



Белорусский государственный университет транспорта  
Строительный факультет  
кафедра “Водоснабжение, химия и экология”

# Рациональное использование и охрана водных ресурсов

Научно-практическая конференция

23 декабря 2021 года

Гомель, БелГУТ, кафедра “Водоснабжение, химия и экология”

научный руководитель - Невзорова Алла Брониславовна

доктор технических наук, профессор



# Содержание

1. **Гриб А.А.** Общие сведения о составе и количестве глобальных и республиканских водных ресурсов. Динамика использования воды в регионах
2. **Павлович И. В.** Водноресурсный потенциал: понятие, структура, категории. Повестка в области устойчивого развития.
3. **Шакура Е.И.** Цифровизация и инвентаризации поверхностных водных объектов. Организация национального мониторинга качества воды.
4. **Филатова И.И.** Физико-химические показатели воды в створах сброса, расчетном, контрольном и фоновом в зависимости от типа предприятия.
5. **Минченко Е. Д.** Интегральные и лимитирующие показатели качества воды. Классы качества воды.
6. **Кныревич В.В.** «Гидрологические характеристики водотоков и водоемов. Санитарный попуск. Негативное воздействие вод»
7. **Урицкая А.В.** «Нормативы допустимого вредного воздействия на водные объекты»
8. **Нагорная Д.А.** «Методы расчета разбавления сточных вод в водные объекты»
9. **Барановская П.М.** «Водохозяйственный баланс бассейна реки»
10. **Бондаренко Е.С.** Расчет допустимого изъятия воды из поверхностных и подземных источников. Физический и оптимальный пределы регулирования природных вод
11. **Северин Д.Д.** Преобразование водного баланса: влияние водохранилищ, осушение, орошение, урбанизация.
12. **Захаренко А.Г.** Оценка трансграничного воздействия на водные ресурсы
13. **Коваленко В.Н.** Виды водопользования и распределения воды по категориям водопользования. Безвозвратное водопотребление и потери воды
14. **Железняков Л.В.** Платежи за пользование водными объектами.
15. **Денисенко А.М.** Нормирование водопользования. Планы управления речными бассейнами.
16. **Жуков Ю.В.** «Управление стоком и качеством воды с помощью мягких инженерных конструкций»
17. **Кринец О.Д.** Характеристика и зоны охраны подземных вод. Взаимодействие поверхностных и подземных вод”
18. **Трошина А.К.** Загрязнение природных поверхностных вод диффузным стоком и точечными сбросами
19. **Кусенков К.В.** Мероприятия по предупреждению эвтрофикации водоемов

# Общие сведения о составе и количестве глобальных и республиканских водных ресурсов.

## Динамика использования воды в регионах

Гриб А.А.,  
Email:  
taranova.angelinka@gmail.com



Водные ресурсы - важнейший компонент природно-ресурсного потенциала страны, который интенсивно потребляется населением и различными отраслями (рис. 2).

Водопотребление напрямую зависит с экономической ситуацией в Республике. За период с 1995 по 2015 гг. сокращение водопотребления составило 227,4 млн м<sup>3</sup>.

В 2015 г. общее потребление воды в Республике Беларусь составляло около 1270 млн м<sup>3</sup>/год : сельское хозяйство - 109,9, население - 473,6, промышленность - 389,2 млн м<sup>3</sup>/год.

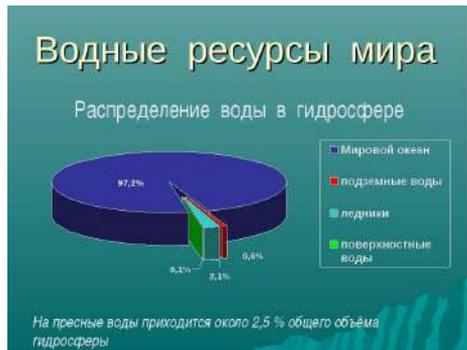


Рис.1 – Диаграмма распределения воды в гидросф

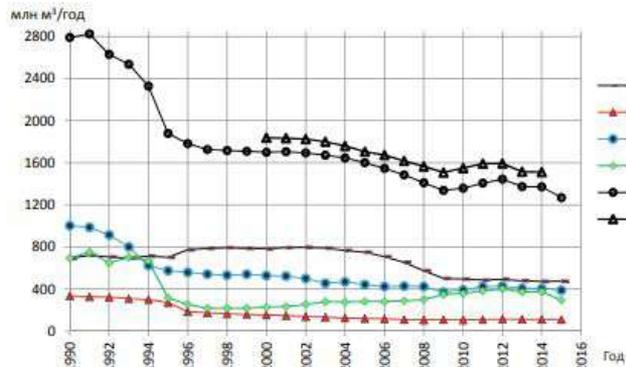


Рис. 1. Водопотребление в Беларуси за период с 1990 по 2015 гг.:  
1 – хозяйственно-питьевое; 2 – сельскохозяйственное; 3 – промышленное;  
4 – рыбно-прудовое; 5 – общее; 6 – водозабор.

Нормирование водопотребления и повышение цен на воду при соблюдении ряда других условий будет способствовать уменьшению объемов водопотребления, особенно среди малообеспеченного населения.

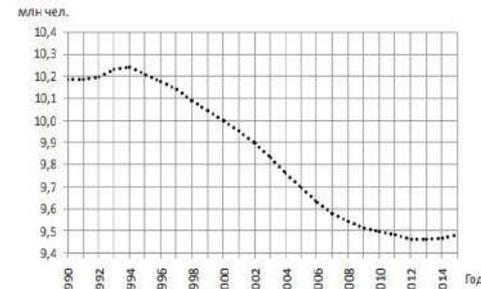


Рисунок 4 – Численность населения в Беларуси в период с 1990 по 2015 гг.



Рис.2 – Диаграмма распределения воды в мире



Рисунок 5 – Хронологический ход водопотребления с 2005 по 2020 гг.

## Водноресурсный потенциал: понятие, структура, категории. Повестка в области устойчивого развития



Павлович И. В.  
pavlovich.igrok@gmail.com

### Водные ресурсы

Подземные

Поверхностные

### Изменение объёмов использования воды

Объём изъятия из водных объектов	+14%
Объём, исп. на питьевые нужды	+6%
Использование воды в рыбном хозяйстве	+18%
Произв. алкогольных напитков	+35%
Объём потерь при транспортировке	-12%

### Индекс загрязнения вод

- Очень чистая (ИЗВ ≤ 0,3)
- Чистая (ИЗВ = 0,3 - 1)
- Умеренно загр. (ИЗВ = 1 - 2,5)
- Загрязнённая (ИЗВ = 2,5 - 4)
- Грязная (ИЗВ = 4 - 6)
- Очень грязная (ИЗВ = 6 - 10)
- Чрезвычайно грязная (ИЗВ > 10)

Критерии классификации	Виды водных объектов
По условиям залегания	Почвенные Грунтовые Межпластовые
По степени минерализации	Пресные: до 1 г/л Солоноватые: 1-10 г/л Солёные: от 10 до 35-50 г/л Рассолы: более 35-50 г/л
По температуре	Переохлаждён.: ниже 0 °С Холодные: 0-20 °С Термальные: выше 20 °С
В зависимости от качества	Питьевые Технические

1 Водотоки	2 Водоёмы	3 Родники
1.1 Реки 1.2 Ручьи 1.3 Каналы	2.1 Озёра 2.2 Водохранилища 2.3 Пруды 2.4 Пруды-копани 2.5 Обвод. карьеры	

### Ресурсы речного стока по областям за 2016 год, км³/год

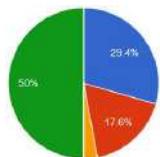
Область	Сток	Изъятие
Брестская	9,6	0,121
Витебская	15,6	0,088
Гомельская	21,8	0,061
Гродненская	9,0	0,062
Минская	6,5	0,316
Могилёвская	9,9	0,035
Всего	42,4	0,685

### Эксплуатационные запасы пресных подземных вод, тыс. м³/год

Область	Зап.	Добыча
Брестская	0,902	0,272
Витебская	0,326	0,134
Гомельская	0,302	0,098
Гродненская	0,410	0,114
Минская	0,288	0,091
Могилёвская	0,285	0,110
Всего	2,51	0,819

### Эксплуатационные запасы минер. подземных вод, тыс. м³/год

Область	Зап.	Добыча
Брестская	1671	37,42
Витебская	8100	56,2
Гомельская	5476	396
Гродненская	516	105,3
Минская	5336	225,14
Могилёвская	1654	16,7
Всего	22754	836,75



- Отличное
- Удовлетворительное (водотоки)
- Удовлетворительное (водоёмы)
- Плохое

Учебно-научная конференция

“Рациональное использование и охрана водных ресурсов”,

Гомель, БелГУТ, 22 декабря 2021 года

# 3 Цифровизация и инвентаризации поверхностных водных объектов. Организация национального мониторинга качества воды.

Шакура Е.И.  
liza.shakura@  
yandex.by



РУП «ЦНИИКИВР» РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов» в 2020 году стало завершение работ по инвентаризации поверхностных водных объектов (водотоков с площадью водосбора от 30 кв. километров, водоемов с площадью водной глади от 0,5 кв. километров и родников), по результатам установлено, что в Республике Беларусь с такими параметрами в настоящее время насчитывается 3160 водотоков, 3940 водоемов и 1183 родника. Результаты инвентаризации поверхностных водных объектов размещены на информационном ресурсе «Государственный водный кадастр» в разделе «Реестр поверхностных водных объектов». В период 2020-2025 гг. работы по инвентаризации будут продолжены в отношении поверхностных водных объектов с меньшими площадями водосборов.



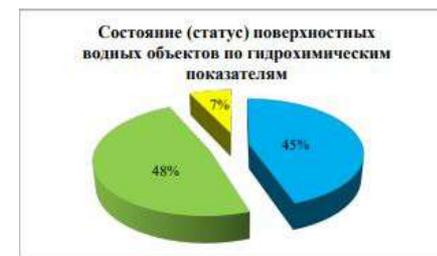
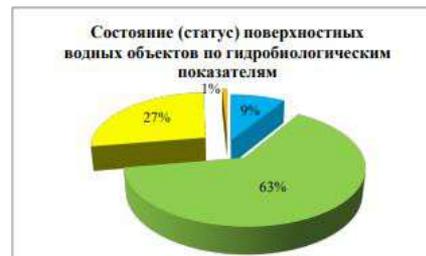
Мониторинг поверхностных вод -это постоянное наблюдение за состоянием водных объектов. Что включает включает в себя рациональное использование и охрану поверхностных вод.

В Республики Беларусь Наблюдения проводятся по большому перечню показателей:

- основные ионы,
- органические вещества,
- биогенные вещества,
- металлы,
- фитопланктон,
- зоопланктон.



За 2020 г. Преобладающее количество поверхностных вод соответствовало отличному и хорошему состоянию по гидрохимическим и гидрологическим показателям. Доля поверхностных водных объектов, которым присвоен «хороший» и выше экологический статус (ЦУР 6.3), по результатам наблюдений в 2020 году составила 72,4 %.



Статус: ● — отличный  
● — хороший  
● — удовлетворительный  
● — плохой

# Физико-химические показатели воды в створах сброса, расчетном, контрольном и фоновом в зависимости от типа предприятия

Филатова И. И.  
irifilatova1999@gmail.com



Основными источниками загрязнения поверхностных водных объектов являются сточные воды. Наибольшее воздействие оказывает сброс сточных вод предприятиями. На втором месте по массе сбрасываемых загрязняющих веществ – поверхностный или ливневый сток. На промышленных предприятиях, где не функционируют действенные меры против загрязнения территории сырьем, отходами производства, продуктами вентиляционных выбросов и т. д, ливневые воды в отдельные периоды по составу приближаются к загрязненным производственным сточным водам и даже превосходят их по вредности. Такое загрязнение поверхностными сточными водами в той или иной степени затрагивает бассейны абсолютно всех крупных рек Беларуси. Действие этих факторов сказывается и на состоянии бассейна р. Зап. Буг, обуславливая высокий уровень загрязнения его крупнейшего притока – р. Мухавец. Рассмотрены поверхностные сточные воды предприятий СЭЗ «Брест», а также поверхностные воды р. Мухавец в зоне сброса.

Номер образца пробы	pH	Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	Солесодержание, мг/дм <sup>3</sup>	Удельная электропроводимость, мкСм/см	Сухой остаток, мг/дм <sup>3</sup>	Нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>
1	7,24	25,2	25,82	54,92	54	1,55
2	7,7	<3	57,51	122,6	72	0,087
3	5,94	<3	6,599	14,25	16	0,188
4	6,81	<3	28,66	61,93	63	0,144
5	7,1	115525	315,8	649,9	571	0,163
6	7,15	<3	75,48	35,31	56	0,123
7	7,0	24,4	71,59	151,1	107	0,142
8	7,62	10,8	238,9	496,9	333	0,035
9	7,61	4,4	216,1	449,2	1233	0,056
10	7,63	<3	216,6	450,6	1006	0,047
11	7,64	5,2	214,9	446,5	311	0,054
12	7,61	14,0	215,9	448,9	303	0,153
ПДК	6,5-8,5	25	1000	30-1500 (реки)	-	0,05

Таблица 1. – Физико-химические показатели образцов воды СЭЗ «Брест»

1 – ООО «Арлайт и К», 2 – «Ай Пауэр», 3 – ЗАО «БЕЛС», 4 – ИЧПТУП «Диском», 5 – СООО «Бонше», 6 – СООО «Бонше», 7 – вход на очистные сооружения, 8 – приемник сточных вод, 9 – р. Мухавец ниже выпуска (контрольный створ 1), 10 – р. Мухавец ниже выпуска (контрольный створ 2), 11 – выпуск СВ в р. Мухавец (нулевой створ), 12 – р. Мухавец выше выпуска (фоновый створ); 1-7 – сточные, 8-12 – поверхностные воды

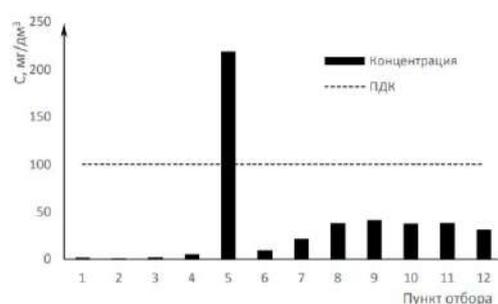


Рисунок 1 - Содержание сульфат-иона в образцах

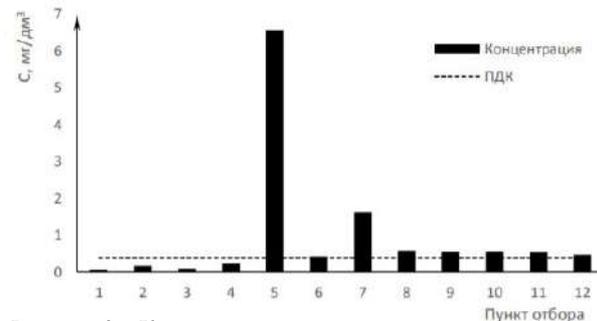


Рисунок 2 – Концентрации азота аммонийного в образцах исследованных вод

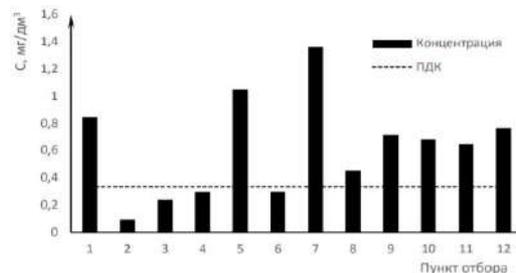


Рисунок 3 – Концентрация железа общего в образцах исследованных вод

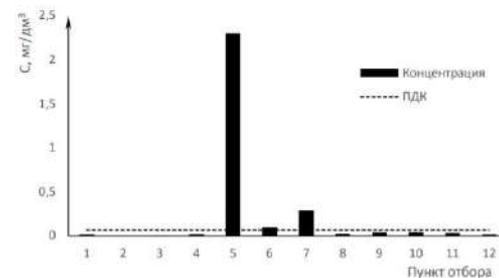


Рисунок 3 – Содержание фосфат-иона в образцах

# Интегральные и лимитирующие показатели качества воды. Классы качества воды

Минченко  
(Антонова) Е.Д.  
elizavetamincenko8  
@gmail.com



## Введение

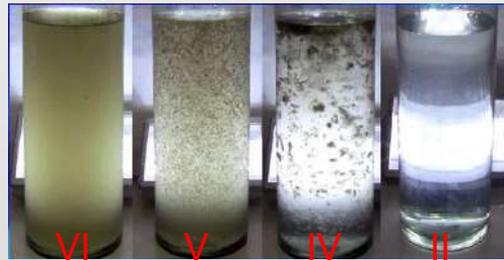
Под качеством природной воды в целом понимается характеристика ее состава и свойств, определяющая ее пригодность для конкретных видов водопользования, при этом критерии качества представляют собой признаки, по которым производится оценка качества воды.

Основными показателями качества воды являются: лимитирующие и интегральные.

Таблица 1 - Классы качества воды

ИЗВ	Класс качества воды	Оценка качества (характеристика) вод
Менее и равно 0,2	I	Очень чистые
Более 0,2... 1	II	Чистые
Более 1...2	III	Умеренно загрязненные
Более 2...4	IV	Загрязненные
Более 4... 6	V	Грязные
Более 6... 10	VI	Очень грязные
Более 10	VII	Чрезвычайно грязные

Рисунок 1 - Оценка качества воды



## Вывод

При сбросе сточных вод в водные объекты нормы качества воды должны соответствовать общим требованиям к составам и свойствам воды в зависимости от вида водопользования и перечню предельно допустимых концентраций нормированных веществ.

## Лимитирующий показатель вредности (ЛПВ)

Это показатель, который определяет собой наиболее ранний и вероятный характер неблагоприятного влияния в случае появления в воде химического вещества в концентрации, превышающей ПДК.

Для воды хозяйственно-питьевого назначения выделяются три типа ЛПВ: санитарно-токсикологический, общесанитарный, органолептический.

## Интегральный показатель

К этой группе относятся характеристики, которые описывают не отдельный химический параметр, а набор похожих параметров или результат группы процессов. Их определение дает наибольшее количество информации за наименьшие деньги.

На основании результатов этих исследований составляют план дополнительной работы, если требуется.

# 6

## Гидрологические характеристики водотоков и водоемов. Санитарный попуск. Негативное воздействие вод

Кныревич Вадим  
Викторович  
v.knyrevich@mail.ru



**Водотоки** (реки, ручьи, каналы) характеризуются постоянным или временным движением воды в русле, в отличие от **водоёмов** со стоячей водой (озера, водохранилища, пруды, болота).

**Гидрологические характеристики водотоков** – это комплекс физических, химических и биологических показателей, с помощью которых можно описать гидрологическое состояние водного объекта (см.). Г.х. подразделяют, например, на следующие группы:

- 1) **характеристики водного режима** – уровень воды, расход воды, скорость течения, уклон водной поверхности, объем воды и др.;
- 2) **характеристики термического режима** – температура воды, тепловой сток и др.;
- 3) **характеристики ледового режима** – толщина льда, сроки наступления различных ледовых явлений;
- 4) **характеристики режима наносов** – мутность воды, крупность наносов, расход наносов и др.;
- 5) **характеристики гидрохимического режима** – минерализация (соленость) воды, солевой состав (содержание отдельных ионов солей), концентрация органических, биогенных, загрязняющих веществ и т.д.;
- 6) **характеристики гидробиологического режима** – величина биомассы полная, на единицу объема или площади, биопродуктивность и т.д.

### Расчетные гидрологические характеристики

Реки	Водосбора
Расход воды $Q$ , м <sup>3</sup> /с	Площадь водосбора $F$ , км <sup>2</sup>
Объем стока воды $W$ , м <sup>3</sup>	Средняя высота водосбора над уровнем моря
Модуль стока воды $q$ , л/(с·км <sup>2</sup> ) и др.	Относительная лесистость водосбора $f_{л}$ , % и др.

**Бьеф водохранилища** – часть водохранилища примыкающая к гидротехническому сооружению.

**Санитарный попуск** – минимальный расход воды, обеспечивающий соблюдение нормативов качества воды и благоприятные условия водопользования в нижнем бьефе водохранилища.

**Негативное воздействие вод** – затопление, подтопление, разрушение берегов водных объектов, заболачивание и другое негативное воздействие на определенные территории и объекты.

# Нормативы допустимого вредного воздействия на водные объекты

Урицкая А.В.  
urickaaalina@gmail.com



## Лимитирующие показатели вредности (ЛПВ) для водоемов

В расчетном створе вода должна удовлетворять нормативным требованиям. В качестве норматива используется ПДК.

Все вредные вещества, для которых определены ПДК, подразделены по лимитирующим показателям вредности (ЛПВ), под которыми понимают наибольшее отрицательное влияние, оказываемое данными веществами. Принадлежность веществ к одному и тому же ЛПВ предполагает суммацию действия этих веществ на водный объект.

**Нормативы допустимого воздействия** – это допустимое совокупное воздействие всех источников, расположенных в пределах речного бассейна или его части, на водный объект или его часть. НДВ разрабатываются и утверждаются по водному объекту или его участку в соответствии с гидрографическим и/или водохозяйственным районированием в целях поддержания поверхностных и подземных вод в состоянии, соответствующем требованиям законодательства.

## Нормативы допустимого воздействия на водные объекты должны способствовать:

- 1) обеспечению устойчивого функционирования естественных и сложившихся экологических систем, сохранению биологического разнообразия и предотвращению негативного воздействия в результате хозяйственной и иной деятельности;
- 2) сохранению или улучшению состояния экологической системы в пределах водных объектов или их участков;
- 3) сведению к минимуму последствий антропогенного воздействия, создающего риск возникновения необратимых негативных изменений в экологической системе водного объекта;
- 4) обеспечению устойчивого и безопасного водопользования в процессе социально-экономического развития территории.

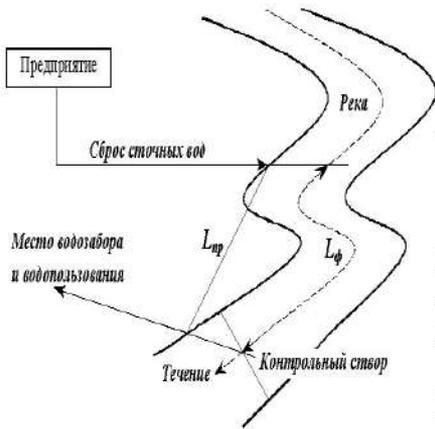


Таблица 1 Допустимые значения показателей и концентраций загрязняющих веществ в составе производственных сточных вод

Мг/куб.дм	Рыбоводство	Мяскомбинаты	Производство сахара	Производство целлюлозы, бумаги, древесной массы	Производство керамических продуктов
БПК <sub>5</sub>	8	25	25	30	25
ХПК	65	120	200	200	150
Взвешенные вещества	21	35	35	40	50
Аммоний-ион	0,5	10	10	-	-
Азот общий	-	25	30	10	-
Фосфор общий	0,6	3	3	3	-

Учебно-научная конференция

Временные ряды данных по показателям за 2005-2020, Таблица С-16. Загрязненные (неочищенные) сточные воды: Беларусь

на 07.07.2022

	Единица	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
		Сброс сточной воды в поверхностные водные объекты по степени очистки																
1	Сброс сточной воды в поверхностные водные объекты	млн. м <sup>3</sup> /год	1 146	1 082	1 038	990	997	990	1 600	1 015	974	954	870	1 048	1 053	1 034	1 019	1 035
			из которых:															
2	без предаритеральной очистки	млн. м <sup>3</sup> /год	280	256	269	270	309	314	332	345	317	316	246	339	354	341	326	339
3	нормативно-очищенной	млн. м <sup>3</sup> /год	846	816	760	709	684	671	662	666	654	625	618	703	694	689	689	691
4	недостаточно очищенной	млн. м <sup>3</sup> /год	30	9	9	11	3	5	6	3	3	6	6	4	4	4	3	
5	Доля недостаточно очищенной сточной воды в общем объеме стоков	%	0,9	0,8	0,9	1,1	0,3	0,5	0,6	0,3	0,3	0,3	0,7	0,6	0,4	0,4	0,4	0,3



# Методы расчета разбавления сточных вод в водоемах

Нагорная Д.А.  
di.nagornaja6@mail.ru



**Разбавление сточных вод** – это один из методов снижения концентраций загрязняющих веществ в водоемах.

Интенсивность процесса разбавления количественно характеризуется кратностью разбавления сбрасываемых сточных вод.

Для расчета разбавления используют методы А.В. Караушева и М.А. Руффеля.

**Метод А.В.Караушева** позволяет получить значение концентрации вещества в воде водоема, а не кратности разбавления на расчетных расстояниях от выпуска сточных вод. При этом зона влияния выпуска разбивается на параллелепипеды. Для удобства расчет ведется по условному веществу, концентрация которого принимается равной любому удобному значению, а значение фоновой концентрации - нулю. Расчет выполняется один раз.

**Метод М. А. Руффеля** основан на решении дифференциального уравнения турбулентной диффузии для условий разбавления сточных вод в водоемах, когда основное течение вызывается ветром.

Компонентный состав	Концентрация, мг/л	
	до очистки	после очистки
рН, ед.	5,5 – 9,5	7 – 7,5
ХПК, мг O <sub>2</sub> /л	900 – 2000	10 – 15
БПК <sub>5</sub> , мг O <sub>2</sub> /л	50 – 1200	3 – 5
Взвешенные вещества	110 – 400	1,8 – 5
Нитраты	0,2 – 10	0,8 – 4,2
Фосфаты	3 – 22	0,4 – 4,8
Нефтепродукты	5 – 20	0,05 – 0,3
ПАВ	2 – 10	следи

Рисунок 1 – Концентрации загрязняющих веществ.

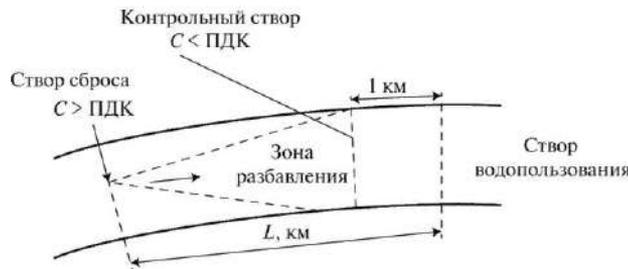


Рисунок 3 – Схема разбавления сточных вод.

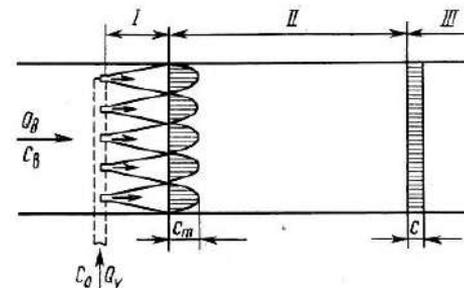


Рисунок 2 – Схема распространения сточных вод в водоеме.

Метод Караушева подразумевает большой объем вычислений. Поэтому его рекомендуют использовать при необходимости тщательного учета условий разбавления сточных вод, а также в тех случаях, когда другие методы не применимы



**Водохозяйственный баланс (ВХБ)** – это количественное сопоставление эксплуатационных водных ресурсов с потребностями в воде населения и народного хозяйства рассматриваемой территории.

### Цели:

Научно-обоснованного планирования использования водных ресурсов; оперативного управления водными ресурсами; определения водохозяйственных мероприятий по удовлетворению потребностей населения и народного хозяйства.

### Основные требования:

- рациональное обеспечения потребителя водой в достаточном количестве и соответствующем качестве
- сохранение природных условий и охраны вод.
- гарантия простой и надежной работы.



**Рисунок 1 – Водохозяйственные комплексы по назначению.**

Учебно-научная конференция

“Рациональное использование и охрана водных ресурсов”,  
Гомель, БелГУТ, 22 декабря 2021 года

**Веб-система** для расчета водохозяйственного баланса бассейна реки Днестр в 2018-2019 гг. была усовершенствована в рамках проекта ГЭФ/ПРООН/ОБСЕ/ ЕЭК ООН «Содействие трансграничному сотрудничеству и комплексному управлению водными ресурсами в бассейне реки Днестр». Система позволяет оценить количество и степень освоения доступных для использования водных ресурсов при разных условиях водности рек.

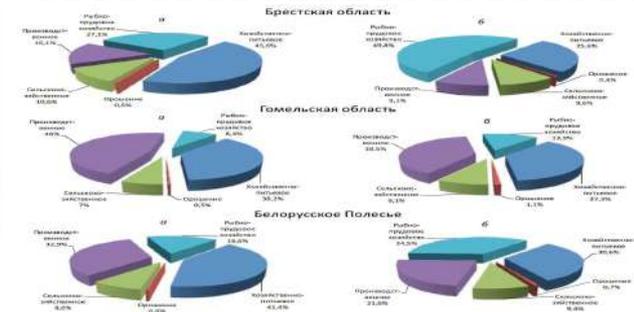


**Рисунок 2 – Водохозяйственный баланс бассейна реки Днестр (vb.dniester-commission.)**

«Водохозяйственный баланс» нередко смешивают с понятием «водный баланс». В первом возможные для использования поверхностные и подземные воды сопоставляются с потребностями в воде населения и всех отраслей. Во втором количество атмосферных осадков сопоставляется с поверхностным и подземным стоком и количеством воды, испаряемой почвой.

### Основные виды ВХБ:

**отчетные, оперативные, плановые и перспективные. Результат баланса – соотношение между приходной и расходной частями.**



**Рисунок 3 – Структура водопотребления: 2000-2015 г**

### Методы управления водными ресурсами в условиях дефицита

**В ближайшей перспективе** дефициты пресной воды будут устраняться за счет экономии: переход в промышленности на оборотное водоснабжение, а в некоторых отраслях на безводную технологию; применение прогрессивных методов орошения и повышение КПД оросительных систем; регулирование и переброска стока; опреснение, использование морской воды, ледников и т.д.

# Расчет допустимого изъятия воды из поверхностных и подземных источников. Физический и оптимальный пределы регулирования природных вод

Бондаренко Е.С  
kattybond83@gmail.com



Формулы для расчёта допустимого изъятия воды:

Расчет объема добытой (изъятая) воды, исходя из пропускной способности водовода производится по формуле

$$V = \pi \times r^2 \times v \times 3600 \times t,$$

Расчет объема добытой (изъятая) воды, исходя из затраченной электроэнергии

$$V = \frac{E \times k}{W_s} \times W_{из}$$

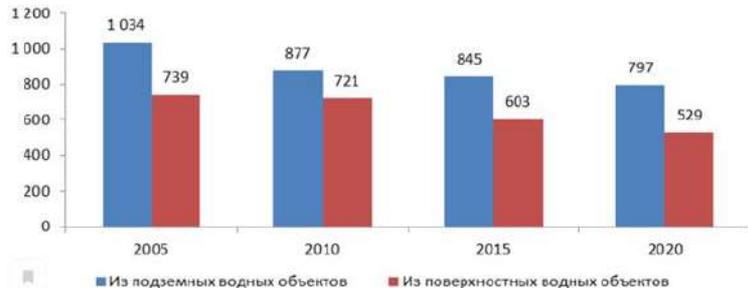


Рисунок 1 - Добыча (изъятие воды из природных источников

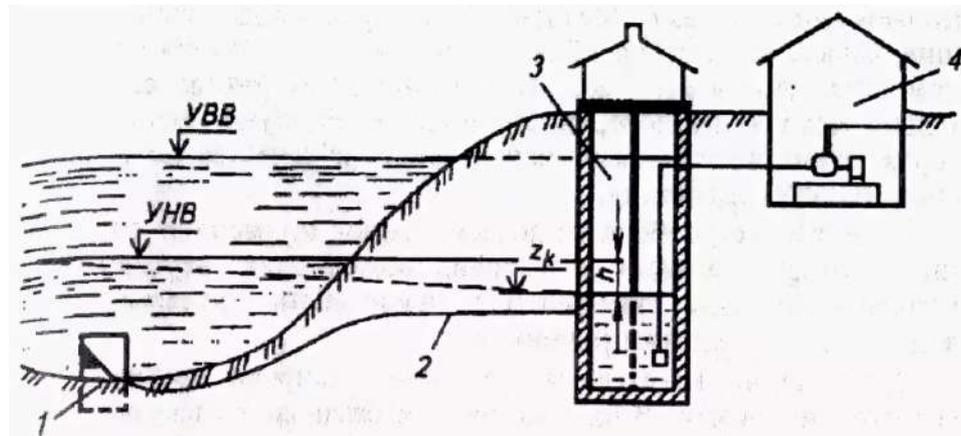


Рисунок 2 - Предел регулирования изъятия природных вод

В 2019 г. объем добычи (изъятия) воды составил 1362 млн. м3 (изъятие из поверхностных водных объектов – 556 млн. м3 , добыча подземных вод – 806 млн. м3 ), что на 85 млн. м3 (6 %) меньше, чем в 2015 г.

С 2015 по 2019 гг. использование воды на хозяйственно-питьевые нужды увеличилось на 11 % (с 474 млн. м 3 до 528 млн. м 3 ). Рост данного показателя частично связан с увеличением передачи воды не отчитывающимся водопотребителям по форме государственной

# Преобразование водного баланса: влияние водохранилищ, осушение, орошение, урбанизация.

Северин Д.Д.  
dasha.severin00@gmail.com

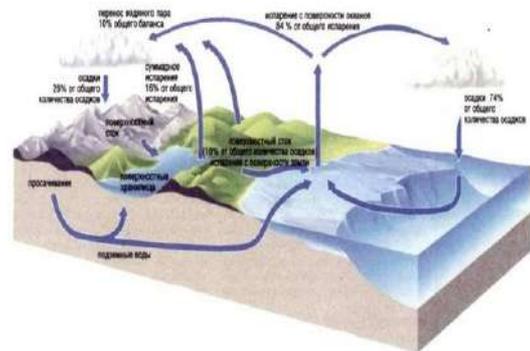


## Упрощенное уравнение водного баланса для речного бассейна

$$X - (Y + Z) = u$$

X – осадки  
Y – сток воды  
Z – испарение  
u – изменение запасов подземных вод

Рис 1 – Водный баланс Земли



Радикальное преобразование водного баланса наземных геосистем в значительной степени связано с искусственным орошением, так как на него уходит 3/4 забираемой из рек воды. В мире орошается 2,2 млн км<sup>2</sup> (1,5% суши), при этом на один гектар расходуется влаги приблизительно 12–14 тысяч кубических метров воды.



Рис 4 – Процесс орошения



Рис 5 – Процесс осушения

На территории республики, расположено 153 водохранилища с общей площадью зеркала 822 км<sup>2</sup>.



Рис 2 – Вилейское водохранилище

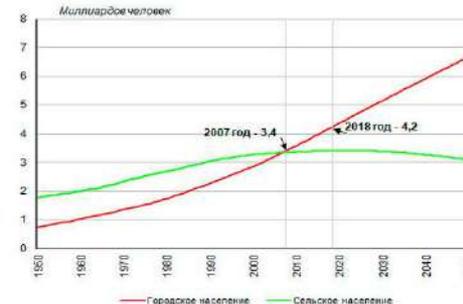


Рис 3 – Заславское водохранилище

Обратная сторона орошения – это осушение. Ведь с другой стороны значительная часть земель расположенных в лесной зоне, в поймах рек страдает от избыточного увлажнения.

Урбанизация территории оказывает с каждым годом все большее влияние на окружающую среду, на все элементы водного баланса и гидрологический режим.

Рис 6 – Численность городского и сельского населения мира



Урбанизация проявляется в увеличении городского населения по отношению к сельскому или деревенскому и выражается в процентах.

## Оценка трансграничного воздействия на водные ресурсы

Захаренко А. Г.  
aliaksandr.zakharanka@yandex.by



В настоящее время Республикой Беларусь подписан ряд соглашений в области охраны и рационального использования трансграничных водных объектов. Республика Беларусь является стороной и принимает активное участие в работе Конвенции ЕЭК ООН по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер (Водной конвенции) и ее Протокола по проблемам воды и здоровья.

Выделяют 5 речных бассейнов: бассейн **Западной Двины**, **Западного Буга**, **Немана**, **Днепра** и **Припяти**, для которых в соответствии с Водным кодексом предусмотрена разработка планов управления речными бассейнами.

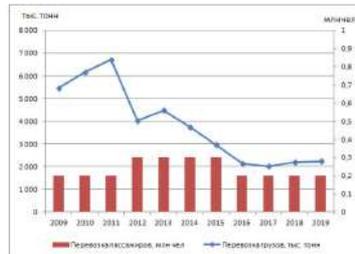


Рисунок 4.8 - Динамика основных показателей развития внутреннего водного транспорта в Республике Беларусь

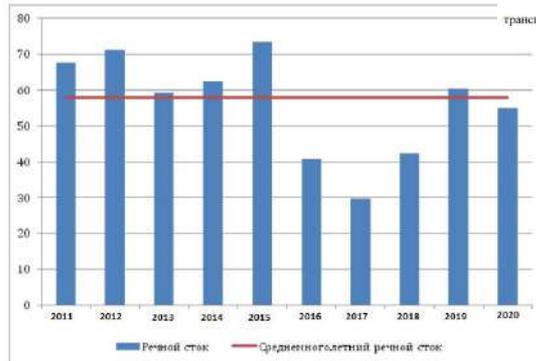


Рисунок 4.1 - Динамика изменения речного стока в период с 2011 по 2020 гг., км<sup>3</sup>

Таблица 2. Экстремальные значения среднегодовых концентраций загрязняющих веществ в трансграничных створах (за 1994–2017 гг.), мг/дм<sup>3</sup>

Сторона	БПК		Азот аммонийный		Нефтепродукты	
	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.
Зап. Двина, Сураж	1,81	4,40*	0,19	1,14	0,01	0,17*
Зап. Двина, Верхнедвинск	1,89	3,43	0,26	1,12	0,02	0,12
Днепр, Лоев	1,46	3,10	0,17*	2,01*	0,03	0,10

Таблица 3. Экстремальные значения долевого участия Республики Беларусь и соседних государств в трансграничном загрязнении водных объектов (%)

Показатель	Зап. Двина		Днепр		Припять	
	РБ	РФ	РБ	РФ	РБ	Украина
БПК	51–82	18–49	45–73	27–55	24–87	13–76
Нефтепродукты	22–83	17–78	31–71	29–69	33–80	20–67
Азот аммонийный	46–76	24–55	43–91	9–57	21–83	17–79

### Основные загрязнители трансграничных вод

- **С Литвой** – органические вещества, соединения железа, аммонийный азот
- **С Польшей** – органические вещества, соединения железа, нитритный и аммонийный азот
- **С Украиной** – органические вещества, соединения меди, марганца, нитритный азот
- **С Латвией** – органические вещества, соединения железа, аммонийный азот
- **С Россией** – органические вещества, соединения железа, марганца

### Трансграничные бассейны рек Республики Беларусь



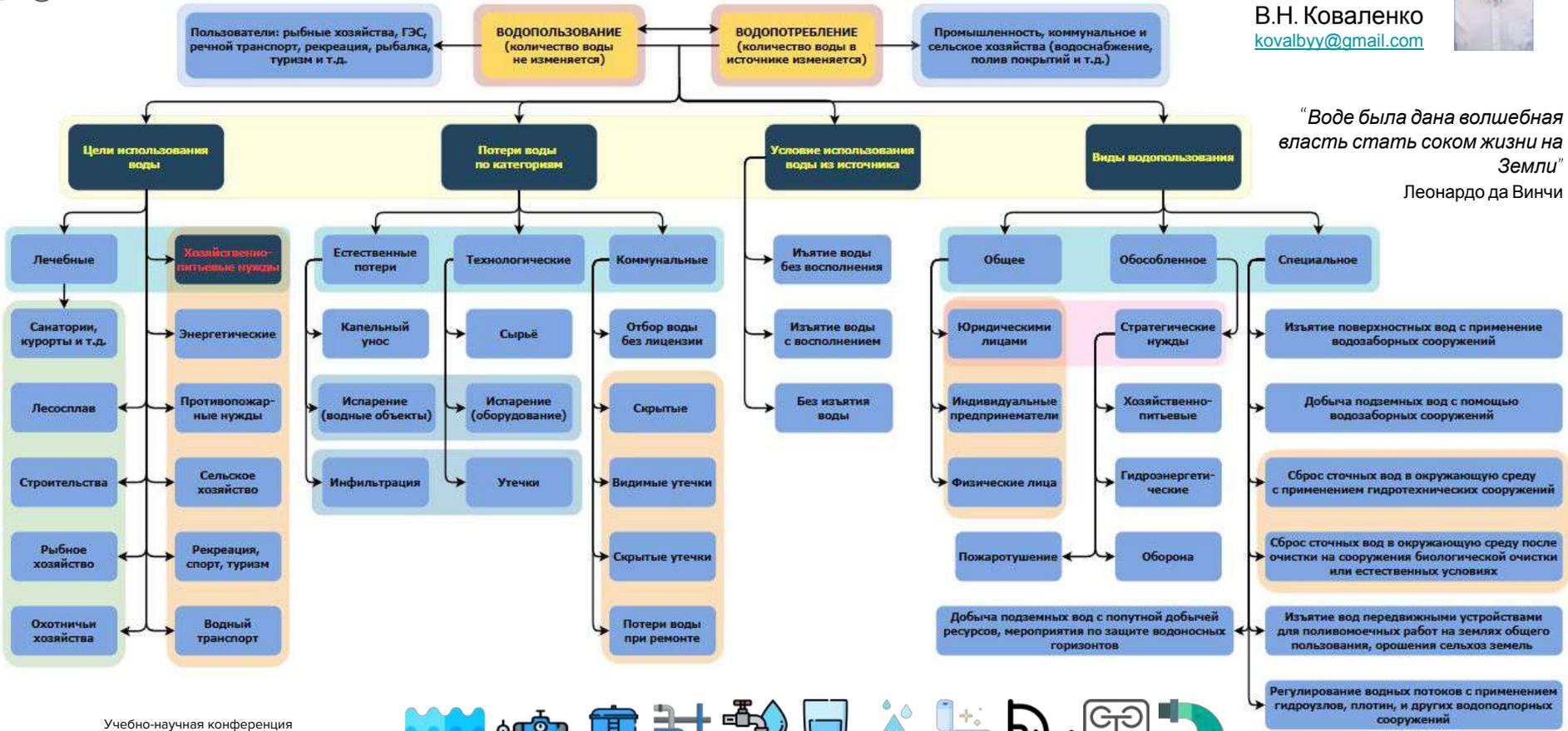
# Виды использования и распределения воды по категориям пользования.

## Безвозвратное водопотребление и потери воды



V.N. Kovalenko  
[kovalbyy@gmail.com](mailto:kovalbyy@gmail.com)

*“Вода была дана волшебная  
 власть стать соком жизни на  
 Земли”*  
 Леонардо да Винчи



# Платежи за пользование водными объектам

Железняков Л.В.,  
iasan0772@gmail.com



1. Водопользование является платным, за исключением общего водопользования, обособленного водопользования прудами-копанями, расположенными в границах земельных участков, предоставленных в установленном порядке юридическим лицам, гражданам, в том числе индивидуальным предпринимателям, пользования водными объектами для ликвидации чрезвычайных ситуаций и (или) их последствий, пользования поверхностными водными объектами для нужд судоходства.

Законодательными актами могут быть предусмотрены и иные случаи пользования водными объектами на безвозмездной основе.

2. Платежи, связанные с водопользованием, взимаются в форме налога или арендной платы.

Установление, введение, изменение и прекращение действия налогов в области охраны и использования вод, а также порядок и условия их взимания определяются налоговым законодательством.

Размер арендной платы за пользование поверхностными водными объектами для рыбоводства, порядок, условия и сроки ее внесения определяются в договоре аренды.

3. Внесение платежей за водопользование не освобождает водопользователей от обязанностей проведения мероприятий по охране и рациональному (устойчивому) использованию водных ресурсов и возмещения вреда, причиненного окружающей среде.

## Для населения города Гомеля

РЕШЕНИЕ ГОМЕЛЬСКОГО ОБЛАСТНОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО КОМИТЕТА от 24 декабря 2020 г. № 1042 Тарифы за 1 кубический метр действуют с 1 января 2021 года. Тарифы, субсидируемые государством

Услуги по водоснабжению	1,0445 руб.
Услуги по канализации	0,8604 руб.
Всего	1,9049 руб.

Тарифы, обеспечивающие полное возмещение затрат на их оказание

Услуги по водоснабжению	1,1610 руб.
Услуги по канализации	0,9720 руб.
Всего	2,1330 руб.

Для населения города Минска (субсидируемый тариф и с полным возмещением одинаковые по своей стоимости).

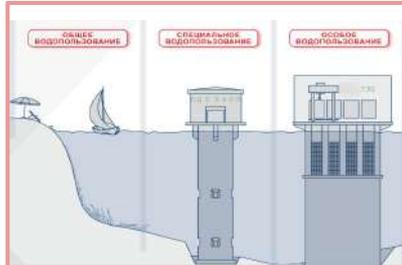
Услуги по водоснабжению	0,9283 руб.
Услуги по канализации	0,5933 руб.
Всего	1,5216 руб.



# Нормирование водопользования. Планы управления речными бассейнами

## Нормирование водопользования

Согласно **Водному кодексу Республики Беларусь** водопользование подразделяется на общее, обособленное и специальное.



Самыми крупными водопотребителями (в РБ) являются нефтедобывающая и нефтеперерабатывающая промышленность. Для добычи одной тонны нефти требуется закачать в пласт до  $10 \text{ м}^3$  воды, а для переработки одной тонны сырья требуется  $1 \text{ м}^3$  свежей воды. Нефтепромыслы РБ используют около 35 % от общего потребления пресной воды.

Рисунок 1- Виды водопользования

**Задача нормирования водопользования** – установление индивидуальных и укрупненных норм, определение общего объема водопотребления и водоотведения в расчете на год, а также контроль за выполнением этих норм.

По направлениям использования воды в производстве нормы подразделяются на: технологические, вспомогательного и подсобного хозяйства, хозяйственно-питьевых нужд.

Рассчитываются индивидуальные и укрупненные нормы водопотребления. Существуют нормативы различного рода потерь.

Для оперативного контроля за количеством потребляемой и отводимой предприятием воды устанавливается лимит водопотребления, в основу которого принимают индивидуальные нормы водопользования и объем выпускаемой продукции.

Учебно-научная конференция

“Рациональное использование и охрана водных ресурсов”,

Гомель, БелГУТ, 22 декабря 2021 года

Денисенко А.М.,  
bosko.alex1999@gmail.com



## Планы управления речными бассейнами

**Водный Кодекс Республики Беларусь: Статья 19. Бассейновые советы**

Бассейновые советы создаются в целях разработки рекомендаций по охране и рациональному использованию водных ресурсов для бассейнов рек Днепр, Западная Двина, Западный Буг, Неман и Припять. Решения бассейновых советов учитываются при разработке планов управления речными бассейнами, а также при разработке программ в области охраны и использования вод в границах речных бассейнов. В состав бассейновых советов включаются представители государственных органов, водопользователей, а также общественных объединений и научных организаций.

**Статья 15. Планы управления речными бассейнами (ПУРБ)**

ПУРБ разрабатываются в целях сохранения и восстановления водных объектов, а также комплексного использования водных ресурсов для бассейнов рек Днепр, Западная Двина, Западный Буг, Неман и Припять. Разрабатываются с учетом данных государственного водного кадастра, государственного кадастра недр, мониторинга поверхностных вод и мониторинга подземных вод, рекомендаций бассейновых советов. Разрабатываются на период от 5 до 10 лет. Утверждаются совместным решением областных, Минского городского исполнительных комитетов.



Рисунок 2- Распределение водных бассейнов в Беларуси

## Управление стоком и качеством воды с помощью мягких инженерных конструкций

**Мягкая инженерия** работает с природой для очистки сточных вод от различных загрязнений. Данный метод использует экологические принципы и практику, поэтому оказывает меньшее негативное воздействие на окружающую среду.

**Мягкие инженерные конструкции** дешевле в внедрении и обслуживании, что создает более долгосрочные и устойчивые решения, чем сложные инженерные проекты. В мягких инженерных конструкциях используются высшие водные растения, которые позволяют удалять из воды загрязняющие вещества.

Водные растения выполняют следующие функции:

- **фильтрационную** (способствует оседанию взвешенных веществ);
- **поглощительную** (поглощение биогенных элементов и некоторых органических веществ);
- **накопительную** (способность накапливать некоторые металлы и органические вещества, которые трудно разлагаются);
- **окислительную** (в процессе фотосинтеза вода обогащается кислородом);
- **детоксикационную** (растения способны накапливать токсичные вещества и преобразовывать их в нетоксичные).

Учебно-научная конференция

“Рациональное использование и охрана водных ресурсов”,  
Гомель, БелГУТ, 22 декабря 2021 года

**Биоплато** — инженерно-биологические сооружения, которые обеспечивают очистку хозяйственно-бытовых, производственных и поверхностных сточных вод, не требуя использования химических реагентов и практически не требуя затрат электроэнергии при незначительном периодическом эксплуатационном обслуживании.



Жуков Юрий Викторович  
YuraZhukov003@yandex.by



Рисунок 1 - Биоплато

Выделяют *поверхностные* и *инфильтрационные* конструкции **биоплато**.

В качестве *поверхностного* биоплато используют инженерные сооружения или естественные заболоченные территории со свободным движением воды через сообщества воздушно-водной и укоренившейся погруженной растительности.

*Инфильтрационные* биоплато представляют собой земляные фильтрующие сооружения с загрузкой из фильтрующих материалов. На поверхности загрузки высаживаются наиболее стойкие травянистые растения. Очистка сточных вод осуществляется за счет жизнедеятельности растений-макрофитов.

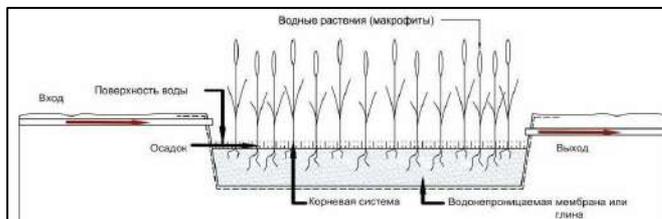


Рисунок 2 - Схема биоплато

Известно, что камыш имеет высокие адаптивные свойства и способен прорастать в очень загрязненных промышленных сточными водами водоемах. Он способен удалять из воды ряд органических соединений, в т.ч. фенолы, нафтолы, анилины и прочие органические вещества.

### Характеристика и зоны охраны подземных вод.

Кринец Олег Дмитриевич  
olegkrinec@gmail.com



В целях предотвращения загрязнения ПВ согласно СанПиН 10-113 РБ 99 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого водоснабжения» в окрестностях водозаборов подземных вод устанавливаются зоны санитарной охраны (ЗСО), в составе которых обычно выделяют три пояса (зоны): I – строго режима и II и III – зоны ограниченного режима.



Рисунок 1 - Пояса ЗСО

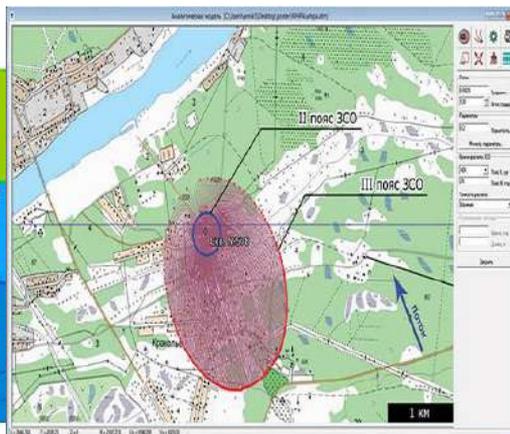


Рисунок 2 - Автоматизация границ ЗСО предприятия

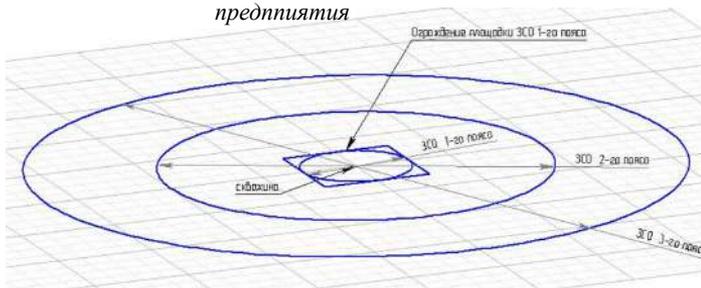


Рисунок 3 - Схема границ ЗСО

Таблица 1 - Нормативные показатели подземных вод

Наименование показателя	Единицы измерения	Значение показателей, не более		
		1-й класс	2-й класс	3-й класс
Мутность	мг/дм <sup>3</sup>	1,5	1,5	10,0
Цветность	градусы	20	20	50
Водородный показатель	pH	6–9	6–9	6–9
Железо	мг/дм <sup>3</sup>	0,3	10	20

### Взаимодействие поверхностных и подземных вод

Взаимодействие поверхностных и подземных вод представлено на рисунке 4:  
4а- гидравлическая связь отсутствует  
4б,в,г,д - постоянная гидравлическая связь  
4е - временная гидравлическая связь

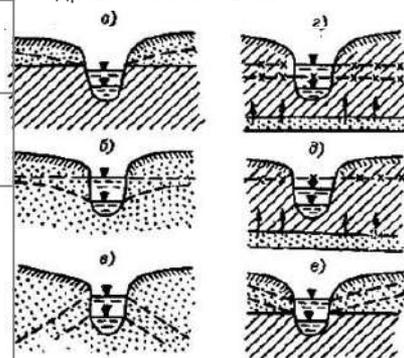


Рисунок 4 - Схема связи поверхностных и подземных вод

Учебно-научная конференция  
«Рациональное использование и охрана водных ресурсов»,  
Гомель, БелГУТ, 22 декабря 2021 года

# Загрязнение природных поверхностных вод диффузным стоком и точечными сбросами

Трошина А.К.  
etrosh00@mail.ru



**Диффузное загрязнение** – это жидкие промышленные отходы и стоки из очистных установок производственных предприятий, попадающие сначала в открытые водоёмы, а оттуда, просачиваясь через их дно – в бассейны подземных вод.

**Точечные источники** — это выбросы загрязнителей в одном узко сосредоточенном месте, имеющем сопоставимые по размерам длину и ширину.

На примере реки Неман рассмотрим поступление загрязнений.

Анализ точечных источников загрязнения показал, что всего в бассейне реки Неман на территории Беларуси имеется 103 точечных источника загрязнения, из которых 24 источника вносят более 90% от общего объема сброса сточных вод в поверхностные водные объекты (рисунок 1). Для выявления водных объектов, испытывающих значительное воздействие хозяйственной деятельности использовались предложенные Литовской стороной. Количество выявленных поверхностных водных объектов, находящихся под угрозой воздействия точечных источников загрязнения, составляет 31 водный объект (рисунок 2).

Таблица 1 - Показатели загрязнения поверхностных вод

Наименование предприятия	Фосфор сбросы		Этот сбросы		Размещение вод		ЭПК	
	Допустимая концентрация, мг/л	Процент концентрации, мг/л						
Городское унитарное коммунальное производственное предприятие «Гродноводоканализ»		0,09		1,5		0,01		0,8
ОАО «Гродно Азот» (г. Гродно)	0,14	0,05	3	2,5		0,08		1,1
Барановичское КУП «Водоканал»		0,08		1,9		0,06	3	1,5
Львовское ГУП ЖЭС (г. Лида)		0,18		3,5		0,9		3,9

Основным источником диффузного загрязнения водных объектов сельскохозяйственное производство и связанное с ним использование минеральных и органических удобрений. Детальный анализ позволил выявить 222 поверхностных водных объекта, уязвимых к диффузному загрязнению из-за внесения минеральных и органических удобрений в сельскохозяйственные угодья бассейна р. Неман (рисунок 3).

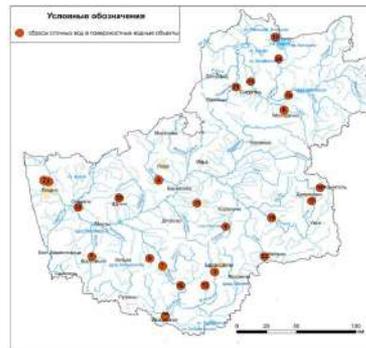


Рисунок 1 – Схема размещения водопользователей – точечных источников загрязнения



Рисунок 2 – Схема водных объектов, находящихся под значительным воздействием точечных источников загрязнения

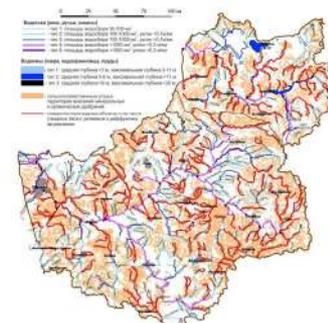


Рисунок 3 – Поверхностные водные объекты, уязвимые по отношению к диффузному загрязнению



**Эвтрофикация** — чрезмерное увеличение содержания биогенных элементов (азота и фосфора) в водоемах, сопровождающееся повышением их продуктивности. В результате происходит заболачивание водоемов, развитие сине-зеленых водорослей и гибель рыб.



Рисунок 1 - Процесс эвтрофикации водоема

**Способы борьбы** с эвтрофикацией водоемов и вызванным им «цветением» воды можно условно разделить на две группы: **профилактические** мероприятия и **регулирующие** мероприятия.



Рисунок 2 - Последствия загрязнения водоемов

**Трофность** - способность водоемов фотосинтезировать органическое вещество как основу кормовой базы для водных организмов

Таблица 1 - Оценка трофического статуса водного объекта по индексу Шеннона

Трофность водоемов	H
Ультраолиготрофные	3.06 - 2.30
Олиготрофные	2.30 - 1.89
Мезотрофные	1.89 - 1.52
Эвтрофные	1.52 - 1.25
Гиперэвтрофные	1.25 - 1.11