

Профессор  
Воротынцев  
Илья Владимирович

# Создание лаборатории мирового уровня



---

**SMART полимерных  
материалов и  
технологий**  
*научно-образовательный  
центр*



# SMART PolyMaT

---



# Публикационная активность за 2020 год



Q1  
IF = 5.774

A hybrid batch distillation/membrane process for high purification part 1: Energy efficiency and separation performance study for light impurities removal

Maxim M. Trubyanov<sup>a,\*</sup>, Dmitry N. Shablykin<sup>a</sup>, Nikita A. Mokhnachev<sup>a</sup>, Maria S. Sergeeva<sup>a</sup>, Andrey V. Vorotyntsev<sup>a</sup>, Anton N. Petukhov<sup>a,b</sup>, Vladimir M. Vorotyntsev<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Nanotechnology and Biotechnology Department, Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alexeev, 24 Minin str., Nizhny Novgorod 603950, Russia  
<sup>b</sup> Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Miusskaya Sq. 9, Moscow 125047, Russia



Q1  
IF = 5.774

Comprehensive experimental study of acid gases removal process by membrane-assisted gas absorption using imidazolium ionic liquids solutions absorbent

Artem A. Atlaskin<sup>a</sup>, Sergey S. Kryuchkov<sup>a</sup>, Nail R. Yanbikov<sup>a</sup>, Kirill A. Smorodin<sup>a</sup>, Anton N. Petukhov<sup>a</sup>, Maxim M. Trubyanov<sup>a</sup>, Vladimir M. Vorotyntsev<sup>a,b</sup>, Ilya V. Vorotyntsev<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> Laboratory of Membrane and Catalytic Processes, Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alexeev, 24 Minin str., Nizhny Novgorod 603950, Russia  
<sup>b</sup> Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Miusskaya Sq. 9, Moscow 125047, Russia



Q2  
IF = 3.094

Article  
**Synthesis and Characterization of Novel Nanoporous GI-POSS-Branched Polymeric Gas Separation Membranes**

Ilnaz I. Zaripov<sup>1</sup>, Ilsiya M. Davletbaeva<sup>2,\*</sup>, Zulfiya Z. Faizulina<sup>2</sup>, Ruslan S. Davletbaev<sup>3</sup>, Aidar T. Gubaidullin<sup>4</sup>, Artem A. Atlaskin<sup>5</sup> and Ilya V. Vorotyntsev<sup>5,6</sup>

## Приняты к публикации:

A highly-efficient hybrid technique – membrane-assisted gas absorption for ammonia recovery after the Haber-Bosch process

//Chemical Engineering Journal

Q1, IF = 10.652

Towards the potential of trihexyltetradecyl-phosphonium indazolide with aprotic heterocyclic ionic liquid as an efficient absorbent for membrane-assisted gas absorption technique for acid gas removal applications

//Separation and Purification Technology

Q1, IF = 5.774

Revealing the Surface Effect on Gas Transport and Mechanical Properties in Nonporous Polymeric Membranes in Terms of Surface Free Energy

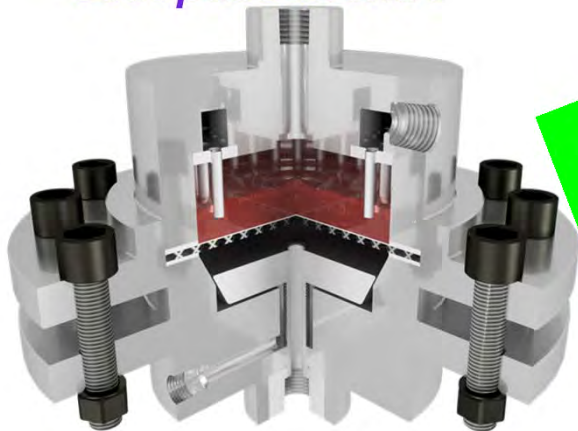
//Langmuir

Q1, IF = 3.557

6 статей / 2020 год (5 в изданиях первого квартала)

# Гибридные процессы газоразделения

## Мембранно-абсорбционное газоразделение



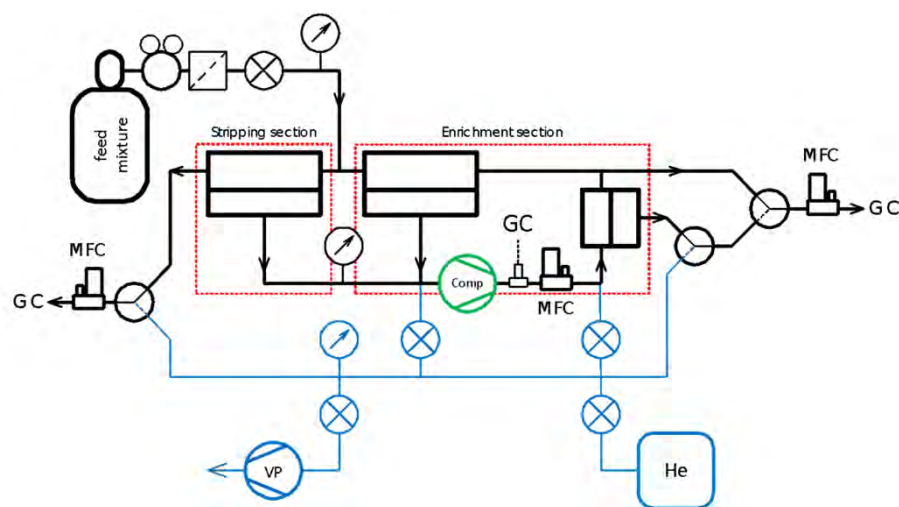
Лабораторный образец газоразделительного элемента

Оптимизация процесса синтеза  $\text{NH}_3$  и других процессов за счет повышения эффективности стадии выделения продукта

- Увеличение селективности процесса
- Снижение энергопотребления
- Снижение нагрузки на окружающую среду
- Смещение химического равновесия в сторону образования продукта
- Увеличение чистоты конечного продукта

# Разработка новых мембранных аппаратов

Мембранный каскад типа «Непрерывная мембранная колонна»

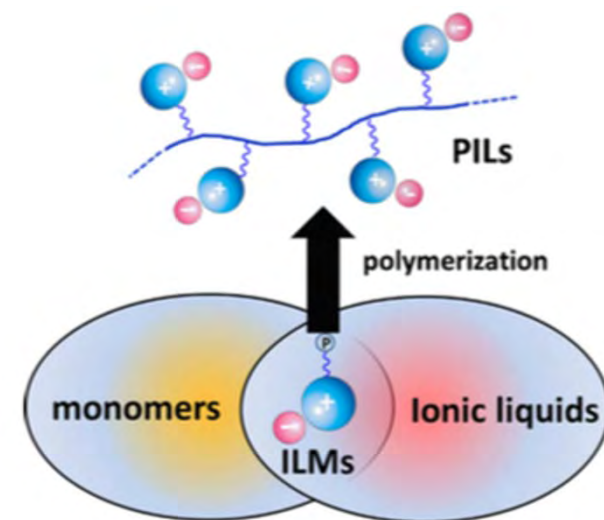
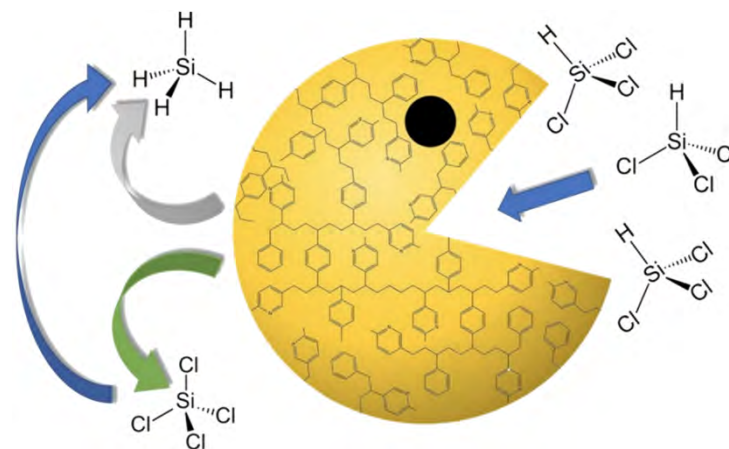
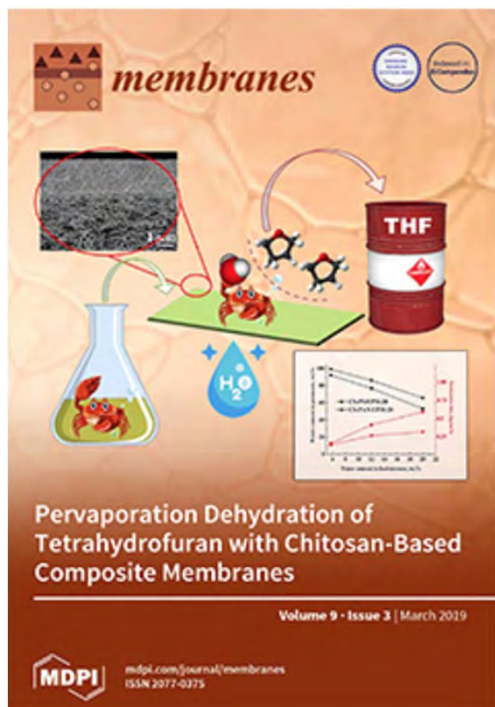


Энергоэффективный подход к разделению газовых смесей:

- Глубокая очистка газов (до 99.999995 об.%)
- Выделение  $\text{CO}_2$  из дымовых газов ТЭЦ



# Разработка новых полимерных «умных» материалов



# Оснащение лаборатории

Аналитическое обеспечение:

- Газо-хроматографический комплекс на базе ХРОМОС БУ 1000 с пламенно-ионизационным детектором и гелий-разрядным детектором

Пламенно-ионизационный детектор

Предел обнаружения:  $1 \times 10^{-12}$  гС с<sup>-1</sup> по C<sub>7</sub>H<sub>16</sub> или C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>

Гелий-разрядный ионизационный детектор

Предел обнаружения:  $2 \times 10^{-12}$  г см<sup>-3</sup> по CH<sub>4</sub>

Детектор по теплопроводности

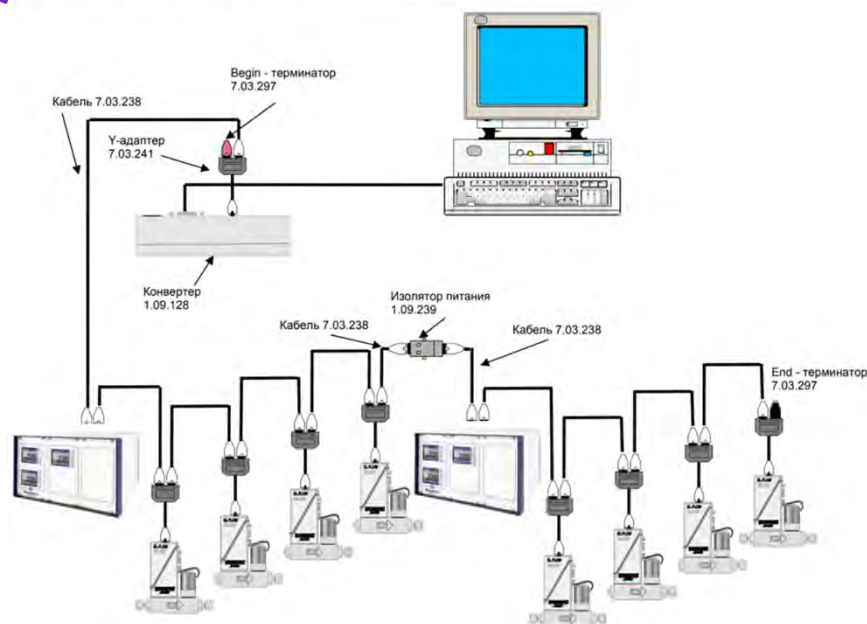
Предел обнаружения:  $2 \times 10^{-10}$  г см<sup>-3</sup> по C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> в He



# Оснащение лаборатории

Мониторинг и автоматизация процессов:

Система контроля и мониторинга расхода и давления газа на базе Bronkhorst EL-FLOW PRESTIGE и EL-PRESS Metal Sealed

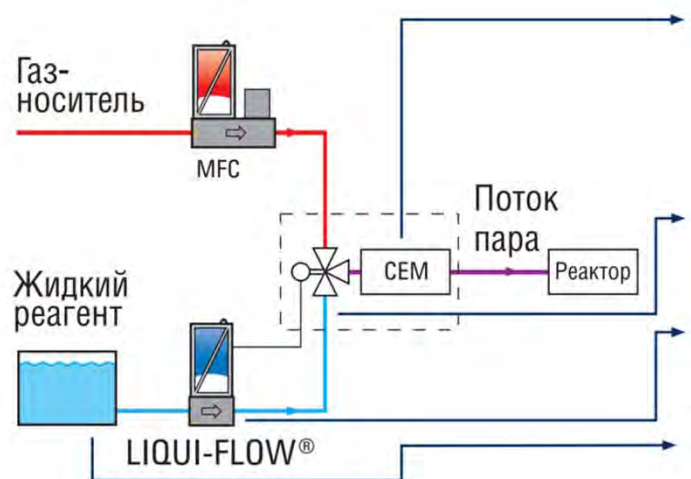




# Оснащение лаборатории

Мониторинг и автоматизация процессов:

Система доставки жидкости с контролем расхода пара



- ◆ Быстрое испарение
- ◆ Реагент находится при высоких температурах только короткий промежуток времени
- ◆ Хорошо подходит для менее стабильных реагентов
- ◆ Давление и температура в трубопроводе не имеют значения
- ◆ Дозировка реагента через регулятор расхода жидкости
- ◆ Реагент находится в контейнере при низкой температуре



# Оснащение лаборатории

## Комплекс для осушки и перегонки реактивов

Магнитная мешалка  
IKA c-mag HS7 Control



Ротационный  
испаритель  
IKA RV-10 Auto V



Вакуумный насос  
IKA VACSTAR control



# Оснащение лаборатории

Комплекс ПК для моделирования физико-химических процессов и управления экспериментальными установками

- Процессор Intel Core i9-10900K OEM  
3.7 – 5.3 ГГц  
10 ядер, 20 потоков
- 32 Гб оперативной памяти
- SSD накопитель 512 Гб
  
- Процессор Intel Core i7-10700K OEM  
3.8 – 5.1 ГГц  
8 ядер, 16 потоков
- 32 Гб оперативной памяти
- SSD накопитель 512 Гб



# Оснащение лаборатории

Аналитическое обеспечение:

- Масс-спектрометрический комплекс на базе Pfeiffer PrismaPro QMG 250 M2, 1- 200 а.е.м. оборудованный двумя турбомолекулярными насосами HiCube 80 Eco и **HiCube 300 H**

## PrismaPro QMG 250 M2

Минимальный предел обнаружения:  $4 \times 10^{-15}$  гПа

Область масс: 1 – 200 а.е.м.

Детектор: C-SEM/Faraday (M)

## HiCube 80 Eco / 300 H

Скорость форвакуумной откачки: 1 / 1.8 м<sup>3</sup> ч<sup>-1</sup>

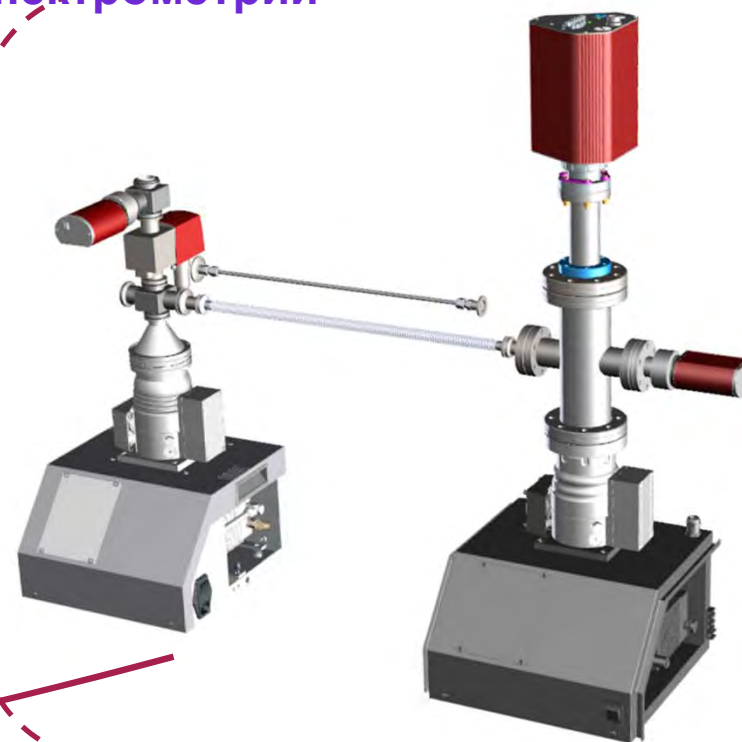
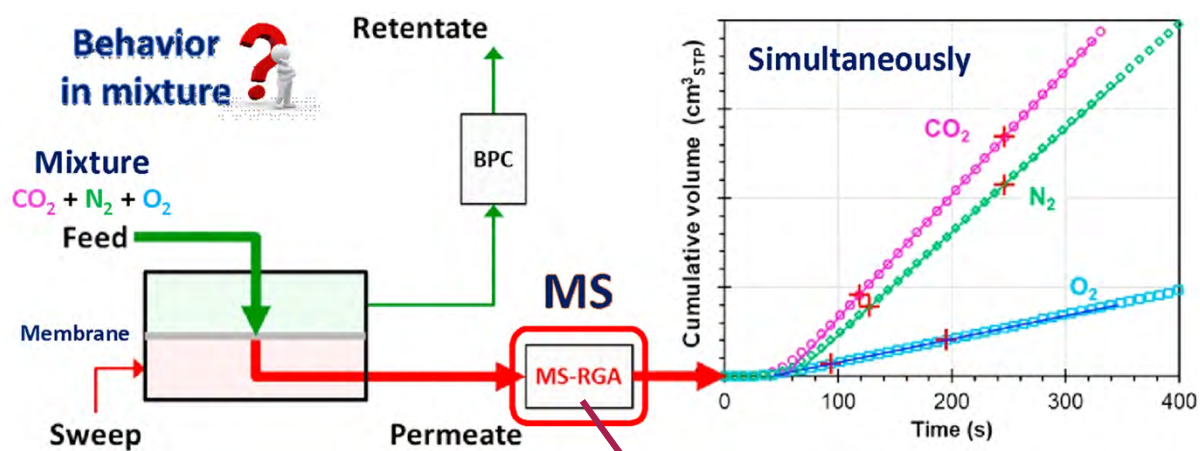
Скорость высоковакуумной откачки: 67 / 260 л с<sup>-1</sup>

Предельный вакуум:  $7.5 \times 10^{-9}$  /  $1 \times 10^{-10}$  см.рт.ст



# Создание универсального стенда для тестирования полимеров

Разработка мощного инструмента для определения эффективных газотранспортных характеристик полимеров в использовании с масс-спектрометрией

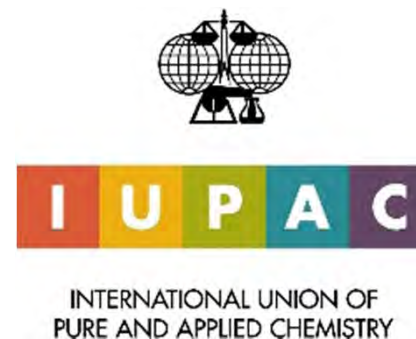




# Установка строится в кооперации с лабораторией Нобелевского лауреата К.Новоселова в NUS (Сингапур)



Международно  
е  
сотрудничеств  
о





---

# Организация научных событий

---

- Международные научные конференции
- Летние школы
- Лекции ведущих ученых и Нобелевских лауреатов



# Образовательная деятельность





Варианты:  
образовательный  
трек в Магистерской  
программе  
"Химическая  
технология  
переработки  
пластических масс и  
композиционных  
материалов"

### Возможности:

- Элективные курсы по созданию SMART полимеров и полимерных композиций, технологиям разделения, применения полимеров для катализа, выбору и оптимизации технологического оборудования и методов контроля
- Проектно-ориентированная деятельность в лаборатории, участие в реальных научных и инженеринговых проектах
- Преподавание на русском и английском языках
- Привлечение иностранных студентов



# Инкубатор студенческих инженерных, технологических и научных идей



Проектно-ориентированный подход в обучении студентов будет реализован в предоставлении студентам реализации собственных проектов и доведение их от идей до конечного результата: статьи в ведущих международных журналах или патент на изобретение; практика в ведущих международных школах по всему миру.

Программа рассчитана на привлечение молодых специалистов, развитие их творческого и инженерного мышления (курс Design Thinking).

## Инкубатор студенческих инженерных, технологических и научных идей

---

Студенты получают, как профессиональную помощь и поддержку со стороны научных сотрудников, так и доступ к современному аналитическому оборудованию для научной и образовательной деятельности студентов, в том числе, проведения лабораторных и практических работ.





## On-Line образование

В связи с угрозой пандемии, во всем мире преподаватели и студенты были вынуждены искать подходы и методы коммуникации для продолжения обучения, разработаны методы сдачи выпускных квалификационных работ, где и студенты и ученый совет находятся по своим домам.

Преподаватели лаборатории за короткий срок выработали четкую, отлаженную и продуктивную систему онлайн обучения и успешно отработали её, в том числе на выпускниках высшего учебного заведения.

Мы предлагаем сохранить наработанные навыки и использовать их с пользой. Образовательные онлайн курсы позволят студентам из разных регионов России повысить уровень своего образования не выезжая для этого из своего родного города.

# Библиотека лекций

Многие фундаментальные знания повторяются преподавателями для разных групп студентов из года в год. Команда лаборатории предлагает ввести курс лекций на образовательной онлайн платформе для лучшего усвоения материала, возможности для студентов прослушать, прочитать и найти материалы курса в любое удобное для них время.

# Практика в РХТУ

Онлайн курсы, разработка библиотеки лекций, тестирование студентов позволит привлечь наиболее перспективных и заинтересованных студентов со всей России для прохождения практики в стенах РХТУ им. Д.И. Менделеева, что в последствии привлечет новый поток абитуриентов из других регионов страны.





Международное  
сотрудничество.  
Опыт.

---

НИЖНИЙ НОВГОРОДСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА



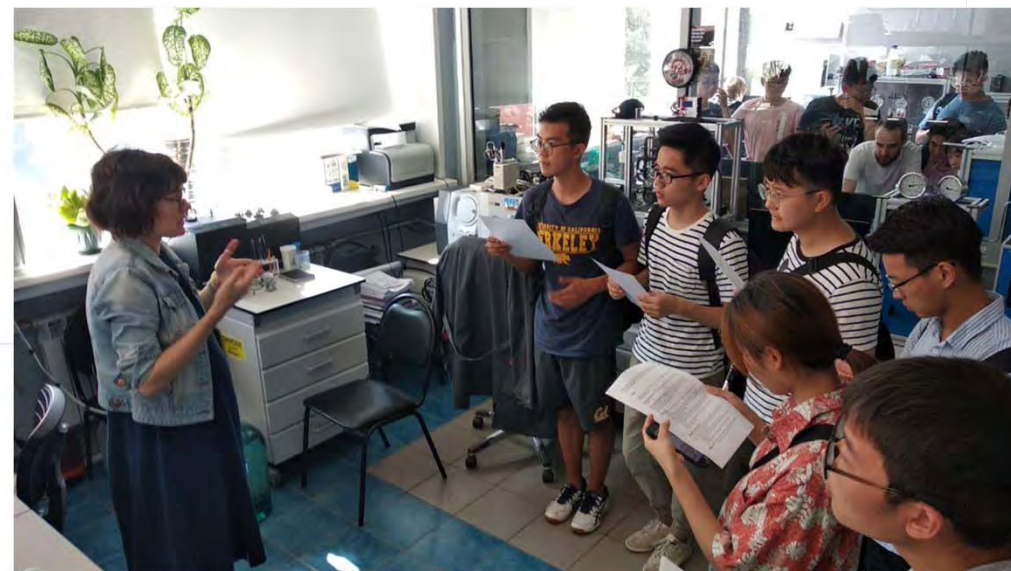
Программа обучения включала в себя 24 часа теоретического курса в области мембранного газоразделения от физико-химической основы процессов, инженерии процессов и аналитики, до видов и способов изложения результатов научных трудов

В рамках межгосударственного формата «Волга-Янцзы», коллектив лаборатории принимает у себя студентов Сычуаньского университета, прилетевших прослушать курс лекций российских специалистов, посвященных технологиям разделения и очистки веществ с применением мембран





За теоретическим курсом юным специалистам было предложено закрепить материал на практике в химических и инженерных лабораториях.



Каждый студент получил индивидуальное задание на получение практических навыков. После окончания работ студентов ждала выпускная защита своих проектов и получение сертификатов



Важно отметить, что международное сотрудничество происходит в двухстороннем формате. Профессор Илья Владимирович Воротынцев был, так же, приглашен в Сычуаньский университет в качестве преподавателя, где две недели читал лекции студентам.

Продолжать и развивать сотрудничество планируется и в стенах РХТУ им. Д.И. Менделеева, от сезонных школ до курсов повышения квалификации и постоянного обучения студентов по программе магистратуры.



# Взаимодействие с Нижегородским НОЦ Техплатформа 2035

НАУЧНАЯ	ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ	ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ	ИННОВАЦИОННО-ВНЕДРЕНЧЕСКАЯ
29 НИИ 83 КБ	14 предприятий	8 вузов	87 отделов
507 лабораторий	90 R&D подразделений	367 кафедр	Техтрансфер Патентование Маркетинг Привлечение инвестиций
13 ЦКП* 5 уну**	20 опытных производств	356 направлений	2 бизнес-инкубатора 2+1 технопарка







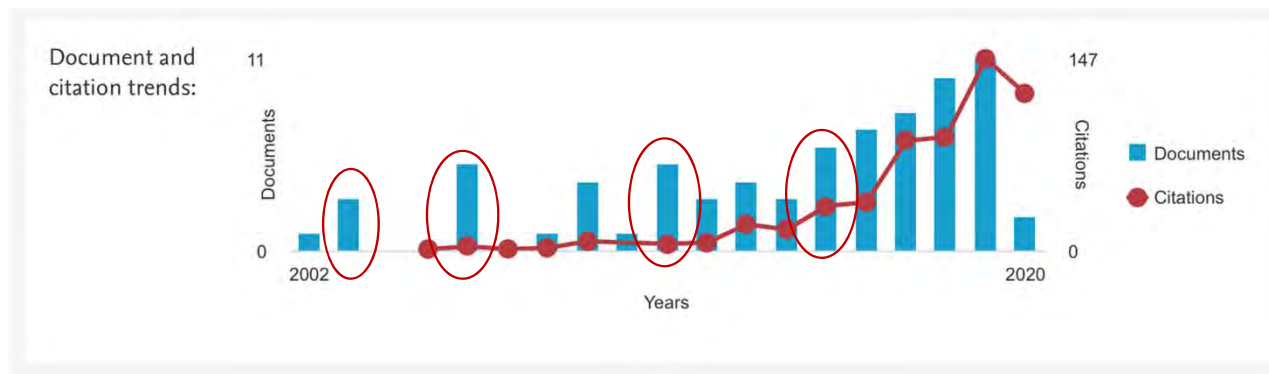
# Наша команда (ТВА)

---



**Воротынцев  
Илья  
Владимирович  
Д.Т.Н.,  
профессор**

<b>Общее число публикаций в Web of Science</b>	<b>&gt;70</b>
За последние 5 лет	44
h индекс	15
Общее число цитирований	576



# Наша команда

	2020	2021	2022
Доктора наук	1	1	1
PostDoc'ки (кандидаты наук)	0	2	3-5
Аспиранты	0	1	3



**Спасибо за  
внимание**

---