

УДК 574

О.И. Никитина<sup>1,2</sup>, Е.А. Симонов<sup>3,4</sup>, Е.Г. Егидарев<sup>1,5</sup>, [onikitina@wwf.ru](mailto:onikitina@wwf.ru)

<sup>1</sup>*Всемирный фонд дикой природы (WWF России), г. Москва, Россия*

<sup>2</sup>*Институт водных проблем Российской академии наук, г. Москва, Россия*

<sup>3</sup>*Международная коалиция «Реки без границ», г. Далянь, Китай*

<sup>4</sup>*Государственный природный биосферный заповедник Даурский,  
с. Нижний Цасучей, Россия*

<sup>5</sup>*Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения  
Российской академии наук, г. Владивосток, Россия*

## **ОЦЕНИВАЯ ИЗДЕРЖКИ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ: МЕТОДЫ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОХРАНЕНИЯ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ В БАССЕЙНЕ АМУРА**

Рассмотрено влияние существующих и потенциальных плотин на экосистемы бассейна реки Амур; описаны методы снижения этого влияния с помощью трех методов на различных этапах развития гидроэнергетики. Анализ показал, что ранняя стратегическая оценка и превентивная защита ценных участков реки более продуктивны, чем попытки реализовать экологические попуски.

*Ключевые слова: гидроэнергетика, плотина, ущерб, экосистема, природоохранные меры.*

O. Nikitina<sup>1,2</sup>, E. Simonov<sup>3,4</sup>, E. Egidarev<sup>1,5</sup>, [onikitina@wwf.ru](mailto:onikitina@wwf.ru)

<sup>1</sup>*World Wide Fund for Nature (WWF-Russia), Moscow, Russia*

<sup>2</sup>*Water Problems Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow,  
Russia*

<sup>3</sup>*Rivers without Boundaries International Coalition, Dalian, China*

<sup>4</sup>*Daursky State Nature Biosphere Reserve, Nizhny Tsasuchey, Russia*

<sup>5</sup>*Pacific Geographical Institute of the Far Eastern Branch of the Russian  
Academy of Sciences, Vladivostok, Russia*

## **EVALUATING HYDROPOWER COSTS: METHODS AND EFFICIENCY OF FRESHWATER ECOSYSTEM CONSERVATION IN THE AMUR BASIN**

The impact of existing and potential hydropower dams on the ecosystems of the Amur River basin is discussed in the light of three different methods for reducing this impact at various stages of hydropower development. The analysis shows that early strategic assessment and preventative protection of key river stretches have been a more productive approach than post-construction attempts to implement environmental flow releases.

*Keywords: hydropower, dam, damage, ecosystem, conservation measures.*

### ***Введение***

Здоровье водных экосистем определяется количеством и качеством воды, связью водных объектов с другими частями экосистемы, условиями среды

обитания, а также разнообразием видов животных и растений (Poff et al. 1997). При развитии гидроэнергетики недостаточное внимание уделяется факторам воздействия плотин на окружающую среду, таким как нарушение естественного режима стока, фрагментация речной экосистемы, пресечение путей миграции и изменение мест обитания видов, трансформация стока наносов и русловых процессов и др. Для анализа мер по минимизации воздействия гидроэнергетики на экосистемы рассмотрен бассейн реки Амур. Эта речная система располагается на территории России, Китая и Монголии. Пойма Амура и его притоков образует пояс водно-болотных угодий с высокой биологической значимостью (Симонов и др., 2008). К 2019 году в бассейне Амура построено около ста плотин, в том числе девятнадцать крупных, три из которых расположены в его российской части, на реках Зея и Бурея. Снижение стока Зеи и Буреи в летние и осенние месяцы обусловило сокращение площадей пойменных озер и нерестилищ рыб (Семенченко, 2008). Снижение транспортирующей способности реки привело к образованию островов в нижнем течении р. Зея (Гусев, 2008). В статье описаны методы комплексного снижения негативных экологических воздействий при планировании и эксплуатации плотин ГЭС.

### ***Материалы и методы исследования***

Нами рассмотрены примеры применения трех разных методов:

#### ***1. Экологические попуски для компенсации ущерба от построенных плотин***

Трансформация режима стока в нижнем бьефе гидроузла – один из основных неблагоприятных факторов, оказываемых на водные экосистемы. Важная мера компенсации – реализация экологического попуска, т.е. сброса определенного объема воды из водохранилища для имитации естественной изменчивости стока воды и наносов. К настоящему времени режимы экологических попусков из водохранилищ на реках Зея и Бурея не разработаны. Их реализация требует разработки нормативно-правовой базы, а также интереса и активности тех групп населения, которые могли бы выиграть от осуществления попусков (судоходство, рыболовство, рекреация и др.).

#### ***2. Методика бассейновой экспресс-оценки развития гидроэнергетики***

На предварительной стадии обсуждения проектов плотин следует определить их зону влияния, классифицировать вероятные гидроузлы и сценарии развития гидроэнергетики по степени возможного ущерба. Разработанная методология основана на экспресс-моделировании потенциального воздействия плотин на речные экосистемы и направлена на снижение ущерба окружающей среде. Для сценарной оценки влияния разных плотин на речной бассейн выбраны пять факторов воздействия: (1) изменение гидрологического режима в нижнем бьефе; (2) трансформация водных экосистем в верхнем бьефе; (3) блокирование бассейна; (4) фрагментация бассейна; (5) изменение стока наносов. Для анализа в бассейне Амура выделено 214 участков. Параметры гидроузлов использованы из планов, схем освоения, технической документации. Объем водохранилищ и среднегодовой сток в

расчетных створах получены из справочников, проектов ГЭС, геоинформационного моделирования и Схем комплексного использования и охраны водных объектов бассейна реки Амур. Для определения линий потоков и границ водосборных бассейнов использован программный модуль Hydrosheds. Обработка снимков проведена в программе Erdas Image, экспертное дешифрирование – в программе ArcGIS 10. Источники картографической информации: космические снимки спутников Landsat и Aster, сервис Google «Планета Земля»; база данных топографической радарной съемки Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM), база данных о крупных водных объектах SRTM Water Body Data (SWBD); векторные топографические карты масштабов 1:500 000 – 1:100 000. Показатели факторов влияния рассчитаны для каждого участка реки при разных сценариях освоения гидроэнергетического потенциала. Полученные результаты каждого расчетного участка в сценарии суммируются отдельно по анализируемым факторам воздействия. Для возможности сравнить разные сценарии рассчитывается среднее геометрическое факторов воздействия ( $INT_5$ ) по формуле:

$$INT_5 = \sqrt[5]{(1) * (2) * (3) * (4) * (5)}$$

Для определения эколого-экономической эффективности плотины используется удельный показатель, демонстрирующий величину воздействия ГЭС в расчете на единицу выработки энергии.

Для устойчивого развития гидроэнергетики следует стремиться к минимизации как интегрального, так и удельного показателей воздействия. При планировании плотин следует определить допустимые пределы по каждому из пяти факторов (Симонов и др., 2015). С помощью этой методики можно быстро классифицировать разные сценарии развития гидроэнергетики по степени их совокупных негативных экологических воздействий. Инвесторам это дает возможность сосредоточиться на менее рискованных проектах, а природоохранным организациям – на исключении из планирования створов, где ГЭС нанесут наибольший ущерб.

### *3. Сохранение речных экосистем при создании особо охраняемых природных территорий*

Один из подходов по предотвращению негативного воздействия плотин – создание особо охраняемых природных территорий (ООПТ). В рассмотренных нами случаях основной задачей создания ООПТ было предотвращение создания плотин на ценных участках реки, а не компенсация воздействия плотин, строящихся на другом участке.

## **Результаты**

1. Для определения режимов экологических попусков необходима информация о местах нереста, промысловых запасах и экологических условиях для основных видов рыб рр. Зея и Бурея, однако такие материалы отсутствуют. Поэтому крайне сложно оценить ущерб, нанесенный существующими плотинами, разработать и внедрить меры для его минимизации и компенсации, в т.ч. режимы экологических попусков. Существующая законодательная база не

вынуждает участников водохозяйственного комплекса реализовывать меры по сохранению и восстановлению водных экосистем. Другой причиной отсутствия попусков является недостаточное влияние и интерес со стороны групп общества, которым они могли бы принести потенциальную выгоду.

2. В 2011 году компания En+ Group объявила о намерениях построить Транссибирскую (Шилкинскую) ГЭС на реке Шилка в Забайкальском крае, против чего резко выступило местное население, ученые и экологи. Всемирный фонд дикой природы (WWF России) вместе с другими общественными экологическими организациями провели обширную кампанию с целью проинформировать о потенциальных негативных воздействиях плотины для окружающей среды и населения и получить реакцию от местного населения и властей. В результате компания En+ Group вступила в диалог о вариантах развития гидроэнергетики, и в 2012 году WWF России и En+ Group запустили исследование, целью которого было сравнить сценарии размещения 43 потенциальных плотин и определить варианты с наименьшим воздействием на окружающую среду и максимальной социальной и экономической выгодой. Выводы показали, что Транссибирская ГЭС увеличит интегральное воздействие существующих плотин на экосистемы на 16%. Для сравнения, две новые станции на уже преобразованных плотинами реках Зeya и Буряя могут производить на 20% больше энергии, чем Транссибирская ГЭС, при этом добавляя лишь 4% к существующему интегральному воздействию. Различные сценарии развития с одинаковым объемом выработки энергии могут иметь более чем 10-кратную разницу в потенциальном негативном воздействии на окружающую среду. Совокупное воздействие существующих ГЭС близко к максимально возможному при аналогичном объеме производства энергии, что ограничивает возможности для дальнейшего устойчивого развития гидроэнергетики в бассейне Амура (Симонов и др., 2015). Компания En+ Group указала, что по результатам исследования Транссибирская ГЭС не является сбалансированным проектом с точки зрения комплексного подхода; в дальнейшем компания не занималась проработкой данного проекта.

3. В бассейне Амура предотвращение ущерба экосистемам от строительства гидротехнических сооружений было одной из ведущих задач при создании нескольких ООПТ. В 1998 году в Амурской области для охраны слияния рек Нора и Селемджа был создан Норский заповедник – на участке, где в начале 1990-х годов было предложено создание Дагмарской ГЭС ([http://norzap.ru/index/nasha\\_istorija/0-69](http://norzap.ru/index/nasha_istorija/0-69)). Позднее по аналогичным соображениям были созданы природный резерват «Тайпингоу» в провинции Хэйлунцзян в Китае и два заказника в Забайкальском крае в России. В 2013–2015 гг. местные власти, WWF России, коалиция «Реки без границ» и ученые проводили оценки и участвовали в переговорах о создании охраняемой природной территории в долинах рек, где одной из потенциальных угроз было строительство плотин. В декабре 2015 года вдоль рек Шилка, Аргунь и Амур был создан Верхнеамурский заказник площадью 239 639 га. Его территория охватывает те участки, где было запланировано строительство плотин на р. Шилка, а также в верховьях Амура. В условиях наличия заказника

дальнейшее планирование и развитие водохозяйственной инфраструктуры на данной территории законодательно запрещено. Население поддерживало создание ООПТ как альтернативу плотинам, т.к. ожидало, что создание ГЭС негативно повлияет на традиционный уклад и уровень жизни местных жителей.

### ***Обсуждение и выводы***

Существует несколько подходов к минимизации влияния плотин на экосистемы. Эффективность их применения зависит как от социально-политического контекста, так и от методических подходов. На примере бассейна Амура показано, что превентивное сохранение ценных участков рек путем создания охраняемых природных территорий и бассейновый подход для оценки влияния потенциальных плотин эффективнее мер компенсации негативного влияния уже построенных. Учитывая фактическое отсутствие эффективных мер компенсации, следует вводить в практику обязательное проведение стратегической экологической оценки и оценивать альтернативы до начала проектных обоснований конкретной плотины. Важной мерой для сохранения пресноводных экосистем должно быть сохранение еще не зарегулированных плотинами притоков и основного русла Амура свободно текущими.

Работа выполнена при финансовой поддержке Всемирного фонда природы (номер проекта RU009604-18-20/4/1).

### **Библиографический список**

1. *Гусев М.Н.* Русловая деятельность магистральных рек Амурской области в условиях современного хозяйствования / М. Н. Гусев, Ю. В. Помигуев // География и природные ресурсы. 2008. № 2. С. 45–50.
2. *Семенченко Н.Н.* Гидрологический режим р. Амур и численность промысловых пресноводных рыб // Современное состояние водных биоресурсов: мат-лы науч. конф., посвящ. 70-летию С.М. Коновалова. Владивосток: ТИПРО-центр, 2008. С. 246–250.
3. *Симонов Е.А., Егидарев Е.Г. и др.* Комплексная эколого-экономическая оценка развития гидроэнергетики бассейна реки Амур / общ. ред. Никитина О. И., Меньшиков Д. А. Всемирный фонд дикой природы (WWF), En+ Group. М.: WWF России, En+ Group, 2015. 279 с.
4. *Poff, N. L. et al.* The natural flow regime: a paradigm for river conservation and restoration. *Bioscience* 47: 769-784 (1997).
5. *Simonov E., Dahmer T. (Ed.)* Amur-Heilong River Basin Reader. Hong Kong: Ecosystems Ltd, 2008. p. 426.
6. Норский заповедник. Официальный сайт.  
[http://norzap.ru/index/nasha\\_istorija/0-69](http://norzap.ru/index/nasha_istorija/0-69)