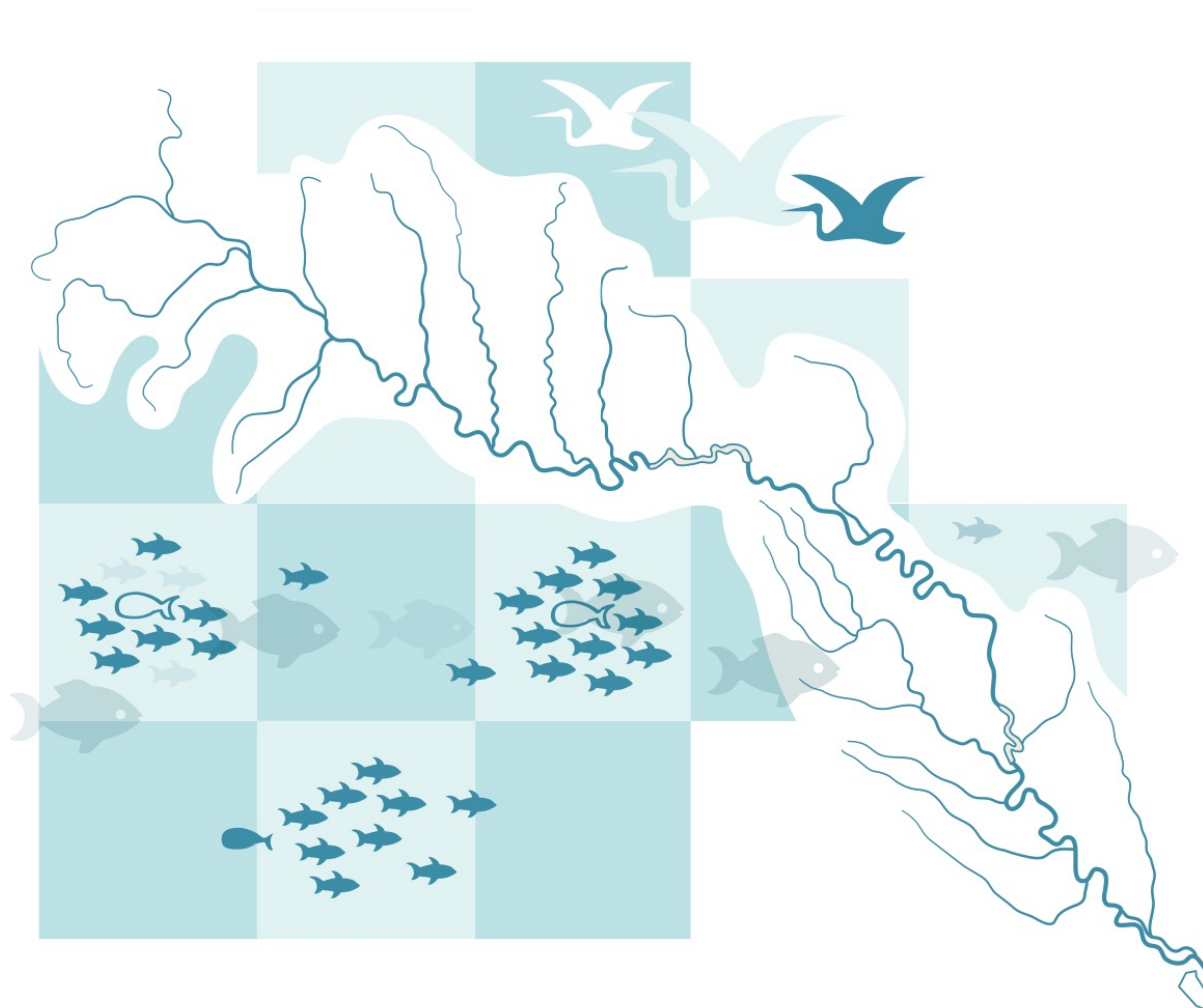


Проект Глобального экологического фонда

« Содействие трансграничному сотрудничеству и комплексному управлению водными ресурсами в бассейне реки Днестр »

Анализ целей, ограничений и возможностей оптимизации режима весеннего эколого-репродукционного попуска из Днестровского водохранилища



Киев • Женева
2020 г.

Отчет подготовлен в рамках проекта Глобального экологического фонда «Содействие трансграничному сотрудничеству и комплексному управлению водными ресурсами в бассейне реки Днестр». Проект выполняется Программой развития ООН и Организацией по безопасности и сотрудничеству в Европе в сотрудничестве с Европейской экономической комиссией ООН.



Текст: Оксана Гуляева (ЧАО «Укрэнерго») и Николай Денисов (Экологическая сеть «Зой»).

Дополнительные данные, информацию и ценные замечания предоставили Агостино Аванци (Idrostudi), Владимир Губанов (Нижнеднестровский национальный природный парк), Олег Дьяков (Центр региональных исследований), Виталий Кольвенко (Тираспольский гидрометеорологический центр), Ольга Лысюк, Наталья Харченко, Михаил Хорев (Государственное агентство водных ресурсов Украины), Александр Усов (Институт гидробиологии НАН Украины) Виктория Устименко (Черновицкое областное управление Государственного агентства рыбного хозяйства Украины), а также члены Рабочей группы по вопросам планирования и управления речным бассейном при Комиссии по устойчивому использованию и охране бассейна реки Днестр от Республики Молдова.

Дизайн обложки: Каролин Даниэль (Экологическая сеть «Зой»)

Общая координация проекта: Тамара Кутонова (ОБСЕ).

© ОБСЕ 2020

Содержание данной публикации, высказанные в ней мнения, оценки и выводы отражают точку зрения авторов и могут не совпадать с официальными позициями организаций и стран, участвующих в реализации или финансировании деятельности проекта.

Использованные обозначения и приводимые сведения не являются выражением какого-либо мнения со стороны этих организаций и стран о правовом статусе какой-либо страны или каких-либо территорий, городов и районов, находящихся в ее подчинении, или о делимитации ее границ.

Несмотря на то, что авторы и исполнители проекта приложили значительные усилия для обеспечения высокого качества публикации, они не несут юридической ответственности за полноту и точность информации в ней и за возможные опечатки, а также за возможные последствия использования информации, выводов и рекомендаций, содержащихся в данной публикации. Мы выражаем сожаление по поводу возможных ошибок и недочетов в тексте.

1. Постановка задачи

Настоящая работа ставит своей задачей рассмотреть и обобщить возможные сценарии весеннего эколого-репродукционного попуска из Днестровского водохранилища с учетом его задач, требований и ограничений – часто противоречивых и взаимоисключающих – и показать, как их формулировка влияет на возможность выбора тех или иных сценариев попуска. В качестве источников информации авторы использовали действующие Правила эксплуатации водохранилищ Днестровского комплексного гидроузла (Правила, 1987); проект еще не утвержденной новой редакции Правил эксплуатации водохранилищ Днестровского каскада ГЭС и ГАЭС (Проект, 2017); результаты исследований и другие публикации, связанные с режимом весеннего попуска из Днестровского водохранилища; дополнительные данные; а также мнения специалистов и заинтересованных сторон, высказанные, в том числе, на встречах проекта ГЭФ, заседаниях Комиссии по устойчивому использованию и охране реки Днестр¹ и украинской Межведомственной комиссии по согласованию режимов работы днепровских и днестровских водохранилищ² (далее – Межведомственной комиссии).

2. История исследования и механизм оптимизации весеннего попуска

Весенний эколого-репродукционный попуск воды из Днестровского водохранилища проводится с 1988 года. После первых неудачных попыток для научного обоснования и совершенствования режима попуска Государственное агентство водных ресурсов Украины (далее – Госводагентство Украины, в указанное время – Государственный комитет УССР по водному хозяйству) привлекло специалистов Института гидробиологии АН УССР.

Обоснование режима попуска проводилось с учетом гидрологических и гидробиологических данных, в первую очередь устанавливались зависимость уровня воды в днестровских плавнях от ее сброса из водохранилища и чувствительность к этим факторам условий жизнедеятельности и воспроизводства гидробионтов и птиц (Шевцова и др., 1994). В рамках Межведомственной комиссии полученные рекомендации были предложены к внедрению и частично практически использованы в период весеннего экологического попуска 1991 года. В том же году были организованы комплексные гидроэкологические исследования экосистемы дельты Днестра, которые показали, что режим экологического попуска 1991 года отвечал минимально необходимым гидробиологическим требованиям (Шевцова и др., 1998)³.

После 1991 года вопросы обоснования и эффективности эколого-репродукционного попуска на Днестре рассматривались многими исследователями, включая В. Н. Гонтаренко (1993), И. Т. Русева (1997, 2013), В. И. Вишневого (2000), И. В. Щеголева (2016) и других. В целом наиболее полными с точки зрения анализа и обоснования параметров и режима попуска представляются исследования Института гидробиологии НАН Украины (Шевцова и др., 1994, 1997, 1998, 2003), а также исследование, проведенное в рамках проекта «Изменение климата и безопасность в Восточной Европе, Центральной Азии и на Южном Кавказе» (Губанов и др., 2016).

По сложившейся практике, перед ежегодным заседанием Межведомственной комиссии в конце марта (согласно действующему положению, комиссия заседает не реже одного раза в месяц) Госводагентство Украины собирает официальные письменные предложения к режиму эколого-репродукционного попуска в текущем году от заинтересованных сторон. Как правило, предложения содержат широкий спектр требований в отношении пикового расхода, продолжительности, формы гидрографа и времени начала попуска. Заседание Межведомственной комиссии является открытым:

¹ Днестровская комиссия создана в рамках Договора 2021 года о сотрудничестве в сфере охраны и устойчивого развития бассейна реки Днестр между Правительством Республики Молдова и Кабинетом Министров Украины.

² Название приведено по состоянию на май 2020 года, установочные документы и состав комиссии обновляются.

³ Основные параметры весеннего попуска 1991 года: начало – 15 апреля, продолжительность – 21 день, пик попуска – 500-541 м³/с в течение 5 дней, средний расход – 397 м³/с.

Госводагентство объявляет о нем по официальным каналам, и на нем могут присутствовать все желающие принять участие в обсуждении и предоставить аргументированные точки зрения. В частности, в заседаниях регулярно участвуют представители и организации Республики Молдова и заинтересованных областей Украины.

В дискуссиях и на практике вопрос оптимизации весеннего попуска остается сложным, и поиск компромисса между его различными целями и ограничениями (см. ниже) неоднократно вызывал противоречия между заинтересованными сторонами в пределах как Украины, так и бассейна в целом. Окончательное решение по результатам обсуждения в рамках Межведомственной комиссии фиксируется протоколом и утверждается председателем или заместителем председателя Госводагентства Украины. Выполнение принятого режима попуска обеспечивается НЭК «Укрэнерго» и ЧАО «Укргидроэнерго».

Необходимо отметить, что, хотя Госводагентство официально отвечает за контроль выполнения принятого режима попуска и анализ гидрологической обстановки в бассейне Днестра, оно не получает в период проведения попуска систематической информации о его эффективности и влиянии на экосистемы низовьев Днестра⁴. В целом на сегодняшний день отсутствует система оценки экологической эффективности проведения попуска, хотя указанные выше исследования предлагают некоторые конкретные идеи в этом направлении⁵.

3. Обзор и анализ задач, требований и ограничений весеннего попуска

К основным задачам весеннего эколого-репродукционного попуска традиционно относятся обводнение днестровских плавней для создания и поддержания в них благоприятных экологических условий, а также обводнение нерестилищ в пойме Днестра для обеспечения условий размножения рыб фитофильной группы (рис. 1).



⁴ Тем не менее в отдельные годы такая информация, предоставляется организациями Одесской области и Республики Молдова на нерегулярной основе.

⁵ В материалах о восстановлении водообмена в низовье Днестра (Губанов и др., 2016) отмечается, что в качестве показателей для оценки эффективности попуска можно использовать обводнение пойменных лугов, обеспечивающее прохождение нереста, и численность и видовой состав птиц в пределах обводненных лугов. Указывается, что существует прямая связь между затоплением пойменных лугов во время попуска и видовым разнообразием и численностью ихтио- и орнитофауны. Однако количественные связи между этими показателями и гидрологическими параметрами попуска пока не изучены, что затрудняет использование этой информации при принятии решений, особенно в годы со слабо выраженным весенним половодьем.

Эти задачи определяют ряд ключевых параметров, которые сформулированы в различных источниках и обобщены в таблице 1. В таблице 2 обобщены известные ограничения на осуществление попуска, связанные с характеристиками, экологическими особенностями и гидрологическим режимом Днестровского водохранилища и верховьев Днестра.

Таблица 1. Требования к режиму экологического попуска с точки зрения низовьев Днестра⁶

	(а)	(б)	(в)	(г)
Продолжительность попуска, сутки	30	30	30	Краткая
Минимальный объем попуска, км ³	0,8	–	0,8	–
Продолжительность пика попуска, сутки	–	7	10	–
Минимальная величина пика, м ³ /с	420–500	660	350–500	300–400
Оптимальная величина пика, м ³ /с	–	700–720	–	–
Длительность затопления плавней ⁷ , сутки	20	20	–	–
Расход в течении 20 суток, м ³ /с ⁸	Не менее 350	–	–	–
Суточное изменения расхода воды	Плавное	Плавное	50 м ³ /с	–
Температура воды, °С:				
- в начале попуска (Маяки)	–	10	8-10	Апрель
- на пике попуска (мелководья)	12-13	–	–	–

Таблица 2. Ограничения режима попуска с точки зрения верховьев Днестра

	(а)	(в)	(г)
Допустимая сработка, м БС	Несущественно ниже 121 ⁹		
Суточная сработка, см	Не более 10 ¹⁰		не более 10
Максимальный объем попуска, км ³		0,545	

Источники в таблицах:

- (а) Институт гидробиологии НАН Украины (Шевцова, 1998)
- (б) Нижнеднестровский национальный природный парк (Губанов и др., 2016)
- (в) Межведомственная комиссия (протоколы заседаний 1991–2020 годов)
- (г) Действующие правила эксплуатации (Правила, 1987)¹¹

⁶ Проект новой редакции Правил эксплуатации (Проект, 2017) не рассматривается в таблице, поскольку документ еще не согласован и имеет ряд неточностей: отсутствует регламент режима работы водохранилищ в весенний период; ограничения колебаний уровня воды при температуре 12 °С в Днестровском водохранилище (20–25 см) указаны для летнего периода; описание режима экологических попусков, основанное на исследованиях Института гидробиологии НАН Украины, размещено в разделе природоохранных требований.

⁷ На практике требующее расхода от 350–400 м³/с, см. ниже.

⁸ В материалах проекта "Меры устойчивости для связанных с водой экосистем в Рамсарском сайте «Нижний Днестр»" (Биотика, 2016) также приводится следующая информация: «при попусках из водохранилища 280–320 м³/с вода проходит в меженном русле. Выход воды в пойму реки начинается при расходах свыше 380–400 м³/с». С точки зрения затопления плавней этот анализ предполагает, что вода свободно проходит в районе пересечения поймы реки автодорогой М15 Одесса–Рени, что не всегда соответствует действительности (Губанов и др., 2016).

⁹ В период нереста – после достижения водой в водохранилище температуры 12 °С. Однако согласно консультациям с ихтиологами Черновицкой области, нерестилища верховьев Днестровского водохранилища осушаются при отметках ниже 119 м БС. В то же время многие протоколы заседаний Межведомственной комиссии фиксируют глубину сработки Днестровского водохранилища при проведении попуска до 117 м БС. В летний период для успешного воспроизводства ранненерестующих рыб фитофильной группы в водохранилище также необходимо производить сработку уровня на 2–3 м ниже НПУ, чтобы обеспечить условия зарастания склонов и островов луговыми и пустырными травами (Шевцова, 1998).

¹⁰ Согласно консультациям с ихтиологами Черновицкой области, это ограничение наиболее актуально в период нереста при снижении уровня воды ниже отметки расположения нерестилищ (119 м БС).

¹¹ Согласно пункту 4.4.1 «Режим в весенний период (март–май)» действующих Правил эксплуатации (Правила, 1987), «режим работы устанавливается в зависимости от прогнозируемого максимального расхода притока в

Анализ таблицы 1 указывает на значительные расхождения в ряде основных требований с точки зрения низовьев Днестра: общей продолжительности попуска (от краткого периода до 30 суток); продолжительности периода максимального расхода воды (пика) попуска (7–10 суток) и его величины (300—700 м³/с); температурных условий начала попуска. На практике это позволяет рассматривать широкий набор сценариев попуска, удовлетворяющих тем или иным значениям указанных критериев.

Ряд ограничений на выбор сценариев (табл. 2) накладывают характеристики Днестровского водохранилища и интересы воспроизводства рыбного стада в пределах водохранилища и в верховьях Днестра¹². В первую очередь это касается ограничения глубины (не ниже 121 м) и скорости сработки водохранилища (не выше 10 см в сутки) в период нереста – при температуре воды от 12 °С.

На практике выполнение второго требования в нерестовый период ограничивает максимальный расход компенсационного попуска¹³ величиной 150 м³/с (см. ниже), что позволяет достичь ожидаемого низовьями более высокого пикового расхода попуска только за счет дополнительного естественного притока воды. При этом достаточный дополнительный приток воды наиболее вероятен в ранневесенний период – на пике естественного половодья, когда температура воды в низовьях может еще не достичь 8–10 °С. Таким образом, одновременное выполнение требований высокого пикового расхода и достаточно высокой температуры воды в низовьях крайне проблематично, и его выполнение будет становиться все более сложным с постепенным снижением естественной водности весеннего половодья вследствие изменения климата (Стратегические направления, 2015).

Стоит отметить, что до постройки Днестровского водохранилища затопление плавневой системы в половодье наблюдалось в различные периоды (рис. 2а) и, соответственно, при широком диапазоне значений температуры воды в Маяках. При среднем значении 9,5 °С среднедекадная температура воды в этот период колебалась от 2 °С до 16 °С, а ее распределение было достаточно равномерным. После строительства ГЭС кривая распределения заметно сместилась в сторону более высоких температур – до 14–18 °С, среднее значение составило около 13 °С, а доля низких температур от 0 °С до 6 °С значительно снизилась (рис. 2б).

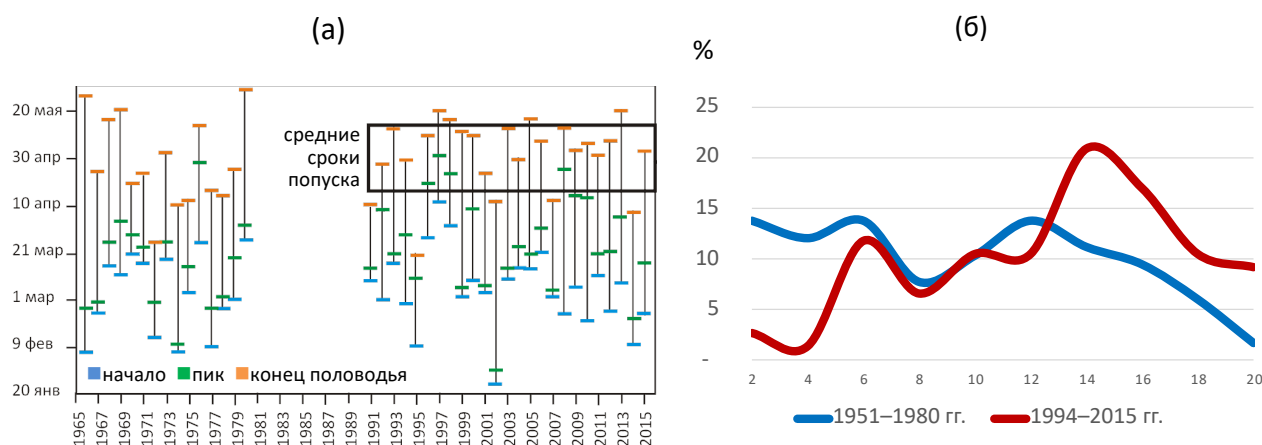


Рисунок 2. Соотношение сроков прохождения весеннего половодья и эколого-репродукционного попуска в створе Днестровской ГЭС (а) и повторяемость среднедекадных значений температуры воды в районе с. Маяки в весенний период при расходе воды в Бендерах выше 400 м³/с (б) до и после строительства Днестровской ГЭС

Источники данных: ГМЦ Украины, Тираспольский ГМЦ

водохранилище. При расходах притока до 1000 м³/с с наступлением половодья осуществляется заполнение до НПУ. При расходах свыше 1000 м³/с режим работы водохранилища устанавливается согласно разделу 5 (Порядок пропуска паводков через Днестровский гидроузел). При половодье с обеспеченностью стока до 75% в апреле месяце осуществляются кратковременные экологические попуски расходом 300-400 м³/с».

¹² В котором присутствуют, в том числе, и редкие и охраняемые виды, включая стерлядь (Кольман и др., 2016).

¹³ То есть попуска собственно за счет сработки водохранилища, без учета дополнительного притока воды.

Наконец, значительные ограничения связаны и с общим объемом воды, в принципе доступном для компенсационного попуска из Днестровского водохранилища. В случае набора воды до отметки 121 м перед началом попуска и сработки водохранилища до отметки 117 м¹⁴ доступный для компенсационного попуска объем воды составляет 0,545 км³. Этот объем позволяет значительное время поддерживать достаточно высокий расход воды (см. ниже).

Однако если вода не была набрана до отметки 121 м в силу недостаточного притока зимой и (или) недостаточной водности половодья, реально доступный для компенсационного попуска объем воды оказывается меньше. Аналогично уменьшается доступный для попуска объем воды, если год ожидается засушливым и сработка до 117 м противоречит необходимости накопления в водохранилище достаточного запаса воды для обеспечения Молдовы и Одесской области Украины водой в летний период.¹⁵ Таким образом, особенно в засушливые годы, существует объективное противоречие между возможным объемом воды для компенсационного попуска и желаемой водностью и продолжительностью попуска в интересах обводнения плавней и низовьев Днестра.

4. Расчет и обсуждение возможных сценариев весеннего попуска

Для более детального изучения конкретных возможностей удовлетворения требований и ограничений в реальных условиях было изучено соотношение между ключевыми параметрами условий и гидрографа попуска, которые включают:

- объем воды, доступный для компенсационного попуска (определяется отметкой уровня на начало попуска и допустимой глубиной сработки водохранилища);
- ожидаемый средний приток воды за время попуска;
- величина пика расхода попуска и продолжительность его поддержания;
- скорость изменения расхода на подъеме и спаде гидрографа попуска (для простоты рассматривались сценарии с равномерным увеличением и уменьшением расхода компенсационного попуска);
- максимальная допустимая скорость снижения уровня воды в водохранилище.

Достаточно простые расчеты с использованием кривой объемов¹⁶ Днестровского водохранилища показывают, что между величиной компенсационного попуска и интенсивностью сработки водохранилища существует простая однозначная связь (рис. 3).

С ее помощью легко построить номограмму (рис. 4) достижимого максимума (пика) попуска с учетом естественного притока при выбранном диапазоне колебаний уровня воды в водохранилище.

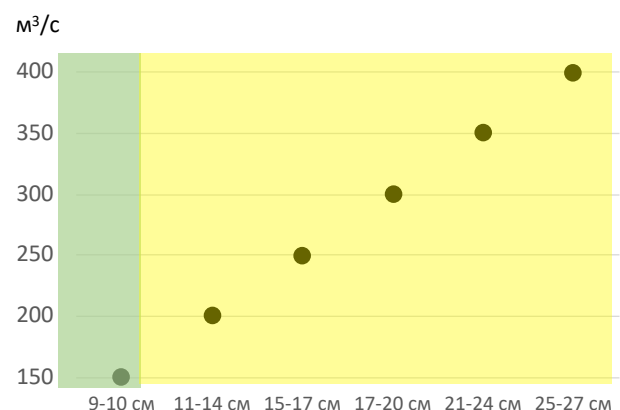


Рисунок 3. Связь между максимальным расходом компенсационного попуска и суточным снижением уровня воды в водохранилище

¹⁴ Строго говоря, это возможно только вне пределов нерестового периода в Днестровском водохранилище, что, в свою очередь, противоречит требованиям низовья Днестра в отношении температуры воды в период попуска.

¹⁵ Можно обоснованно предполагать (Стратегические направления, 2015), что с изменением климата такие ситуации будут повторяться все чаще.

¹⁶ Для расчетов использовалась кривая объемов из действующих Правил эксплуатации (Правила, 1987). Она отличается от кривой объемов, приведенной в проекте новой редакции правил (Проект, 2017).

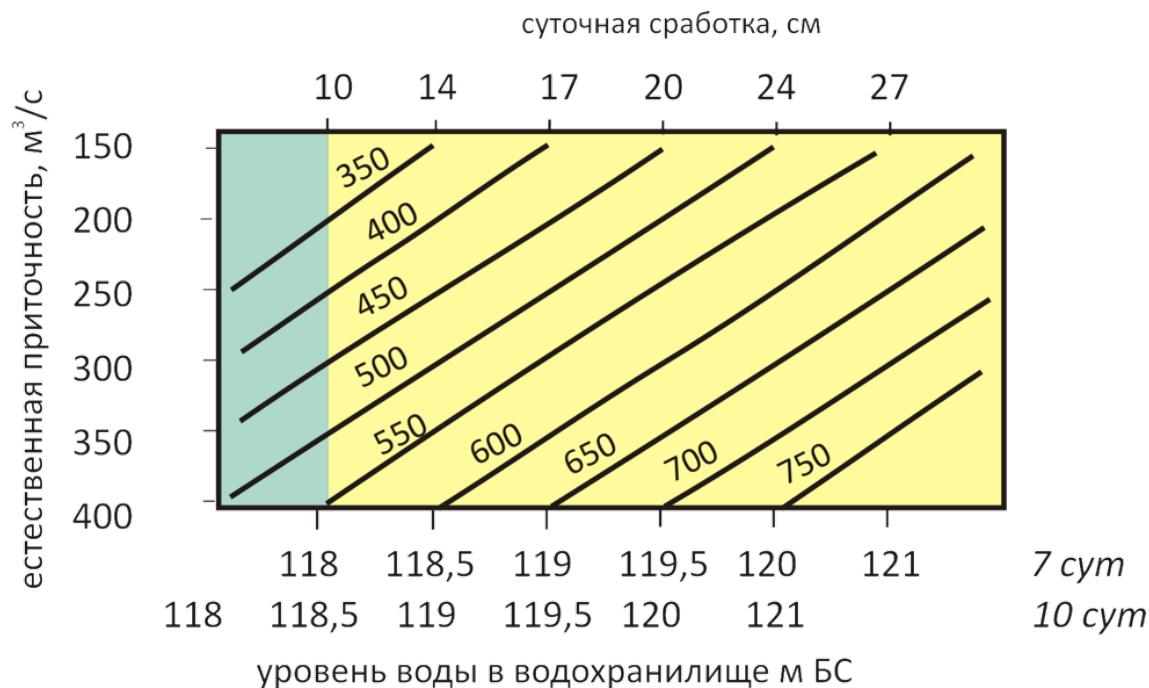


Рисунок 4. Номограмма достижимого максимального расхода воды (значения на линиях номограммы в $\text{м}^3/\text{с}$) попусков с продолжительностью пика 7 и 10 суток в зависимости от естественного притока воды и допустимой суточной сработки уровня воды в водохранилище.

Примечание: нижняя горизонтальная шкала указывает минимальную начальную отметку уровня, при которой возможен попуск с такими параметрами, в зависимости от продолжительности пика.

Практическая реализуемость попуска с такими характеристиками зависит от соотношения доступного для компенсационного попуска объема воды в водохранилище (см. выше) и выбранного гидрографа попуска, который и определяет необходимый объем воды. Нижняя шкала на рисунке 4 показывает эту зависимость для двух семейств условных гидрографов – с пиком расхода, поддерживаемым в течение 7 и в течение 10 дней. Соответствующие семейства гидрографов приведены на рисунке 5¹⁷.

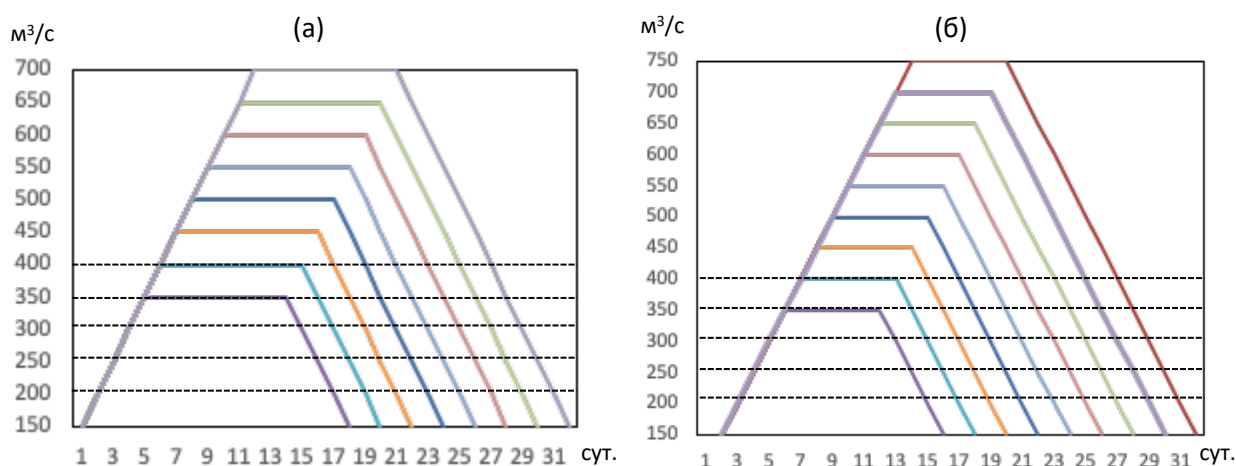


Рисунок 5. Гидрографы попусков различного объема с десятидневной (а) и семидневной (б) продолжительностью пика и суточным изменением расхода на подъеме и спаде $50 \text{ м}^3/\text{с}$

Примечание: значения расхода естественного притока в основании гидрографов показаны пунктиром.

¹⁷ Необходимо обратить внимание, что при компенсационном расходе выше $150 \text{ м}^3/\text{с}$ автоматически нарушается требование об ограничении суточных колебаний уровня воды в водохранилище пределами 9–10 см.

В обоих случаях (а) и (б) предполагается, что водохранилище срабатывается до отметки 117 м, а расход компенсационного попуска равномерно растет от уровня естественного притока до достижения пика и уменьшается после его прохождения со скоростью 50 м^3 в сутки (и при этом постоянен в течение суток). Как и для рисунка 4, для расчета приняты значения естественного притока от 150 до $400 \text{ м}^3/\text{с}$.

Более короткий пик расхода позволяет экономить воду и, при допущении достаточно больших колебаний уровня воды в водохранилище, превышающих действующие ограничения, достигать больших максимальных значений. Так же потребность в воде снижается и при допущении большей, чем принятая на практике, суточной скорости изменения расхода попуска за счет более быстрого приближения к пику расхода¹⁸. Поэтому гидрографы на рисунке 6 допускает более высокий пик на протяжении тех же периодов поддержания пика в 7 и 10 суток.

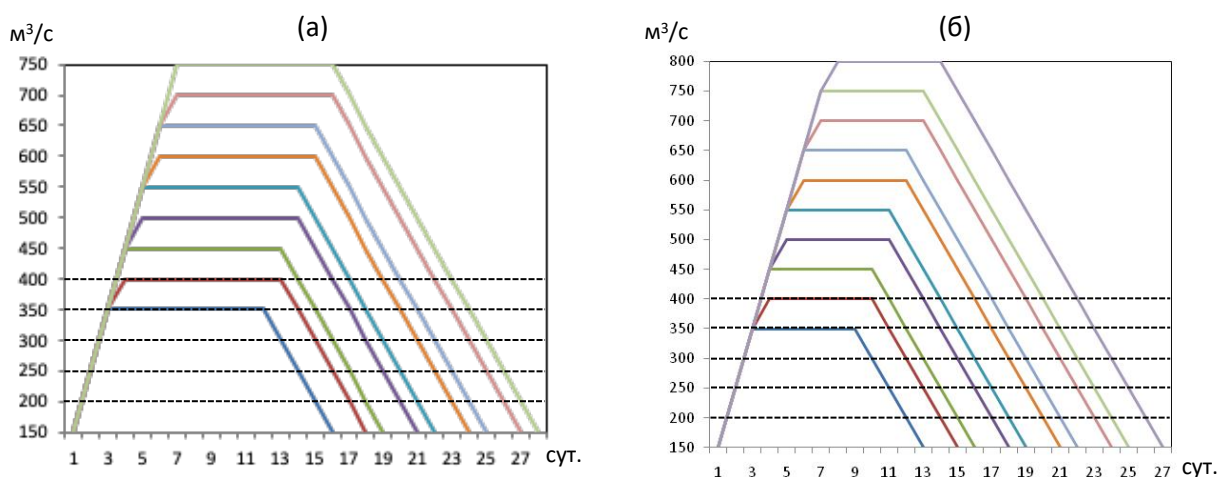


Рисунок 6. Гидрографы попусков различного объема с десятидневной (а) и семидневной (б) продолжительностью пика и суточным изменением расхода $100 \text{ м}^3/\text{с}$ на подъеме и $50 \text{ м}^3/\text{с}$ на спаде

Примечание: значения расхода естественного притока в основании гидрографов показаны пунктиром.

В конкретных условиях выбор режима, как правило, исходит из представления о том, что более высокий и продолжительный пик расхода воды обеспечит более интенсивную промывку днестровских плавней и более длительное и устойчивое затопление пойменных экосистем нижнего течения Днестра. Таким образом будут созданы лучшие условия для существования и воспроизводства водных и околоводных экосистем и популяций низовьев реки. В отсутствие достаточных представлений о количественных связях между характеристиками попуска и показателями состояния экосистем, в качестве ориентировочных количественных критериев используются представления о

- желательной высоте пика попуска (в первую очередь, с точки зрения промывки плавней и каналов-ериков);
- минимальном расходе попуска, обеспечивающем выход воды на пойму и, таким образом, затопление плавней и нерестилищ; и
- желательном периоде времени, в течение которого поддерживается этот расход, в том числе, для обеспечения минимальной длительности условий нереста для различных видов рыб.

Благодаря строению русла Днестра, на участке от плотины Днестровского водохранилища до Дубоссар–Бендер не происходит заметного «распластывания» волны паводков и попусков. Практически, форма гидрографа на этом участке не меняется, не считая снижения острых пиков в

¹⁸ Анализ естественного гидрологического режима Днестра дает основания утверждать, что изменение расхода воды весеннего половодья на подъеме гидрографа (в среднем $90 \text{ м}^3/\text{с}$ в сутки) происходит более интенсивно, чем на его спаде ($45 \text{ м}^3/\text{с}$ в сутки). Соответственно, время достижения пика расхода естественного половодья в два раза меньше, чем продолжительность его спада. Аналогичное соотношение, с подъемом гидрографа на $100 \text{ м}^3/\text{с}$ в сутки, в целях экономии воды можно рекомендовать и для эколого-репродукционного попуска.

пределах нескольких процентов. При проведении попуска в конце половодья расход на участке Днестровская ГЭС – Бендеры в большинстве случаев даже несколько повышается за счет боковой приточности. Значительная трансформация гидрографа происходит после разделения русла, где максимальный расход снижается на 40–50 %.

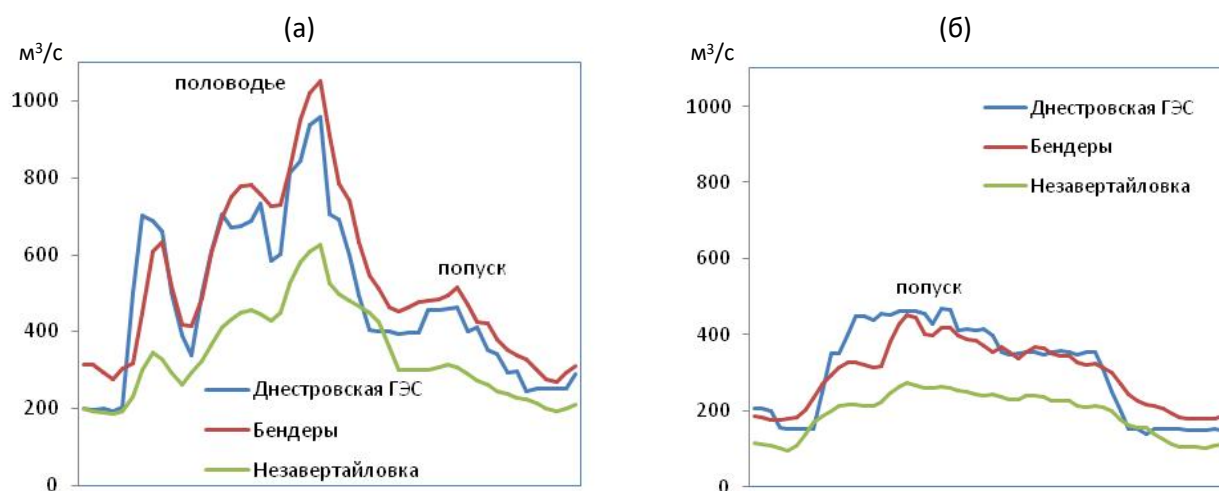


Рисунок 7. Совмещенные с учетом времени добегания гидрографы стока весеннего половодья с эколого-репродукционным попуском в 2003 (а) и 2008 (б) годах

Источники данных: ГМЦ Украины, Тираспольский ГМЦ

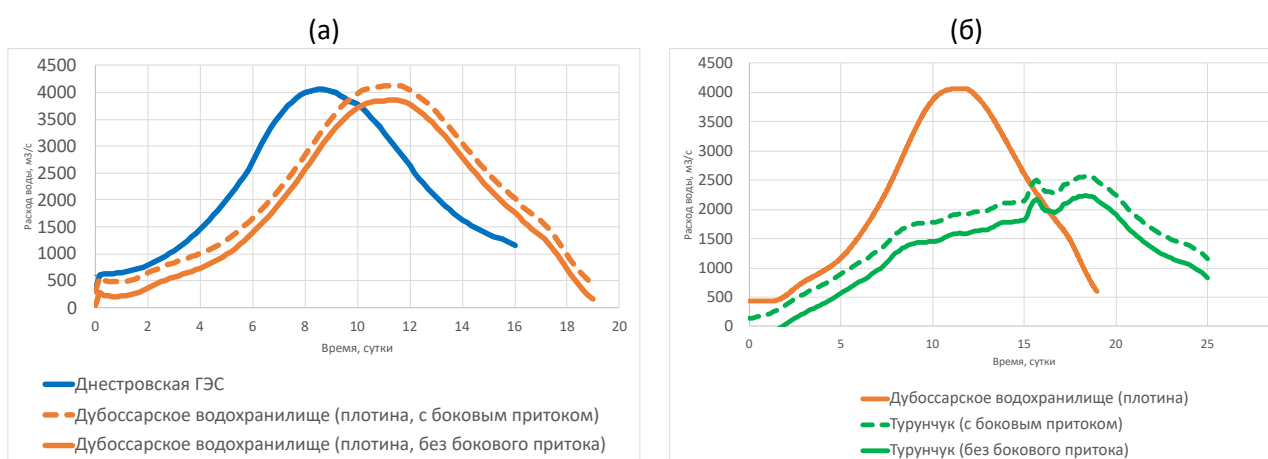


Рисунок 8. Результаты моделирование преобразования гидрографа паводка обеспеченностью 1% на различных участках Днестра

Источник: Idrostudii, методические вопросы в (BETA Studio, HR Wallingford, 2016)

Эти закономерности подтверждаются как сопоставлением данных о расходах воды в створе Днестровской ГЭС, Бендерах и Незавертайловке (рис. 7), так и результатами математического моделирования движения волны паводка (рис. 8). В устьевой области гидрологический режим, свойственный реке, постепенно переходит в лиманный¹⁹.

¹⁹ В среднем время движения половодья или попуска от каскада Днестровских ГЭС до с. Незавертайловка составляет 4-5 суток в зависимости от расхода. Гребень волны движется со скоростью 1,4-1,9 м/с, что соответствует волне перемещения. Вода, достигая верхнего участка устьевой области (Граденицы-Незавертайловка и Троицкое-Оланешть), выходит на пойму, где колебания уровня воды приблизительно в два раза ниже, чем в реке. При прохождении больших половодий и паводков амплитуда колебаний уровня воды может достигать 3-4 м. Вблизи Днестровского лимана величина колебаний уровня воды, обусловленных речным стоком, существенно уменьшается. Например, участок, расположенный между створами Маяки-Паланка и Красная Коса – Надлиманское имеет одинаковые с Днестровским лиманом меженные отметки уровня. Годовые колебания

Таким образом, для ориентировочной оценки эффективности попуска с точки зрения обводнения плавней вполне можно пользоваться характеристиками расхода воды у плотины Днестровского водохранилища и диапазоном 350–400 м³/с в качестве критерия выхода воды на пойму и начала ее затопления. Более точный анализ, в том числе, глубины образующегося слоя при различных расходах воды, требует расчетов с использованием гидравлических моделей²⁰ и цифровой модели местности нижнего течения Днестра. Дополнительные исследования требуют также условия прохождения воды в районе моста автомобильной дороги М15 на участке Маяки–Паланка и влияние на преобразование волны попуска сгонно-нагонных явлений в дельте Днестра.

Кроме представленных выше графиков и номограмм, в рамках настоящей работы был разработан интерактивный «калькулятор» для упрощенного ориентировочного расчета некоторых характеристик попуска в различных условиях (рис. 9).

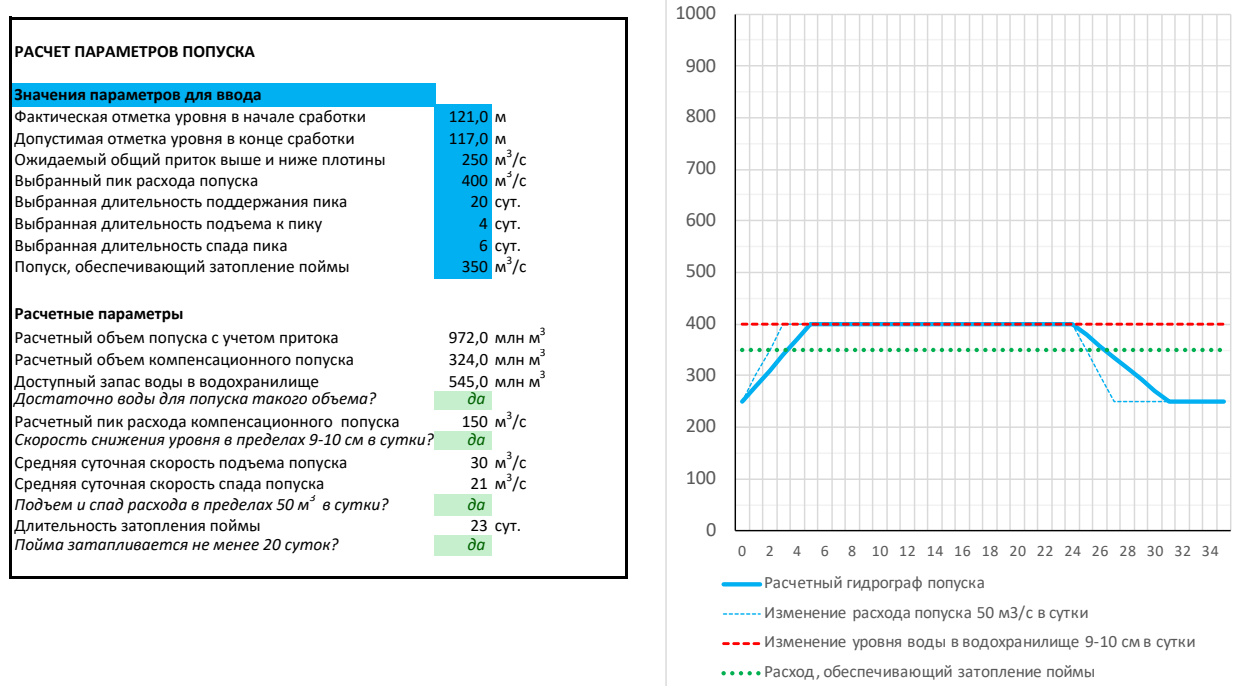


Рисунок 9. Интерактивный «калькулятор» для расчета и оценки параметров весеннего попуска

Реализованный средствами MS Excel «калькулятор» позволяет по минимальному набору входных параметров, задающих выбранный режим попуска, оценить возможность достижения некоторых целевых значений и выполнения ограничений в соответствии с таблицами 1 и 2. В этом качестве инструмент может использоваться для поддержки принятия оперативных решений при сравнении и выборе конкретных сценариев попуска в зависимости от гидрологической ситуации, требований, ограничений и ожиданий участников процесса.

уровня здесь составляют в среднем 0,5–0,6 м, а при прохождении больших паводков – около 1 м. Особенности проявления лиманного режима на устьевом участке реки заключаются в распространении сгонно-нагонных явлений, которые могут приводить к колебаниям уровня воды до 0,5–0,7 м (Гидробиологический, 1992). Необходимо также отметить, что утверждение о практическом отсутствии «распластывания» волн паводков и попусков на участке от Днестровской ГЭС до верхнего участка устьевой области справедливо только при работе Дубоссарского водохранилища в транзитном режиме. Если же в этот момент производится наполнение водохранилища, то пик волны паводка или попуска может снизиться значительно (например, почти на 30% в мае 2020 года – с 700 до 500 м³/сек).

²⁰ Такая модель была разработана, например, в рамках проекта Европейского инвестиционного банка Management and Technical Assistance Support to Moldova Flood Protection Project (BETA Studio, HR Wallingford, 2016) и, в принципе, может быть использована для указанных расчетов.

5. Выводы и рекомендации

(1) К режиму проведения весеннего эколого-репродукционного попуска из Днестровского водохранилища предъявляется ряд формальных и неформальных требований и ограничений, нередко противоречивого характера. Рассчитанные в рамках настоящей работы типовые гидрографы, номограммы и схема автоматизированного анализа и расчета гидрографа попуска с учетом основных требований и ограничений могут использоваться в качестве рабочих инструментов при подготовке и проведении ежегодного обсуждения режима попуска в рамках Межведомственной комиссии и межгосударственного диалога. Необходимо дальнейшее развитие инструментов такого анализа.

(2) Для дальнейшего уточнения представлений о целях, ограничениях и эффективности эколого-репродукционного попуска необходимо дополнительное изучение ряда вопросов, в том числе:

- оценка количественных связей между экологическими показателями состояние нерестилищ и экосистем низовьев Днестра и гидрологическими параметрами попуска, с последующим обоснованием четких и понятных требований с точки зрения условий обводнения плавней (объем, пик, продолжительность, форма гидрографа, температура) и нерестилищ;
- анализ связи между гидрографом попуска и уровнем воды на пойме и в плавнях Днестра (более подробный анализ характера и причин трансформации волны попуска при ее движении по реке, величина расхода выхода воды на пойму, площадь и доля затопления лугов и нерестилищ в зависимости от расхода воды);
- изучение и обоснование четких и понятных ограничений суточных колебаний, общего изменения уровня и температуры воды в Днестровском водохранилище в период попуска (в том числе, связанных с обеспечением условий нереста ценных пород рыб и работы водозаборов);
- анализ и обоснование общей допустимой сработки Днестровского водохранилища в период попуска в зависимости от ожидаемой водности года, включая анализ принципиальной возможности заполнения водохранилища в случае необходимости до форсированной отметки, и уточнение кривой объемов (зависимости объема водохранилища от уровня воды в нем).

Для обеспечения мониторинга эффективности попуска ежегодно в течение весеннего периода необходимо обеспечить сбор информации о состоянии пойменных лугов, нерестилищ, видовом разнообразии и численности ихтио- и орнитофауны нижнего течения Днестра и регулярный обмен этой информацией между заинтересованными сторонами в Украине и Республике Молдова, например, в рамках рабочих групп Днестровской комиссии.

(3) Для дальнейшей оптимизации режима попуска и рассмотрения Межведомственной комиссией его реалистичных сценариев в рамках обоснованных требований и ограничений представляется целесообразным открыто и с участием всех заинтересованных сторон обсудить и, при возможности, изменить некоторые из ныне действующих требований и ограничений режима попуска. К ним относятся, в частности:

- температура воды, определяющая время начала попуска;
- ограничение суточной сработки водохранилища в период попуска;
- допустимый суточный прирост расхода воды на подъеме гидрографа попуска;
- принципиальная необходимость ежегодного проведения попуска, удовлетворяющего указанным требованием, в противоположность периодической имитации гидрологических и временных параметров естественного половодья.

В перспективе представляется целесообразным изменить процедуру ежегодного предоставления предложений в Межведомственную комиссию, отталкиваясь исключительно от реалистичных сценариев в рамках согласованных на долгосрочной основе требований и ограничений. После согласования последние можно формально закрепить, например, в новой редакции Правил эксплуатации днестровских водохранилищ. Также представляется своевременным рассмотреть необходимость и возможности укрепления механизма трансграничного согласования параметров попуска в рамках Комиссии по устойчивому использованию и охране бассейна реки Днестр.

Литература

- Биотика. Меры устойчивости для связанных с водой экосистем в рамсарском сайте «Нижний Днестр». Техническое задание для юридического лица, сертифицированного в области проектирования гидротехнических сооружений и объектов. Кишинев, 2016 – 20 с.
- Вишневський В. І. Річки і водойми України. Стан і використання. – Київ: Віпол, 2000. – 367 с.
- Гонтаренко В. Н. Влияние Новоднестровской ГЭС на водный режим устьевой области реки Днестр // Международная экологическая конференция по защите и возрождению реки Днестр «Днестр-SOS»-Одесса, 1993. – Ч.1. – С. 39-41
- Губанов В. В., Егоращенко В. Б., Зайцев В. А., Лукьянченко Е. А., Онищенко Д. А. Степанко Н. А. Восстановление обмена между рекой Днестр и прилиманскими плавнями. Отчет для ЕЭК ООН и ОБСЕ в рамках компонента «Изменение климата и безопасность в бассейне реки Днестр» проекта «Изменение климата и безопасность в Восточной Европе, Центральной Азии и на Южном Кавказе», 2016. – 42 с.
- Кольман Р., Худый А., Зубкова Е., Вишневски Г., Дуда А. Перспективы восстановления численности природной популяции стерляди *Acipenser ruthenus* Linnaeus в бассейне Днестра // Международная научно-практическая конференция «Аквакультура осетровых: современные тенденции и перспективы» (Херсон, 18 мая 2016 г.). – Херсон: Гринь Д. С., 2016. – С. 69-77
- Правила эксплуатации водохранилищ Днестровского комплексного гидроузла. – Москва: Министерство водного хозяйства СССР, 1987. – 50 с.
- Проект Правил эксплуатации водохранилищ Днестровского каскада ГЭС и ГАЭС при НПУ 77.10 буферного водохранилища. – Харьков, ЧАО «Укргидропроект». – 732–39–Т48. – 2017. – 108 с.
- Русев И. Т. Экологический попуск 2013 года на Днестре: естественный цикл или положительная роль Днестровской ГЭС? // Управление бассейном трансграничного Днестра в условиях нового бассейнового договора. Материалы Международной конференции. – Кишинев, 20-21 сентября 2013 г. – С. 354-356
- Русев И. Т. Экологический попуск из Днестровской плотины как фактор экологического благополучия дельты Днестра // Тезисы докладов Международного научно-практического семинара «Эколого-экономические проблемы Днестра». – Одесса, 18-19 сентября, 1997. – С. 69-73
- Сиренко Л. А., Евтушенко Н. Ю., Комаровский Ф. Я. и др.; ред. Л. П. Брагинский. Гидробиологический режим Днестра и его водоемов. – Киев: Наукова думка, 1992. – 356 с.
- Стратегические направления адаптации к изменению климата в бассейне Днестра. Женева–Вена: ENVSEC, ЕЭК ООН, ОБСЕ, 2015. – 72 с.
- Тромбицкий И. Д., Бушуев С. Г. Комплексные молдо-украинские исследования ихтиофауны водоемов бассейна Нижнего Днестра. Отчет. Выполнено в рамках проекта ОБСЕ / ЕЭК ООН / ЮНЕП «Трансграничное сотрудничество и устойчивое управление в бассейне р. Днестр: Фаза III – реализация Программы действий» («Днестр-III»), 2012 – 102 с.
- Шевцова Л. В., Алиев К. А. Рекомендації щодо екологічного режиму роботи Дністровського водосховища. – Київ: Держводгосп, 1997. – 30 с.
- Шевцова Л. В., Алиев К. А., Кузько О. А. и др. Экологическое состояние реки Днестр. – Киев, 1998. – 148 с.
- Шевцова Л. В., Бабич Н. Я., Семченко В. В. Экологически обоснованный режим работы Днестровского водохранилища как фактор сохранения экосистем дельты Днестра // Гидробиол. журн. – 2003. – Т. 39, № 4. – С. 11–23
- Шевцова Л. В., Тимченко В. М., Жданова Г. А. и др. Оценка влияния попусков воды из Днестровского водохранилища на экосистему устьевой области Днестра. – Киев, 1994. – 110 с – Рукопись деп. в ВИНТИ, № 640–В94
- Щеголев И. В., Щеголев С. И., Щеголев Е. И. Вымирающие водно-болотные птицы в дельтах рек Северного Причерноморья. – Том 1. – Одесса, 2016 – 258 с.
- BETA Studio, HR Wallingford. Management and Technical Assistance Support to Moldova Flood Protection Project. Service contract No TA2011038 MD EST. Master Plan Report - Annex 2: Detailed description of Task 2 and Task 3 activities. Padova, 2016 – 126 pp.