

УДК 574.63.556.5

С. А. Афанасьев¹, В. Л. Долинский¹, Е. Н. Летицкая¹,
О. А. Голуб¹, Е. Г. Марушевская²

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА МАЛЫХ ГЭС
НА ВОДНУЮ ФАУНУ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ
СОСТОЯНИЕ р. БЕЛЫЙ ЧЕРЕМОШ.
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПОДХОД**

Представлены данные о водной фауне и экологическом состоянии малоизученной части Карпат — р. Белый Черемош, где запланировано строительство каскада малых ГЭС. Разработаны рекомендации с целью минимизации негативных экологических последствий с использованием подходов Международной системы оценки ESIA, которая служит действенным механизмом контроля за строительством и эксплуатацией малых ГЭС.

Ключевые слова: р. Белый Черемош, деривационная ГЭС, донная фауна, макробеспозвоночные, ихтиофауна, дунайский лосось *Nischo nischo*, экологическое состояние.

В течение последних десятилетий реки украинских Карпат испытывают значительную антропогенную нагрузку. Интенсивная вырубка лесов на водосборной площади вызвала усиление и увеличение частоты катастрофических наводнений. Трелевка леса, лесосплав, добыча гальки и др. разрушают речные русла, места нереста и нагула аборигенных видов рыб [11, 16, 24]. Значительное влияние на биоту рек оказывают также хронические и залповые загрязнения [23]. Новая опасность для речной биоты, в особенности для мигрирующих рыб, возникла в связи с освоением гидроэнергетического потенциала карпатского региона. Возможность получения возобновляемой и сравнительно недорогой электроэнергии в сочетании со стимулирующим действием «зеленых тарифов» вызвали бум строительства малых гидроэлектростанций (МГЭС), количество проектов которых в карпатском регионе превышает 500. Строительство и эксплуатация МГЭС вызывают ухудшение экологического состояния рек, прерывают сложившиеся веками пути миграций гидробионтов, приводят к гибели рыб и беспозвоночных в турбинах. При этом необходимо отметить повышенную концентрацию в карпатском регионе охраняемых видов [15, 18, 27—29]. Следует также отметить фрагментарную изученность структуры и функционирования биоты горных рек.

Принятие Украиной национальной «Энергетической стратегии на период до 2030 г.», утвержденной распоряжением правительства от 24 июля

© С. А. Афанасьев, В. Л. Долинский, Е. Н. Летицкая, О. А. Голуб,
Е. Г. Марушевская, 2017

2013 г. № 1071, а также Распоряжение Кабинета Министров Украины «Об одобрении Программы развития гидроэнергетики Украины на период до 2026 года» № 552-р от 13 июля 2016 г., еще более обостряет проблему малых и миниГЭС. Так, фактическое отсутствие адекватной нормативной базы в области экологических оценок последствий строительства МГЭС приводит не только к существенным экологическим проблемам, но и к увеличению напряжения в обществе и негативным реакциям со стороны местного населения.

Международная система оценки Environmental and Social Impact Assessment (ESIA) применяется при предоставлении кредитов Группы Всемирного Банка (ЕБРР, МФК, ВБ и др.), в том числе для финансирования строительства гидроэнергетических объектов в соответствии с «Экологической и социальной политикой ЕБРР» [21]. Кроме того, основные принципы и международная практика проведения оценки воздействия на окружающую среду закреплены в соответствующих директивах Европейского Союза и разъяснениях Группы Всемирного Банка. Система оценки ESIA по отношению к водным объектам предусматривает определенную последовательность шагов: накопление данных о состоянии природной среды, в частности углубленное изучение структуры гидробиоты, прогноз и оценка прямого и косвенного влияния строительства и эксплуатации МГЭС на состояние речной экосистемы в целом и отдельно на рыб и других гидробионтов, анализ биологии охраняемых видов. Также она направлена на разработку мероприятий по смягчению негативного влияния. Конечным документом выполненной оценки является так называемый ESAP — Environmental and Social Actions Plan. Каждый стандартный ESAP содержит перечень экологических и социальных воздействий проекта и перечень связанных с ними мер, а там, где предотвращение невозможно, — перечень смягчающих мер, направленных на улучшение окружающей среды и условий проживания местного населения. В большинстве развитых и многих развивающихся странах ESIA служит действенным механизмом контроля за строительством и эксплуатацией технических объектов (в том числе и МГЭС) и недопущения или минимизации негативных экологических последствий.

В этой связи целью данной работы было изучение структуры биоты одной из практически неизученных рек — р. Белый Черемош, где планируется строительство каскада МГЭС, а также апробация подходов Международной системы оценки ESIA в условиях Украинских Карпат.

Материал и методика исследований. Подход ESIA базируется на глубоком изучении экосистемы реципиента путем проведения натуральных исследований задолго до начала строительства, еще на уровне предпроектных предложений. Такие исследования в объеме экологического блока ESIA по изучению современного состояния экосистемы р. Белый Черемош для дальнейшего прогноза последствий планируемого строительства двух МГЭС были проведены нами в 2012 (посезонно) и 2015 г. (лето).

В ходе исследований согласно методологии ESIA был разработан перечень створов наблюдений, выделены гомогенные участки водотока, проведена экспертная оценка степени нарушенности русловой системы реки и

выполнен поиск эталонных (ненарушенных) створов для сравнения их экологического состояния. Были исследованы главное русло р. Белый Черемош и устьевые участки ряда ее притоков, а также пойма с зарослями кустарников и луговой растительности. Особое внимание было уделено участкам в местах будущего строительства МГЭС, участку около существующей Яблунницкой МГЭС (как аналога для оценки влияний), устьевым участкам притоков Яловичора, Срибнык и Лопушна. Всего было изучено 16 участков протяженностью от 100 до 300 м. Для каждой точки обследования были заполнены формы «Полевой протокол ...» [1].

Оценку экологического состояния проводили с соблюдением требований Директивы 2000/60/ЕС (ВРД) [2] по разработанной нами системе оценочных таблиц RQBA [22]. В качестве референсных использовали показатели, приведенные в работе [1]. Пробы макрофауны отбирали в типичных биотопах с учетом типа грунта, скорости течения, глубины, типа русловых процессов, характера водной растительности по схеме AQUEM/STAR с помощью стандартного метода ЕС «kick and sweep» [34]. Пробы фиксировали и обрабатывали в лаборатории. Гидроморфологическую оценку проводили основываясь на стандарте EN 14614.

Для сбора ихтиологического материала применяли мальковую волокушу, тканку, сачок, ставные и рамочные сети (Разрешение № 1 от 15.05. 2012 г.). Идентификацию взрослых рыб проводили непосредственно на месте, все экземпляры краснокнижных видов после измерения и взвешивания были возвращены в реку. Взрослые экземпляры других видов и молоди, которые не могли быть идентифицированы на месте, фиксировали для проведения полного биологического анализа в лабораторных условиях. Также учитывали информацию, полученную от рыбаков-любителей и работников местных лесхозов. Номенклатура рыб приведена согласно [9].

Физико-географическое описание объекта исследований и краткая характеристика проектируемых МГЭС. Река Белый Черемош берет начало от слияния рек Перкалаба и Сарата выше с. Нижний Яливец на высоте 957 м н. у. м. Через 51 км на высоте 483 м н. у. м. р. Белый Черемош сливается с р. Черный Черемош, вследствие чего образуется р. Черемош — приток р. Прут. Площадь бассейна р. Белый Черемош 632 км², средний уклон — около 9,5 м/км [3]. Максимальная скорость, зарегистрированная нами весной, достигала 2,3 м/с. Наибольшие средние месячные расходы воды приходятся, как правило, на март — май, а наименьшие — на январь — февраль.

Река богата естественными порогами, кроме того, на расстоянии 10 км от устья находится плотина Яблунницкой ГЭС деривационного типа мощностью 1,2 МВт. Она была построена еще в 1950-х годах, восстановлена и пущена в эксплуатацию в 2009 г. с отсутствием рыбохода и рыбозащиты. В результате мощного паводка плотина была частично разрушена, но работа ГЭС продолжается. По нашим наблюдениям в августе 2012 г. на участке ниже плотины Яблунницкой МГЭС расход воды составлял 0,03 м³/с, а выше плотины — 8,4 м³/с, то есть, практически весь сток реки направлялся на турбины.

На р. Белый Черемош планируется строительство еще двух ГЭС. В частности русловую малую Голошинскую ГЭС-1 общей установленной мощностью около 480 кВт намечается построить на территории с. Голошина на участке, расположенном в 20 км от устья на высоте около 670 м н. у. м. с подъемом уровня воды около 6 м. Проектом предусмотрен монолитный рыбоход лоткового типа с неполными перегородками [10]. Строительство Голошинской ГЭС-1 планируется проводить в несколько этапов, один из которых предусматривает перекрытие реки. После перекрытия возводится водосливная плотина и осуществляется подготовка ложа водохранилища.

Голошинскую деривационную ГЭС-2 планируют построить на территории с. Голошина примерно в 28 км от устья. ГЭС-2 является станцией смешанного типа, в которой напор создается плотиной и деривационным тоннелем с общим напором 18 м. В русле реки строятся только два сооружения: водоприемник и на расстоянии примерно 1 км по руслу — водовыпуск. Напорный подземный тоннель и здание ГЭС-2 строятся за пределами русла. Все земляные работы по строительству обеих ГЭС планируются с применением бульдозеров, экскаваторов, буровых машин и взрывных технологий.

Результаты исследований и их обсуждение

Анализ литературных источников по гидрофауне украинских Карпат показал отсутствие комплексных работ по изучению водных сообществ р. Белый Черемош. Найдена информация лишь о некоторых группах беспозвоночных, преимущественно для участков бассейна р. Прут [4—8, 25, 26, 29, 33].

По нашим данным в р. Белый Черемош насчитывается 138 видов донных макробеспозвоночных из 20 таксономических групп. По показателям численности и биомассы доминируют амфибиотические насекомые. Наиболее разнообразными были поденки — 25 видов, ручейники — 21, олигохеты — 19, веснянки — 14, хирономиды — 18, другие двукрылые — 14 видов. Прочие группы представлены 1—5 видами.

Наиболее массовыми были нимфы поденок *Ameletus inopinatus* Eaton, 1887, *Baetis alpinus* Pictet, 1845, *B. muticus* (Linnaeus, 1758), *B. rhodani* (Pictet, 1843), *B. vernus* Curtis, 1834, *B. fuscatus* (Linnaeus 1761), *Rhithrogena austriaca* Sowa & Weichselbaumer, 1988, *Ecdyonurus venosus* (Fabricius, 1775), *Heptagenia flava* Rostock, 1878, *Caenis macrura* Stephens, 1835, *Centroptilum. luteolum* (Müller, 1776), *Ephemerella notata* Eaton, 1887, *Ephemera lineata* Eaton, 1870.

Из нимф веснянок часто встречались *Perlodes microcephalus* (Pictet, 1833), *Isoperla grammatica* (Poda, 1761), *I. obscura* (Zetterstedt, 1840), *Perla abdominalis* Burmeister, 1839, *P. marginata* (Panzer, 1799), *P. bipunctata* Pictet, 1833, *Taeniopteryx nebulosa* (Linnaeus, 1758), *Protonemura aestiva* Kis, 1965, *Capnia atra* Morton, 1896, *Leuctra albida* Kempny, 1899, *L. carpathica* Kis, 1966, *Nemoura cinerea cinerea* (Retzius, 1783), *N. carpathica* Illies, 1963.

В заметных количествах встречались личинки ручейников *Anabolia nervosa* Brauer, 1857, *Brachycentrus montanus* Klapalek, 1892, *Drusus trifidus*

Mclachlan, 1868, *Ecnomus tenellus* (Rambur, 1842), *Glossosoma conformis* Neboiss, 1963, *Goera pilosa* (Fabricius, 1775), *Halesus auricolis* Pictet, 1834, *Hydropsyche bulbifera* Mclachlan, 1878, *H. incognita* Pitsch, 1993, *H. instabilis* (Curtis, 1834), *H. pellucidula* (Curtis, 1834), *Polycentropus flavomaculatus flavomaculatus* (Pictet, 1834), *Rhyacophila nubila* (Zetterstedt, 1840), *R. septentrionis* Martynov, 1913, *Stenophylax latipennis* (Mclachlan, 1875).

Высоким видовым богатством отличались личинки хирономид, из которых массового развития достигали *Apsectrotanypus trifascipennis* (Zetterstedt, 1838), *Cricotopus* gr. *algarum* Kieffer, 1911, *Diamesa longipes* Goetghebuer, 1941, *Dicrotendipes nervosus*-Gr., *Eukifferella hospita* Goetghebuer, 1949, *Polypedilum nubeculosum* Gr., *Psectrocladius psilopterus* (Kieffer in Kieffer & Thienemann, 1996), *Pseudodiamesa arctica* (Malloch, 1919), *Trissocladius potamophilus* (Tshernovskij, 1949) и др.

Из малоцетинковых червей массового развития достигали представители сем. Naididae *Nais barbata* Müller, 1773, *N. bretscheri* Michaelsen, 1899, *N. communis* Piguët, 1956, *N. elinguis* Müller, 1773 и *Stylaria lacustris* (Linnaeus, 1767). Плоские черви были представлены *Dendrocoelum lacteum* Duges, 1835. Из моллюсков отмечены *Ancylus fluviatilis* O.F. Müller, 1774, *Bythinella austriaca* (Frauenfeld, 1857). Среди ракообразных отмечено массовое развитие гаммарид *Gammarus balcanicus* Schäferne, 1922.

В водах р. Белый Черемош зарегистрированы виды, которые относятся к категории исчезающие (EN) в Карпатском красном списке: *Trocheta bykowskii* Gedroyc, 1913, *Calopteryx splendens* (Harris, 1782), *Cordulegaster bidentata* Selys, 1843, *Isogenus nubecula* Newman, 1833, *Isoperla grammatica*, *I. obscura*, *Perla burmeisteriana* Claasen, 1936, *Xanthoperla apicalis* (Newman, 1936), *Atherix ibis* (Fabricius, 1798) [29].

Исследования ихтиофауны р. Белый Черемош начались еще в XIX веке, когда территория Буковины входила в состав Румынии, а Галиции — в состав Польши. А. Завадзкий [35] и М. Новицкий [31] вели ихтиологические исследования в карпатских реках в интересах рыболовства. Довольно тщательные исследования ихтиофауны реки провел В. Кульматицкий [30]. В советский период большой вклад в изучение рыбных ресурсов Буковины (в том числе р. Белый Черемош) внес И. Шнаревич [19—20]. В 2011 г. таблицу с перечнем видов рыб в реках Буковины привел О. Худый [17]. Всего по данным, опубликованным в разное время, ихтиофауна р. Белый Черемош насчитывает 11 видов, из которых нами не найдены налим речной, микижа (форель радужная) и пескарь карпатский, но впервые были отмечены минога украинская, быстрянка обыкновенная и дунайская золотистая щиповка. В целом список отмеченных нами в период исследований рыб также состоит из 11 видов: *Eudontomyzon mariae* (Berg, 1931), *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758), *Chondrostoma nasus* (Linnaeus, 1758), *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782), *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758), *Barbus barbus* (Linnaeus, 1758), *Sabanejewia bulgarica* (Drensky, 1928), *Barbatula barbatula* (Linnaeus, 1758), *Salmo trutta* Linnaeus, 1758, *Hucho hucho* Linnaeus, 1758 и *Cottus gobio* Linnaeus, 1758. Из них три вида занесены в Красную книгу Украины: *Eudon-*

tomyzon mariae — минога украинская, *Barbus barbuis* — усач обыкновенный и *Hucho hucho* — лосось дунайский.

Для выполнения ESIA необходимо представить характеристику и провести оценку экологического состояния участков, расположенных непосредственно в зоне влияния и выше строительства МГЭС, где потенциально могут находиться нерестилища мигрирующих видов рыб. Такая характеристика и результаты гидроморфологической и гидробиологической оценок, основанные на анализе «Полевых протоколов» за весь период исследований, а также на результатах лабораторной обработки проб, призваны служить отправной точкой для последующего мониторинга после ввода в эксплуатацию МГЭС.

Участок верхнего течения р. Белый Черемош в зоне впадения в него р. Яловичора находится на высоте 865 м н. у. м. Русло с обрывистыми берегами и небольшой шириной (12—14 м в весенний и 6—8 м в меженный период). Глубина колеблется в пределах 10—60 см, течение бурное, 0,22—0,42 м/с весной и 0,24—0,49 м/с летом. Водная растительность представлена преимущественно прибрежными осоками и небольшим количеством мха *Fontinalis* sp. в обрастании камней. Здесь встречается значительное количество макробеспозвоночных, которые в основном представлены личинками и нимфами: веснянок, поденок, ручейников, хирономид, мошек и прочих двукрылых, а также гаммарид и олигохет, водных жуков и клопов. Ихтиофауна представлена голяном, ручьевой форелью и бычком подкаменщиком. Кроме того, на этом участке обнаружены места нереста и нагула молоди дунайского лосося. Из других охраняемых позвоночных здесь встречалась жерлянка желтобрюхая *Bombina variegata* Linnaeus, 1758.

Обобщенная оценка в ходе исследований весной и осенью показала, что по гидроморфологическим параметрам русло, характеристики потока и береговой линии имеют 1-й класс, пойма — 2-й класс качества. Биологическая индикация показывает, что по блоку «качество воды» средневзвешенный показатель равен 1,3, то есть вода относится к категории «чистая», средневзвешенный показатель по всем блокам равен 1,2, что соответствует экологическому статусу «отличный».

Участок р. Белый Черемош в зоне впадения р. Срибнык расположен на высоте 839 м н. у. м. Река имеет обрывистую береговую линию, узкое русло (от 8 до 17 м), небольшие глубины (12—60 см), течение бурное (0,21—0,36 м/с). Встречаются только прибрежно-пойменные высшие растения. Из макробеспозвоночных отмечены веснянки, поденки, ручейники, хирономиды, мошки и другие двукрылые, гаммариды и олигохеты. Ихтиофауна представлена ручьевой форелью, голяном и бычком подкаменщиком. На этом участке также обнаружены места нереста и нагула дунайского лосося. Из позвоночных, занесенных в ККУ, встречались тритон карпатский — *Lissotriton montandoni* (Boulenger, 1860) и жерлянка желтобрюхая.

Обобщенная оценка по гидроморфологическим параметрам показала, что русло, характеристики потока, берег — 1-й класс, пойма — 2-й класс. По биологическим параметрам средневзвешенный показатель по блоку «каче-

ство воды» и суммарно по всем блокам равны 1,3, то есть вода относится к категории «чистая», река в целом имеет «отличный» экологический статус.

Участок выше с. Голошина в урочище Иверец расположен на высоте 829 м н. у. м. Река имеет обрывистые берега, ширина русла 11—18, глубина от 10 см в прибрежной полосе до 60 см в углублениях. Скорость течения 0,22—0,36 м/с. Растительность преимущественно прибрежно-пойменного комплекса, водных макрофитов не отмечено. Среди макробеспозвоночных преобладают насекомые: веснянки, поденки, ручейники, хирономиды, мошки и другие двукрылые. Встречаются олигохеты, гаммариды, жуки. Среди позвоночных отмечены голян, бычок подкаменщик и ручьевая форель, а из занесенных в ККУ — жерлянка желтобрюхая.

По гидроморфологическим параметрам русло, поток и берег — 1-й класс, пойма — 2-й класс, по биологическим параметрам вода относится к категории «чистая» (1,3), река имеет «отличный» экологический статус (1,4).

Участок р. Белый Черемош в зоне впадения р. Лопушна расположен на высоте 789 м н. у. м. в кремниевых подстилающих породах. Левый берег преимущественно пологий, правобережная береговая линия обрывистая. Русло реки неширокое (12—18 м) с глубинами 15—60 см, в береговой зоне течение в пределах 0,25—0,38 м/с, на стрежне — 0,51 м/с. Отмечены только прибрежно-пойменные формы растений. Среди донных животных преобладают насекомые: веснянки, поденки, ручейники, хирономиды, мошки и прочие двукрылые, в небольшом количестве встречаются олигохеты и гаммариды. В уловах постоянно отмечен голян, в осенних ловах — форель, а в весенних — лосось, кроме того в пробе бентоса на заиленном песке отмечена личинка миноги *Eudontomyzon mariae*.

По гидроморфологическим параметрам русло, поток и берег — 1-й класс, пойма — 2-й класс. Биологическая оценка качества воды не изменилась, вода относится к категории «чистая» (1,3), река имеет «отличный» экологический статус (1,4).

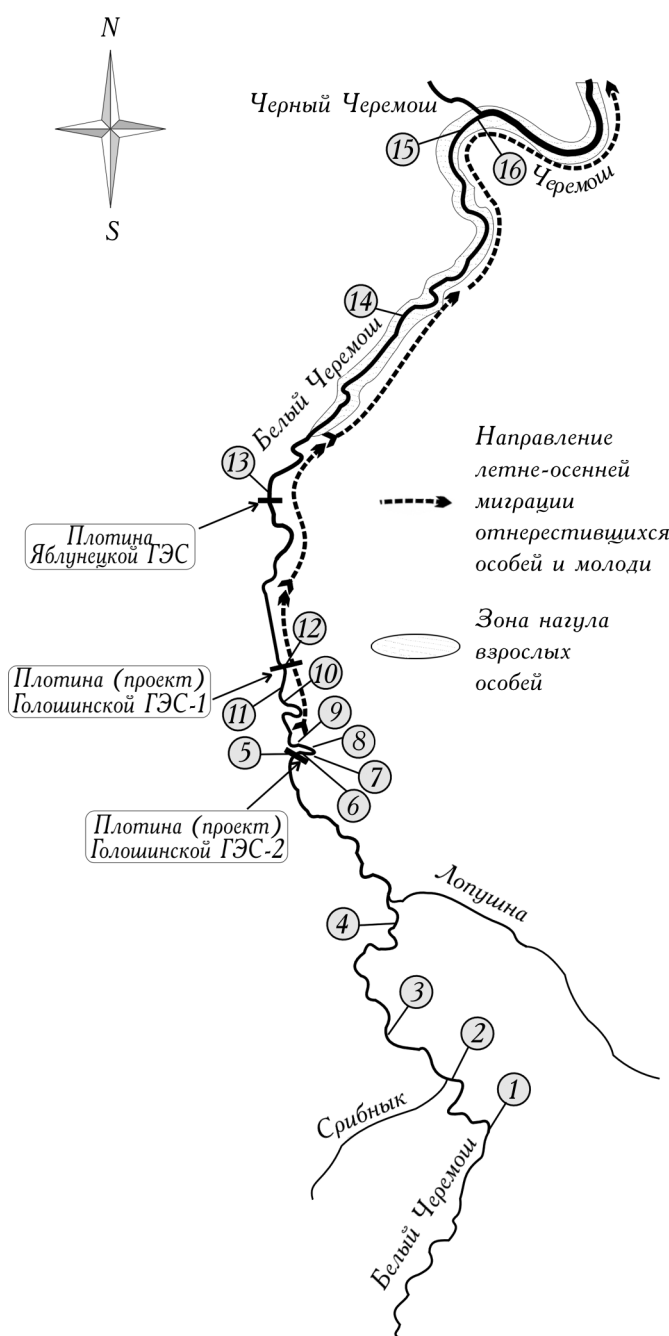
Участок р. Белый Черемош ниже с. Голошина находится на высоте 733 м н. у. м., имеет обрывистые берега и ширину русла 25—30 м. Глубины в реке, несмотря на расширение русловой зоны, тоже увеличиваются, достигая 50 см в береговой зоне и до 1 м в ямах, также возрастает скорость течения (до 1,25—1,50 м/с на стрежне), в меженный период наибольшие скорости течения не превышали 1,44 м/с. Берега незначительно зарастают прибрежными растениями. Отмечаются обрастания твердых субстратов колониями нитчатых водорослей. В структуре группировок донных беспозвоночных существенных изменений не происходит, преобладают те же группы насекомых, доля олигохет увеличивается, количество рачков не изменяется, появляются пиявки, в весенний период в значительном количестве встречаются плоские черви *Crenobia alpina* (Dana, 1766). В уловах постоянно отмечены голян, бычок подкаменщик и ручьевая форель. В весенних уловах изредка присутствуют молодь усача и лосося. Из позвоночных, занесенных в ККУ, на пойме обнаружена *Rana dalmatina* Bonaparte, 1840.

По гидроморфологическим параметрам река имеет 1-й класс качества (исключая характеристики поймы, которая за счет дороги по левому берегу оценена 2-м классом). Результаты биоиндикации показывают, что в летний период вода в реке относится к категории «чистая» (1,4), общий экологический статус оценивается как «отличный» (1,4). В отличие от верхних участков, на этом весной происходило незначительное ухудшение качества воды за счет влияния коммунальных стоков с. Голошина, средневзвешенный показатель по блоку 1,7.

Согласно требованиям ESIA необходимо углубленное изучение биологии, а именно мест нагула и миграций краснокнижных видов рыб, из которых нами зарегистрированы три: минога украинская, усач обыкновенный и лосось дунайский. Информации о достаточно редком виде — миноге украинской крайне мало, в целом в водоемах Украины она практически не изучена [13]. Нами найден только один экземпляр личинки миноги в бентосной пробе на участке неподалеку от впадения р. Лопушна. Находки одного экземпляра обычно недостаточно для выводов о миграционном поведении вида. Однако известно, что нерест миноги украинской происходит в реках на быстром течении [9, 13, 35]. Эмбрионы, вылупившись из икры, относятся течением, по пути своего дрейфа они поселяются в тиховодных местах, погружаясь в илистое дно водоема, где живут несколько лет, превращаясь во взрослую половозрелую форму, которая способна снова подняться вверх по течению и отнереститься. Следовательно, место нереста миноги находится выше впадения р. Лопушна и в условиях Белого Черемоша она является мигрантом.

Гораздо больше информации об усаче обыкновенном [12, 14]. В бассейне р. Прут он населяет среднее течение, доходя до верховья. Проникает в горную зону р. Черемош до с. Усть-Путила, где обитает вместе с дунайским лососем и форелью. В мелкие притоки второго и третьего порядка не проникает [19, 20]. В начале мая происходит нерестовая миграция усача на горные участки Белого Черемоша (рис. 1). Икрометание происходит на песчаных и мелкокаменистых перекатах. Период нереста усача растянут с начала мая по июль [9, 12]. Нами была отмечена миграция усача для размножения практически до места планируемого строительства ГЭС-1.

По данным [19, 20] дунайский лосось распространен в Карпатах до 1400 м н. у. м. Ранее в верховьях р. Черемош и его притоках распространению лосося препятствовали водосборные плотины для лесосплава, выше которых он обычно не встречался. По нашим данным, совпадающим с этим мнением, дунайский лосось живет постоянно от устья Белого Черемоша до с. Яблуница, где держится на участках реки с бурным течением, каменистым дном, у водопадов и порогов, на глубоких плесах, под большими камнями и скалистыми берегами. Выше с. Яблуница взрослые особи поднимаются только в период нереста. Нерест лосося в р. Белый Черемош проходит в конце апреля — начале мая при температуре 5—6°C и совпадает с интенсивным таянием снега в горах и весенним половодьем. Нерест происходит на отмелях песка и галечника, в частности в устьевых зонах притоков Лопушна, Срибник, Яловичора и небольших ручьев, где происходит накопление наносов. Появившаяся молодь концентрируется на мелководных участках реки с



1. Миграции усача обыкновенного после нереста в р. Белый Черемош. Здесь и на рис. 2 цифрами обозначены точки отбора проб (гидрография Google maps).

замедленным течением и постепенно скатывается в низовья реки и далее в р. Черемош (рис. 2).

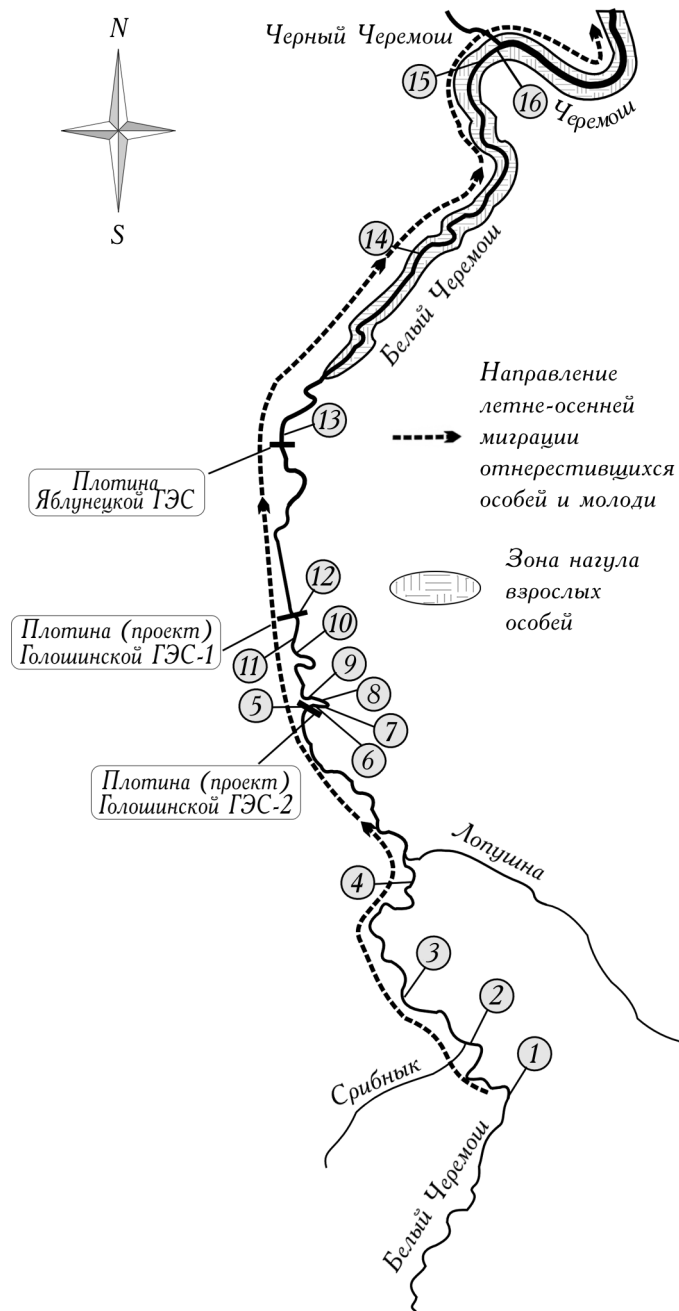
Существующая плотина Яблуницкой ГЭС на сегодняшний день затрудняет восходящую миграцию усача и лосося и преграждает путь другим мигрирующим видам рыб к местам нереста, находящимся выше плотины. Также к фрагментации местобитаний рыб и ухудшению миграционных возможностей приводит наличие в значительной степени обезвоженного вследствие деривации участка ниже плотины.

В ходе выполнения ESIA необходимо дать перечень и предварительный анализ возможных значимых негативных факторов, определить степень влияния строительства и эксплуатации МГЭС как на отдельные виды, так и на состояние речной экосистемы в целом на качественном, а при возможности — на количественном уровне.

Осушение. Технология строительства МГЭС на р. Белый Черемош предусматривает временное осушение определенного

участка русла и перебриску потока воды в искусственное русло. Такая схема может привести к гибели некоторого количества рыб и беспозвоночных, оставшихся в локальных углублениях русла. При средней численности и биомассе беспозвоночных 8300 экз/м² и 16,24 г/м² в зоне планируемого строительства, осушение участка площадью около 3000 м² может привести к гибели около 25 млн. особей.

Взмучивание. Большой объем земляных работ и применение взрывных технологий приведет к попаданию в воду грунта, что вызовет образование шлейфа замутненной воды, длина которого будет зависеть от скорости течения и гранулометрического состава. Этот грунт будет оседать на дно, покрывая нерестовый субстрат литофильных видов рыб. Повышенная мутность может также повредить их жабры. Кроме того, она вызовет интенсификацию процесса дрифта беспозвоночных. Непосредственное негативное влияние от заиления почувствуют в первую очередь нимфы и личинки литофильных насекомых. Напротив, преимущество получают такие



2. Миграции дунайского лосося после нереста в р. Белый Черемош (гидрография из Google maps).

виды, как *Limnodrilus udekemianus* Claparede, 1862, *Lumbriculidae* sp., *Nais barbata*, *Stylodrilus parvus* (Hrabe & Cernosvitov, 1927), *Tubifex* sp., *Cordulegaster bidentata*, *Gomphus vulgatissimus* (Linnaeus, 1758).

Шум. Применение мощных механизмов (бульдозеры, экскаваторы, бурильные машины) и взрывных технологий приведет к значительному повышению шума, негативно повлияет на возможность миграции и на нерестящихся рыб.

Химическое загрязнение. Работа большого количества механизмов в непосредственной близости к реке с относительно небольшим расходом сопряжена с риском попадания в воду горюче-смазочных материалов, которые крайне негативно скажутся на чувствительной к загрязнениям горной фауне.

Обмеление. С началом эксплуатации деривационной ГЭС возникнет диверсификация стока реки. Основной поток пойдет в деривационный тоннель, а на участке естественного русла от водоприемника к водовыпуску расходы значительно уменьшатся, что приведет к его обмелению. В меженный период это уменьшение может быть критическим, вплоть до катастрофического. Будет осушен участок реки длиной почти 1,5 км, что приведет к разрыву миграционных путей как для беспозвоночных, так и рыб. Для поддержания нормальных биологических и санитарных условий жизни любого водотока должен оставаться санитарный минимум, который установлен в размере 75% минимального среднемесячного расхода воды 95%-й обеспеченности. Согласно расчетам [10], такими расходами для р. Белый Черемош на уровне с. Голошина для периода открытого русла являются 0,984 м³/с, а для зимнего периода — 0,477 м³/с. Таким образом, санитарными минимумами для соответствующих периодов являются расходы 0,784 м³/с и 0,357 м³/с.

Однако, наличие в реке такой крупной рыбы, как дунайский лосось вызывает сомнение в достаточности санитарного минимума для обеспечения его жизнедеятельности и, в особенности, для совершения миграций. Дунайский лосось в апреле поднимается для нереста в верховья и в мае возвращается в низовья Белого Черемоша и Черемоша. Критическим и непосредственным фактором для него может стать глубина русла, по которому он должен пройти этот путь и которая может быть определена как:

$$h_{icht} = 1,2H,$$

где h_{icht} — минимальная (ихтиологическая) глубина, м; H — наибольшая высота тела взрослой рыбы. Так, для крупного лосося с высотой тела 20 см, минимальная глубина миграционного пути должна быть не менее 24 см. Получить значение расходов для обеспечения потока с такой глубиной можно расчетным методом. Используя материалы полевых гидроморфологических исследований находим, что на участке естественного русла от водоприемника к водовыпуску, глубине 24 см отвечает ширина русла примерно 6 м, а площадь сечения потока — 1,2 м².

Для определения размера минимальных расходов, которые способны обеспечить заданную минимальную глубину, воспользуемся формулой для определения средней скорости потока при постоянном равномерном турбулентном движении жидкости для случая безнапорного потока — формулой Шези:

$$V = C\sqrt{RI},$$

где V — средняя скорость потока, м/с; R — гидравлический радиус, м (для данного участка — 0,2 м); I — гидравлический уклон (для данного участка — 0,012); C — коэффициент Шези (расчитанный по формуле Г. А. Шестаковой для малых горных рек с галечно-валунных руслом: $C = 7,2 \times I^{0,25} = 21,75$).

Расчет с приведенными параметрами дает: $V = 1,07$ м/с. То есть, для обеспечения на данном участке реки глубины 24 см необходим расход воды $Q_{\text{icht}} = 1,28$ м³/с. Это означает, что на участок природного русла от водоприемника к водовыпуску ГЭС-2 в апреле — мае (время паводка) следует направлять часть потока р. Белый Черемош с расходами не менее 1,28 м³/с, что значительно превышает рекомендованный санитарный минимум.

Зарегулирование стока. Создание плотины с напором 6,4 м приведет к достаточно значимым последствиям. Основная проблема состоит в прерывании восходящей миграции дунайского лосося, усача и других мигрирующих видов к местам нереста, расположенным выше. Кроме того, плотина и создание водохранилища приведут к изменению мест обитания видов беспозвоночных, пространственному и временному разрыву популяций, замене реофильных видов на лимнофильные, нарушению экологических связей. Седиментация и незначительное повышение температуры могут способствовать повышению биопродуктивности. В целом возникнут такие негативные для литореофильной донной фауны факторы: изменение скорости течения, изменение режима стока наносов, изменение гранулометрического состава донных отложений и заиление. Как и в период строительства, негативное влияние от перечисленных факторов почувствуют в первую очередь личинки и нимфы веснянок, поденок и ручейников.

Эксплуатация ГЭС связана с пропуском через гидроагрегаты большого количества воды, в которой может попадать определенное количество молоди и взрослых рыб. Попадая в турбины часть рыб может травмироваться и гибнуть. Известно, что поворотно-лопастные турбины Каплана меньше травмируют рыб, чем турбины других типов. Принятая в проекте Голошинских ГЭС турбина принадлежит именно к этому типу, однако с точки зрения безопасного прохода рыб проектная скорость ее вращения является слишком высокой: при минимальных оборотах (306 об/мин) линейная скорость на концах лопаток равна 1200 м/мин, или 72 км/ч, а при максимальных оборотах (856 об/мин) линейная скорость достигает 3386 м/мин, или 204 км/ч. Такая скорость является крайне «недружественной» для рыб и приведет к их гибели.

Кроме того, колебания уровней воды за счет работы гидроузлов может оказать негативное влияние на развитие отложенной икры, потому что

уровни воды в верхнем и нижнем бьефах неустойчивы, что может приводить к ее обсыханию. Также не исключается механическое повреждение дрейфующих беспозвоночных при прохождении турбины и вследствие гидродара.

Заключение

Река Белый Черемош является важным элементом экосистемы Карпат, который имеет большое репродуктивное значение для сохранности разнообразия аборигенной горной фауны. В реке обитает 138 видов донных макробеспозвоночных из 20 таксономических групп. Ихтиофауна Белого Черемоша представлена 11 видами, среди которых украинская минога, дунайский лосось и усач обыкновенный занесены в ККУ и совершают миграции на участок планируемого строительства и выше. Установлено, что существующая Яблуницкая плотина в весенний паводковый период не является преградой для дунайского лосося, но в то же время препятствует миграции карповых рыб. Кроме того, в русле и на пойме обнаружено три краснокнижных вида земноводных, жизнедеятельность которых непосредственно зависит от состояния реки.

В результате проведенной оценки установлено, что строительство новых МГЭС изменит экологический статус реки [2]. Белый Черемош на значительной протяженности перейдет в категорию «сильно измененных водных объектов» (в соответствии с терминологией ВРД). Без разработки специальных компенсаторных мер высока вероятность снижения средневзвешенных показателей по блокам оценочных таблиц РQBA «структура донных сообществ» и «биоразнообразие», то есть ухудшения экологического статуса. Безопасная для ихтиофауны эксплуатация вновь создаваемых МГЭС возможна при следующих условиях: наличие эффективного рыбхода, наличие эффективной рыбозащиты, соблюдение санитарного и ихтиологического минимумов для участка ниже плотины.

Оценка, проведенная с использованием международных подходов ESIA, позволила обнаружить целый ряд проблем, которые в полной мере не учитываются при проведении подобных оценок, выполняемых в рамках законодательства Украины. В частности, это касается типологии воздействий, объема санитарного расхода, который не учитывает минимальную глубину для прохода рыб на осушаемых участках, систематизации факторов, влияющих на беспозвоночных, а также изменений экологического статуса реки (в объеме ВРД) во время и после строительства МГЭС. В целом можно заключить, что система оценки ESIA может служить действенным механизмом контроля над строительством и эксплуатацией МГЭС в Украинских Карпатах и недопущения или минимизации негативных экологических последствий.

**

Представлено дані по угрупованнях гідробіонтів маловивченої частини Карпат — р. Білий Черемош, де заплановане будівництво каскаду МГЕС, із використанням підходів Міжнародної системи оцінки ESIA. Остання є дієвим механізмом контролю за будівництвом і експлуатацією малих ГЕС з метою мінімізації негативних екологічних наслідків.

**

The data regarding aquatic communities of the poorly investigated part of the Carpathians — the river White Cheremosh, where the construction of small HPPs cascade is planned using the International ESIA evaluation system are presented. ESIA serves as an effective mechanism of control over the construction and operation of small hydropower plants in order to minimize negative environmental impacts.

**

1. Афанасьев С.О. Структура біотичних угруповань та оцінка екологічного статусу річок басейну Тиси. — К.: Інтертехнодрук, 2006. — 101 с.
2. *Vodna* рамкова директива ЄС 2000/60/ЄС: основні терміни та їх визначення / Підгот. Алієв К. та ін. Вид. офіц. — К.: 2006. — 240 с.
3. *Географічна енциклопедія України: В 3 томах.* — К.: Українська радянська енциклопедія», 1989. — С.
4. Гогунько Р.Й. Фундаментальні та прикладні аспекти збереження біотичної різноманітності ентомофауни гірських систем України // Заключний звіт за результатами виконання проекту ДФФД № GP/S11/0096. — 2006. — 170 с.
5. Дяків Х.І. Фауна веснянок (Insecta: Plecoptera) Українських Карпат // Наук. зап. Терноп. пед ун-ту. Сер.: Біологія. — 2011. — № 3. — С. 62—69.
6. Жильцова Л.А. Веснянки (Plecoptera) европейской части СССР (без Кавказа) // Энтомол. обозр. — 1966. — Т. 45, № 3. — С. 525—549.
7. Жильцова Л.А. Обзор веснянок (Plecoptera) Украинских Карпат. I. Семейства Taeniopterygidae и Nemouridae // Вест. зоологии. — 1967. — № 4. — С. 34—42.
8. Жильцова Л.А. Обзор веснянок (Plecoptera) Украинских Карпат. II. Семейства Leuctridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae, Chloroperlidae // Там же. — 1968. — № 2. — С. 61—67.
9. Мовчан Ю.В. Риби України. Київ. — 2011. — 420 с.
10. Пояснювальна записка. Робочий проект 07/06.11-ПЗ. Ужгород, Закарпатський геодезично-кадастровий центр «Земля», 2011. — 49 с.
11. Шнаревич І. Д., Измайлова Л.М., Иванчик Т.С. та ін. Про зміни структури гідробіогеоценозу р. Черемош під впливом лісосплаву // Малі водойми України та питання їх охорони. — К.: Наук. думка, 1980. — С. 115—117.
12. Турянин І.І. Риби карпатських водойм. — Ужгород: Карпати, 1982. — 144 с.
13. Фауна України. Риби. Т. 8. Вип. 1. — К.: Наук. думка, 1980. — 352 с.
14. Фауна України. Риби. Т. 8. Вип. 2. Ч. 1. — К.: Наук. думка, 1981. — 427 с.
15. Хлус Л.М., Чередарик М.І., Скільський І.В., Череватов В.В. Червона книга Буковини. Тваринний світ. Т. 1. — 2002. — 144 с.
16. Худий О.І., Беженар Р.В., Лукань О.В. Раритетна іхтіофауна річки Черемош // Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології: IV Міжнар. іхтіологічн. наук.-практич. конф., Одеса, 7—11 вер. 2011 р. — Одеса: Фенікс, 2011. — С. 234—237.
17. Худий О. Сучасний стан іхтіоценозів транскордонних водотоків Чернівецької області // Україна — Румунія: транскордонне співробітництво. Зб. наук. праць. — Чернівці: Рута, 2007. — С. 209—220.
18. Червона книга України. Тваринний світ / За ред. І. А. Акімова. — К.: Глобалконсалтинг, 2009. — 624 с.

19. Шнаревич И.Д. Биологические основы освоения и воспроизводства рыбных ресурсов рек Украинских Карпат. Дис. ... докт. биол. наук. — Черновцы, 1968. — 539 с.
20. Шнаревич И.Д. Рыбы Советской Буковины // Животный мир Советской Буковины. — Черновцы: Изд-во Черновиц. гос. ун-та, 1959. — С. 206—263.
21. Экологическая и социальная политика ЕБРР. Май 2014. Режим доступа: <http://www.ebrd.com/downloads/research/policies/esp-russian.pdf>.
22. Afanasyev S.A. Development of European approaches to biological assessment of the state of hydroecosystems and their application to the monitoring of Ukrainian Rivers // Hydrobiol. J. — 2002. — Vol. 38, N 4. — P. 130—148.
23. Afanasyev S. Reaction of the biota of mountain rivers to volley pollution releases // Ibid. — 2003. — Vol. 39, N 2. — P. 3—11.
24. Afanasyev S., Lietitska O., Maruchevska O. River re-naturalisation in the Tisza river basin after forest cutting activities // Acta zool. Bulgaria. — 2014. — N 7. — P. 57—62.
25. Dziędziewicz J. Wykaz owadów siatkoskrzydłych // Spraw. Kom. Fizj. Akad. Umiej. w Krakowie. — 1867. — Vol. 1. — S. 161—162.
26. Dziędziewicz J. Wycieczki po Wschodnich Karpatach // Pam. Tow. Tatrzańskiego. — 1877. — Vol. 48. — 24 s.
27. Freyhof J., Kottelat M. *Hucho hucho* // IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded 28 Nov. 2012.
28. Freyhof J. *Barbus barbus* // IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded 09 Dec. 2012.
29. *Invertebrates* // Carpathian list of endangered species. — Vienna; Kraków: Europress, 2003. — P. 39—46.
30. Kulmatycki W.J. Über das Vorkommen und die Biologie des Huchen in Czermosz-Fluss // Verh. Vereinig. Theoret. Limnol. — 1931. — S. 354—396.
31. Nowicki M. Przegląd rozszedlenia ryb u wodach Galicyi według dorzeczy i krain rybnych. — Vienna, 1882. (Mapa).
32. Ratschan C. Laichmigration und Populationsdynamik des Ukrainischen Bachneunauges (*Eudontomyzon mariae* Berg, 1931) in der Pfuda (Innviertel, Oberösterreich) // Österreichs Fischerei. — 2015. — H. 1. — S. 19—34.
33. Raušer J. Řád Pošvatky — Plecoptera // Klíč vodních larev hmyzu. — Praha: Československá Akademie Věd, 1980. — P. 86—132.
34. Schmidt-Kloiber A., Graf W., Lorenz A. et al. The AQEM/STAR taxalist — a pan-European macro-invertebrate ecological database and taxa inventory // Hydrobiologia. — 2006. — Vol. 566, N 1. — P. 325—342.
35. Zawadzki A. Fauna der Galizisch-Bukowinischen Wirbeltiere. — Stuttgart, 1840. — 195 p.

¹Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

²Экологический консалтинг Blue Rivers, Киев

Поступила 03.03.17