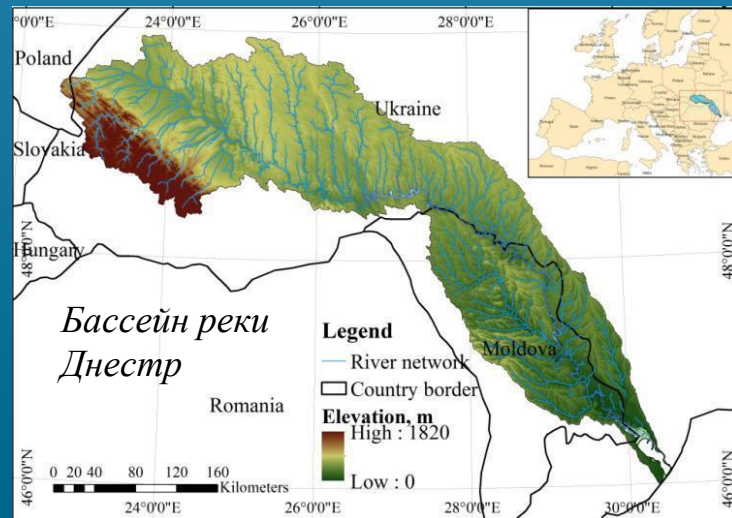




Гидрологическое и гидроморфологическое состояние реки Днестр в условиях влияния работы Днестровского гидроэнергетического комплекса

Др. Желяпов Анна

Кишинев, 2021



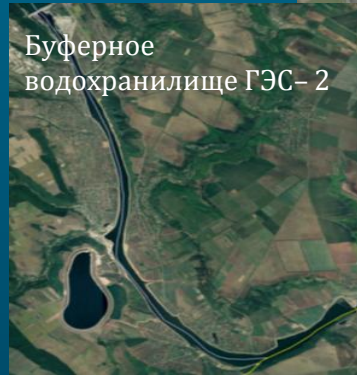
Днестровский гидроэнергетический комплекс



Днестровское
Водохранилище ГЭС-1



ГАЗС



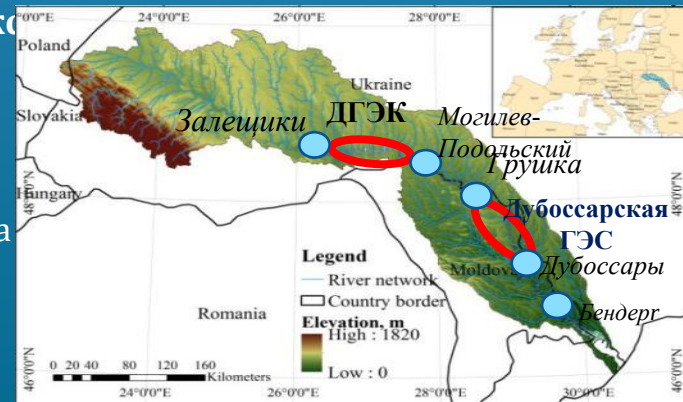
Буферное
водохранилище ГЭС-2



Днестровское Водохранилище ГЭС-1,
построено в период 1981-1983
Объем НПУ – 2,6 км³ воды, ГЭС оснащена
6 турбинами (мощностью 702 MW)

**Верхний водоём Днестровской
ГАЗС** – строительство с 1983-по
настоящее время, объем НПУ – 41
млн. м³, оснащен 4 турбинами (2010-
2013, 2021, в плане – всего 7 турбин),
(текущая мощность 1296 МВт, общая
запланированная – 2268 МВт в
турбинном режиме и 2947 МВт в
насосном режиме)

Буферное водохранилище ГЭС-2, построена в период 1981-1983 гг., объем на
НПУ - 31 млн. м³, в 2000-е гг. плотина была оборудована 3-мя турбинами
(мощность 40,8 МВт)

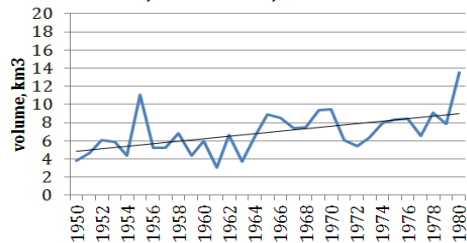


Днестровский гидроэнергетический
комплекс

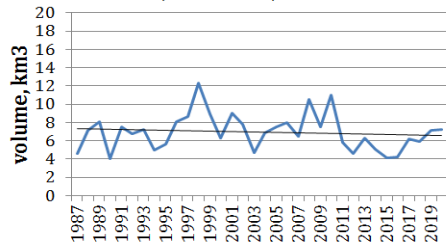
Влияние ДГЭК на гидрологическое и гидроморфологическое состояние реки

Средние объемы воды

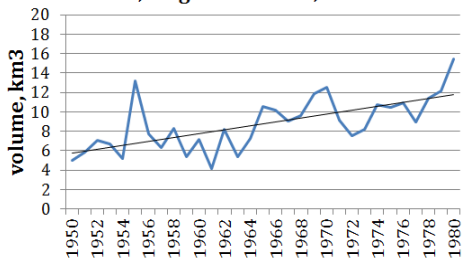
Pre CHN, Zaleshicki, amonte CHN



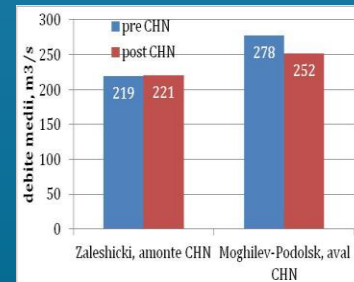
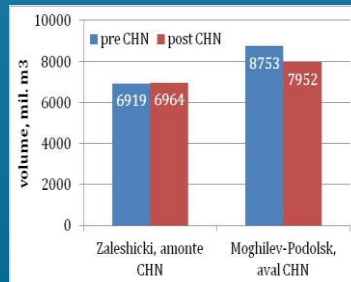
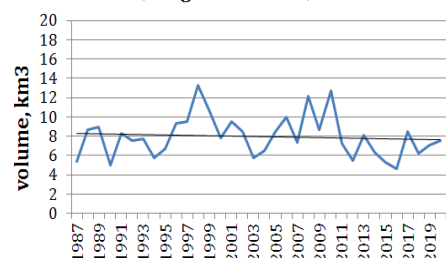
Post CHN, Zaleshicki, amonte CHN



Pre CHN, Mogilev-Podolsk, aval CHN

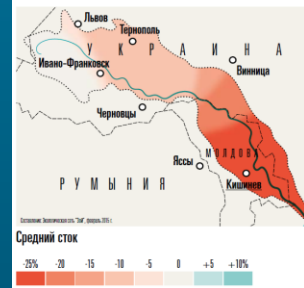


Post CHN, Mogilev-Podolsk, aval CHN



Ожидаемое изменение водного стока в бассейне Днестра

в 2021-2050 гг. по сравнению с 1971-2000 гг.



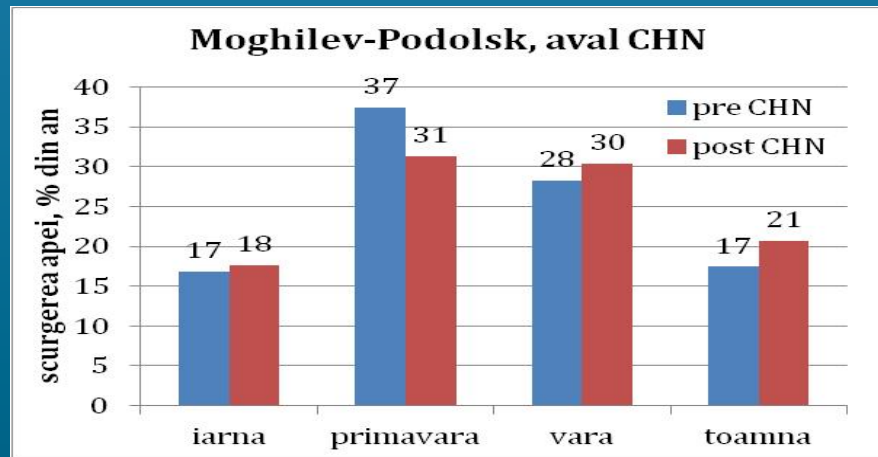
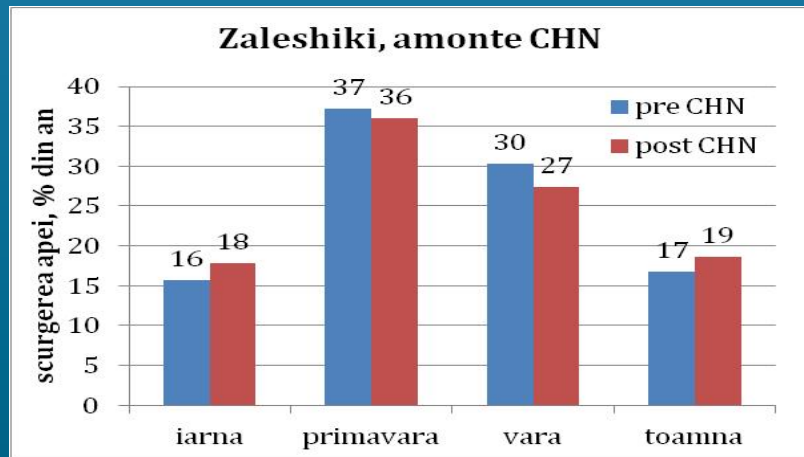
Стратегических направлений, 2015

Тенденция среднегодовых объемов

Средние многолетние **объемы воды** имеют тенденцию к увеличению в период, до строительства ДГЭК, тогда как во второй период наблюдается тенденция, близкая к стационарной, с небольшими уменьшениями на всех гидрологических станциях. Годовой расход и объем воды выше по течению от ДГЭК для двух периодов (до и после строительства ДГЭК) примерно равны. Ниже по течению ДГЭК, гидрологические характеристики снижаются: объемы воды снижаются с 8,7 км³ до 7,9 км³ воды или на 0,8 км³, что составляет 9,2%. Уменьшение водных ресурсов продолжается до устья, объемы которого уменьшаются на 1,5 км³ воды, т.е. на 15%.

Влияние ДГЭК на гидрологическое и гидроморфологическое состояние реки

Сезонный сток

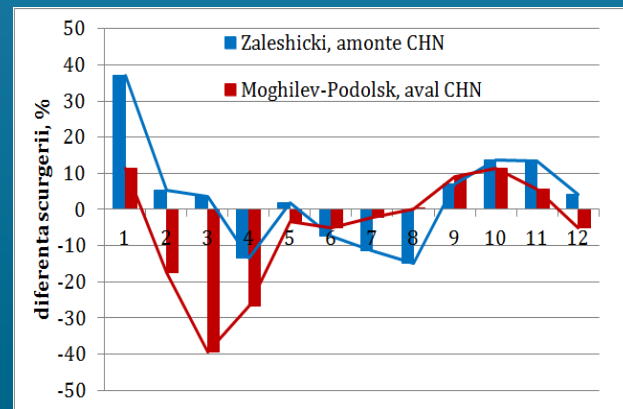
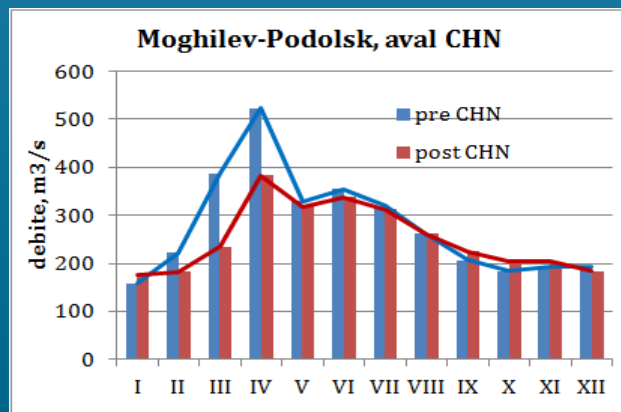
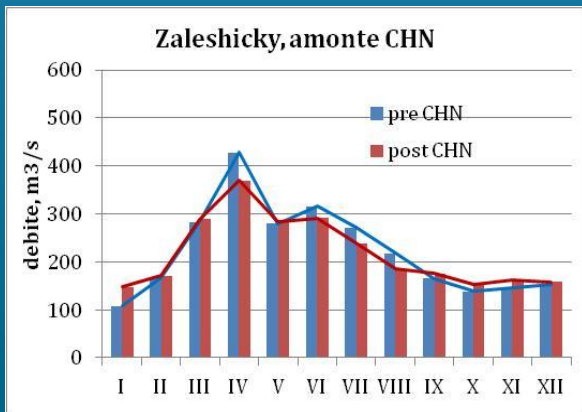


Изменения сезонного стока

В естественном режиме **сезонный сток** распределяется следующим образом: в осенне-зимний период образуется около 34% (по 17% в каждый сезон). Наиболее важные ресурсы формируются весной - 37% и летом - 30%. В период эксплуатации ДГЭК выше по течению объемы воды в летний период уменьшаются на 3%, а в осенне-зимний - увеличиваются на 2%. Ниже по течению от ДГЭК наблюдается снижение для весеннего периода - 6% или 800 млн. м³, с другой стороны, увеличение рассчитано для летнего периода - 2% и осени - 4%.

Влияние ДГЭК на гидрологическое и гидроморфологическое состояние реки

Среднемесечные расходы воды

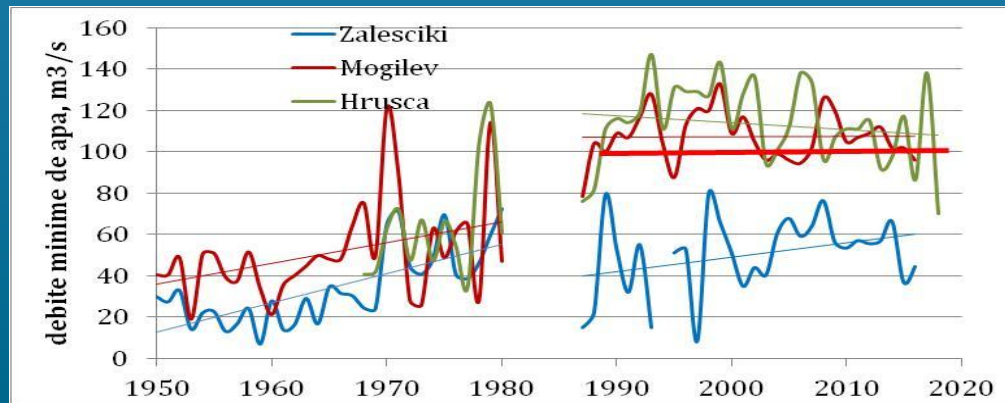


Среднемесечные расходы воды

На основе анализа **среднемесечных расходов воды** были сделаны следующие выводы: в естественном режиме, выше по течению ДГЭК, увеличение в январе приблизительно на 40%, в октябре, ноябре 13-14%, снижение в апреле, июле, августе на 11-15%. Ниже по течению тенденции для осеннего периода сохраняются, летом изменения незначительны, но в феврале-марте наблюдается значительное уменьшение стока, для марта они составляют 40%, апреля -27%, февраля - 18%. Таким образом, прослеживается общая тенденция уменьшения среднемесечного стока реки Днестр для весеннего периода, на всех участках ниже ДГЭК до устья, увеличение стока в основном наблюдается для сезонов, характеризующихся более низкими значениями расходов воды: осенью и зимой

Влияние ДГЭК на гидрологическое и гидроморфологическое состояние реки

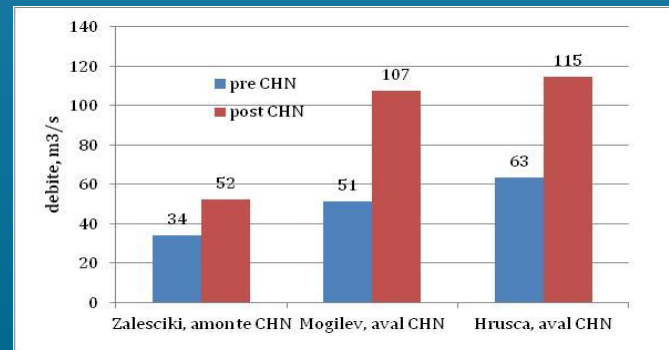
Минимальные расходы воды



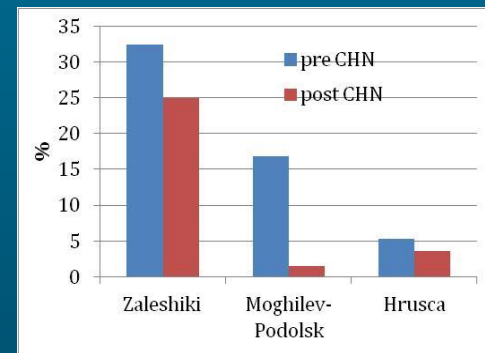
Вариация минимальных расходов воды

Выше по течению от ДГЭК, для периода до и после строительства ДГЭК **минимальные расходы воды** равны 34 м³/с и 52 м³/с, прирост составляет 52%. Ниже по течению минимальные суточные расходы воды удвоились и составили 107 м³/с (по сравнению с 51 м³/с, до строительства ДГЭК).

Что касается соблюдения Правил эксплуатации и сброса минимально допустимых расходов равных 100 м³/с, отмечаем, что в нижнем бьефе, в период до строительства ДГЭК, расходы воды со значениями ниже 100 м³/с составляли в среднем 62 дня в год, или 17%, а после строительства ДГЭК доля уменьшается до 2%, и иногда наблюдаются минимальные среднесуточные расходы воды ниже этого значения.



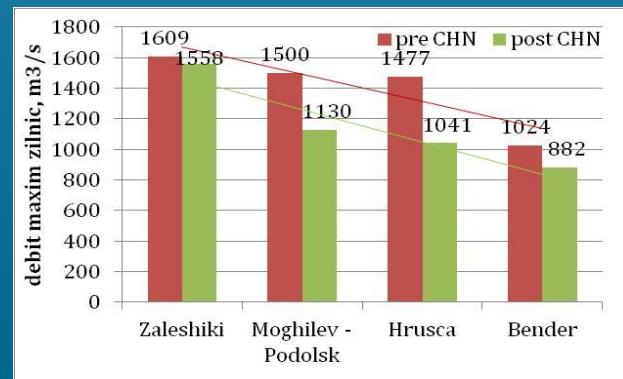
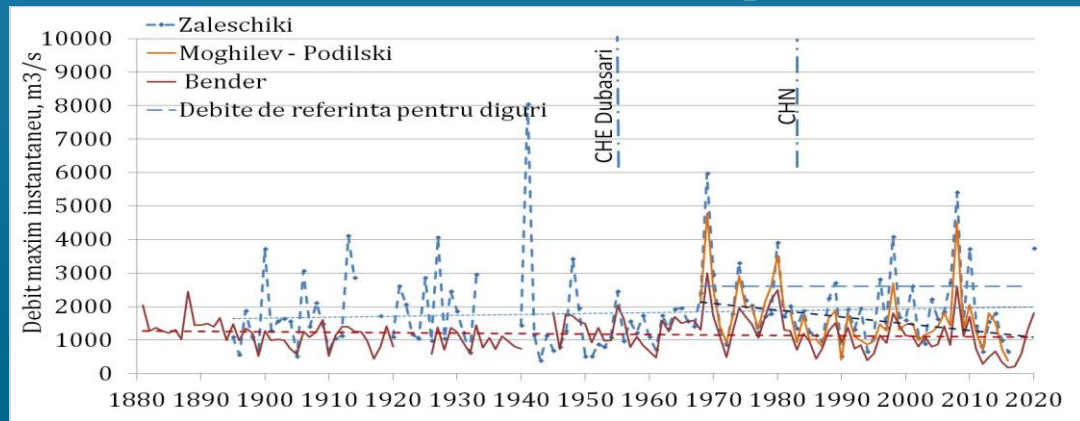
Средние минимальные расходы воды



Средняя доля дней со расходами воды ниже 100 м³/с

Влияние ДГЭК на гидрологическое и гидроморфологическое состояние реки

Максимальные расходы воды



Тенденция максимальных расходов воды

Воздействие эксплуатации Днестровской плотины на максимальный годовой дебит ниже по течению заключается в сокращении максимального расхода воды примерно на 30%.

Действие ДГЭК на **дождевые паводки** проявляется в изменении максимального расхода воды, а именно в его уменьшения примерно на 25-30% ниже по течению от ДГЭК, преобразования гидрографа паводковой волны из треугольника в трапецию, таким образом вызывая задержку максимального расхода воды за счет увеличения период небольшого увеличения и уменьшения спада волны паводка.

Максимальный суточный расход дождевых паводков

Влияние ДГЭК на гидрологическое и гидроморфологическое состояние реки

Весеннее половодье

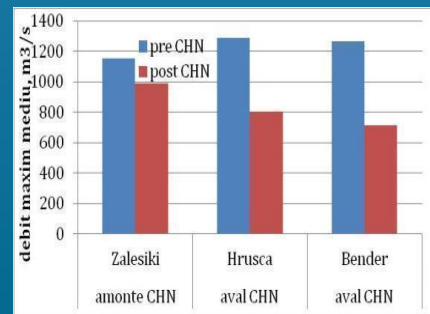
В период до ДГЭК на постах Залешики, Хрушка средние максимальные расходы равны 1150 м³/с, 1289 м³/с., пространственное увеличение составляет 115-140 м/с. В период после ДГЭК максимальный средний расход снижается на 14% в Залешиках, 38% ниже в Хрушке. В пространственном отношении величина максимального расхода больше не растет, как в период до ДГЭК, а уменьшается.

В Залешиках объем воды составляет 1805 млн м³ до ДГЭК и 1616 млн м³ после ДГЭК, снижение составило 10%. На посту Хрушка средний объем находится в пределах 2282 млн м³ до ДГЭК и 1480 млн м³ после ДГЭК, снижение составило 35% или 800 млн м³.

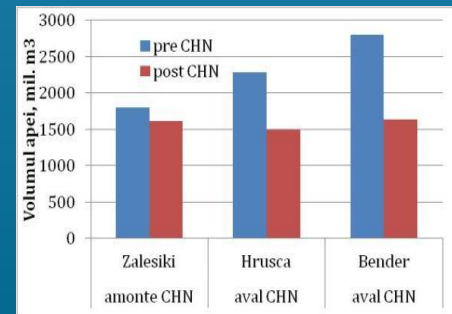
Под влиянием ДГЭК продолжительности весеннее половодье примерно на 26% меньше, а период проявления смещения примерно на 20-25 дней.

На изменение периода весеннего половодья также влияют процессы планирования весеннего экологического попуска.

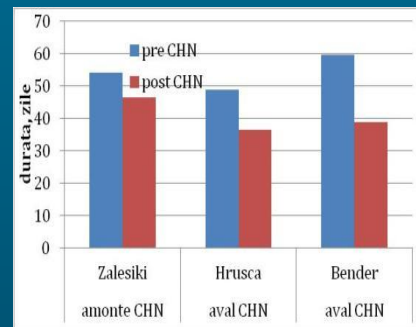
Ожидаемые характеристики весеннего экологического попуска - 30 дней (в среднем - 15 апреля - 15 мая), максимальный расход ≥ 800 м³/с) и сохраняться не менее недели, объем паводок - 1 км³ воды, температура воды, должна превышать 12°C, чтобы обеспечить оптимальные условия для развития экосистем.



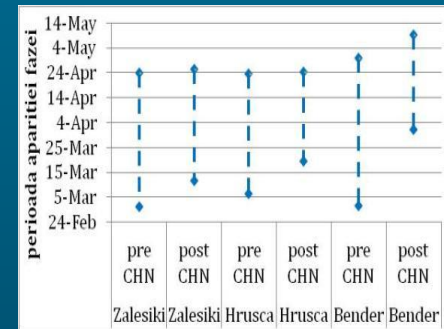
Средние максимальные расходы воды



Средние объемы



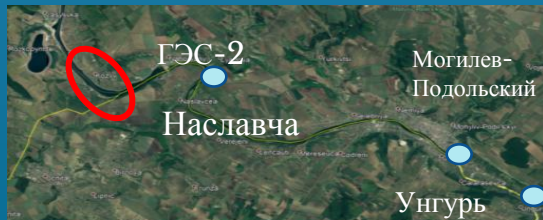
Продолжительность весеннего половодья



Период появления весеннего половодья

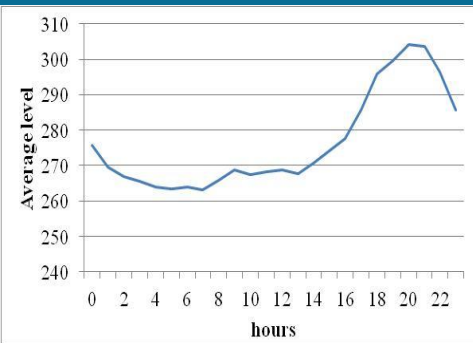
Влияние ДГЭК на гидрологическое и гидроморфологическое состояние реки

Внутрисуточные колебания воды под влиянием функционирования турбин ГЭС-2

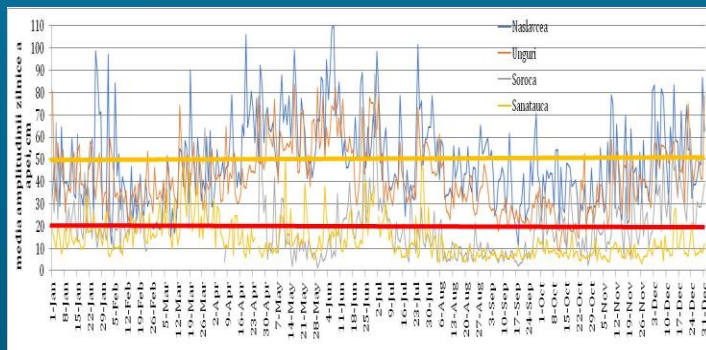


Регламент эксплуатации 1987 г. – Колебания уровня воды в водохранилище у плотины ГЭС допускаются до 50 см в сутки

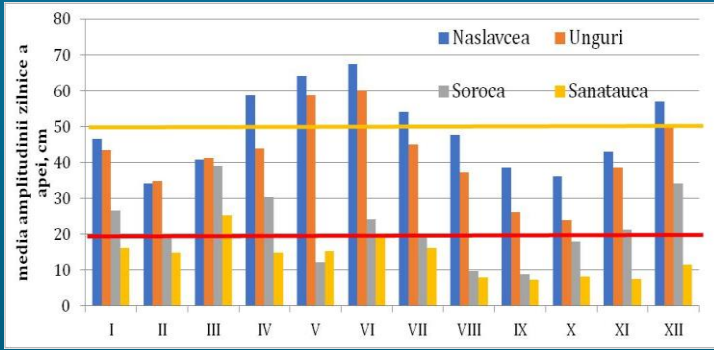
Проект Правил Эксплуатации 2017 - В весенний и летний периоды уровень воды в нижнем бьефе ГЭС-2 (при нормальном гидрологическом режиме) не должен колебаться более 5 см/час или 20 см/день.



Средний уровень воды, 2021



Среднесуточная амплитуда уровня воды на гидрологических постах за весь период наблюдений

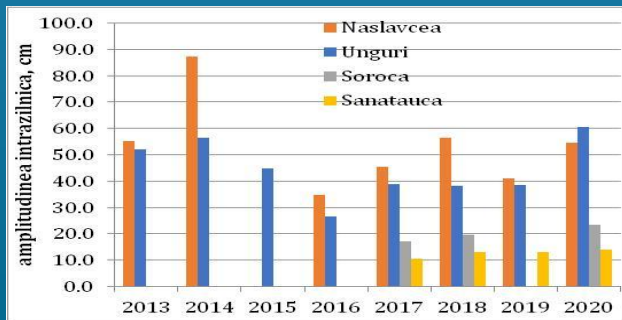


Среднесуточная амплитуда воды на гидрологических постах по месяцам года за весь период наблюдений

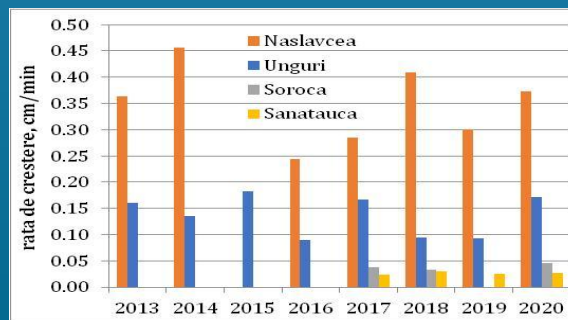
На месячном уровне наибольшие значения были определены для апреля, мая, июня, июля, декабря, средние значения на станциях около ГЭС-2 равны или превышают 50 см. Самые низкие значения амплитуды уровня воды 30-35 см наблюдаются в январе, сентябре и октябре. На постах Сорока и Сэнэтэука среднемесячные значения ниже значения 20 см для февраля, мая, июля, августа, сентября, октября, в другие месяцы средние значения в определенной степени превышают данное значение, но не на много.

Влияние ДГЭК на гидрологическое и гидроморфологическое состояние реки

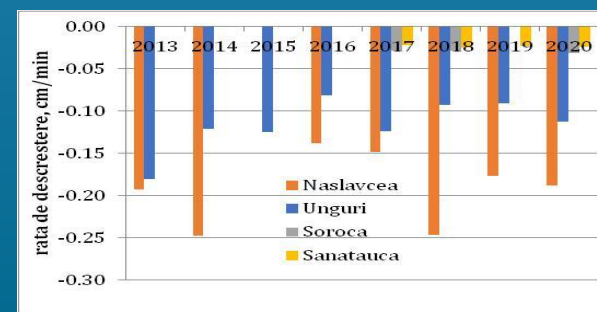
Внутрисуточные колебания воды под влиянием функционирования турбин ГЭС-2



Внутрисуточные колебания
уровня воды



Скорость роста уровня вод



Скорость снижения уровня вод

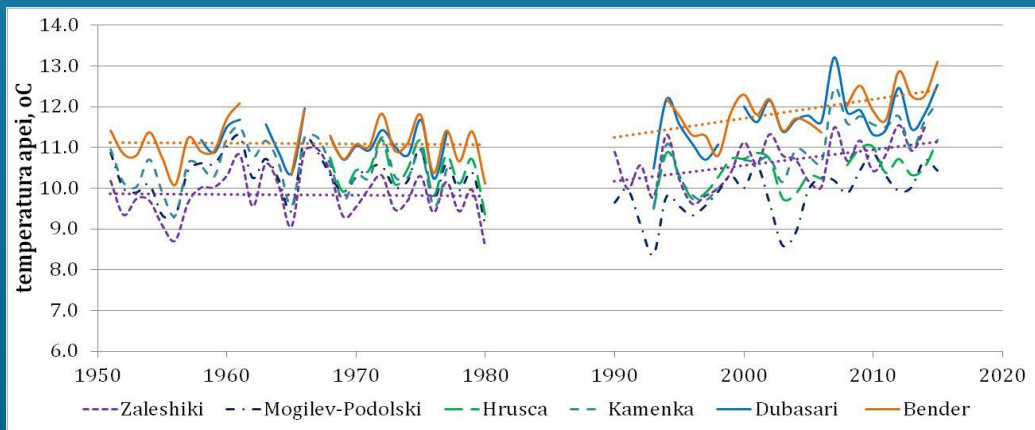
Динамика индикаторов внутрисуточного колебания воды

Внутрисуточные колебания уровня воды, см				Скоросто роста, см/мин				Скорость снижения, см/мин			
Наславча	Унгурь	Сорока	Сэнэтэука	Наславча	Унгурь	Сорока	Сэнэтэука	Наславча	Унгурь	Сорока	Сэнэтэука
52	42	20	14	0,35	0,14	0,04	0,03	0,19	0,12	0,03	0,03

Амплитуда уровня ниже ДГЭК повышается до 52 см (5 км ниже по течению, пост Наславча). С увеличением расстояния от ГЭС-2 пульсирующий эффект снижается, и в сторону г. Сороки колебания уровня воды достигают значений 20 см, а в кс. Сэнэтэуки - 14 см. Таким образом, участок, на который существенно влияет пульсирующий эффект сброса, составляет более 100 км. В среднем скорость повышения и понижения уровня воды в Наславче составляет 0,35 см/мин и 19 см/мин, а в Сороках и Сэнэтэуки - 0,04 см/мин и 0,03 см/мин.

Влияние ДГЭК на гидрологическое и гидроморфологическое состояние реки

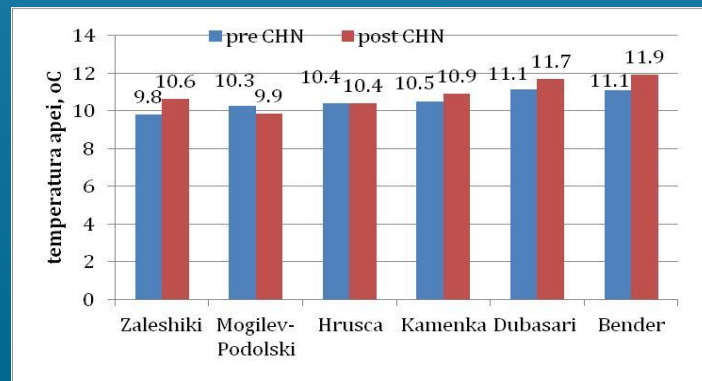
Термический режим



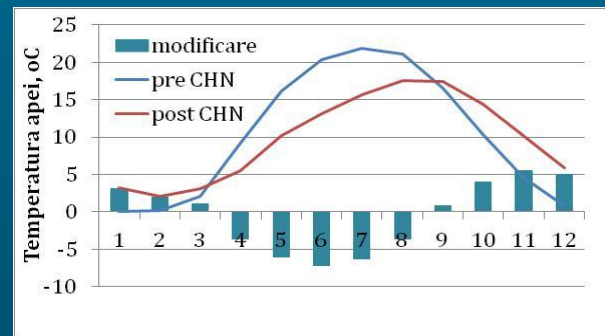
Динамика температуры воды в реке Днестр

Среднегодовая температура воды снижается ниже по течению от ДГЭК (п. Могилев-Подольск с $10,29^{\circ}\text{C}$ - до строительства ДГЭК, до $9,86^{\circ}\text{C}$ после строительства ДГЭК), остается неизменной в районе участка п. Грушка ($10,4^{\circ}\text{C}$) и начинает подниматься от области Каменка к устью. Таким образом, участок, подверженный термическим изменениям, составляет более 140 км.

В месячном профиле наблюдается понижение температуры воды в реке в весенне-летний период и повышение в осенне-зимний период ниже ДГЭК. В летний сезон изменение температуры является наибольшим, если до строительства ДГЭК температура была в среднем $20-21^{\circ}\text{C}$, то после строительства ДГЭК уже на $3,9-7,2^{\circ}\text{C}$ ниже и становятся в июне - $13,1^{\circ}\text{C}$, июле - $15,6^{\circ}\text{C}$, в августе - $17,5^{\circ}\text{C}$. Замечено, что максимальные температуры после строительства перемещаются с июля - августа на август-сентябрь, значения повышаются до $17,5^{\circ}\text{C}$ (на $3,6^{\circ}\text{C}$ меньше, чем до строительства).



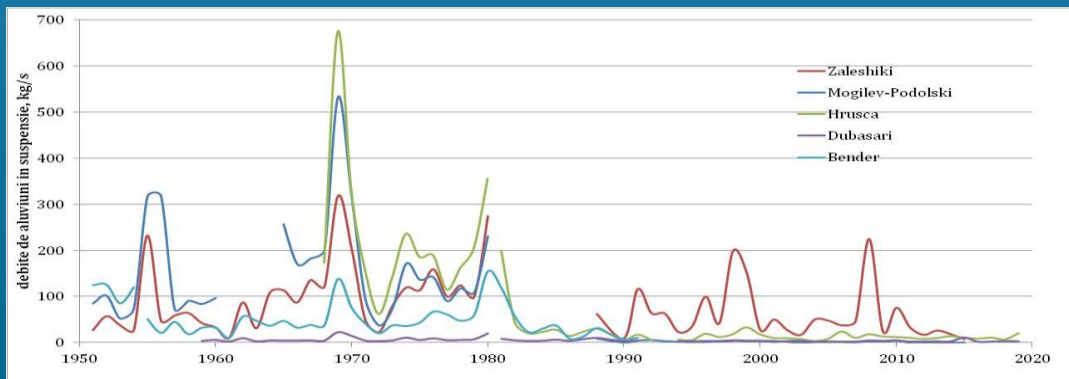
Средняя температура воды реки Днестр до и после строительства ДГЭК



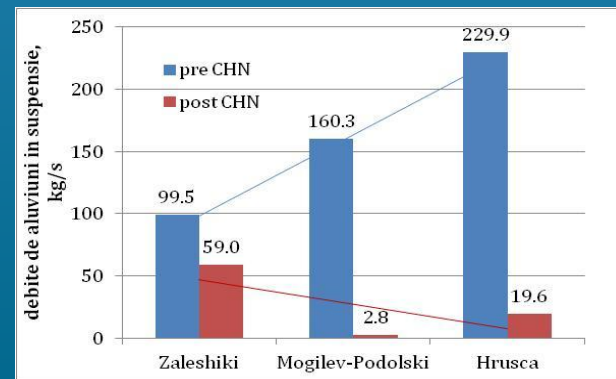
Динамика среднемесячной температуры воды на п. Могилев-Подольский

Влияние ДГЭК на гидрологическое и гидроморфологическое состояние реки

Расходы взвешенных наносов

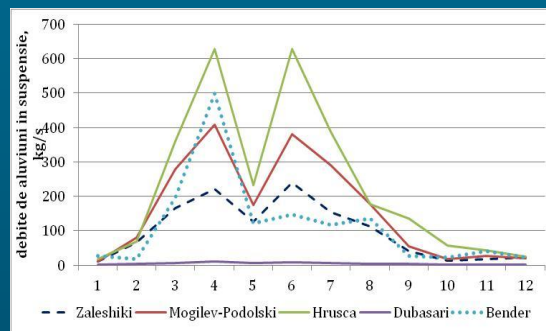


Среднегодовой расход взвешенных наносов

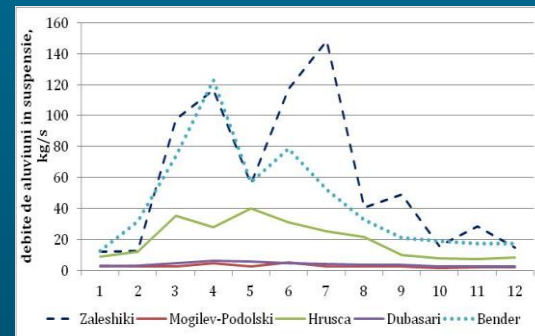


Средние расходы воды взвешенных наносов

Наибольшие значения **расходов взвешенных наносов** на всех гидрологических постах наблюдаются в период до ДГЭК. Среднее значение этой характеристики составляет прибл. 100 кг/с в Залещиках, 160 кг/с в Могилев-Подольске и 230 кг/с в Хрушке. В период после ДГЭК расходы взвешанных наносов оцениваются на уровне 59 кг/с в Залещиках, что на 40% меньше. На постах ниже ДГЭК значения существенно снижаются по сравнению с предыдущим периодом. В Могилев-Подольске средняя величина расходов взвешанных наносов составляет 2,8 кг/с, а в Хрушке - 19,6 кг/с, снижение составляет 92-98%.



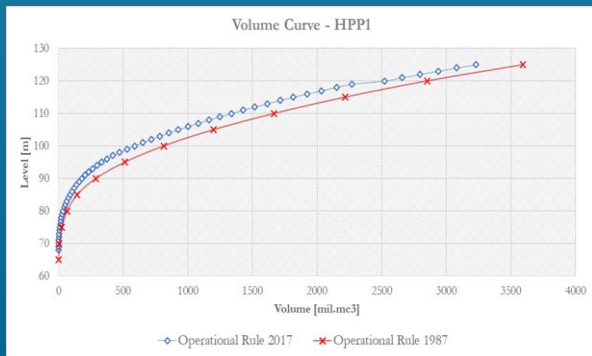
Расход взвешенных наносов (до строительства плотин ГЭС- 1 и Дубассары)



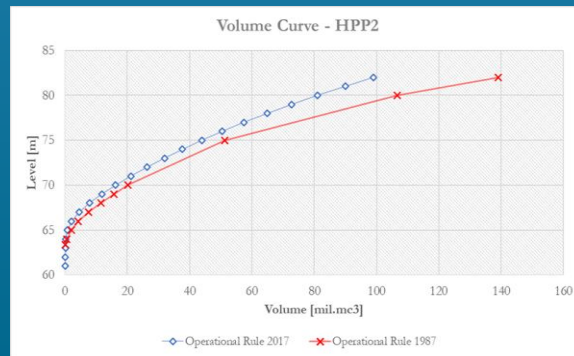
Расход взвешенных наносов (после строительства плотин ГЭС- 1 и Дубассары)

Влияние ДГЭК на гидрологическое и гидроморфологическое состояние реки

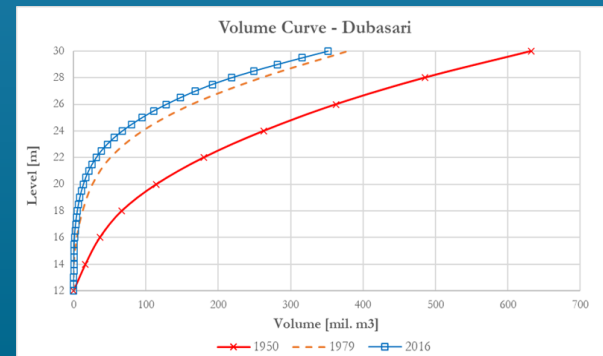
Скорость заиления водохранилищ



Кривая объемов воды
Днестровского водохранилища



Кривая объемов воды
буферного водохранилища



Кривая объемов воды
Дубассары

- Уменьшение объема воды **Днестровского водохранилища** приблизительно на 10-12%, что может быть равно в 365 млн. м3 или 12,2 млн. м3/год.
- уменьшение объема воды в буферном водохранилище примерно на 22-29%, что может быть равно в 40 млн. м3 или 1,3 млн. м3 год
- общая степень заиленности Дубоссарского водохранилища в НПУ (28,00 м) составляет примерно 55%.

Влияние ДГЭК на гидрологическое и гидроморфологическое состояние реки

Рекомендации

Урегулирование функционирования турбин ГЭС-2 таким образом, чтобы не вызывать колебаний воды (гидропик) ниже по течению от ДГЭК

Реконструкция ГЭС-1, чтобы уменьшить влияние колебаний термического режима на развитие экосистем и местной экономики

Обеспечить мониторинг гидрологических характеристик ниже по течению от ДГЭК (расходы, уровень, температура, скорость и т. Д.) и доступ к базам данных

Обеспечение эффективного молдавско-украинского сотрудничества и регламента оперативного функционирования ДГЭК в процессе преодоления гидрологических опасностей с целью снижения их воздействия в нижнем течении реки

Эффективное ежегодное планирование и проведение весеннего экологического попуска для обеспечения экосистем и рыб достаточными объемами воды для воспроизводства и развития

Интегрированное (комплексное) управление речным бассейном и рекой Днестр, четкое управление ДГЭК