2. Оптимизация подхода к оценке эффективности использования гидропотенциала речного бассейна – следует придерживаться следующего порядка:

Зарегистрировать отчет в качестве НИР в соответствии со ст. 20 Закона «Об охране окружающей среды».

Статья 70. Научные исследования в области охраны окружающей среды

1. Научные исследования в области охраны окружающей среды проводятся в целях социального, экономического и экологически сбалансированного развития Российской Федерации, создания научной основы охраны окружающей среды, разработки научно обоснованных мероприятий по улучшению и восстановлению окружающей среды, обеспечению устойчивого функционирования естественных экологических систем, рациональному использованию и воспроизводству природных ресурсов, обеспечению экологической безопасности.

2. Научные исследования в области охраны окружающей среды проводятся в целях:

- разработки концепций, научных прогнозов и планов сохранения и восстановления окружающей среды;

- оценки последствий негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду;

Сделать заявку на расчёт норматива допустимого воздействия на окружающую среду в соответствии со ст. 22 Закона «Об охране окружающей среды».

Отчёт необходимо дополнить следующими работами:

- выполнить водохозяйственный расчёт с учётом экологических попусков с целью определения объёма возможного регулирования водных ресурсов в бассейне Амура;

- разместить намечаемые створы ГЭС с учётом отсутствия дефицита водных ресурсов;

- дополнительно разместить намечаемые створы ГЭС с учётом допустимого дефицита водных ресурсов;

- приведённую в настоящем отчёте экологическую оценку распространить на водные объекты (их участки), которые могут быть зарегулированы, с условием отсутствия и допустимого наличия водных ресурсов;

- выполнить расчёт площади пойм водных объектов, подлежащей экологическому нормированию (пример определения границы поймы на участке Енисея от Саяно-Шушенской ГЭС до Красноярской ГЭС с использованием космической съёмки прилагается).

Необходимо информацию, понятия и терминологию привести в соответствие с действующими правовыми и нормативными документами.

Выполнить сопоставление законодательств стран, расположенных в бассейне Амура, регламентирующего задачи энергетического строительства и охраны окружающей среды с целью обеспечения экологического благополучия в бассейне при допустимом антропогенном воздействии.

Из ТЗ – Оценка комплексного воздействия существующих и перспективных ГЭС должна быть проведена в соответствии с требованиями действующего законодательства РФ, законодательства субъектов РФ, а также с учетом положений ратифицированных РФ международных конвенций и соглашений. Кроме существующих законов РФ, стороны готовы руководствоваться международными договорами РФ, а практики или методики, существующие вне этих рамок, могут использоваться по согласованию сторон.

Выбор факторов воздействия и критериев оценки их интенсивности согласуется с мировой и отечественной практикой.

Чернятин Михаил Сергеевич,
канд. техн. наук., Председатель Красноярского отделения
Международной академии экологии и природопользования, зам. директора по науке
ОАО «Сибирский НИИ гидротехники и мелиорации».

РЕЦЕНЗИЯ В. В. ГОРОБЕЙКО

Данная работа представляет огромный интерес, в первую очередь, благодаря огромному массиву современных данных по состоянию и освоению гидроресурсов Амурского бассейна. Сводные сведения по развитию гидроэнергетики и зарегулированию стока Амура впервые опубликованы в доступной и понятной для неспециалиста форме, что, несомненно, крайне важно для их использования управленцами различного уровня, наделенными правом принимать экономически и экологически значимые решения. Особенную ценность представляют аналитические материалы, наглядно иллюстрирующие степень развития плотин, объемы зарегулирования стока и развитие сети природоохранных территорий в сопредельных государствах.

На фоне большого количества эмоциональных статей противников и сторонников строительства ГЭС на Амуре, содержащих, как правило, довольно умозрительные аргументы, приятной новеллой данного исследования явилось использование математического аппарата для оценки степени воздействия существующих и проектируемых плотин на экосистему Амурского бассейна. Конечно, само по себе использование статистического анализа при моделировании сложных систем не является гарантией объективности полученных результатов. Более того, неизбежное упрощение системы, субъективный подход при выборе значимых элементов и усреднение не используемых в анализе факторов часто превращают подобного рода работы в наукообразный способ обосновать точку зрения автора. Но в данном случае полученные в результате математического анализа прогнозные оценки довольно реалистично и комплексно отражают весь спектр экологических последствий от ввода в эксплуатацию проектируемых гидросооружений.

Особую актуальность данная работа приобретает в рамках идущей в настоящее время доработки проекта «Схемы комплексного использования и охраны водных объектов р. Амур» (СКИ-ОВО), которой явно недостает объективности из-за отсутствия оценки перспективного влияния на проект со стороны Китайской Народной Республики.

Хочется надеяться, что результаты данного исследования будут учтены как региональными администрациями, так и федеральным центром при планировании комплексных схем развития региона. Особенно важно, чтобы результаты исследования были позитивно восприняты Федеральным агентством водных ресурсов и ОАО «РусГидро». А авторам хочу пожелать продолжения исследований и расширения их за счет учета экономических и социальных последствий развития гидроэнергетики в бассейне Амура.

В. В. Горобейко

Заместитель руководителя Управления Росприроднадзора по Еврейской АО

РЕЦЕНЗИЯ Н. А. ХАРЧЕНКО

В представленном отчете «Комплексная эколого-экономическая оценка развития гидроэнергетики Амурского бассейна (экологическая часть)» достаточно подробно представлены характеристика Амурского бассейна, особенности использования его водных ресурсов, включая материалы не только российской его части, но и характеристику водных ресурсов Китая и Монголии, что предполагает сформировать базу исходных данных по бассейну для дальнейших исследований и проведения сценарных оценок воздействия ГЭС на экосистему Амурского бассейна.

Также в отчете представлена информация о современном состоянии ГЭС и других гидротехнических сооружений, а также о планах строительства ГЭС на территории Амурского бассейна.

При этом следует отметить наличие картографического материала, что позволяет более наглядно представлять картину в целом по бассейну.

Особо следует подчеркнуть важность предложения о делении анализируемого Амурского бассейна на расчетные участки (отрезки долин рек и суббассейны), границами которых могут служить истоки и места слияния крупных притоков, а также существующие и потенциальные створы ГЭС. Каждый участок со своим природным комплексом должен являться ключевым элементом многофакторного анализа.

Вместе с тем необходимо отметить сложность изложения ряда позиций данной работы, в первую очередь это касается методик общеконечной оценки воздействий ГЭС, вычисления воздействия (интегральное, удельное) гидроузлов и их наборов в сценарии в пределах бассейна (применение тех или иных показателей, алгоритмов и т.п.).

В заключение можно сделать вывод, что данная работа может стать одним из аргументов о перспективах создания ГЭС на реках Амурского бассейна.

Н. А. Харченко

*Заместитель министра природных ресурсов
и промышленной политики Забайкальского края*

РЕЦЕНЗИЯ И. П. ГЛАЗЫРИНОЙ

Работа посвящена чрезвычайно актуальной проблеме оценки экологических последствий осуществления гидротехнического строительства для ввозных объектов бассейна р. Амур. Методики, применяемые в настоящее время в России на основе официальных документов, ориентированы преимущественно на получение оценок воздействия отдельных объектов и не позволяют достаточно эффективно проанализировать комплексное воздействие гидростроительства на экосистему бассейна в целом, особенно когда речь идет о нескольких проектах. Они также не предлагают инструментария для сравнения различных сценариев строительства гидроузлов в пределах крупного водного бассейна. Поэтому разработка методик, позволяющих получать экспертные оценки последствий развития гидроэнергетики до принятия каких-либо решений по отдельным проектам ГЭС, является в высшей степени важной и своевременной задачей. Для территории бассейна р. Амур такой анализ осложнен трансграничным ее расположением на территории трех стран (РФ, КНР и Монголии), каждая из которых самостоятельно осуществляет планирование использования своего гидропотенциала и реализует подходы к оценке воздействия ГЭС на природные экосистемы в соответствии с собственными задачами и интересами.

В первой главе отчета приведен краткий, но достаточно полный обзор существующих подходов к стратегической оценке долгосрочных последствий строительства ГЭС для бассейновых экосистем. Ряд из них стал методологическим базисом представленной работы. В частности, авторы сделали фокусом своего исследования разработку вопросов системного влияния всей совокупности гидротехнических сооружений на бассейново-речную геосистему.

В отчете приведены комплексная характеристика Амурского бассейна и особенности использования его водных ресурсов. Существенной частью этой главы является социально-экономическая характеристика водопользования для этой территории. Один из важнейших аспектов «диагноза» — то, что в силу возрастающего и плохо контролируемого антропогенного воздействия «Амур перестает функционировать как саморегулирующаяся эколого-ресурсная система» (с. 15). Все дальнейшие планы должны учитывать эту относительно новую реальность при оценке долгосрочных последствий и формировании прогнозов. В отчете приведены современные данные о водопотреблении китайской стороны — это та информация, без которой любые прогнозы последствий будут необщительными. Проведен также тщательный анализ проблемы конкуренции сопредельных стран и регионов за водные ресурсы, которая особенно актуальна для Верхнего Амура и, несомненно, будет важным фактором, определяющим последствия развития гидроэнергетики. Рассмотрены вопросы, связанные с судоходством на реках бассейна.

В разделе, посвященном экологическим особенностям и глобальной ценности пресноводных экосистем Амурского бассейна, несмотря на его краткость, представлены данные научных исследований, выполненных в последние несколько лет, и, таким образом, эта часть отчета дает нам актуальную и надежную информацию о современном состоянии экосистем.

В Главе 3 приведены детальные данные об уже существующих в бассейне Амура гидроэлектростанциях и водохранилищах. Эта трудоемкая часть работы абсолютно необходима для дальнейших оценок, с одной стороны, и, с другой, представляет самостоятельный интерес в контексте имеющегося опыта, как положительного, так и негативного. Приведена карта, на которой отражены изменения водного режима в результате зарегулирования стока крупных притоков Амура — Зеи, Буреи, — Сунгари вследствие сооружения гидротехнических объектов. На основе анализа различных источников, в том числе научной литературы, сделан вывод о деградации пойменного комплекса бассейна Амура под влиянием гидроузлов на Зее и Бурее. В совокупности с аналогичными изменениями поймы Амура ниже устья р. Сунгари это привело к значительной антропогенной трансформации экосистем Нижнего Амура.

Обширный раздел — с историей различных инициатив — посвящен планируемым гидроэлектростанциям в бассейне Амура. Представлена подробная карта, на которой отражены планируемые ГЭС не только на российской части территории Амурского бассейна, но также в Китае и Монголии. Для комплексной оценки последствий различных сценариев освоения потенциала ресурсов бассейна для строительства гидроэнергетических объектов авторы предлагают специально разработанный инструментарий.

Авторы разработали и применили систему сценарных оценок при помощи информационно-картографической модели, которая базируется на аналитических возможностях ГИС-технологий. ГИС-технологии являются не только мощным средством моделирования, обеспечивающим как атрибутивные, так и пространственные запросы к объектам и позволяющим проводить географический анализ, направленный на определение пространственных взаимоотношений объектов, но и сам процесс организации работы с информацией, в том числе ее преобразование и получение качественно новой.

Авторами выбраны и описаны основные факторы экологических воздействий ГЭС, сформирована база исходных данных, разработана ГИС, которая позволяет осуществить сценарные оценки в целом для бассейна реки. Кроме того, на основе обширной и надежной, хотя и достаточно разнородной научной информации разработаны вспомогательные методики учета компонентов природного капитала. При этом, кроме традиционно учитываемого природно-ресурсного блока, принималось во внимание естественное разнообразие экосистем и ихтиоценозов бассейна. С использованием разработанного инструментария произведено ранжирование сценариев освоения гидропотенциала с точки зрения их воздействия на окружающую среду. Несколько типичных сценариев проанализированы особенно детально.

В целом в отчете, кроме результатов, представлен комплекс методических разработок для выполнения геоэкологических сценарных оценок развития гидроэнергетики в бассейне крупной реки.

В разделе, посвященном факторам воздействия ГЭС на окружающую среду, отражены современные научные представления о ценности природных благ не только как источника необходимых для человека природных ресурсов, но и как материального фундамента для выполнения экологических функций, то есть о так называемых «экологических услугах» (ecosystem services), которые в последние два десятилетия являются предметом самого пристального внимания научного сообщества. Приведенное в отчете описание алгоритма оценки воздействия показывает, что эти подходы реализованы и в «теле» самой методики оценки.

Методологически инструментарий оценки опирается на три основополагающих принципа, относительно которых в мировом научном сообществе в целом достигнут устойчивый консенсус:

принцип целостности экосистем (principle of ecosystem integrity), реализуемый в данном случае в рамках бассейнового подхода, который является базисным для большинства научных исследований в России и за рубежом. Это подтверждает огромный пласт научной литературы, в том числе цитируемой в отчете;

принцип предосторожности (precautionary principle), который предписывает в условиях высокой степени неопределенности последствий, сложности прогнозов взаимодействия и взаимовлияния различных факторов выбирать наиболее щадящие по отношению к природным системам хозяйственные альтернативы, в данном случае — в наименьшей степени способствующие трансформации природных систем и нарушению их целостности;

принцип согласования экологических и экономических интересов общества, который реализован в практиках многих развитых стран как выбор альтернативы, оказывающей наименьшее негативное антропогенное воздействие в расчете на единицу экономического результата. Этот подход успешно используется, например, в европейских системах NAMEA и SEEA.

Расчеты, количественно характеризующие изменения, в частности, изменение экосистем в нижнем бьефе гидроузла, трансформация водных экосистем в верхнем бьефе, фрагментация бассейна, блокирование бассейна, обеспечиваются как авторскими формулами, так и заимствованными из научной литературы. Их использование достаточно убедительно обосновано в тексте отчета. Использование показателя удельного воздействия как характеристики эколого-экономической эффективности для различных сценариев, является, по мнению рецензента, очень существенным достоинством авторской методики

В тексте отчета детально описывается процесс формирования базы исходной информации для анализа Амурского бассейна, включающий широкое использование космоснимков,

а также программное обеспечение моделирования, расчетов и непосредственного проведения экологических оценок с использованием ГИС-технологий. Ключевые параметры в расчетных створах, такие, как площадь проектируемого и существующего водохранилища, площадь водосборных бассейнов, площадь всех водных объектов в водосборном бассейне (в фазу межени); длины водотоков; площадь пойменно-руслового комплекса на расчетном участке реки, были получены с использованием ГИС-технологий и сформированной информационной базы. Это позволяет говорить о высокой степени достоверности и надежности авторских результатов. Разработанный алгоритм комплексной оценки воздействия гидроэнергетики в масштабах бассейна и экологической эффективности производства электроэнергии на ГЭС продемонстрирован на примере бассейна р. Бурея.

В главе 5 приведены результаты первичного ранжирования потенциальных створов ГЭС в Амурском бассейне. Представлены 2 варианта расчетов. В первом варианте отображено воздействие существующих и потенциальных ГЭС Амурского бассейна по трем показателям: (1) изменение гидрологического режима в нижнем бьефе гидроузла; (2) трансформация водных экосистем в верхнем бьефе гидроузла; (3) блокирование бассейна.

Приведены карты и таблицы, которые позволяют выделить ГЭС с высокими значениями интегрального и удельного воздействия по этим трем показателям, дан их полный перечень.

Во втором варианте расчетов определено воздействие существующих и потенциальных ГЭС Амурского бассейна по пяти показателям: (1) изменение гидрологического режима в нижнем бьефе гидроузла; (2) трансформация водных экосистем в верхнем бьефе гидроузла; (3) блокирование бассейна; (4) фрагментация бассейна; (5) нарушение естественного стока наносов. Так же как в первом варианте, выделены ГЭС с наибольшими значениями интегрального и удельного воздействия.

Это позволило выявить наиболее экологически опасные и наименее эффективные с эколого-экономической точки зрения проекты ГЭС. Одновременно были выделены наиболее эффективные в эколого-экономическом отношении ГЭС, к которым были отнесены ГЭС с наименьшим значением удельного показателя – ниже удельного показателя действующей Бурейской ГЭС. Выполнено также ранжирование по отдельным показателям. Проведен сценарный анализ в Амурском бассейне, учитывающий функционирование существующих 18 крупных и средних плотин.

Представленные в отчете результаты, несомненно, дают ценную информацию для процедур принятия решений при выборе альтернатив строительства ГЭС. Считаю, что они могут быть использованы для проведения комплексной оценки проектов, а также для решения задач оптимального размещения гидроузлов в бассейне р. Амур.

Глазырина И. П. д.э.н., проф.

Зав. лабораторией эколого-экономических исследований ИПРЭК СО РАН

ПРИЛОЖЕНИЕ III: Комментарии к исследованию

КОММЕНТАРИЙ ЭКСПЕРТОВ EN+ (ЕВРОСИБЭНЕРГО) К ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Совместное исследование по оценке воздействия гидроэлектростанций предполагало рассмотрение как экологических, так и социально-экономических аспектов.

Техническое задание включало следующие основные экологические факторы, которые должны были быть рассмотрены при проведении исследования:

1. Изменение гидрологического режима поймы в нижнем бьефе плотины;
2. Трансформация водных экосистем выше плотины;
3. Первичная фрагментация речного бассейна;
4. Вторичная фрагментация бассейна;
5. Изменение естественного стока наносов;
6. Учет ценных природных объектов/территорий, подверженных воздействию ГЭС (федеральные и региональные ООПТ, КОТР, ключевые местообитания видов, подлежащих международной охране, памятников природы и т.п.).

В процессе работы над исследованием перечень экологических факторов сформировался в следующем виде:

1. Изменение гидрологического режима в нижнем бьефе гидроузла вплоть до устья реки;
2. Трансформация водных экосистем в верхнем бьефе гидроузла (формирование водохранилища);
3. Блокирование бассейна, в том числе пресечение путей миграции биологических видов
4. Фрагментация бассейна – степень расчленения бассейна на отдельные участки плотинами, выраженная как процент утраченных путей передвижения по речной сети;
5. Изменение естественного стока наносов.

Таким образом, из рассмотрения исключен следующий фактор:

Учет ценных природных объектов/территорий, подверженных воздействию ГЭС (федеральные и региональные ООПТ, КОТР, ключевые местообитания видов, подлежащих международной охране, памятников природы и т.п.).

Указывается, что использование данного фактора может являться способом дальнейшего усовершенствования методики. Это позволит принять в расчет неравную природоохранную ценность различных территорий, однако может быть связано с привнесением субъективности в анализ.

В качестве исходных данных для оценки экологических факторов послужили данные цифровой модели рельефа (ЦМР), сведения по стоку в расчетных створах собраны авторами из гидрологических справочников и экстраполированы на створы с недостаточными данными, топографической основой работы явилась векторная карта масштаба.

В качестве главного источника картографической информации в работе использовались космические снимки спутников, база данных топографической радарной съемки, векторные топографические карты.

С использованием ГИС-технологий и вышеуказанных источников информации были получены следующие параметры в расчетных створах: площадь зеркала проектируемого и существующего водохранилища; площадь водосборных бассейнов, площадь всех водных объектов в водосборном бассейне (в период, когда реки в основных берегах); длины водотоков; площадь пойменно-руслового комплекса на расчетном участке реки.

В ходе работы авторами использовано программное обеспечение различного назначения: «Ergdas» (для обработки спутниковых данных), «ArcGIS 10.1 и ArcInfo 10.0» (для обработки геоданных, для составления карт, схем и пр.), «Microsoft Excel» (для проведения результирующих и статистических расчетов данных).

Авторы отмечают, что в настоящее время ГИС-технологии активно используются в гидрологических исследованиях и природоохранных проектах, что применение ГИС-технологий успешно было применено при определении характеристик водных объектов бассейна Камских водохранилищ.

Однако авторы констатируют, что применение вышеуказанных методов исследования к существующим водным объектам в бассейне реки Амур не позволило обеспечить сходимость результатов с техническими параметрами существующих гидроузлов, например, Зейской ГЭС.

Возможно, при анализе объектов в бассейне реки Амур была недостаточно учтена специфика, связанная с тем, что Камские водохранилища относятся к равнинному типу, а водохранилища в бассейне реки Амур – к каньонному типу (№ 1).

Кроме того сравнение показателей рассматриваемых гидроузлов, полученных с использованием ГИС-технологий и вышеуказанных источников информации, с проектными и предпроектными проработками проектных институтов, а также полученных с использованием ГИС-технологий другими специалистами и организациями, показало несоответствие рассматриваемых показателей из различных источников.

Учитывая сказанное, исходные данные, полученные с применением вышеописанных технологий, потенциально могут содержать искажения (№ 2).

Кроме того, для одновременного учета всех рассматриваемых факторов авторы применяют интегральный показатель для факторов воздействия. Для определения интегрального показателя используется математическая функция среднего геометрического значения:

$$INT_5 = \sqrt[5]{IMP_{flood} * IMP_{res} * IMP_{block} * IMP_{frgm} * IMP_{sed}}$$

Авторы отмечают, что для выполнения результирующих и статистических расчетов используется «Microsoft Excel», при этом предоставленная для анализа модель «Microsoft Excel» не содержит формул, и все показатели вставлены как числовые значения, что затрудняет проверку корректности расчетов.

Однако при проведении проверочных расчетов по вычислению интегральных показателей с помощью встроенной функции «Microsoft Excel» для определения среднего геометрического с использованием вычисленных авторами показателей рассматриваемых факторов расчетные значения интегральных показателей отличаются от вычисленных авторами интегральных показателей.

С учетом того, что отсутствуют формулы для расчета показателей самих рассматриваемых факторов, и того, что обнаружены неточности при определении интегральных показателей, также возможны искажения при расчете показателей рассматриваемых факторов (№ 3).

Также по нескольким гидроузлам (например, Гилюйский, Нижне-Ниманский, Усть-Ниманский) расчетные значения по некоторым факторам равны нулю, соответственно, значение сред-

него геометрического значения по таким гидроузлам также должно быть равно нулю. При этом по таким гидроузлам у авторов интегральный показатель больше нуля.

Принимая во внимание указанные искажения в исходных данных, а также возможные неточности в математических расчетах, полученные результаты, а также ранжирование полученных результатов и выводы, сделанные на основе таких результатов, могут быть не вполне обоснованы (№ 4).

Д. А. Меньшиков, Г. С. Королев
ОАО «ЕвроСибЭнерго», г. Москва

Л. Е. Халяпин
Руководитель проектов Красноярского представительства
ОАО «ЕвроСибЭнерго», г. Красноярск

КОММЕНТАРИЙ ЭКСПЕРТОВ WWF К СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Комплексное исследование по оценке возможного развития гидропотенциала бассейна реки Амур предполагало рассмотрение экологических и социально-экономических факторов для стратегической экспресс-оценки, охватывающей весь бассейн и рассматривающей различные сценарии развития гидроэнергетики.

Согласно техническому заданию, исследования, факторы, рассматриваемые в социально-экономической части исследования, должны соответствовать следующим критериям:

- могут быть оценены по объективным (доступным для проверки) методикам для всех возможных сценариев размещения ГЭС в Амурском бассейне;
- обеспечены достаточными количественными данными для возможности сравнения сценарных вариантов за время проведения исследования;
- актуальны при рассмотрении сценариев расположения ГЭС в пределах Амурского бассейна: носят нелокальный характер, указывают на новые существенные и ранее неучтенные различия между бассейновыми сценариями и не имеют однозначной корреляции с уже учтенными факторами.

Изначальный список предложенных к оценке социально-экономических факторов представлен в техническом задании. В процессе работы над исследованием список менялся и в итоге трансформировался до следующего:

1. Экономическая эффективность проекта;
2. Макроэкономическая и бюджетная эффективность;
3. Среднегодулетний предотвращенный ущерб от подтоплений и наводнений за счет строительства гидротехнического сооружения (ГТС);
4. Изменение занятости;
5. Количество переселяемых людей;
6. Изменение условий функционирования водного транспорта и изменение грузооборота водного транспорта;
7. Учет памятников культурного наследия / археологии;
8. Учет изменений в рыбном хозяйстве;
9. Затопление и подтопление экономических объектов.

По договоренности сторон из-за несогласования методических подходов и сложности оценки из исследования были исключены:

- Среднегодулетний предотвращенный ущерб от подтоплений и наводнений за счет строительства гидротехнического сооружения (ГТС);
- Изменение условий функционирования и изменение грузооборота водного транспорта.

Для оценки ряда факторов нашей стороной были внесены предложения, ряд которых был учтен при итоговом согласовании методических подходов к социально-экономической оценке.

В ходе длительного рабочего процесса сторонами были согласованы методические подходы для оценки следующих социально-экономических факторов:

- Оценка количества переселяемых людей;
- Изменение численности и структуры занятости;
- Памятники культурного наследия / археологии;
- Затопление и подтопление территорий (№ 1).

Ряд рекомендаций по оценке факторов был учтен частично. Так, согласно нашим предложениям стоимость строительства в модели была разделена на четыре составляющие:

- затраты на блок (турбины и генераторы),
- затраты на плотину,
- затраты на водохранилище,
- затраты на выдачу мощности (ЛЭП).

Для нескольких факторов не удалось прийти к окончательно согласованному подходу по их оценке.

Представленная модель показывает, что при расчетах стоимости строительства возможны искажения. Показатели, зависящие от стоимости строительства ГЭС, предположительно содержат системные ошибки, выявляемые при сравнении различных ГЭС.

Затраты на блок (на оборудование) в расчете на 1 МВт различаются между ГЭС сходной мощности более чем вдвое (пример: Дагмарская, Нижне-Зейская, Нижне-Бурейская, Гилюйская ГЭС) (№ 2).

Согласно предлагаемой модели, расходы на строительство плотин составляют 28,887% от стоимости затрат на блок для каждой ГЭС. При этом есть одно исключение – стоимость плотин Нижне-Зейской ГЭС составляет более 40%. Такая пропорция – неверное допущение: во-первых, стоимость создания плотины превышает стоимость оборудования и занимает более 40% в смете крупных ГЭС (например, стоимость создания плотины ГЭС Шурен мощностью 250 МВт, планируемой на Селенге, составляет 60% всей сметы, плотины Транссибирской ГЭС на Шилке – 43% от сметы без судоподъемника). Во-вторых, очевидно, что затраты на плотину коррелируют, скорее, с ее высотой и условиями створа на реке, но не с количеством размещенного на ней оборудования. В результате в данных оценки стоимость Нововоскресеновской ГЭС на основном русле Амура почти вдвое меньше стоимости создания Верхне-Ниманской или Гилюйской ГЭС на его притоках (№ 3).

Также заметно, что стоимость уже созданных Бурейской и Зейской ГЭС существенно превышает стоимость любого другого проекта. Это означает, что сметные величины проектов могут быть занижены. В частности, сметная стоимость Транссибирской ГЭС в 2012 году составила 59 млрд рублей (с учетом стоимости судоподъемника), а в 2014 (после умножения на 1,2 составила 61,6 вместо 66,7 млрд.)? Также вызывает вопрос, почему стоимость плотины Транссибирской ГЭС составляет 5,5 млрд, ее контррегулятора – Утесной ГЭС – 2,3 млрд, а их комплекса – 10,9 млрд. (№ 4).

Согласно нашему предложению, факторы «Макроэкономическая эффективность» и «Бюджетная эффективность» были объединены с введением индексов. Сравнение бюджетной эффективности Транссибирской ГЭС и Транссибирской ГЭС вместе с контррегулятором (Утесной ГЭС) указывает на искажение пропорций расчетов. Мы также рекомендовали отнести результирующий показатель к размерам или выработке ГЭС, так как в ином случае он прямо пропорционален количеству затраченных на ГЭС денег, то есть никак не может показывать эффективность вложений (№ 5).

Мы предложили уточнить фактор «Изменение занятости», не учитывая в нем временных строителей, либо присвоив этой категории весовой коэффициент, отличающий их трудоустройство от постоянных рабочих мест, образующихся в результате строительства и эксплуатации

плотины. Также при дальнейшей оптимизации показателя рекомендуется учитывать людей, лишившихся мест работы в результате строительства плотины (преимущественно местное население, вытесняемое изменением среды обитания и приходом внешней рабочей силы) (№ 6).

Фактор «Количество переселяемых людей» позволяет адекватно оценить переселение из зоны затопления российских гидроузлов. В случае их трансграничности (к примеру, гидроузлы, расположенные на основном русле) показатель в дальнейшем должен быть уточнен данными с китайской стороны.

В соответствии с методикой учет изменений в рыбном хозяйстве предлагается на основе оценки рыбопродуктивности водохранилищ рассматриваемых гидроузлов. Мы не можем согласиться с подобным подходом для данного исследования. В частности, методика по прогнозированию биологической продуктивности В. В. Бульона (Зоологический институт РАН) и С. Е. Сиротского (ИВЭП ДВО РАН) не учитывает снижение рыбопродуктивности и изменение видового состава рыб на естественных реках выше и ниже по течению от водохранилища. Таким образом, фактор изменения рыбного хозяйства в результате развития гидроэнергетики не рассматривается в масштабе общеконтинентальной оценки. Помимо этого, мы считаем, что рыбопродуктивность не равнозначна вовлечению ресурса в рациональное природопользование. Например, на Нижнем Амуре высока рыбопродуктивность участка, но его практически не ловят (по сравнению с имеющимися рыбными запасами), так как регион удален от рынков сбыта и характеризуется малой населенностью. Аналогичный результат наблюдается на удаленных водохранилищах: в частности, в результате строительства Зейского водохранилища рыбы стало резко меньше в Зее в районе г. Благовещенск, при этом ее стало больше в районе п. Бомнак, расположенном выше по течению от Зейского водохранилища (№ 7).

Результаты оценки затопления земель лесного фонда и сельскохозяйственных угодий представлены в исследовании весьма наглядно. Методика учета затопления месторождений полезных ископаемых и памятников культурного наследия / археологии требует дальнейших уточнений: на наш взгляд, полученные в ходе применения предложенного способа оценки результаты не вполне репрезентативны (№ 8).

При представлении итоговых результатов ранжирования створов желательнее уточнить, как получен интегральный показатель и почему его применение корректно (№ 9).

По нашему мнению, на текущий момент в оценке представлен недостаточно разносторонний набор факторов, и многие из них сильно взаимосвязаны. В результате многие факторы единообразно характеризуют рассматриваемые в исследовании ГЭС, что приводит к малым различиям при сравнении получаемых интегральных показателей. Так, 20 из 26 ГЭС оценены в узком интервале значений от 25 до 35, что вызывает трудности их дифференциации (№ 10).

В начале работ по исследованию рассматривалась возможность дальнейшего объединения экологической и социально-экономической оценок в единую методику. Однако в результате оказалось, что ввиду разнородности методик интеграция экологической и социально-экономической оценок в настоящее время не может быть выполнена. Также интерпретация результатов социально-экономической оценки с нашей стороны затруднена тем, что для большинства выбранных створов были использованы иные базовые характеристики рассматриваемых ГЭС, чем заложенные ранее в экологическую оценку (№ 11).

Е. А. Симонов,
координатор международной коалиции «Реки без границ»

И. Э. Шкрадюк,
начальник отдела социологического мониторинга МКУ г. Ярославля
«Институт развития стратегических инициатив»

П. Е. Осипов,
старший координатор программ по Амуру WWF России

ПРИЛОЖЕНИЕ IV: Анализ полученных к отчету комментариев с пояснительными ответами

№ рецензии	Комментарий рецензентов	Ответ экспертов WWF России
№ замечания		
1	Т. С. Иванов (ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева, г. Санкт-Петербург)	
1	<i>В настоящей работе все факторы применяются исходя из предположения о равном их влиянии на результирующую оценку. Согласно опыту исследователей, на работы которых ссылаются авторы, желательно обеспечить возможность учета факторов с весовыми коэффициентами, что позволит учесть влияние фактора на результирующую оценку.</i>	Автор прав – разные факторы могут иметь разное значение, особенно при сравнении разных бассейнов. Но пока коэффициенты не востребованы. При применении среднегеометрического исчисления интегральной оценки умножение на коэффициент не имеет ясного математического смысла. По мере развития методики, накопления опыта ее применения, особенно при оценке воздействия на суббассейны, коэффициенты могут понадобиться.
2	<i>Например, в работе предложен вариант учета твердого стока (наносы). Не ясно, на основе каких данных о твердом стоке исследуемых рек проведено сопоставление створов по этому фактору. Вопросы отложения наносов существенным образом зависят от сезона, от режима работы гидроузла. Кроме того, с учетом того, насколько укрупненно проведена оценка по остальным факторам, применение учета твердого стока представляется нецелесообразным отдельно от других факторов, связанных с количественной оценкой изменений. Либо его влияние должно быть существенно меньше влияния остальных факторов.</i>	1) Сток наносов в примененной версии методики учитывается только на основе данных о стоке воды через крупные плотины. Улучшение этой модели потребует детальной классификации всех участков рассматриваемого бассейна, что выходит за пределы экспресс-оценки. 2) Уже ряд специалистов указал на то, что именно этот показатель наименее значителен и менее обоснован, чем остальные. Судя по сравнению оценки по 3 и 5-му факторам, он в наименьшей мере влияет на результат. Тем не менее он имеет конкретный физический смысл – это доля водных масс, «очищенная от наносов» вышележащими плотинами, т.е. степень нарушенности общего баланса наносов. 3) Мы специально демонстрируем и обсуждаем результаты оценок по 3 и 5-му факторам, чтобы в случае сомнений в этом показателе и показателе фрагментации можно было использовать базовый вариант оценки по 3 факторам.

3	<i>В отличие от других работ последних лет, связанных с анализом возможностей по автоматизированной оценке доступного к освоению потенциала, в настоящей работе меньше внимания уделяется учету особенностей формирования стока. Большинство исследователей при выполнении анализа опираются на значения модуля стока в рассматриваемом водосборном бассейне либо учитывают данные об осадках на исследуемой территории. Очевидно, вопросы учета фактора блокирования речного бассейна без учета данных об условиях формирования стока лишь частично определяют воздействие заблокированного подбассейна на весь бассейн.</i>	Видимо, речь идет о дополнительных последствиях блокирования бассейна для водного режима, в настоящий момент не учтенных. В нашей трактовке мы учитываем нарушения в транспорте биологических организмов и питательных веществ – явлений, опосредованно связанных с модулем стока.
2	М. Г. Гречушникова (МГУ им. М. В. Ломоносова, Географический ф-т, кафедра гидрологии суши, г. Москва)	
1	<i>В первую очередь хотелось бы отметить некоторую относительность такого фактора как блокирование бассейна, поскольку данная проблема может быть частично решена инженерными методами при включении в состав гидроузла рыбопропускных сооружений, что уменьшит степень отрицательного воздействия данного фактора. Второе замечание касается дополнительного фактора фрагментации речного бассейна, который тесно перекликается с предыдущим. Не вполне отчетливо описана методика его определения, ведь крупный естественный водоток (широкая равнинная река, бурная горная) сам по себе может являться затруднением при расселении наземных видов.</i>	Мы пока не стали классифицировать плотины по потенциальной возможности установки рыбопропускных сооружений, хотя алгоритм был предложен В. Ф. Ладыгиным (ОАО «Совинтервод»). Причины следующие: эффективность таковых сооружений в мире крайне низка и плохо отслеживается эксплуатирующими организациями; в России за прошедшие 100 лет построено 1 или 2 таких сооружения, т.е. нет опыта эффективной эксплуатации. ОВОС должна учитывать и сравнивать худшие возможные воздействия – так реализуется принцип презумпции экологической опасности, заложенный в законодательство. В факторах блокирования/фрагментации мы рассматриваем только миграционные движения вдоль речных долин, а не затраты усилий по пересечению рек мигрирующими животными, о которых говорит автор.
2	<i>В формулу расчета входят такие показатели как полезный объем водохранилища, площади экосистем пойменно-руслового комплекса и величина стока 50%-й обеспеченности. Представляется, что для оценки изменения режима затопления поймы важно учитывать вовсе не среднегодовой сток, а величину стока в многоводную фазу, поскольку именно эта составляющая стока перераспределяется во времени при регулировании стока и именно эта составляющая определяет режим пойменно-руслового комплекса (затопление поймы и продолжительность этого периода, отложение наносов и т.д.). Реки с одинаковой величиной среднегодового стока могут иметь весьма различное его внутригодовое распределение и амплитуду колебаний уровня воды.</i>	У нас были данные только по среднесезонному стоку. Если предусматривать расширение базы данных, то важно учитывать, что для здоровья речной экосистемы важны не только фазы половодья-паводков, но и межени (т.е. соблюдение экологического стока, приближенного к естественному водному режиму).

3	<p>Трансформация водных экосистем в верхнем бьефе (второй фактор) зависит не только от площади создаваемого водохранилища, но и от его проточности, которую характеризует коэффициент водообмена. В случае каньонного рельефа увеличение площади водотока может быть несущественным, но при высоконапорной плотине водообмен может сильно замедлиться, а при сезонном регулировании в верховьях сохраняются «речные условия». Необходимо ввести в расчет этот показатель, материалы для его расчета в базе данных уже есть.</p>	<p>Мы учтем это замечание при дальнейшей доработке методики. В данной версии учет затруднен, ибо для характеристики изменений мы оперируем легко измеряемой площадью объектов, тогда как рецензент предлагает также учесть их объем, что затруднит сравнение с состоянием замещаемых водохранилищем экосистем. Мы учитываем объем, рассматривая воздействие водохранилища на режим стока, то есть косвенно учитываем и коэффициент водообмена.</p>
4	<p>Наибольшее число вопросов вызывает выбранный способ оценки изменения стока наносов. Очевидно, что влекомые наносы формируют донные отложения в верхнем районе водохранилища, однако стоковое течение, абразия берегов и рост фитопланктона не дают оснований обнулять сток взвешенных частиц в воде, проходящей через гидроузел. Мутность воды – крайне неконсервативная характеристика. Осветленный поток будет восполнять недостающие наносы путем эрозии, а при впадении притоков достаточной водности с ненарушенным стоком наносов водная масса водохранилища трансформируется в зональную речную водную массу. Поэтому учет объема сброса осветленной воды Усманской ГЭС в Нижне-Бурейском створе в примере представляется неверным из-за процессов эрозии, которые восполнят наносы, перешедшие в донные отложения водоема. Наносоудерживающую способность водохранилищ можно оценивать по методике, предложенной К. К. Эдельштейном (Гидрология материков. М.: Издательский центр «Академия», 2005. 304 с.). Коэффициент удержания речных наносов зависит от коэффициента водообмена и длины водоема, которые легко определить по имеющейся базе данных. Длину участка реки с измененными естественными характеристиками стока можно оценить по методике, предложенной там же: в створе с удвоенным расходом сброса (по мере впадения притоков с естественным стоком) происходит превращение водохранилищной водной массы в трансформированную речную. Предложенная им методика с использованием данных атласа Мирового водного баланса, карты шести зон гидрохимических фаций речных вод и карты интенсивности современной эрозии суши земного шара позволяет выполнить достаточно подробную оценку изменений стока воды, наносов и растворенных веществ, однако автоматизировать ее для экспресс-оценки существенно сложнее, поскольку она требует большего объема данных для расчета. Данную методику можно использовать для углубленного анализа сценариев, выбранных по экспресс-методике.</p>	<p>Исследования К. К. Эдельштейна будут учтены для углубленного анализа сценариев, выбранных по экспресс-методике. Пока же не учитываем то, как «осветленный» поток (после задержания наносов плотинной) будет восполнять недостающие наносы с учетом эрозии в нижнем бьефе. Мы просто постулируем, что такое поведение потока является отклонением от его естественного поведения без водохранилища, а соответственно – следствием нарушения стока наносов, который тем больше, чем больше водохранилищ осветляют сток выше по течению. Т.е. мы не измеряем количество наносов на участке.</p>

5	<p>В раздел о возможных подходах к дальнейшему совершенствованию методики в число ценных объектов желательно добавить объекты культурно-исторического наследия. Из отчета не вполне очевидно, как реализовать разработанные вспомогательные методики учета природных ценностей.</p>	<p>Культурно-историческое наследие оценивается в социально-экономической части исследования.</p>
6	<p>Есть ряд замечаний по табл. 4.3. Не вполне понятно, почему к устью реки возрастает площадь пойменно-руслых комплексов ниже створов, возможно имеется в виду «между створами»? Почему у столбца параметра Alt размерность «км³», когда он, судя по формуле, безразмерный?</p>	<p>Исправлено на «между створами». Значения величины Alt указаны в % (исправлено).</p>
7	<p>Выводы, означенные в конце пятой главы, желательно было бы вынести в общее заключение, которого не хватает в работе.</p>	<p>Заключение составлено.</p>
8	<p>Возникает вопрос и о том, что имеется в виду, когда упоминается о том, что экологическое состояние р. Сунгари хуже, чем других частей Амурского бассейна в Китае. Несомненно, антропогенный пресс, изъятие водных ресурсов и их перераспределение в пространстве и времени негативно влияют на естественную среду обитания. Однако было бы полезно сделать оценки роли процессов самоочищения в китайских водохранилищах. Возможно, что при их отсутствии качество воды в устье реки Сунгари было бы существенно хуже.</p>	<p>Худшее состояние вод р. Сунгари и ее притоков – факт, регулярно фиксируемый наблюдениями китайских служб мониторинга. Водоохранилища, находящиеся существенно выше источников загрязнения, видимо, незначительно влияют на разбавление стоков. Кроме того, в Китае с 2013 года официально признано, что многие крупные водохранилища способствуют ухудшению качества воды в реках.</p>
3	<p>И. О. Дугина (Департамент Росгидромета по ДФО, г. Хабаровск)</p>	
1	<p>Постановка задачи понятна, однако во введении нечетко обозначена цель исследования. По тексту встречается важный тезис о том, что «с экологической точки зрения желательно исходить из необходимости сохранить саморегулирующуюся экосистему Амура и роль этой реки как трансграничного экологического буфера». Возможно, именно эта цель и должна быть в конечном итоге достигнута.</p>	<p>Исправлено. Цель указана.</p>
2	<p>Следует отметить, что в главе 1 при описании бассейна Амура бросается в глаза несоответствие гидрографических характеристик, приведенных в официальных источниках (Ресурсы поверхностных вод. Гидрологическая изученность. Л.ГМИ.1966) и указанных в отчете. Возможно, характеристики бассейна уточнены с использованием современных технологий. В этом случае необходимо указать источник данных либо использованный алгоритм. В контексте исследования точность исходных данных играет ключевую роль.</p>	<p>По тексту внесены дополнения: Площадь бассейна была уточнена по модели рельефа SRTM в программе Hydroshed. Вслед за китайскими, монгольскими и мировыми источниками мы включаем бассейн озера Далай (Хулун), а соответственно – рек Керулен и Халхингол. Данные эти также подтверждаются со ственным анализом по модели рельефа SRTM в программе Hydroshed и полевыми наблюдениями.</p>

3	<i>В главе 2 дана достаточно подробная характеристика бассейна Амура по разным направлениям, однако именно экологические особенности и ценность пойменных (и только) земель освещена недостаточно, нет информации об особо охраняемых природных территориях (ООПТ). Должно быть понятно, насколько уникальны земли Приамурья и почему подходить к регулированию стока надо очень осторожно.</i>	С замечанием согласны.
4	<i>Непонятен вывод о «низком качестве» совместного российско-китайского мониторинга качества трансграничных водных объектов (стр. 18).</i>	В отчет вставлена подробная информация о российско-китайском сотрудничестве в области гидрологии.
5	<i>Авторами проделана большая работа по систематизации имеющихся данных о существующей степени зарегулированности бассейна Амура и о планах развития гидротехнического строительства (глава 3). Было бы желательно сразу иметь представление об источниках информации, понять, являются ли они официальными. Сделанный авторами вывод о том, что 2007 и 2013 годы показали, что «задача устойчивой выработки электроэнергии может вступать в противоречие с задачей поддержания противопаводковой готовности водохранилища» (стр. 22) требует доказательств.</i>	Приведены ссылки, формулировки исправлены.
6	<i>Необходима тщательная проверка всех исходных данных, которые используются для расчетов. Так, в таблице 3.1 (стр. 24) приведены неверные данные о нормальном подпорном уровне (НПУ) для Зейского и Буреинского водохранилищ.</i>	Исправлено. Во многих документах были указаны наши первоначальные цифры. Ошибка в НПУ – из-за того, что была приведена не цифра, указанная в документах, а расчетная по ЦМР. Значение НПУ в расчетах не используется. Регулирующая емкость Зейской ГЭС в разных источниках указана разная. Мы принимаем ее равной 32,1 км ³ .
7	<i>В разделе 3.3 дается оценка воздействия на экосистемы существующих на территории РФ ГЭС. Этот раздел является важным и желательно его расширение, а также подтверждение цифрами и примерами тезиса о низкой степени экологической адаптации этих гидроузлов.</i>	Расширение может быть сделано в дальнейшем.
8	<i>В разделе 4.4.1 описывается формирование базы исходной информации, здесь было бы желательно уточнить подход к расчетам стока в выбранных створах, тем более что источником исходных фактических данных о стоке являются справочники ГВК «Ресурсы поверхностных вод» 70-х годов 20 века. Нет ссылки на источник данных о стоке на территории КНР.</i>	Источник указан.

9	<i>В качестве рекомендаций предлагается уточнить некоторые термины. В частности, при описании программного обеспечения моделирования, расчетов (стр. 51) следует уточнить смысл термина «межень». Очевидно, авторы имеют в виду ту ситуацию, когда река находится в основных берегах, но это не всегда соответствует указанной фазе гидрологического режима. Кроме того, вместо термина «площадь водохранилища» логичнее использовать принятый термин «площадь зеркала водохранилища».</i>	Исправлено по тексту.
10	<i>Принцип работы методики проиллюстрирован расчетами по бассейну р. Бурея. Сделан логичный вывод о применении при анализе бассейновых оценок показателя интегрального воздействия. Однако расчеты с пятью выбранными показателями позволили сделать вывод о том, что, к примеру, сценарий строительства Усманской + Умальтинской ГЭС окажет меньшее воздействие на речной бассейн. Желательно вернуться к расчетам с введением показателей ценности территорий, ведь именно эти ГЭС могут оказать максимальное негативное влияние на земли Буреинского заповедника.</i>	Эти ГЭС и их водохранилища находятся ниже по течению от заповедника. Таким образом, из пяти типов воздействий на пресноводные системы заповедника они чреватые лишь одним – блокированием бассейна, причем блокированием внутри уже заблокированного бассейна Буреи.
11	<i>Кроме того, при использовании таких характеристик как площадь (зеркала) водохранилищ, регулирующая емкость, которые, несомненно, являются определяющими при оценке степени влияния ГЭС, не учитывается тип водохранилища. Как известно, водохранилища руслового типа оказывают меньшее негативное влияние на окружающую среду, чем водохранилища озерного типа при прочих равных характеристиках. Возможно, целесообразно рассмотреть и различия по влиянию на экосистемы между водохранилищами многолетнего и сезонного регулирования.</i>	Русловое водохранилище лучше тем, что новозатопленные территории меньше, чем у озерного, и тем, что водообмен быстрее. Косвенно учтено в индексе трансформации местообитаний – русловые водохранилища меньше по площади, чем водохранилища озерного типа.

12	<p>Далее на рисунке 5.1 представлен сценарий воздействия на водные экосистемы существующих на сегодняшний день ГЭС. Желательно уточнить, почему авторы взяли для расчета те показатели, которые представлены на рисунке. Возможно, здесь исключено влияние на пойменные экосистемы, в этом случае лучше более подробно разъяснить, почему иллюстрируется влияние лишь на водные экосистемы.</p> <p>Раздел 5.1 показывает оценку воздействия действующих и возможных к строительству ГЭС по различным вариантам расчетов. Было бы желательно в этом разделе указать, какой из вариантов, по мнению авторов, является более логичным и предпочтительным для принятия решений, тем более что учет различных показателей и разный подход к оценке (интегральная или удельная) дает разные выводы о степени влияния ГЭС.</p>	<p>Действительно, рисунок отражает промежуточные показатели воздействия, относящиеся к отдельным ГЭС и их группам, а не те, что приняты в методике за конечные, относящиеся к сценарию в бассейне в целом. Степень влияния – величина абсолютная. Эколого-экономическая эффективность – величина удельная. Это два критерия, показывающие разные измерения.</p>
13	<p>Спорным, в частности, представляется вывод о том, что к наиболее эффективным в эколого-экономическом отношении является, в том числе, Усманская ГЭС с ее возможным влиянием на земли Буреинского заповедника.</p>	<p>Данный показатель относится, скорее, к оценке воздействий каждой индивидуальной ГЭС, то есть к анализу локальных воздействий, куда входит гораздо большее количество учитываемых факторов.</p>
14	<p>Неоднозначен также вывод о том, что по показателю «изменение гидрологического режима в нижнем бьефе гидроузлов» наиболее опасными являются ГЭС с водохранилищами с наибольшей регулирующей емкостью. Так как в исследовании рассматривается влияние не только на участок данной реки ниже плотины, но в целом на бассейн, следует выделить тот момент, что именно каскады ГЭС в большей степени меняют гидрологический режим, особенно с водохранилищами сезонного регулирования. Это видно на примере существующей Бурейской ГЭС. Пока не зарегулированы ее верховья и боковые притоки, при наполнении до соответствующих регламентирующими документами уровней паводки пропускаются транзитом, приближая низовья самой Буреи и Амура ниже по течению к естественному режиму.</p> <p>При строительстве ГЭС в верховьях Буреи, которые авторы считают наиболее эффективными с точки зрения эколого-экономического воздействия, бурейские паводки будут исключены.</p>	<p>Анализ сценариев полностью учитывает, что комбинации ГЭС оказывают иное воздействие на режим стока и иные характеристики, чем отдельные ГЭС. В этом легко убедиться, сравнив оценки отдельных ГЭС в гипотетическом примере бассейна реки Бурея и оценки этих же ГЭС в сценариях, где они сочетаются с существующими.</p>
15	<p>В целом авторами проведена большая и эффективная работа. Однако тезис во Введении о том, что данная в исследовании оценка позволяет исключить экологически наименее приемлемые варианты строительства ГЭС, на мой взгляд, является преждевременным. Необходимо продолжение и углубление исследований для уточнения оценок с введением дополнительных показателей.</p>	<p>Поставленная перед нами базовая задача – обеспечить минимум показателей для отбора сценариев развития гидроэнергетики, наиболее опасных для экосистемы бассейна. Т.е. все, что осталось в результате отбора, подлежит «уточнению оценок с введением дополнительных показателей».</p>

4	Н. Н. Ефимов (Амурское бассейновое водное управление, г. Хабаровск)	
1	<p>Глава 3. Современное состояние ГЭС и других ГТС и планы их строительства на территории Амурского бассейна</p> <p>3.1. Существующие водохранилища и ГЭС в бассейне Амура</p> <p>Замечание: сведения Табл. 3.1. нуждаются в уточнении в части «назначения» Зейской и Бурейской ГЭС:</p> <p>- согласно действующим до настоящего времени «Временным правилам использования водных ресурсов Бурейского водохранилища на р. Бурее на период май 2009 г. – апрель 2010 г.» водные ресурсы Бурейского водохранилища используются «для нужд энергетики, водного транспорта, водоснабжения и рекреации, соблюдая приоритеты питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения населения»;</p> <p>- в соответствии с «Основными правилами использования водных ресурсов Зейского водохранилища на р. Зее» (утверждены приказом Министерства мелиорации и водного хозяйства РСФСР от 05.10.1984 г. № 571) водохранилище «предназначено для регулирования стока в энергетических целях, обеспечения судоходных условий на р. Зее и Амуре, а также для уменьшения высоты и повторяемости наводнений в долине р. Зеи».</p>	<p>Исправлено по тексту.</p>
2	<p>3.3. Воздействие российских ГЭС</p> <p>Цит.: «Водоохранилища – это антропогенные экосистемы, созданные на месте наиболее важных в социально-экологическом плане ландшафтов – речных долин.»</p> <p>Отталкиваясь от данного определения, авторами при дальнейшем изложении перечисляются отрицательные последствия строительства водохранилищ, которые выражаются в потере (ухудшении) социально-экологических функций речных долин. Вместе с тем в предшествующем данному разделу тексте указанные функции не перечислены и не исследованы в сравнительном плане с функциями других природных ландшафтов. Рецензент также считает, что водохранилища сохраняют значительную часть функций природных экосистем и с этой точки зрения являются природно-антропогенными экосистемами.</p>	<p>Исправлено по тексту, дано определение по К. К. Эдельштейну.</p>

3	<p>Цит.: «К 2014 году в бассейне р. Амур зарегулированы такие крупные притоки как Зей, Бурей и Сунгари. Каждый из этих бассейнов имеет свою специфику оказываемой антропогенной нагрузки. В Амурском бассейне экологическое воздействие ГЭС наиболее очевидно на Зее и Сунгари. В бассейне Зеи среди воздействий преобладают пожары, добыча полезных ископаемых и сельское хозяйство. Бассейн Сунгари находится под воздействием загрязнения от сельского хозяйства, мелиорации и чрезмерного водопотребления. Бассейн Бурей малонаселен и претерпевает наименьшую антропогенную нагрузку по сравнению с бассейнами рек Зеи и Сунгари.». По мнению рецензента, данный абзац нуждается в редакции, поскольку перечисляемые виды антропогенного воздействия не являются отрицательными последствиями строительства водохранилищ (по тексту – «экологического воздействия ГЭС») – пожары, добыча полезных ископаемых (бассейн р. Зей), сельское хозяйство, загрязнение от сельского хозяйства, мелиорация и чрезмерное водопотребление (бассейн р. Бурей).</p>	Исправлено по тексту.
4	<p>Цит.: «Процессы деградации пойменного комплекса р. Амур под влиянием Зейского и Бурейского гидроузла складываются с аналогичными изменениями поймы Амура ниже устья р. Сунгари, где водный режим претерпел антропогенные изменения вследствие строительства гидротехнических сооружений на территории Китая. Изменение водного режима под влиянием ГЭС прослеживается вплоть до устья Амура (см. рис. 3.3).» Используемый термин «деградация», не будучи подкрепленным убедительным фактическим материалом, представляется слишком сильным. Рисунок 3.3 не иллюстрирует изменение водного режима, но лишь относительную величину зарегулированности речного стока. Влияние «вплоть до устья Амура» на рисунке также не показано. При этом под водным режимом понимаются изменения во времени расходов, уровней и объемов воды в водных объектах в разные его периоды (фазы водного режима). Лучше всего он (водный режим) описывается гидрографами, например, изменения уровня воды в течение года. Термин «трансформация» более соответствует контексту.</p>	Изменено: «деградация» на «трансформация». Рис. 3.3 убран из текста.

5	<p>Требует редакции нижеследующий текст (цит.) «В результате зарегулирования (Чего?) изменился химический состав воды в нижнем бьефе (Чего?), в том числе увеличилось содержание органического вещества (Насколько?). Кроме того, исчезновение условий для образования высоких паводков является причиной прекращения затопления старичных понижений на высокой пойме, отмирания стариц и рукавов. В их пределах происходит заболачивание поверхности и образование участков многолетней мерзлоты.(?) Таким образом, в нижнем бьефе в результате изменений климата и параметров реки наибольший урон понесли состояние окружающей среды, сельское хозяйство и традиционные таежные промыслы.»</p>	Абзац убран из текста.
6	<p>Глава 4. Методика общеконечной оценки воздействий ГЭС на речные экосистемы 4.3. Методика комплексной оценки воздействия гидроэнергетики в масштабах Амурского бассейна 4.3.1. Описание алгоритма оценки воздействия Поскольку пойма и связанные с ней местообитания выступают ключевым элементом оценки воздействия, желательно пояснить, что включает в себя понятие «площадь пойменно-руслового комплекса» – площадь водной акватории, расположенной в границах основного русла реки, суммированную с площадью ежегодно затопляемой части речной долины? Иное? Также стоит пояснить, как согласуются друг с другом по площади понятия «пойменная экосистема» и «пойменно-русловой комплекс».</p>	«Пойменная экосистема» и «пойменно-русловой комплекс» – площадь водной акватории, расположенной в границах основного русла реки, суммированную с площадью затопляемой в паводки части речной долины.
7	<p>Неколичественный показатель «степень фрагментации», который принимает значения от 1 до 100, требует более подробного пояснения в части описания критериев для выбора той или иной оценки (в процентах).</p>	Дана формула расчета.
8	<p>Требует пояснения, что подразумевается под показателем «Изменение естественного стока наносов» – твердый сток или стока влекомых (взвешенных) наносов?</p>	Ближе всего к понятию стока влекомых (взвешенных) наносов. Делавший сходное уточнение В. Ф. Ладыгин (ОАО «Совинтервод») в этом случае требовал, чтобы при расчетах мы использовали только площадь основного русла, а не пойменно-руслового комплекса. Однако мы имеем данные о задержании в больших водохранилищах 99% всех наносов (см. ссылки), поэтому это уточнение излишне.

9	4.5. Возможные подходы к дальнейшему совершенствованию методик Стоит отметить, что заявленная в разделе 2.1. актуальность решения главной задачи на основе иерархического деления бассейна на 7 экорегионов не нашла отражения в изложенной методике, а также в планах по ее совершенствованию в части дополнительного сравнения «ценностей бассейна».	В главе 5 даны оценки воздействия на каждый из экорегионов.
10	5.2. Сценарный анализ в Амурском бассейне Цит.: «Современное воздействие ГЭС на состояние пресноводных экорегионов существенно различается». Далее авторами приводятся показатели полученных интегральных оценок по каждому экорегиону и делается вывод о том, что наиболее эффективными в эколого-экономическом смысле являются ГЭС, удельные воздействия которых на единицу производства электричества являются наименьшим. При этом, а также с учетом замечания по разделу 4.5, следует отметить, что авторы воздерживаются от сравнительного анализа ценности для окружающей среды каждого из семи экорегионов. Сделать это, действительно, затруднительно, поскольку каждый из них ценен по – своему, исходя из своего географического местоположения и экосистемного значения в границах амурского бассейна. Вместе с тем выполнение такой оценки представляется рецензенту важным с практических позиций, поскольку существует вероятность, в условиях административно-волевого выбора местоположения створов новых ГЭС сделать наименее «вредный» выбор окажется необходимым, а именно, не исключено, что наименее трансформированные (но наиболее ценные в природоохранном и «социально-экологическом» отношении) пойменные экосистемы в экорегионах «Шилка» и «Аргунь» (табл. 5.1) могут оказаться в центре внимания проектировщиков ГЭС на том простом основании, что остальные экорегионы уже в значительной степени трансформированы в результате гидростроительства. С этой точки зрения целесообразно дополнить перечень параметров воздействия ГЭС оценкой площадей (и, возможно, значения для экорегиона) изолированных друг от друга в различных частях бассейна охраняемых территорий, что, по мнению рецензента, может иметь прямое отношение к решению задачи формирования их взаимосвязанной системы и доведения общей площади до 15% как главной цели деятельности WWF. Отправной аргумент – речные долины – выполняют роль экологических коридоров.	Рецензент указывает на важное направление совершенствования методики – учет ценных природных территорий и их взаимосвязи в рамках экологической сети.

5	М. С. Чернятин (ОАО «Сибирский НИИ гидротехники и мелиорации», г. Красноярск)	
1	Задача исследования – оценка сценариев освоения гидроэнергетического потенциала Амурского бассейна, включающая сравнительный анализ различных схем размещения ГЭС для выявления вариантов развития с наименьшими экологическими издержками. Представленная в отчете общеконтейнерная оценка бассейна реки Амур предназначена для таких стадий проектирования как обоснование инвестиций и технико-экономическое обоснование (ТЭО), включающие разделы по анализу альтернативных вариантов развития гидроэнергетики. Эксперт: Данное обстоятельство предполагает использование в полной мере действующего Российского законодательства.	Современное законодательство пока не предписывает проведение стратегических экологических оценок, к которым относится данная работа. Такая оценка может проводиться в рамках бассейнового планирования или деятельности компаний, но не в рамках законодательства по ОВОС. После присоединения России к Конвенции Эспо стратегические экологические оценки будут предусмотрены специальной нормативной базой.
2	Для целей сохранения естественных экосистем и биоты рек при допустимых пределах антропогенных воздействий на речные экосистемы в России действует следующее законодательство: ... Имеет ли отношение указанное законодательство к работе по оценке воздействия гидроэнергетики на экосистему Амурского (или любого другого) бассейна?	См. выше.
3	В отношении экосистемы Амурского (или любого другого) бассейна можно только говорить о допустимом воздействии на экосистему при сохранении саморегулирующейся экосистемы Амура для целей развития энергетики. В Российской Федерации допустимое воздействие на экосистему регулируется Законом «Об охране окружающей среды» (ст. ст. 20, 21, 22, 27).	Принято к сведению.
4	Рассмотрено необоснованное количество намечаемых ГЭС (разных комбинаций), что не согласуется с вышеприведенным мнением ряда экологов. Перспективные створы выбраны без расчета водохозяйственного баланса реки. Не определен порог наступления дефицита водных ресурсов при зарегулировании водных объектов. Так, на притоке р. Зея размещено такое количество створов, которое не может быть обеспечено водными ресурсами (количество разных комбинаций также должно быть обосновано водохозяйственным расчетом).	С нашей точки зрения, рассмотрены многочисленные альтернативные друг другу створы, которые совершенно не обязательно реализуются в рамках одного сценария. В целом автор утверждает, что разработки 1967 года содержат избыточное количество створов с водохозяйственной точки зрения. Мы не рассматриваем этот аспект по той причине, что серьезные негативные экологические воздействия наступают раньше, чем «порог наступления дефицита водных ресурсов».

5	<p>Авторы: <i>Большинство методических работ редко ставят задачу оценки угроз и выгод, связанных с реализацией проектов для бассейна в целом. Чаще всего оценку воздействий выполняют для участка или малого суббассейна конкретной реки, где осуществляется или планируется гидростроительство [15, 16]. Однако при экологической оценке проблем гидротехнического строительства необходимо несколько иерархически соподчиненных уровней оценок, самый важный из которых – бассейновый [17].</i></p> <p>Эксперт: <i>Это не так. Правительство РФ обеспечило разработку проектов НДВ и СКИОВО, где выполнена комплексная хозяйственная, энергетическая и экологическая оценка бассейнов всех рек крупных, средних и малых, намечены мероприятия по восстановлению их природного экологического состояния, установлен срок.</i> <i>Ответственный за эту работу – Федеральное агентство водных ресурсов.</i> <i>Кроме этого, проводятся систематические работы по декларированию безопасности ГТС на стадии проектирования, строительства и эксплуатации, которые выполняются в соответствии с требованиями следующих документов:</i> <i>Федеральный закон от 21.07.1997 № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений»;</i> <i>Постановление Правительства Российской Федерации от 06.11.1998 № 1303 «Об утверждении Положения о декларировании безопасности гидротехнических сооружений» (ред. от 18.05.2012 г.);</i> <i>Постановление Правительства РФ от 18 декабря 2001 г. № 876 «Об утверждении правил определения величины финансового обеспечения гражданской ответственности за вред, причиненный в результате аварии гидротехнического сооружения»;</i> <i>«Методические рекомендации по оценке риска аварий на гидротехнических сооружениях водного хозяйства и промышленности», 2-е издание М. «ДАР/ВОДГЕО», 2009, 64с;</i> <i>«Методика определения критериев безопасности гидротехнических сооружений», РД 153-34.2-21.342-00 от 27.12.2000 г.</i></p>	<p>Внесены правки по тексту. При этом, на наш взгляд, ни один из указанных нормативных актов не обеспечен методиками, решающими задачу комплексной оценки воздействия на бассейн.</p>
---	--	--

6	<p>Авторы: <i>Правительства стран, активно развивающих гидроэнергетику в настоящее время, таких как Бразилия и Китай, в последнее десятилетие активно разрабатывают нормативные документы по созданию и осуществлению бассейновых планов развития гидроэнергетики. Важным шагом на пути планирования устойчивой энергетики в Азии является принятое в 2011 году Комиссией по экономике и реформам КНР «Руководство по планированию и оценке воздействия ГЭС в масштабах бассейна» [18]. Данный документ предписывает создание и проведение экологической экспертизы бассейнового плана развития гидроэнергетики до принятия каких-либо решений по отдельным проектам ГЭС [19].</i></p> <p>Эксперт: <i>В России бассейновый принцип введен давно. Вся отчетность и учет водохозяйственной деятельности давно ведутся по бассейнам рек по форме 2-ти «водхоз». Водохозяйственные расчеты и водохозяйственные балансы всегда проводились в целом по бассейну реки. [18] и [19] на территории России не являются документами. Действующие на территории России нормативные и правовые документы перечислены выше, которые в обязательном порядке регистрируются органом юстиции.</i></p>	<p>Внесены правки по тексту. Бассейновых планов развития гидроэнергетики в России нет, равно как и методики стратегической оценки их воздействия на экосистемы бассейнов рек.</p>
7	<p>Авторы: <i>Применяемые в настоящее время в России официальные методики экологической оценки влияния гидроузлов на окружающую среду [20] при их относительной эффективности для оценки отдельного объекта не позволяют анализировать комплексное воздействие гидростроительства на экосистему бассейна в целом и не сравнивают разные сценарии строительства гидроузлов в его пределах. В России основными видами экологического проектирования и экспертизы являются оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС), государственная экологическая экспертиза и экологический аудит [21].</i></p> <p>Эксперт: <i>Имеются проблемы мониторинга из-за больших площадей и расстояний, для целей развития энергетики мониторинг вообще не ведется. В проектах СКИОВО данная проблема должна быть решена.</i> <i>ОВОС, а что еще надо? Что такое «экологическое проектирование», откуда оно взялось, есть требование об обязательном проведении инженерно-экологических изысканий (СП 11-102-97 «Инженерно-экологические изыскания для строительства»). В списке литературы упоминается единственный правовой документ под № 22.</i></p>	<p>Внесены правки по тексту.</p>

8	<p><i>Авторы:</i> Согласно российским нормативам, раздел проекта «Охрана окружающей среды» следует разрабатывать на основании утвержденного обоснования инвестиций строительства с учетом требований территориальных схем охраны природы, бассейновых схем комплексного использования и охраны водных ресурсов, а также материалов инженерно-экологических изысканий, выполняемых в ходе составления проекта. Раздел ООС в составе проекта должен содержать комплекс решений по рациональному использованию природных ресурсов при создании ГЭС и водохранилища и технических решений по предупреждению негативного воздействия объекта на окружающую природную среду в период строительства и постоянной эксплуатации. Кроме этого, в рамках водохозяйственного планирования разрабатываются Нормативы допустимого воздействия на водные объекты, в том числе регулирующие допустимые изменения режима стока (изъятия водных ресурсов) и застройки акваторий. Разработанные НДВ являются основным руководящим нормативом при создании схем комплексного использования и охраны водных объектов [22]. Документы планирования на уровне речного бассейна/суббассейна предполагают общеканальный анализ последствий разных вариантов размещения гидротехнических сооружений. Однако системная оценка экологических воздействий на весь бассейн разных комбинаций плотин и сопоставление таких «сценариев освоения» по их интегральному воздействию недостаточно применяются на практике.</p> <p><i>Эксперт:</i> Это неверно. Требование о вариантных проработках всегда действовало. Методики НДВ и СКИОВО являются системными документами, обеспечивающими бассейновый принцип охраны окружающей среды на 20-30 лет вперед.</p>	<p>Внесены правки по тексту. Методики создания НДВ и СКИОВО в современном виде не позволяют оценить экологическое воздействие ни разных комбинаций ГЭС, ни разных сценариев развития хозяйственной деятельности в бассейнах рек.</p>
9	<p><i>Авторы:</i> Стратегическая экологическая оценка предусмотрена законодательством в странах Европейского союза.</p> <p><i>Эксперт:</i> Это необходимо доказать, если оно является целью исследования. На фактах и цифрах показать, где это в странах Европейского союза достигнуто экологическое благополучие большее, чем в России. Где это люди живут в условиях полной экологической безопасности, а средний возраст у них 100 и более лет.</p>	<p>Замечание не по существу.</p>

10	<p><i>Авторы:</i> Основное содержание исследования – проведение сравнительной интегральной оценки силы воздействия и пространственного распределения совокупности существующих и перспективных ГЭС в речном бассейне на экологические, социальные, экономические факторы, определяющие состояние водных и околосредовых экосистем, а также возможности социально-экономического развития региона.</p> <p><i>Эксперт:</i> Что это за выражение «сила воздействия»? Если это новый термин, его надо сначала ввести в Российское законодательство. В тексте встречается понятие «большое воздействие». Антропогенное воздействие на водосборный бассейн не подразделяется на большое, среднее и малое воздействие, а выражается в расчетных показателях, которые между собой сравниваются по различным признакам, некоторые из них могут быть высокими, средними или низкими, в целом оптимальными. В тексте встречается понятие «площадь воды». Принятая терминология – площадь зеркала воды, площадь водной поверхности, площадь акватории.</p>	<p>«Сила воздействия» заменена на «степень».</p> <p>«Площади воды» по тексту больше нет, с замечанием согласны.</p>
11	<p><i>Авторы:</i> В исследовании представлена предпроектная (прединвестиционная) методика экспресс-оценки и сравнения вероятных сценариев освоения гидроэнергетического потенциала бассейна реки Амур.</p> <p><i>Эксперт:</i> Вряд ли данная работа без водохозяйственных расчетов и построения модели 3Д может служить методикой экспресс-оценки. Количество вероятных сценариев принято без необходимого обоснования.</p>	<p>По нашему мнению, между стратегической оценкой и детальным прогнозированием воздействий конкретной ГЭС есть большая разница.</p>

12	<p>Авторы: Техническое задание исследования предполагает, что в будущем помимо эколого-экономической оценки будут также разработаны методы социально-экономической оценки для бассейнового анализа сценариев развития энергетики.</p> <p>Эксперт: Техническим заданием предусмотрен предположительный состав рабочей группы: - координатор по экологическим вопросам; - координатор по социально-экономическим вопросам; - эколог широкого профиля; - гидролог-геоморфолог; - ГИС-специалист; - ихтиолог-гидробиолог; - инженер-энергетик - проектировщик ГЭС – гидроинженер (гидроэнергетик); - экономгеограф / экономист; - транспортник; - финансист; - специалист по развитию производительных сил территорий (СОПС); - социолог-антрополог; - историк-археолог. Однако какие специалисты принимали участие в составлении отчета, неизвестно. Отчет никем не подписан и не имеет идентификационных признаков. Методы социально-экономической оценки для бассейнового анализа сценариев развития энергетики нельзя отрывать от эколого-экономической оценки, поскольку одно без другого не может существовать.</p>	<p>В составлении отчета экологической части приняли участие: координатор по экологическим вопросам (О. И. Никитина, WWF России); эколог широкого профиля (Е. А. Симонов, международная коалиция «Реки без границ»); гидролог (О. И. Никитина, WWF России); ГИС-специалист (Е. Г. Егидарев, Амурский филиал WWF России, ТИГ ДВО РАН); ихтиолог-гидробиолог (А. Л. Антонов, ИВЭП ДВО РАН).</p> <p>Другие специалисты приняли участие в углубленном рецензировании работы – см. рецензии к отчету по экологической части.</p>
13	<p>Российское законодательство строится на комплексном подходе экологического благополучия и на бассейновом принципе. Что означает словосочетание бассейновый анализ (это кругозор, мышление или образ жизни)? В бассейн основной реки входят все притоки. Однако у каждого притока есть свой бассейн, который может влиять только на нижележащую часть бассейна основной реки. Сочетание «бассейновый анализ» следует использовать более конкретно и избирательно.</p>	<p>Авторское мнение.</p>
14	<p>Хозяйственной деятельности, построенной на бассейновом принципе, нет, и вряд ли она возможна. Люди всегда будут отдавать предпочтение экономической выгоде и стратегической безопасности в ущерб экологии, пока не будут законодательно введены нормативы допустимого воздействия.</p>	<p>Специалисты «ЕвроСибЭнерго» отказались от включения определения пределов допустимого воздействия, раздел был исключен.</p>

15	<p>4.6. ПРИМЕР КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ В МАСШТАБАХ БАСЕЙНА И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ГЭС</p> <p>Принцип работы методики показан на примере бассейна р. Бурей.</p> <p>Площадь Бурейского бассейна составляет 70 394 км², водных экосистем в бассейне – 1515 км², пойменных комплексов на расчетных участках – 1461 км², пойменные комплексы выделены и рассчитаны только вдоль основных русел рек, которые протекают ниже анализируемых створов.</p> <p>В таблице 4.2 указаны исходные данные потенциальных ГЭС Бурейского бассейна, применяемые при рассмотрении возможного воздействия ГЭС на бассейн.</p> <p>Эксперт: Площадь Бурейского бассейна ... Это разговорная речь, в документах необходимо использовать принятую терминологию. В таблице 4.2 площадь акватории водных объектов приведена (SWU и SWO), площадь поймы или пойменных комплексов водных объектов отсутствует (откуда 1461 км²). У каждого водного объекта пойма сформирована при определенной %-й обеспеченности по стоку. Необходимо провести моделирование в формате 3Д, чтобы определить площадь поймы.</p>	<p>Терминология изменена.</p>
16	<p>Авторы: 4.6.1. Изменение гидрологического режима в нижнем бьефе гидроузла На каждый из этих расположенных ниже по течению от Усманской ГЭС участков воздействие водохранилищ – приведет к изменению пойменного комплекса (IF).</p> <p>Эксперт: А почему? Любое строительство водохранилищ это регулирование водного режима реки. С целью сохранения пойменного комплекса необходимо предусматривать экологические попуски даже в ущерб выработке электроэнергии. Если из-за экологических попусков выработка электроэнергии не рентабельна, то строительство ГЭС не допустимо.</p>	<p>Желательно, чтобы эксперт перечислил ГЭС в России, исполняющие обоснованные предписания по экологическим попускам.</p>

6	<p>Д. А. Меньшиков, Г. С. Королев (ОАО «ЕвроСибЭнерго», г. Москва) Л. Е. Халяпин (Руководитель проектов Красноярского представительства ОАО «ЕвроСибЭнерго», г. Красноярск)</p>	
1	<p>Авторы отмечают, что в настоящее время ГИС-технологии активно используются в гидрологических исследованиях и природоохранных проектах, что применение ГИС-технологий успешно было применено при определении характеристик водных объектов бассейна Камских водохранилищ. Однако авторы констатируют, что применение вышеуказанных методов исследования к существующим водным объектам в бассейне реки Амур не позволило обеспечить полной сходимости результатов с техническими параметрами существующих гидроузлов, например, Зейской ГЭС. Возможно, при анализе объектов в бассейне реки Амур была недостаточно учтена специфика, связанная с тем, что Камские водохранилища относятся к равнинному типу, а водохранилища в бассейне реки Амур – к каньонному типу.</p>	<p>Малое число потенциальных водохранилищ в бассейне реки Амур будут относиться к «каньонному» типу. Из существующих к подобным относится Бурейское водохранилище, из потенциальных – Гилуйское. Большинство других водохранилищ будет затоплять значительные территории широких речных долин. Так как Амурский бассейн – более пересеченная местность с выраженным высотным градиентом, для изучения его территории ГИС-технологии более эффективны, чем в случае оценки Камских водохранилищ с более равнинными условиями.</p>
2	<p>Кроме того, сравнение показателей рассматриваемых гидроузлов, полученных с использованием ГИС-технологий и вышеуказанных источников информации, с проектными и предпроектными проработками проектных институтов, а также полученных с использованием ГИС-технологий другими специалистами и организациями, показало несоответствие рассматриваемых показателей из различных источников. Учитывая сказанное, исходные данные, полученные с применением вышеописанных технологий, потенциально могут содержать искажения.</p>	<p>Данные могут содержать искажения, поэтому главное – величина погрешности. В нашем случае искажения не будут значительными, т. к. используются одни и те же источники материалов для получения определенного параметра. Для определения емкости и площади водохранилищ используется единая ЦМР на весь бассейн реки Амур, а, следовательно, искажений в рассматриваемых параметрах быть не должно. В ряде случаев, используя картографические материалы, нам не удалось получить максимальную площадь водохранилища, известную из документов. К примеру, для Зейского водохранилища объединение всех источников данных в один слой дало результирующий контур водного объекта площадью 2293 км². По документам площадь Зейского водохранилища равна 2419 км². По нашему мнению, расхождение 5,5% допустимо, т. к. проектируемая зона максимального затопления чаще всего отличается от реальной. По другим водохранилищам, участвующим в проверке, расхождение не превышало 6–7%.</p>

3	<p>Кроме того, для одновременного учета всех рассматриваемых факторов авторы применяют интегральный показатель для факторов воздействия. Для определения интегрального показателя используется математическая функция среднего геометрического значения:</p> $INT_5 = \sqrt[5]{IMP_{flood} * IMP_{res} * IMP_{block} * IMP_{frgm} * IMP_{sed}}$ <p>Авторы отмечают, что для выполнения результирующих и статистических расчетов используется «Microsoft Excel», при этом предоставленная для анализа модель «Microsoft Excel» не содержит формул и все показатели вставлены как числовые значения, что затрудняет проверку корректности расчетов. Однако при проведении проверочных расчетов по вычислению интегральных показателей с помощью встроенной функции «Microsoft Excel» для определения среднего геометрического с использованием вычисленных авторами показателей рассматриваемых факторов расчетные значения интегральных показателей отличаются от вычисленных авторами интегральных показателей. С учетом того, что отсутствуют формулы для расчета показателей самих рассматриваемых факторов, и того, что обнаружены неточности при определении интегральных показателей, также возможны искажения при расчете показателей рассматриваемых факторов</p>	<p>Результаты вычислений на листах «En+relative», «En+absolute» вставлены как значения. Это было сделано для удобства работы в дальнейшем построении графиков. Соответствующие расчеты проведены на листе «calcs».</p> <p>В главе 5 указано: «Графики (рис. 5.3–5.12) демонстрируют результаты первичного ранжирования 43 элементарных сценариев, когда к ситуации 2014 года (эксплуатация 18 крупных и средних ГЭС) добавляется воздействие одной потенциальной новой ГЭС (или одного каскада потенциальных новых ГЭС). Учету подлежит прирост интегрального воздействия ГЭС на речную экосистему и отношение этого показателя к приросту выработки – так называемое удельное воздействие».</p> <p>Таким образом в листах «En+relative», «En+absolute» вставлены как значения прироста воздействий в сравнении с базовым сценарием 2014 года. Полученное экспертами «ЕвроСибЭнерго» среднее геометрическое прироста воздействий по каждому фактору не равно приросту самих полных значений воздействий интегрального показателя. В мае 2013 года WWF направлял в «ЕвроСибЭнерго» файл Excel с полным расчетом этих значений. В апреле 2015 года была передана новая таблица, демонстрирующая причину этого недоразумения. Различия в расчетах объясняются указанными выше факторами.</p>
4	<p>Также по нескольким гидроузлам (например, Гилуйский, Нижне-Ниманский, Усть-Ниманский) расчетные значения по некоторым факторам равны нулю, соответственно, значение среднего геометрического значения по таким гидроузлам также должно быть равно нулю. При этом по таким гидроузлам у авторов интегральный показатель больше нуля. Принимая во внимание указанные искажения в исходных данных, а также возможные неточности в математических расчетах, полученные результаты, а также ранжирование полученных результатов и выводы, сделанные на основе таких результатов, могут быть не вполне обоснованы.</p>	<p>Результаты ранжирования отдельных потенциальных гидроузлов приведены как превышение значений реализованного к 2014 г. базового сценария – текущей эксплуатации 18 крупных и средних ГЭС в бассейне Амура (так называемый «Сценарий-2014», см. рис. 5.1).</p> <p>Значение интегрального показателя не может принимать нулевое значение, т.к. изначальное значение интегрального воздействия «Сценария-2014» по трем показателям равно 17,5, по пяти – 21,7.</p> <p>В таблицах и на графиках отображены значения интегральных показателей за вычетом значения интегрального показателя «Сценария-2014» (соответственно, по трем и пяти показателям). Это сделано для удобства восприятия рассчитываемого воздействия новых потенциальных гидроузлов, т.к. дополнительное воздействие каждой такого гидроузла мало по сравнению со значением «Сценария-2014».</p>

7	<p>Е. А. Симонов, координатор международной коалиции «Реки без границ», И. Э. Шкрадюк, начальник отдела социологического мониторинга МКУ г. Ярославля «Институт развития стратегических инициатив», П. Е. Осипов, старший координатор программ по Амуру WWF России</p>	
1	<p>В ходе длительного рабочего процесса сторонами были согласованы методические подходы для оценки следующих социально-экономических факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Оценка количества переселяемых людей; • Изменение численности и структуры занятости; • Памятники культурного наследия / археологии; • Затопление и подтопление территорий. 	<p>Также была согласована методика по оценке фактора «Экономическая эффективность проекта» и «Макроэкономическая и бюджетная эффективность», по предложениям экспертов WWF в финансово-экономической модели был расширен период прогнозирования, а также добавлены затраты на рекультивацию, а изначально учтенные по отдельности в Техническом задании факторы «Бюджетная эффективность (Изменение отчислений в местный, региональный, федеральный бюджеты и внебюджетные источники за период реализации и эксплуатации ГЭС)» и «Макроэкономическая эффективность (Рост показателя ВРП региона на душу населения)» были объединены в один фактор.</p> <p>Кроме того, используемые методики для оценки факторов «Экономическая эффективность проекта» и «Макроэкономическая и бюджетная эффективность» являются широко применяемыми в современной международной практике.</p>
2	<p>Представленная модель показывает, что при расчетах стоимости строительства возможны искажения. Показатели, зависящие от стоимости строительства ГЭС, предположительно содержат системные ошибки, выявляемые при сравнении различных ГЭС.</p> <p>Затраты на блок (на оборудование) в расчете на 1 МВт различаются между ГЭС сходной мощности более чем вдвое (пример: Дагмарская, Нижне-Зейская, Нижне-Бурейская, Гилуйская ГЭС).</p>	<p>Корректность используемой финансово-экономической модели неоднократно подтверждена при взаимодействии как с российскими, так и зарубежными партнерами. Исходные данные о стоимости строительства всех указанных гидроузлов подтверждаются современными проектными проработками, а проект Нижне-Бурейской ГЭС находится в стадии строительства.</p> <p>Затраты на блок, помимо оборудования, включают стоимость строительства здания ГЭС и водосброса.</p> <p>Нижне-Бурейская ГЭС и Нижне-Зейская ГЭС имеют похожую компоновку (по 4 гидроагрегата), однако на Нижне-Зейской ГЭС проектируются гидроагрегаты установленной мощностью 100 МВт каждый, в отличие от 80 МВт на Нижне-Бурейской ГЭС, поэтому удельные затраты на 1 кВт Нижне-Зейской ГЭС ниже при почти одинаковых абсолютных затратах. Гилуйская ГЭС имеет большую установленную мощность, поэтому затраты на строительство гидроузла больше по сравнению с Нижне-Бурейской ГЭС и Нижне-Зейской ГЭС, но не в два раза, а пропорционально установленной мощности.</p> <p>Дагмарская (Селемджинская) ГЭС при меньшей установленной мощности по сравнению с другими указанными ГЭС имеет большие затраты на строительство гидроузла, что связано с индивидуальными конструктивными особенностями Дагмарского гидроузла.</p>

3	<p>Согласно предлагаемой модели, расходы на строительство плотины составляют 28,887% от стоимости затрат на блок для каждой ГЭС. При этом есть одно исключение – стоимость плотины Нижне-Зейской ГЭС составляет более 40%. Такая пропорция – неверное допущение: во-первых, стоимость создания плотины превышает стоимость оборудования и занимает более 40% в смете крупных ГЭС (например, стоимость создания плотины ГЭС Шурэн мощностью 250 МВт, планируемой на Селенге, составляет 60% всей сметы, плотины Транссибирской ГЭС на Шилке – 43% от сметы без судоподъемника). Во-вторых, очевидно, что затраты на плотину коррелируют, скорее, с ее высотой и условиями створа на реке, но не с количеством размещенного на ней оборудования. В результате в данных оценки стоимость Нововоскресеновской ГЭС на основном русле Амура почти вдвое меньше стоимости создания Верхне-Ниманской или Гилуйской ГЭС на его притоках.</p>	<p>Данные о стоимости строительства плотин Нижне-Зейской ГЭС, Транссибирской ГЭС подтверждаются современными проектными и предпроектными проработками, рассматриваемые ГЭС относятся к разному (по условиям створа) типу, имеют разные типы плотин, разную высоту и длину напорного фронта. Этим объясняется различная стоимость. Различия в стоимости строительства Нововоскресеновской ГЭС и Верхне-Ниманской ГЭС и Гилуйской ГЭС объясняется размерами ГЭС: установленная мощность Нововоскресеновской ГЭС – 300 МВт, установленная мощность Верхне-Ниманской ГЭС – 490 МВт, Гилуйской ГЭС – 462 МВт.</p>
4	<p>Также заметно, что стоимость уже созданных Бурейской и Зейской ГЭС существенно превышает стоимость любого другого проекта. Это означает, что сметные величины проектов могут быть занижены. В частности, сметная стоимость Транссибирской ГЭС в 2012 году составляла 59 млрд рублей (с учетом стоимости судоподъемника), а в 2014 (после умножения на 1,2) составила 61,6 вместо 66,7 млрд. Также вызывает вопрос, почему стоимость плотины Транссибирской ГЭС составляет 5,5 млрд, ее контррегулятора – Утесной ГЭС – 2,3 млрд, а их комплекса – 10,9 млрд.</p>	<p>Стоимость строительства созданных Бурейской и Зейской ГЭС оценивалась на основе удельных показателей, сколько бы стоило в текущих условиях построить данные гидроузлы, принимая во внимание их технические параметры.</p> <p>При этом по размерам Бурейская и Зейская ГЭС являются почти самыми крупными среди рассматриваемых гидроузлов, что объясняет самую высокую стоимость строительства, только Амазарская ГЭС (1500 МВт) превосходит размер Зейской ГЭС (1330 МВт), однако Зейская ГЭС характеризуется самым крупным водохранилищем среди рассматриваемых (2419 км²), что также объясняет высокую стоимость строительства данного гидроузла.</p> <p>Что касается Транссибирской ГЭС, действительно, стоимость строительства гидроузла определена на основе Декларации о намерениях строительства 2012 г. в размере 59 млрд. руб. Не ясно обоснование приводимого коэффициента индексации 1,2, однако его применение давало бы в результате стоимость 70,8 млрд. руб., а не указываемую рецензентами – 66,7 млрд. руб. Однако для финансово-экономической модели использовался коэффициент индексации 1,13, стоимость строительства – 67,1 млрд. руб. Стоимость плотин каскада Транссибирской ГЭС и Утесной ГЭС скорректирована.</p>

5	Согласно нашему предложению, факторы «Макроэкономическая эффективность» и «Бюджетная эффективность» были объединены с введением индексов. Сравнение бюджетной эффективности Транссибирской ГЭС и Транссибирской ГЭС вместе с контррегулятором (УтеснойГЭС) указывает на искажение пропорций расчетов. Мы также рекомендовали отнести результирующий показатель к размерам или выработке ГЭС, так как в ином случае он прямо пропорционален количеству затраченных на ГЭС денег, то есть никак не может показывать эффективность вложений.	За счет корректировки в предыдущем замечании искажение в сравнении бюджетной эффективности Транссибирской ГЭС и Транссибирской ГЭС вместе с контррегулятором (УтеснойГЭС) устраняется. Расчет относительных показателей может быть проведен при доработке методики.
6	Мы предложили уточнить фактор «Изменение занятости», не учитывая в нем временных строителей либо присвоив этой категории весовой коэффициент, отличающий их трудоустройство от постоянных рабочих мест, образующихся в результате строительства и эксплуатации плотины. Также при дальнейшей оптимизации показателя рекомендуется учитывать людей, лишившихся мест работы в результате строительства плотины (преимущественно местное население, вытесняемое изменением среды обитания и приходом внешней рабочей силы).	Учет при определении фактора «Изменение занятости» занятых во время строительства гидроузлов обоснован, так как практическая реализация проектов подтверждает, что существенная доля строителей оседает в районе строительства и находит применение своему труду на эксплуатации ГЭС и созданных в процессе строительства объектах инфраструктуры. Учет людей, лишившихся мест работы в результате строительства, затруднен ввиду отсутствия примеров в международной практике учета подобных влияний.
7	В соответствии с методикой учет изменений в рыбном хозяйстве предлагается оценивать на основе оценки рыбопродуктивности водохранилищ рассматриваемых гидроузлов. Мы не можем согласиться с подобным подходом для данного исследования. В частности, методика по прогнозированию биологической продуктивности В. В. Бульона (Зоологический институт РАН) и С. Е. Сиротского (ИВЭП ДВО РАН) не учитывает снижение рыбопродуктивности и изменение видового состава рыб на естественных реках выше и ниже по течению от водохранилища. Таким образом, фактор изменения рыбного хозяйства в результате развития гидроэнергетики не рассматривается в масштабе общеконтейнерной оценки. Помимо этого, мы считаем, что рыбопродуктивность не равнозначна вовлечению ресурса в рациональное природопользование. Например, на Нижнем Амуре высока рыбопродуктивность частика, но его практически не ловят (по сравнению с имеющимися рыбными запасами), так как регион удален от рынков сбыта и характеризуется малой населенностью. Аналогичный результат наблюдается на удаленных водохранилищах: в частности, в результате строительства Зейского водохранилища рыбы стало резко меньше в Зее в районе г. Благовещенск, при этом ее стало больше в районе п. Бомнак, расположенном выше по течению от Зейского водохранилища.	Работы по прогнозированию биологической продуктивности В. В. Бульона (Зоологический институт Российской академии наук) и С. Е. Сиротского (Институт водных и экологических проблем Дальневосточного отделения Российской академии наук) признаны не только в России, но и на международном уровне. Кроме того, предлагаемый подход апробирован и применяется на практике по отношению к существующему Зейскому и формирующемуся Бурейскому водохранилищам, а также использован для прогноза рыбопродуктивности Нижне-Бурейского водохранилища (в составе проектной документации, получившей положительное заключение Главгосэкспертизы).

8	Результаты оценки затопления земель лесного фонда и сельскохозяйственных угодий представлены в исследовании весьма наглядно. Методика учета затопления месторождений полезных ископаемых и памятников культурного наследия / археологии требует дальнейших уточнений: на наш взгляд, полученные в ходе применения предложенного способа оценки результаты не вполне репрезентативны.	На основе данных геоинформационной оболочки Федерального агентства по недропользованию (РОСНЕДРА) сопоставляются местоположения месторождений полезных ископаемых с зонами затопления водохранилищ рассматриваемых гидроузлов. Данный фактор оценивается количеством месторождений / проявлений полезных ископаемых, попадающих в зону затопления водохранилища. Т.к. месторождения различных ископаемых могут иметь различную ценность, соответственно, наиболее ценные должны оказывать большее влияние на показатель данного фактора. Уточнение методики для учета ценности месторождений различных типов полезных ископаемых может быть проведено при дальнейшей доработке методики.
9	При представлении итоговых результатов ранжирования створов желательнее уточнить, как получен интегральный показатель и почему его применение корректно.	Для определения интегрального показателя проведена нормализация показателей по всем факторам (шкала от 1 до 10), т.к. показатели по всем факторам имеют различную размерность, например, некоторые выражены в процентах, некоторые – в денежных единицах, а некоторые – в штуках и т.п. Интегральный показатель определяется как сумма показателей всех используемых факторов. При этом в случае необходимости он может быть рассчитан как среднее арифметическое либо как среднее геометрическое.
10	По нашему мнению, на текущий момент в оценке представлен недостаточно разносторонний набор факторов, и многие из них сильно взаимосвязаны. В результате многие факторы единообразно характеризуют рассматриваемые в исследовании ГЭС, что приводит к малым различиям при сравнении получаемых интегральных показателей. Так, 20 из 26 ГЭС оценены в узком интервале значений от 25 до 35, что вызывает трудности их дифференциации.	Уточнение методики с учетом использования других факторов может быть проведено при дальнейшей доработке методики.
11	В начале работ по исследованию рассматривалась возможность дальнейшего объединения экологической и социально-экономической оценок в единую методику. Однако в результате оказалось, что ввиду разнородности методик интеграция экологической и социально-экономической оценок в настоящее время не может быть выполнена. Также интерпретация результатов социально-экономической оценки с нашей стороны затруднена тем, что для большинства выбранных створов были использованы иные базовые характеристики рассматриваемых ГЭС, чем заложенные ранее в экологическую оценку.	При проведении нормализации интегральных экологических показателей (шкала от 1 до 10) может быть осуществлена объединенная оценка рассматриваемых гидроузлов по экологическим и социально-экологическим факторам. При ранжировании ГЭС по объединенному интегральному показателю возможно определение гидроузлов с наилучшим балансом социально-экономического эффекта и воздействия на окружающую среду. Характеристики некоторых гидроузлов могут отличаться, т.к. основываются на современных проработках проектных институтов.

Фотографии на обложке предоставлены компанией En+ Group, А. Л. Антоновым, Е. А. Симоновым.
Cover photos are presented by En+ Group, Alexander L. Antonov, Eugene A. Simonov.



КОМПЛЕКСНАЯ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ БАСЕЙНА РЕКИ АМУР

Доклад содержит результаты совместного исследования, выполненного WWF России и En+ Group. Цель исследования – изучить возможное воздействие гидроэнергетики на экологическое состояние и социально-экономическое развитие бассейна реки Амур.

Всемирный фонд дикой природы (WWF России) www.wwf.ru

En+ Group www.enplus.ru

ОАО «ЕвроСибЭнерго» www.eurosib.ru

© WWF России, En+ Group
Москва, 2015 г.

COMPREHENSIVE ENVIRONMENTAL AND SOCIO-ECONOMIC ASSESSMENT OF HYDROPOWER DEVELOPMENT IN THE AMUR RIVER BASIN

The report contains the results of a joint research project conducted by WWF-Russia and En+ Group. The research aimed to study the possible impact of hydropower facilities on the ecosystem and socio-economic development of the Amur basin.

WWF-Russia www.wwf.ru

En+ Group www.enplus.ru

EuroSibEnergо Company www.eurosib.ru

© WWF-Russia, En+ Group
Moscow, 2015

