

**Membrane technologies seem to be the most appropriate tool for harmonious industrial progress with no accompanying detrimental environment effects.**

RAS academician N.A. Platé



**Мембранные технологии должны внести гармонию в отношения человека с природой...**

академик РАН  
Н.А. Платэ

## Information Sheets

*Bridge between environment and industry designed by membrane technology*

## Информационный листок

*Мембранные технологии: мост между промышленностью и окружающей средой*

MemBridge project is implemented with financial support of the European Union (NMP-FP7) by partners from 13 European research laboratories, which belong to the European Membrane House (European Membrane House - EMH), and 5 Russian **research and educational organizations**, which are the promoters of Russian Membrane Network. Besides, the project partners are the European, Russian, and one Kazakh innovative enterprises as well as organizations specializing in technologies transfer.

Проект *MemBridge* реализуется при финансовой поддержке Европейского Союза (NMP-FP7) партнерами из 13 европейских исследовательских лабораторий, которые входят в Европейский Мембранный Дом (European Membrane House - EMH), а также 5 российских исследовательских лабораторий, являющихся организаторами Российской Мембранной Сети. Кроме того, партнерами проекта являются европейские, российские и одно казахское инновационные предприятия, а также организации, специализирующиеся в трансфере технологий.

[www.euromemhouse.com](http://www.euromemhouse.com)  
NanoMemPro



Partners

[www.rusmembrane.net](http://www.rusmembrane.net)



*The project is aimed at the rapprochement of Europe and Russian Membrane Networks with the aim of mutually beneficial cooperation*

*Проект направлен на сближение российской и европейской мембранных сетей*

Within two years (from 1 May 2009 to April 30, 2011) the **project intends** to:

- create "horizontal" links between European and Russian experts in the field of membranes, and "vertical" links between research and industrial organizations to promote scientific results in this area ;
- contribute to the emergence of new scientific and technological partnerships, preparation and promotion of joint projects, in particular, in the context of the 7 th Framework Program of the European Union;
- promote high-tech business opportunities from the Atlantic to the Pacific Ocean.

### Work on the project includes:

- organization of meetings and conferences;
- assistance in the creation of scientific and industrial consortia, and the preparation of joint projects;
- training and development of young experts in the field of membrane science and technology;
- provide a MemBridge platform based on the European Membrane House and Russian Membrane Network web-sites, their interaction and exchange of information, in particular, about the developers and potential consumers of membrane technologies.

В течение двух лет (с 1 мая 2009 г. по 30 апреля 2011 г.)

### проект намерен:

- создать как «горизонтальные» связи между европейскими и российскими специалистами в области мембран, так и «вертикальные» связи между научными организациями и промышленными предприятиями для продвижения научных разработок в этой области;
- способствовать возникновению новых научно-технологических партнерств, подготовке и продвижению совместных проектов, в частности, в конкурсах 7-й Рамочной Программы Европейского Союза;
- продвигать высокотехнологичные бизнес-возможности от Атлантического до Тихого океана.

### Работа по проекту включает в себя:

- проведение встреч и конференций;
- помощь в создании научно-производственных консорциумов и подготовке совместных проектов
- обучение и развитие молодых экспертов в области мембранной науки и технологии;
- создание общей платформы MemBridge на основе web-сайтов "Европейский Мембранный Дом" и "Российская Мембранная Сеть" их взаимодействия и обмена информацией, в частности, о разработчиках и потенциальных потребителях мембранных технологий.



[www.euromemhouse.com](http://www.euromemhouse.com)



[www.rusmembrane.net](http://www.rusmembrane.net)

Организация Organization	Страна Country	Направление Direction in membrane science and technology
<b>Научные и образовательные организации *** Research and educational organizations</b>		
Европейский Мембранный Дом (европейский координатор) + 13 университетов и научных лабораторий <i>European Membrane House +13 universities and research laboratories</i>	Бельгия <i>Belgium</i>	Все виды мембран и процессов <i>All kinds of membranes and related processes</i>
Кубанский государственный университет (российский координатор) <i>Kuban State University (Russian coordinator)</i>	Россия <i>Russia</i>	Ионообменные мембраны и электромембранные процессы <i>Electro driven processes and ion-exchange membranes</i>
Институт общей и неорганической химии РАН им. Н.С. Курнакова <i>N.S. Kurnakov Institute of General and Inorganic Chemistry, Russian Academy of Sciences</i>	Россия <i>Russia</i>	Неорганические и гибридные мембраны; процессы на их основе <i>Inorganic and hybrid membranes, related processes</i>
Институт нефтехимического синтеза РАН им. А.В. Топчиева <i>A.V. Topchiev Institute of Petrochemical Synthesis, Russian Academy of Sciences</i>	Россия <i>Russia</i>	Мембраны и процессы газоразделения <i>Gas separation processes and membranes</i>
Институт кристаллографии РАН им. А.В. Шубникова <i>A.V. Shubnikov Institute of Crystallography, Russian Academy of Sciences</i>	Россия <i>Russia</i>	Трековые мембраны и процессы на их основе <i>Track membranes and processes</i>
Научно-исследовательский центр Владипор <i>Joint Stock Company Scientific and Technical Centre Vladipor</i>	Россия <i>Russia</i>	Баромембранные процессы, технологии и мембраны <i>Pressure driven processes, technologies and membranes</i>
<b>Инновационные предприятия ***Innovation enterprises</b>		
MEGA a.s.	Чехия <i>Czech Republic</i>	Электромембранные и гибридные технологии; ионообменные мембраны <i>Electro driven and hybrid technologies; ion-exchange membranes</i>
MTB Technologies Sp.Z o.o,	Польша <i>Poland</i>	Баромембранные технологии <i>Pressure driven technologies</i>
Aquamarijn Micro Filtration BV	Нидерланды <i>the Netherlands</i>	Баромембранные технологии <i>Pressure driven technologies</i>
Ceramiques Techniques Industrielles S.A.	Франция <i>France</i>	Неорганические мембраны <i>Inorganic membranes</i>
Инновационное предприятие «Мембранная технология» <i>Membrane Technology Innovation Enterprise</i>	Россия <i>Russia</i>	Электромембранные и гибридные технологии; ионообменные мембраны <i>Electro-driven and hybrid technologies; ion-exchange membranes</i>
ИП «Мембранная технология» <i>Membrane Technologies C.A.</i>	Казахстан <i>Kazakhstan</i>	Электромембранные и гибридные технологии <i>Electro driven and hybrid technologies</i>
<b>Трансфер технологий и формирование сетей *** Technology transfer and networking</b>		
DECHEMA Gesellschaft fur Chemische Technik und Biotechnologie E.V.	Германия <i>Germany</i>	Трансфер технологий и формирование сетей в химии и биотехнологиях <i>Technology transfer and networking in chemistry and biotechnologies</i>
Российская сеть трансфера технологий <i>Russian Technology Transfer Network (RTTN)</i>	Россия <i>Russia</i>	Информация о проектах; поиск партнёров, формирование сетей <i>Information on the projects, partner search, networking</i>
Региональный Межотраслевой Центр ЮгТехИнформ <i>Regional Inter-branch Centre Yugtechinform</i>	Россия <i>Russia</i>	Базы данных о потребителях мембранных технологий, поиск партнёров <i>Database on the users of membrane technology, search for partners</i>

**Contacts:**

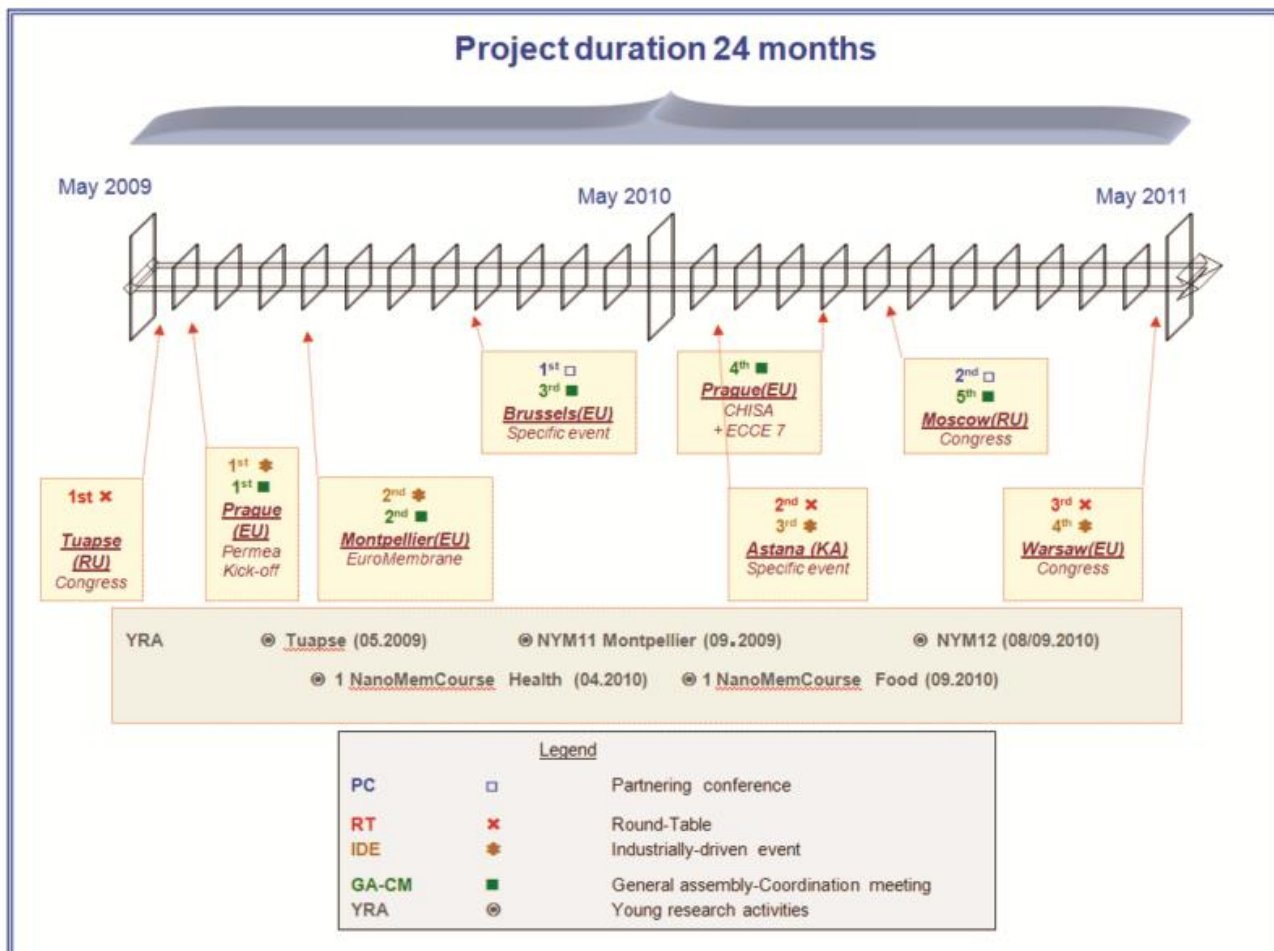
European Membrane House ([gilbert.rios@iemm.univ-montp2.fr](mailto:gilbert.rios@iemm.univ-montp2.fr));  
Kuban State University ([nikon@chem.kubsu.ru](mailto:nikon@chem.kubsu.ru));  
Russian Technology Transfer Network ([rttn@rttn.ru](mailto:rttn@rttn.ru)).

**Russian Membrane Network** is an open structure being in the way of formation. Any organization may be a **partner** of the Network.

**Контакты:**

Европейский мембранный дом ([gilbert.rios@iemm.univ-montp2.fr](mailto:gilbert.rios@iemm.univ-montp2.fr));  
Кубанский государственный университет ([nikon@chem.kubsu.ru](mailto:nikon@chem.kubsu.ru));  
Российская сеть трансфера технологий ([rttn@rttn.ru](mailto:rttn@rttn.ru)).

**Российская мембранная сеть** является открытой структурой и находится в стадии формирования. Любая научно-исследовательская, образовательная, промышленная организация и инновационная структура могут войти в эту сеть.



One of the objectives of the Russian Membrane Network, realized within the project is the creation of a website ([www.rusmembrane.net](http://www.rusmembrane.net)), which is seen as a tool for sharing information (in Russian and English versions) between any categories of people who are interested in membrane science and technology: scientists and engineers, developers and users of membrane technology, small and large companies. The site is also addressed to the general public, especially young people looking for exciting news in the field of science and technological progress.

Одной из задач Российской мембранной сети, выполняемой в рамках проекта, является создание веб сайта ([www.rusmembrane.net](http://www.rusmembrane.net)), который рассматривается в качестве инструмента для обмена информацией (на русском и английском языках) между любыми категориями людей, интересующихся мембранной наукой и технологией: учеными и инженерами; разработчиками и пользователями мембранной технологии; малыми и крупными компаниями. Сайт также адресован широкой общественности, в особенности молодым людям, ищущим захватывающие новости в области науки и технического прогресса.

Write to us ([membridge@kubsu.ru](mailto:membridge@kubsu.ru)), become a partner of the **Russian Membrane Network** and all the world will get to know the information about **you** and **your company**!

Напишите нам ([membridge@kubsu.ru](mailto:membridge@kubsu.ru)), станьте партнером **Российской мембранной сети** и весь мир узнает о **Вас** и **Вашей организации**!

[www.euromemhouse.com](http://www.euromemhouse.com)

*The first results of the Membridge project*



[www.rusmembrane.net](http://www.rusmembrane.net)

*Первые результаты проекта Membridge*

The First Partnership Conference was held in Brussels on December 7, 2009. It was attended by representatives (scientists and industrialists) of all areas of membrane science and technology, as well as by officers of the European Commission supervising the project. Besides the MemBridge partners, there were other experts who have taken part in the conference: T.V. Eliseeva (Voronezh State University), M.Yu. Chaika (JSC Voronezh Specialized Design Bureau), D.V. Adamovich (JSC "Radon, Moscow), F. Lutin (Eurodia, France), J. Benzaria (Technochim Engineering, France). The purpose of the event was the exchange of information between participants and the identification of partners / consortia as a basis for further development of scientific and technical cooperation in the field of membrane science and technology. The current state of baro- and electro-membrane processes, track, inorganic and hybrid membranes, gas separation processes and processes involving enzymes were described in the overview reports. During the discussions, the participants recognized the advantages of hybrid technologies, combining several membrane techniques and more traditional processes.

**A joint project within the Russian-French call FASIE - OSEO** is submitted. The members of the consortium are two SMEs, IE "Membrane Technology", Russia, and EURODIA INDUSTRIE SA, France, as well as the Kuban State University, Russia. The project aims to develop low-cost high-quality bipolar membranes and their introduction into electro-membrane technology for the processing of wine, juices, biomass, by-products of chemical industry and other. The application of electro-membrane technology in the processing of biomass is an effective "green" way of obtaining food and process amino acids and carboxylic acids. The latter (such as succinic and malic acids) constitute the molecular platform for the production of biodegradable polymers, designed to replace polyethylene.

**Первая Партнерская конференция (First Partnering conference) состоялась в Брюсселе 7 декабря 2009 г.** В ней приняли участие представители (ученые и промышленники) всех направлений мембранной науки и техники, а также офицеры Европейской Комиссии, курирующие ход выполнения проекта. Кроме партнеров проекта Membridge в работе конференции участвовали Т.В. Елисеева (Воронежский государственный университет), М.Ю. Чайка (ОАО Воронежское специализированное конструкторское бюро "Рикон"), Д.В. Адамович (ОАО «Радон, Москва), Ф. Лутин (Eurodia, Франция), Ж. Бензария (Technochim Engineering, Франция). Целью мероприятия был обмен информацией между участниками и выявление партнеров/консорциумов как основы для дальнейшего развития научно-технического сотрудничества в области мембранной науки и техники. В обзорных докладах было отражено современное состояние в области баро- и электромембранных процессов, трековых, неорганических и гибридных мембран, газоразделительных процессов и процессов с участием энзимов. В ходе дискуссий участники признали целесообразным развивать сотрудничество по созданию гибридных технологий, сочетающих в себе преимущества нескольких мембранных методов и более традиционных процессов.

**Подан совместный проект на российско-французский конкурс FASIE - OSEO.** Члены консорциума – ИП «Мембранная технология», Кубанский государственный университет, Россия и фирма Евродиа, Франция. Проект направлен на разработку недорогих качественных биполярных мембран и их внедрение в электромембранные технологии переработки вина, соков, биомассы, побочных продуктов химической промышленности. Применение электромембранных технологий в переработке биомассы – эффективный «зеленый» путь получения пищевых и технологических аминокислот и карбоновых кислот. Последние (такие как янтарная и яблочная кислоты) являются молекулярной платформой для производства биоразрушаемых полимеров, призванных вскоре заменить полиэтилен.

**Five Russian post-graduate students** (Kuban State University, Institute of General and Inorganic Chemistry RAS, Institute of Petrochemical Synthesis RAS) were actively involved in scientific and cultural programs of NYM (Mèze, France) and Euromembrane 2009 (Montpellier, France) International Conferences.



**Пять российских аспирантов** (Кубанский государственный университет, Институт Общей и неорганической химии РАН, Институт Нефтехимического синтеза РАН) приняли активное участие в научных и культурных программах международных конференций NYM (Мез, Франция) и Евромембраны'2009 (Монпелье, Франция).

They presented their research results in oral reports (NYM) and posters (Euromembrane' 2009); participated in the competition of young scientists, have learned a lot about the studies of their ages and recognized scientists, arriving from 49 countries. Their participation was funded by MemBridge, as well as by the European membrane Society (EMS) and the Russian Foundation for Basic Research (RFBR) under logistic support of Russian Membrane Network (RMN).

Они представили результаты своих исследований в устных докладах (NYM) и постерах (Евромембраны'2009), участвовали в конкурсе молодых учёных, узнали много нового о работах своих сверстников и признанных учёных и из 49 стран мира. Поездку финансировали MemBridge, а также Европейское мембранное общество (EMS) и Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ) при организационном содействии Российской мембранной сети (РМС).

**Contacts:**

European Membrane House ([www.euromemhouse.com](http://www.euromemhouse.com);  
[contact@euromemhouse.com](mailto:contact@euromemhouse.com))  
Russian membrane network ([www.rusmembrane.net](http://www.rusmembrane.net);  
[membridge@kubsu.ru](mailto:membridge@kubsu.ru))

**Контакты:**

Европейский мембранный дом ([www.euromemhouse.com](http://www.euromemhouse.com);  
[contact@euromemhouse.com](mailto:contact@euromemhouse.com))  
Российская мембранная сеть ([www.rusmembrane.net](http://www.rusmembrane.net);  
[membridge@kubsu.ru](mailto:membridge@kubsu.ru))

## Ion exchange membranes and electro-membrane technologies

## Монообменные мембраны и электро-мембранные технологии

### Fields of application:

- ◆ Chemical industry
- ◆ Environmental protection
- ◆ Biotechnology
- ◆ Public health
- ◆ Food
- ◆ Energy

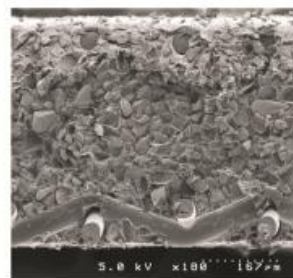
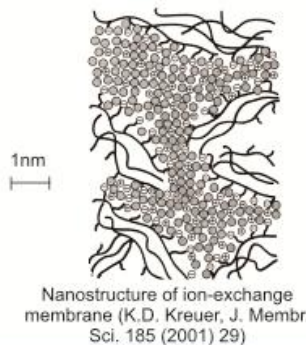
### Области приложения :

- ◆ Химическая промышленность
- ◆ Защита окружающей среды
- ◆ Биотехнология
- ◆ Здоровье населения
- ◆ Продукты питания
- ◆ Энергетика

**Ion exchange membranes (IEM)** are nanoporous materials. The structure of the membrane can be represented as a hydrophobic polymer matrix containing within itself a network of hydrophilic channels, the walls of which bear an electrical charge. The distance between the walls of the channels is a few nanometers, the ions with the charge of the same sign as the walls (co-ions) are pushed out by Coulomb forces. The wall charge causes filling of the channels with water (or other solvent) and charge carriers: ions of opposite sign of charge (counterions). **This structure determines permselectivity of the membrane to counterions: cations in cation-exchange or anions in anion-exchange membranes.**

**Ионообменные мембраны (ИОМ)** – это **нанопористые материалы**. Структуру мембраны можно представить как гидрофобную полимерную матрицу, содержащую внутри себя сеть гидрофильных каналов, стенки которых несут электрический заряд. Расстояние между стенками каналов составляет несколько нанометров; при этом ионы, имеющие тот же знак заряда, что и стенки канала (коионы), выталкиваются из него кулоновскими силами. Заряд стенок обуславливает наполнение канала водой (или другим растворителем) и переносчиками электричества: ионами противоположного знака заряда (противоионами). Такая структура мембраны определяет ее **селективную проницаемость для противоионов и катионов в катионообменных или анионов в анионообменных мембранах.**

Among commercial monopolar ion exchange membranes, they distinguish homogeneous membrane with the structural heterogeneity at the nanometric level (e.g. Nafion), and heterogeneous membranes (e.g. MA-40), in which the particles of ion exchange resin (having a structure similar to the homogeneous membranes) with a size of 10-50 microns are distributed in an inert binder (e.g. polyethylene).



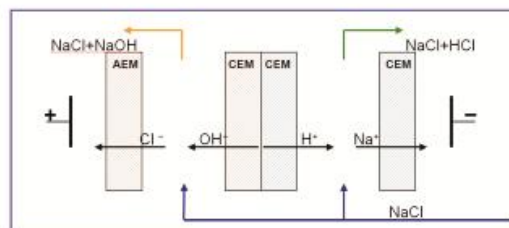
Heterogeneous MA-40 membrane

Среди коммерческих монополярных ионообменных мембран выделяют **гомогенные** мембраны, имеющие структурную неоднородность на нанометрическом уровне (например, Nafion), и **гетерогенные** мембраны (например MA-40), в которых частицы ионообменной смолы (имеющей структуру, аналогичную гомогенным мембранам) размером 10-50 мкм распределены в инертном связующем (например, полиэтилене).

**Bipolar membranes** are of particular interest. These membranes are composed of a cation-exchange and an anion-exchange layers. In an imposed electric field, cations and anions move from the bipolar interface to the external solution; that results in depletion of the interface in relation to the salt ions. Then the charge transfer is ensured by new carriers, the ions  $H^+$  and  $OH^-$ , which are generated by water splitting reaction. The reaction proceeds in a thin boundary layer of thickness 1-2 nm, where it is accelerated by the catalytic participation of functional groups or specially introduced catalysts, as well as by a strong electric field inside the electrical double layer.

Особый интерес представляют **биполярные мембраны**. Это двуслойные мембраны, состоящие из катионо- и анионообменного слоя. В наложенном электрическом поле катионы и анионы движутся от биполярной границы во внешний раствор, в результате чего наступает истощение этой границы по ионам соли. Перенос заряда обеспечивается новыми переносчиками, ионами  $H^+$  и  $OH^-$ , которые образуются вследствие диссоциации воды. Реакция протекает в тонком пограничном слое толщиной 1–2 нм, где она ускоряется каталитическим участием функциональных групп или специально введенных катализаторов, а также мощным электрическим полем внутри двойного электрического слоя.

The generation of ions  $H^+$  and  $OH^-$  in ED cell with bipolar membrane allows one to obtain solutions with controlled pH value up to concentrated (2-3 M) solutions of acids and alkalies.



Генерация ионов  $H^+$  и  $OH^-$  в ЭД ячейке с биполярной мембраной позволяет получать растворы с контролируемым значением pH вплоть до концентрированных (до 2-3 M) растворов кислот и щелочей.

## Ion-exchange membranes (IEM) and electro-membrane technologies

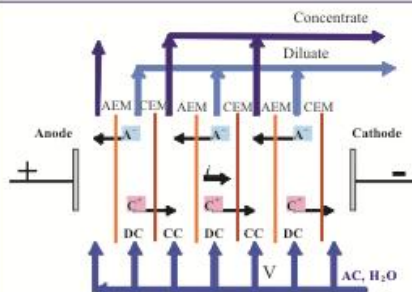


## Ионообменные мембраны и электро-мембранные технологии

IEMs are used in **analytical chemistry** (sensors, electro-chromatographic separation); **for the selective transfer of protons** (fuel cells) and in **microfluidics** (micropumps, electrophoresis), but the most important application is **electrodialysis**.

ИОМ применяют в **аналитической химии** (сенсоры, электро-хроматографическое разделение); **для селективной доставки протонов** (топливные элементы) и **электрогидродинамического перемещения жидкостей** (микронасосы), но важнейшим из приложений является **электродиализ**.

Electrodialysis is a separation process consisting in simultaneous removal of cations ( $C^+$ ) and anions ( $A^-$ ) from an aqueous (or organic) solution.  $C^+$  passes through cation-exchange membrane (CEM) and ( $A^-$ ) through an anion-exchange one (AEM) under the action of an electric field. These membranes form a desalination (DC) and concentration (CC) channels.

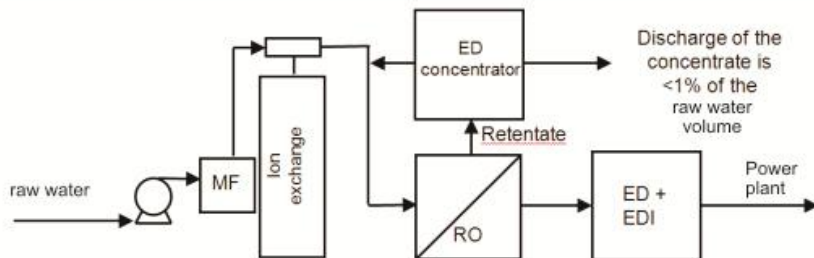


Суть электродиализа сводится к одновременному выведению из водного (или органического) раствора катионов ( $C^+$ ) через катионообменную (МС) и анионов ( $A^-$ ) через анионообменную (МА) мембраны под действием наложенного электрического поля. Эти мембраны образуют камеры обессоливания (DC) и концентрирования (CC).

The final product may be a **solution with modified ionic composition, desalted solution** and (or) **concentrate**. Hydraulically isolated CC are used for **extremely concentrated** (close to saturation) solutions.

Recently, **hybrid technologies** including ion-exchange, baromembrane (microfiltration, MF, reverse osmosis, RO) and electro-membrane processes seem to be the most efficient.

Конечным продуктом может быть **раствор с изменённым ионным составом, обессоленный раствор** и (или) **концентрат**. Для получения **предельно концентрированных растворов** (близких к насыщенным) используются гидравлически изолированные камеры концентрирования. В последнее время наиболее эффективными представляются **гибридные технологии**, включающие ионный обмен, баромембранные (микрофильтрация, МФ; обратный осмос, ОО) и электромембранные процессы.



This process flowsheet shows the hybrid membrane complex for the production of feed water production at a heat power plant. The set up is elaborated by "IE Membrane Technology" (Russia) and JSC "Membrane Technologies" (Kazakhstan).

### Towards ZLD (zero liquid discharge) technologies.

The ions of hardness are removed by sodium cation exchange. The demineralization up to a concentration of 10-50 mg / L is realized using a RO module. The remaining ionic impurities are extracted in an EDI module with simultaneous adjustment of pH: ion-exchange filling and / or profiled membranes are applied. The retentate after RO is additionally concentrating by an ED-concentrator. Since the feed water is pre-soften, the risk of precipitation is absent. A part of the concentrate is used for the regeneration of ion-exchange columns. The salt concentration can be increased up to 150-200 g / L, thus reducing the volume of liquid effluent <1% of the raw water.

Технологическая схема гибридного мембранного комплекса для получения питающей воды на ТЭЦ. Разработка ООО «ИП Мембранная технология» (Россия) и ОАО «Мембранные технологии» (Казахстан).

### На пути к бессточным технологиям.

Ионы жёсткости удаляются путем натрий-катионирования. Деминерализация до концентрации 10-50 мг/л осуществляется обратноосмотическим модулем. Оставшиеся ионные примеси извлекаются в ЭД модуле с одновременной корректировкой pH; используется ионообменная засыпка и/или профилированные мембраны. Ретентат после ОО доконцентрируется с помощью ЭД-концентратора. Часть концентрата отводится для регенерации ионообменных колонн. Поскольку исходная вода предварительно умягчена, осадкообразование отсутствует и концентрацию солей можно довести до 150-200 г/л, снизив тем самым объем жидких стоков до 1% от объема исходной воды.

### Contacts:

European Membrane House ([www.euromemhouse.com](http://www.euromemhouse.com);  
contact@euromemhouse.com)  
Russian membrane network ([www.rusmembrane.net](http://www.rusmembrane.net);  
membridge@kubsu.ru)

### Контакты:

Европейский мембранный дом ([www.euromemhouse.com](http://www.euromemhouse.com);  
contact@euromemhouse.com)  
Российская мембранная сеть ([www.rusmembrane.net](http://www.rusmembrane.net);  
membridge@kubsu.ru)

Write to us, become a partner of the **Russian Membrane Network** and all the world will get to know the information about you and your company !

Напишите нам, станьте партнером **Российской мембранной сети** и весь мир узнает о Вас и Вашей организации !