



# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ТЭС. ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ.

Аспирант Умирова Нилуфар Равильевна (Узбекистан)  
научный руководитель – Никитина И.С., к.т.н., доцент ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»,  
аспирант Даваахуу Амармурун (Монголия), аспирант Мироненко Илья Витальевич,  
научный руководитель – Очков В.Ф., д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»

# Зарубежный опыт. Новые технологии в отраслях ТЭК.

## Узбекистан

резко континентальный  
климат

Средняя температура:  
от  $-8^{\circ}\text{C}$  до  $+35^{\circ}\text{C}$

## Монголия

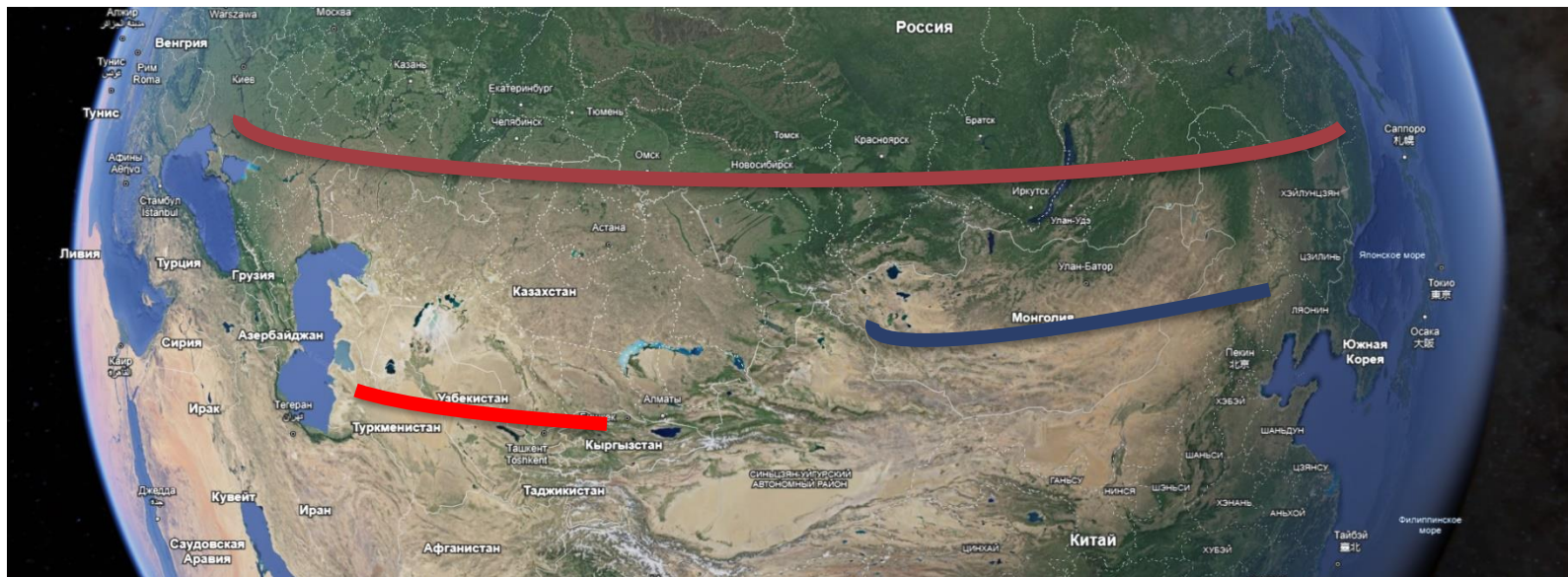
резко континентальный  
климат

Средняя температура:  
от  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $+41^{\circ}\text{C}$

## Россия

умеренно континентальный и  
континентальный климат.

Средняя температура:  
от  $-17^{\circ}\text{C}$  до  $+21^{\circ}\text{C}$

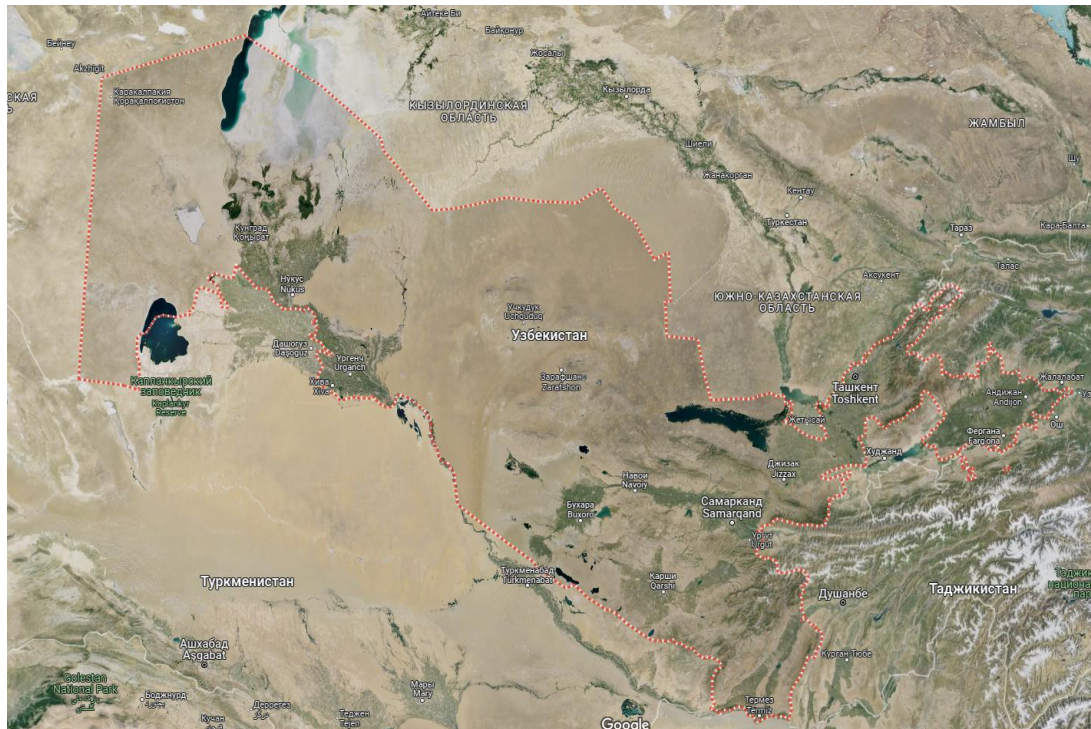


# Республика Узбекистан

Климат Узбекистана резко континентальный, с большими сезонными и суточными амплитудами температуры воздуха. С 1990 г. средние темпы роста температуры воздуха составляли  $0,29^{\circ}\text{C}$  за каждые десять лет. По всей территории Узбекистана растет число дней с температурой воздуха, выше  $38^{\circ}\text{C}$ .

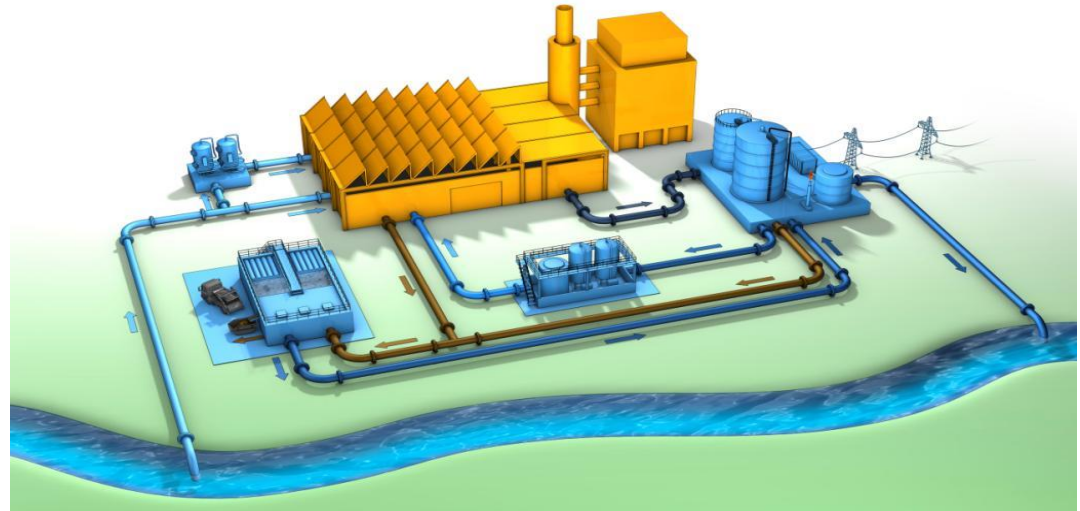
В пределах Узбекистана формируется всего 9,6 % от общего потока трансграничных рек бассейна Аральского моря. Другими словами, Узбекистан является зависимым от своих соседей в отношении водных ресурсов.

Закон Республики Узбекистан «О воде и водопользовании» от 30 ноября 2021 года № ЗРУ-733 ст. 56: ...сокращение расхода воды из рек и прекращение сброса сточных вод путем совершенствования технологии производства, за счет внедрения оборотных и повторных систем водоснабжения.





Эксплуатация тепловых электрических станций связана с использованием большого количества воды. Более 90% воды расходуется в системах охлаждения различных аппаратов: конденсаторов турбин, масло-воздухоохладителей, движущихся механизмов и др. Сточной водой является любой поток воды, выводимый из цикла ТЭС. Химический состав сточных вод на предприятиях энергетики определяется составом стоков энергосистем, потребляющих наибольшие объёмы воды.

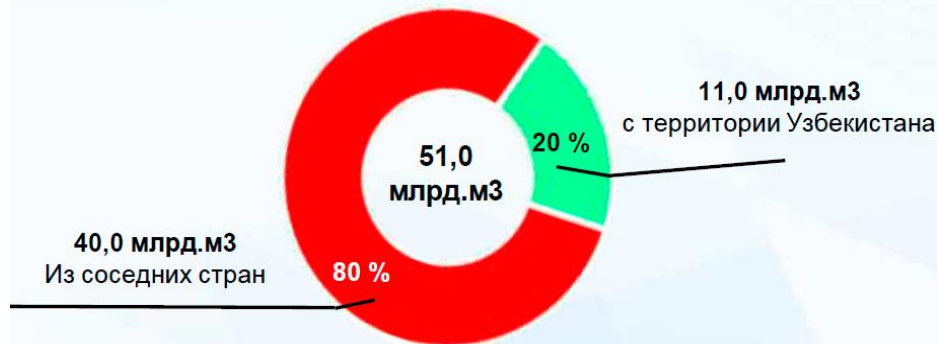


# Узбекистан. Проблемы - перспективы

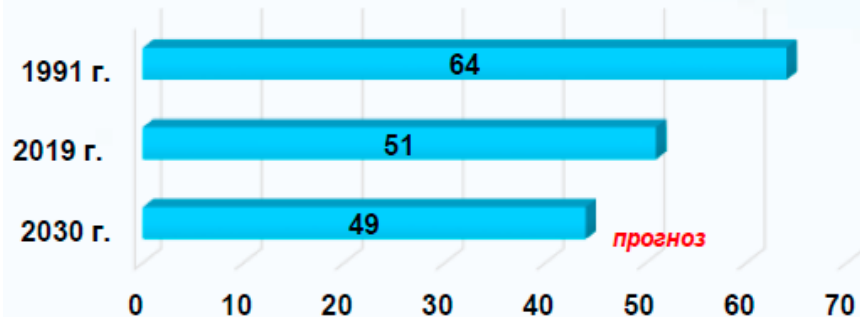
Нехватка воды в будущем усугубляется прогнозируемым уменьшением водных ресурсов, повышением спроса на водные ресурсы в связи с ростом численности населения, развитием промышленности и других секторов экономики. Дефицит воды и наличие конкуренции между секторами экономики увеличит нагрузку на подземные воды и негативно повлияет на качество воды увеличит спрос на оборотную воду после очистки.



## Среднегодовой объем используемой воды



## Уменьшение объема водных ресурсов (млдр.м3)



# Узбекистан. План-схема очистки сточных вод ТЭС



Принцип наилучших доступных технологий предполагает разработку таких технологий, которые минимизируют негативное воздействие на окружающую среду. При этом природоохранные мероприятия должны рассматриваться с позиции достижения комплексного эффекта, т.е. максимального снижения вредного воздействия на окружающую среду.

**Этап 1. Обоснование работ, разработка методических указаний на выполнение мероприятий по очистке сточных вод ТЭС**

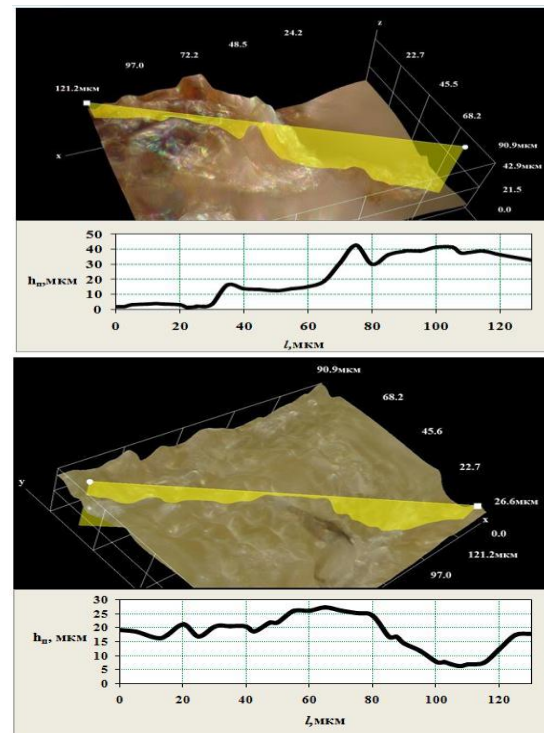
**Этап 2. Выполнение работ по оценке вредного воздействия на окружающую среду при загрязнении сточными водами ТЭС**

**Этап 3. Разработка доступных вариантов инженерной защиты от загрязнения подземных и/или поверхностных вод**

**Этап 4. Обоснование и выбор наилучшего варианта по очистке сточных вод ТЭС**

# Исследованные сорбенты, применяемые для доочистки вод на ТЭС

Характеристика	Сорбент					
	БАУ	АПТ-1	АК-47	Есо-Ferox	Кокосовое волокно	Рисовая желуха
Исходный материал	Древесина	Оксиды кремния и алюминия	Активированный уголь	Минеральные цеолитовые туфы	Отходы кокосового производства	Отходы рисового производства
Насыпная плотность, г/см <sup>3</sup>	274	562	350-450	670	234	179
Размер зерна/фракция мм	1,0-3,6	1-3	0,014-4	1,5 - 4,6	1-8	0,3-2,0
Объем пор, см <sup>3</sup> /г	0,005-0,025	0,007-0,050	0,66	0,015-1	-	0,001-0,01
Влажность, %	до 10	-	до 10	-	-	-
Зольность, %	до 10	-	до 10	-	ОТС	-
Нефтеемкость, г/г	3-5	2-5	2-5	0,5-2	4-12	2-9

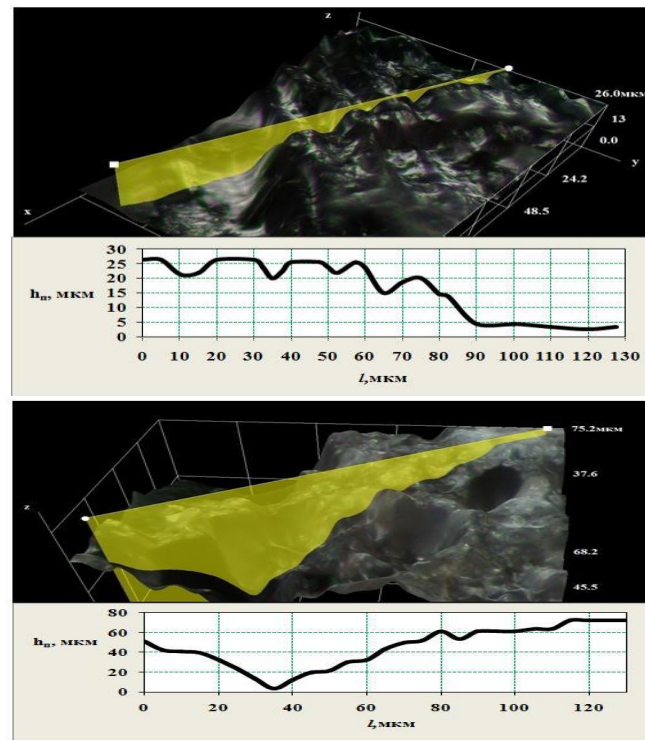


На рис. представлены снимки поверхностей сорбционных материалов, сделанных с помощью микроскопа КН-8700 с увеличением 2500 раз. Поверхность кокосового волокна (а), рисовой шелухи (б). l - длина сечения; hp - глубина макропоры в сечении

# Узбекистан. Рекомендуемые сорбенты для доочистки вод на ТЭС



Характеристика	Сорбент				
	Активированный уголь	Хлопковые pellets	Шелуха пшеницы	Кукурузное волокно	Глауконит
Исходный материал	Древесный, каменный уголь, скорлупы кокосовых орехов и т.д.	Отходы хлопкового сбора	Отходы пшеничного производства	Отходы кукурузного сбора	Ископаемый минерал
Насыпная плотность, г/см <sup>3</sup>	450	650	130-200	180-220	70-150
Размер зерна, мм	1-3	5-30	1,5-2,8	0,5-5	-
Значение pH	-	-	-	6,8	-
Объем пор, см <sup>3</sup> /г	0,01-0,04	1	-	-	-
Влажность, %	-	20	5-8	-	10-12
Зольность, %	-	-	отс	отс	-
Нефтеемкость, г/г	3-5	6,5-8,5	4-12	4-12	2-5



На рис. представлены снимки поверхностей сорбционных материалов, сделанных с помощью микроскопа КН-8700 с увеличением 2500 раз. Поверхность БАУ-А(а), АРТ-1(б).  $l$  - длина сечения;  $h_p$  - глубина макропоры в сечении



# Монголия

Монголия - климат резко континентальный, температура воздуха колеблется от +40°C летом до -40°C зимой.

Осадки выпадают преимущественно в северной и северо-западной частях страны. На юге дождей не бывает годами, особенно это касается районов пустыни Гоби.

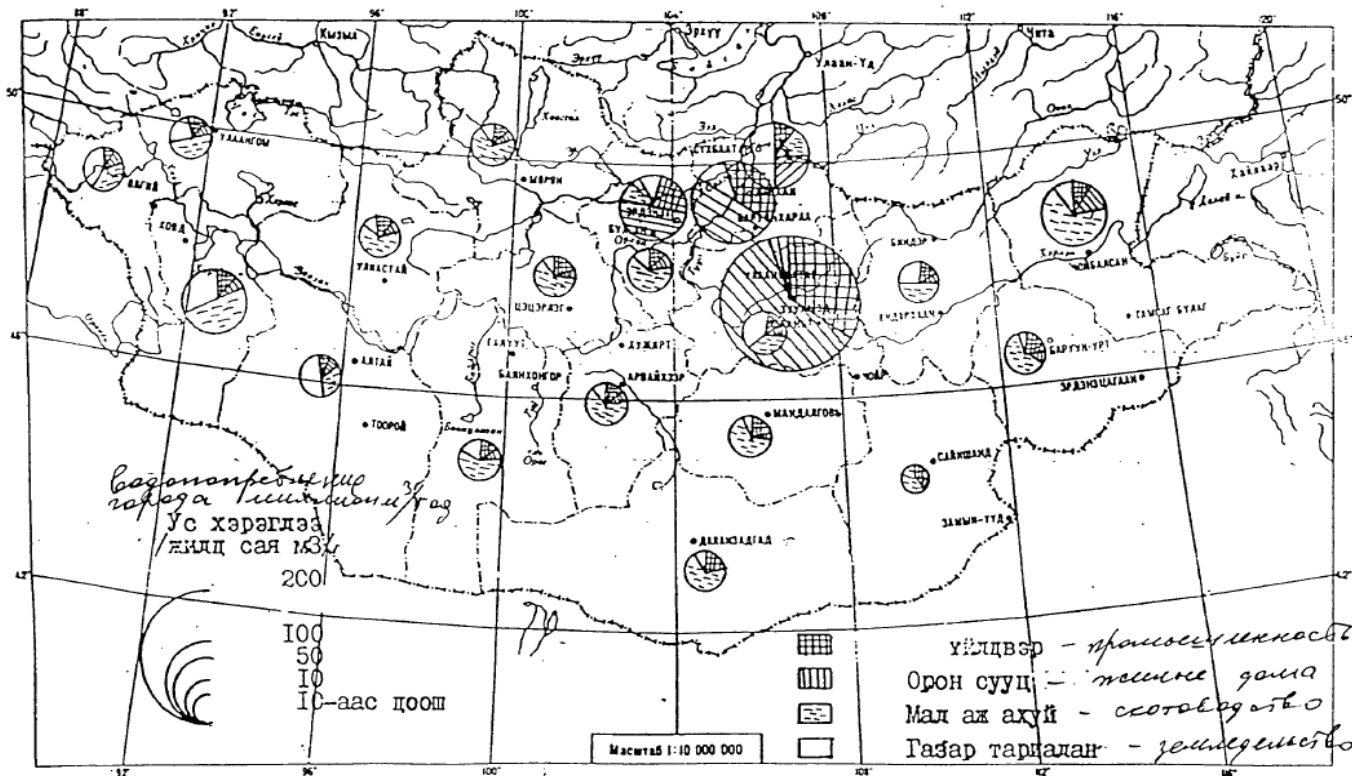
Промышленный сектор Монголии специализируется на добыче и переработке ископаемых. Генерация с использованием ТЭС обеспечивает нужды добывающих комплексов и поселений.

ТЭС работают на местном сырье с частичным использованием воды из надземных источников.

Постановления Великого Хурала и Министерства охраны природы и окружающей среды (с 1995 г.) «О бережном отношении к природным ресурсам» поставили в число наиболее актуальных задач рациональное использование водных ресурсов и предотвращение загрязнения природных водоемов промышленными сточными водами.

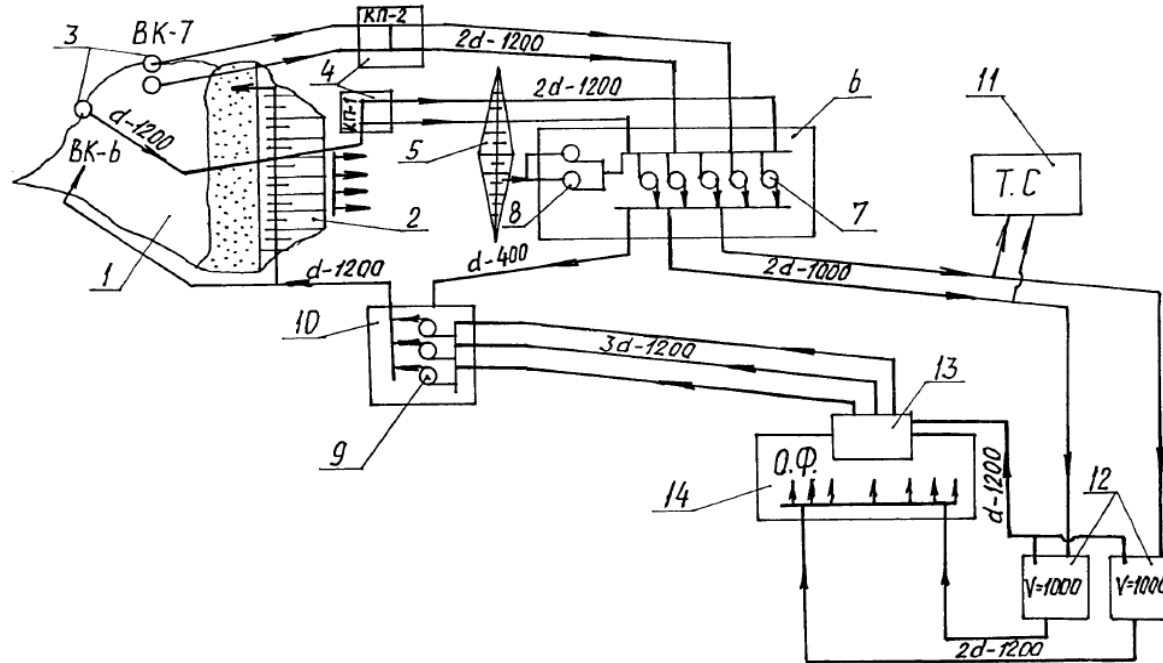


# Монголия. Водные ресурсы и водопотребление



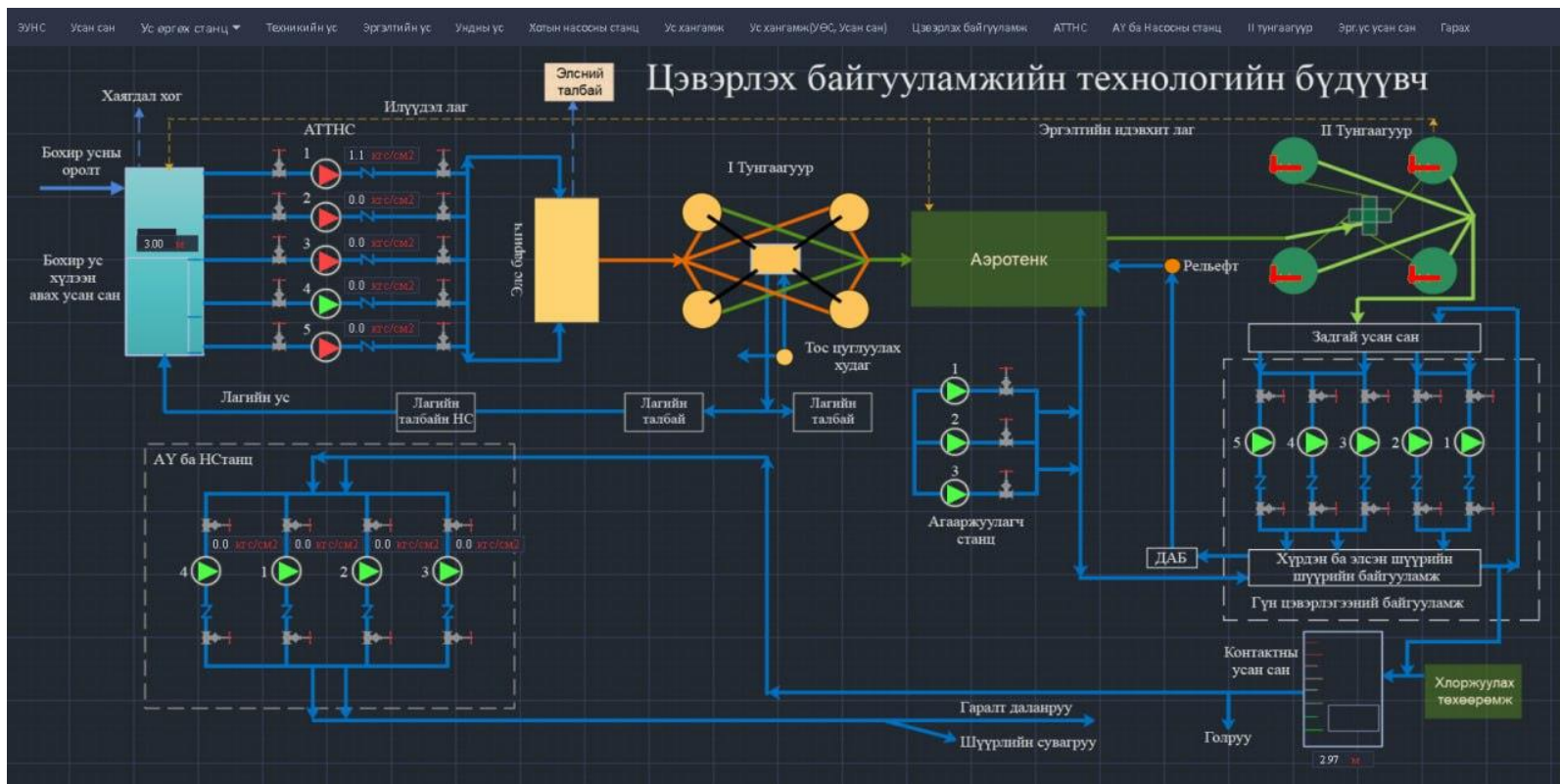
# Монголия. Система обратного водоснабжения

Принципиальная схема системы обратного водоснабжения СП «Эрдэнэт»



1. Хвостохранилище. 2. Дамба. 3. Водоприемный колодец. 4. Камера переключения. 5. Фильтрационный канал. 6. Насосная станция оборотной вода. 7. Центробежные насосы. 8. Двухсторонние насосы. 9. Грунтовые насосы. 10. Пульпонасосная станция. 11. Тепловая станция ГОКа. 12. Резервуары. 13. Зумф. 14. Обогатительная фабрика.

# Монголия. Схема очистных сооружений стоков ТЭС



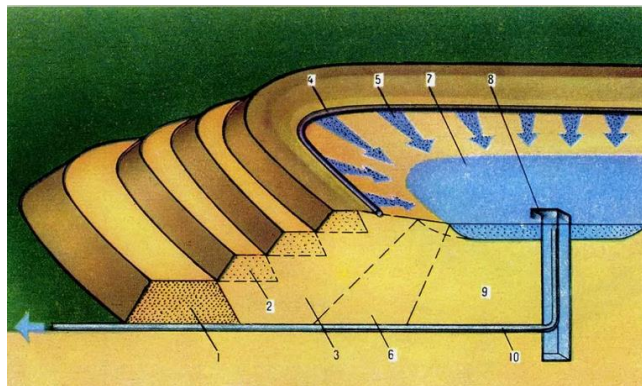
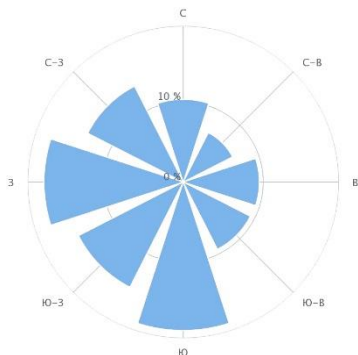


# Монголия. Отстойники

Применение открытых водоемов отстойников для очистки стоков вод с ТЭС нечасто являются источниками загрязнения воздуха.

Мелко дисперсная пыль поднимается в атмосферу и покрывает большие площади в зависимости от розы ветров.

Протяженность пятна экологического загрязнения может достигать десятков километров.



# Монголия. Методы очистки стоков.



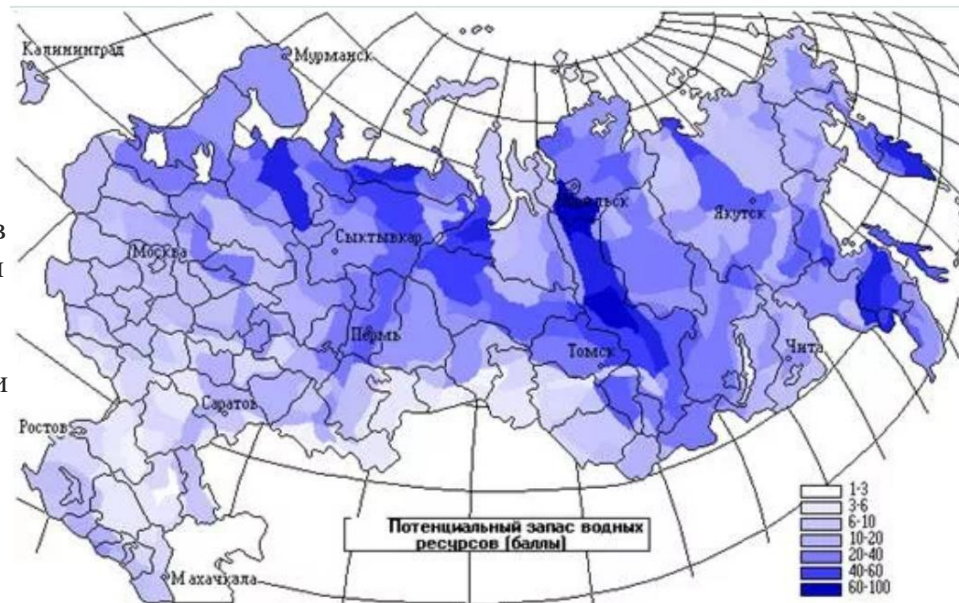
# Российская федерация. Водопотребление.

Россия остается одним из мировых лидеров по запасам воды после Бразилии. Согласно данным Росводресурсов, в стране находится пять миллионов рек и озер. Рациональное и эффективное использование воды, модернизация очистных станций, реабилитация рек, озер и водоемов страны, в том числе сохранение водных биоресурсов вошло в новую Федеральную программу.

Более 30 процентов загрязненных сточных вод сбрасывается в бассейн Волги, Каму и Оку, от 10 до 30 процентов приходится на Балтийский бассейн, бассейн Иртыша и Урала, бассейн Дона и Кубани. В новый расширенный проект как раз войдет весь бассейн Волги, а также Дон, Амур, Урал, Иртыш, Терек и малые реки.

Очистка водоемов России будет идти по единому федеральному проекту.

С 2025 года в него войдут еще восемь крупных рек, а также маленькие речки. Проект охватит 85 процентов населения России, которые живут в бассейнах этих водоемов.

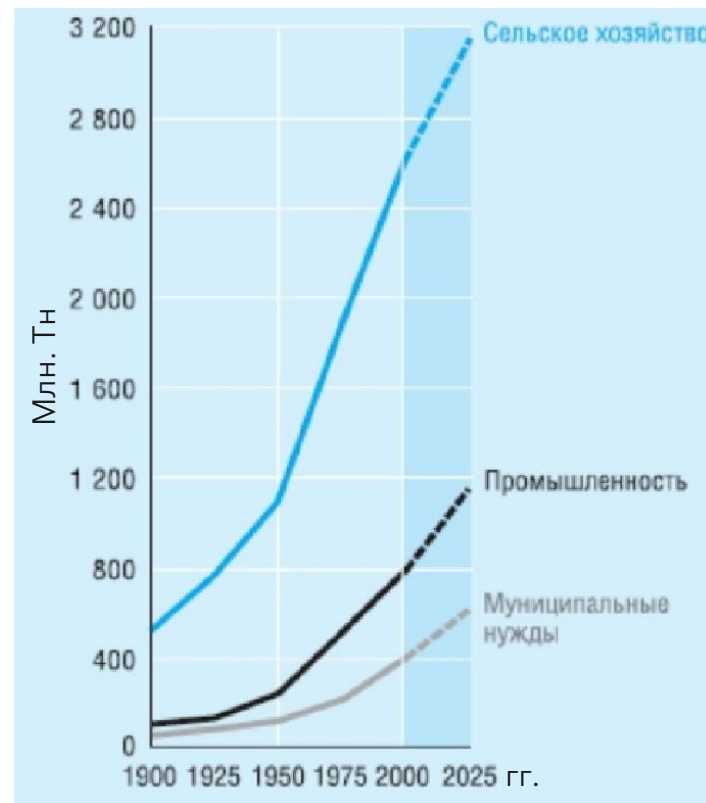
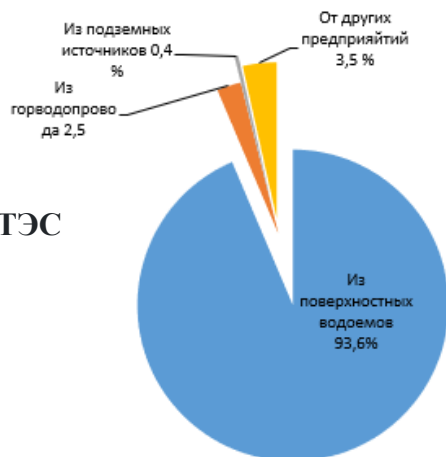


# Российская федерация. Водопотребление.

## Наиболее высокий расход пресной воды:

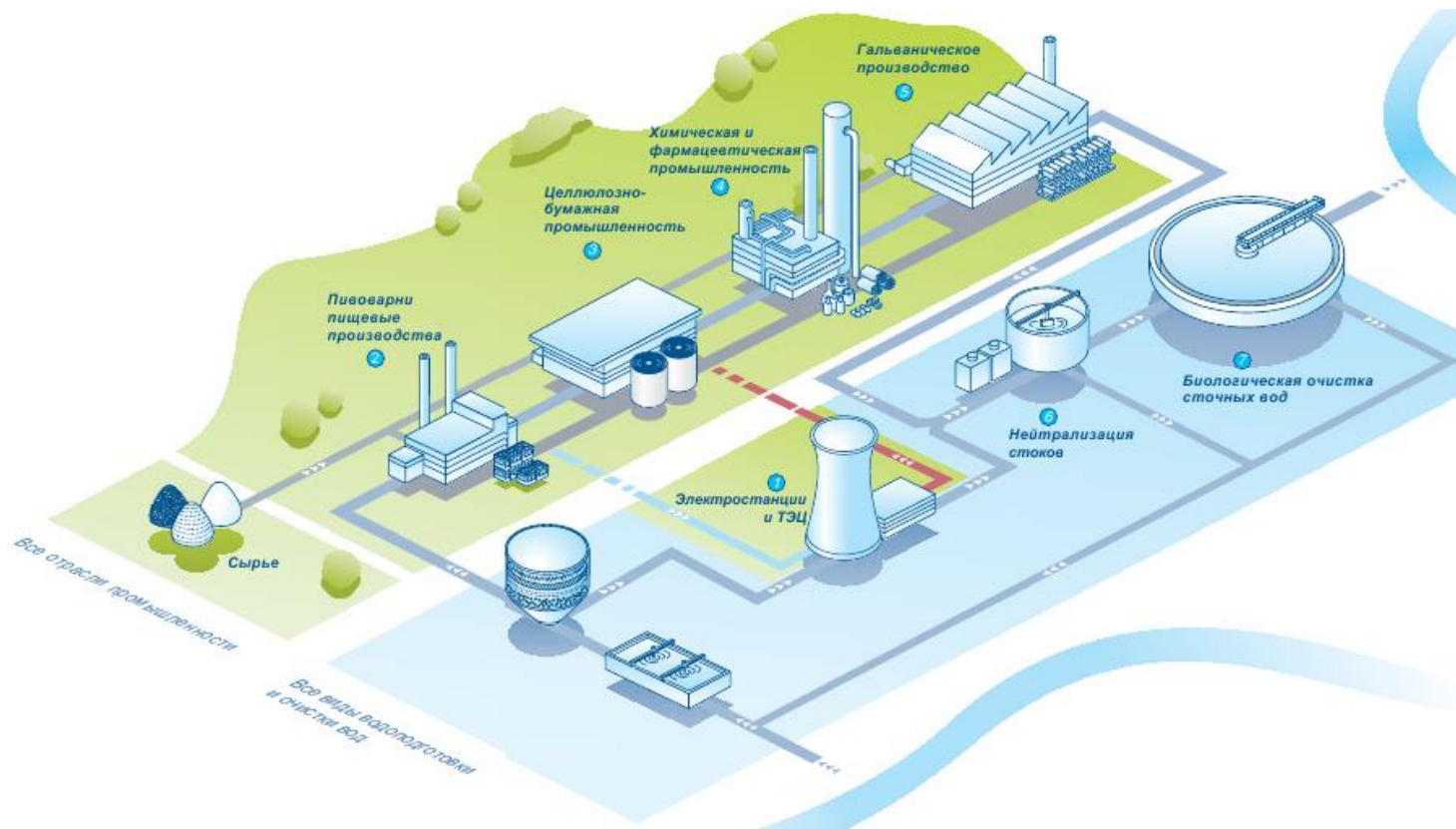
- В районах орошаемого земледелия и скотоводства.
- В промышленных центрах, топливно-энергетических комплексах.
- В местах сосредоточения населенных пунктов.

## Структура потребления воды на ТЭС





# Рекомендуемая схема водообработки



# Ключевые аспекты водообработки для ТЭС



## Сорбция

Применение сорбционных процессов при финишной очистке сточных вод ТЭС является важным аспектом водоподготовки.

## Моделирование осадка

Моделирование осадка позволяет предсказывать и оптимизировать процессы очистки сточных вод на тепловых электростанциях.

## Отстойник

Отстойники играют важную роль в процессе очистки сточных вод на ТЭС, позволяя разделять нерастворенный осадок от воды.





