

# РЕШЕНИЯ

ДЛЯ ОБРАБОТКИ  
ВОДЫ И  
ПРОМЫШЛЕННЫХ  
ПРОЦЕССОВ



GE

# Содержание

|  |    |
|--|----|
| История GE Water & Process Technologies        | 2  |
| Решения GE Технологии воды и процессов         | 3  |
| Оборудование водоподготовки                    |    |
| Предочистка и ультрафильтрация                 | 4  |
| Тонкая фильтрация, обратный осмос, НФ          | 6  |
| Обессоливание, электродеионизация (ЭДИ)        | 8  |
| Утилизация концентратов, бессточные технологии | 9  |
| Очистка сточных вод                            | 10 |
| Мембранные биореакторы                         | 11 |
| Обработка охлаждающей воды                     | 12 |
| Решения для нефтепереработки и нефтехимии      | 13 |
| Реагенты для водоподготовки и энергетики       | 14 |
| Решения для металлургии                        | 15 |
| Опреснение                                     | 16 |



## О Компании

GE Технологии Воды и Процессов (Water & Process Technologies) – мировой лидер в технологиях водоподготовки, водоочистки, повторного использования воды, а также различных технологических процессов. Мы предлагаем нашим Заказчикам лучшие технологии, повышая эффективность предприятий и защищая окружающую среду.

GE предлагает широчайший выбор технических решений, включая мембранные технологии, оборудование фильтрации и сепарации, измерительную технику, специальные химреагенты, мобильные решения для водоподготовки и финансирование. GE – Ваш источник полного сервиса вне зависимости от типа воды или процесса.

GE придерживается инициативы разрабатывать и продвигать на рынок технологии, позволяющие снизить энергопотребление, выбросы вредных веществ, увеличить повторное водопользование и сократить расходы топлива. Эта инициатива названа эковозражением (ecomagination).

## GE в России и СНГ

История GE в регионе насчитывает почти 80 лет. В послужном списке GE множество успешно реализованных проектов для советских и российских предприятий в самых разных отраслях промышленности.

В 20-х гг. XX века GE поставила в Россию первые паровые и гидроэлектродвигатели для реализации плана ГОЭЛРО. В 1929 году GE была выбрана Советским правительством для поставки первых восьми магистральных локомотивов.

В 30-х гг. компания поставила первые пять генераторов для ДнепроГЭС.

В 60-х и 70-х гг. компания осуществляла поставки турбокомпрессорных установок для развития газораспределительной сети в России, и в настоящее время в стране эксплуатируется более 500 газовых турбин, изготовленных GE.

В 1974 году, после открытия российского представительства GE, начался отсчет нового этапа в деятельности компании на региональном рынке.

Сегодня GE – одна из самых крупных иностранных компаний в России и СНГ, сотрудничающая более чем со 100 организациями и институтами.

**Основание компании:** 1925 г.

**Штаб-квартира:** 4636 Somerton Road  
Trevose, PA 19053, США

**Телефон:** +1 215-355-3300

**Глобальные офисы:**

Хеверлее, Бельгия

Сан-Паулу, Бразилия

Шанхай, Китай

**Президент:** Хайнрих Маркхофф

**Численность:** >8 000 чел.

**Годовой оборот:** US\$ 2,5 миллиарда

[www.ge.com/water](http://www.ge.com/water)

## Отрасли применения

- Химическая промышленность
- Переработка углеводов
- Пищевая и безалкогольная промышленность
- Здравоохранение
- Микроэлектроника
- Добыча и обогащение полезных ископаемых
- Муниципальная водоподготовка и очистка
- Фармацевтика и биотехнология
- Электроэнергетика
- Металлургия
- Товары для индивидуальных потребителей
- Опреснение / преодоление вододефицита

GE Технологии Воды и Процессов в России и СНГ сегодня сотрудничает с лидерами промышленности, такими как:

ОАО «НК ЛУКОЙЛ»

ОАО «Нижнекамскнефтехим»

ОАО «Роснефть»

ОАО «Северсталь»

ОАО «Славнефть»

ОАО «ТНК-ВР Холдинг»

ОАО «Щекино Азот»

ОАО «Сибур»

ОАО «Куйбышев Азот»

Башкирский ТЭК

Нижнекамский НПЗ

Концерн «СТИРОЛ»

ОАО «Одесский припортовый завод»

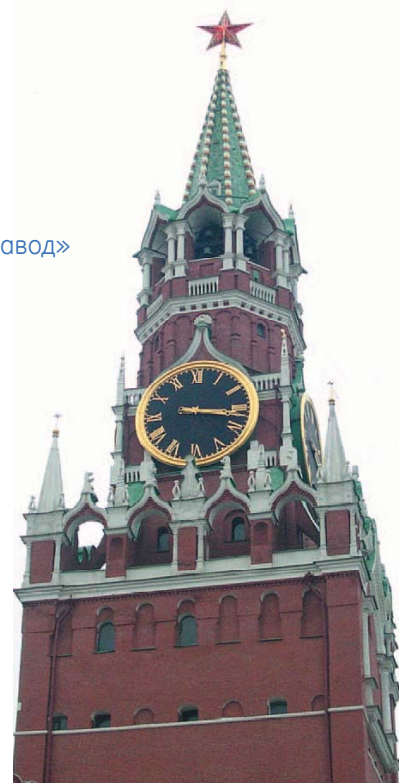
ОА «Нафтан», «Полимир»

Cargill

Nestle

Coca-Cola

PepsiCo



# История GE Water & Process Technologies

**1925** Отец и сын Бетц (Betz) в Филадельфии (США) основали семейную компанию по выпуску реагентов для защиты паровых котлов. Один из этих реагентов производился вплоть до 1974 г.

**1948** Компания Ionics была основана для внедрения технологий водоподготовки и водоочистки.

**1955** Betz разрабатывает первую программу обработки охлаждающей воды с использованием первого продукта серии Dianodic\* для защиты от коррозии.

**1969** Компания Osmonics основана в Миннеаполисе (США) Динотом Спацом как компания, внедряющая мембранные технологии в промышленность.

**1970** Osmonics производит первый мембранный элемент, в последствии ставший стандартом для обратного осмоса и нанофильтрации.

**1972** Первая бессточная система обратного осмоса (ОО) для очистки сточных вод металлообрабатывающей промышленности представлена компанией Osmonics.

**1973** Первая установка ОО Osmonics для получения подпиточной воды паровых котлов.

**1975** Первое использование ОО Osmonics как альтернативы дистилляции при получении воды для инъекций.

**1978** Dianodic II\*, первая эффективная программа обработки охлаждающей воды, не использующая хроматы, представлена компанией Betz Laboratories. Компания Glegg Water Conditioning основана в Гуэлфе (Канада) Робертом Глэгом для производства оборудования фильтрации, электродеионизации и др. мембранных систем.

**1980** Др. Эндрю Бенедек основал компанию ZENON Environmental для решения проблем качества воды во всем Мире.

**1983** ZENON начинает производство трубчатых микро- и ультрафильтрационных мембран.

**1990** Мембраны ZeeWeed\* производства ZENON изменяют рынок. Мембраны погружаются в баки с исходной водой и требуют небольшой вакуум для фильтрации.

**1996** Компания BetzDearborn образована в результате поглощения Dearborn.

**1998** BetzDearborn представляет программу Dianodic\* Plus, первую и до сих пор единственную программу защиты охлаждающей воды от коррозии и осадкообразования, эффективную в присутствии хлора и брома.

**1998** BetzDearborn поглощает Argo Scientific Inc., мирового лидера в производстве реагентов для защиты и восстановления мембран, среди которых антискаланта Нуперсперс\* и чистящие средства Клеен\* МСТ.

**1999** Glegg Water Conditioning – лидер применения инновационных технологий водоподготовки, поглощается GE и называется GE Water.

**2002** BetzDearborn поглощается GE и называется GE Betz.

**2003** Osmonics, Inc., – один из крупнейших в мире производителей оборудования и компонентов для промышленной водоподготовки поглощается GE и называется GE Osmonics.

**2004** Ionics, Inc. поглощает Ecolochem – лидера на рынке срочного и длительного сервиса по предоставлению мобильных установок водоподготовки. Основан дивизион Water & Process Technologies, часть GE Infrastructure, путем объединения GE Betz, GE Osmonics и GE Water.

**2005** GE Water & Process Technologies поглощает Ionics для расширения своих возможностей в опреснении, повторном использовании воды и мобильных решениях.

**2006** GE Water & Process Technologies поглощает ZENON Environmental, что добавляет в портфель технологий GE современные установки ультрафильтрации и мембранные биореакторы на их основе.

**2008** Создание дивизиона GE Power & Water (Энергия и Вода), входящего в GE Energy Infrastructure, для более полного обеспечения Заказчиков энергосберегающими технологиями от одного поставщика.



# Полный спектр решений для Вашего предприятия

Сегодня GE предлагает своим Заказчикам полный спектр технологий для максимально эффективной работы предприятий и обеспечения наиболее низких уровней выбросов в окружающую среду таких вредных веществ как жидкие отходы, ядовитые и парниковые газы и пыль.

**Водоподготовка.** Большинство промышленных предприятий всех отраслей используют воду как для охлаждения технологического оборудования (оборотная вода), так и для нагрева (теплофикационная вода) и/или получения электроэнергии (котловая вода), а также для основной технологии (технологическая вода). У GE большой опыт изготовления самого современного оборудования очистки воды и ее подготовки до требований, предъявляемых Заказчиком. В число технологий GE входит осветление с помощью фильтрации и ультрафильтрации (УФ), а также технологии

**Решения для технологических процессов.** GE производит целый ряд реагентов, повышающих эффективность процессов в нефтеперерабатывающей, нефтехимической, целлюлозно-бумажной промышленности, электроэнергетике и ряде других отраслей. Среди наших продуктов ингибиторы коррозии и отложений, антивспениватели, дисперсанты и многие другие. Более подробно – на стр. 13, 15.

**Очистка сточных вод.** Сточные воды, образующиеся на промышленных предприятиях, и в населенных пунктах содержат ряд токсичных веществ и не могут быть сброшены в открытую гидросеть. Для удаления из стоков вредных веществ техногенного и антропогенного происхождения GE предлагает технологии мембранного биореактора (МБР) и АВMet\*, а также ОО для повторного использования воды (при необходимости). См. стр. 10-11 для более подробного ознакомления.



получения ультрачистой (обессоленной) воды: обратный осмос (ОО), нанофильтрация (НФ), электродиализ реверсивный (ЭДР), электродеионизация (ЭДИ) и технологии ионного обмена. Технологии УФ, ОО, НФ, ЭДР и ЭДИ используют мембраны для отделения чистой воды от загрязнений, присутствующих в ней, что позволяет получать воду заданного качества с максимальной эффективностью. Более подробно о технологиях водоподготовки см. стр. 4-9.

**Обработка охлаждающей воды.** GE является разработчиком самых современных программ обработки охлаждающей воды, которые включают в себя реагенты для защиты от коррозии и отложений и системы контроля и управления. Доверяя водооборотные циклы специалистам GE, Вы получаете квалифицированный сервис и поддержку. Более подробно см. стр. 12.

**Обработка котловой воды.** Длительная эксплуатация паровых котлов и турбин – залог эффективности работы производителей электроэнергии. Программы обработки котловой воды GE позволяют повысить к.п.д. теплотехнического оборудования и снизить частоту ремонтов за счет снижения коррозии и осадкообразования. Более подробно – стр. 14.

# Оборудование водоподготовки

## Предочистка

Любая водоподготовительная установка (ВПУ) в качестве первой стадии обработки воды включает в себя оборудование предочистки для удаления взвешенных и коллоидных частиц, снижения содержания органики, нефтепродуктов, железа, марганца и др. загрязнений, негативно воздействующих на последующее оборудование и материалы ВПУ.

GE предлагает как оборудование предочистки (механические фильтры и установки ультрафильтрации), так и реагенты – коагулянты и флокулянты, улучшающие эффективность предочистки.



ZeeWeed\* 500



ZeeWeed\* 1000



ZeeWeed\* 1500

изготавливаются из поливинилиденфторида (ПВДФ), который обладает уникальными свойствами механической и химической стойкости. Так, мембраны выдерживают кислотную и щелочную мойку в диапазоне pH 2,0–10,5 и содержание хлора до 1000 мг/л. Механическая прочность на разрыв одного мембранного волокна достигает 55 кг.

Мембранные модули ZeeWeed\* 500 и погружные кассеты на их основе используются для фильтрации высокомутных вод, а также в мембранных биореакторах (МБР) для создания высоких концентраций активного ила и его удержания в аэротенках.

## Ультрафильтрация

Самой современной технологией предочистки является ультрафильтрация (УФ) с использованием мембран в виде полых волокон (капилляров). Поры мембран имеют размер 20–40 нм, что позволяет рассматривать УФ мембраны как абсолютный барьер для взвешенных и коллоидных частиц, микроорганизмов, а также образовавшихся в ходе коагуляции хлопьев.

В настоящее время УФ мембраны используются как в напорных модулях, так и в погружных, работающих под вакуумом, пионером в развитии которых являлась компания

ZENON (см. стр. 2).

GE производит как сами мембраны и мембранные модули, так и установки на их основе. Во всех УФ мембранных модулях GE реализован принцип фильтрации «снаружи-внутри», который обеспечивает наилучшую работу с сильно загрязненной водой и более простую механическую очистку, также такая конфигурация позволяет предотвратить забивание мембран и снижение площади фильтрования. В число продуктов GE Технологии Воды и Процессов входят 3 типа мембранных модулей для ультрафильтрации. Это безнапорные (погружные) модули ZeeWeed\* 500 и ZeeWeed\* 1000, а также новинка – напорные модули ZeeWeed\* 1500. Мембраны во всех модулях

Мембранные модули ZeeWeed\* 1000 (погружные) и ZeeWeed\* 1500 (напорные) используются для фильтрации воды с меньшей мутностью. При выборе той или иной технологии ультрафильтрации необходимо учитывать как капитальные, так и эксплуатационные затраты. В частности, использование напорных модулей ZeeWeed\* 1500 позволяет снизить стоимость установки, за счет более высокой удельной производительности мембран, но требует большего расхода электроэнергии на насосах.



Установка ультрафильтрации с напорными мембранами

# Ультрафильтрация

Работа установок ультрафильтрации состоит из повторяющихся стадий фильтрации – 20-60 минут и обратной промывки фильтратом (пермеатом) – 20-90 секунд, образующих фильтроцикл. Также для очистки используется подача воздуха с внешней стороны мембран.

Ультрафильтрационная технология реализована в целом ряде вариантов в зависимости от производительности, назначения, удобства транспортировки. В частности, GE производит установки с погружными мембранными модулями для размещения в железобетонных резервуарах заказчика; комплектные установки с размещением погружных мембран в стальных контейнерах; а также комплектные установки Z-Box\* с погружными мембранами и установки Z-Pak\* с напорными модулями ZeeWeed\* 1500.

Реализация технологии УФ для обработки того или иного типа воды включает в себя следующие стадии:

- Сбор данных химического и бактериологического анализа воды;
- Проведение пилотных испытаний на объекте с определением рабочих характеристик установки УФ: фильтроцикла, дозы реагентов (коагулянтов, чистящих средств), которые необходимы для проектирования. Производительность пилотных установок составляет 0,5-10 м<sup>3</sup>/ч.

- Проектирование установки УФ на полную производительность, а также всех вспомогательных узлов и технологических линий.
- Доставка, монтаж и запуск оборудования ультрафильтрации в эксплуатацию.
- Гарантийный и постгарантийный сервис.

**Компактные установки** УФ Z-Box\* обычно применяются без предварительного пилотирования, т.к. они позволяют произвести настройку рабочих параметров в ходе пусконаладки.

**Установки ультрафильтрации** применяются в муниципальном водоснабжении, т.к. помимо высокоэффективного удаления взвешенных веществ, УФ мембраны являются селективным барьером для бактерий (log 5), вирусов (log 4) и паразитов (log 6). Также ультрафильтрация является наилучшей предочисткой для систем обратного осмоса (ОО), т.к. обеспечивает постоянное снижение коллоидного индекса SDI до уровня ниже 2. Это позволяет эксплуатировать установки ОО с большей удельной производительностью и продляет срок службы ОО мембран до 5 лет и более.



Установка ультрафильтрации с погружными мембранами в компактном исполнении

# Оборудование водоподготовки

## Тонкая фильтрация

Тонкая фильтрация на патронных фильтроэлементах (картриджах) позволяет отсеять частицы размером более стандартизированного рейтинга фильтрации.

**Патронные фильтры** используются в установках обратного осмоса для защиты мембран от попадания взвешенных веществ (номинальный рейтинг 1-5 мкм). Также картриджи применяются во многих отраслях промышленности для фильтрации воды и других жидких сред. Они производятся как глубинного, так и поверхностного типа, из различных материалов, с номинальным и абсолютным рейтингом фильтрации от 0,03 до 75 мкм.



## Обратный осмос и Наночистка

GE является одним из пионеров мембранной технологии и с 1970 года производит мембраны и мембранные модули для обратного осмоса (ОО).

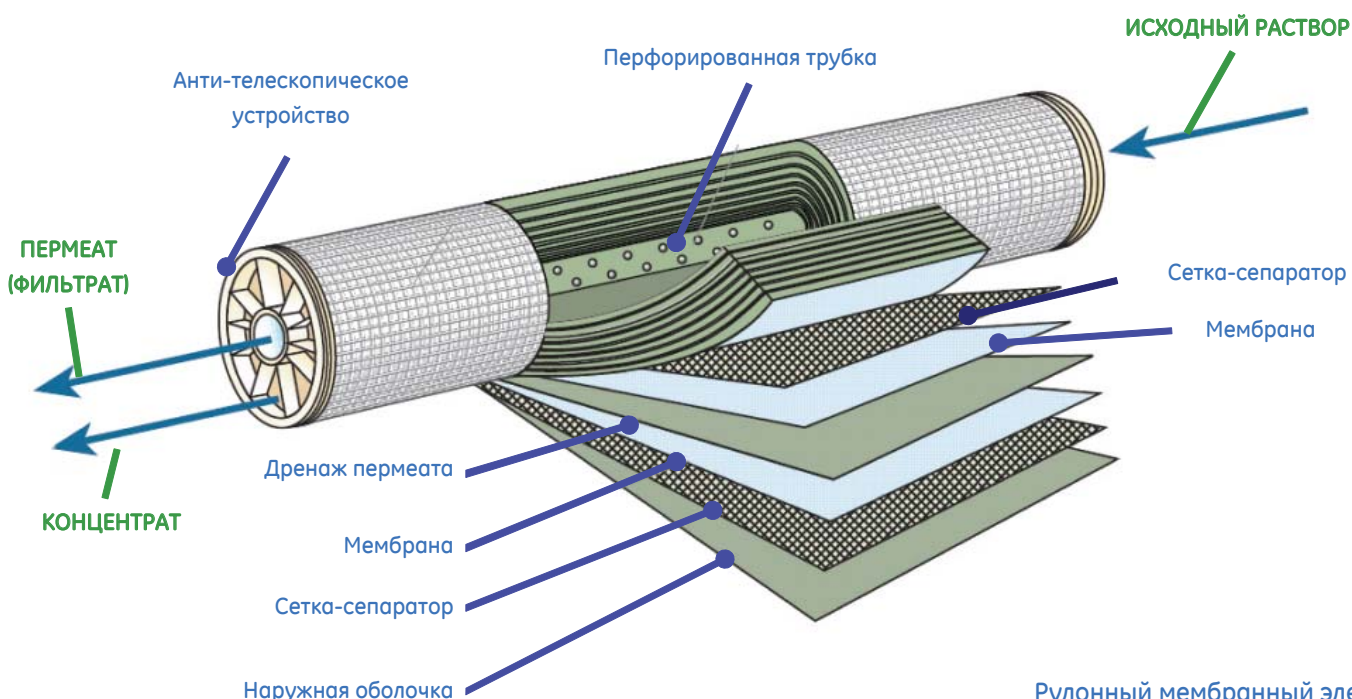
Суть данной технологии удаления из воды солей и других растворенных веществ состоит в том, что при приложении к раствору, находящемуся над мембраной, давления, которое больше осмотического давления раствора, растворитель, т.е. чистая вода (пермеат) проходит через мембрану, а растворенные вещества задерживаются.

Ключом к коммерческой реализации технологии обратного осмоса является создание правильной структуры мембран, позволяющей получать высокую селективность (степень задержания солей) и высокую удельную производительность с м<sup>2</sup> мембраны. Такие мембраны и производит компания GE Технологии Воды и Процессов.

В отличие от УФ, мембраны ОО имеют плоскую конфигурацию и применяются в виде рулонных мембранных модулей, обеспечивающих компактное расположение мембран и турбулентный поток воды, позволяющий снизить осадкообразование.

В последние годы широкое распространение получил процесс **наночистки (НФ)**, который схож с обратным осмосом, но, т.к. в нем применяются мембраны с большим размером пор (1-10 нм), селективность мембран по одновалентным ионам (хлорид, натрий) ниже, но ниже и необходимое рабочее давление, а значит и энергопотребление. Вместе с тем селективность по многовалентным ионам (жесткость, сульфаты) остается высокой. Как правило, НФ применяется там, где нет необходимости в высокой степени задержания всех солей (например, для умягчения воды). В установках НФ применяются аналогичные ОО рулонные мембранные модули.

GE не только является ведущим производителем мембран и мембранных модулей, но производит также и **установки ОО и НФ**, в состав которых входят другие компоненты производства GE, такие как: картриджи, напорные корпуса для мембран и фильтров, насосы Tonkaflo, двигатели GE и системы контроля GE Fanuc. По желанию установки могут быть укомплектованы системами контроля других производителей (Allen-Bradley, Siemens).



Рулонный мембранный элемент для обратного осмоса и наночистки



## Обратный осмос и Наночильтрация



Установка обратного осмоса в  
исполнении из нержавеющей стали  
(для пищевой промышленности)

# Оборудование водоподготовки

## Обессоливание

Глубокое обессоливание воды требуется в энергетике для получения подпиточной воды паровых котлов высокого и сверхкритического давления, второго контура АЭС, а также в микроэлектронике, фармацевтической промышленности и ряде других производств, использующих ультрачистую воду.

GE предлагает как традиционные технологии деионизации на проточных и противоточных ионообменных фильтрах и фильтрах смешанного действия (ФСД), так и новую безреагентную технологию электродеионизации (ЭДИ). Комбинирование обратного осмоса со второй ступенью обессоливания на ФСД и/или ЭДИ позволяет получить наилучшие результаты по надежности и стоимости обессоленной воды в большинстве случаев.

## Электродеионизация

Использование технологий ионного обмена для получения глубокообессоленной воды давно стало стандартом в промышленности и энергетике. Однако необходимость использования едких кислот и щелочей для регенерации ионообменных смол, а также негативное воздействие кислотно-щелочных стоков на окружающую среду, заставляют предприятия пересматривать стандарты и все чаще применять безреагентные технологии глубокого обессоливания.

На сегодняшний день единственной технологией водоподготовки, позволяющей получать воду качеством до 16 МОм·см (0,06 мкСм/см) без применения реагентов является **электродеионизация (ЭДИ)**.

В основе технологии электродеионизации лежит принцип электродиализа, одного из старейших мембранных про-

цессов (см. стр. 16). Из воды, подающейся в каналы между катионообменными и анионообменными мембранами, под действием постоянного электрического тока удаляются ионы растворенных солей. Лишившись солей, исходная вода становится обессоленной (дильуатом). Пройдя через ионообменные мембраны, эти ионы накапливаются в другом потоке исходной воды (5-10%), который становится концентратом.



Так как исходной водой для ЭДИ является пермеат обратного осмоса или эквивалентная ему по качеству вода, ее электрическое сопротивление достаточно велико, и, чтобы снизить его, в межмембранные каналы обессоливания и концентрирования загружена смесь катионита и анионита (как в ФСД), что также обеспечивает глубину обессоливания.

Таким образом, в ходе процесса электродеионизации осуществляется **непрерывный ионный обмен на ФСД с регенерацией электрическим током**. При этом не требуются никакие реагенты, а удаление низкоионизированных веществ, таких как кремнекислота и бор достигается за счет избытка электрического поля.

GE производит как единичные ячейки (стэки) для электродеионизации E-Cell\*, так установки производительностью до 100 м<sup>3</sup>/ч и выше. В отличие от других производителей ЭДИ оборудования предоставляются гарантии по сопротивлению до 16 МОм·см, содержанию кремнекислоты до 5 мкг/л, удалению бора до 95%.



Установка электродеионизации с тремя ячейками ЭДИ (до 13 м<sup>3</sup>/ч)

# Утилизация концентратов

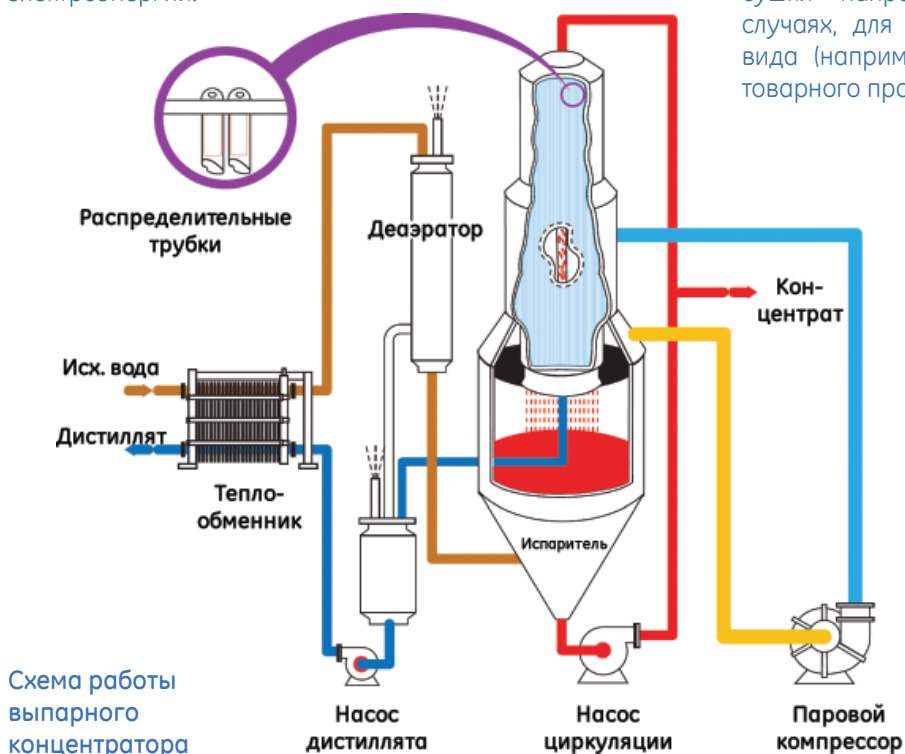
В ходе обработки воды на ВПУ, а также в некоторых отраслях промышленности (в нефтепереработке, металлургии) образуются потоки с повышенной концентрацией растворенных веществ (солей). Поскольку эти потоки не могут быть сброшены в окружающую среду, существует несколько способов их утилизации: разбавление до норм ПДК и сброс; повторное использование в оборотных циклах предприятия и дальнейшее концентрирование, выпаривание и кристаллизация с получением чистой воды и твердых отходов, т.е. создание бессточных технологий.

## Электродиализ

Электродиализ – мембранный процесс, в котором концентрирование происходит под действием поля постоянного тока (см. также стр. 16). С помощью технологии **электродиализа реверсивного (ЭДР)** возможно обессоливание и концентрирование вод с содержанием до 12 000 мг/л, при этом достигается степень извлечения чистой воды до 94%, т.е. исходный раствор может быть сконцентрирован почти в 20 раз. Использование переполюсовки электродов в большинстве случаев позволяет отказаться от применения реагентов, что положительно сказывается на стоимости обработки воды.

## Выпарные концентраторы

Если требуется более глубокое концентрирование, то наиболее эффективной технологией является выпаривание или дистилляция. Для этих целей GE предлагает выпарные концентраторы **RCC\***, работающие по принципу пароконденсации. Данная технология позволяет получать обессоленную воду (дистиллят) высокого качества при оптимальных затратах энергии, что достигается рециркуляцией рассола и многократной компрессией паров. При необходимости концентраторы могут работать от энергии пара, без использования механической пароконденсации, связанной с потреблением электроэнергии.



По сравнению с традиционными одноступенчатыми выпарными установками, **эффективность пароконденционной технологии GE в 10 раз выше.** Концентрат обычно содержит 150-300 г/л солей и представляет собой насыщенный раствор, который может быть кристаллизован с получением твердых отходов.

## Кристаллизаторы

Для создания полностью бессточных технологий, известных как **Zero Liquid Discharge (ZLD)**, последней стадией утилизации концентратов должна быть кристаллизация или распылительная сушка с получением солей в виде твердого осадка. GE предлагает пароконденционные кристаллизаторы объемного действия, работающие по принципу, аналогичному выпарным концентраторам, но в объемных аппаратах с циклонным эффектом.

При этом в ходе процесса кристаллизации образуется высокочистый конденсат, который может быть использован и пульпа с кристаллами солей, которая после центрифугирования или фильтрации и, при необходимости, сушки направляется на захоронение. В отдельных случаях, для вод с высоким содержанием соли одного вида (например, хлорида натрия), возможно получение товарного продукта.

## Очистка сточных вод

Очистка сточных вод, как хозяйственно-бытового, так и промышленного происхождения в настоящее время является одной из важнейших задач промышленных предприятий и городских администраций. Причин этому несколько: ужесточение экологических нормативов на сброс сточных вод в водоемы рыбохозяйственного назначения, изношенность существующих очистных сооружений или их полное отсутствие, а также стремление предприятий избавиться от зависимости от сторонних организаций, очищающих сточные воды и снабжающих технической водой. Последнее заставляет рассматривать сточные воды в качестве источника воды для повторного использования на предприятии.

### Удаление тяжелых металлов

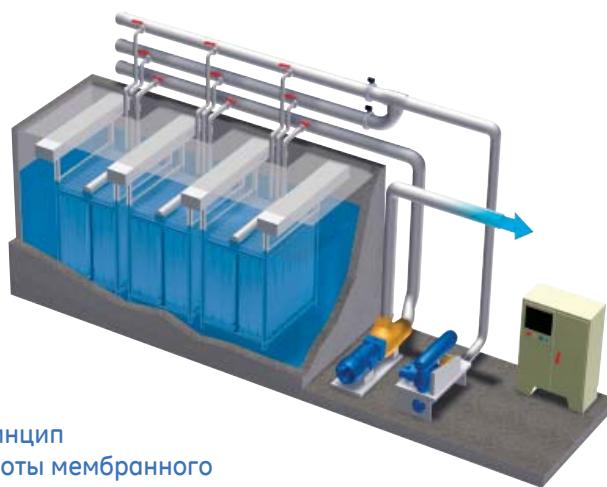
В случае, когда промышленные сточные воды содержат тяжелые металлы и селен (например, вода после мокрой газоочистки в энергетике, нефтепереработке, металлургии, металлообрабатывающей промышленности и др.)

GE предлагает наиболее современную технологию удаления селена и тяжелых металлов, основанную на микробиологической переработке селена, тяжелых металлов и нитратов. Запатентованная технология **ABMet\*** реализуется в баках, заполненных биоматрицей с закрепленными на ней микроорганизмами, задерживающими металлы и селен до уровня ниже 5 мкг/л. По исчерпанию загрузки емкости, она может быть восстановлена.

Также GE предлагает широкий спектр реагентов **MetClear\***, предназначенных для химического осаждения тяжелых металлов. Технологии GE позволяют удалить из сточных вод более 99% таких загрязнений как мышьяк, селен, цинк, никель, кадмий, ртуть, хром, медь, сурьма, нитраты и получить воду, удовлетворяющую самым строгим требованиям природоохранного законодательства.

В технологии мембранного биореактора (МБР) биологическая очистка активным илом совмещена с мембранным процессом ультрафильтрации (УФ). При этом мембраны являются 100% барьером не только для взвешенных веществ, но и для самих микроорганизмов активного ила. Такая конфигурация биоочистки позволяет отказаться от использования вторичных отстойников и фильтров, а также достигнуть высоких концентраций активного ила (до 25 мг/л и выше).

В технологии МБР с использованием мембранных модулей **ZeeWeed\*500** последние погружаются непосредственно в аэротенк или отдельный бак, что позволяет осуществлять процесс водоочистки всего в две стадии: предочистка на решетках и МБР.



Принцип работы мембранного биореактора



### Мембранный биореактор

Биологическая очистка стоков с давних времен демонстрирует свою эффективность в удалении органических веществ, азота, фосфора и других загрязнений, однако традиционные очистные сооружения с активным илом требуют высоких капитальных затрат на строительство, т.к. должны включать в себя помимо стадии биоочистки первичные и вторичные отстойники, а также фильтры с зернистыми загрузками. К тому же эффективность традиционных процессов ограничена концентрацией активного ила в свободном объеме (не более 10 мг/л).

## Мембранные биореакторы (МБР)

Сточная вода, пройдя решетки для очистки от наиболее крупных взвешенных веществ, а также, при необходимости, очистку от капельных нефтепродуктов на нефтеловушках и/или флотаторах может подаваться напрямую в аэротенк, где протекают биохимические реакции.

Непосредственно в аэротенки или в прилегающие к ним баки погружены безнапорные мембранные модули **ZeeWeed\*500**, через мембраны которых под действием слабого вакуума проходит вода, а все взвешенные и коллоидные частицы (включая микроорганизмы активного ила) задерживаются.

При забивании мембран, они промываются обратным током фильтрата, для чего предусмотрены специальные насосы. Также для предотвращения забивания мембран производится интенсивная аэрация мембранных модулей, при этом пузырьки воздуха препятствуют адгезии взвешенных частиц к мембранам. Таким образом, обеспечивается высокоэффективная биоочистка и осветление в одну стадию до параметров ниже ПДК на сброс в открытую гидросеть.

В случае, когда существующая биоочистка показывает удовлетворительные результаты по удалению органики, но не справляется с содержанием взвешенных и БПК, обусловленным избыточным илом, установки ультрафильтрации с мембранами **ZeeWeed\*1000** могут быть использованы с большей эффективностью. Для повторного использования воды фильтрат УФ/МБР может быть дополнительно подвергнут обессоливанию и очистке от органики на установках обратного осмоса. Такие интегрированные мембранные системы GE получили широкое распространение по всему Миру.



Мембранные модули собираются в кассеты, которые помещаются в резервуары / аэротенки.



Мембранный биореактор с аэротенками из железобетона (справа), мембранными модулями в контейнерах из стали и контейнерным блоком управления (слева сверху)

## Обработка охлаждающей воды

Охлаждение технологического оборудования, различных сред, конденсация паров используется практически во всех отраслях промышленности. Как правило, для этого применяются открытые системы оборотного водоснабжения с охлаждением воды на градирнях, реже закрытые системы с чиллерами. Наконец, ряд предприятий используют однопоточные схемы охлаждения без повторного использования воды. GE предлагает современные эффективные решения для любых вариантов систем охлаждения.



### Инновационные реагенты

Благодаря комплексному подходу GE удается решить проблемы в системах охлаждения, связанные с **отложениями накипи и шлама, коррозией и биообрастанием**. В области обработки охлаждающих вод технологии GE успешно работают с различными коэффициентами упаривания, вплоть до очень высоких. В зависимости от предъявляемых требований к качеству обработки и возможностей финансирования реализуются технологии, наиболее подходящие заказчику как идеологически, так и по насыщенности реагентами.

Современные программы обработки воды **Dianodic\***, **Continuum\*** и **GenGard\*** представляют широкий спектр химикатов на основе стойких к хлору ингибиторов накипи, коррозии, позволяющих обрабатывать воду в диапазоне pH от 6,8 до 9,0 при кальциевой жесткости до 24 мг-экв/л. Гарантированная скорость коррозии при такой обработке составляет менее 0,1 мм/год. Набор окисляющих и неокисляющих биоцидов при совмещении с биодисперсантами позволяет прекратить рост микробиологических загрязнений в системе охлаждения.

Реагенты GE позволяют успешно обрабатывать воду при наличии в ней таких специфических загрязнений как взвешенные (до 100 мг/л), аммиак (до 50 мг/л) и нефтепродукты (до 25 мг/л). Уникальные технологии обработки позволяют обеспечить многогодовой пробег теплообменного оборудования без чисток (до 5-7 лет).

## Системы дозирования, контроля и управления

GE Технологии Воды и Процессов предлагает своим Заказчикам полный набор систем дозирования и контроля процесса обработки оборотной воды реагентами. Возможна поставка как простейших аналоговых систем дозирования с ручным управлением, так и комплексных систем, включающих в себя цифровые насосы-дозаторы, датчики, контроллеры, арматуру (например, клапан сброса продувочной воды). GE предлагает специально разработанные контроллеры систем дозирования PaceSetter\* Platinum, Aquatrack Insight\* и Accutrack\*.

Контроллер PaceSetter\* Platinum позволяет измерять параметры обрабатываемой воды, такие как pH, температуру, расход, концентрацию хлора, полимеров (с помощью TrueSense\*); управлять дозированием реагентов и продувочным клапаном в зависимости от текущего состояния системы; измерять уровень в мерниках реагентов и своевременно предупреждать персонал о необходимости наполнения, а также позволяет подключаться к системе удаленно с персонального компьютера/ноутбука и регистрировать данные во встроенной или внешней памяти.

Наиболее современной разработкой GE является система прямого измерения концентрации полимера в оборотной воде TrueSense\*, совместимая с реагентами производства GE. Отличительной особенностью данной системы является непосредственное определение самих полимеров, а не добавок к ним, т.к. соотношение добавок с самим полимером может измениться и исказить картину.



# Решения для нефтепереработки и нефтехимии

GE предлагает различные программы обработки технологического оборудования нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, которые позволяют предотвратить коррозию и нежелательные отложения.

## Переработка нефти

Реагентная обработка применима на всех установках НПЗ: ЭЛОУ-АВТ, гидроочистки и гидрокрекинга, каталитического крекинга, висбрекинга и риформинга, замедленного коксования. В частности, предлагаются следующие реагенты:

**Дезэмульгаторы** для блока ЭЛОУ;

**Пленкообразующие ингибиторы коррозии** для защиты верха колонн и конденсационного оборудования, блока регенерации кислой воды;

**Нейтрализаторы** верха колонн для поддержания заданного уровня pH;

**Ингибиторы отложений** асфальто-смолистых веществ в теплообменниках предварительного подогрева;

**Антивспениватели** и ингибиторы коррозии для блока регенерации МЭА, МДЭА;

**Высокотемпературные дисперсанты**, предотвращающие отложения кокса в теплообменниках предварительного подогрева и технологическом оборудовании висбрекинга и замедленного коксования;

**Антивспениватели**, работающие при высоких температурах, для обработки зоны ввода и куба фракционирующей колонны установок висбрекинга.

## Нефтехимия

Компания GE Технологии Воды и Процессов предлагает специальные программы реагентной обработки узлов этиленовых установок:

Применение дезэмульгаторов, ингибиторов коррозии и полимеризации, поглотителей кислорода в узлах **первичной закалки пирогаза, водной закалки и выработки пара разбавления** успешно зарекомендовало себя в мировой практике этиленового производства;

Предотвращение образования отложений в проточной части **пирогазовых компрессоров**, оборудовании межступенчатого охлаждения, колонного оборудования узлов газоразделения с помощью реагентов GE позволяет значительно увеличить срок безостановочной работы установок до 2 лет и более.

Защита узла **щелочной очистки** от образования полимерных соединений (т.н. «желтое масло») с решением задачи практически полного исключения загрязнения внутренней поверхности колонн, значительного увеличения степени отработки и снижения потребления свежей щелочи.

Помимо этиленового производства разработаны и широко применяются специальные химико-технологические программы защиты оборудования от коррозии и отложений на других нефтехимических производствах: **ДХЭ-винилхлорида, бутадиена, стирола**.



Следует также отметить, что GE располагает всей необходимой гаммой технологий для обработки воды для нефтепереработки и нефтехимии (оборотной воды, обессоленной воды для подпитки паровых котлов и др.), а также для очистки сточных вод, в т.ч. с повышенным содержанием нефтепродуктов (см. стр. 10-11). Очищенные сточные воды НПЗ и нефтехимических предприятий могут быть эффективно использованы для подпитки водоблоков и систем ХВО или сброшены в открытую гидросеть.

# Реагенты для водоподготовки и энергетики

## Водоподготовка

В водоподготовительных установках часто применяются реагенты для улучшения очистки от органики, взвешенных веществ, железа и других загрязнений. GE предлагает широкий спектр коагулянтов и флокулянтов для использования на ВПУ. Предлагаются реагенты **SoliSep\***, **KlarAid\***, **Filtermate\***, подобрать конкретную марку которых и дозировку могут компетентные сотрудники службы сервиса GE Технологии Воды и Процессов. Отдельные реагенты разрешены для использования в пищевой промышленности, муниципальном водоснабжении и в установках предочистки перед обратным осмосом.

## Реагенты для мембранных систем

GE является одним из ведущих производителей антискалантов (ингибиторов осадкообразования), биоцидов и чистящих средств для защиты и восстановления мембран в установках обратного осмоса и нанофильтрации.

В арсенале GE антискаланты пригодные для применения при очистке воды с высокой концентрацией кальция, сульфатов, кремниескислоты, щелочности, а также кислотные и щелочные чистящие средства и биоциды для очистки любых загрязнений с мембран и их дезинфекции.

Подбор оптимального антискаланта **Hypersperse\***, оптимизация его дозировки, а также подбор чистящих средств **Kleen\*** МСТ производится с помощью компьютерной программы **Argo Analyzer** для конкретного типа воды. Безопасные для мембран биоциды **Biomate** позволяют снизить риск биообрастания мембран и микробиологической контаминации пермеата.



## Программы обработки котлов

Защита конденсатных линий, предотвращение коррозии в экономайзерах, обескислороживание воды и предотвращение отложения продуктов коррозии и накипи в трубах позволяет существенно повысить энергетическую эффективность котла, устранить пережоги труб и снизить частоту химических промывок оборудования и, следовательно, продлить его срок службы.

Полимеры, нейтрализаторы, пленочные ингибиторы коррозии и различные поглотители кислорода производства GE позволяют применять комплексную программу обработки для любых условий и параметров работы котла. Подбор конкретной программы производится сотрудниками GE в соответствии с условиями на объекте и пожеланиями Заказчика.

## Обработка топлива

Для энергогенерирующих компаний, работающих на угле, GE предлагает реагенты, увеличивающие срок эксплуатации оборудования **топливоподдачи, измельчения, препятствующие слеживанию, самовозгоранию топлива и снижающие выбросы пыли** в атмосферу с дымовыми газами.

Реагенты **Dustreat\*** и оборудование получения высокодисперсной пены **Acufeed\*** позволяют обрабатывать технологические процессы в автоматическом режиме с высокой надежностью.

## Очистка сточных вод

Среди технологий GE для очистки сточных вод в энергетике наиболее часто применяются технологии очистки сточных **вод мокрой газоочистки дымовых газов**: удаление селена нитратов и тяжелых металлов по технологии **ABMet\*** (см. стр. 10), а также применение ингибиторов отложений GE в скрубберах.

**Сточные вод ТЭС**, зачастую содержащие нефтепродукты, взвешенные вещества и другие загрязнения также могут быть очищены, например, по технологии мембранного био-реактора (МБР) и обратного осмоса (при необходимости), и возвращены в оборотный цикл или на водоподготовку для повторного использования.



## Решения для металлургии

**Комплексное решение проблем**, связанных с отложениями, забивкой и коррозией оборудования позволяет существенно интенсифицировать работу и повысить рентабельность производства: сокращается процент брака и энергозатраты на единицу продукции; существенно увеличивается срок службы оборудования и уменьшаются затраты на его ремонт.

### Для установок непрерывной разливки сталей

GE предлагает технологии стабилизации оборотной воды цикла кристаллизации, вторичной зоны и оборудования машины с целью увеличения продолжительности кампании разливки, снижения брака заготовки по ромбичности и поверхностных дефектов продукции, защиты трубопроводов от коррозии и отложений.

Технологии GE позволяют предотвратить или снизить образование отложений в водоводах и **газоходах скрубберов Вентури газоочисток доменных, конверторных и электродуговых печей**, а также на лопастях нагнетателей с целью увеличения производительности плавильной печи (продолжительности кампании) и снижения времени и расходов на ремонты.

Подавление коррозии, отложений и микробиологического обрастания с целью снижения затрат на ремонты и продления срока эксплуатации и обеспечения бесперебойности работы **оборудования охлаждения домен, конвертеров, электродуговых печей, кислородно-компрессорного производства, нагревательных и термических печей** — это также достигается при использовании реагентных программ GE.

Еще одним применением технологий GE является очистка фильтров, удаление масло- и нефтепродуктов, улучшение теплоотвода с целью повышения качества продукции и защиты основного оборудования **прокатных станов**.

**Для коксохимического производства** компания GE Технологии Воды и Процессов предлагает очистку и предотвращение отложений и коррозии в трубопроводах коксового и доменного газов; очистку горелок коксовых батарей, нагревательных колодцев, термических печей, котлов, исполь-



зующих коксовый газ, а также предотвращение отложений в трубах первичных газовых холодильников.

Предотвращение отложений в трубопроводах оборотного цикла **агломерационного производства** с целью снижения затрат на ремонты является еще одним примером успешного применения технологий GE в металлургии.

Наконец, реагенты GE, не содержащие хроматы широко применяются для промывки и пассивации поверхностей агрегатов **непрерывного горячего цинкования и полимерного покрытия**.

**Технологии водоочистки и водоподготовки** GE также широко применяются на металлургических предприятиях с учетом специфических отраслевых требований к очищенной воде и типичных составов сточных вод (см. стр. 4-11).



# Опреснение

**Вододефицит** или отсутствие достаточного количества источников пресной воды для питьевых целей, а также для промышленности и энергетики является одной из наиболее острых глобальных проблем. **GE Технологии Воды и Процессов** является одним из мировых лидеров в разработке и применении технологий опреснения морских и солоноватых вод.

## Морская вода

Как известно, вода покрывает 2/3 поверхности Земного Шара, но далеко не вся она пригодна для питья, сельского хозяйства и промышленного применения. На мировой океан приходится около 97% мировых водных ресурсов. Морская вода содержит в среднем **35 000 мг/л солей**, в основном хлорида натрия, что характеризует ее как непригодную для питья, полива и промышленного использования из-за высокого осмотического давления и коррозионных свойств.

GE предлагает стандартное и специально спроектированное оборудование опреснения на основе технологии **обратного осмоса** с использованием собственных мембран серии **SWRO**, а также самых современных вспомогательных узлов, включая насосы и турбины рекуперации энергии, позволяющие получать воду с низким энергопотреблением, а использование антискаланта **Hypersperse\*** позволяет существенно продлить срок службы мембран.

Более подробно о технологиях опреснения GE рассказывается в интерактивной презентации на сайте [www.gewater.com](http://www.gewater.com)

## Солоноватая вода

Для некоторых регионов, в том числе в России и СНГ, характерна повышенная соленость подземных и поверхностных (реже) вод, или повышенное содержание какого-то определенного вида солей.

**Электродиализ** представляет собой электромембранный



процесс разделения, при котором ионы перемещаются через ионообменные мембраны под действием наложенного электрического поля. При этом для снижения образования отложений на мембранах происходит периодическая переполюсовка электродов (катод и анод меняются местами в результате переключения полюсов выпрямителя, также изменяется гидравлическая схема установки). Такая разновидность процесса называется **электродиализом реверсивным (ЭДР)**.

Технология электродиализа реверсивного (ЭДР) позволяет эффективно удалять соли из воды с содержанием 2000 – 3000 мг/л (до 12000 мг/л max). При этом достигаются селективность (удаление солей) от 50 до 95% и степень извлечения чистой воды (дилюата) до 94%.

За счет периодической переполюсовки и отдельной подачи исходной воды в камеры обессоливания и концентрирования процесс ЭДР может проводиться без использования реагентов (антискаланта) или с их использованием в значительно меньших количествах, чем в установках обратного осмоса. Еще одним преимуществом технологии ЭДР является устойчивость мембран к активному хлору, что важно

при применении в муниципальном водоснабжении.

При солености 5000-15000 мг/л наиболее эффективной обычно оказывается технология обратного осмоса с мембранами для солоноватых вод (BWRO).



Ячейки установки электродиализа реверсивного ЭДР GE 2020

# ЭкоВоображение

**Ecomagination** – инициатива GE, направленная на создание новых экологически чистых технологий, которые позволят предотвратить негативное влияние на окружающую среду.

## В рамках данной инициативы GE

- **удвоит инвестиции** в научно-исследовательские разработки. Инвестиции в создание экологически чистых технологий достигнут 1,5 миллиарда долларов США ежегодно к 2010 году по сравнению с 700 миллионами долларов в 2004 году.
- **расширит гамму продуктов** с экологически чистыми технологиями. GE удвоит выручку от продажи продуктов и услуг, при создании которых применены экологически чистые технологии, с 10 миллиардов долларов в 2004 году до, по меньшей мере, 20 миллиардов долларов в 2010 году. Данный спектр продуктов и услуг будет включать энергетическое оборудование для возобновляемых источников энергии, таких как ветряная и солнечная энергия, материалы для повышения эффективности производства электроэнергии, экологически безопасные технологии в области транспорта и решения для сбережения и очистки воды.
- **снизит собственные выбросы** «парниковых» газов и повысит эффективность потребления электроэнергии.
- **предоставит информацию** общественности. GE обязуется информировать общественность о развитии данной инициативы.

**Продукты GE Технологии Воды и Процессов, имеющие сертификат Ecomagination:**

ABMet\* (Технология удаления тяжелых металлов); Advanced Membrane Technology; Опреснение; DusTreat\* (Технология контроля пыли); Электродеионизация E-Cell\* МК-3; ЭДР Electro dialysis Reversal\*; EAF (Технология флотации); Фильтры Homespring\*, MetClear\* (Реагенты для осаждения металлов); Низконапорные установки OSMO\* (PRO и Titan); Мембранная технология ZeeWeed\*; Решения по рекуперации энергии из отходов Waste-to-Value; Бессточные технологии очистки добываемой воды SAGD.



# GE Технологии Воды и Процессов

## Россия

Москва, 107023, Электростанционная ул., д. 27, стр. 8, этаж 5

Тел. (495) 937 28 80

Факс (495) 937 28 86

E-mail: [emea.commops@ge.com](mailto:emea.commops@ge.com)

<http://www.ge.com/water>

## Глобальная штаб-квартира

США, Trevose, PA

Тел. + 1-215-355-3300

Факс + 1-215-953-5524

E-mail: [custhelp@ge.com](mailto:custhelp@ge.com)

<http://www.ge.com/water>

\*Торговые марки General Electric Company; могут быть зарегистрированы в одной или нескольких странах.

©2008 General Electric Company,

Все права защищены.



GE imagination at work

ДжиИ Воображение в Действии