

ЭВОЛЮЦИЯ ОБРАТНОГО ОСМОСА

Митченко Татьяна Евгеньевна

*д.т.н., профессор,
генеральный директор НПО «Экософт»*

Аква-Терм Киев, 2017

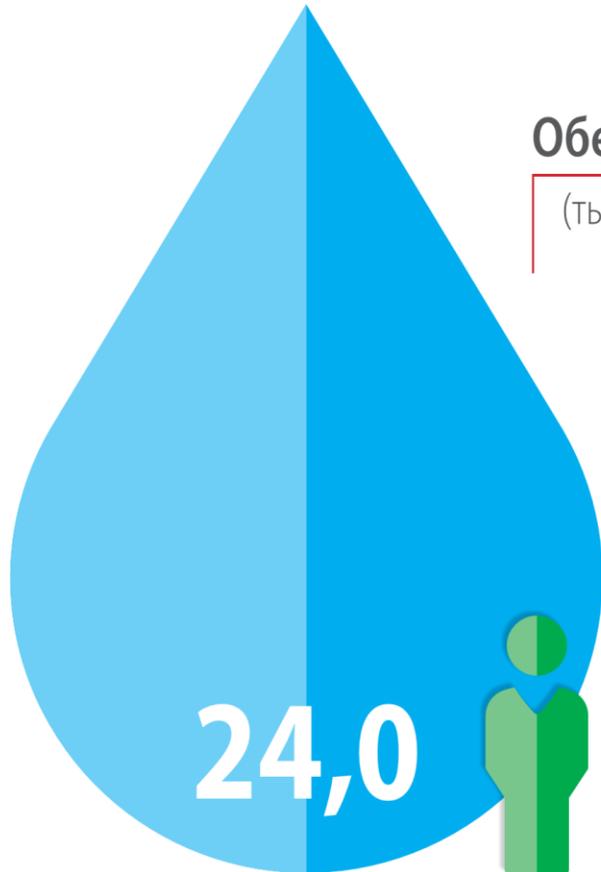


ОБЪЁМ ЗАПАСОВ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Обеспеченность стран Европы водными ресурсами

(тыс. куб. м в год на жителя)

1,2 
УКРАИНА



ШВЕЦИЯ



ЕВРОПА



АВСТРИЯ



ШВЕЙЦАРИЯ

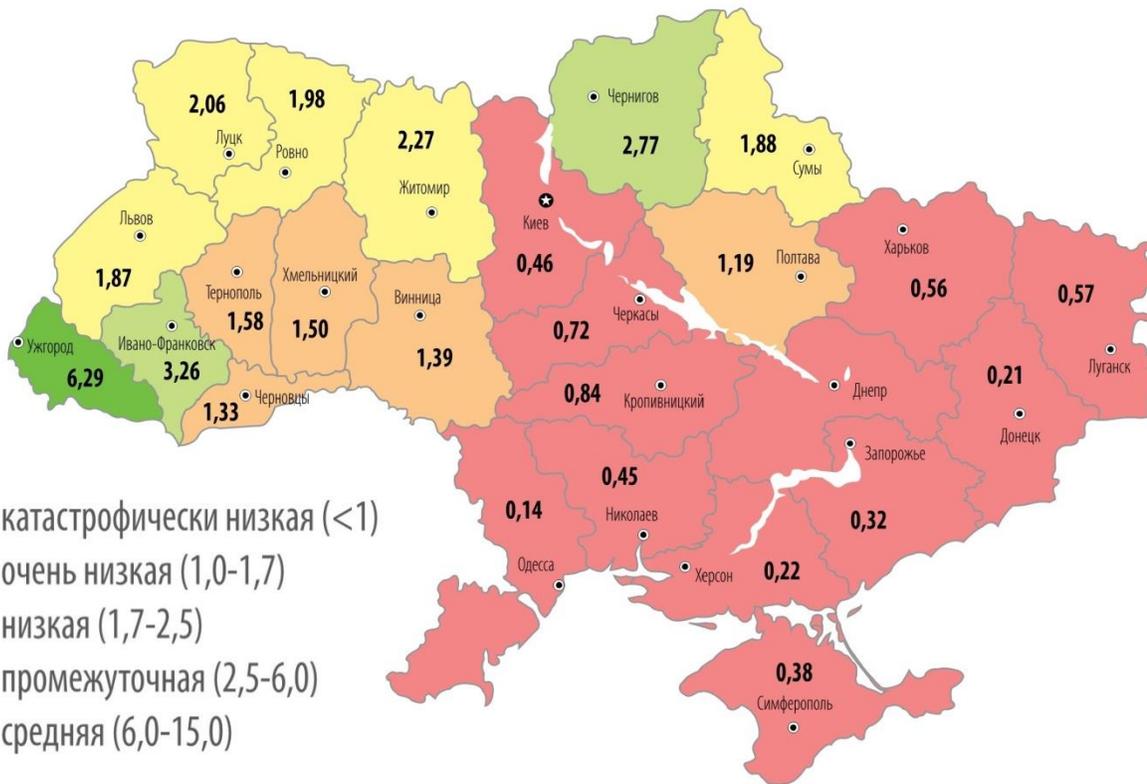


ФРАНЦИЯ

ОБЪЁМ ЗАПАСОВ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В УКРАИНЕ

Обеспеченность водными ресурсами различных регионов Украины

(тыс. куб. м в год на одного жителя)



Дисбаланс (ДБ) в потреблении (П) и обеспеченности (О) водными ресурсами для различных регионов Украины

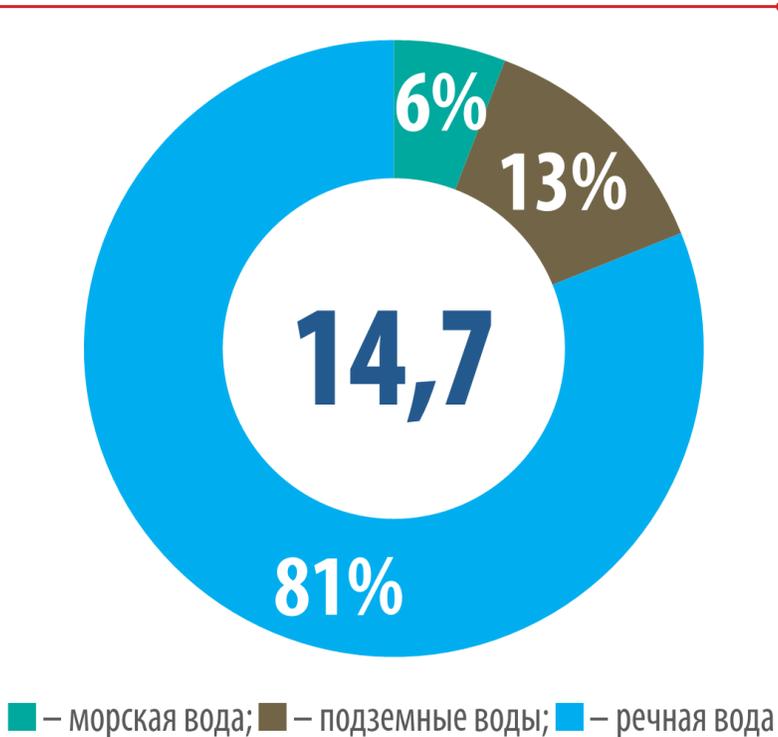


$$ДБ = \frac{П - О}{О}$$

- – меньше 0,1 (сбалансированные)
- – от 0,1 до 0,3 (допустимый дисбаланс)
- – от 0,3 до 1,0 (критические)
- – от 1,0 до 2,0 (чрезвычайные)
- – от 2,0 до 10,0 (значительные)
- – более 10,0 (катастрофические)

ОБЪЁМ ЗАПАСОВ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В УКРАИНЕ

Распределение потребляемой в Украине воды по источникам водозабора, км³/год



Распределение водозабора из основных рек Украины, км³/год



Распределение воды между основными потребителями, %



ОБЪЁМ ЗАПАСОВ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В УКРАИНЕ

Потери воды для основных отраслевых потребителей



Расход воды в ЖКХ (км³ в год)



РЕКОНСТРУКЦИЯ ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

	США	Украина
Количество жителей	326 млн	42,5 млн
Площадь страны	9,5 млн км ²	0,6 млн км ²
Количество населенных пунктов с централизованным водоснабжением	87%	25,2%
Количество предприятий по муниципальной водоподготовке	161 000	7 494
Общая протяженность трубопроводов	-	135958 км
Протяженность трубопроводов, требующих замены	-	51855 км (38%)
Объем финансирования для реконструкции водопроводных сетей	384 млрд USD	50 млрд USD

Общие мировые затраты на реконструкцию – **8,5 трлн USD**

УХУДШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Основные «производители» сточных вод



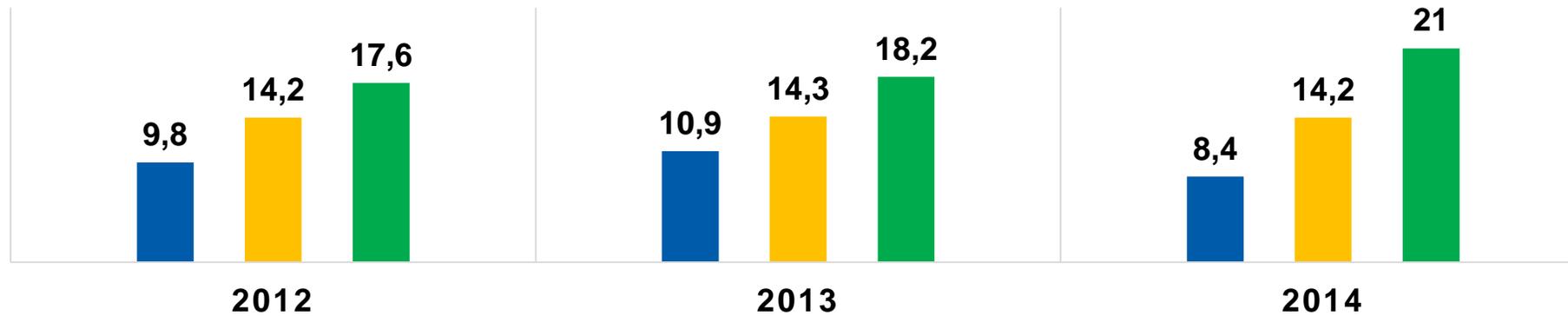
Состояние образующихся сточных вод



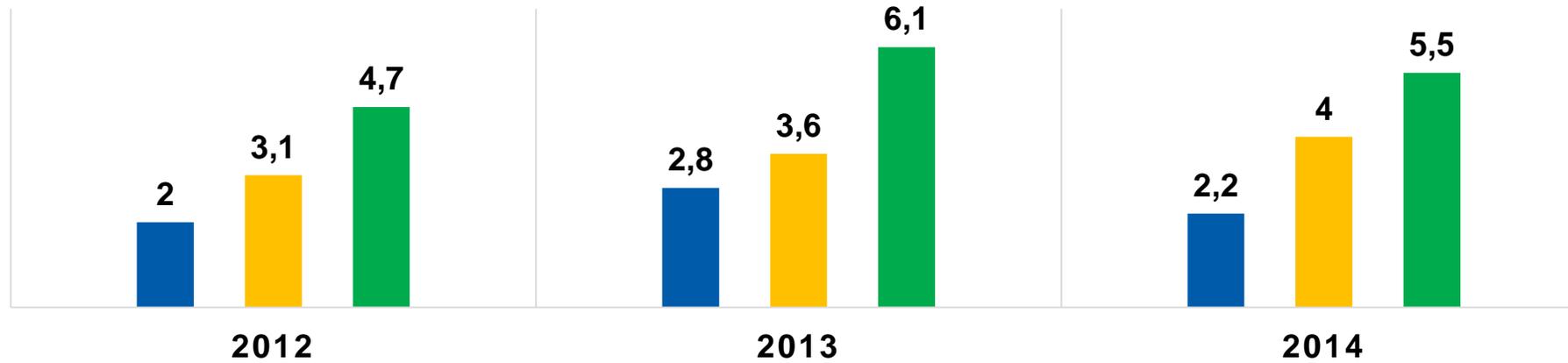
УХУДШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Доля нестандартных проб питьевой воды

ПО САНИТАРНО-ХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ



ПО САНИТАРНО-БАКТЕРИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ



- Комунальные водопроводы
- Ведомственные водопроводы
- Сельские водопроводы

По данным Национальных водных докладов

УХУДШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Оценка качества воды из различных источников питьевого водоснабжения

Показатель	Источник					
	Водопровод		Скважины		Колодцы	
Мутность (< 0,58 мг/л)	62%	38%	31%	69%	54%	46%
Цветность (< 20 град)	47%	53%	80%	20%	80%	20%
Окисляемость (< 5 мг O ₂ /л)	69%	31%	93%	7%	90%	10%
Минерализация (< 500/1000 мг/л)	92%	8%	36%	64%	80%	20%
Железо (< 0,2 мг/л)	77%	23%	38%	62%	83%	17%
Марганец (< 0,05 мг/л)	50%	50%	28%	72%	65%	35%
Нитраты (< 50 мг/л)	99%	1%	89%	11%	43%	57%

 – доля проб, соответствующих требованиям

 – доля проб, содержащих компоненты в количествах, превышающих требования

По данным Мониторингового проекта УВО WaterNet «Карта качества воды», который включает результаты анализа более 25 000 проб

УХУДШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ



- Вторичное загрязнение воды продуктами окисления, коррозии и деградации биопленки (тяжелые металлы, токсичные органические вещества, патогенные микроорганизмы).



НОВЫЕ ВЫЗОВЫ – ОРГАНИЧЕСКИЕ МИКРОЗАГРЯЗНЕНИЯ (ОМЗ)

Промышленные сточные воды	Стоки сельского хозяйства	Мусорные полигоны	Бытовые стоки	Стоки мед. учреждений
------------------------------	------------------------------	----------------------	------------------	--------------------------

Диклофенак

Антибиотики

Стимуляторы роста

Стероидные гормоны

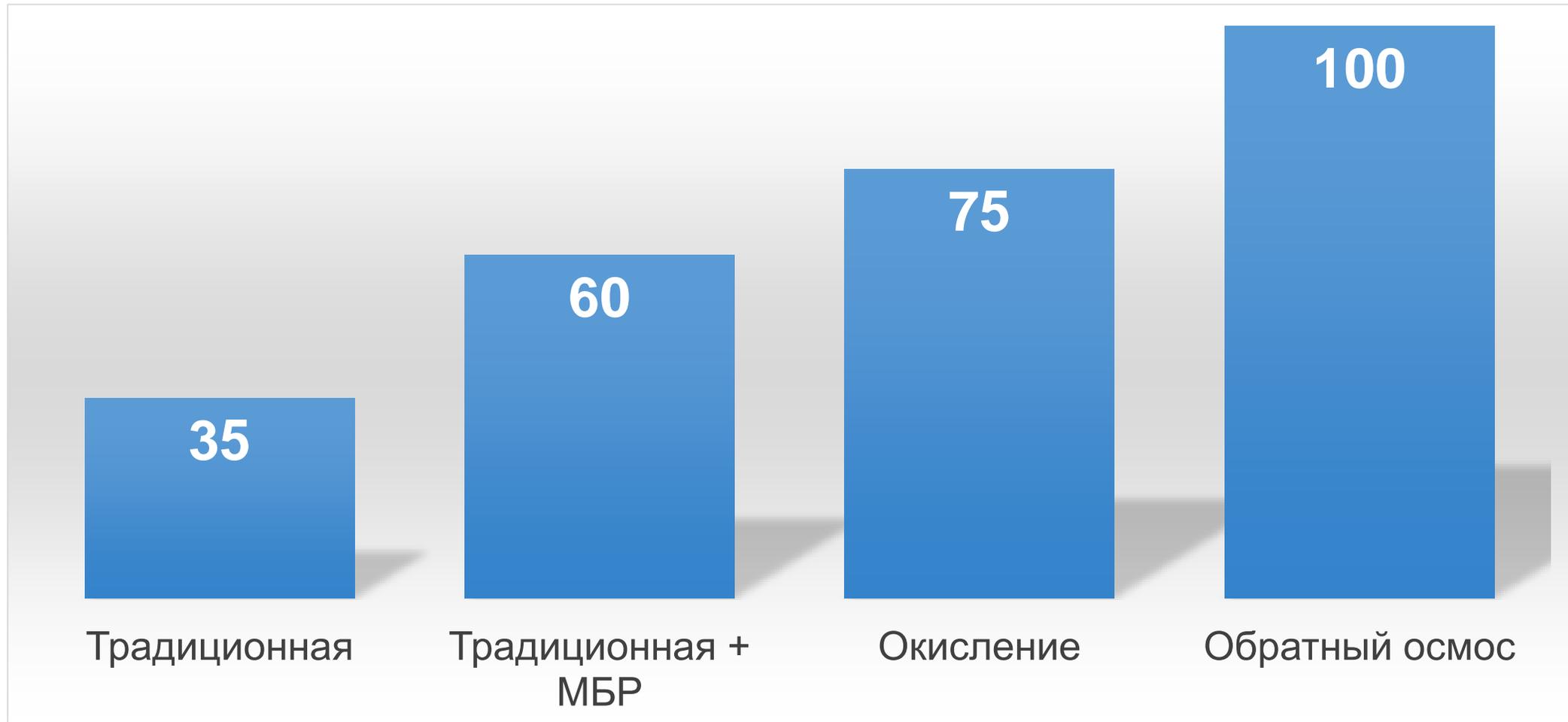
УФ-фильтры

Пестициды

Традиционные технологии централизованной водоподготовки и водоочистки не эффективны по отношению к ОМЗ

НОВЫЕ ВЫЗОВЫ – ОРГАНИЧЕСКИЕ МИКРОЗАГРЯЗНЕНИЯ (ОМЗ)

- Эффективность существующих технологий по отношению к ОМЗ на примере Диклофенака



ПУТИ ВЫХОДА ИЗ КРИЗИСА



Использование альтернативных источников воды – морская и сточная вода

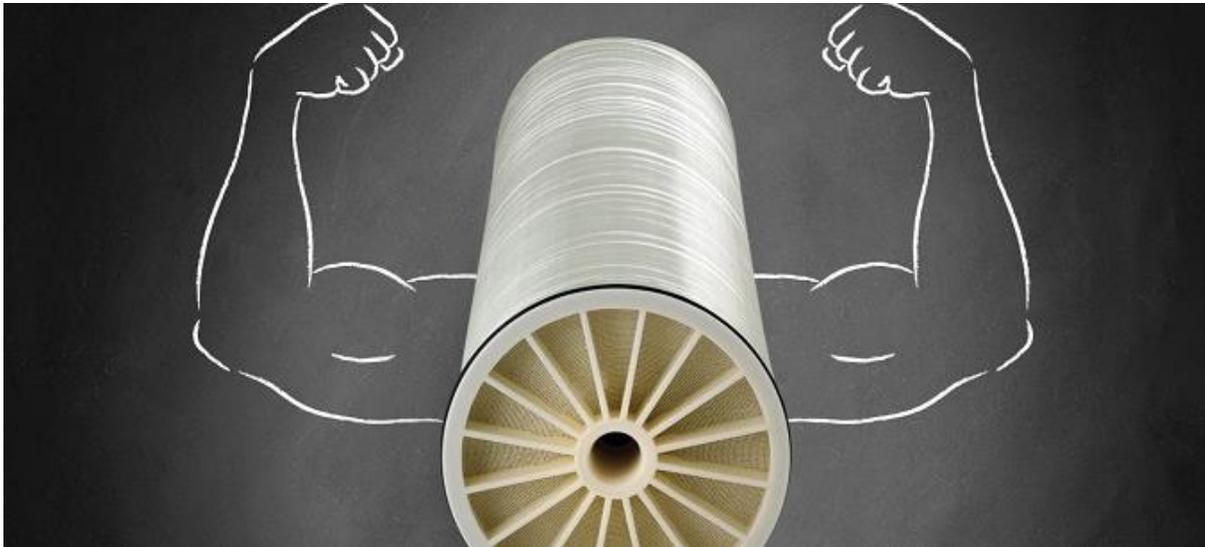


Локальные системы для доочистки водопроводной воды

Оптимальное и безальтернативное решение:

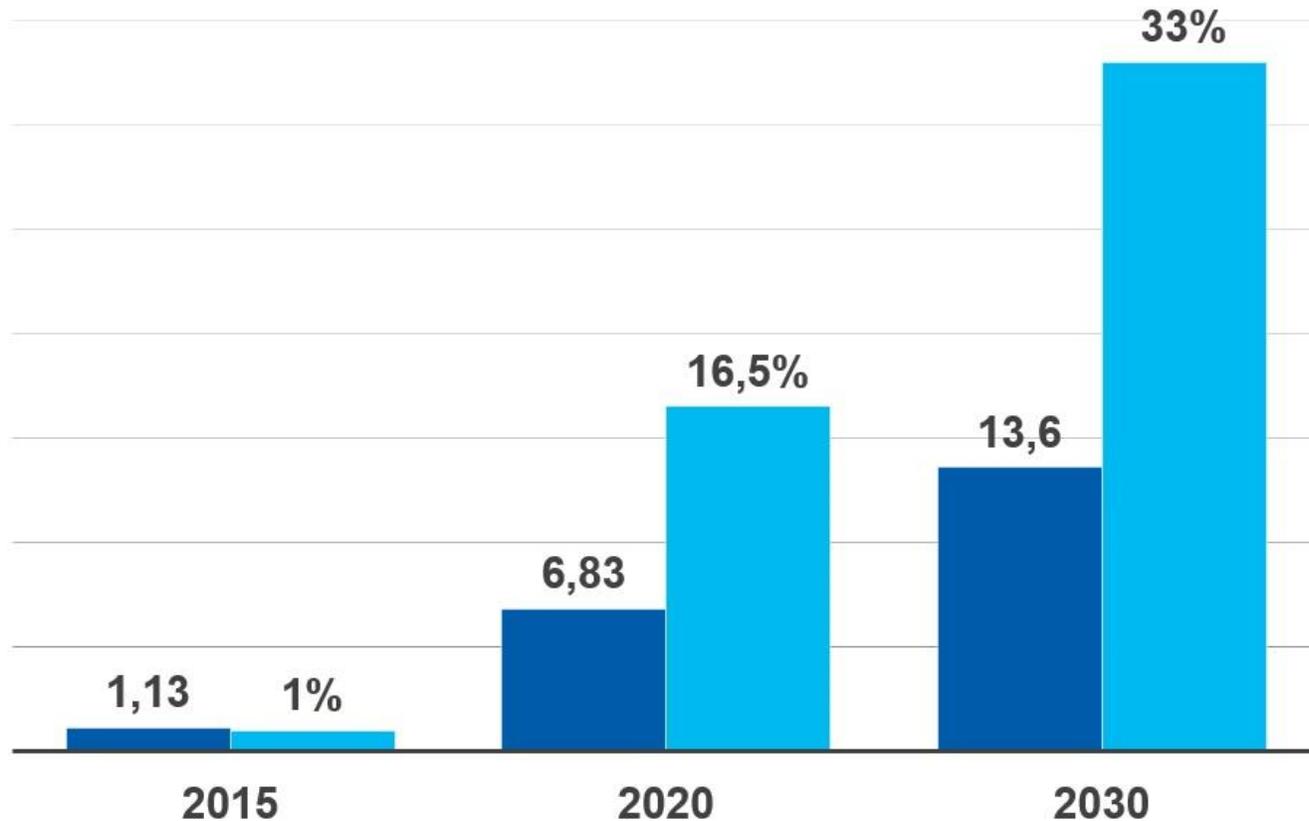
обратноосмотические мембраны -

абсолютный барьер для всех видов загрязнений воды



ОБЕССОЛИВАНИЕ МОРСКОЙ ВОДЫ

Динамика роста производства опресненной воды



■ объем опресненной воды, млн куб. м

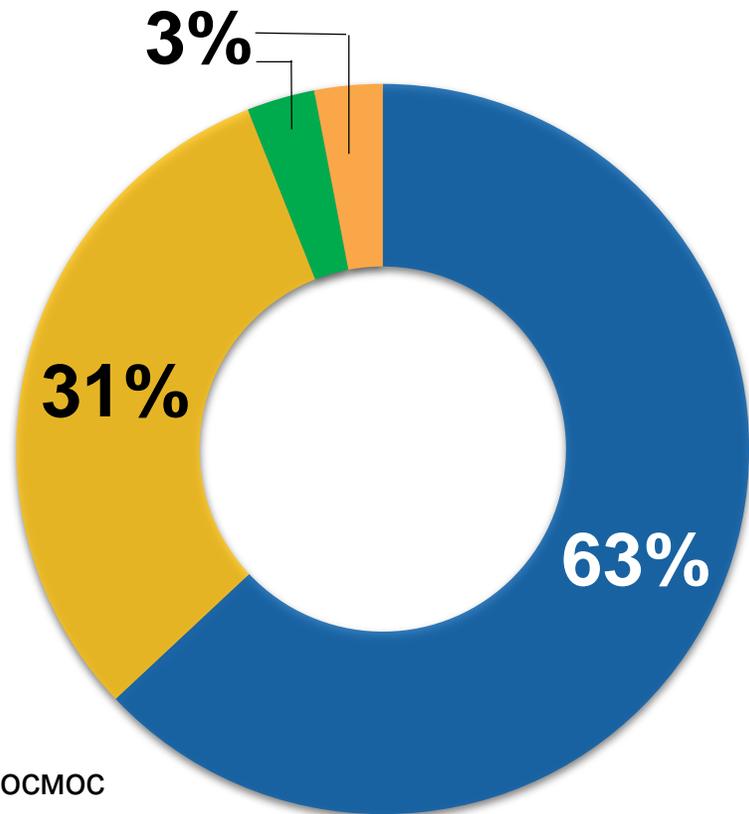
■ доля опресненной воды в общем объеме используемой

1330 млн км³ альтернативной воды
дополнительно к имеющимся.
41 тыс. км³ доступной пресной воды.

Водные ресурсы океана практически
безграничны, а на их объем не
влияет засуха и изменения климата.

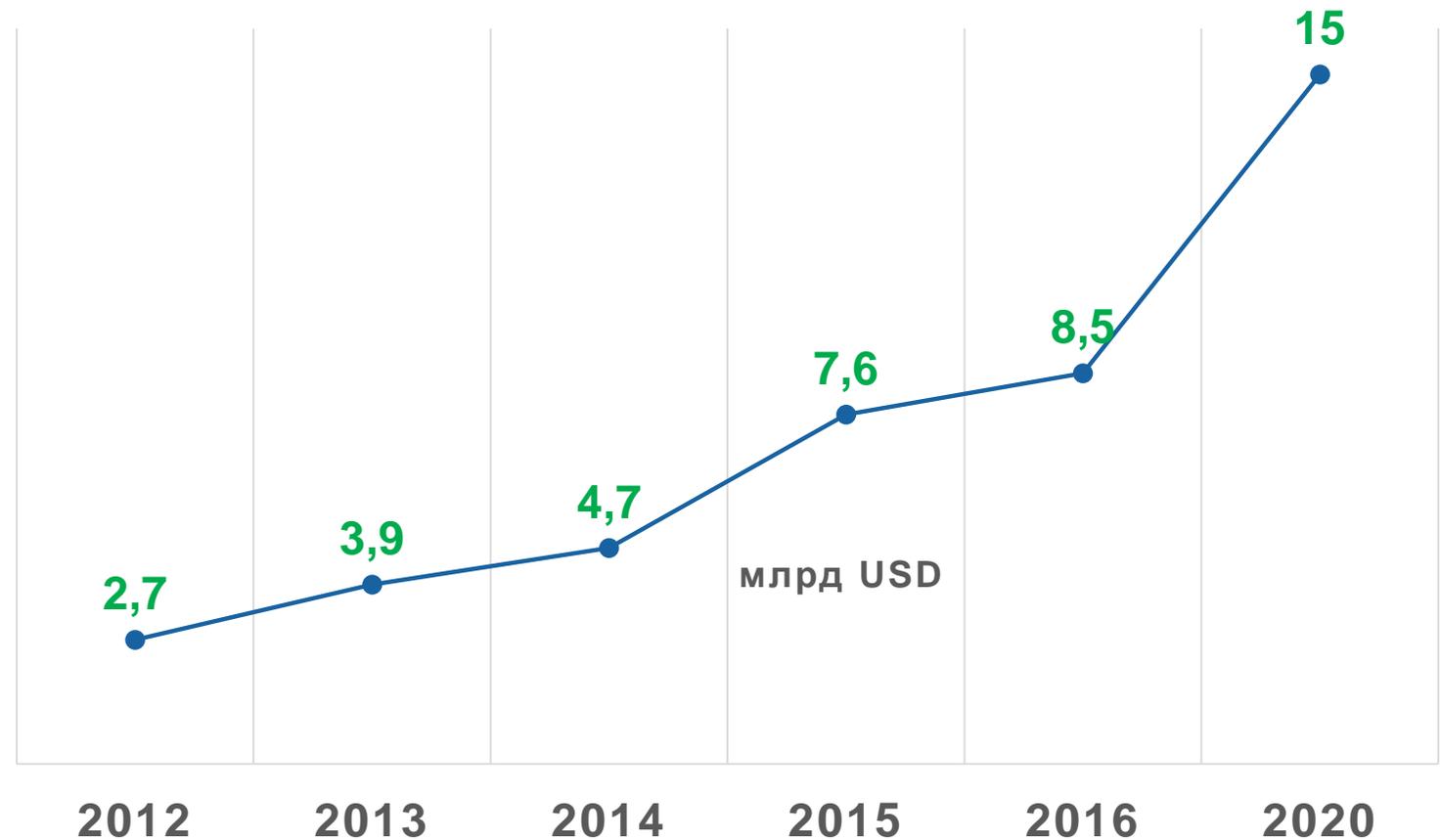
ОБЕССОЛИВАНИЕ МОРСКОЙ ВОДЫ

Технологии обессоливания воды



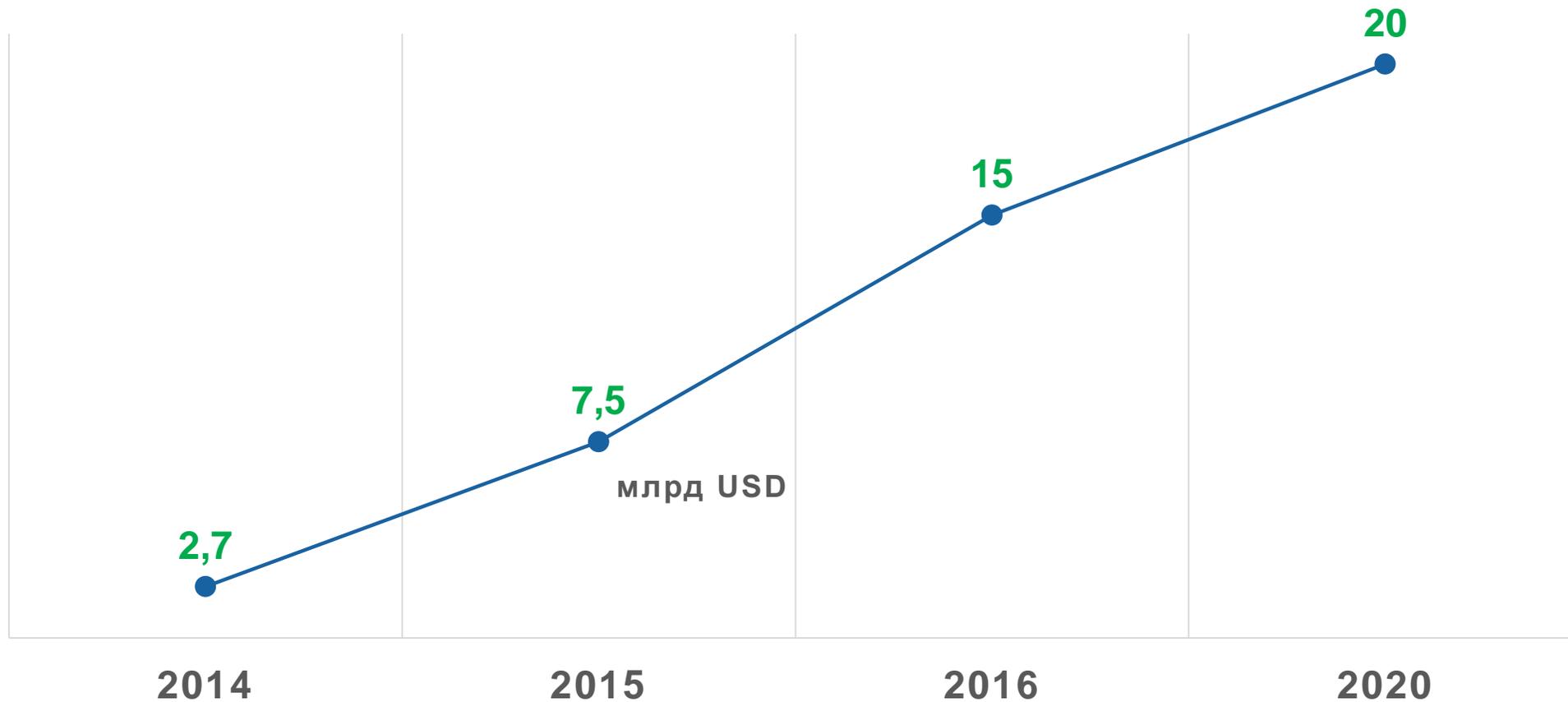
- Обратный осмос
- Дистилляция
- Электродиализ
- Комбинированная технология

Динамика роста рынка мембранных систем обессоливания воды

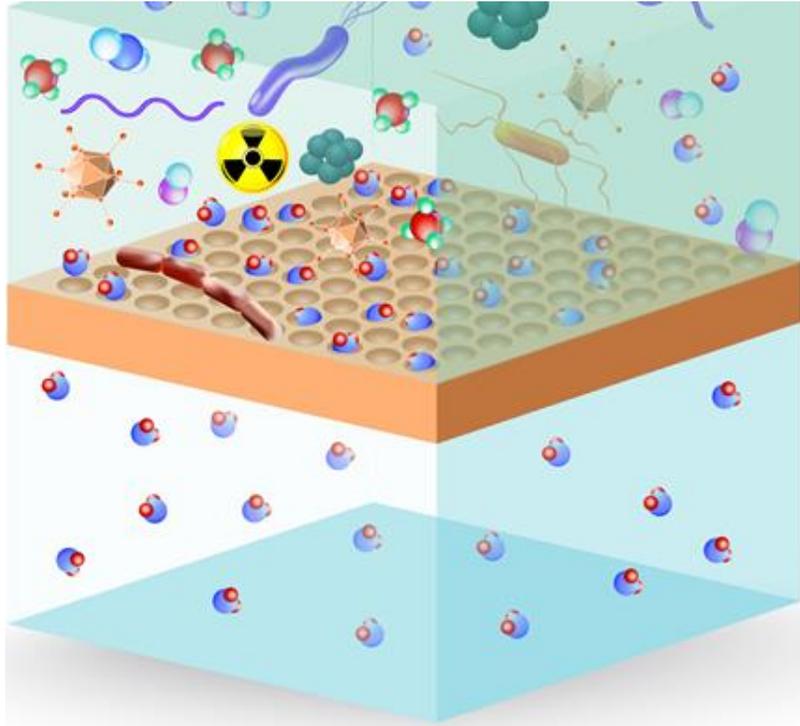


ЛОКАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ДООЧИСТКИ ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЫ

Динамика роста рынка



ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБРАТНООСМОТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ



- Доочистка водопроводной воды
- Обессоливание солоноватых вод
- Обессоливание морской воды
- Получение высокообессоленной и обеззараженной технологической воды
- Очистка сточных вод

ТИПЫ ОБРАТНООСМОТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

- Бытовые фильтры
- Системы домашней и коммерческой водоподготовки
- Промышленные системы
- Установки для очистки воды сложного состава



ОБРАТНЫЙ ОСМОС



Абсолютная безопасность
очищенной воды

Возможность очистки любой воды до уровня
питьевой или глубокообессоленной
технологической

Малый расход реагентов – минимальный
экологический ущерб

Широкая вариативность применения,
технологическая универсальность



Высокие энергозатраты и себестоимость
очищенной воды

Высокие требования к подготовке
питающей воды - необходимость
использования реагентов

Низкий выход очищенной воды

Физиологическая «неполноценность»
питьевой воды

ЭВОЛЮЦИЯ ОБРАТНОГО ОСМОСА



Новое поколение мембран

- высокопроницаемые
- высокоселективные
- устойчивые к загрязнениям
- мембраны для повышения ГКПД



Новое поколение реагентов

- высокоэффективные
- экономичные
- «зеленые»



Комбинированные технологии

- УФ + ОО
- ОО + ЭДИ
- ОО + Реминерализация

НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ МЕМБРАН И РЕАГЕНТОВ

Снижение энергозатрат

Инновационные низконапорные мембраны

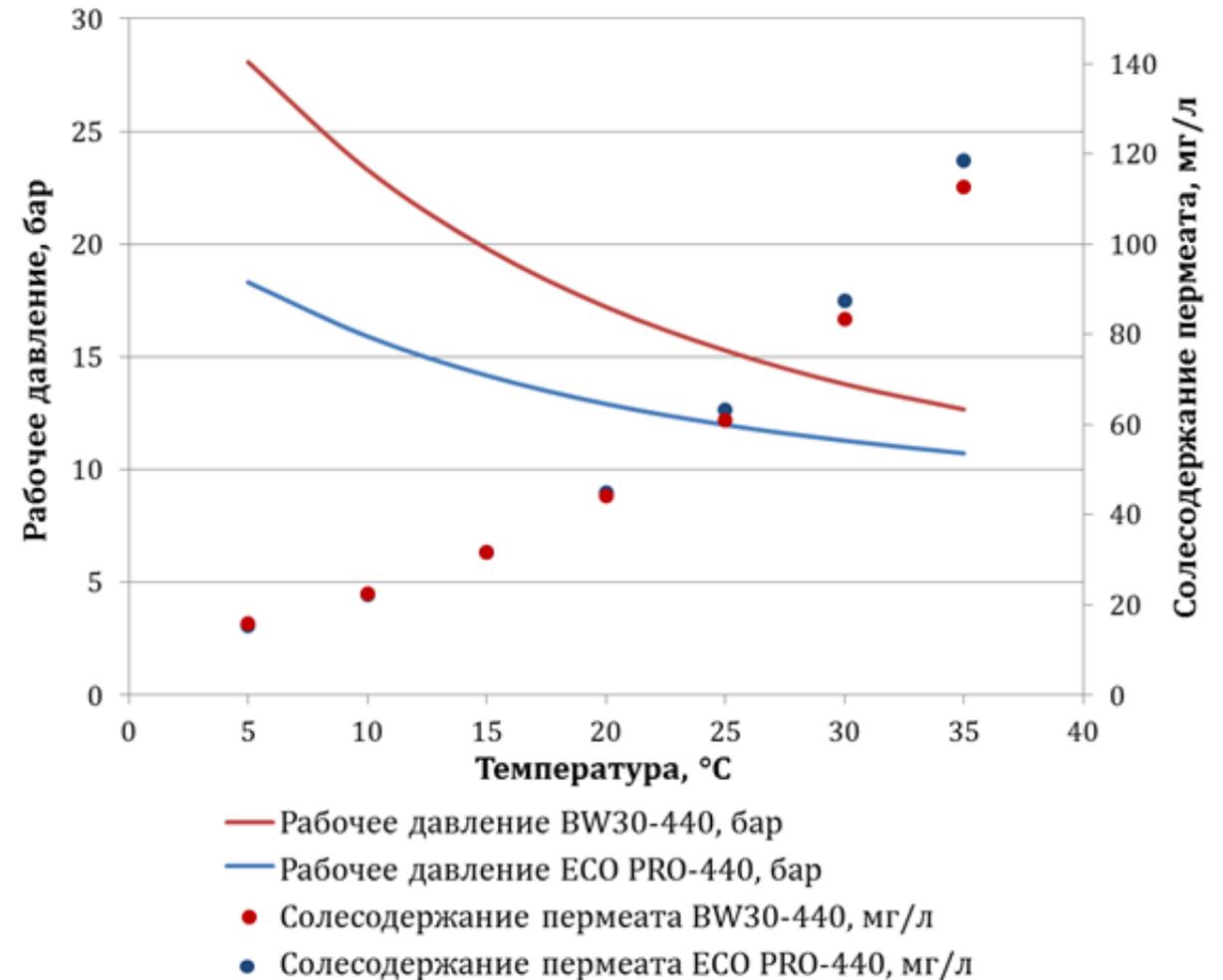
- Новый шаг в производительности
- Низконапорные элементы с новым уровнем селективности
- Экономия энергии $\geq 30\%$ при селективности 99,7%



НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ МЕМБРАН И РЕАГЕНТОВ

Снижение энергозатрат

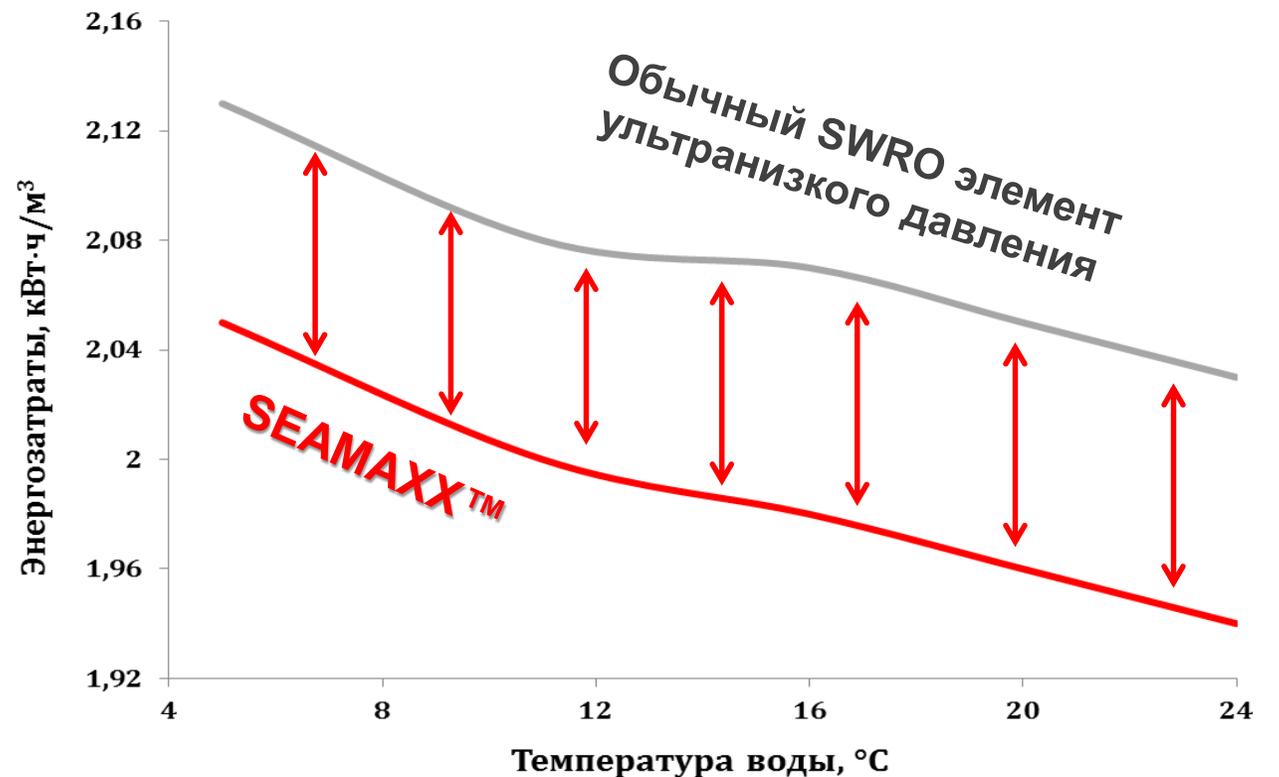
Высокопроницаемые энергоэффективные мембраны для обессоливания солоноватых вод



НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ МЕМБРАН И РЕАГЕНТОВ

Снижение энергозатрат

Высокопроницаемые энергоэффективные мембраны для опреснения морской воды



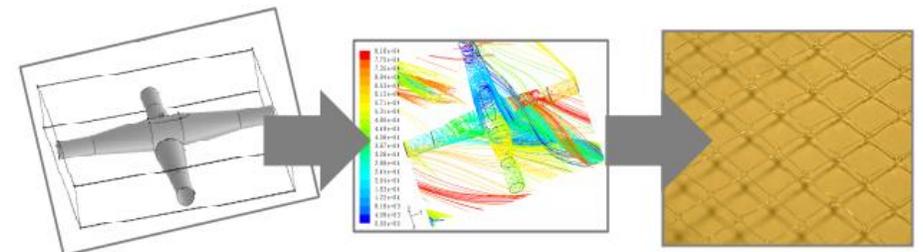
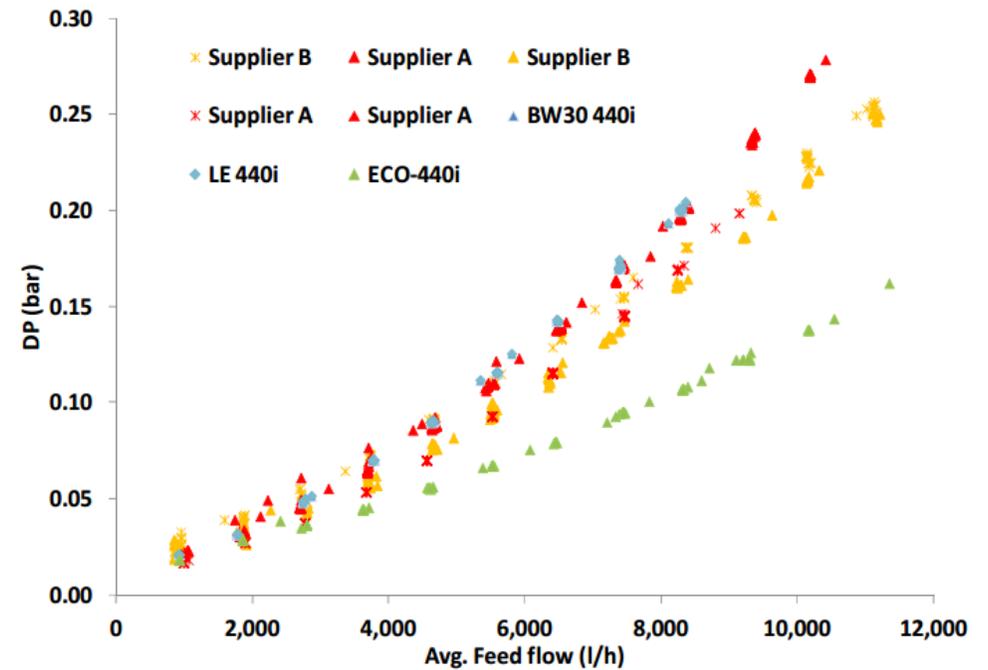
Исходное солесодержание 41 000 мг/л, ГКПД 45%

НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ МЕМБРАН И РЕАГЕНТОВ

Снижение энергозатрат

Инновационный спейсер

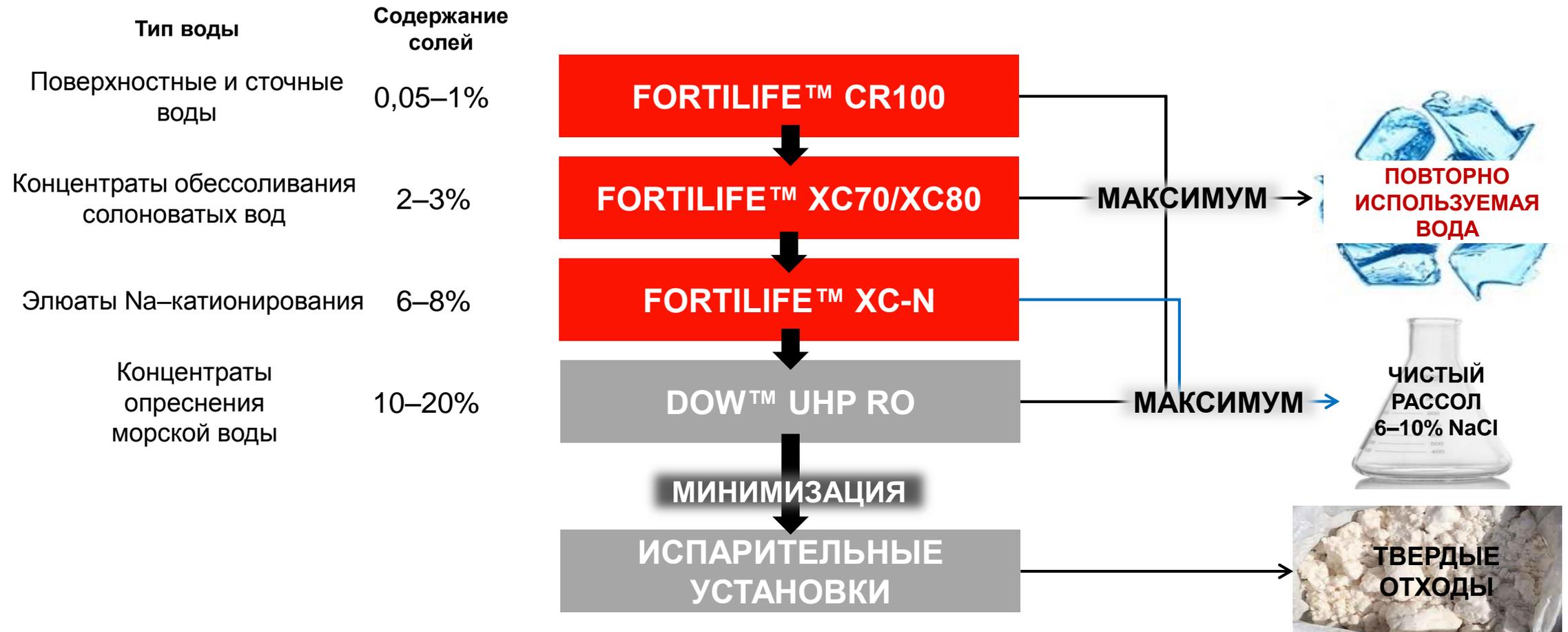
- Новый спейсер 28-mil с пониженным сопротивлением для снижения потребления энергии
- Специальное ПО было использовано при разработке спейсера:
 - низкий вес (высокая доля пустот)
 - малый «угол атаки» в направлении основного потока
- Новый элемент Low-dP 440 кв. фут. Обеспечивает до 15% прямой экономии за счет уменьшения перепада давления



НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ МЕМБРАН И РЕАГЕНТОВ

Повышение экологичности

Специальные мембраны для обработки концентратов и элюатов

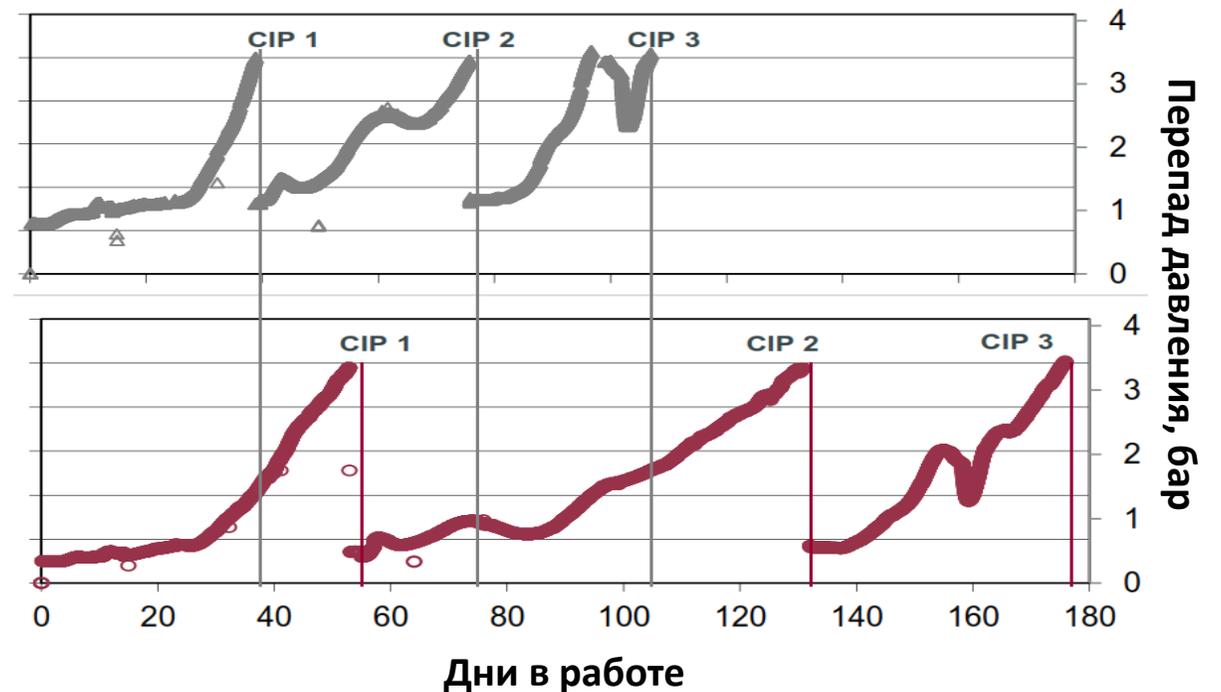


НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ МЕМБРАН И РЕАГЕНТОВ

Снижение расхода реагентов

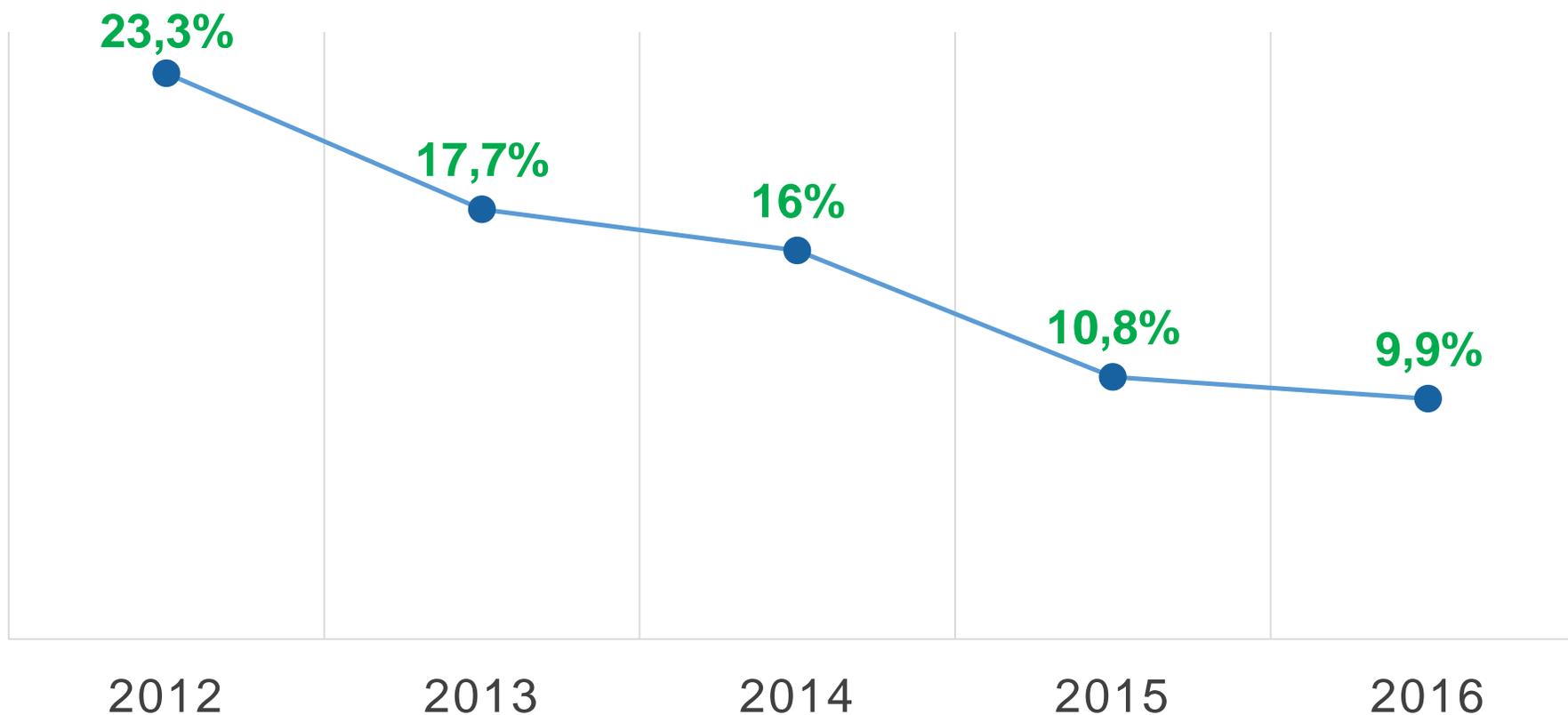
Устойчивые к биообрастанию мембраны для очистки сточных и поверхностных вод:

- химические промывки на 35% реже



НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ МЕМБРАН И РЕАГЕНТОВ

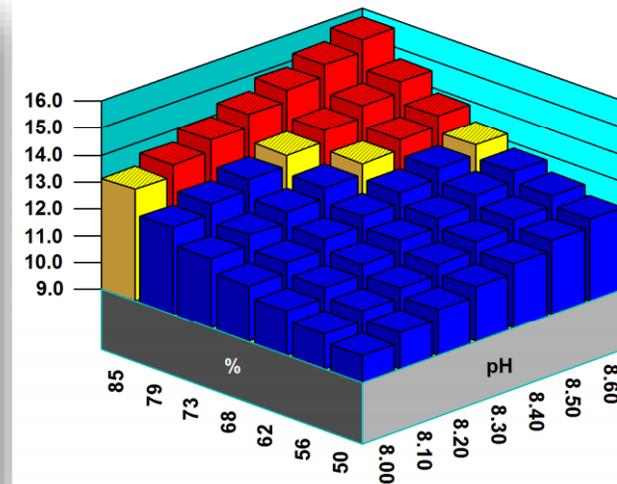
Доля стоимости обратноосмотических мембран в технологии обессоливания



НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ РЕАГЕНТОВ

Снижение расхода реагентов и экологическая безопасность

- новые методики расчета составов для максимальной эффективности
- поиск новых классов действующих веществ
- экологическая безопасность — бесфосфатные антискаланты, биоразлагаемые вещества



НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ РЕАГЕНТОВ

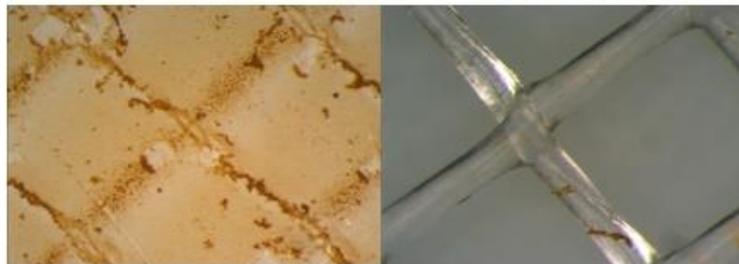


Твердый антискалант

Твердый антискалант позволяет увеличить ГКПД в бытовом обратном осмосе с 15% до 50%



Исходное мембранное полотно



Эксплуатация с твердым антискалантом
9,5 мг CaCO_3 / г мембранного полотна



Эксплуатация без твердого антискаланта
175,5 мг CaCO_3 / г мембранного полотна

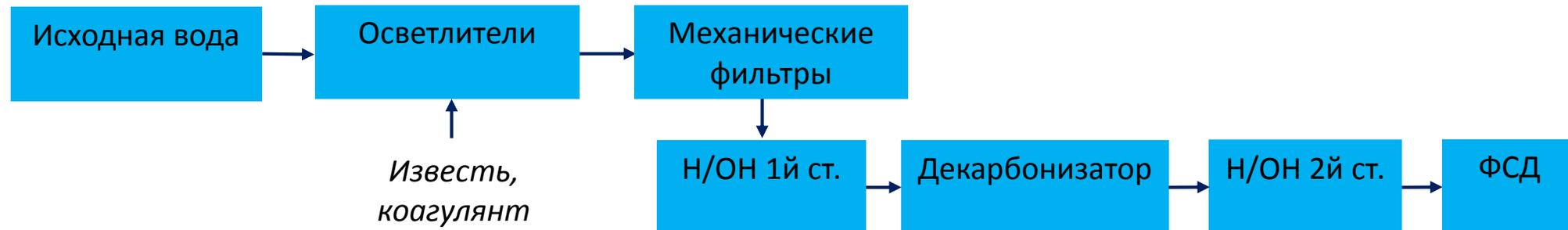
УВЕЛИЧЕНИЕ ВЫХОДА ОЧИЩЕННОЙ ВОДЫ (RECOVERY) В ХОДЕ ЭВОЛЮЦИИ ОБРАТНОГО ОСМОСА

Тип системы	Путь эволюции	Recovery, %
Бытовые системы	Использование реагентов нового поколения – твердых антискалантов	15 → 50
Коммерческие системы	Использование мембран нового поколения: <ul style="list-style-type: none">• Высокопроницаемых• Селективных• устойчивых к загрязнениям	70 → 85
Промышленные системы	Концентрирование концентрата с использованием специальных мембран FORTILIFE™	75 → 95

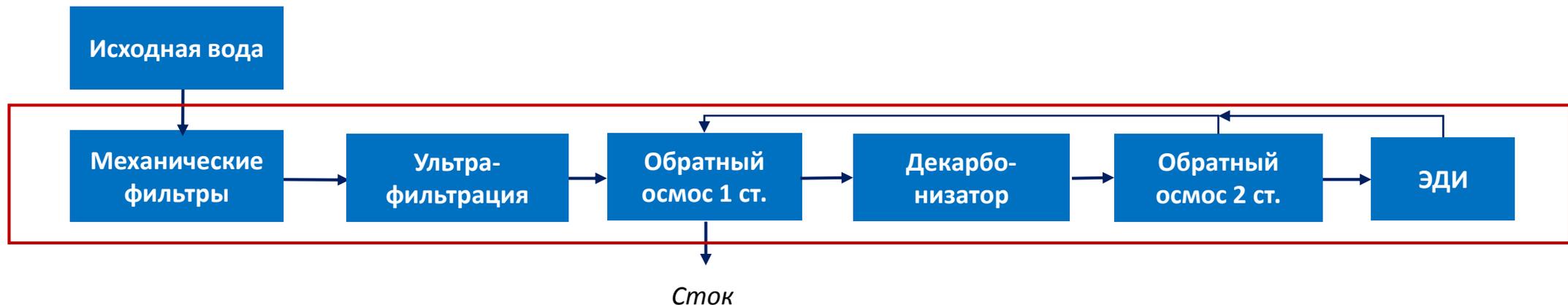
КОМБИНИРОВАННЫЕ МЕМБРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Мембранные комбинированные технологии кондиционирования воды для ТЭЦ (на примере Киевской ТЭЦ 6)

Традиционная технология:

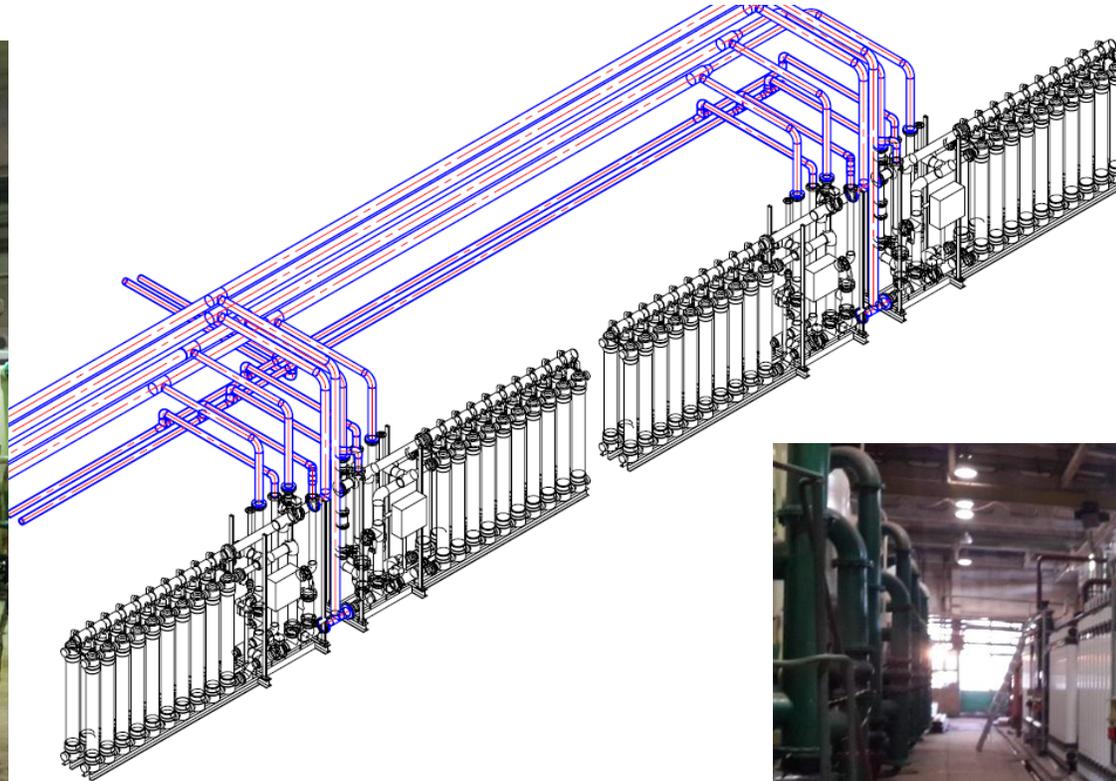


Мембранная технология:



КОМБИНИРОВАННЫЕ МЕМБРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

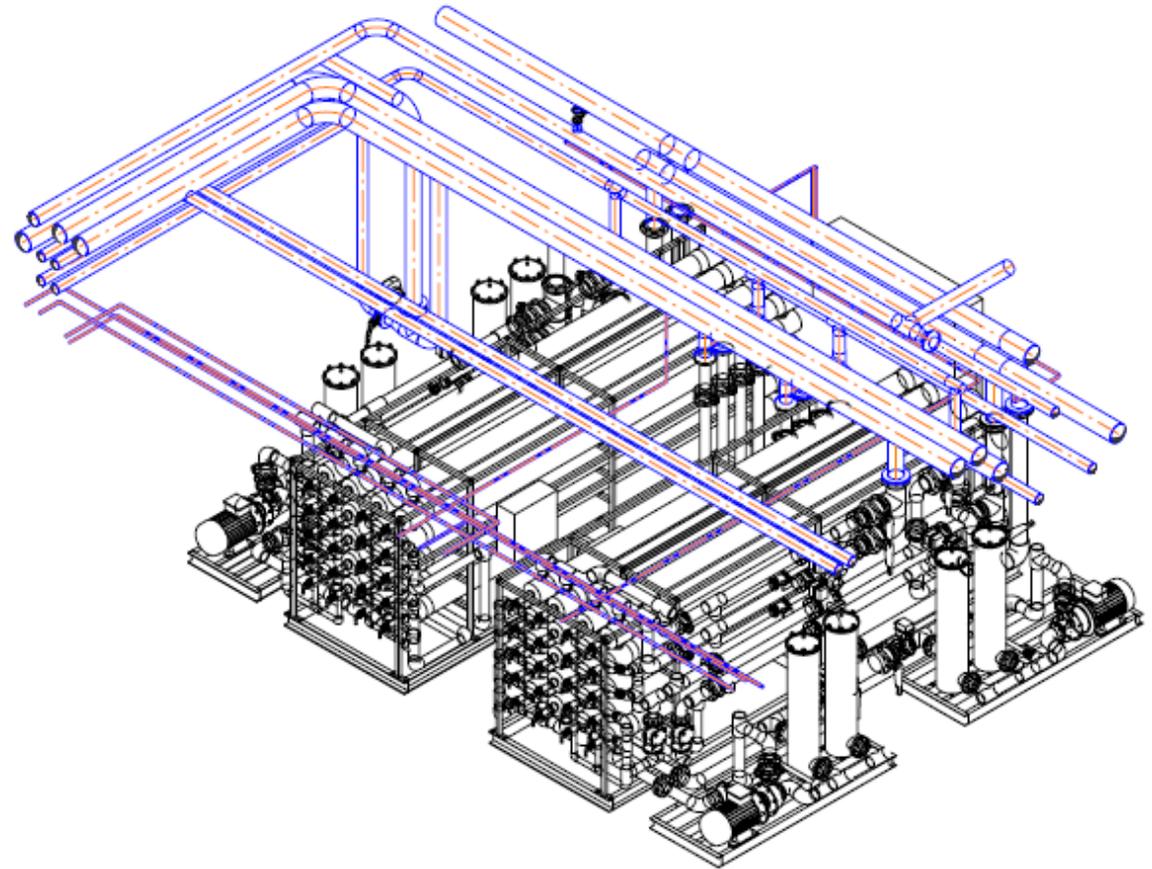
Установка ультрафильтрации



КОМБИНИРОВАННЫЕ МЕМБРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

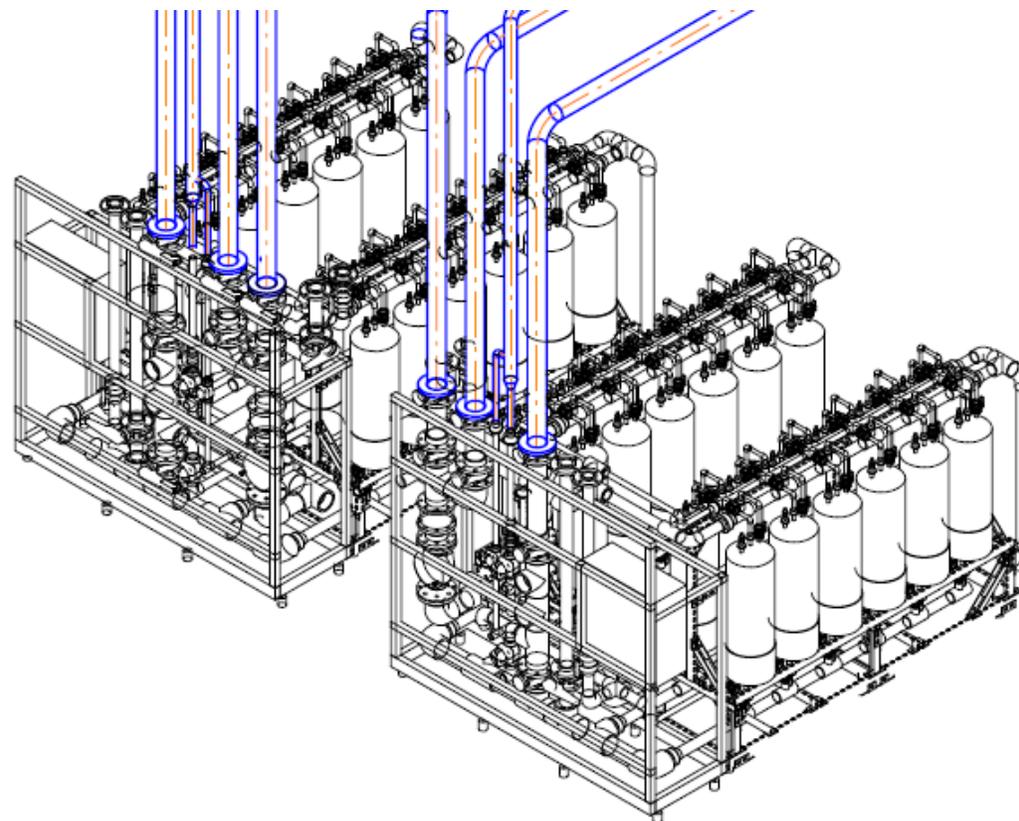


Обратноосмотические установки



КОМБИНИРОВАННЫЕ МЕМБРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Установки электродеионизации



КОМБИНИРОВАННЫЕ МЕМБРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



sc200

CD2

ABEQ
1011

0.076

COND μS/cm

16:42:51 22-09-2015

◆ ТЕМП. С 22.2°C

КОМБИНИРОВАННЫЕ МЕМБРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ТРАДИЦИОННАЯ ОЧИСТКА

Себестоимость деминерализованной воды – 2,5 Евро/м³

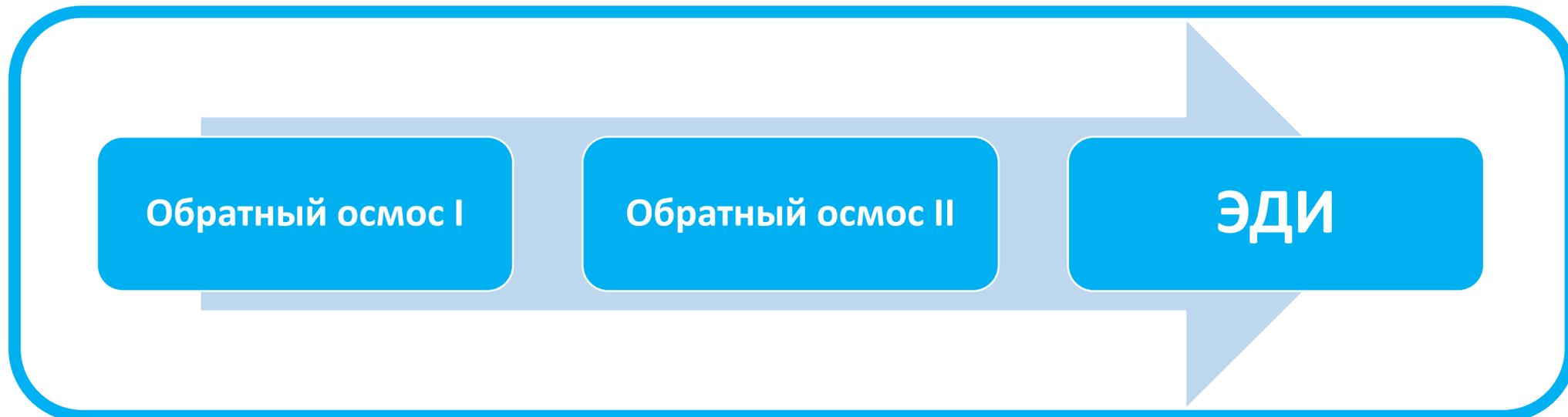
КОМБИНИРОВАННАЯ МЕМБРАННАЯ
ТЕХНОЛОГИЯ

Себестоимость деминерализованной воды – 1,5 Евро/м³

КОМБИНИРОВАННЫЕ МЕМБРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



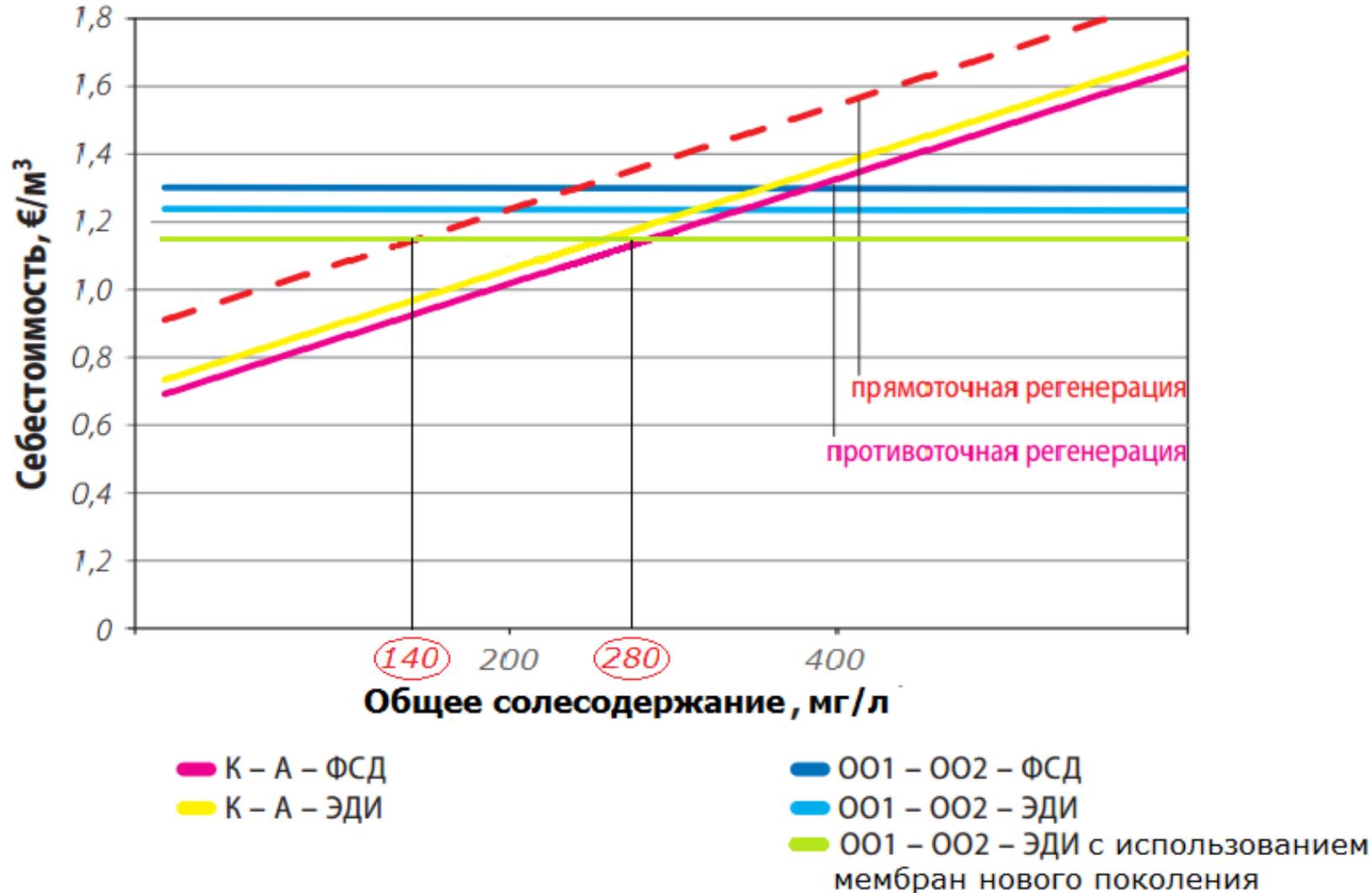
Себестоимость деминерализованной воды – 1,5 Евро/м³



Себестоимость деминерализованной воды – 1,15 Евро/м³

Себестоимость деминерализованной воды

Себестоимость подготовленной воды при использовании различных методов деминерализации



ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ ПОЛНОЦЕННАЯ ВОДА

Состав пермеата:

Показатель	Пермеат		
	из морской воды	из солоноватой воды	из водопроводной воды
Жесткость, мг-экв/л	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Щелочность общая, мг-экв/л	< 0,5	< 0,5	0,05 - 0,1
Солесодержание, мг/л	100 - 110	20 - 100	5-7
pH	5,4 - 5,6	5,4 - 5,6	5,4 - 5,6
Нитраты, мг/л	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Железо, мг/л	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Марганец, мг/л	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Мутность, мг/л	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Цветность, мг/л	0	0	0

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ ПОЛНОЦЕННАЯ ВОДА

Требования к качеству воды для напитков:

	Вода питьевая*	Водка	Пиво	б/а напитк и	Вода для кофе
Показатель	ГСанПиН 2.2.4-171-10	СОУ15.9-37- 237:2005	ТИ-14297558-291:2003		SCAA**
pH	6 - 8	6 - 8	6 - 7	3 - 6	6,5 - 7,5
Жесткость, мг-экв/л	≤ 7	≤ 0,1	2 - 4	0,7 - 2	0,35 - 1,7
Щелочность, мг-экв/л	не регл.	≤ 2,0	0,5 - 1,5	0,3 - 1,7	0,7 - 0,9
Солесодержание, мг/л	более 100	≤ 350	≤ 200	≤ 500	75 - 150
Нитраты, мг/л	≤ 50	≤ 5	≤ 25	≤ 1	не регл.
Железо, мг/л	≤ 0,2	≤ 0,05	≤ 0,1	≤ 0,01	не регл.
Марганец, мг/л	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,1	не регл.
Мутность, мг/л	≤ 0,58	≤ 0,2	≤ 1	≤ 1	не регл.
Цветность, мг/л	≤ 20	≤ 5	≤ 10	≤ 10	не регл.

* требования к искусственно деминерализованной воде

** SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ ПОЛНОЦЕННАЯ ВОДА

Пути поступления химических элементов в организм человека

Элементы	Поступление, %		Элементы	Поступление, %	
	Вода	Еда		Вода	Еда
Cl	33,3	66,7	Mo	6,25	93,75
Mg	33,3	66,7	Ni	4,07	95,78
Ca	31,25	68,75	Co	3,23	96,74
Mn	14,75	85,25	Hg	2,44	91,46
I	12,5	25	Fe	0,99	98,80
Cu	12,44	87,06	As	0,99	98,87
Pb	11,76	86,27	Se	-	100
Cd	7,36	92,02			
Zn	7,09	92,2			

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ ПОЛНОЦЕННАЯ ВОДА

Методы доминерализации:

Дозирование растворов смесей минералов



Картриджи-минерализаторы



ВОДА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВОДКИ

Показатель	Вода после ОО	Вода после доминерализации
pH	5,6 - 6,4	7 - 8
Жесткость, мг-экв/л	0,05 - 0,5	≤ 0,1
Щелочность, мг-экв/л	0,05 - 0,2	1,0 - 1,5
Солесодержание, мг/л	5 - 15	80 - 130
Нитраты, мг/л	< 0,1	≤ 5
Железо, мг/л	< 0,05	≤ 0,05
Марганец, мг/л	< 0,05	≤ 0,05
Мутность, мг/л	< 0,1	≤ 0,2
Цветность, мг/л	< 5	≤ 5



ВОДА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИВА

Показатель	Вода после ОО	Вода после доминерализации
pH	5,6 - 6,4	6 - 7
Жесткость, мг-экв/л	0,05 - 0,5	1,5 - 2
Щелочность, мг-экв/л	0,05 - 0,2	0,7 - 1
Солесодержание, мг/л	5 - 15	150 - 200
Нитраты, мг/л	< 0,1	<10
Железо, мг/л	< 0,05	≤ 0,1
Марганец, мг/л	< 0,05	≤ 0,05
Мутность, мг/л	< 0,1	≤ 1
Цветность, мг/л	< 5	≤ 10



ВОДА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА Б/А НАПИТКОВ

Показатель	Вода после ОО	Вода после доминерализации
pH	5,6 - 6,4	6
Жесткость, мг-экв/л	0,05 - 0,5	0,7 - 1,5
Щелочность, мг-экв/л	0,05 - 0,2	0,3 - 1,5
Солесодержание, мг/л	5 - 15	200-250
Нитраты, мг/л	< 0,1	≤ 1
Железо, мг/л	< 0,05	≤ 0,01
Марганец, мг/л	< 0,05	≤ 0,1
Мутность, мг/л	< 0,1	≤ 1
Цветность, мг/л	< 5	≤ 10



ВОДА ПИТЬЕВАЯ ФАСОВАННАЯ

Показатель	Вода после ОО	Вода после доминерализации
pH	5,6 - 6,4	7 - 8
Жесткость, мг-экв/л	0,05 - 0,5	1,5 - 2,0
Щелочность, мг-экв/л	0,05 - 0,2	0,5 - 6,5
Солесодержание, мг/л	5 - 15	100 - 250
Нитраты, мг/л	< 0,1	≤ 10
Железо, мг/л	< 0,05	≤ 0,2
Марганец, мг/л	< 0,05	≤ 0,05
Мутность, мг/л	< 0,1	≤ 0,58
Цветность, мг/л	< 5	< 5



КОММЕРЧЕСКАЯ ОО СИСТЕМА ПОЛУЧЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ С ДОЗИРОВКОЙ ДОМИНЕРАЛИЗАЦИОННОГО РАСТВОРА

Состав воды	Показатели качества воды				
	Солесодержание мг/л	Жесткость мг-экв/л	Ca мг/л	Mg мг/л	pH
ОО вода	7-10	0,05-0,1	-	-	5,6
Доминерализованная вода	210	2,4	24	14	6,82



СТАНДАРТНАЯ БЫТОВАЯ ОО СИСТЕМА ПОЛУЧЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ С КАРТРИДЖЕМ ДОМИНЕРАЛИЗАТОРОМ

Состав воды

Показатели качества воды

ОО вода

Солесодержание
мг/л

Жесткость
мг-экв/л

Ca
мг/л

Mg
мг/л

pH

7-10

0,05-0,1

-

-

5,6

Доминерализованная вода

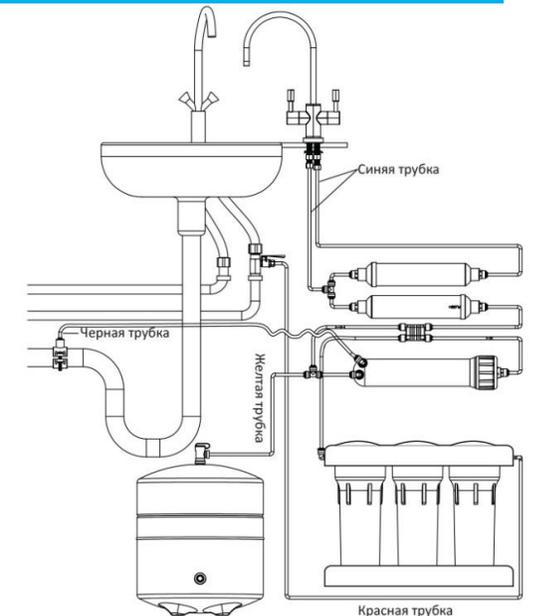
20-30

0,3-0,5

6-10

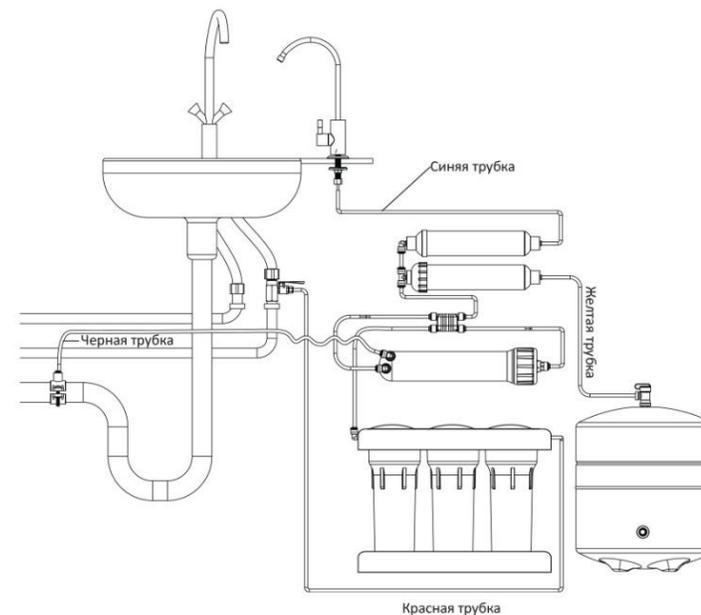
0

6,2



МОДЕРНИЗИРОВАННАЯ БЫТОВАЯ ОО СИСТЕМА ПОЛУЧЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ С КАРТРИДЖЕМ ДОМИНЕРАЛИЗАТОРОМ

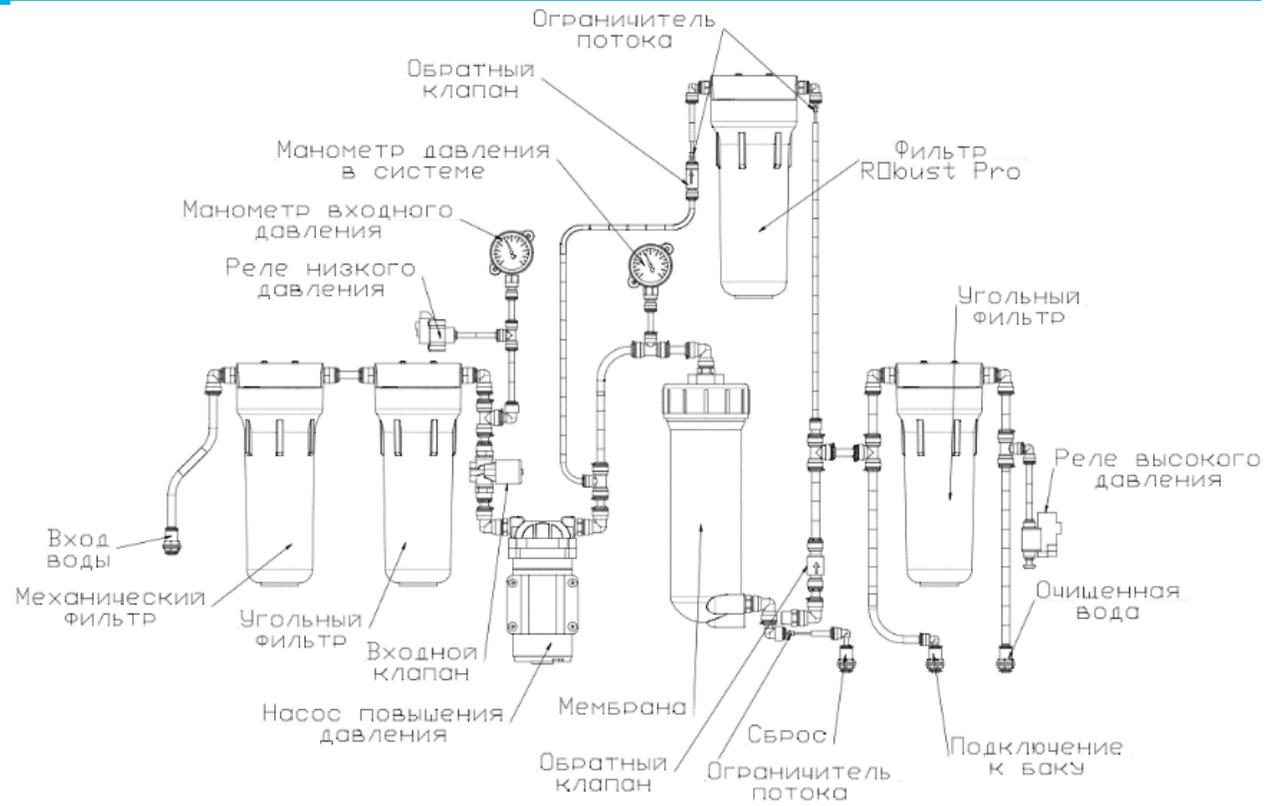
Состав воды	Показатели качества воды				
	Солесодержание мг/л	Жесткость мг-экв/л	Ca мг/л	Mg мг/л	pH
ОО вода	7-10	0,05-0,1	-	-	5,6
Картридж с кальцитом	70-80	0,8-1	18-30	0	6,5-6,75
Картридж со смесью минералов	80-100	1-1,5	18-20	7-10	7,5-8,5



ПОЛУЧЕНИЕ ВОДЫ ДЛЯ КОФЕ

Показатели качества воды

Состав воды	Солесодержание мг/л	Жесткость мг-экв/л	Ca мг/л	Mg мг/л	pH
ОО вода	7-10	0,05-0,1	-	-	5,6
Система для получения воды для кофе Ecosoft ROburstPro	75–150	0,5–1,0	4-8	14-29	6,5–7,5



ЭВОЛЮЦИЯ ОБРАТНОГО ОСМОСА

Экология

Уменьшение количества сточных вод

Снижение количества отходов

Био-разлагаемые отходы

Физиолог. полноценная вода

Новое поколение мембран

Новое поколение реагентов

Комбинированные технологии

Экономика

Снижение энергозатрат

Увеличение выхода очищенной воды

Снижение расходов реагентов

Снижение себестоимости очищенной воды

СПАСИБО
ЗА ВНИМАНИЕ

