



Project funded by
EUROPEAN UNION



Общие границы. Общие решения.



ДНІСТРОВСЬКА ГЕС 2

СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ ИННОВАЦИОННОГО ТРАНСГРАНИЧНОГО
МОНИТОРИНГА ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКОСИСТЕМ РЕК ЧЕРНОМОРСКОГО БАСЕЙНА
ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ РАЗВИТИЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ И ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА
HYDROCONEX

Введение

Настоящая брошюра представляет проект «Создание системы инновационного трансграничного мониторинга трансформации экосистем рек Черноморского бассейна под воздействием гидроэнергетики и изменения климата» (Акроним - HydroEcoNex).

Этот проект реализуется под эгидой «Совместной Операционной Программы Черноморского бассейна 2014-2020» (Joint Operational Programme Black Sea Basin 2014-2020), в дальнейшем Программа, являющейся одной из четырех морских программ, учрежденных в рамках Европейского инструмента добрососедства (European Neighborhood Instrument, ENI) – основного програмного документа поддержки трансграничного сотрудничества Европейским Союзом (ЕС). Такое сотрудничество на внешних границах ЕС является ключевым приоритетом в Европейской политике добрососедства (European Neighborhood Policy), внося свой вклад в общую цель прогресса в достижении общего процветания и добрососедства между государствами-членами ЕС и их соседями. Нынешняя Программа базируется на предыдущем сотрудничестве в рамках аналогичной Программы Черноморского бассейна 2007-2013 годов и учитывает все уроки, извлеченные из его опыта, а также из соответствующих обзоров и оценок.

В результате проведенного аналитического и консультационного процесса, в рамках Программы 2014-2020 годов основное внимание уделено целям и приоритетам, отражающим конкретные обстоятельства и требования стран. Согласно руководящим документам, Программа преследует три всеобъемлющие стратегические цели:

- способствовать экономическому и социальному развитию в регионах по обе стороны от общих границ;
- решать общие задачи в области окружающей среды, общественного здравоохранения, спокойствия и безопасности;
- содействовать улучшению условий и модальностей для обеспечения мобильности людей, товаров и капитала.

Деятельность проекта «HydroEcoNex» спланирована в рамках Приоритета 2 Программы 2014-2020: «Содействовать координации защиты окружающей среды и совместного сокращения морского мусора в бассейне Черного моря» и, в частности, ее конкретной цели 2.1: «Улучшить совместный мониторинг окружающей среды». Продолжительность проекта – 30 месяцев, дата начала – 21.09.2018, дата окончания – 20.03.2021.

Партнеры проекта:

- *Ведущий партнер:* Институт зоологии Министерства образования, культуры и исследований Республики Молдова;
- *Партнер 2:* Международная ассоциация хранителей рек “Eco-TIRAS”, Кишинёв, Молдова;
- *Партнер 3:* Университет Нижнего Дуная “Dunărea de Jos» (UDJG), Галац, Румыния;
- *Партнер 4:* Украинский научный центр экологии моря (UkrSCES), Одесса, Украина;
- *Партнер 5:* Гидрометеорологический центр Черного и Азовского морей (HMCBAS), Одесса, Украина.

Основная цель настоящей брошюры состоит в информировании широкой общественности о проекте. С этой точки зрения, наряду с изложением целей проекта, основных видов деятельности, ожидаемых результатов и краткого описания партнеров, данная публикация также пытается ответить на вопрос: каковы основные вызовы исследуемой проблемы? Это особенно важно, учитывая наблюдаемую ныне глобальную дискуссию о дальнейшем развитии гидроэнергетики на трансграничных реках в условиях изменения климата, со всеми ее положительными и отрицательными последствиями.

1. Обоснование проекта: Гидроэнергетика в изменяющемся климате

1.1 Гидроэнергетика: за и против

Гидроэнергетика является одним из антропогенных факторов воздействия на поверхностные водные ресурсы, и эта связь приобрела новые оттенки на фоне изменяющегося климата. Парижское соглашение по изменению климата, вступившее в силу в ноябре 2016 г, по своей сути является энергетическим соглашением, для реализации которого преобразование энергетического сектора как источника двух третей выбросов парниковых газов имеет чрезвычайно большое значение.

Гидроэнергетика – один из важнейших источников электроэнергии, который обеспечивает порядка 16% ее мирового потребления. Согласно прогнозам Международной энергетической ассоциации¹, в период с 2010 года по 2035 год она будет обеспечивать примерно половину от почти трехкратного прироста производства электроэнергии из возобновляемых источников. Благодаря созданию локальных и, как правило, относительно недорогих поставщиков электричества, гидроэнергетика поддерживает устойчивое развитие и снижает зависимость стран от импортируемого топлива с его рисками волатильности цен, неопределенностей в предложениях и необходимости в иностранной валюте. Гидроэнергетические комплексы предполагают также многочисленные сопутствующие выгоды, в т.ч. накопление воды для бытовых, коммунальных и сельскохозяйственных нужд, обеспечение водой в период засух, предотвращение наводнений, расширение рекреационного потенциала и т.д.

Сегодня во всем мире гидроэлектростанции (ГЭС), в первую очередь, их гидроаккумулирующие версии (ГАЭС), служат также гарантом технологической безопасности эксплуатации, например, атомных электростанций (АЭС), выполняя функции регулирования минимальных и максимальных электрических нагрузок в энергосистеме с использованием своих преимуществ в быстродействии и высокой готовности к пуску. Отсюда, по образному выражению Международного энергетического агентства (IEA, 2016), «энергия и вода не могут существовать друг без друга». И эта взаимозависимость в ближайшие годы будет только усиливаться, поскольку потребности в воде для развития энергетики, равно как и потребности в энергии

¹ *World Energy Outlook, 2012*, International Energy Agency. <http://www.worldenergyoutlook.org/weo2012/>

для водоснабжения, постоянно растут. Вода имеет важнейшее значение на всех этапах производства энергии. На энергетический сектор приходится 10% глобального водозабора, в основном для обеспечения работы электростанций, а также добычи ископаемого топлива, и эти потребности возрастают, особенно в отношении потребленной воды. Так, в 2014 г около 4% мирового потребления электроэнергии было использовано для извлечения, распределения и очистки воды и сточных вод, наряду с 50 млн. тонн нефтяного эквивалента тепловой энергии, в основном дизельного топлива, необходимой для работы ирригационных насосов, и природного газа – для работы водоопреснительных установок. Прогнозируется, что в период до 2040 г количество энергии, потребленной в секторе водоснабжения, более чем удвоится (IEA, 2016).

Как результат, особенно в условиях изменения климата, отслеживание взаимозависимости энергии и воды имеет решающее значение для перспектив успешной реализации ряда целей в области устойчивого развития. Меры по борьбе с глобальным потеплением и его последствиями могут, в некоторых случаях, обострить проблемы с дефицитом воды, но в то же время, могут быть сами ограничены доступностью водных ресурсов. Если для некоторых возобновляемых источников энергии, таких как ветровая и солнечная энергетика, требуется очень мало воды, то чем больше процесс декарбонизации полагается на биотопливо, атомную энергетiku и особенно – на гидроэнергетику, тем больше воды он потребляет.

Зачастую, гидроэнергетические проекты пропагандируются национальными правительствами и другими субъектами как «чистый и зеленый» источник электроэнергии, а также выигрывают в проектах и грантах международной финансовой поддержки как одно из средств сокращения выбросов парниковых газов. Именно с этой точки зрения многие страны наращивают свою гидроэнергетическую экспансию; многочисленные ГЭС существуют или планируются для строительства и на большинстве крупных рек Черноморского бассейна.

Однако взаимосвязь гидроэнергетики, изменения климата и водной безопасности является не столь однозначной.

Прежде всего, любая ГЭС требует перекрытия реки для создания хранилища для накопления воды. Из построенных в мире 50 тысяч крупных дамб около 5 тысяч предназначены исключительно для производства гидроэлектроэнергии. Однако последствия для окружающей среды от такого накопления воды менее известны, ибо река намного более серьезная природная система, нежели просто источник пресной воды. Со своими берегами, поймами, ямами и бродами реки являются одними из самых богатых по своему биологическому разнообразию экологических систем, и как таковые они подвержены серьезному разрушению гидроэнергетикой. Наиболее принципиальные экологические последствия эксплуатации плотин и ГЭС, включая и те, что уже выявлены в Черноморском бассейне, можно суммировать следующим образом:

- Гидроморфологические изменения русла и поймы реки, которые вызывают изменения в ее естественной структуре, в частности, глубине, ширине и режиме стока; расчленение водно-болотных угодий, пойм и мест оби-

тания, а также прерывание естественного переноса отложений, имеющих решающее значение для поддержания здоровья биоты реки; аккумуляция горных пород, песка и других природных материалов в водохранилищах, вместо их диспергирования через меандры реки. Изучая это явление, Г.И. Швебс (1974) отметил, что водохранилища, построенные на больших реках, могут в 2-2,5 раза уменьшать сток наносов на расстоянии до 20 км от плотины, при этом путь, на протяжении которого происходит восстановление естественного стока наносов, зависит от уклона реки: чем он больше, тем больше расстояние, требуемое для восстановления;

- Прерывание стока рек изменяет гидрологию их бассейнов. В результате возведения плотины в определенной части реки фактически создается слабoprotoчный пруд, где полностью меняются физические и химические характеристики воды. Как полагают некоторые исследователи (Станкевич-Волосянчук, 2017), «вода, вытекающая из водохранилища – это уже не речная вода, а озерная». Это значит, что она скуднее на взвесь, которая осталась в водохранилище, и поэтому обладает большей кинетической энергией и сильнее пробивает дно реки, что приводит к сильнейшему дренажу грунтовых вод и повышенному осушению долины вниз по течению. Отчасти, этот фактор является причиной исчезновения воды в колодцах сельских дворов, уровень воды в которых тесно связан с уровнем воды в реках;

- Нарушение правил эксплуатации водохранилищ подчас провоцирует «рукотворные» паводки и наводнения или локальную нехватку воды. Так, наводнения в Молдове и Украине в августе 2010 г были вызваны резким сбросом воды из Днестровского водохранилища, а гидрологическая засуха в водно-болотных угодьях Нижнего Днестра в 2012 г – наоборот, ее недостаточным весенним попуском;

- Перекрытие рек плотинами сказывается на разнообразии видов рыб (особенно редких) и на традиционных путях их миграции к местам кормления и нерестилищам, что может привести к прекращению их дальнейшего размножения и даже исчезновению;

- В теплое время года водохранилища ГЭС подвергаются термической стратификации с более высоким уровнем растворенного кислорода в верхних слоях воды и его низким уровнем – на дне водохранилища, главным образом, из-за накопления здесь органических осадков. Повышенная нагрузка органических питательных веществ приводит к снижению содержания в воде растворенного кислорода, поскольку их разложение ведет к его более высокому потреблению. Но так как вода для турбин обычно берется из нижних слоев водохранилища, то низкое содержание здесь кислорода влияет на ее качество вниз по течению. Более того, стратификация температур в водохранилищах усложняет выживание водного разнообразия, возникающего при естественном температурном цикле, способствуя развитию эвтрофикации;

- Строительство гидроэлектростанций и плотин сопровождается рядом косвенных последствий, вызванных затоплением сельскохозяйственных земель и охраняемых территорий, строительством линий электропередач и подъездных путей, а также другими инженерными работами, которые эффективно представляют собой опасное вторжение в окружающую среду и гидрологию водосборов;

- Развитие гидроэнергетики на трансграничных реках может вызвать конфликты между странами, в которых находятся объекты гидроэнергетики, и странами, расположенными ниже по течению, или соседними прибрежными странами. Такого рода конфликтные ситуации находятся в стадии постоянного обсуждения, в частности, между Молдовой и Украиной, создавая потенциальную опасность для водной безопасности этих стран.

1.2 Синергетический эффект гидроэнергетики и изменения климата на речные экосистемы

Гидротехнические проекты обычно имеют очень долгую проектную жизнь, иногда значительно превышающую 50 лет, что требует их будущей реабилитации. Вследствие этого возникают важные соображения, связанные с климатом, которые необходимо учитывать при планировании и эксплуатации ГЭС, чтобы сделать их устойчивыми к долгосрочным изменениям климата и тем самым ограничить их уязвимость. Более того, хотя гидроэнергетика рассматривается как один из факторов смягчения изменения климата, все большее число научных исследований показывает, что водохранилища, особенно в жарких странах, являются значительным источником глобального загрязнения атмосферы парниковыми газами (ПГ). В реальности, водохранилища выделяют громадные количества углекислого газа (CO_2) и, особенно, метана (CH_4), образующегося при гниении и разложении растительных остатков без участия кислорода.

Некоторые, наиболее последние исследования по выработке, поглощению и выбросам CH_4 из пресноводных, эстуарных и морских систем, а также по его динамике в водных экосистемах собраны в специальном выпуске международного журнала *Limnology and Oceanography* (Wickland & Hamdan, 2016). Эта публикация, содержащая 26 статей, преследовала две цели: (1) способствовать уточнению оценок выбросов метана из водных местообитаний и (2) дополнительно оценить обратную связь между выбросами метана и их антропогенным воздействием (например, на изменение климата и эвтрофикацию). Однако, несмотря на имеющиеся знания, понимание и генерализация контроля динамики и эмиссии метана в отдельных водных объектах остаются вызовом для его точных оценок, особенно на региональном уровне. Интенсивное развитие гидроэнергетики создает еще один специфический аспект в этой важной проблеме, которая в той или иной степени будет затронута в настоящем проекте.

Если рассматривать проблему гидроэнергетики и ПГ в целом, то они выбрасываются не только с поверхности водохранилищ, но и на их водосборах в десятках километров реки вниз по течению. Эти выбросы возрастают по мере потепления климата. Так, ГЭС с большими водохранилищами в тропиках могут оказывать гораздо большее влияние на глобальное потепление, нежели установки на ископаемом топливе, вырабатывающие эквивалентное количество электроэнергии.

«Топливом» для эмиссий ПГ является гниение органического вещества из растительности и почв, затопляемых при заполнении водохранилища. Углерод в планктоне и растениях, которые живут и погибают в водохрани-

лице, детрит, вымытый в бассейне реки выше по течению, и сезонное паводковое затопление растений вдоль балок и берегов водохранилища – все это способствует тому, что выбросы продолжаются в течение всего срока службы водохранилища. Уровни выбросов широко варьируют между различными водохранилищами в зависимости от региона и типа затопленных экосистем, глубины и формы водохранилища, локального климата и того, как эксплуатируется ГЭС. Кроме того, легальные и незаконные рубки при строительстве плотин, проводимые для очистки территории под затопление, удаляют важные поглотители углерода.

Сегодня всесторонние исследования по анализу выбросов жизненного цикла плотины и водохранилища важнее, чем когда-либо прежде, отчасти и потому, что миллионы долларов в углеродных кредитах ищутся для поддержки проектов гидроэнергетики. Нынешние, все новые конструкции плотин требуют тщательной оценки выбросов ПГ и выбора проектов с их наиболее низким уровнем. Как полагают многие ученые, например, Yan & Pottinger (2013), плотины, которые могут выделять столько же парниковых газов, что и обычная установка для ископаемого топлива, не должны разрабатываться в принципе.

Более того, изменение климата означает, что чрезмерная зависимость от гидроэнергетики может привести к серьезным рискам не только для речных экосистем, но и для энергетической безопасности как таковой, поскольку непредсказуемость осадков в сочетании с экстремальными погодными явлениями делает гидроэнергетику все более рискованным бизнесом. В последние десятилетия засуха уже оказала значительное влияние на производство энергии во многих регионах, где доминирует большая гидроэнергетика, и в некоторых местах производство электроэнергии сократилось наполовину (Yan & Pottinger, 2013). Эти изменения иллюстрируют ошибочность важной концепции проектирования гидроэнергетики, известной как *стационарность*, которая исходит из того, что будущая гидрология является предсказуемой и может основываться на прошлых гидрологических данных, и что проекты, зависящие от воды, могут быть спроектированы так, чтобы быть надежными и в более далеком будущем. Но изменение климата и вызванные им изменения в гидрологическом цикле привели к «*гибели стационарности*» и практической невозможности надежных прогнозов будущих режимов стока.

С.Г. Шапхаев (2015), рассматривая учет изменения климата при проектировании и эксплуатации ГЭС и основываясь на природоохранных требованиях и законодательстве по этому вопросу, показывает, что любые изменения в исходно запланированных конструктивных и других характеристиках надежности и безопасности ГЭС в ходе их строительства (что, например, наблюдается сейчас в процессе наращивания мощностей Днестровского гидроэнергоузла) являются главным критерием необходимости повторной экспертизы первоначально разработанных проектов.

Малые ГЭС, которые подчас рассматриваются в качестве некоей альтернативой крупным ГЭС, не являются в этом случае исключением. Так, осмотр на месте 8 малых ГЭС, возведенных на Балканах (Vejić, 2017), показал, что все посещенные станции нуждаются в срочном усилении *мониторинга*

торинга воздействия, а также мер по их восстановлению. В большинстве случаев были обнаружены вопиющие нарушения международного и национального законодательства и международных стандартов. При этом, даже пребывание страны в ЕС не гарантирует достоверной экологической оценки строительства, а наличие общественных обсуждений, направленных на выявление и учет экологических упущений в проектной документации, является обязательным условием ее комплектности. Более того, отсутствие оценки воздействия на окружающую среду должно служить основанием для отказа в принятии проектной документации и/или результатов инженерных изысканий.

Участие общественности крайне важно и потому, что как социальные, так и экологические последствия плотин и ГЭС часто недооцениваются, а экономические и финансовые выгоды, наоборот, переоцениваются. В результате, разработка и реализация планов предотвращения и смягчения социальных и экологических последствий, а также планы их компенсации зачастую являются слабыми, а на практике оказывается более дорогостоящими, нежели ожидалось. С этой точки зрения, к основным социальным и экологическим проблемам и рискам крупных плотин относят также нарушения прав человека, особенно прав коренного населения и его способность к восстановлению устойчивых источников средств существования после переселения, а также экономические и финансовые риски, включая коррупционные (DSU, 2017).

Изменение климата вводит новый аспект в концепцию взаимосвязи гидроэнергетики и водных ресурсов, обусловленный отрицательными последствиями этого природного явления. Трансформация гидрологического цикла вследствие глобального потепления ведет к разнообразным воздействиям и рискам, вызванным взаимодействием климатических и не климатических стимулов трансформации с ответами на них (или отсутствием таковых) со стороны менеджмента водных ресурсов.

Вода является вектором, который влияет на большинство воздействий изменения климата, важных для общества, в частности, его социальных, энергетических, сельскохозяйственных, транспортных и других потребностей и отраслей. Хотя вода проходит через глобальный гидрологический цикл, она, тем не менее, является локально изменчивым природным ресурсом, вследствие уязвимости к связанными с ней опасностями, такими как наводнения и засухи, которые различны в зависимости от регионов ввиду местных, зачастую не климатических антропогенных драйверов. Рост народонаселения, экономическое развитие, урбанизация, землепользование и природные геоморфологические трансформации также бросают вызов стабильности водных ресурсов, увеличивая потребности в них или сокращая предложение.

В целом, Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) основные риски изменения климата, связанные с пресными водами, сформулировала следующим образом (Jiménez Cisneros *et al.*, 2014):

- Риски значительно возрастают с увеличением концентрации парниковых газов. Модельные исследования демонстрируют четкие различия между будущим с более высокими выбросами ПГ (более сильные отрицательные

воздействия) и будущим с их более низкими выбросами (меньше ущерба и меньшая стоимость адаптации). Ожидается, что с каждым градусом глобального потепления примерно 7% мирового населения будет подвергаться, по меньшей мере, 20%-му уменьшению возобновляемых водных ресурсов. Более того, прогнозируется, что к концу нынешнего столетия количество населения, ежегодно подвергающегося наводнениям, эквивалентным наводнениям с 1%-ой вероятностью в климате прошлого столетия, будет в три раза больше для очень высоких эмиссий ПГ, нежели для их низких значений.

- Хотя на сегодняшний день отсутствуют обширные наблюдения изменений магнитуды и частоты наводнений, вызванных *антропогенной* составляющей изменения климата, а имеющиеся прогнозы предполагают наличие таких изменений и, при некотором среднем согласии, их риски вследствие этого будут возрастать. Наблюдаемые же ныне с середины 20-го столетия социально-экономические потери от наводнений в основном возросли из-за большей экспозиции к наводнениям и, соответственно, уязвимости к ним, вызванной возрастающей заселенностью, а также строительством и развитием инфраструктуры в прибрежной зоне.

- Вполне вероятно, что к концу текущего столетия изменение климата приведет к увеличению частоты метеорологических засух (меньше осадков) и сельскохозяйственных засух (меньшая влажность почвы) в ныне засушливых и полусушливых регионах. Здесь также ожидается увеличение частоты коротких гидрологических засух (меньше поверхностных и грунтовых вод). Прогнозируемые изменения частоты засух продолжительностью свыше 12 месяцев менее определенные, поскольку они во многом зависят от ранее накопленных многолетних осадков. Воздействие засух усиливается также из-за увеличения потребностей в воде.

- Трансформируя речной сток и ухудшая качество воды, изменение климата отрицательно сказывается на пресноводных экосистемах. Ожидается, что за исключением регионов с интенсивным орошением, экологическое воздействие потепления и засушливости климата, опосредованное поверхностным стоком, будет сильнее, нежели исторические воздействия вследствие антропогенной трансформации режимов стока, вызванной усиленным забором воды и строительством водохранилищ.

- Снижение качества пресной воды создает риски для питьевого водоснабжения. Следование лишь традиционным методам обработки не сможет компенсировать риски, вызванные повышением температуры и усилением интенсивности осадков, сопровождаемым ростом нагрузки питательных и загрязняющих веществ, вызванных ливневыми стоками и снижением степени разбавления загрязнителей в воде в периоды засух или разрушения очистных сооружений во время наводнений.

- В речных бассейнах, зависящих от величины и устойчивости снежного покрова, наблюдаемое потепление уже нарушило историческую сезонность речного стока. При этом, прогнозируются его усиливающиеся дальнейшие изменения вследствие уменьшения глубины снежного покрова и сдвига к началу года максимума весеннего снеготаяния. В результате, наблюдается возрастание зимнего и уменьшение летнего стоков.

- Рост ливневых осадков ведет к усилению почвенной эрозии и смыву

почвы, из которого формируются донные отложения, хотя масштаб этих изменений крайне неясен и зависит от сезонности осадков, состава и состояния наземного покрова и технологий обработки почвы.

- И наконец, изменения в гидрологическом цикле могут угрожать существующей водной инфраструктуре, делая общество более уязвимым к экстремальным гидрологическим явлениям.

Таким образом, интенсивное развитие гидроэнергетики, даже с потенциалом генерации новых электрических мощностей, в условиях изменения климата создает многочисленные вызовы водной безопасности, а возникающие экологические риски зачастую превышают вероятные выгоды. Исходя из этих соображений, всегда важно разумно взвешивать и контролировать все «за и против» этой формы энергии. При этом, несмотря на некоторые общие черты, в каждом речном бассейне существуют свои ощутимые различия, требующие их внимательного и тщательного изучения и учета в процессе организации и проведения трансграничного мониторинга трансформаций речного стока и экосистем.

1.3 Сочетание энергетических и экологических целей в оптимизации гидроэнергетики

Возможность гидроэнергетического объекта генерировать больше электроэнергии при сохранении адекватных экологических условий в системе водохранилища обычно достигается за счет *оптимизации гидроэнергетических операций*, которые максимизируют или увеличивают производство электроэнергии при одновременном удовлетворении проблем, связанных с количеством и качеством воды.

В свою очередь, под термином *экологическая оптимизация* подразумевается модернизация режима работы технических объектов и инженерно-технических систем, а также их конструктивно-технических элементов, которая усиливает значимость позитивных аспектов их деятельности при одновременном снижении отрицательных негативных воздействий. Конечным результатом экологической оптимизации является формирование такой природно-технической системы, в которой негативные экологические моменты сведены к минимуму (Безносов и др., 2007).

К сожалению, экологические аспекты зачастую не включаются в качестве одной из задач гидроэнергетического строительства, а если и включаются, то обычно они касаются лишь предельных ограничений параметров сброса воды из водохранилища и объемов речного стока ниже плотины. Поэтому, разработка любой концепции мониторинга воздействия гидроэнергетики на экосистемы должна следовать определенным правилам оптимизации работы ГЭС, обусловленным экологическими и другими конкурирующими нуждами водопользования.

Гидроэнергетические проекты, первоначально задуманные, спроектированные и построенные с целью получения традиционных единичных или многоцелевых выгод, со временем, а также под воздействием заинтересованных сторон, постепенно переориентируются (или должны переориентироваться) для достижения более широких целей поддержания устойчивости

систем (экологических, водных, энергетических и других), в которые они встроены. Так как адаптивность к изменяющимся целям и ценностям является ключевым критерием поддержания стабильности этих систем, то разумно предположить, что и методы оптимизации, используемые при планировании и эксплуатации систем гидроэнергетики и водных ресурсов, также должны быть адаптируемыми. Следует признать также, что такая «устойчивость» способствует осуществлению целей доступности электроэнергии и воды, а также здоровья природных и человеческих сообществ, которые зависят от реки и ее прибрежных зон.

Smith *et al* (2007) предложили следующую иерархическую схему, состоящую из четырех уровней, которая моделирует вызовы внедрения экологических целей оптимизации гидроэнергетики. В определенной степени эта схема применима также при осмыслении и разработке системы мониторинга воздействия гидроэнергетики на экосистемы речного бассейна.

На самом нижнем уровне (*Уровень 1*), взаимосвязи между инфраструктурой управления водопользованием, речным стоком и производством гидроэлектроэнергии не только хорошо поняты специалистами, но и более или менее адекватно кодифицированы в современных системах поддержки принятия решений. Неопределенности на этом уровне возникают, в первую очередь, вследствие изменчивости расходов воды, ее затрат на производственные и другие нужды, а также спроса на электроэнергию. Этот вид неопределенностей достаточно надежно разрешается средствами стохастического моделирования, основанными, главным образом, на гидрометеорологических переменных, а также соответствующим учетом риска наводнений, неадекватных расходов воды или неадекватной выработки электроэнергии. Неопределенности могут также возникать вследствие ограниченных технических возможностей по выработке и поддержанию требуемых энергетических мощностей относительно имеющегося стока, а также устаревания основных проектных характеристик ГЭС или ее отдельных составляющих. Этот вид неопределенности является постоянным вызовом для исследований и усилий по внедрению современных технологий.

Уровень 2 экологической оптимизации включает динамику аллювиальных и биогеохимических процессов в русле реки. Хотя механизмы переноса речных наносов хорошо документированы, неоднородность их свойств и многочисленность форм переноса налагают дополнительные требования к выборке или данным для моделирования. Взаимосвязи между показателями качества воды (например, температура, растворенный кислород, питательные вещества), уровнем воды и ее расходом в настоящее время достаточно хорошо разработаны (например, Швебс, 1974) и закодированы в вычислительных моделях, способных отразить обратную связь между критериями качества воды и стратегией операций, внедряемых в управление водохранилищами. Неопределенности на этом уровне возникают из-за разреженности биогеохимических входных данных о водосборе и данных о состоянии русла во временном и пространственном разрезе.

Уровень 3 сложности моделирования экологической оптимизации включает в себя динамику популяций или модели среды обитания для отдельных видов флоры и фауны. Повышенная сложность этого процесса порождает

ет набор неопределенностей вследствие (а) факторов, которые не входят в качестве параметров в количественные и качественные модели, существующие для модельных видов, и (б) изменчивости, присущей откликам отдельных организмов. Наличие в речных экосистемах множества видов, представляющих интерес, требует сочетания моделей взаимодействия среды обитания и популяций. Задачи такого рода представляют собой верхний уровень сложности *отображение динамики сообщества (Уровень 4)*.

Модели этого уровня являются, как правило, эмпирическими. Например, общественное здоровье оценивается по совокупности индексов, связанных регрессионными моделями с параметрами воды. Этот уровень может также включать сложные понятия человеческих ценностей и рассмотрение реки, с точки зрения предоставляемых ею экосистемных услуг, как части сообщества.

Таким образом, если некоторые задачи экологической оптимизации функционирования гидроэнергетики решаются на самом низком уровне (например, согласование речного стока и мощности гидроэнергетики), то другие – на уровнях более высоких (например, сохранение мест обитания и выживание видов, здоровье человека, эстетические ценности и т.п.). В частности, политика управления гидроэнергетическим комплексом, внедряемая через графики сброса и наполнения водохранилища, может быть увязана с целями «низкого уровня» экологической оптимизации напрямую, через уравнения гидродинамики и испаряемости. Однако цели более высоких уровней управления работой ГЭС связаны с используемыми водными ресурсами более отдаленно, поскольку требуют дополнительных моделей качества воды, динамики стока, знания среды обитания, динамики популяций или взаимодействия сообществ.

Практическое значение такой «приблизительности» для политики управления водохранилищем и ГЭС, одним из важнейших элементов которого является, в частности, экологический мониторинг, заключается в том, что от уровней, на которых определяются цели, задачи и порядок мониторинга, зависит содержание и объем требуемых данных; от них также зависит сопутствующая этому процессу неопределенность, стоимость и сроки принятия решений. Пробелы в знаниях или ограниченные ресурсы для принятия решений зачастую приводят к тому, что задачи более высокого уровня (например, параметры экологического стока) преобразовываются в ограничения более низких уровней, например, в установление объема минимального стока, допустимым колебаниям уровня воды или генерации напряжения.

Методические подходы к решению общих и конкретных задач настоящего проекта предусматривают проведение исследований, в той или иной степени охватывающих каждый из этих уровней экологической оптимизации.

2. Цели проекта

Основная цель проекта заключается в разработке инновационной системы экологического мониторинга и предоставления обоснованных информационных данных о трансформации трансграничных водных экосистем бассейнов рек Днестра и Прута, обусловленных влиянием гидроэнергетических систем и с учетом изменения климата.

Проект направлен на укрепление устойчивого трансграничного регионального сотрудничества в проведении комплексного мониторинга окружающей среды путем внедрения мер по рациональному использованию водных ресурсов в Черноморском бассейне.

Конкретные цели:

- Усиление многодисциплинарного интегрированного мониторинга, разработка системы мониторинга влияния гидроэнергетического строительства на экосистемные услуги, предоставляемые реками Черноморского бассейна;
- Разработка инструментов наращивания человеческого потенциала для комплексного управления трансграничными водными ресурсами путем расширения знаний, укрепления потенциала партнерских учреждений, привлечения молодежи к научно-исследовательскому и инновационному процессу;
- Распространение знаний для укрепления трансграничного сотрудничества по комплексному мониторингу воздействия гидроэнергетики и изменения климата на речные экосистемы в бассейне Черного моря.

Основные группы деятельности в рамках проекта:

менеджмент проекта, внедрение проекта и коммуникация.

Менеджмент проекта, предусматривает проведение всех организационных мероприятий в соответствии с требованиями и регламентами программы и непосредственный контакт по внедрению проекта, в т.ч. и финансового управления в рамках нормативов и регламентов ЕС. Возглавляет эту работу ведущий партнер - Институт зоологии (Республика Молдова) (в дальнейшем - ИЗ), осуществляющий роль координатора совместно с Руководящим органом проекта (*Steering Committee*), в состав которого входят менеджер и координаторы проекта. Ведущий партнер осуществляет также контакт с Техническим Секретариатом Программы JTS и Министерством регионального развития и государственного управления Программы (Managing Authority). Менеджмент, как и внедрение проекта, основывается на демократических равноправных основах управления и ответственности за принятие решений, и своевременное качественное выполнение задач, определенных непосредственно контрактом по проекту и партнерским соглашениям между всеми партнерами.

Предусмотрены четыре встречи Руководящего комитета в Молдове, Румынии и Украине, кроме того, ежемесячные координационные встречи, организуемые руководителем проекта по Skype. Результаты проекта будут

размещаться в приложении Dropbox и на сайте проекта, а также на страничке Facebook, что позволит взаимодействовать со всеми членами команды и получать своевременный отклик. Каждое заседание Руководящего комитета будет также использоваться для распространения результатов проекта между заинтересованными сторонами. Координаторы проводят соответствующие встречи со всеми участниками проекта в своих группах.

Заседания Руководящего комитета будут сочетаться с совещаниями по административным и финансовым вопросам, которые предусмотрены в начале проекта. Помимо этого, на ежемесячных координационных встречах с его членами, организуемых руководителем проекта по Скайпу, будут рассматриваться возможности улучшения эффективности реализации проекта. Дополнительно, руководитель проекта будет размещать все файлы с результатами проекта, включая отчеты о ходе работ и финансовые отчеты, в приложения *Dropbox*, что позволит взаимодействовать со всеми членами команды и получать своевременный отклик. Каждое заседание Руководящего комитета будет также использоваться для распространения результатов проекта до заинтересованных сторон и исследовательских институтов. В целях углубления понимания определенных вопросов экологического мониторинга трансграничных рек, эти заседания будут сопровождаться полевыми выездами на места, вызывающие особую озабоченность.

В общий процесс управления проектом включены четыре специфические по функциям действия: определение задач проекта и мобилизация команды проекта для их реализации; периодические заседания Руководящего комитета проекта; финансовый менеджмент и аудит; оценка эффективности проекта, отчетность и мониторинг.

В соответствии с целями проекта, главная задача группы действий по **внедрению проекта** сосредоточена на создании современной системы трансграничного экологического мониторинга. Для решения этой задачи, исследования в этом направлении сфокусированы на разработке хорошо организованной сети измерений и совместимой с ней системы мониторинга для корректной оценки состояния водных ресурсов в трансграничных реках, подвергнутых воздействию функционирования гидроэнергетики и изменения климата. Такие оценки необходимы для принятия обоснованных решений и разработки политики на местном, национальном и региональном уровнях. Более того, управление речным бассейном двумя или более странами требует сопоставимой информации. Реализация этой задачи является неотъемлемой частью выполнения специфической цели Проекта, связанной с разработкой современной системы экологического мониторинга воздействия гидроэнергетики на речные экосистемы.

Внедрение проекта сосредоточено на создании современной инновационной системы оценки влияния гидростроительства на трансграничные водные экосистемы с учетом климатических изменений.

Успех внедрения зависит от четкой системы измерений и выбора показателей на базе анализа многолетних и современных данных о функционировании водных экосистем на основе комплексных гидрологических, гидрохимических и гидробиологических показателей, в том числе, продукционно-деструкционных процессов, а также процессов самоочищения, вто-

ричного загрязнения и буферной емкости экосистем. Все партнеры будут участвовать в сборе и анализе соответствующих исторических и современных данных.

Такие данные необходимы для принятия обоснованных решений и разработки конкретных мероприятий на местном, национальном и региональном уровнях. Управление речным бассейном в условиях подверженных антропогенному воздействию трансграничных водных экосистем требует сопоставимой научно-обоснованной информации. Проект предусматривает передачу разработок по мониторингу и оценке директивным органам, специалистам в области мониторинга водных экосистем, а также их публикацию в научных журналах и представление на международных форумах.

Обсуждение результатов в ходе их представления в директивные органы и на международных форумах позволит усилить сотрудничество между экспертами и политиками в области водных ресурсов, и ускорить принятие решений и внедрение результатов проекта на всех уровнях, а также создать действующую международную сеть трансграничного экологического мониторинга в условиях изменения климата.

Проект предусматривает анализ международного и национального законодательства по мониторингу поверхностных вод и трансграничному использованию водных ресурсов и разработку предложений по включению в мониторинг показателей функционирования экосистем, в том числе, индикаторов трансформации речных экосистем в озерные, которые нужно отнести к необратимым и недопустимым изменениям для больших трансграничных рек.

На этой основе должны быть рассчитаны и потери экосистемных услуг для населения бассейнов речных систем. Помимо этого, реализация проекта предоставит знания, необходимые для разработки стратегии трансграничного сотрудничества по совместному мониторингу рек бассейна Черного моря, подверженных воздействию гидростроительства в условиях изменения климата.

Результаты проекта будут предоставлены местной, национальной и региональной власти, молодым ученым, аспирантам, магистрам, специалистам. Запланированы различные семинары, тренинги и международная конференция по вопросам воздействия гидроэнергетики и изменения климата на речные экосистемы, а также представление результатов проекта в рамках летней школы для молодежи с обоих берегов Днестра.

Информирование и передача знаний для повышения уровня осведомленности населения о социальной и экологической значимости проекта, об общих проблемах по экологической безопасности будут способствовать повышению активности местного населения в принятии участия в решении экологических проблем в бассейне. Население должно быть проинформировано и о финансовой поддержке Европейским Союзом Совместной Программы сотрудничества в Бассейне Черного моря 2014-2020гг., направленной на улучшение условий жизни населения в этом регионе. Этому будут способствовать всевозможные семинары, встречи с населением и местной властью, а также пресс-конференции и информационные материалы, реализуемые в рамках проекта, а также публикации в СМИ, информация на сайте проекта и на страничке Facebook.

3. Общая информация об исследуемых трансграничных речных экосистемах

3.1 Река Днестр

Река Днестр принадлежит к бассейну Черного моря и является самой большой рекой Западной Украины и Молдовы. Днестр в основном используется совместно Украиной и Молдовой, так как доля Польши в его бассейне крайне мала (единственный небольшой левый приток в верховье реки). На западе бассейн Днестра граничит с бассейном Прута, на северо-западе с бассейном Вислы, на севере – с бассейном Днепра, на востоке – с бассейном Южного Буга, на юго-западе и юго-востоке – с бассейнами малых рек, впадающих в Черное море (Рис. 4.1).

Общая протяженность Днестра составляет около 1350 км, от его источника в Украинских Карпатах на высоте 911 м до впадения в устье Днестра, отделенного от Черного моря песчаной косой. Длина бассейна реки составляет около 700 км, средняя ширина – около 100 км, максимальная – 140 км в горной части, самая узкая – 60 км, исключая устье Днестра. Площадь бассейна составляет более 72,3 тыс. км², из которых украинская часть составляет 52,7 тыс. км² (72,1%), молдавская часть – 19,4 тыс. км² (26,8%), и польская – 226 км² (0,4%) (ЕЭК ООН, 2011 год).



Рис. 4.1: Физико-географическая карта Бассейна Днестра

Источник: EnvSec et al., 2015

Характерной особенностью гидрографической сети Днестра является отсутствие крупных притоков при большом количестве небольших прито-

ков (более 16 тысяч притоков длиной до 10 км). В соответствии с водным режимом и физико-географическими особенностями бассейн Днестра делится на три части: *горные Карпаты*, которые обеспечивают около двух третей годового стока реки; *Подольская*, в среднем течении, с крутыми каньоно-образными склонами и развитыми меандрами, и равнинная *Причерноморская* часть.

Среднегодовой сток Днестра составляет около 10 км³. Около 60% этого стока происходит в летне-осенний период, 25% – в весенний период в результате таяния снега; 15% – в зимний период, который образуется в основном вследствие поступления подземных вод. Ежегодно на Днестре происходит до 5 паводков, при которых уровень воды может подниматься на 3-4 м, а иногда и более. Наибольшая амплитуда колебаний уровня воды (до 9-10 м) наблюдается в Залещиках, выше Днестровского водохранилища. Минимальные расходы воды типичны для зимнего мелководья и сентября-октября.

Днестр и его притоки являются основным источником водных ресурсов в регионе, обеспечивая водой сельское хозяйство, промышленность и многие населенные пункты, в том числе областные центры и крупные города Молдовы и Украины. В настоящее время нет оснований говорить о серьезной водной безопасности в бассейне Днестра в целом, но сохранение этой ситуации в течение длительного времени во многом зависит как от будущих изменений водного режима реки, так и экономического развития обеих стран. Кроме того, нет оснований для утверждения о необратимости изменений во всем природном комплексе бассейна. Тем не менее, его дальнейшая стабильность в условиях изменяющегося климата возможна только в условиях экологически обоснованного режима управления водными ресурсами реки и бассейна в целом, снижения уровня загрязнения окружающей среды и антропогенного воздействия. Достаточно сказать, что в пределах Молдовы бассейн Днестра занимает 56,34% территории страны.

Большая часть природоохранных проблем Днестра носит *трансграничный* характер и может быть успешно решена только с использованием трансграничных механизмов сотрудничества.

Поскольку объектом исследования в настоящем проекте являются территории Молдовы и Украины, расположенные ниже Днестровского гидроэнергоузла, дальнейшее краткое описание касается преимущественно средней и нижней частей бассейна реки. Значительная часть этой территории – это плоская и холмистая местность, поднятая над уровнем моря в среднем на 147 м. На фоне плоской поверхности выделяется Центральная Молдавская возвышенность, включающая Кодринскую и Чулукскую возвышенности, где преобладают узкие водоразделы с высотами 300-360 м. Рельеф представляет собой плато водоразделов, системы речных террас и пойм, склоны различной крутизны и экспозиции, с разветвленной овражной сетью и очагами оползней и гиртопов. В среднем глубина расщелиния составляет 100-150 м, а плотность – 1,5-2,8 км/км².

Рельеф бассейна Днестра оказывает ведущее влияние на природу и интенсивность развития экзогенных процессов, в том числе и на условия образования и содержания воды в грунтовых и подземных водах мелкого

залегания. Эффект рельефа проявляется в условиях поверхностного стока, инфильтрации атмосферных осадков и дренируемости территории. Геологическое строение, геоморфологические и гидрогеологические условия, а также климат благоприятствуют развитию экзогенных явлений, таких как оползни, овраги, сели и карст. В частности, оползни присущи всему бассейну Днестра, особенно в районах с сильно расчлененным рельефом. Часть оползней активна или находится на стадии активации. Активация происходит в связи с изменением гидростатического и гидродинамического давления после сильного снеготаяния, сильных дождей или под влиянием антропогенных факторов. В оползневой зоне расположены многочисленные населенные пункты, зоны отдыха, газопроводы общегосударственного значения, а также другие важные экономические и социальные объекты.

Существенное влияние на перераспределение осадков и, следовательно, на формирование стока обусловлено оврагами, которые переносят субстанциальную часть поверхностного стока в поверхностные водотоки и уменьшают его поглощение в почву. Ирригация также усиливает почвенную эрозию.

Еще одним экзогенным процессом, который возникает в результате действия подземных и поверхностных вод, является процесс растворения известняковых пород, хотя с другой стороны, карстовые процессы играют важную роль в гидрологии водосбора. Так, для некоторых водотоков, которые выгружаются в карстовых воронках, характерна полная дренажная абсорбция. Важным условием возникновения карстовых процессов является наличие легкорастворимых пород (известняк, гипс). Такие структуры характерны для средней части бассейна Днестра, где эти породы расположены вблизи поверхности или обнажаются на склонах речных долин. Наиболее уязвимыми для карстовых процессов являются склоны речных долин Реута (в его среднем и нижнем течении) и левых притоков Днестра от Каменки до Сахарны.

Более детальное описание физико-географических условий бассейна Днестра в его средней и нижней части сделано в монографии Коробова и коллег (2014). Поэтому здесь достаточно ограничиться лишь кратким описанием наиболее экологически ценных водно-болотных систем, которые простираются вдоль Днестровского лимана и играют жизненно важную роль в поддержании водного баланса и биологического разнообразия бассейна реки в целом, а также гидроэлектростанций, построенных на этом участке реки.

Водно-болотные угодья Нижнего Днестра простираются с северо-запада на юго-восток в полосе длиной около 60 км и шириной до 6 км. В общей сложности насчитывается около ста водно-болотных озер, но основные из них составляют всего лишь 10-15. Самыми крупными из них являются озера Путрино, Тудорово и Белое, площади которых составляют 2,2, 2,8 и 1,3 км², соответственно; наибольшую глубину (2,8 м) имеет озеро Кривое. В результате накопления поступающих наносов, размер и глубина озер постепенно уменьшаются. Большинство озер связано с основным руслом Днестра небольшими протоками (ериками), которые разрезают противопаводковые валы, а затем проходят через заросли тростника. Через ерики в озера поступает основной приток воды.

Изменчивость колебаний уровня воды в водно-болотных угодьях приводит к тому, что здесь фиксируются высокие скорости и расходы воды. В

маловодный период года приток воды в них приближается к нулю, и только при сравнительно высоких расходах воды он достигает 10%. Еще один вид поступления воды в озера (и водно-болотные угодья в целом) – это ее перелив через противопаводковые дамбы в случае значительных подъемов воды и наводнений. Однако это наблюдается только в том случае, когда сток Днестра в верхней части эстуария составляет 800-850 м³/с.

Таким образом, состояние всей системы водно-болотных угодий Нижнего Днестра в значительной степени зависит от водности реки в целом, определяемой как климатическими условиями, так и режимом эксплуатации Днестровских ГЭС.

Днестровский гидроэнергетический комплекс

Днестровский гидроэнергетический комплекс, расположенный недалеко от молдо-украинской границы, включает ГЭС-1, с Днестровским водохранилищем глубиной более 55 м у плотины, и ГЭС-2, расположенную в 20 км вниз по течению и питающуюся водой из буферного водохранилища (Рис. 4.2).

Строительство ГЭС-1 началось в 1973 г, а последний шестой блок был поставлен под промышленную нагрузку в декабре 1983 г. Строительство ГЭС-2 началось в 1982 г, в августе 1999 г был введен в эксплуатацию первый агрегат и в декабре 2002 г – последний, третий блок. Первоначально планируемое и начатое в 1983 г строительство гидроаккумулирующей электростанции (ГАЭС), ввиду отсутствия средств и политической нестабильности было затем заброшено, и к нему вновь приступили значительно позже, уже в независимой Украине.



Рис. 4.2 Днестровский гидроэнергетический комплекс

Источник: Хильчевский и Гребня, 2014

В результате строительства Днестровского гидроэнергоузла, значительная часть среднего течения реки фактически превратилась в водохранилища, что вызвало ряд неизбежных и не до конца предусмотренных при проектировании экологических и иных проблем, непосредственно сказывающихся на водной безопасности в бассейне Днестра в целом.

В соответствии с первоначальным проектом, основное назначение Днестровского водохранилища состояло в регулировании стока для нужд водоснабжения, орошения и судоходства, а также для выработки электроэнергии и борьбы с паводками. Для обеспечения запланированных в проекте функций предусматривалось, что в обычных условиях противопаводковая емкость водохранилища должна быть свободна и находиться в готовности к приему дополнительного стока. Однако в начале 1990-х годов буферная плотина энергокомплекса, изначально задуманная как механизм сглаживания и регулирования поступления воды в нижний бьеф реки во избежание высоких ежесуточных амплитуд его уровня, была перестроена в ГЭС-2, с установкой трех гидрогенераторов и соответствующим изменением режима ее эксплуатации, уже нацеленного на решение исключительно энергетических задач.

Тем самым, первоначальный режим работы ГЭС-2, направленный на снижение суточных колебаний пропуска воды, был изменен на другой режим, целью которого стала исключительно выработка гидроэлектроэнергии в периоды суток, когда потребность в ней наибольшая. В результате, произошли глубочайшие, преимущественно негативные, изменения экосистем нижележащей части бассейна Днестра, а функция выработки электроэнергии стала *де факто* доминировать над всеми остальными. Это поставило под вопрос учет интересов всех заинтересованных сторон и, прежде всего, нижележащих экосистем, в т.ч. и в трансграничном контексте. Несомненно, что успешное решение этой проблемы требует широкого трансграничного сотрудничества между Молдовой и Украиной.

Дубоссарская ГЭС

Дубоссарская гидроэлектростанция является первенцем большой электрификации Молдовы. Станция была построена в период 1950-1955 годов для бесперебойного и надежного энергоснабжения и обеспечения электричеством развития экономики и социальной сферы республики, а также регулирования стока Днестра во время паводков и наводнений. Установленная мощность Дубоссарской ГЭС составляет около 48 тыс. кВт.

Плотина Дубоссарского водохранилища находится в 351 км от устья Днестра. Само водохранилище, расположенное на территории Молдовы между Каменкой и Дубоссары, имеет длину 128 км, площадь 67,5 км² и объем 0,485 км³. Регулирующая способность резервуара составляет 124 млн. куб. метров.

Однако строительство и ввод в эксплуатацию Дубоссарской ГЭС привели не только к созданию большого водохранилища, но и к разделению русла реки на две части - верхнюю и нижнюю. Это прервало нерестовые миграции многих видов рыб из нижнего течения Днестра в его среднюю и верхнюю



Рис. 4.3 Главный корпус Дубоссарской гидроэлектростанции

Source: <http://ges-dubossary.ru/>

части. Более того, Дубоссарское водохранилище, которое было очень продуктивным в первые годы после его строительства, затем, следуя законам естественной эволюции водохранилищ, начало быстро заиливаться, мелеть и терять свою первоначальную эффективность.

3.2 Река Прут

Река Прут является одним из основных левобережных притоков Дуная (Рис. 4.4) и одной из наиболее крупных рек Западной Украины, Молдовы и Румынии. Эти страны разделяют ее трансграничный бассейн в следующей пропорции: Молдова – 28,7%, Украина – 31,8%, Румыния – 39,5% (ЕЭК ООН, 2011 год). Прут берет свое начало на юго-западном склоне горы Говерла, примерно в 15 км к юго-юго-востоку от поселка Ворохта в Черногорском горном массиве Украинских Карпат и впадает в Дунай примерно в 164 км от его устья, в 0,5 км к юго-востоку от с. Джурджулешты. Длина реки составляет 967 км, из них 711 км – пограничная часть с Румынией.

Площадь гидрографического бассейна Прута равна 27 540 км². По своим очертаниям он представляет относительно узкую полосу протяженностью 340 км, средняя ширина которой составляет 51 км (до 70 км). Его геологическая структура включает большое разнообразие пород с различными физико-химическими свойствами, которые играют основную роль в формировании нынешней структуры бассейна, его рельефа, гидрографической сети и грунтовых вод. Молдавское Плато, в котором расположен бассейн Прута, имеет максимальную абсолютную высоту 429,5 м (холмы Кодру) и минимальную (2,4 м) в устье реки.

Исходя из абсолютных высот, бассейн Прута можно разделить на три топографических класса:

- *Возвышенная местность*: от 250-300 м до 400-420 м в горах Кодру и до 300 м на Северо-Молдавских возвышенностях и Тигечских холмах;
- *Средне возвышенная местность*: 200-250 м (Средний Прут, Сарата и Нижне-Прутская равнина);
- *Низменная местность*: 60 м и менее (пойма).

Наиболее распространенными экзогенными процессами в бассейне Прута являются оползни, карсты, сели, овраги и русловая эрозия. Самые интенсивные оползневые процессы развиваются на склонах притоков Прута, Кодр и Тигечских возвышенностей, а также на равнинах Среднего Прута. В силу геологического строения, геоморфологических особенностей и климатических условий, бассейн Прута обладает широким спектром абиотических характеристик, которые существенно определяют гидрологические и гидрохимические характеристики его поверхностных и грунтовых вод.

Около 35% долины Прута покрыты широколиственными и хвойными лесами. Предгорья покрыты дубовыми и грабовыми лесами, где зимний дуб, типичный для Западной Европы, растет рядом с теплолюбивым дубом и западноевропейским буком. Нижние горные склоны (300-600 м) покрыты широколиственными лесами дуба, граба, бука, клена и липы с добавлением ели и пихты. На больших высотах (600 м) бук становится доминирующим, а выше 1250 м возрастает роль хвойных деревьев. Пихтовые леса становятся доминирующими на уровне 1600 м и выше. Субальпийские луга и кустарники европейской зеленой ольхи и сосны распределены по горным вершинам. Наличие и состояние карпатских лесов в значительной степени определяют сток в водосборе Прута.

Бассейн Прута характеризуется умеренно-континентальным климатом, с короткими теплыми снежными зимами и жарким летом. Летние осадки выпадают в основном в виде непродолжительных ливней, которые в некоторые годы вызывают кратковременные катастрофические паводки. Среднегодовые осадки в молдавской части бассейна составляют 524-636 мм, минимальные значения которых наблюдаются в холодный период года, а максимальные – в июне-июле. Значительная межгодовая изменчивость климата определяют существенную изменчивость гидрологического режима реки.

В целом, бассейн Прута относится к зоне недостаточного увлажнения. Осадки уменьшаются с севера на юг, с существенным пространственным распределением в зависимости от ландшафта. Поскольку преобладающее здесь направление ветра северо-западное и западное, нагорные районы получают больше осадков по сравнению с подветренными склонами. В отдельные годы суммарные годовые осадки могут составлять более 900 мм в северной и центральной частях бассейна, но менее 270-300 мм – в его южной части.

На реке Прут Молдова и Румыния совместно эксплуатируют ГЭС Костешть-Стынка. Советско-румынское соглашение по ее строительству было ра-

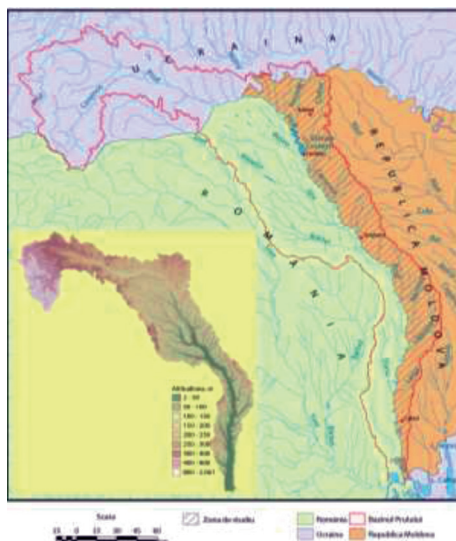


Рис. 4.4 Бассейн реки Прут



Рис. 4.5 Гидроэлектростанция

тифицировано в 1972 г, станция была построена в 1974-1978 гг. и открыта 5 ноября 1978 г. ГЭС расположена недалеко от г. Костешты, в 576 км вниз по течению от истока Прута у озера Костешты-Стынка, которое служит водохранилищем ГЭС (Рис. 4.5).

Главные цели возведения ГЭС – защита населенных пунктов ниже плотины от ежегодных паводков и выработка электроэнергии, а также накопление воды для ирригации и перерабатывающей промышленности. Нахождение источника Прута в горах объясняет достаточно большую водность реки и частые паводки, представляющие реальную опасность для экономики двух стран и безопасности населения.

Сток Прута оценивается по данным наблюдений государственной ГМС Молдовы, чьи три гидрологических станции расположены вдоль реки в Сирэуць (на границе Молдовы с Украиной), Унгенах и на плотине ГЭС. Станция в Унгенах обеспечивает наиболее полный набор данных, охватывающих 55 лет; наиболее точно естественный сток Прута регистрируется в Сирэуць, поскольку его вышерасположенная часть не трансформируется никакими водохранилищами. Две другие станции представляют сток, модифицированный работой ГЭС.

Среднегодовой расход воды в Пруте составляет 2,7 км³, но колеблется от 1,2 км³ в годы с недостатком осадков до 5 км³ в годы с наиболее высоким стоком. Среднегодовой сток изменяется от 78 до 87 м³/с, в пределах от 40 до 162 м³/с. Самый высокий месячный сток наблюдается с апреля по июль (до 124-127 м³/с в июне), минимальный (менее 60 м³/с) – в зимние месяцы. Строительство водохранилища изменило режим стока Прута и порядок водопользования в его бассейне. Согласно межправительственному соглашению между Румынией и Молдовой минимальный (экологический) сток должен составлять не менее 25 м³/с, чтобы обеспечить нормальный гидрологический режим пойменных озер и научного заповедника «Нижний Прут».

4. Краткое описание партнеров



Ведущий партнер:

**Институт зоологии
Министерство
образования, культуры
и исследований РМ
(ИЗ)**



Главный корпус ИЗ

Институт зоологии Министерства образования, культуры и исследований Молдовы является государственным научным учреждением, с многолетними исследовательскими традициями. Институт аккредитован по Категории А как научно-исследовательское учреждение международного уровня в области мониторинга пресноводных и наземных экосистем, а также систематики, эволюции и устойчивого использования биоразнообразия наземных и водных животных. Исследования института сфокусированы на динамике и эволюции сообществ животных, а также на разработке путей их устойчивого использования и защиты. В соответствии с Законом о воде Республики Молдова и соответствующим вторичным законодательством, Институт вовлечен в систему мониторинга пресноводных экосистем; он также является консультативным учреждением для госучреждений и частного сектора в таких областях как оценка качества природных поверхностных вод и экологического потенциала водных и наземных экосистем, возможностей развития рыбоводства, аквакультуры, оценки качества рыбной продукции, а также в вопросах кадастра животного мира и его рационального использования.

Ученые института постоянно участвуют в качестве экспертов в работе различных национальных и международных комиссий и советов. Что касается водных экосистем, то Институт зоологии проводит комплексные сезонные исследования на реках, водохранилищах и природных озерах. Основные исследования по пресноводным экосистемам охватывают качество воды (более 80 показателей), биоразнообразие, численность, биомасса, продукция бактерий, фитопланктона, водных беспозвоночных, продукционно-деструкционные процессы, интенсивность самоочищения и процессы вторичного загрязнения, степень толерантности гидробионтов к условиям обитания, уровень сапробности и трофности и буферной ёмкости водных экосистем, а также состояние ихтиофауны (разнообразие, численность, эффективность размножения, продуктивность). Для этого используются современные физико-химические, биологические и экотоксикологические методы исследования с применением соответствующим





ющего оборудования как для полевых, так и модельных лабораторных исследований.

Участие в различных международных проектах позволило оснастить институт современным оборудованием и аксессуарами для физико-химического анализа воды, илов и биологических материалов.

К таким инструментам относятся атомно-абсорбционная и атомно-эмиссионная спектрометрия, жидкостная и газовая хроматография.

Среди реализованных институтом экологических проектов, наиболее релевантными к проекту *HydroEcoNex*, являются:

Проект *RO-UA-MD MIS ETC 1676 «Трансграничное междисциплинарное сотрудничество по предотвращению стихийных бедствий и уменьшению загрязнения окружающей среды в Еврорегионе Нижний Дунай»* (2013-2015).

Проект способствовал укреплению трансграничного сотрудничества путем создания междисциплинарной сети *INPOLDE*, целью которой является разработка долгосрочных решений для смягчения последствий загрязнения окружающей среды, устойчивого развития территории в Еврорегионе «Нижний Дунай».

Проект *MIS ETC 1150 (UE JOP RO-UA-MD, 2013-2015)* «Ресурсный пилотный центр по трансграничному сохранению водного биоразнообразия реки Прут», предусматривавший усиление логистических ресурсов для комплексного мониторинга. Проект предусматривал не только совместные научные разработки, но и подготовку научных сотрудников высокого уровня. Наряду с оценочным отчетом о состоянии речных экосистем, были разработаны Оценка рисков для целостности экосистем и План по предотвращению и восстановлению биоразнообразия экосистемы Прута в условиях возможных чрезвычайных ситуаций.

Проект «Мониторинг и обеспечение качества пресноводной и морской аквакультуры рыб», реализованный при поддержке программы *INCO COPERNICUS-EC 1999-2002* многопрофильной группой исследователей из Греции, Великобритании, Венгрии и Молдовы для оценки качества воды и рыбной продукции.

В рамках проекта *HydroEcoNex*, Институт зоологии будет осуществлять общую координацию реализации проекта, а также обеспечивать современный уровень проведения научных исследований, консультаций и распространение знаний и опыта по оценке воздействия гидроэнергетики на функционирование трансграничных пресноводных экосистем в условиях изменения климата. Будут разработаны и протестированы индексы (показатели), которые лягут в основу экономической оценки потерь экосистемных услуг. Институт также разработает цифровую платформу для

широкого распространения результатов проекта, осуществит разработку и распространение рекомендаций и методического руководства по отбору показателей и оценке функционирования пресноводных экосистем бассейна Черного моря в контексте воздействия гидроэнергетики и изменения климата на трансграничные реки.

Контактное лицо:	<i>Член-корр. Академии наук, проф. Елена Зубков</i>
Электронная почта:	<i>laboratory.hydrobiology.2017@gmail.com</i>
Мобильный телефон:	<i>+373 79638311</i>
Почтовый адрес:	<i>Ул. Академическая 1, 2018 Кишинев, Молдова</i>



Eco-Tiras

Партнер проекта 2:

*Международная
ассоциация
хранителей реки
«Эко-Тирас», Кишинёв*



*Театральный переулок, где
расположен офис Eco-TIRAS*

Eco-TIRAS является трансграничной ассоциацией неправительственных экологических организаций Молдовы и Украины, расположенных и действующих в бассейне Днестра. Она была учреждена в соответствии с законодательством Республики Молдова в 1999 г и в настоящее время объединяет более 50 НПО из обеих стран, в том числе, и действующих в Приднестровье. Основной задачей ассоциации является внедрение в жизнь Интегрированного управления речным бассейном (IRBM), следуя его научным и природоохранным приоритетам и сочетая накопленный опыт с широкими международными знаниями и передовыми практиками.

С другой стороны, *Eco-TIRAS* активно сотрудничает с соответствующими министерствами и государственными водными агентствами Молдовы и Украины, стремясь содействовать интеграции современных политик и действий в совместное устойчивое управление водными ресурсами трансграничной реки Днестр. Ассоциация инициирует и поддерживает новые международные соглашения по речным бассейнам, которые периодически собирают все заинтересованные стороны на международных научных конференциях и совещаниях, а также активно участвует в международных мероприятиях и переговорах по управлению трансграничными речными бассейнами. В частности, бассейновый договор по Днестру изначально являлся инициативой *Eco-TIRAS*.



Основными сферами деятельности *Eco-TIRAS* являются: 1) Содействие устойчивому развитию в бассейне Днестра, совместно используемом Молдовой и Украиной; 2) Содействие широкому участию общественности в разработке политики и решений, касающихся наиболее важных вопросов, относящихся к экологической ситуации в бассейне



Днестра; 3) Координация деятельности и поддержка трансграничного сотрудничества НПО с государствами, научным сообществом и населением в целом.

Основная цель Эко-Тираса – вовлечение в решение проблем Днестра всех заинтересованных сторон, с учетом их первичных интересов, а также интересов экосистем бассейна, путем внедрения интегрированного управления речным бассейном, рассматривая его в трансграничном контексте. На протяжении своей 20-летней деятельности *Eco-TIRAS* организовал 14 международных конференций, 11 ежегодных Днестровских молодежных летних школ (каждая из которых охватывала 70-80 молодых людей, представляющих

оба берега реки), 22 исследовательских и образовательных речные экспедиции на байдарках для учителей средних школ, студентов и преподавателей университетов из Молдовы, включая Приднестровье, и Украины. *Eco-TIRAS* также реализовал многочисленные общественные акции и проекты, посвященные разработке законодательства, экологическому образованию и укреплению доверия между прибрежными странами.

Особый интерес для *Eco-TIRAS* представляют Орхусская и Водная Конвенции ЕЭК ООН; ассоциация принимает активное участие в их последовательном внедрении и обеспечении соблюдения. В своей деятельности *Eco-TIRAS* активно сотрудничает с такими международными организациями как ОБСЕ, ЕЭК ООН, ПРООН и другие, являясь членом Европейского экологического бюро (*European Environmental Bureau*), Сети действий по пресным водам (*Freshwater Action Network*), Европейского Эко-Форума, WECF, INBO, IUCN Law и IUCN/ESUSG комиссий.

В результате деятельности *Eco-TIRAS* опубликованы и размещены на веб-сайте ассоциации более 50 книг, посвященных экологическому состоянию бассейна Днестра и другим экологическим проблемам.

Контактное лицо:	Илья Тромбицкий
Электронная почта:	ilyatrom@mail.ru
Мобильный телефон:	+373 69121726
URL:	http://eco-tiras.org
Почтовый адрес:	Театральный пер. 11а, Кишинёв 2012, Молдова



Партнер проекта 3

*Университет
«Dunarea de Jos»
Галац, Румыния
(UDJG)*



*Главный корпус
Университета*

Университет “Dunarea de Jos” готовит специалистов в области экономических, естественных и экологических наук, а также социальных областей, способствуя обогащению местного и национального наследия научными исследованиями. UDJG является крупнейшим высшим учебным заведением на юго-востоке Румынии (около 12000 студентов и 14 факультетов). Его тематическая компетенция очень широкая: общая охрана окружающей среды, сельское хозяйство и рыболовство, лесное хозяйство, продовольственная помощь / продовольственная безопасность, водоснабжение и санитария, и др.

Исследования являются важной составляющей деятельности преподавательского состава, и качество дидактической работы тесно связано с ними. Своеобразным подтверждением высокого научного авторитета и исследовательской деятельности университета является его участие в многочисленных национальных и международных проектах. Среди реализованных экологических проектов наиболее актуальными для проекта HydroEcoNex являются:



1. Грант RO-UA-MD MIS ETC 1676

«Трансграничное междисциплинарное сотрудничество в целях предотвращения стихийных бедствий и смягчения загрязнения окружающей среды в Еврорегионе «Нижний Дунай» (2013-2015), который способствовал усилению трансграничного сотрудничества посредством создания междисциплинарной сети INPOLDE, нацеленной на выработку долгосрочных решений для уменьшения загрязнения, устойчивого развития и обеспечения готовности к чрезвычайным ситуациям в Нижне-Дунайском регионе.

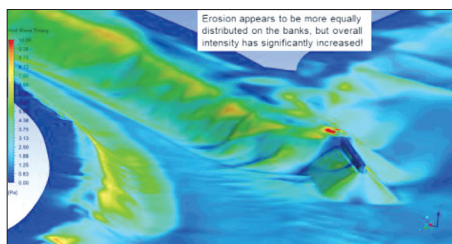
2. Проект «Высокоточные и чувствительные технологии, применяемые в сетях биомониторинга загрязнения окружающей среды различными факторами загрязнения в Южном, Юго-Восточном и Центральном регионах Румынии» (2008-2011 гг.), который предусматривал местный мониторинг загрязнения воздуха, почвы и поверхностных вод.

3. Проект «Оценка выживания и распространения в Черном море молоди осетровых видов, находящихся под угрозой исчезновения, выпущенных в Нижнем Дунае» (2013-2015 гг.), финансируемый Европейским фон-

дом рыболовства и направленный на поддержку заселения Дуная молодой осетровой в целях сохранения их популяций и поддержания их генетического разнообразия;

4. Грант SEE/EEA «Восстановление комплекса водных и наземных экосистем острова Фунду-Маре»

(2015-2016 гг.), выделенный для сбора полевых данных о гидрогеоморфологических параметрах и состоянии фауны птиц и рыб, наземной и водной растительности, а также на разработку моделей гидрологической реабилитации и оценки влияния реабилитационных мероприятий на аллювиальные и биологические процессы.



5. Проект «Роль популяций/видов в генерировании ресурсов и услуг как основа для стратегий и политик сохранения биоразнообразия» (2005-2008), целью которого было внедрение новой методологии исследований для эксплицитной оценки стратегий сохранения биоразнообразия на различных про-

странственно-временных уровнях и в тесной связи с основными социально-экономическими и природными факторами, влияющими на устойчивость экосистем, их функционирование, здоровье и способность обеспечивать экосистемные услуги.

В рамках настоящего проекта *UDJG* будет изучать национальное законодательство по управлению трансграничными водными ресурсами, проводить обзор исторических данных и осуществлять сбор новых данных о реке Прут и влиянии гидроэнергетики на его экосистемы, качество воды, миграцию и продуктивность рыбы. Также будут организованы семинары по обмену знаниями в области общего мониторинга окружающей среды для исследователей и лиц, принимающих решения. Полученные результаты будут обсуждаться и распространяться на заседаниях Руководящего комитета и публичных мероприятиях, организованных в Румынии и странах-партнерах.

Лицо для контакта:	Антуанета Ене
Электронная почта:	Antoaneta.Ene@ugal.ro
Мобильный телефон:	+40745164178
Почтовый адрес:	Domneasca Str. 47, 80008 Галац, Румыния



Партнер проекта 4:

*Украинский научный
центр экологии моря
(УкрНЦЭМ)*



Главный корпус УкрНЦЭМ

Украинский научный центр экологии моря был основан в 1992 г на базе Одесского филиала Государственного океанографического института. Это основной институт Министерства охраны окружающей среды Украины в области морских экологических исследований. УкрНЦЭМ также является единственным учреждением, выполняющим целый комплекс задач по экологическому мониторингу в Черном и Азовском морях. В соответствии со Стратегическим планом действий по реабилитации и защите Черного моря, в 1993 году УкрНЦЭМ был аккредитован в качестве Регионального центра деятельности по мониторингу и оценке загрязнений.

Главной задачей Центра является научное и практическое осуществление политики Украины в области защиты, рационального использования и рекультивации природных ресурсов в бассейнах Черного и Азовского морей, а также выполнение международных обязательств Украины, касающихся морских проблем.

Основные направления работы Центра:

- проведение мониторинга экологического состояния водной среды в Украине, на морях Мирового океана и прибрежных территориях;
- разработка программ экологического мониторинга, защиты и устойчивого использования природных ресурсов, обеспечения экологической безопасности наземных и водных территорий;
- разработка и поддержание онлайн-баз данных, интерактивных картографических систем и веб-сайтов;
- проведение работ, связанных с подготовкой и распространением экологических сертификатов, в том числе и на международном уровне;
- разработка, совершенствование и применение новых методов анализа и оценки состояния окружающей среды, антропогенных нагрузок и метрологического обеспечения аналитических измерений;
- выполнение арбитражных (экспертных) анализов, участие в проверке соблюдения природоохранного законодательства по запросам подразделений Министерства, предприятий, а также других организаций.



Задачи мониторинга, выполняемого УкрНЦЭМ, являются частью Программы государственного морского экологического мониторинга Черного и Азовского морей, которая была разработана в рамках Государственной программы мониторинга окружающей среды Украины и ориентирована на решение основных экологических проблем Азово-Черноморского бассейна в пределах морской экономической зоны страны. В среднем, мониторинг осуществляется по 340 параметрам, которые увязаны с общей метеорологической информацией, гидрологией, гидробиологией (зоо- и фитопланктон, фотосинтетические пигменты, макрозообентос, мейобентос, макро- и микрофитобентос, и т.д.), а также гидрохимией, геологией, загрязнением донных отложений и воды. Другие параметры мониторинга включают различные группы химических и радиоактивных загрязнителей в воде, донных отложениях и биоте.

Структура УкрНЦЭМ включает отделы, сертифицированные лаборатории, сектора и оперативные подразделения, в частности, базовый экспедиционный флот, в т.ч. исследовательский морской флот и инфраструктуру (причальный и складской комплекс и другие службы).



Роль УкрНЦЭМ в настоящем проекте заключается в обзоре украинского морского законодательства и соответствующих данных об изменениях в морских и прибрежных экосистемах под воздействием гидроэнергетики и изменения климата, а также в выработке набора показателей мониторинга этих изменений. Будут собраны необходимые гидрологические, гидробиологические, гидрохимические и климатические данные, и организованы семинары по обмену знаниями, содействующими разработке стратегии двустороннего сотрудничества по совместному мониторингу трансграничных рек, особенно их эстуариев, подвергнутых воздействию гидроэнергетики и глобального потепления. Результаты деятельности Центра будут представлены на заключительной Международной конференции, которая состоится в Молдове, и доведены до соответствующих сообществ и лиц, принимающих решения.

Контактное лицо:

Светлана Ковалишина

Электронная почта:

svetakovalish@gmail.com

Мобильный телефон:

+380 974708795

Почтовый адрес:

Украина, 65009 Одесса, Французский бульвар, 89



Партнер проекта 5:

Гидрометеорологический Центр Черного и Азовского морей (ГМЦЧМ), Одесса, Украина



Главный корпус ГМЦЧМ

Гидрометеорологический центр Черного и Азовского морей (ГМЦЧМ) был основан в 1865 г на базе Новороссийского университета г. Одесса. Основными направлениями его деятельности являются предоставление населению и организациям всех типов собственности гидрометеорологической информации, данных мониторинга окружающей среды, предупреждений и уведомлений об опасных природных явлениях, а также гидрометеорологических прогнозов. В настоящее время Центр предоставляет синоптические и гидрологические прогнозы состояния рек юга Украины, а также готовит оперативные прогнозы состояния морской акватории украинской части бассейнов Черного и Азовского морей.

Сеть морских метеорологических наблюдений Центра является частью наземной подсистемы получения гидрометеорологических данных в прибрежной зоне, включая станции и посты, расположенные в устьях рек Украины. В некоторых из них наблюдения за параметрами атмосферы и морской воды проводятся более 200 лет. Уникальные наборы таких многолетних данных, полученные во время прибрежных гидрометеорологических наблюдений, представляют большую научную ценность для изучения и прогнозирования изменения глобального и регионального климата. ГМЦЧМ также обладает возможностью анализировать всю гидрометеорологическую информацию по бассейну Днестра за последние 50-100 лет. Производственные подразделения Центра расположены на всей территории Южной Украины, осуществляя постоянный мониторинг морской среды (гидрология, гидрохимия), воздуха (температура, влажность, осадки, скорость ветра, видимость, загрязнение, актинометрия), а также гидрологии рек (сток, уровень и температура воды, лед, гидрохимия и другие параметры).

Организационная структура Центра включает: Отдел гидрометеорологического обслуживания и поддержки; Отдел метеорологических прогнозов; Отдел морских и речных гидрологических прогнозов; Отдел сельскохозяйственной метеорологии; Отдел метеорологии; Сертифицированная гидрохимическая лаборатория для анализа морской воды и почвы; Лаборатория наблюдений за загрязнением воздуха; Наблюдательная сеть морских и речных гидрометеорологических станций.



ГМЦЧАМ является также исполнителем океанографической части программы Национального антарктического центра на Украинской антарктической станции «Академик Вернадский», где его основная роль заключается в исследовании и анализе особенностей водного режима морей и изменчивости его параметров, а также наблюдение и изучение местных гидрометеорологических условий.

Начиная с 2006 г, ГМЦЧАМ публикует Бюллетень гидрометеорологического центра Черного и Азовского морей. Его сотрудники являются авторами научных публикаций по изменению климата в северном Причерноморье и его влиянию на возможные изменения в социальных условиях этого региона. Одной из последних и наиболее важных работ Центра является монография «Северо-западная часть Черного моря: структура и климатическая изменчивость океанологических полей» (Матыгин и Коломейченко, 2016). Сотрудники Центра также привлекались как эксперты в области гидрологии, океанологии и климатологии в различных национальных и международных проектах.



В настоящем проекте Центр, в сотрудничестве с Украинским научным центром экологии моря (УкрНЦЭМ), будет содействовать анализу исторических данных и сбору необходимых последних данных об изменениях в экосистемах под воздействием гидроэнергетики и изменения климата. В рамках проекта, будут также моделироваться будущие изменения в базовых климатических параметрах атмосферы (температура воздуха и осадки) в бассейне Днестра в период до 2050 г. Полученные результаты будут использованы как основа при моделировании изменений в определенных гидробиологических параметрах экосистем Днестра и будут учитываться при разработке рекомендаций по оптимальному использованию ресурсов Днестра всеми странами региона. ГМЦЧАМ будет также организовывать и активно участвовать в обмене информацией и полученными результатами со всеми заинтересованными учреждениями и организациями.

Основываясь на этой деятельности, ГМЦЧАМ будет содействовать разработке стратегии двустороннего водного сотрудничества по совместному экологическому мониторингу трансграничных рек, затронутых последствиями эксплуатации Днестровских ГЭС и изменения климата. Результаты деятельности Центра будут представлены на итоговой Международной конференции проекта и распространены в прибрежных населенных пунктах Днестра, как близлежащих к гидроэлектростанциям, так и расположенных в Нижнем Днестре и его устье.

Контактное лицо:	<i>Александр Матыгин</i>
Электронная почта:	<i>ast32alex@gmail.com</i>
Мобильный телефон:	<i>+380 503953295</i>
Почтовый адрес:	<i>Украина, 65009 Одесса, Французский бульвар, 89</i>

Литература

- Безносков В.Н., Горюнова С.В., Кучкина М.А., Попов А.В., Седакин В.П., Суздалева А.А., 2007: Экологическая оптимизация гидротехнических сооружений: основные направления и концептуальные принципы. *Вестник РУДН. Серия «Экология и безопасность жизнедеятельности»*, 4:41-53.
- Коробов Р., Тромбицкий И., Сыродоев Г., Андреев А., 2014: *Уязвимость к изменению климата: Молдавская часть бассейна Днестра*. Кишинёв: Eco-TIRAS, 2014. 336 с.
- Матыгин и др., 2016: *Северо-западная часть Черного моря: структура и климатическая изменчивость океанологических полей*, Одесса, 440 с.
- Станкевич-Волосянчук О. И., 2017: Проблемы строительства малых ГЭС на горных реках Карпат, В сб. «Интегрированное управление трансграничным бассейном Днестра: платформа для сотрудничества и современные вызовы». Материалы международной конференции, Тирасполь, 26-27 октября 2017 года, Eco-TIRAS, сс. 356-359.
- Хильчевский В.К. и В.В. Гребня (ред.), 2014: *Водный фонд Украины: Искусственные водоемы – Водохранилища и пруды. Справочник*. Интерпресс, 164 с. (укр).
- Шапхаев С.Г., 2015: *Эколого-правовые аспекты климатической адаптации плотинных ГЭС*. LAP LAMBERT Academic Publishing, 96 с.
- Швебс Г. И., 1974: *Формирование водной эрозии, стока наносов и их оценка*. Л.: Гидрометеоиздат, 183 с.
- Bastviken D., Tranvik L.J., Downing J.A., Crill P.M., Enrich-Prast A., 2011: Freshwater methane emissions offset the continental carbon sink. *Science*. **331(6013)**:50. doi: 10.1126/science.1196808.
- DSU (Dutch Sustainability Unit), 2017: *Better Decision-Making about Large Dams with a View to Sustainable Development. Second edition*, the Netherlands, 19 p.
- ENVSEC, 2015: *Strategic Framework for Adaptation to Climate Change in the Dniester River Basin*, 70 p.
- Hamdan, L.J. & K.P. Wickland, 2016: Methane emissions from oceans, coasts, and freshwater habitats: New perspectives and feedbacks on climate. *Limnol. Oceanogr.* **61**: 53-512. doi: 10.1002/lno.10449
- IEA (International Energy Agency), 2016: *World Energy Outlook. Summary* (Russian translation), 16 p. Available at: http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2016_ExecutiveSummary_Russian_version.pdf
- Jacob D. and S. Solman, 2017: IMPACT2C - An introduction. *Climate Services* 7, 1-2. doi:https://doi.org/10.1016/j.cliser.2017.07.006.
- Jiménez Cisneros, B.E., T. Oki, N.W. Arnell, et al., 2014: *Freshwater resources*. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, et al., (eds.)]. Cambridge University Press, UK and New York, NY, USA, pp. 229-269.
- Kirschke S, Bousquet P, Ciais P, et al., 2013: Three decades of global methane sources and sinks. *Nat Geosci.* **6**:813-823.
- Myhre G. et al., 2013: Anthropogenic and natural radiative forcing, In: Stocker T. F. and others [eds.], *Climate change 2013: The physical science basis*. Contribution of Working Group I to the IPCC's Fifth Assessment Report, pp. 659-703, Cambridge Univ. Press.
- Nisbet, E. G., E. J. Dlugokencky, and P. Bousquet, 2014: Methane on the rise-again. *Science* **343**: 493-495. doi: 10.1126/science.1247828
- Podgrajsek, E., E. Sahl_ee, D. Bastviken, S. Natchimuthu, N. Kljun, H. E. Chmiel, L. Klemetsson, and A. Rutgersson, 2015: Methane fluxes from a small boreal lake measured with the eddy covariance method. *Limnol. Oceanogr.* doi:10.1002/lno.10245

- Smith B. T., H. I. Jager, and P. A. March, 2007: Prospects for Combining Energy and Environmental Objectives in Hydropower Optimization. In: Proceedings of Waterpower XV, Kansas City, Missouri, HCI Publications.
- UNECE, 2011: *Second Assessment of transboundary rivers, lakes and ground waters*. New York and Geneva, pp. 234-236.
- Vejnovic I., 2017: *Broken rivers: the impacts of European-financed small hydropower plants on pristine Balkan landscapes*. CEE Bankwatch Network, 49 p.
- Xie JY, Tang WJ, Yang YH., 2018: Fish assemblage changes over half a century in the Yellow River, China. *Ecol Evol.* 00:1-10. <https://doi.org/10.1002/ece3.3890>
- Yan K. and L. Pottinger, 2013: *Civil Society Guide to Healthy Rivers and Climate Resilience*. International Rivers, 69 p.

Descrierea CIP a Camerei Naționale a Cărții

Создание системы инновационного трансграничного мониторинга трансформации экосистем рек Черноморского бассейна под воздействием развития гидроэнергетики и изменения климата. Проект HydroEcoNex. – Chișinău: Eco-TIRAS, 2019 [Tipogr. “Print Caro”]. – 35 p. – (ISBN 978-9975-9611-9-6).

Bibliogr.: p. 34-35. – Apare cu sprijinul financiar al Uniunii Europene.

ISBN 978-9975-9611-8-9.

504.4.062.2:551.583

C 585



Фото - Светлана Шелест

Издатель материала:
Международная ассоциация хранителей реки Eco-TIRAS

Адрес: *Eco-TIRAS,*
11а, Театральный пер.
2012 Кишинев, Молдова
Телефон: 373 22 225625
E-mail: ecotiras@mail.ru
Website: <http://Eco-Tiras.org>

Joint Operational Programme Black Sea Basin 2014-2020

Дата публикации: 10 января 2018 года

Эта программа кофинансируется Европейским Союзом через Европейский Инструмент Добрососедства и участвующими странами: Армения, Болгария, Грузия, Греция, Республика Молдова, Румыния, Турция и Украина.

Настоящая публикация подготовлена при финансовой поддержке Европейского Союза. Содержание этой публикации является исключительной ответственностью проекта *HydroEcoNex* и никоим образом не может быть воспринято как отражение взглядов Европейского Союза.