



Project funded by
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

**Изменение функционирования водных экосистем
под воздействием гидротехнических сооружений и
изменения климата.**

Проект BSB 165 HydroEcoNex: основные цели и результаты.

Елена Зубков,
член корреспондент АНМ,
профессор, доктор хабилитат в биологии,
Менеджер проекта BSB 165 HydroEcoNex,
Институт зоологии, Кишинэу

НЕКОТОРЫЕ ПОНЯТИЯ из Директив ЕС

„Река” означает **объект внутренних вод, текущий**, по большей части, по поверхности земли, но который может течь под землей в части своего русла

“Речной бассейн” означает территорию земли, с которой весь поверхностный сток через последовательность ручьев, реки, возможно, озер течет в море при устье или дельте одной реки

“Сильно измененный водный объект” означает объект поверхностных вод, характер которого,, существенно изменен в результате физических преобразований, вызванных человеческой деятельностью”.

Для рек мониторинговые программы должны охватывать: объем и уровень или интенсивность потока до степени, соответствующей экологическому, химическому состояниям, а также их экологическому потенциалу.

Главные факторы

Физико-географические особенности бассейна рек, структура и состав горных пород и почв, гидро-морфологические особенности рельефа, преобразование ландшафта, характер атмосферных осадков, особенности и качество подземных вод, изменения климата;

Уменьшение и несоблюдение охраны и режима водоохранных зон, уменьшение лесистости в гидрографических бассейнах и лесополос в водоохранных зонах и деградация влажных зон;

загрязнение (сброс промышленных и хоз-бытовых сточных вод, поверхностный сток с сельхоз угодий, глобальный перенос загрязнений);

ПЛОТИНЫ НА РУСЛАХ РЕК в том числе и гидростанции, нарушение гидрологического режима рек И приводят к дисбалансу функционирования речных экосистем

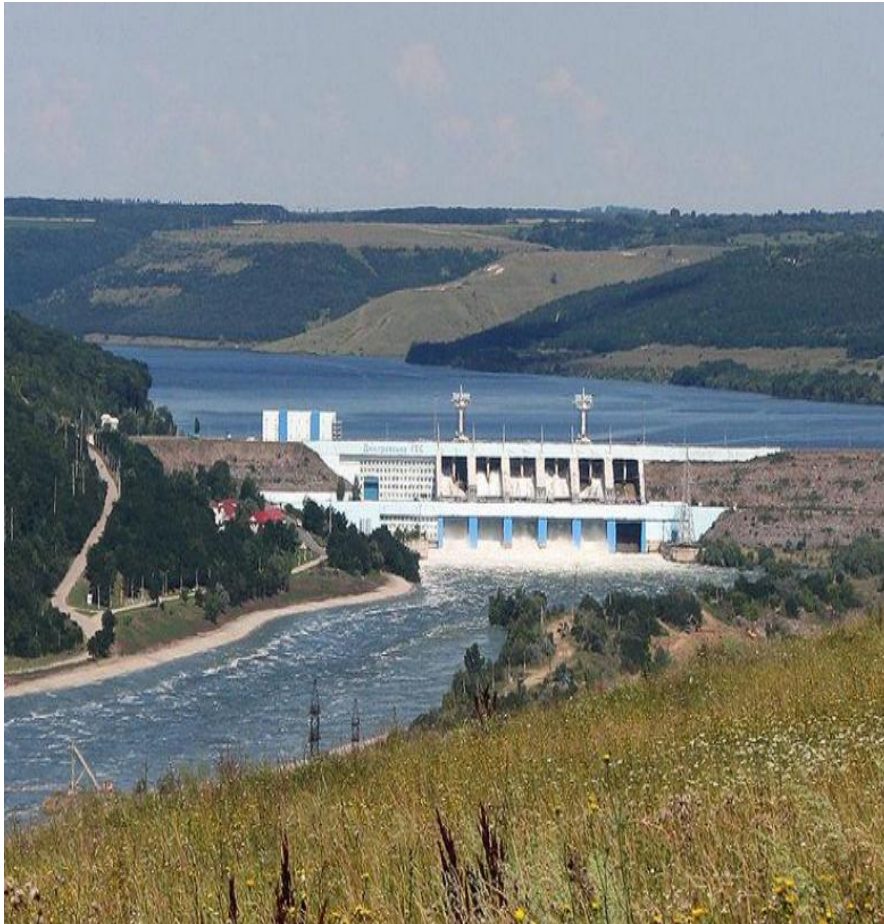
ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Климатические особенности на примере 2020 года ощутимые резкие флуктуации от длительного периода зимне-весенней засухи (межень) в феврале-апреле до обильных дождей и наводнений – конец мая-июль, длительная засуха с высокими температурами июль-октябрь и дожди- в октябре

Уменьшение территории и несоблюдение норм водоохранных зон, беспрецедентная вырубка лесов во всем бассейне, плотины непосредственно на русле реки и расширение масштабов использования водных ресурсов в энергетических целях разрушили практически гидрологический режим и усугубили процессы функционирования реки ДНЕСТР

Что имеем сегодня на Днестре?

ГЭС1 с водохранилищем непосредственно на русле реки
Днестровск Украина, и ГЭС « на границе с Молдовой



ГАЭС С водоемом сооруженном на правом карстовом берегу Днестра



Русло буферного (технического) водх, в процессе расширения и углубления



Днестровская Комиссия, октябрь 2021, Project BSB 165 HydroEcoNex

Разработка научных основ для мониторинга, оценки функционирования водных экосистем с целью снижения техногенного воздействия на водную среду стало глобальным приоритетом в экологических исследованиях.

Инновационные инструменты мониторинга и получение глубоких знаний о состоянии и процессах, происходящих в водной среде, могут быть обеспечены правильным *использованием методов и приемов*, установлением различных закономерностей физико-химических и биологических процессов в исследуемых экосистемах. В процессе исследований проводились *экспедиции* для проведения *комплексных исследований* водных экосистем в гидрографических бассейнах рек Днестр и Прут, **включая моделирование непосредственно на реках и лабораторное**. Систематизированы и многолетние материалы Института зоологии, начатые в 1940-х годах. Отбор проб воды, взвесей и илов, биологического материала, лабораторные анализы физико-химических параметров, определения макро- и микрокомпонентов в воде, различное полевое и лабораторное моделирование, оценка и определение качества исследуемой воды осуществляли в соответствии со стандартами ISO, адаптированными к национальным и обобщенными в двух недавно разработанных и опубликованных руководствах (Руководство по отбору гидрохимических и гидробиологических проб, 2015 г.; Руководство по мониторингу качества воды и оценке экологического состояния водных экосистем, 2020 г.) и **3-х методических руководствах опубликованных в рамках проектов BSB165, BSB**

Common borders. Common solutions.

Methodological guide for monitoring the hydropower impact on transboundary river ecosystems



BSB 165-HydroEcoNex

Editors:

Elena Zubcov
Lucia Biletschi

Common borders. Common solutions.

Ecotoxicological methodological guide for environmental monitoring: problematics, laboratory techniques and health risk investigation



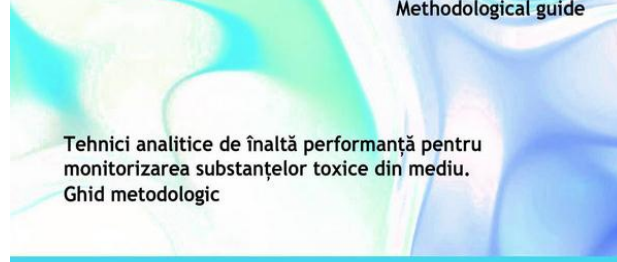
BSB 27-MONITOX

Editors:

Elena Zubcov
Antoaneta Ene

Common borders. Common solutions.

High-performance analytical techniques for the monitoring of toxicants in environment. Methodological guide



BSB 27-MONITOX

Editor

Antoaneta Ene



Casa Cărții de Știință



applied sciences

an Open Access Journal by MDPI

Ecological Conditions of the Lower Dniester and Some Indicators for
Assessment of the Hydropower Impact

Svitlana Kovalyshyna; Tatiana Chuzhekova; Maria Grandova; Eduard Onishchenko; Elena
Zubcov; Volodymyr Ukrainyy; Oleksandr Goncharov; Oxana Munjiu; Mikhailo Nabokin;
Antoaneta Ene

Appl. Sci. 2021, Volume 11, Issue 21, 9900



Institute of Zoology
Center of Research Hydrobiocenoses and Ecotoxicology

Material collection, expeditions



Днестровская Комиссия, октябрь 2021, Project BSB 165 HydroEcoNex

In laboratory



EQUIPMENT



Inductively coupled plasma optical emission spectrometer (ICP OES) - ICAP 6000



Atomic absorption spectrophotometer AAS Analyst



Gas chromatographs - Clarus with 40 Trap

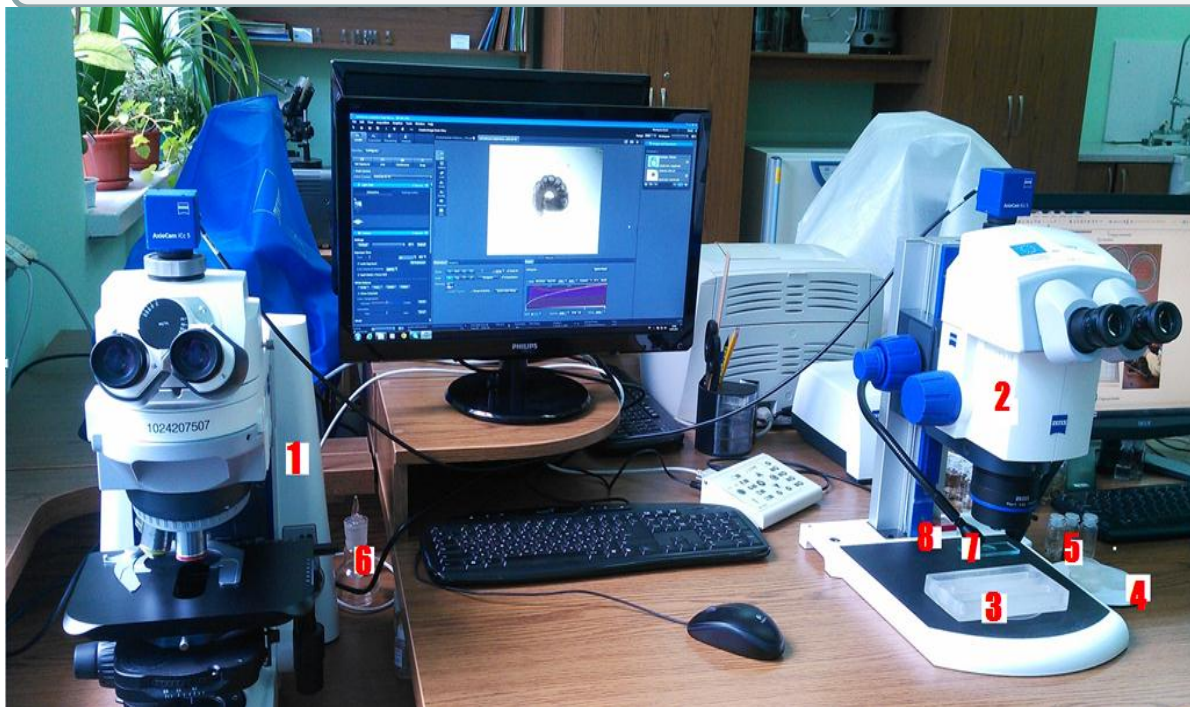


Gas chromatographs Agilent-MS



System for cromatography UHPLC Flexar FX 20

EQUIPMENT



Microscop Axio Imager A.2 -Zeiss, Binocular
Stereo Discovery V8 -Zeiss



Spectrometry UV-VIS
SPECORD® 210 +

Accessories for the preparation of samples for analysis using the specified methods



Digistion with graphite
mattress HotBlock SC 151



Digestion system Berghof
SPEEDWAVE



Acid distillation
system
Berghof



Thermostats



Centrifuge Hettich Rotina
420



Automatic burettes



В настоящее время количество и качество внутренних вод уже признаны серьезной глобальной прямой угрозой для здоровья человека, являющейся одной из наиболее острых человеческих проблем, в том числе с точки зрения права человека на безопасную питьевую воду.

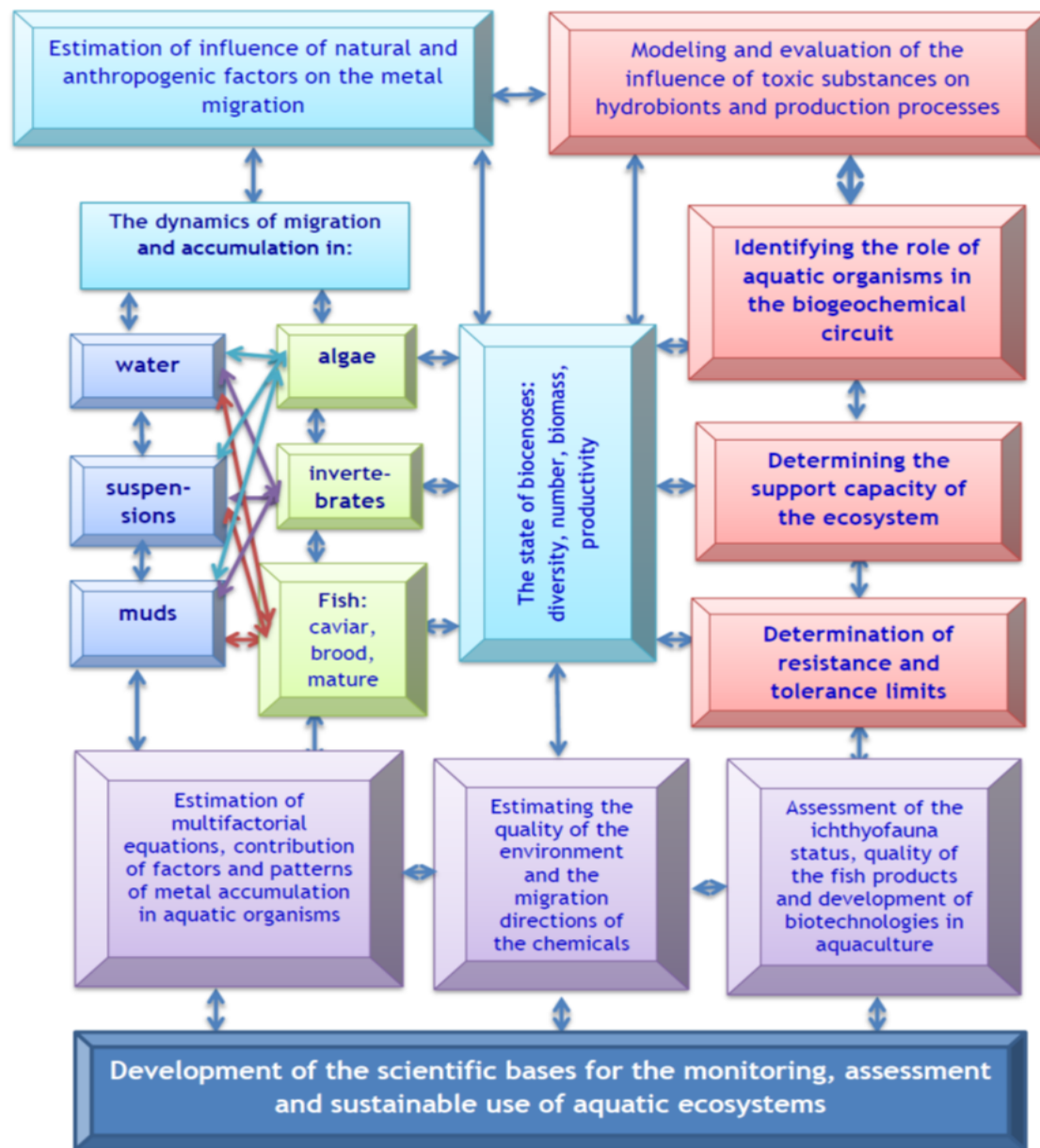


Река Днестр для Молдовы - это не только река, но и основной источник питьевого водоснабжения, для ирригации и экономики в целом. Многие годы Днестр был судоходным. Река была местом обитания ценных видов рыб (осетровые, лососевые, карп и др.), А берега реки были наиболее густонаселенными территориями. Днестр начинается в северо-западной части Восточных Карпат. Длина реки равна 1352 км, поверхность гидрографического бассейна - 72100 км², в том числе в пределах Молдовы - 657 км и, соответственно, 19000 км². До 2000-х годов средний многолетний сток составлял около 10 км³. Днестр впадает в Днестровский лиман Черного моря, к юго-западу от города Одесса.

Прут - вторая по величине река Молдовы, берет начало тоже в Украинских Карпатах, недалеко от села Ворохта. Длина реки 898 км, в границах Молдовы - 695 км, поверхность гидрографического бассейна - 27500 км². По характеру водоснабжения и гидрологическому режиму река Прут напоминает реку Днестр, но, очевидно, имеет меньший расход воды - около 2,9 км³.

Прежде всего, эти исследования вносят значительный вклад в решение фундаментальных проблем - установление эволюции видового разнообразия гидрофауны (бактериопланктон, фитопланктон, беспозвоночные, ихтиофауна), в расшифровку механизмов регулирования их разнообразия, численности, процессов биопродуктивности, в оценку трофической структуры сообществ, круговорот и поток химических элементов в трофических цепях экосистемы. Прикладной спектр исследований заключается в охране генофонда водной фауны и флоры, а также в разработке рекомендаций по комплексному мониторингу, восстановлению и устойчивому использованию водных ресурсов

Результаты проектов опубликованы более чем в 70 публикациях в том числе с высоким импакт-фактором



Физико-химические показатели

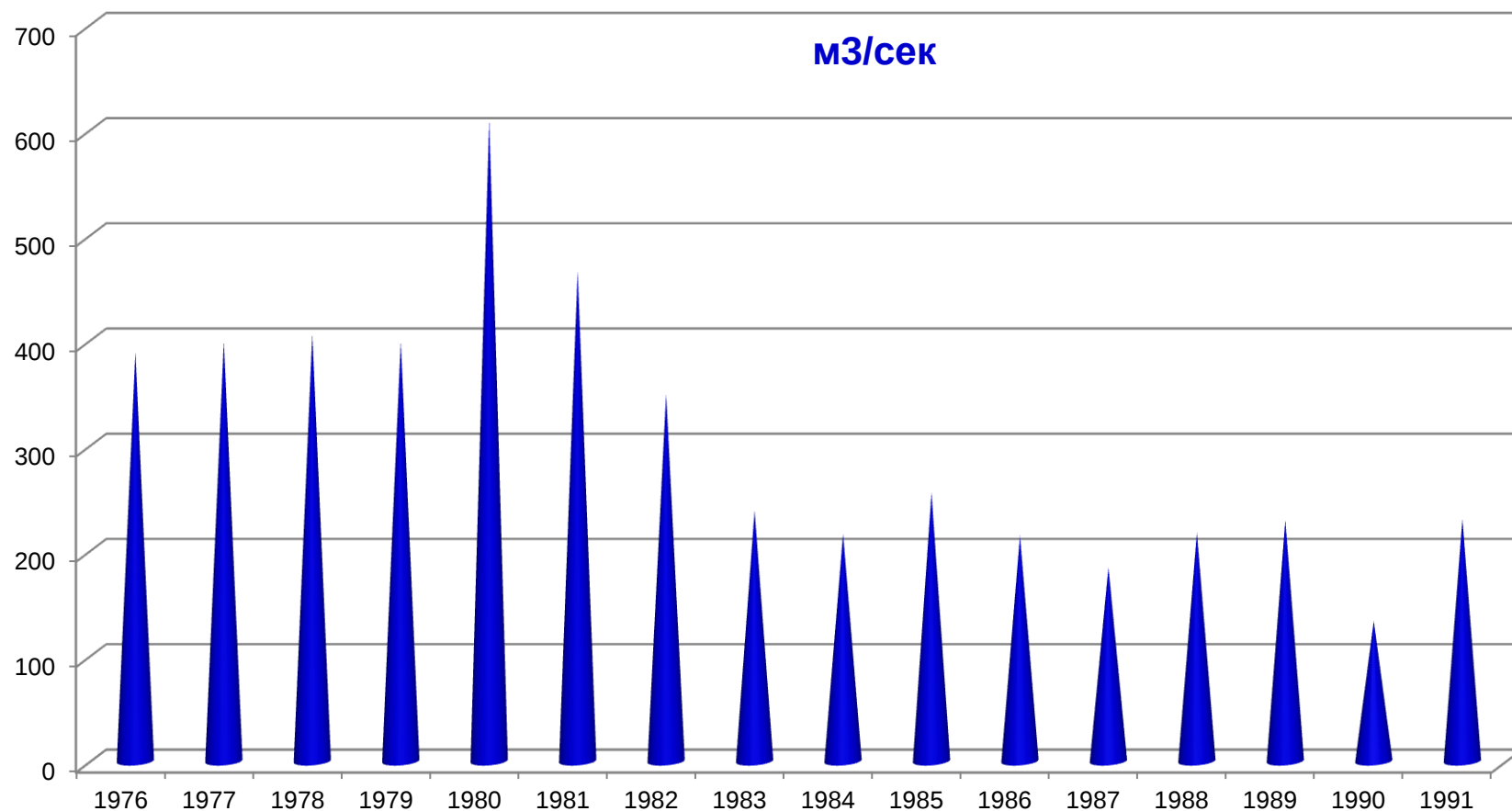
В естественных не подвергнутых антропогенному преобразованию (*или в референтных*) речных экосистемах характер взвешенных веществ их гранулометрический, минералогический и химический состав были и остаются параметрами оценки степени эрозионно-денудационных процессов бассейна рек и показателем миграционной способности химических веществ в бассейнах рек. Ранее оценка твердого стока рек была одним из основополагающих критериев состояния бассейна и самой реки.

Взвешенные вещества - это своего рода фильтры-сорбенты водных экосистем. От адсорбционного потенциала взвешенных веществ во многом зависит самоочищающая, буферная емкость водных экосистем, интенсивность продукционно-деструкционных процессов планктонных и донных организмов, вторичного загрязнения экосистем и формирование донных отложений. От состава и количества взвешенных и влекомых веществ зависят и такие показатели, как мутность и прозрачность воды.

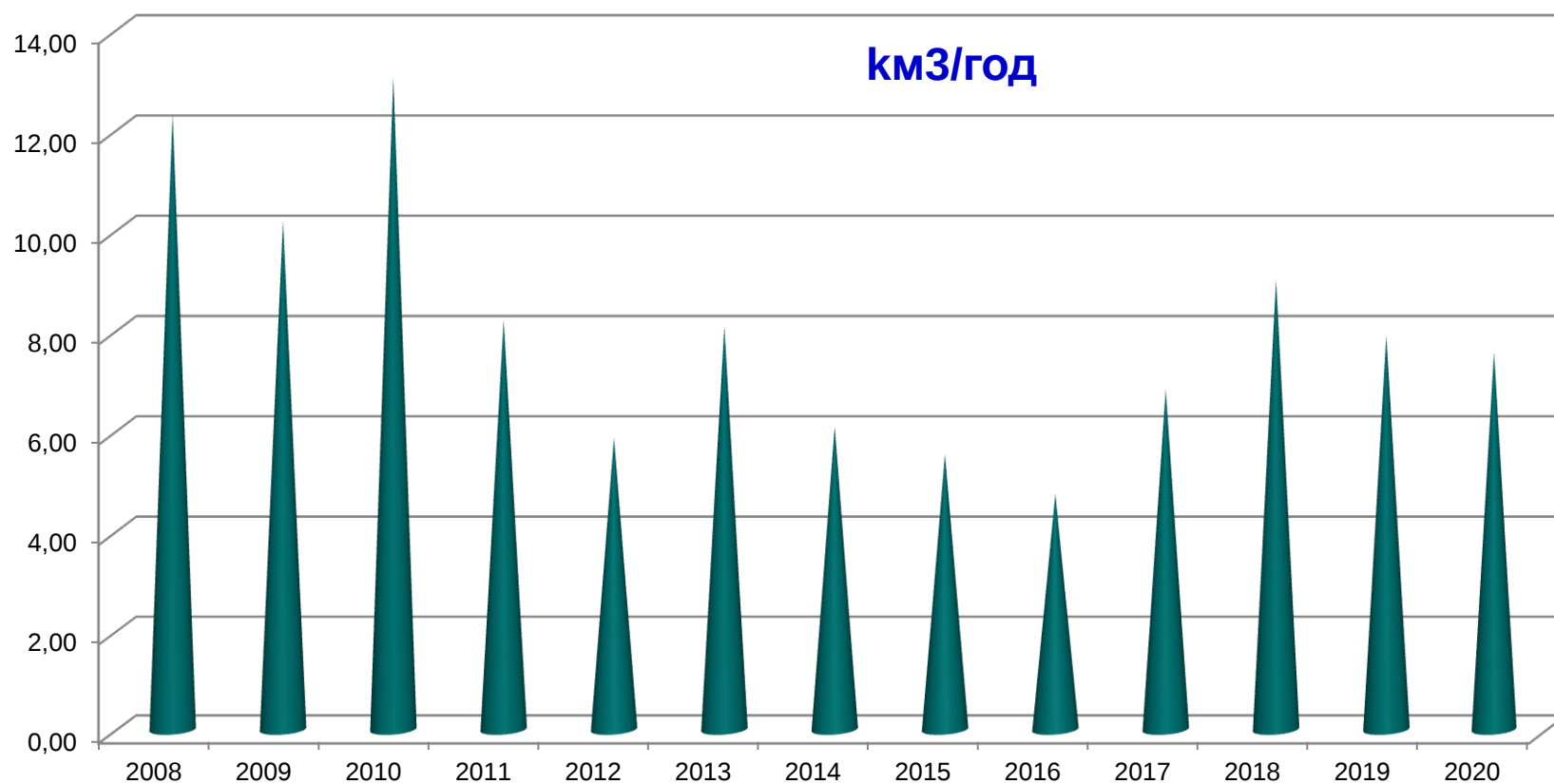
Одним из главных факторов, который привел к радикальному изменению количества взвешенных веществ в воде Днестра и величине стока взвешенных веществ в последние годы, стало гидростроительство на реке. Наблюдается и уменьшение количества песочно-галечного влекомого материала.

Если в 70-80' годы в Днестре и Дубоссарском водх. преобладали песочные, песочно-галечные и песочно-иловые отложения, а черные и серые глинистые илы были отмечены лишь в местах сброса сточных вод (Рыбницы, в заводи Гояны, Ягорлык, ниже р.Бык), то сегодня серые и черные иловые отложения мы видим начиная от села Волчинец, на участке Унгры-Холошница, на всем протяжении Дубоссарского водохранилища и непосредственно в нижнем течении реки Днестра Бендеры-Паланка а песчаные отложений отмечены у Каменки - выше с. Унгры, у Ваду-луй-Вод - выше Варницы и у Тирасполя и Слободзеи.

Величина среднегодового расхода воды в Днестре у Бендер (из регистров Гидрометео СССР)



Среднегодовой сток Днестра у с.Маяки
(расчетные данные наших украинских партнеров из Одессы,
Гидрометеорологический институт Черного и Азовского морей)





DRYING OF THE DNIESTER RIVER 2020-2021

До строительства Дубоссарского водохранилища (1951-1954 гг.) средняя величина концентраций взвешенных веществ составляла около **350 мг/л, после-120-160 мг/л**

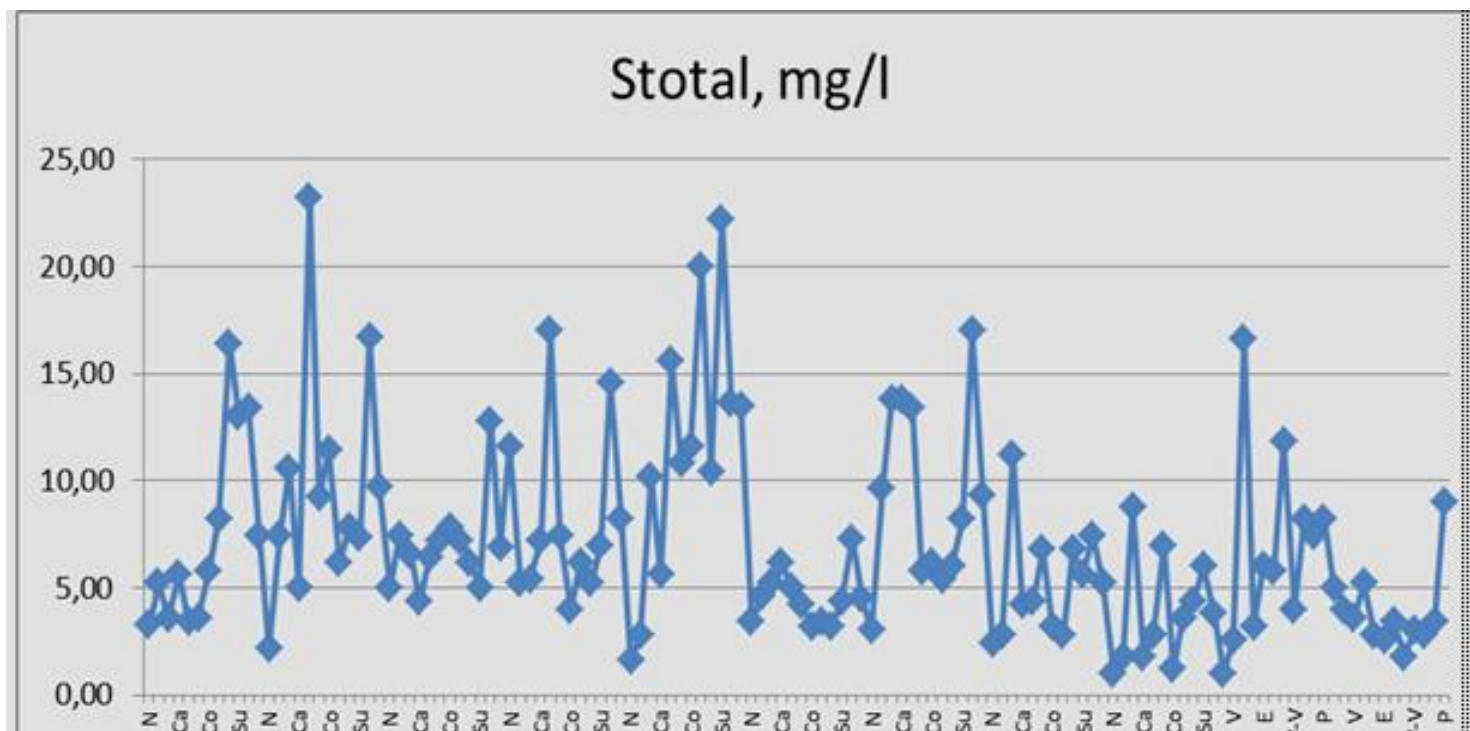
При низком водном стоке **6,97 км³**, годовой сток взвешенных веществ по створу у г. Бендеры составлял **4000-5005 тыс.тонн в 1951-1953 гг. и 2711 тыс.тонн в 1954г.**

Сооружение Днестровской ГЭС 1 привело к уменьшению концентрации взвешенных веществ, количество которых в 1983-1987 гг. составляло в воде Днестра у Бендер **17-100 мг/л** более чем в 90 % случаев.

И при относительно высоком водный сток реки в 1983 году (**8,11 км³**) в сравнении с 50' годами, годовой сток взвешенных веществ составил лишь немного меньше **700 тыс.тонн**, 1986-1985 годы еще меньше - **267-403 тонн/год**

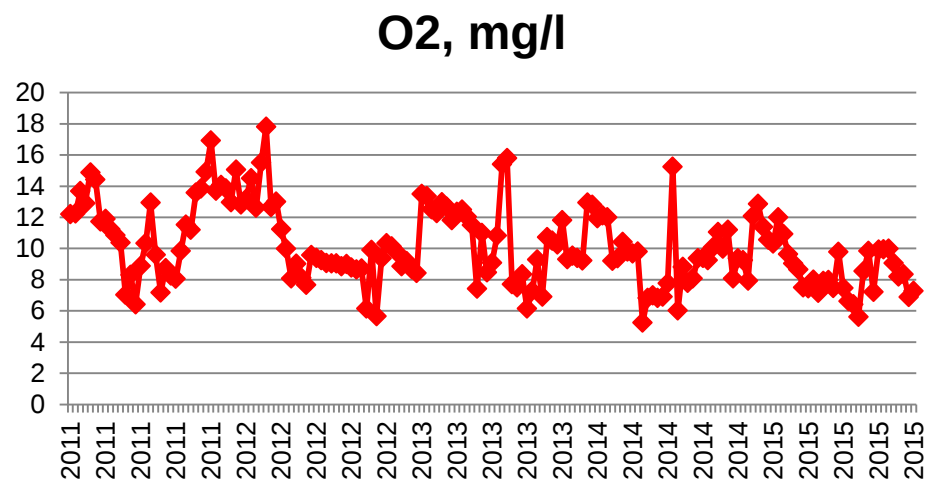
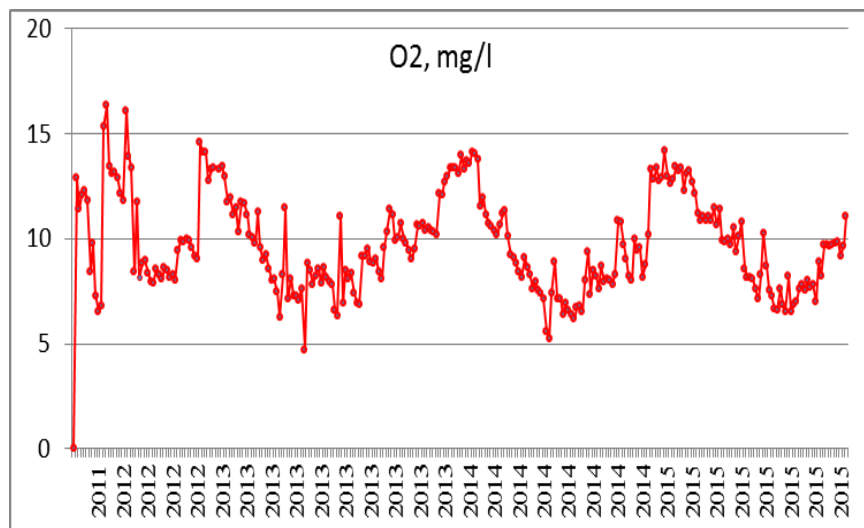
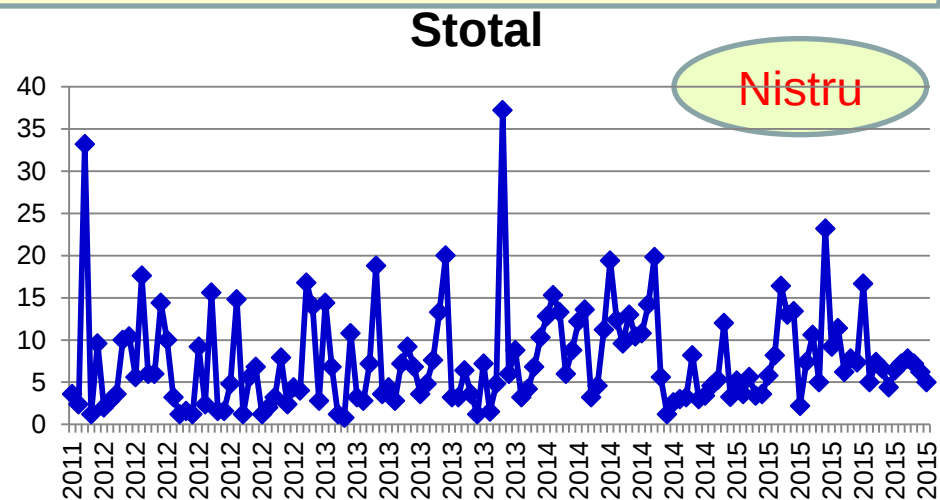
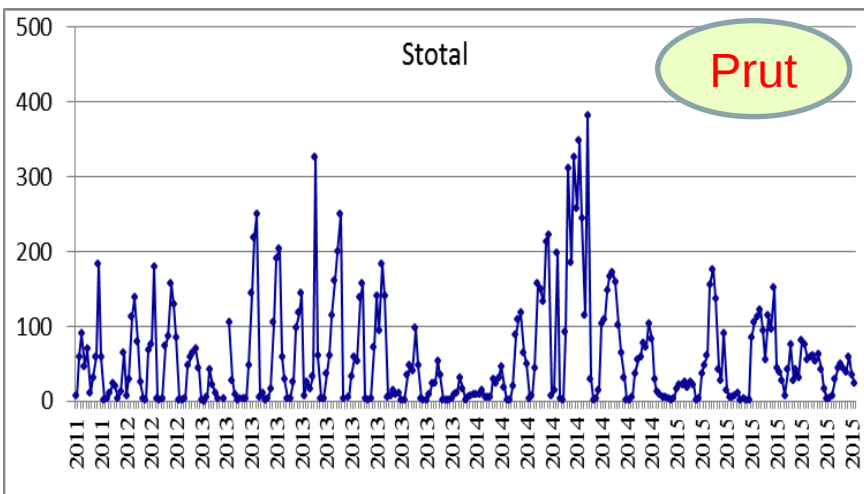


В последние 10-12 лет более чем в 80% случаев общее содержание взвешенных веществ в воде Днестра в пределах Молдовы не превышает **10 мг/л** в которых органические вещества превалируют над минеральными



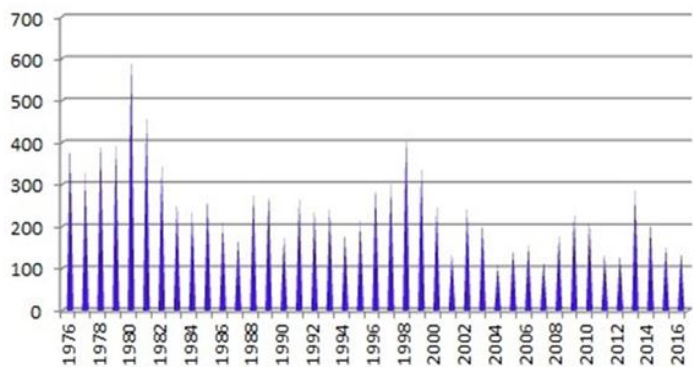
Если годовой сток воды Днестра в последние 3 года не превысил **7 км³** то годовой сток взвешенных веществ исходя из величины средней концентрации их в воде - 10 мг/л составит не более **70 тысяч тонн**, что в **10 раз** меньше, чем в **80-е годы** прошлого столетия. Следует отметить бассейн Днестра относится к региону с высокой степенью эрозионно – диффузионных процессов .

Взаимозависимость динамики взвешенных веществ и концентрации растворенного кислорода в реке Прут и ее отсутствие в реке Днестр



Влияние ДГЭК на

Bender m3/s

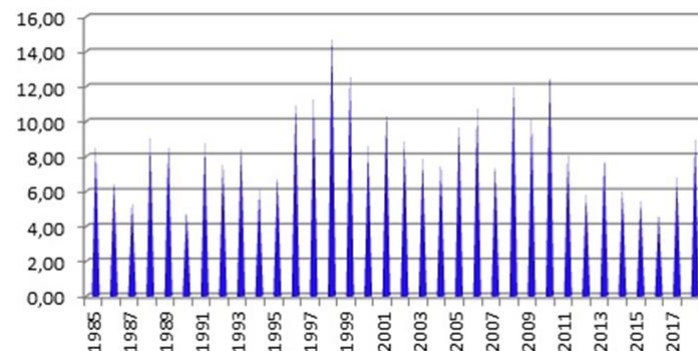


Изменение среднегодового расхода воды
Днестра, Бендеры м³/сек .

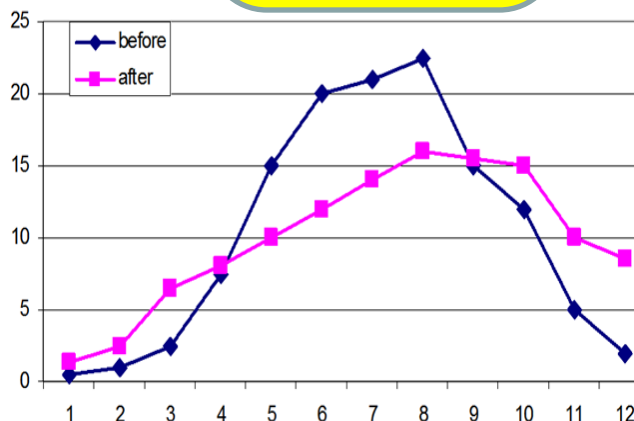
Известно, что термический и гидрологический режим водных экосистем также влияет на газовый режим, биохимическую и химическую потребность в кислороде, на развитие водных организмов, в том числе рыб

В результате
Днестр не
замерзает ни
одной зимой на
20-ти км реки
между ГЭС 1 и
ГЭС 2 с 1983
года, даже при
температуре
воздуха минус
26 ° С.

Maiaki, km3/year

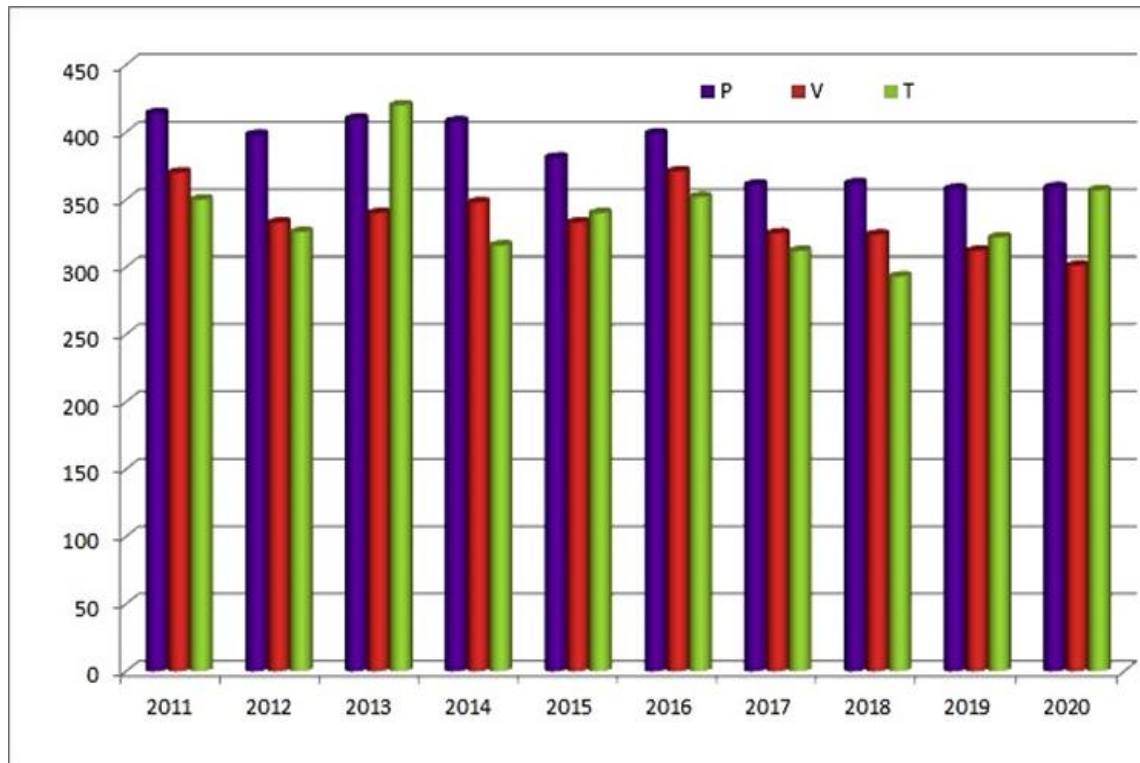


Годовой сток Днестра у Маяк , km³.
Source: расчётные данные нашего
партнера ГМЦ Черного и Азовского морей



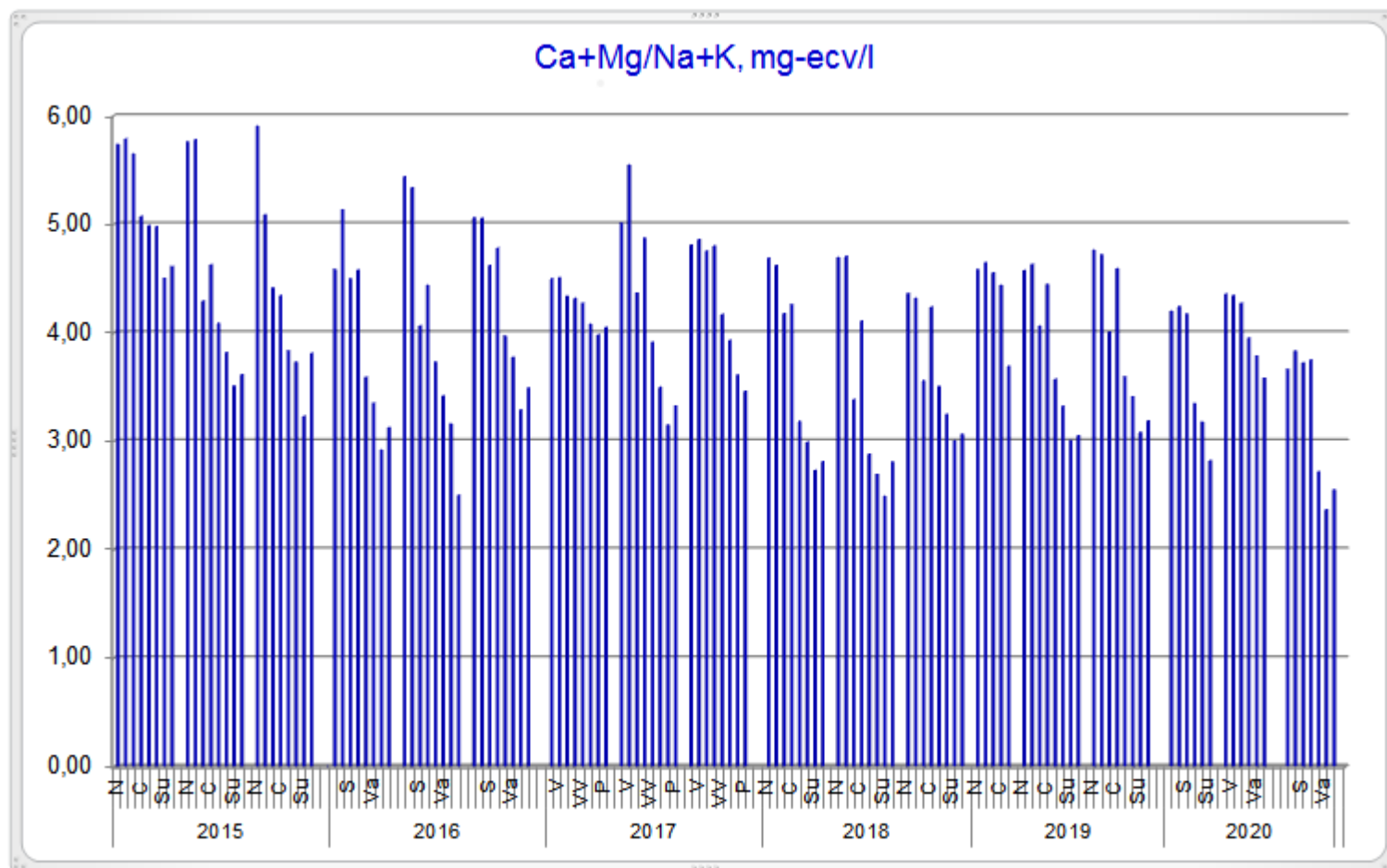
Температура воды ниже
ГЭС 2 < 16 ° С, даже
при температуре
воздуха > 35 ° С.

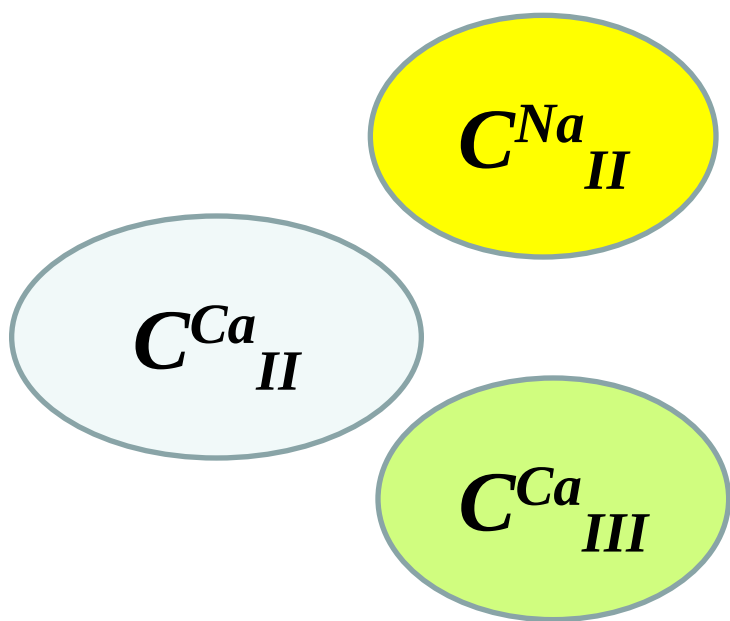
Тот факт, что минерализация воды в реке весной выше, чем в летне-осенний период, свидетельствует о том, что в бассейне Днестра происходят необратимые и непредсказуемые процессы не только для функционирования водной экосистемы, но и для всей территории бассейна реки. Разгрузка верхних горизонтов подземных вод в Днестр может привести к опустиниванию бассейна нижнего участка реки



Сезонная динамика минерализации в реке Днестр , 2011-2020, mg/l
(P - spring, V- summer, T - autumn)

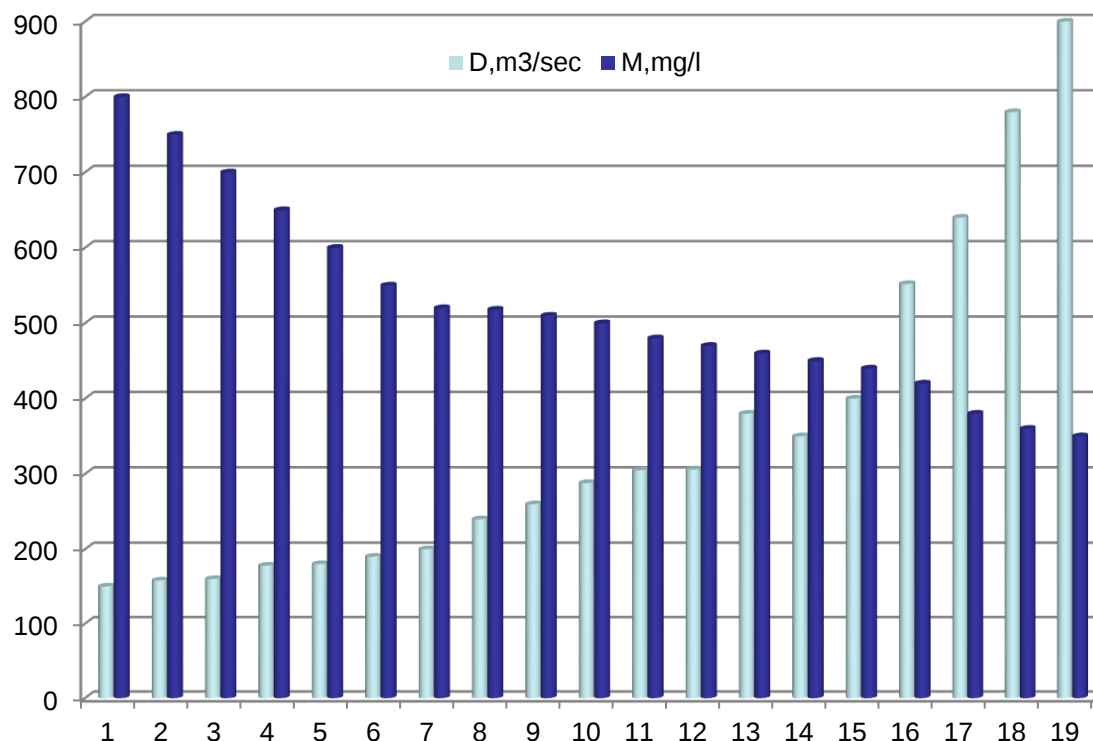
Метаморфизация вод Днестра из-за крайне малого расхода воды коренным образом меняет соотношение между основными катионами.





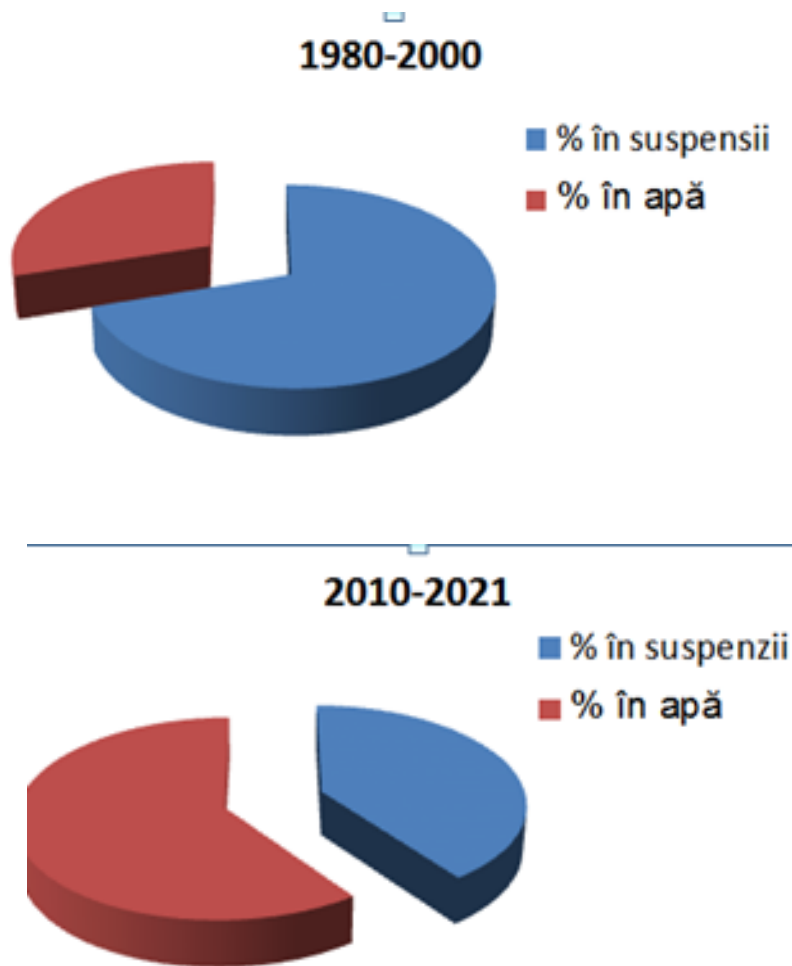
Метаморфизация химического состава воды Днестра при низких уровнях воды в реке из гидрокарбонатно-кальциевой и гидрокарбонатно натриевую, без увеличения минерализации свидетельствует о доминировании подземных вод в формировании стока реки при малом попуске ДГЭК воды на территорию Молдовы.

Корреляция между величинами минерализации и расхода воды в реке Днестр, 1980-1983гг.



Это классическая отрицательная корреляция для речных вод. До 1954 г. коэффициент корреляции (r) в нижнем Днестре был высоким: $r = -0,89$, до 1981 $r = -0,66$, сегодня — близок к нулю...что свидетельствует о необратимых изменениях в гидрохимическом режиме реки

Соотношение растворенных металлов в воде и во взвешях



Следует отметить, что снижение содержания природных взвешенных веществ в воде отразилось на соотношении различных форм миграции металлов и величине коэффициентов миграции химических элементов в бассейне реки Днестр.

Уменьшения количества воды, периодические застои воде, изменение скорости течения, уменьшение количества взвешенных веществ в речных водах приводит к:



Изменению в структуре и составе донных отложений, и уже многие участки реки с песчаными отложениями сменяются серыми или черно-серыми илами, которые не характерны для рек а для стоячих водоемов и заболоченных экосистем

Повышенная прозрачность, снижение скорости воды и другие условия увеличивают обильное развитие водных высших растений - макрофитов.....

Площадь, покрытая макрофитами, до строительства Днестровского гидроэнергетического комплекса составляла 0,7-1%, в 80-е годы - 10-15%, в настоящее время - около 85% площади акватории.

Река ли это ?



Эти изменения уже вызвали усиление процессов застоя воды, образование зон мелководья уже стала очевидной лимнолизации (*превращение в стоячий водоем озерного типа*) на всем протяжении ниже по течению от плотины Наславча, вызванное отсутствием постоянного расхода воды с естественной скоростью и соответствующим объемом воды ниже ГЭС2. Днестра

Наблюдается замещение реофильных видов
лимнофильными и обилие инвазионных видов
гидробионтов.

Фактически, по всей длине Днестра ниже плотины ГЭС2 реофильные виды растений сменяются видами болотистых и стоячих вод:

Обилие макрофитов:

Cladophora enteromorpha
Myriophyllum spicatum ,
Elodea canadensis ,
Ceratophyllum demersum,
Potamogeton lucens,
P. crispus, *P. pectinatus*,
Najas marina,
Salvinia natans,
Polygonum amphibium ,
P. submersum

Увеличение численности:

Cyanophyta

(*Aphanizomenon flos-aquae*,,
Oscillatoria lacustris
Microcystis aeruginosa)

Pyrrophyta (*Ceratium*
hirundinella), și

Euglenophyta (*Euglena*
polymorpha , *Trachelomonas*
hispida),

В местах зарастания реки макрофитами даже в дневное время концентрация растворенного кислорода опускается до 54-68%

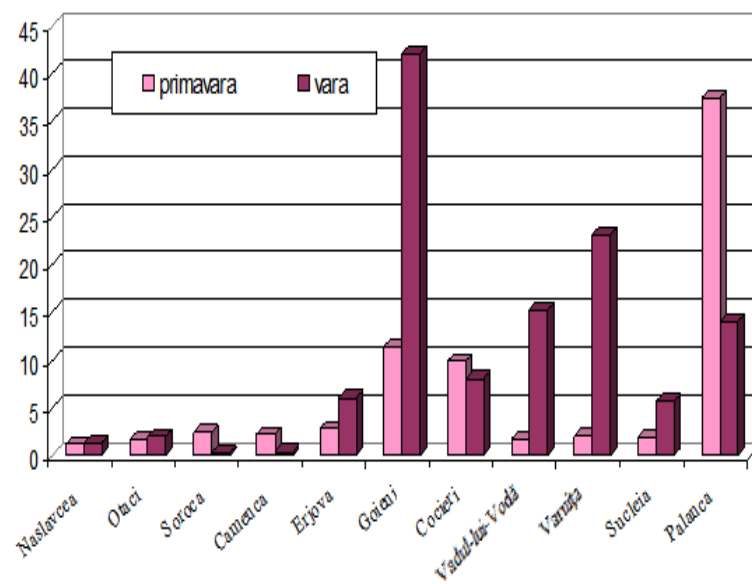
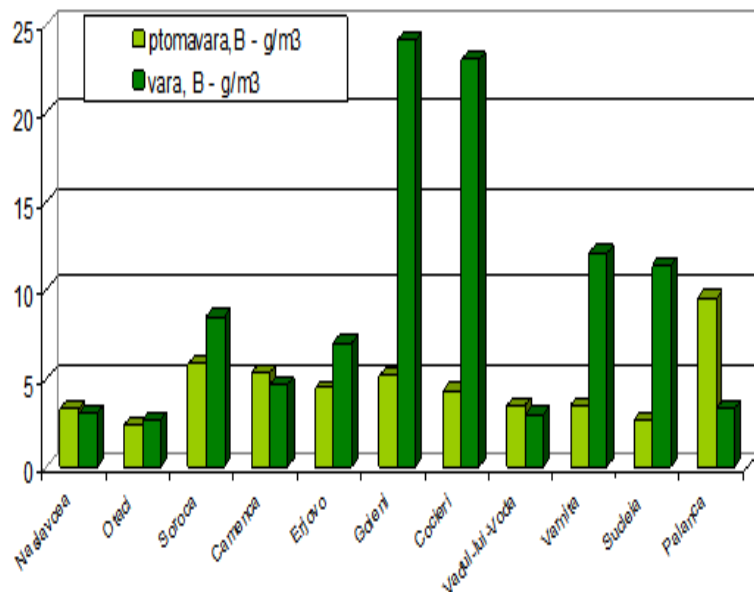


Адсорбционная способность воды Днестра к загрязняющим химическим веществам близка к нулю, отсюда резкий спад процессов самоочищения и интенсификация вторичного загрязнения реки.

Эти факторы также являются основополагающими для изменения гидробиоценозов рек, снижения буферной емкости экосистемы и устойчивости водных организмов, особенно в неблагоприятных условиях изменения климата.

Из-за низких температур и нестабильности уровня воды численность и биомасса планктонных организмов, а также их продукция близки к нулю в районе Наславчи до середины Дубоссарско водохранилища- у с,Ержова

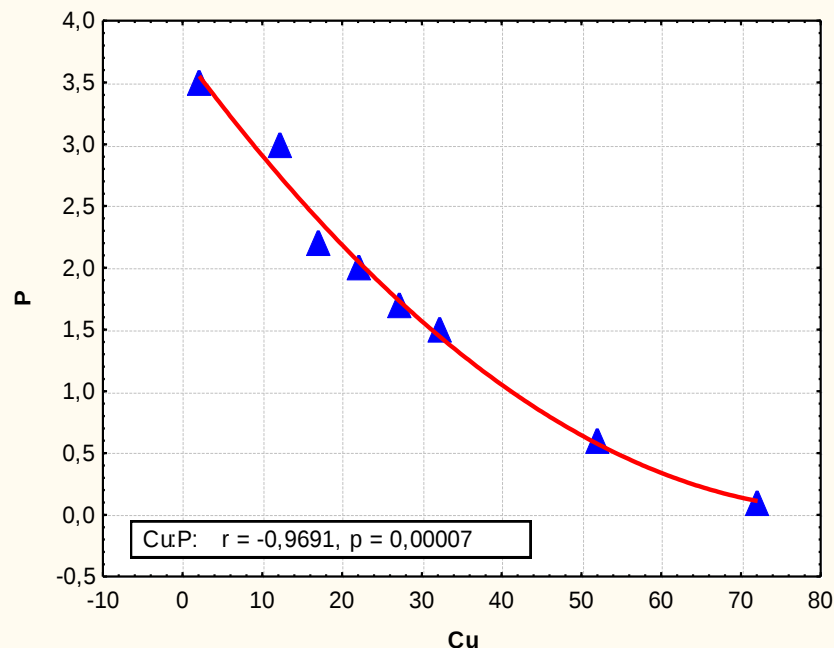
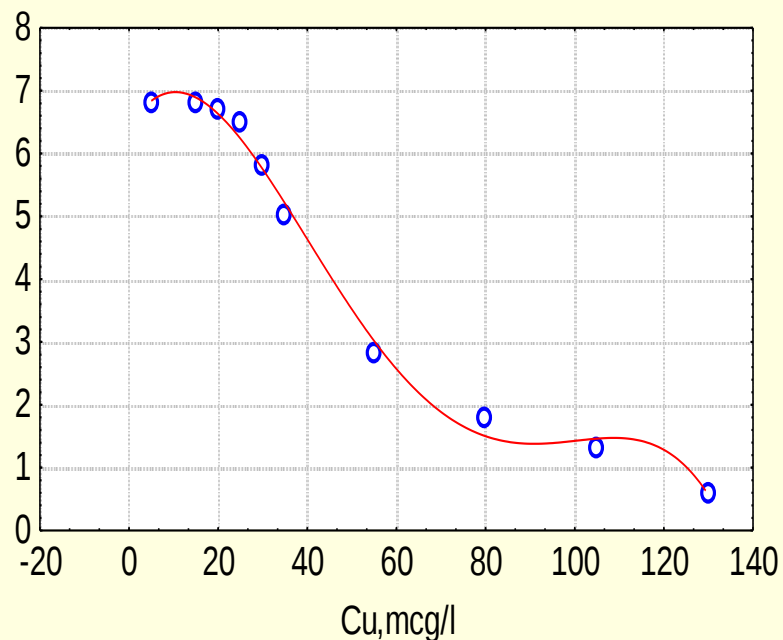
Продукция фито- и зоопланктона в Днестре и Дубоссарском вод-ще



Для оценки буферной емкости емкости мы моделировали в непосредственно на реке влияние металлов и других химических веществ на показатели продукционно-деструкционных процессов

Если в 80-90 годах прошлого века уменьшение первичной продукции фитопланктона снизилось почти в 2 раза при концентрации Cd-2,0 мкг/л, Cu - 50 мкг/л, Zn -120 мкг/л, то в годы 2005-2007 гг. - уже при концентрациях -1,0, 30 и 60 мкг/л, соответственно данных в последние годы - при 0,6, 10 и 40 мкг/л.

В настоящее время кадмий тормозит продукцию фитопланктона при 0,6 мкг/л и в концентрации 1,0. мкг/л также тормозит процессы деструкции органических веществ



BIOLOGICAL POLLUTION INVASIVE SPECIES



Theodoxus transversalis (Pfeiffer, 1828) rare species included in the Red List of the International Union for Conservation of Nature (IUCN). In the last ten years, only empty shells were occasionally found, but in the summer of 2013, 10 live individuals were registered at the Tețcani resort.



Sinanodonta woodiana (Lea, 1834)

forms > 70% (260 g/m²) of the total biomass of mollusks, Prut-v. Cislita Prut



Corbicula fluminea (Müller, 1774)

2010 - 120 ind./m² și 44,7 g/m²,
2013 - 200 ind./m² și 196,44 g/m².
= about 40% (200 ind./m²) of the total number of mollusks, Prut-v. Cislita Prut

Dreissena bugensis (Andrusov, 1897)
appeared in all aquatic ecosystems of the Republic of Moldova

Днестр славился и привлекал людей многообразием рыб; осетр, белуга, стерлядь, усач, вырезуб, сом и другие (я их видела в реке)



Acipenser ruthenus
Стерлядь



*Huso
huso*
Белуга
(мо



Pelecus cultratus
Чехонь



Vimba vimba
Рыбец



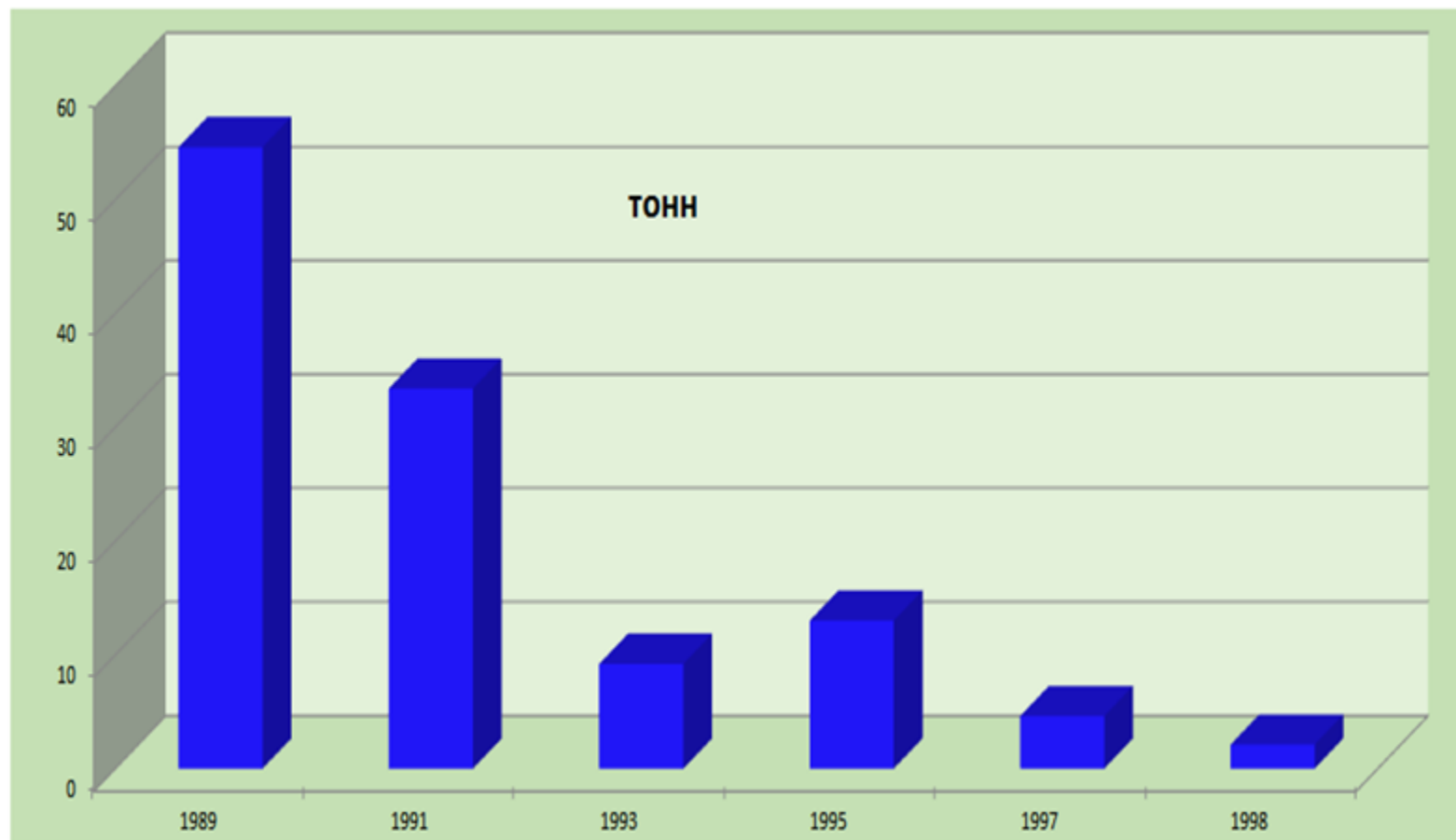
Rutilus frisii
Причерноморский
Вырезуб



Gymnocephalus acerina
Ёрш носарь



Динамика промышленных уловов в Дубоссарском водохранилище 1989-1998гг.



Антропоное воздействие и, прежде всего, эксплуатация каскада водохранилищ, построенных за последние 20 лет в бассейне и на реке Днестр, вызвали существенные изменения гидрологического и гидрохимического режима, степени эвтрофикации, загрязнения органическими веществами б а также на состояние биоразнообразия и количественный состав основных сообществ гидробионтов. Гидрологический режим Днестра ниже ДГЭК отличается существенными суточными колебаниями и понижением уровня воды до обнажения дна реки, несбалансированностью теплового и газового режимов. Объем стока воды имеет явную тенденцию к уменьшению ниже ГЭС2.

В Днестру на всем протяжении ниже ГЭС2, наблюдается интенсификация заболачивания и лимнолизации реки из-за низкого попуска воды (близкий к санитарному) с неестественной скоростью и в не стабильном объеме. Отмечен дисбаланс в процессах окисления органических веществ, в соотношении главных ионов в воде реки и нарушена естественная взаимозависимость с гидрологическими параметрами, нарушены круговорот и миграция химических веществ в реке и интенсивность их миграции в гидрографическом бассейне реки.



Ниже ДГЭК реофильные виды гидробионтов, вытесняются лимнофильными в том числе и инвазивными, продукция многих видов реофильных гидробионтов и ихтиофауны не вызывают оптимизма о их восстановлении в реке Днестр ниже ДГЭК. Рыбопродуктивность Днестра уменьшилась в десятки раз

Комплексные многолетние исследования позволяют нам предложить исключить гидроэнергетические комплексы, и в особенности гидроаккумулирующие, из списка так называемых «**зеленых предприятий**», поскольку они разрушают функционирование речных экосистем. Следует запретить строительство гидроаккумулирующих гидроэлектростанций (ГАЭС) на крупных реках, которые являются источником питьевой воды и используются для рыбоводства, поскольку они уничтожают все живое в проточной воде и ведут к дисбалансу функционирование речных экосистем.

**ЕСЛИ МЫ ДНЕСТРОВСКАЯ КОМИССИЯ МЫ ДОЛЖНЫ
КОНСТАТИРОВАТЬ ЧТО ДНЕСТР ДЕ-ФАКТО НИЖЕ ГЭС 2 ИЗ РЕКИ
ПРЕВРАЩАЕТСЯ К КАНАЛУ ПОПУСКОВ ВОДЫ ДГЭК**

Экологические индикаторы для оценки воздействия гидроэнергетических комплексов и изменения климата на трансграничные водные экосистемы

Гидрологические параметры (температура, поток и скорость воды в речных экосистемах, количество, состав и распределение взвесей и аллювиального материала), гидроморфологические изменения в бассейне реки, особенно вниз по течению от плотин ГЭС.

Гидрохимические параметры (газовый режим (O_2 , CO_2 , ХПК, БПК₅), соотношение между основными ионами и их корреляция с гидрологическими параметрами, процессы миграции веществ в системе вода-взвеси-ил).

Гидробиологические параметры (показатели разнообразия, численности и продуктивности планктонных и бентосных организмов (бактерий, водорослей, беспозвоночных), состояние ихтиофауны, потенциал их размножения, биологическое загрязнение).

Экотоксикологические параметры и параметры функционирования экосистемы (уровень толерантности гидробионтов, буферный потенциал экосистемы, их трофность и сапробность, интенсивность процессов самоочищения и вторичного загрязнения, производственно-деструктивные процессы и размножение водных

Эти индикаторы также должны стать основополагающими при оценке социально-экономического негативного воздействия или преимуществ ГЭС для водных экосистем.



Project funded by
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

" СОЗДАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ТРАНСГРАНИЧНОГО МОНИТОРИНГА ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКОСИСТЕМ ЧЕРНОГО МОРЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ РАЗВИТИЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ И ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА "-

HydroEcoNex, eMS BSB 165

Проект выполнен в рамках Операционной Общей Программы в бассейне Черного моря 2014-2020, финансируемой ЕС посредством европейской системы добрососедского сотрудничества (ENI) и трансграничного сотрудничества (CBC).

Методологические разработки по изложены в опубликованных руководствах на английском, румынском с переводом на украинском, где раскрыты гидрологические, гидрохимические, гидробиологические, ихтиологические методы а также методология



Project funded by
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

- Проект реализован *Институтом зоологии (BL)* в партнерстве с:
- *Международной Ассоциацией хранителей реки "Eco-Tiras,, Молдова (BP2),*
- *Университетом "Dunărea de Jos" из Галаца, Румыния(BP3),*
- *Украинским научным центром Экологии Морей, Украина (BP4),*
- *Гидрометеорологическим центром Черного и Азовского морей, Украина (BP5).*



THANK YOU FOR YOUR
ATTENTION



ТАКИМ ДНЕСТР ТОЖЕ БЫВАЕТ