

# Настоящее и будущее полимеров в России

А.М. Музафаров,

*По материалам проекта Научного совета по ВМС*

*«Полимеры будущего»*

*Руководитель: академик А.Р.Хохлов*

Заседание Президиума РАН

**29.03.2022**

План доклада

Биомиметическая концепция утилизации полимерного мусора

Полимерная наука России на марше

Производство полимеров в России

Наши предложения по развитию полимерного сектора экономики  
(тесно переплетающиеся линии)

# ХИМИЯ В XXI ВЕКЕ: ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДЛЯ РОССИИ

© 2022 г. М. П. Егоров (а),\*, А. Л. Максимов (b),\*\*, А. М.  
Музафаров(с,d),\*\*\*, Н. Э. Нифантьев(а),\*\*\*\*, А. Ю.  
Цивадзе(е),\*\*\*\*\*

*аИнститут органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН, Москва, Россия*

*бИнститут нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, Москва, Россия*

*сИнститут элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН,  
Москва, Россия*

*дИнститут синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова  
РАН, Москва, Россия*

*еИнститут физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН,  
Москва, Россия*



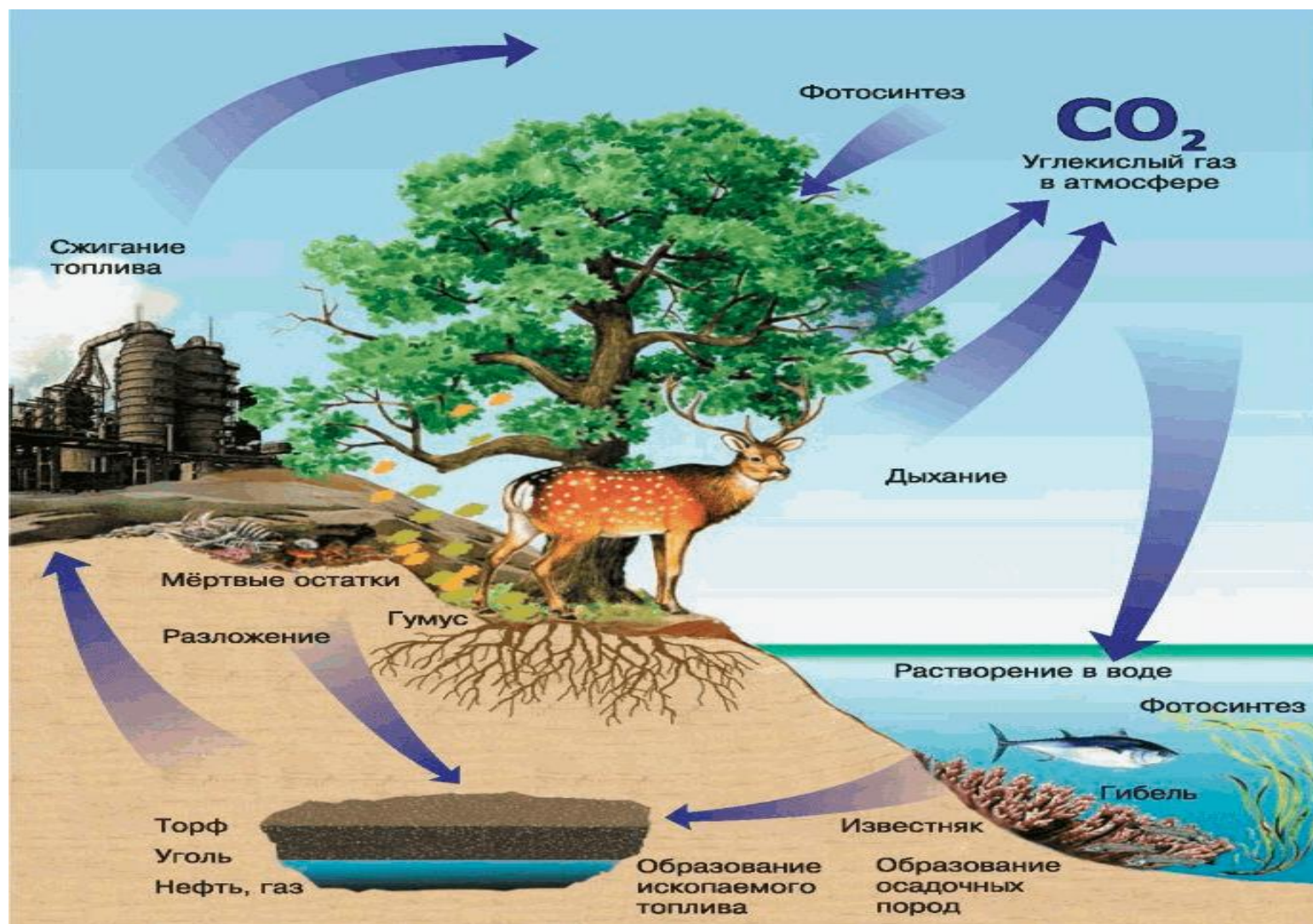
H. Staudinger in his lab at the ETH  
Zürich

In 1920 H. Staudinger claimed that polymers like natural rubber, starch, cellulosis, proteins and polystyrene are covalently linked macromolecules rather than colloidal aggregates of small molecules.

**He did not have much much scientific support**

H. Staudinger „Über Polymerisation“  
Chem. Berichte 1920, 53, 1073-1086

Тезис второй. Штаудингер не открыл методы получения полимеров, он открыл тот факт, что множество веществ вокруг нас имеют цепное строение. Значение его открытия заключается в том, что с его помощью человечество получило шанс осознать, что форма существования жизни на Земле имеет полимерную природу.



**2019 г. → в мире произведено 370 млн тонн пластика**

**1950 – 2015 гг. → в мире произведено более 8 млрд тонн пластика**



- ! Очистка планеты от накопившегося мусора
- Минимизация его распространения в будущем

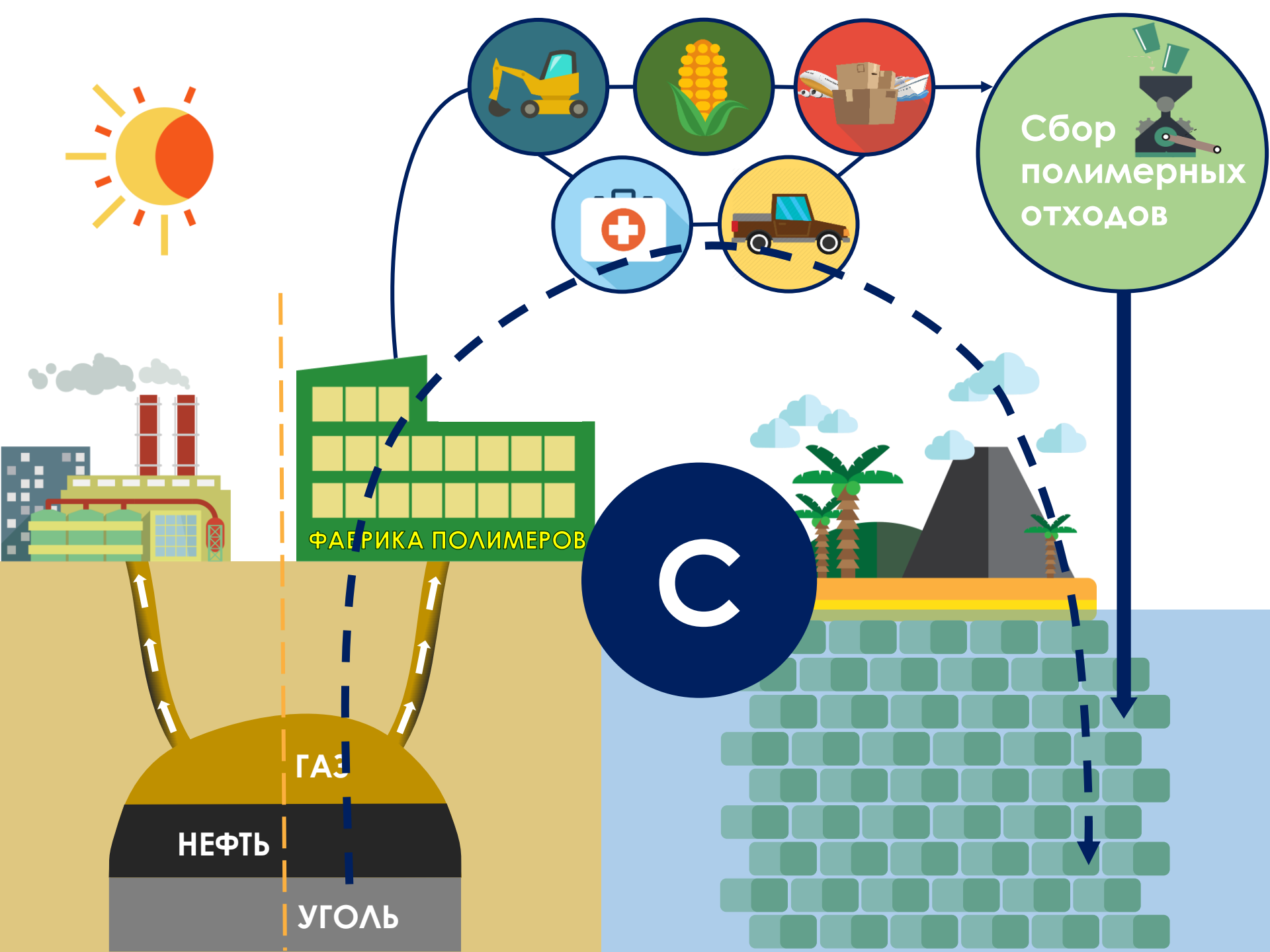
**К 2050 г. → в мире будет  
26 млрд тонн пластика**





## ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ







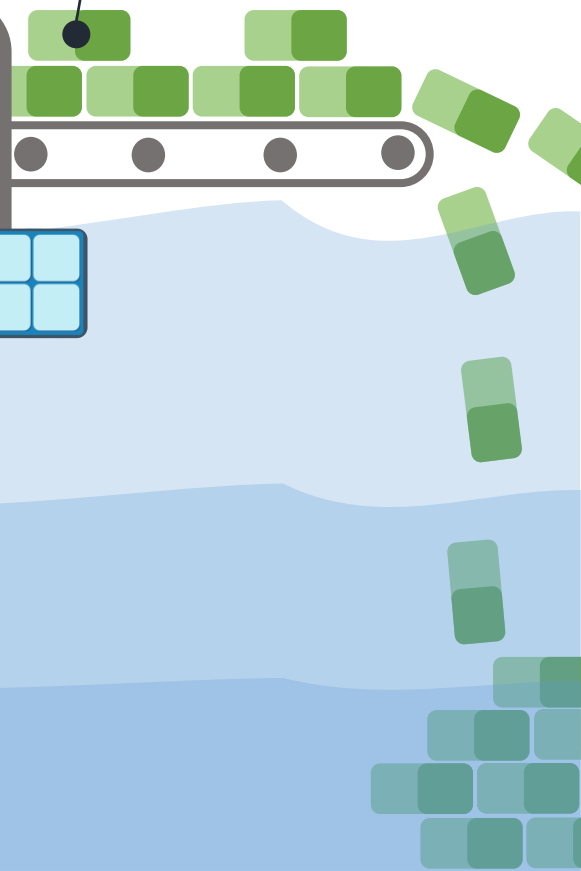


**СВЯЗУЮЩЕЕ**



**СОЛНЕЧНЫЕ БАТАРЕИ**  
ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ  
ОТ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ  
ИСТОЧНИКОВ

**КОМПОЗИТНЫЕ  
СТРОИТЕЛЬНЫЕ  
БЛОКИ**



ХИМИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ  
ПРЕОБРАЗОВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ  
ЭНЕРГИИ

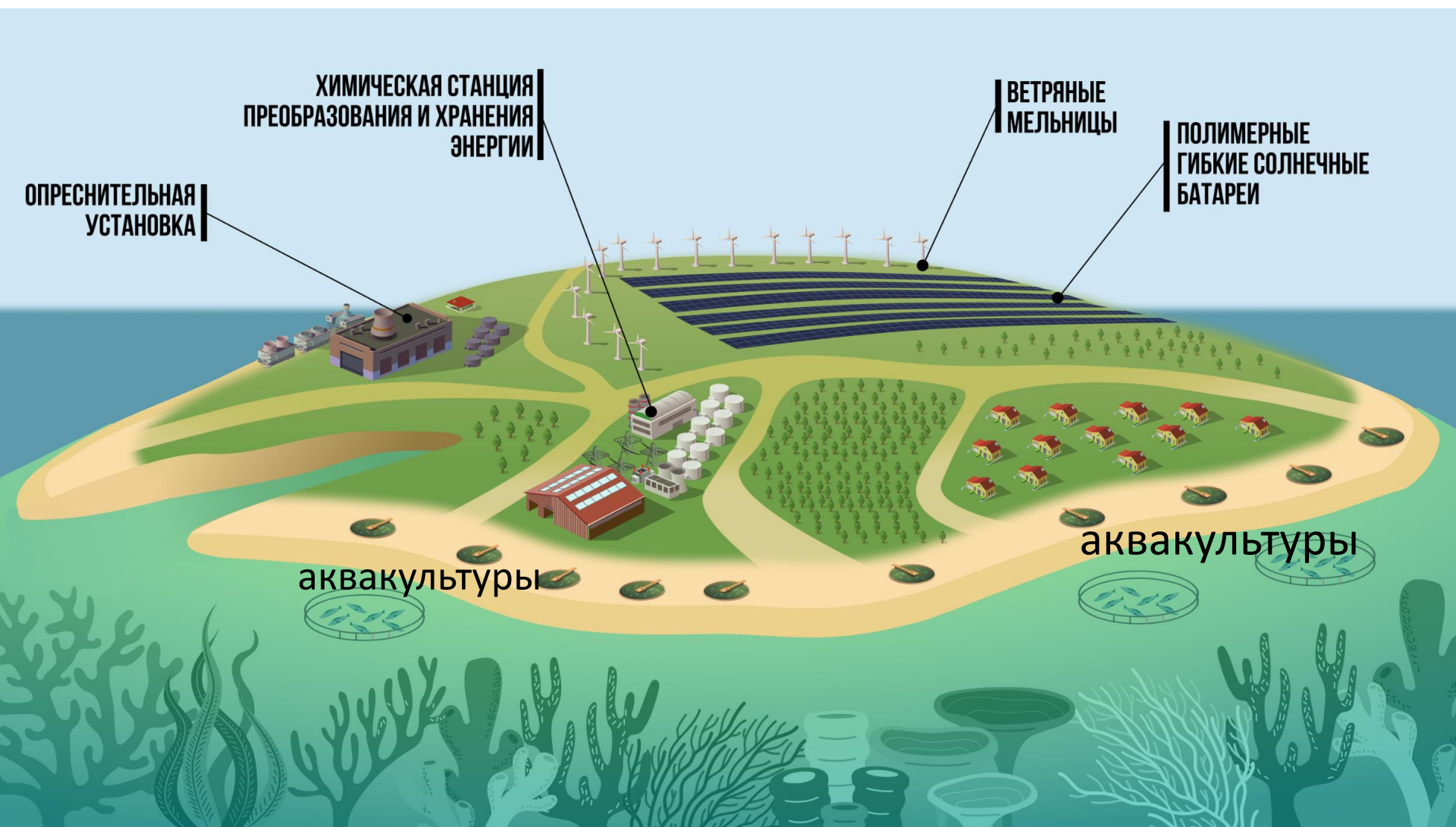
ОПРЕСНИТЕЛЬНАЯ  
УСТАНОВКА

ВЕТРЯНЫЕ  
МЕЛЬНИЦЫ

ПОЛИМЕРНЫЕ  
ГИБКИЕ СОЛНЕЧНЫЕ  
БАТАРЕИ

аквакультуры

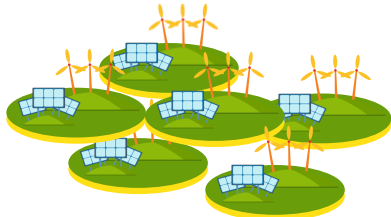
аквакультуры



ТОНН

ОСТРОВОВ

10



100

ГЕКТАР



1  
млн

жидкого  
стекла

100  
млн



связующего

5  
млрд



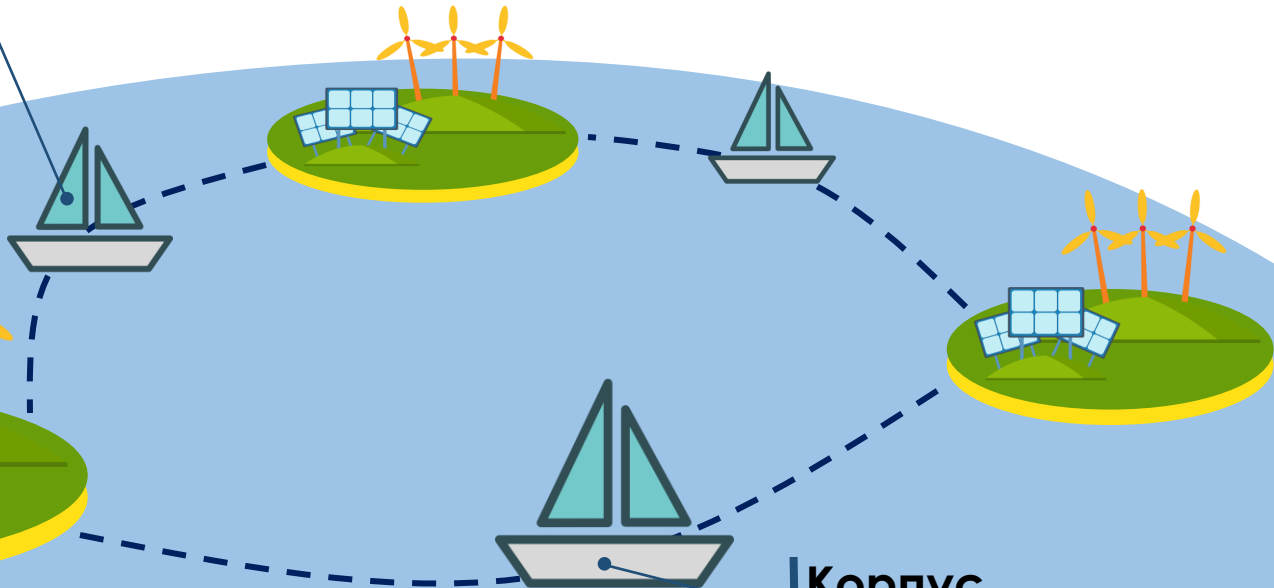
пустой  
породы

10  
млрд



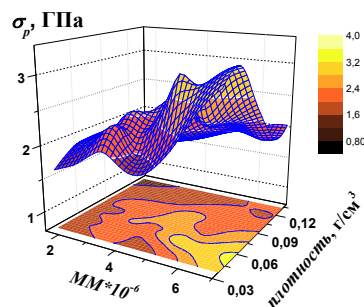
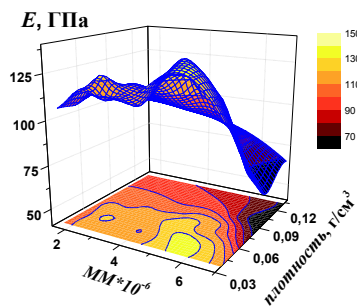
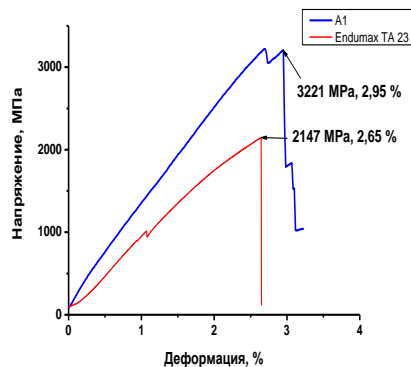
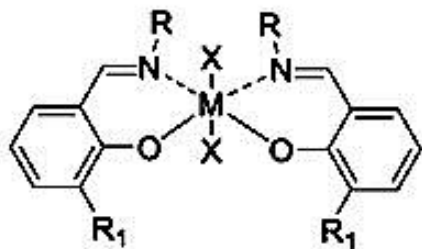
полимерных  
отходов

Паруса-  
солнечные  
батареи



Корпус  
из полимера

**Завершена разработка научно-технологических основ синтеза сверхвысокомолекулярного полиэтилена с использованием новейших типов пост-металлоценовых катализаторов и получения высокопрочных и высокомодульных материалов и изделий на его основе для различных областей применения, включая «арктические» и специальные.**



**Разработка передана на стадию освоения опытного производства.**

**ИСПМ РАН: чл.-корр. РАН Озерин А.Н.**

**ИК СО РАН: чл.-корр. РАН Иванчев С.С.  
проф. РАН Адонин Н.Ю.**



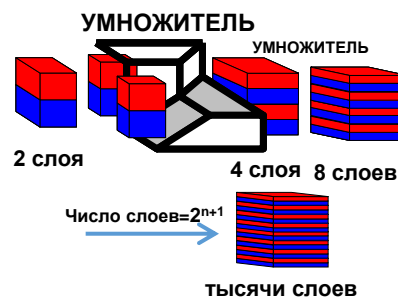
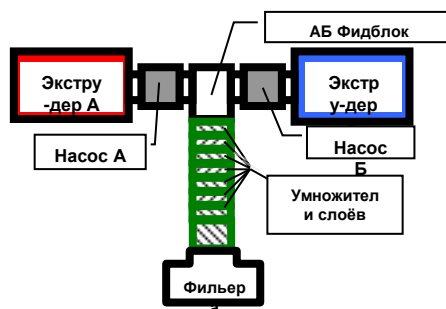


# Многослойные полимерные структуры полученные методом мультислойной соэкструзии

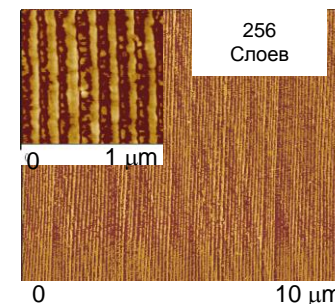


## Технология мультислойной соэкструзии

### Установка для соэкструзии и схема умножения слоёв

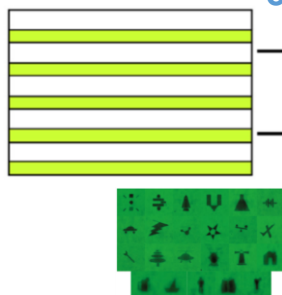


### Структура плёнок

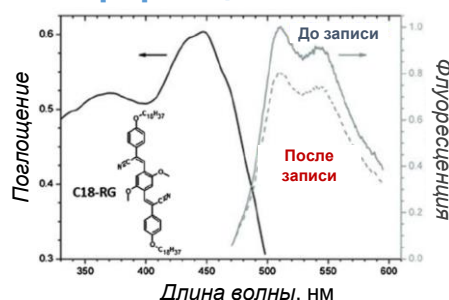


Метод позволяет получать новые полимерные и гибридные композиционные материалы с комплексом уникальных свойств

### 3D носители информации

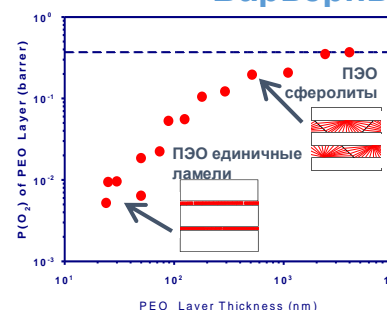


Буферный слой ПВДФ, 3 мкм  
Активный слой с люминофором, 0.3 мкм

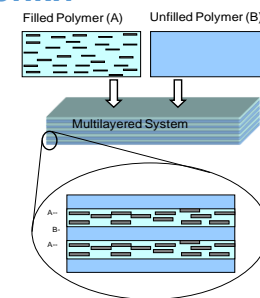


Оптические диски с высокой плотностью записи и технологичным способом изготовления

### Барьерные плёнки



Низкая газопроницаемость с использованием коммерчески доступных материалов для упаковки и изоляции



**Полиимиды (ПИ)** – перспективные высокотемпературные связующие, функциональные полимеры широкого спектра применения (как в гражданских, так и в военных областях). **В настоящее время в РФ не производятся.** Постоянная рабочая температура ПИ от -270°C до 300°C, выдерживают кратковременное воздействие температур более +350°C. Полиимиды предназначены для изготовления высокоэффективных деталей, эксплуатируемых при высокой скорости кручения, воздействии высоких или низких температур, в условиях глубокого вакуума, воздействии агрессивных сред и др. Полиимиды характеризуются высоким сроком службы.



ИВС РАН (Санкт-Петербург) – отечественный лидер в разработке новых полиимидных связующих и материалов на их основе, в том числе композитов (для 3d печати, для газопламенного напыления, для изготовления конструкционных крепежных изделий, изделий, прозрачных для СВЧ-излучения, в том числе МРТ-установок, для изготовления контейнеров для хранения крови, для изготовления покрытий свинцовых кабелей нефтепогружных насосов и мн. др.)



В рамках сотрудничества с АО ОСК, ИВС РАН разработал промышленную технологию изготовления крепежных изделий из ПИ, сформировал отечественный рынок ПИ не менее 2 тонн/год. СИБУР заинтересован в производстве ПИ при наличии отечественного рынка > 1000 тонн/год. **Требуется участие Минпромторга для формирования общей потребности в подобных материалах.**

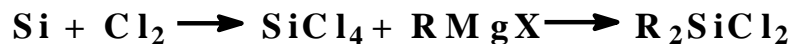


СИБУР, НИОСТ – в сотрудничестве с ИВС РАН заинтересован (2021 год) организовать опытное производство ПИ в Томске (50-100 кг/мес). **В настоящее время все подобные проекты в СИБУРЕ заморожены.**

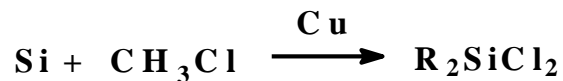
# • Получение силиконов



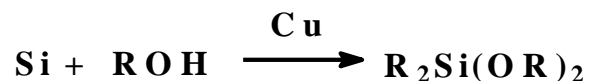
## 1-ое поколение:



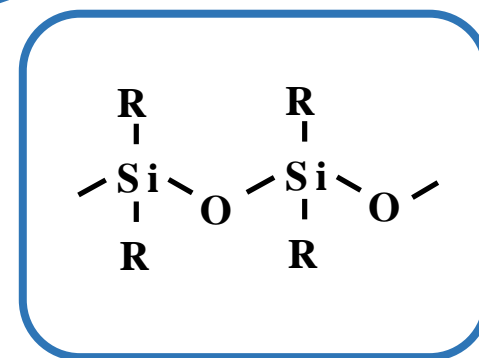
## 2-ое поколение:



## 3-е поколение:

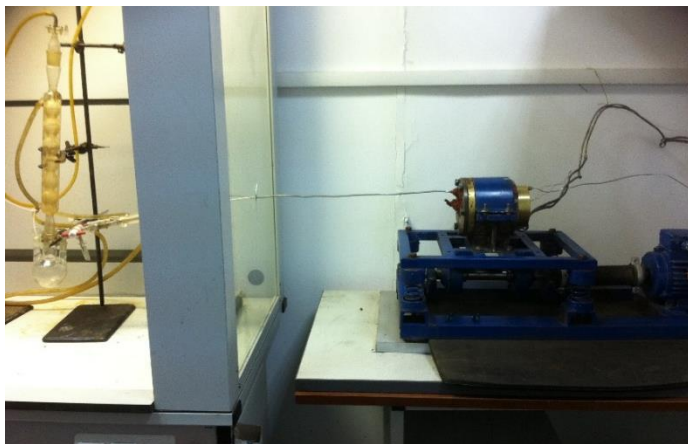


## 4-ое поколение:

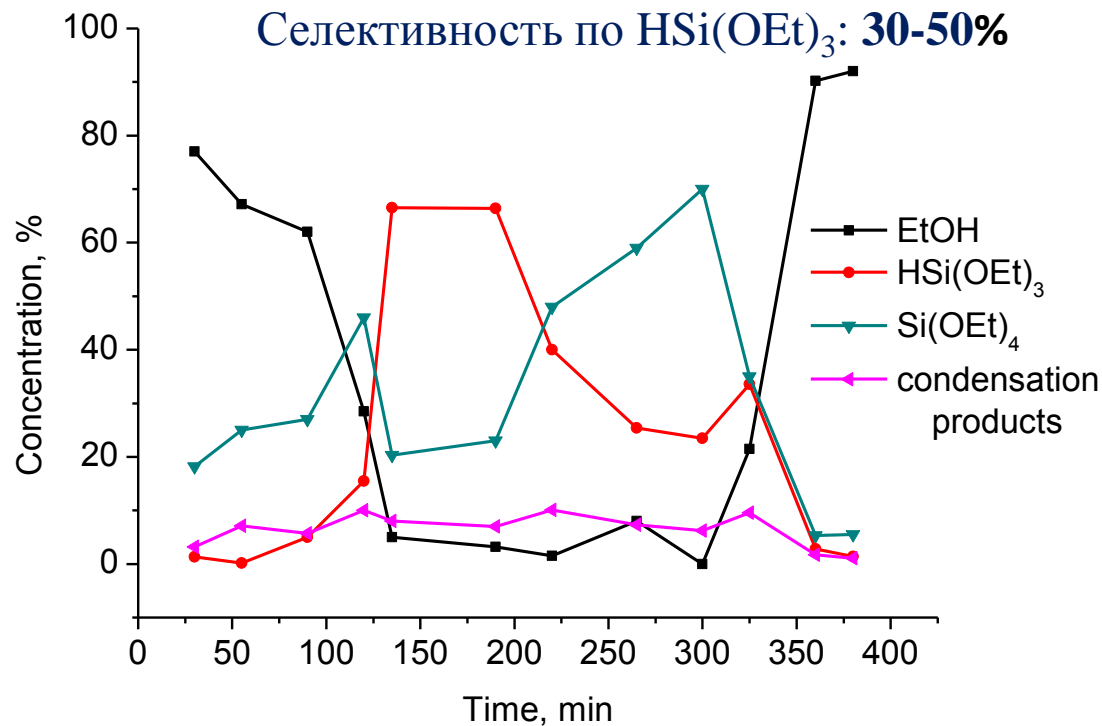




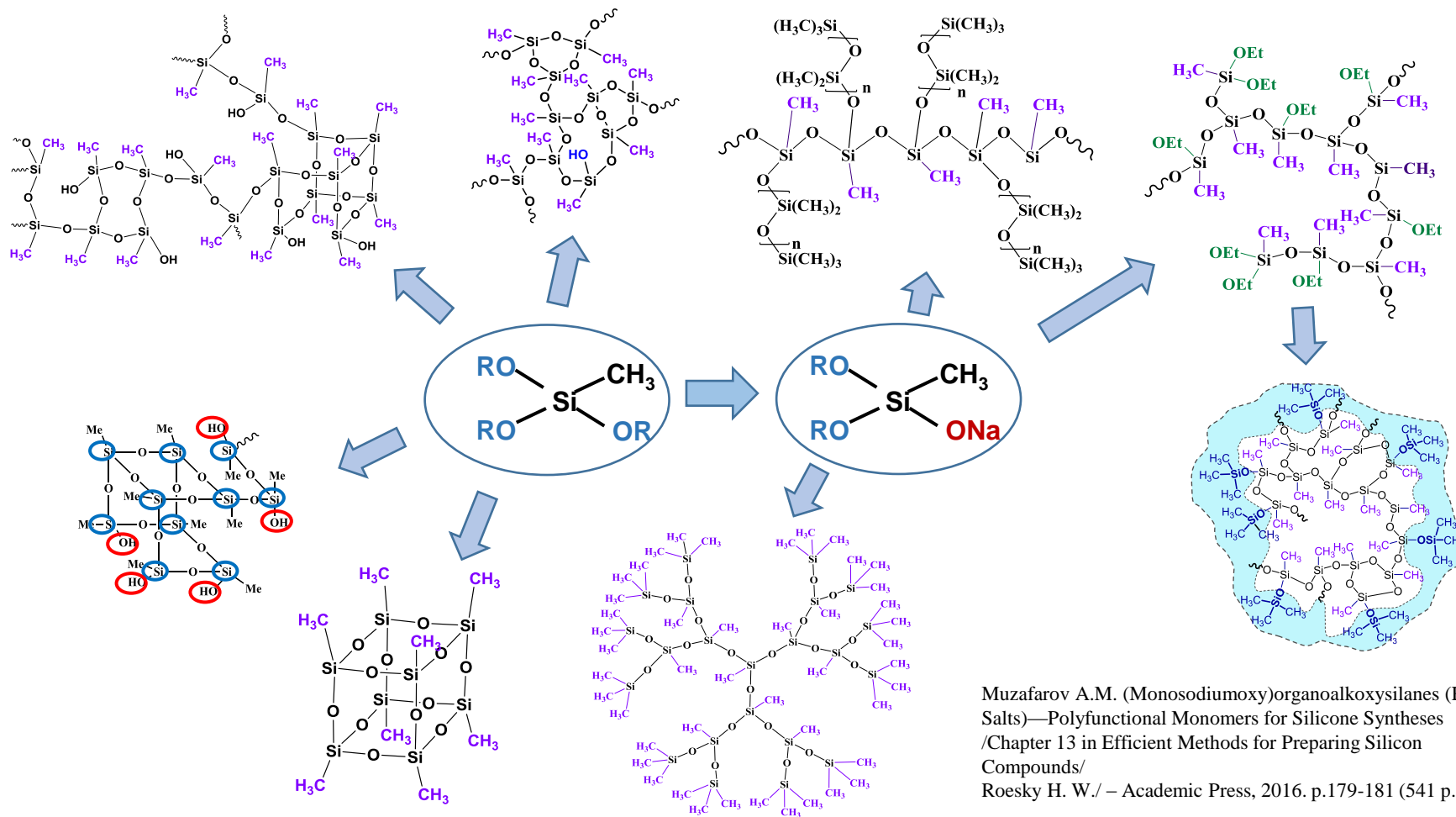
# Виброреактор, выполненный из латуни



Конверсия Кремния: **75-90%**  
Селективность по  $\text{HSi}(\text{OEt})_3$ : **30-50%**

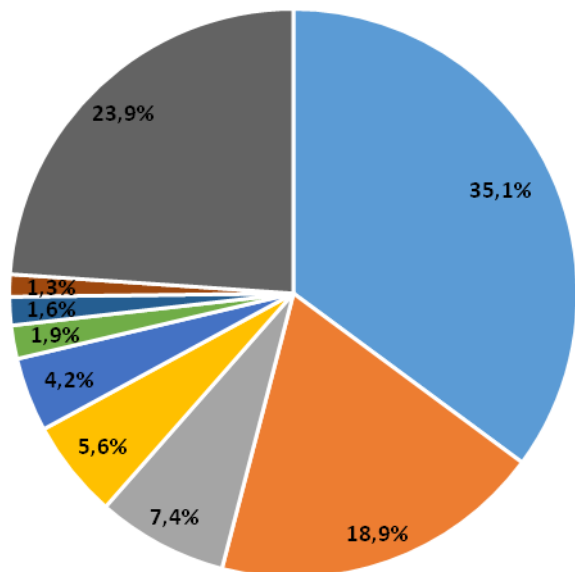


## От алкоксисиланов к новым силиконам



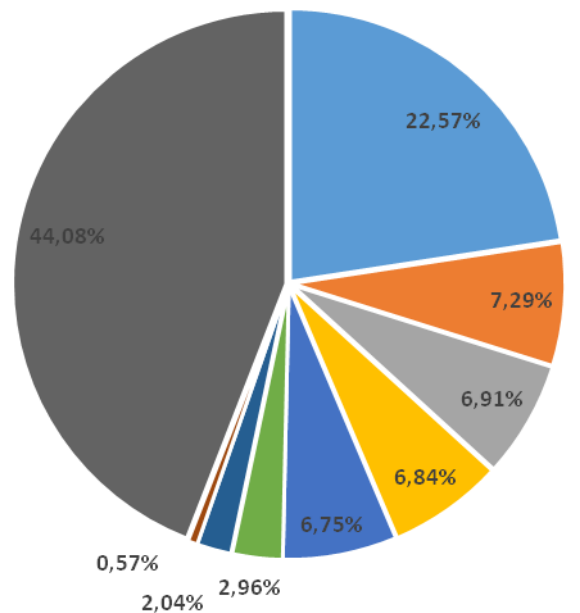
Muzafarov A.M. (Monosodiumoxy)organoalkoxysilanes (Rebrov Salts)—Polyfunctional Monomers for Silicone Syntheses /Chapter 13 in Efficient Methods for Preparing Silicon Compounds/  
Roesky H. W./ – Academic Press, 2016. p.179-181 (541 p.)

### Экспорт 19,9 млн долл. США



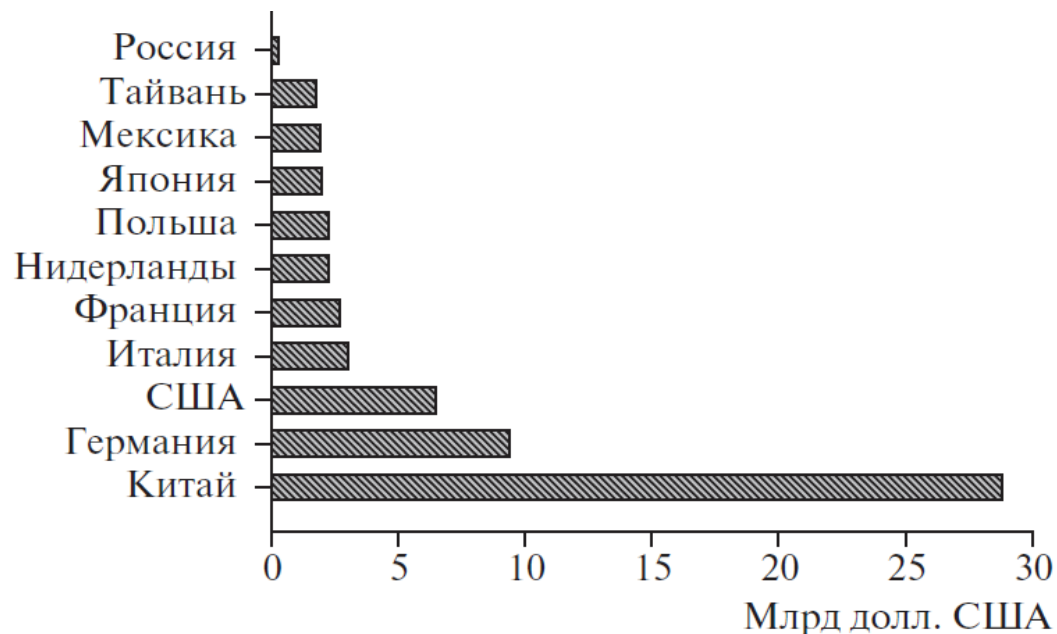
- Минеральные удобрения
- Продукция нефтехимии (первичные полимеры, каучуки и др.)
- Изделия из пластмасс
- Шины
- Аммиак
- Метанол
- Лакокрасочные материалы
- Резинотехнические изделия
- Прочая продукция органической и неорганической химии
- Красители пигменты

### Импорт 24,0 млн долл. США

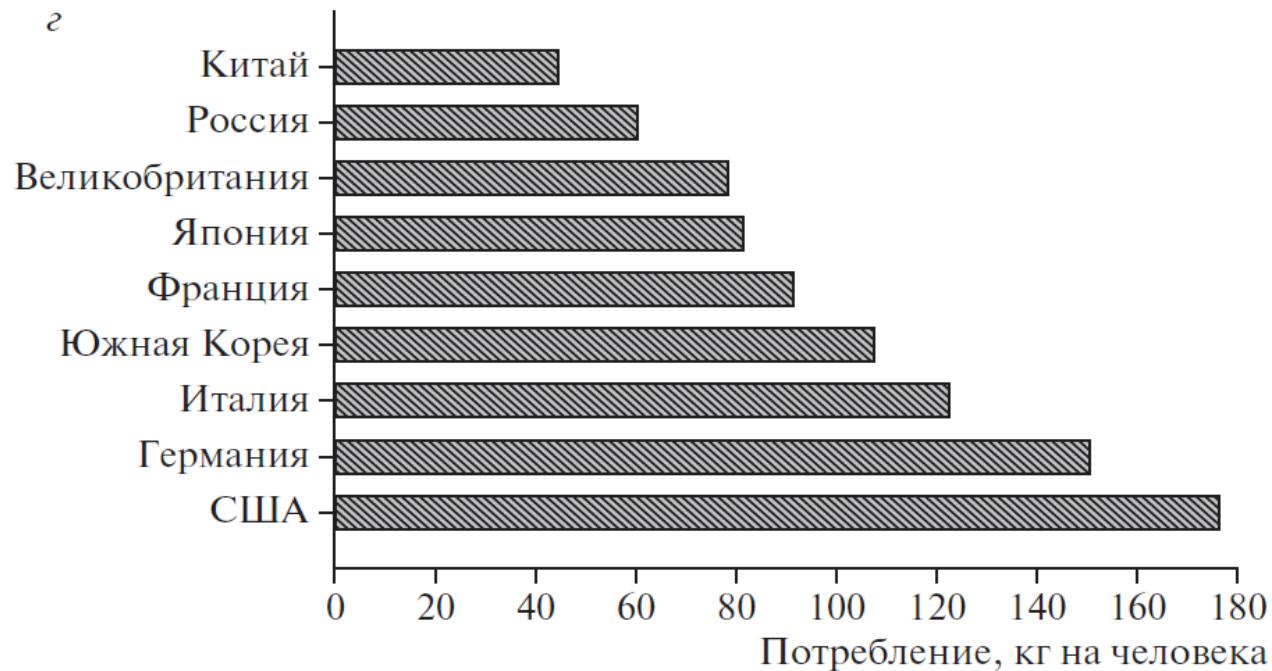


- Изделия из пластмасс
- Продукция нефтехимии (первичные полимеры, каучуки и др.)
- Шины
- Лакокрасочные материалы
- Резинотехнические изделия
- Химические средства защиты растений
- Химические и синтетические волокна и нити
- Красители пигменты
- Прочая продукция органической и неорганической химии

в



г



**Россия к 2030 году может утроить выпуск полимеров**  
**Производство полиолефинов в России к 2030 году, согласно реалистичному сценарию, может вырасти до 12,6 млн т. По оптимистичному прогнозу— увеличится в 3,2 раза, до 15,8 млн тонн. Об этом рассказал замруководителя Аналитического центра ТЭК» при Минэнерго России Анастас ГАТУНОК на конференции «Полиолефины-2021». Она прошла в «Казань Экспо» в рамках Татарстанского нефтегазохимического форума.**

**Самую большой вклад в эти цифры внес запуск СИБУРом комплекса «ЗапСибНефтехим». Его спикер назвал самым знаменательным событием в нефтехимии за последнее время. В 2020 году комплекс произвел 1,2 млн т полиэтилена и 450 тыс. т полипропилена. Всего в стране за прошлый год произвели 4,9 млн т полиолефинов. 23% рынка приходится на группу ТАИФ.**

**ПЭВП и гомополимеры также лидируют в структуре экспорта полимеров из России. Он на фоне пуска тобольского «ЗапСибНефтехима» вырос почти в 3 раза за последние 6 лет и составил 1,9 млн тонн. Крупнейшие потребители экспортных объемов полиолефинов из России — Китай, Турция, Казахстан и Беларусь. Их общая доля составляет 75%.**





Российская промышленность в области полимеров с момента изменения механизма хозяйствования взяла курс на глубокую интеграцию в международное разделение труда по производству полимеров и в целом ряде областей занимает лидирующие позиции. Например, в области производства полиолефинов (полиэтилен, полипропилен). С точки зрения экономической эффективности полимерный бизнес РФ нацелен на приобретение самых перспективных западных технологий и их осажение в РФ.

**первое, организовать работу по созданию программы возрождения химического Комплекса страны опережающими темпами; необходимо создание рабочей группы при Минпромторге с участием представителей ОХНМ РАН и профильных Научных советов РАН, (в идеале при Минхимпроме);**

**второе, воссоздание министерства химической промышленности для руководства государственным сектором химической промышленности, проведение национализации производственных площадок 10-12 «Химпромов» построенных в период программы химизации СССР и организации на этой базе крупных многопрофильных химических кластеров, обеспечивающих основную номенклатуру базовых химических продуктов необходимых для независимого функционирования экономики страны;**

**третье, создание на основе алгоритмов экспертизы профильного Отделения пояса малых предприятий в составе вновь создаваемых химических кластеров, в том числе и вокруг профильных академических институтов, для разработки критической номенклатуры химической продукции высоких переделов для скорейшего решения проблемы эффективного импортозамещения;**

**четвертое, воссоздать московский институт химического машиностроения в качестве самостоятельной единицы для реализации программы подготовки специалистов по разработке химического оборудования и в первую очередь для переработки полимеров;**



Об ускорении развития химической промышленности и особенно производства синтетических материалов и изделий из них для удовлетворения потребностей населения и нужд народного хозяйства». За 1961—70 возросли капитальные вложения в Х. п. и нефтехимическую промышленность. Объём их составил 19,7 млрд. руб. Были построены Щёкинский (1961), Невинномысский (1962), Кедайнский (1962), Черкасский (1965), Навоийский (1965), Полоцкий (1968) химические комбинаты; Ферганский (1962), Гродненский (1963), Ионавский (1964), Дорогобужский (1965) заводы азотных удобрений; Чарджоуский (1960), Сумгаитский (1961), Уваровский (1966), Джамбульский (1968) суперфосфатные заводы; Черкасский (1961), Черниговский (1962), Кировоаканский (1962), Балаковский (1963), Даугавпилсский (1963), Светлогорский (1964), Руставский (1964), Волжский (1966) заводы химического волокна и др. Осваивались новые источники горно-химического сырья. На базе Старобинского месторождения (Минская обл.) введены в эксплуатацию 1-й, 2-й и 3-й Солигорские калийные комбинаты (1963, 1965, 1969), на базе Стебниковского месторождения (Львовская обл.) — Стебниковский калийный комбинат (1966), Кингисеппского месторождения фосфоритов (Ленинградская обл.) — Кингисеппский рудник и комбинат «Фосфорит», крупного месторождения серы в Карпатах (Львовская обл.) — Яворовский горно-химический комбинат (1970). Возросло производство химического оборудования, в 3,3 раза увеличились затраты на научно-исследовательские работы, что привело к значительному росту объёма производства продукции Х. п. (см. табл. 1).



Производство синтетических смол и пластических масс с 1960 по 1976 год увеличилось с 300 тыс. тонн до 3-млн. тонн.  
Синтетических волокон с 211 тыс. тонн до 1020 тыс. тонн