



РГУ нефти и газа  
имени И.М. Губкина

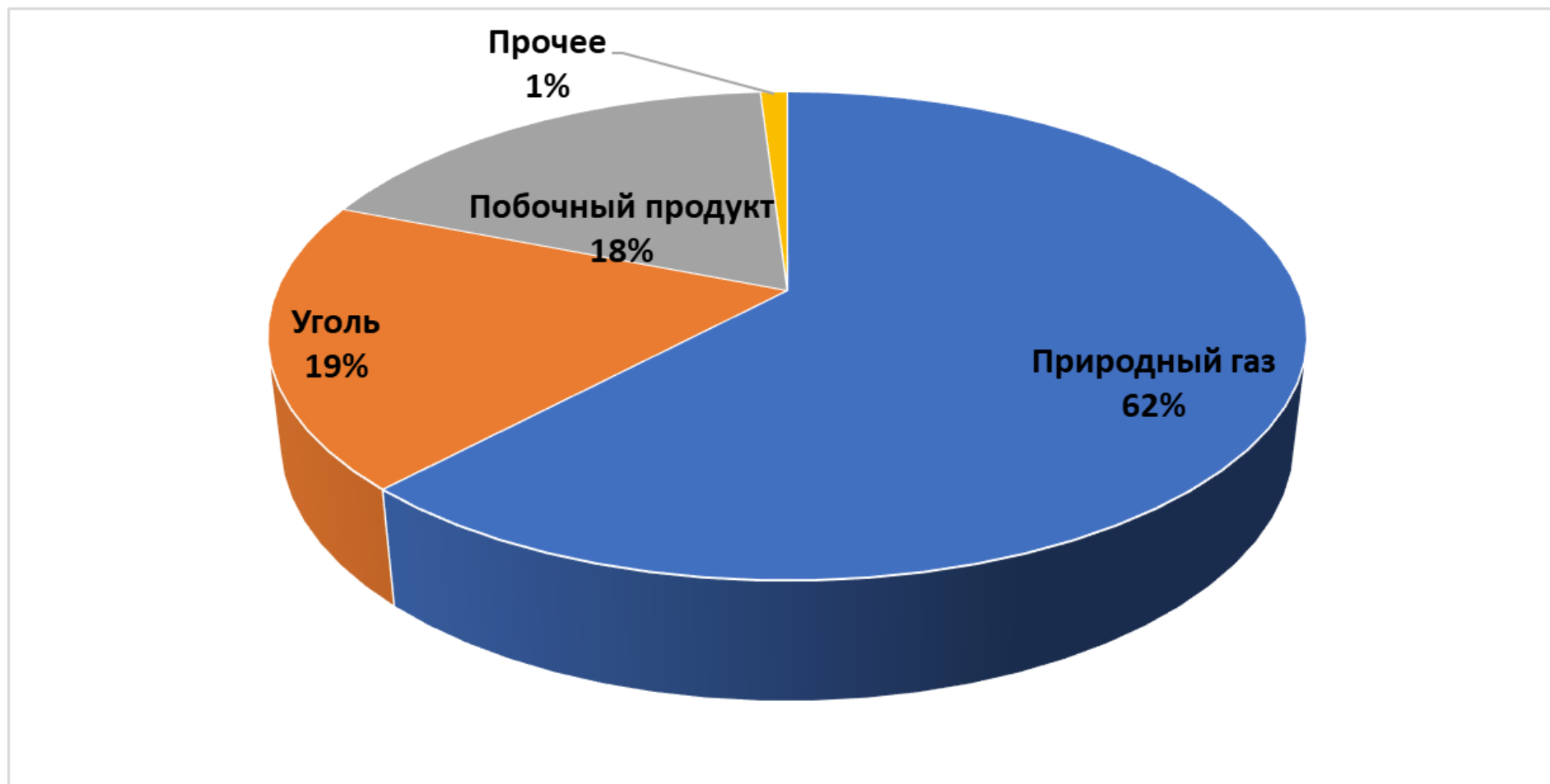
# **Текущее состояние и перспектива развития водородной промышленности России**

**Владислав Карасевич, к. т. н.**

**РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина**



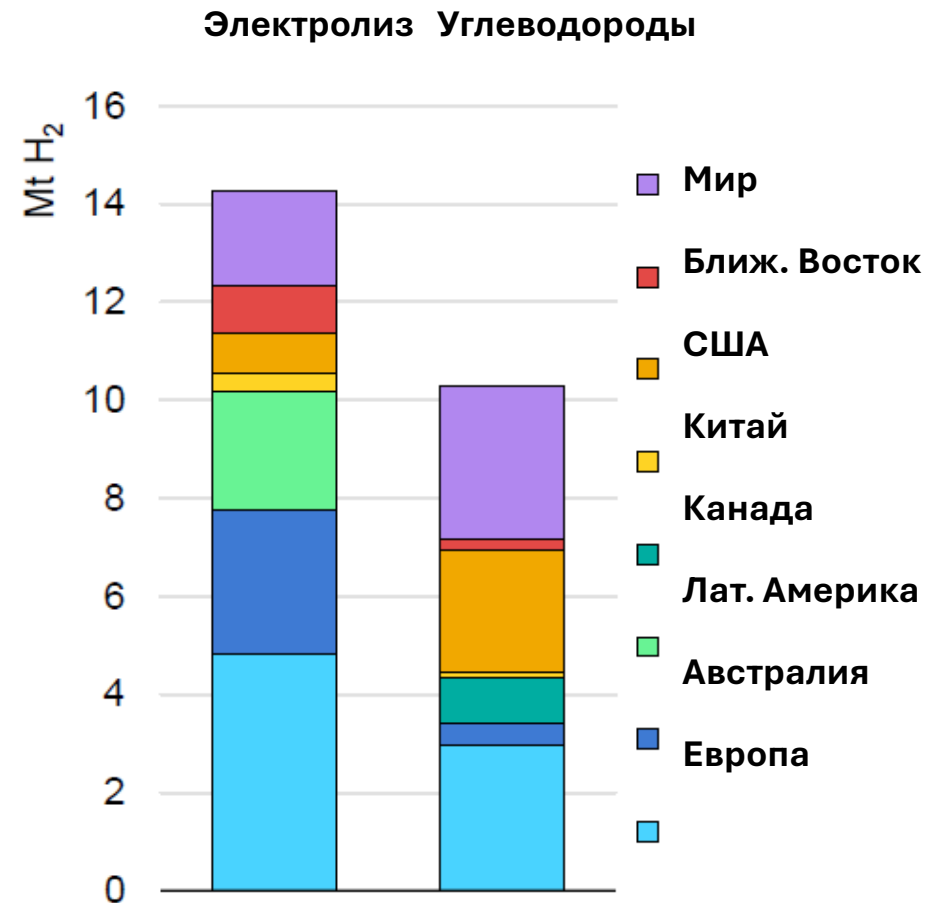
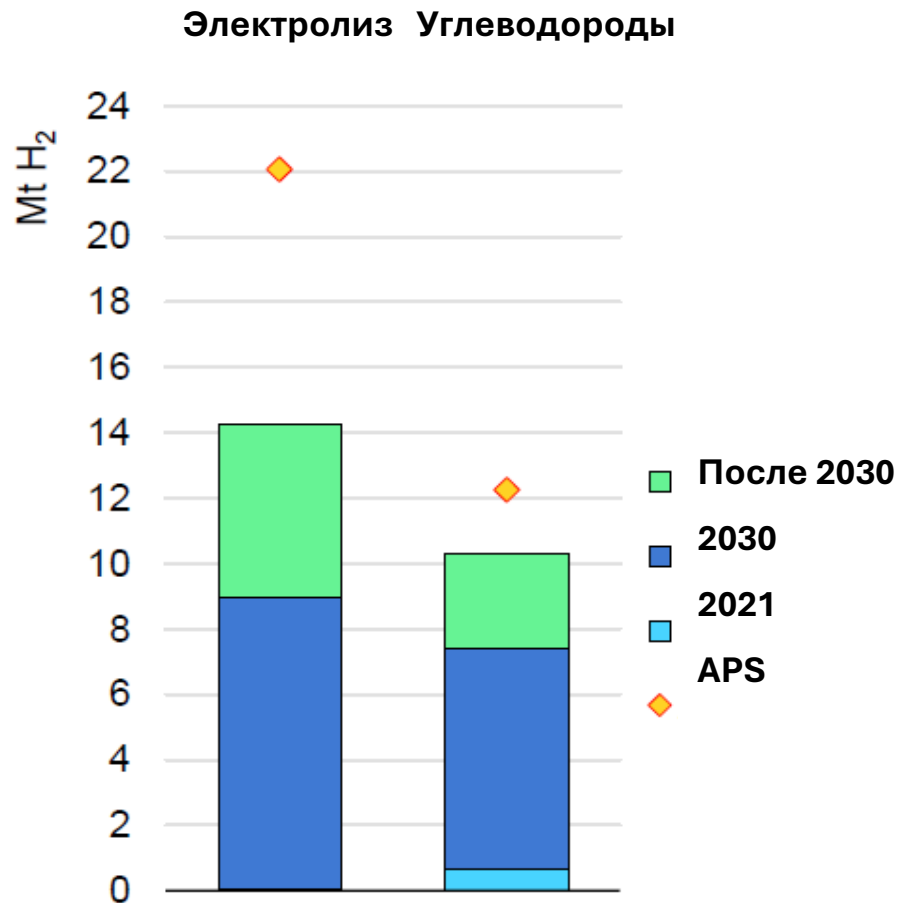
# Мировое производство водорода



- В 2023 году было произведено 97 млн. тонн водорода
- На производство водорода потрачено более 160 млрд. м<sup>3</sup> природного газа



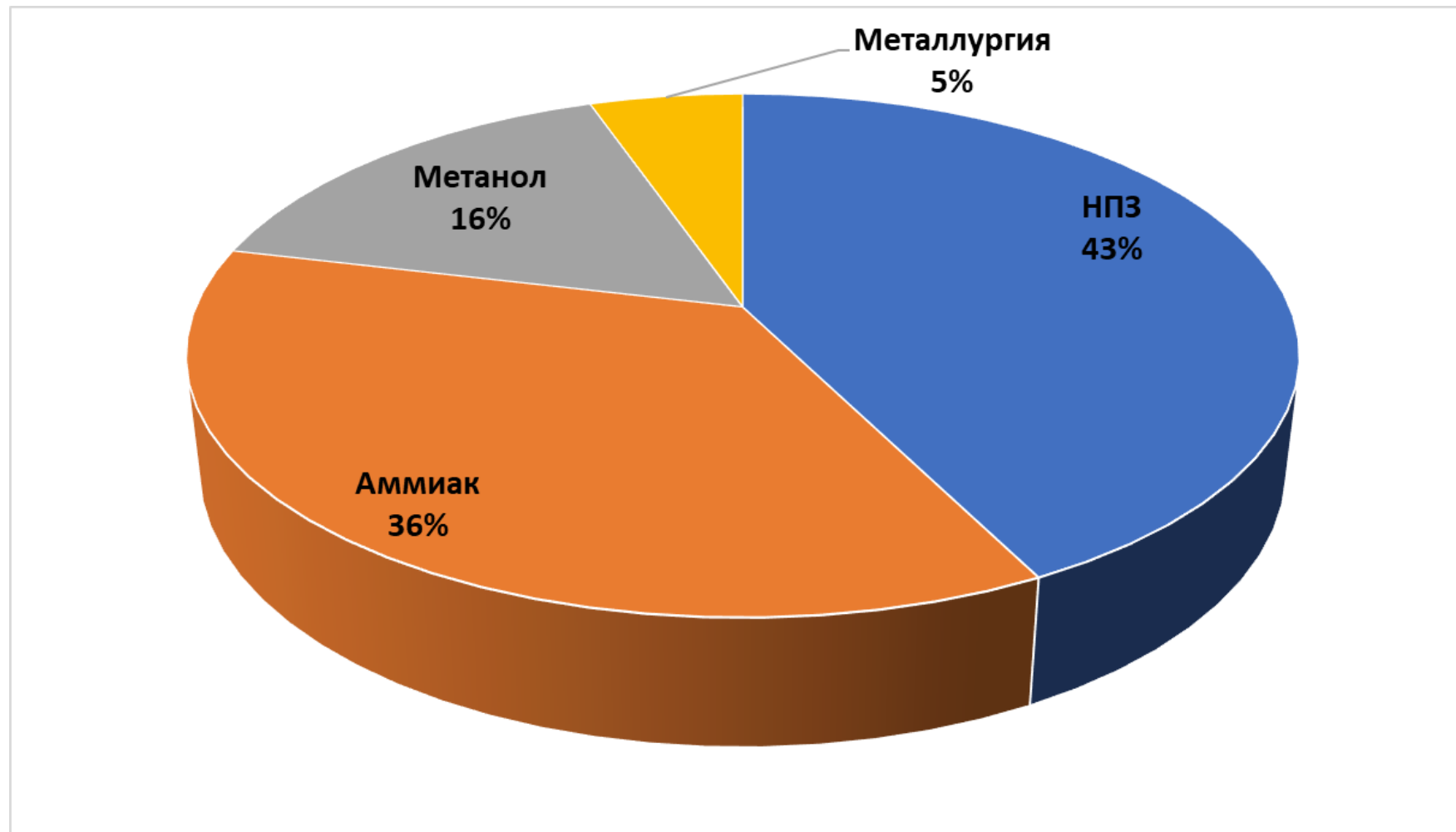
# Производство низкоуглеродного водорода к 2030 году



IEA. All rights reserved.



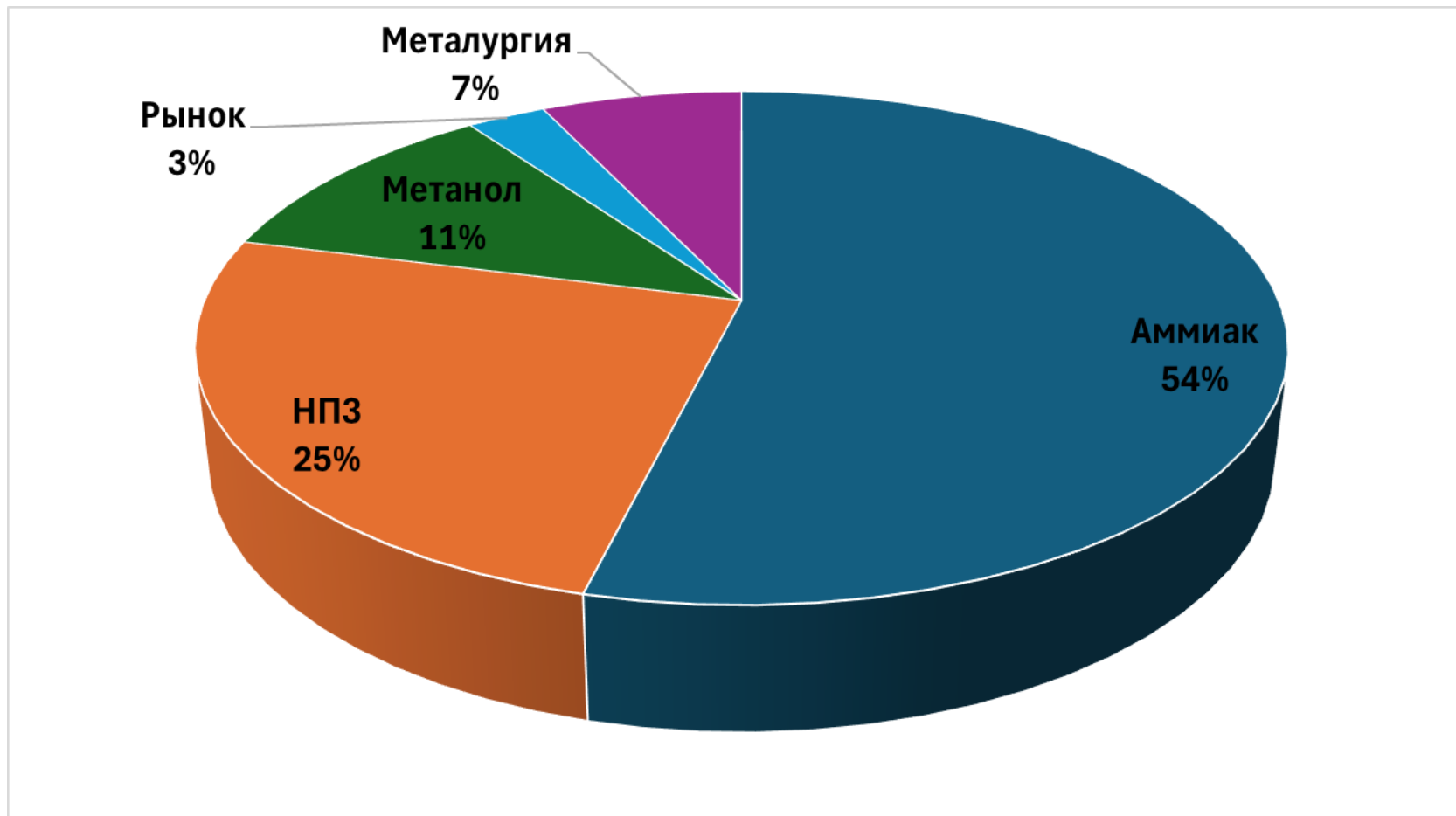
# Мировое потребление водорода



**Энергетика и транспорт - 40 тыс. тонн (0,04%)**



# Потребление водорода в России



- Потребление водорода в РФ – более 5 млн. тонн/год



# Мировые рынки водородосодержащей продукции

- Аммиак:
  - рост рынка на 3,5 – 5,5 % в год,
  - к 2030 году превысит 100 млрд. долларов США;
- Азотные удобрения
  - рост рынка – более 3,5% в год
  - к 2030 году превысит 100 млрд. долларов США
- Метанол
  - рост рынка на 3,5-4% в год
  - к 2030 году рынок превысит 40 млрд. долларов США

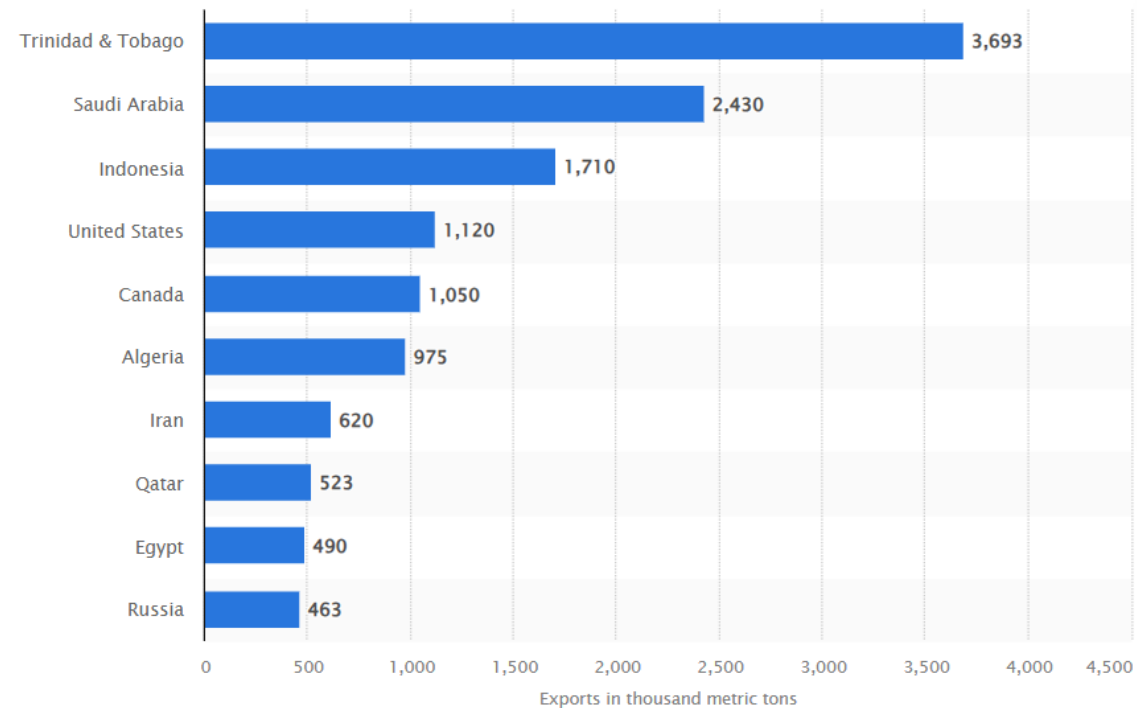
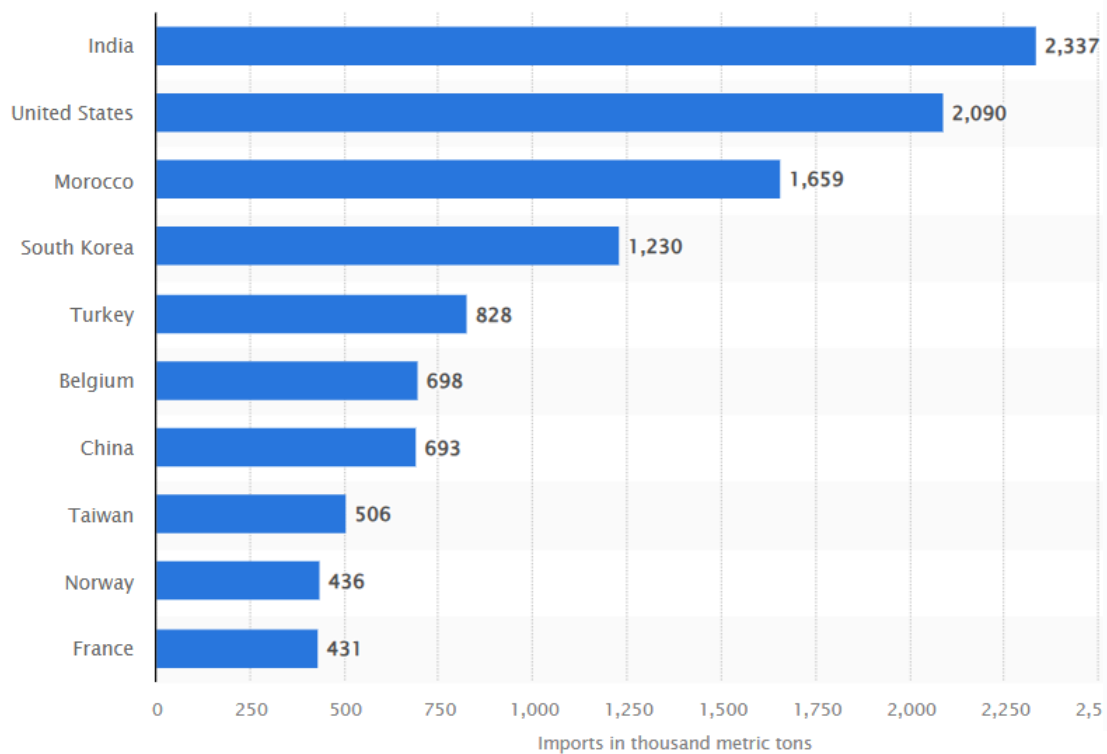


# Водородосодержащая продукция в РФ

- Аммиак
  - Производство аммиака – 17,3 млн. тонн (производственные мощности – 21 млн. тонн)
  - Затраты водорода на производство - 3 млн. тонн (8,5 млрд. м<sup>3</sup> газа)
- Метанол
  - Производство метанола - 4,11 млн. тонн (производственные мощности – 5 млн. тонн)
  - Затраты водорода на производство – 0,52 млн. тонн (1,45 млрд. м<sup>3</sup> газа)
  - Экспорт метанола – 1,8 млн тонн (рост 12% к 2023 году, КЕРТ)



# Данные Statista по экспорту/импорту аммиака





# Российская аммиачная промышленность (КЕРТ)





# Азотные удобрения

- Производство азотных удобрений – 12,5 млн. тонн
- Импортёры – Индия, ЕС-28, США, Бразилия, КНР, страны Африки
- Экспорт азотных удобрений ограничен квотами
- В 2024 году общий экспорт удобрений составил 42 млн. тонн и превысил 2023 год на 13%, рост экспорта азотных удобрений – 4-5%
- Общий доход от экспорта удобрений – 10 млрд. долларов США



# Водород или СПГ: кейс ПАО «Новатэк»

- Обский СПГ
  - СПГ – 4,8 млн. тонн
- Обский ГХК:
  - Водород – 130 тыс. тонн
  - Аммиак – 2,2 млн. тонн
  - Карбамид - рассматривается





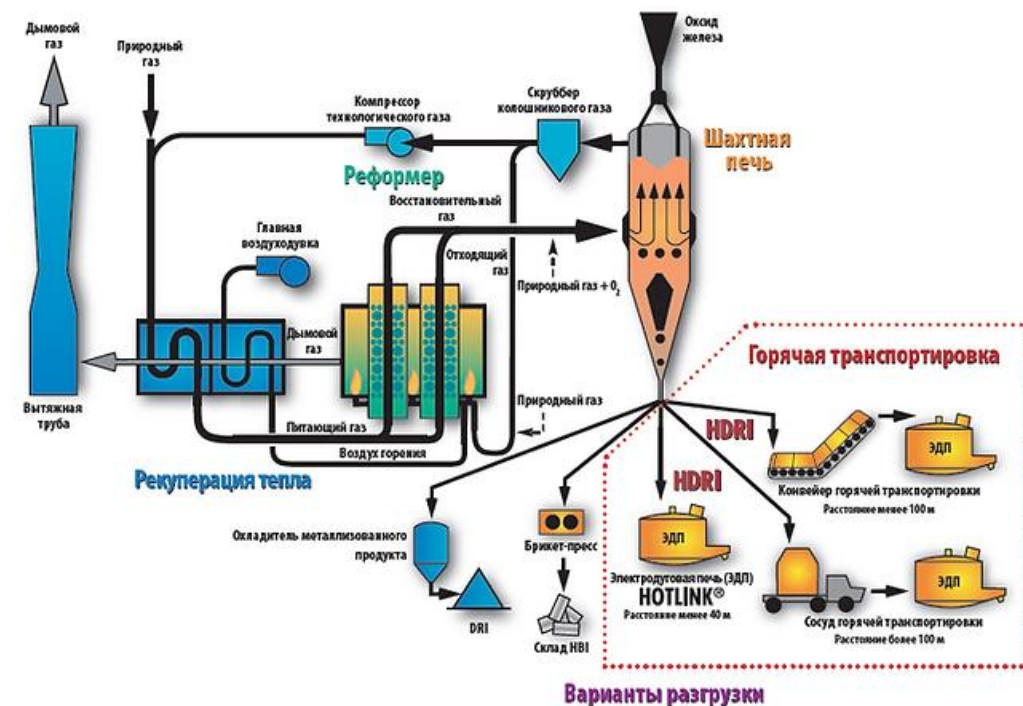
# Водород в нефтепереработке

- Водород способствует достижению 2-х стратегических целей:
  - Повышение качества топлива
  - Повышение глубины переработки нефти
- До 200 млрд. рублей за 2012-2021 году на строительство SMR мощностей;
  - Газпромнефть (Московский НПЗ)
  - Лукойл (Волгоградский НПЗ)
  - Роснефть (Ангарский, Самарский НПЗ)
  - Татнефть (Нижнекамский НПЗ)
  - Прочие (Антипинский НПЗ)



# Водород в черной металлургии

- Прямое восстановление железа – Металлоинвест;
- Доочистка железа после его восстановления углем – Северсталь, НЛМК, ММК;
- Основное производство водорода – SMR производства (в 21 веке ряд предприятий ушли от электролизеров).





# Российский рынок водорода

- Емкость рынка – 1,8 млрд м<sup>3</sup>;
  - Из них 70% - Приволжский Ф.О.
- Ключевые игроки:
  - Танеко,
  - Сибур;
- Стоимость водорода (99,99%): до 500 руб./м<sup>3</sup>; (5500 руб./кг).





# Электролизный водород в России

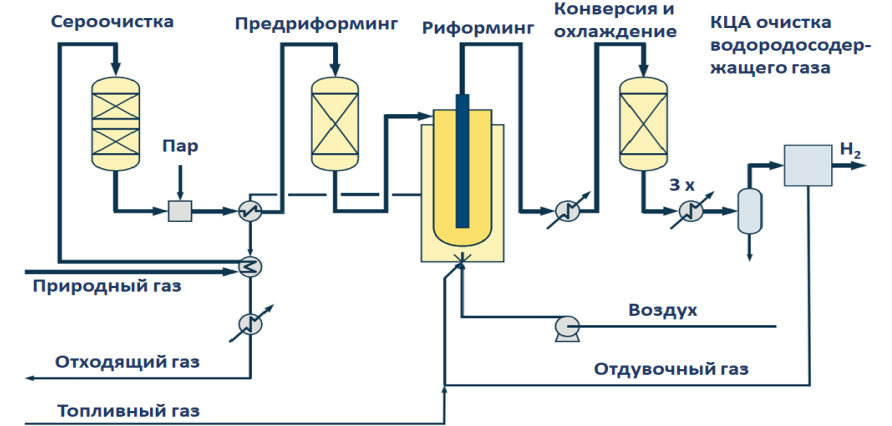
- Существующие электролизеры – до 2000 штук
  - Электроэнергетика
  - Нефтегазохимия
  - Гидрометеорология
  - Микроэлектроника
- Потенциальные электролизеры:
  - Более 650 изолированных поселений
  - Более 1 ГВт автономной генерации электроэнергии
  - Карьерный и грузовой автотранспорт





# Направления развития водородной промышленности в России

- Импортозамещение в области производства крупно и средне тоннажного водорода;
- Развития использования водорода для заправки мониторинговых зондов и аэростатов
- Использование водорода для заправки дирижаблей
- Развитие технологий водородной энергетики для изолированных территорий.





# Большая энергетика: накопители энергии или новая генерация?

- Потребность в новой генерации – 77 ГВт до 2042 (года);
- Затраты на строительство – 42 триллиона рублей
- Существующая загрузка ЭС – 52% (для ТЭС – 48%)
- Общая установленная мощность – 246,6 ГВт (+ 2 ГВт – изолированные объекты и поселения)
- Стоимость строительства новой генерации – 400+ тысяч рублей за 1 кВт
- Повышение КИУМ на 1% - экономия 1 триллиона рублей на строительстве новой генерации.



# Возможные варианты применения накопителей

- Для выравнивания пиковых нагрузок в локальных и глобальных энергосистемах
- Для стабилизации напряжения в энергосистемах
- В качестве резервного источника питания для объекта 2-й категории
- В качестве аварийного источника питания
- Для прохождения сезона в изолированных энергосистемах без поставок привозного топлива
- В качестве привозного топлива для автономных энергосистем



# Водородный СНЭ v Литий-ионный СНЭ

- Мощность водородного СНЭ значительно дороже чем мощность литиевого:
  - 1 кВт H<sub>2</sub> СНЭ стоит от 0.5 - 1 млн рублей
  - 1 кВт LiFePo<sub>4</sub> стоит от 20 тыс. рублей
- Емкость водородного СНЭ значительно дешевле чем емкость литиевого:
  - 1 МВт\*ч дополнительный H<sub>2</sub> СНЭ стоит от 2 млн рублей
  - 1 МВт\*ч дополнительный LiFePo<sub>4</sub> СНЭ стоит от 20 млн рублей
- Водородные СНЭ выигрывают там где энергию надо хранить вдолгую (большая емкость);
- Водородные СНЭ могут быть в 2 раза эффективнее если использовать тепло от электролизера и топливных элементов.



# Сравнение водородных СНЭ с генерацией на привозном топливе (грубые оценки)

- Генерация на СПГ – от 80 рублей/кВт\*ч
- Генерация на дизельном топливе – 60 – 100 руб./кВт\*ч и выше
- Генерация электроэнергии солнечными панелями – 15-20 руб./кВт\*ч
- Стоимость электроэнергии при КПД H<sub>2</sub> СНЭ 35% - от 60 руб./кВт\*ч
- Стоимость электроэнергии при КПД H<sub>2</sub> СНЭ 70% - от 30 руб./кВт\*ч
- Оборудование H<sub>2</sub> СНЭ проще в обслуживании чем СПХР



# Технологические проблемы

- Отсутствие в России отечественных технологий по крупно и среднетоннажному производству водорода
  - Развитие технологий получения водорода пиролизом метана
  - Разработка российских технологий паровой конверсии метана
- Отсутствие в России отечественных технологий по малотоннажному производству водорода
  - Развитие в России отечественных технологий электролиза воды
  - Развитие отечественных малотоннажных технологий пиролиза метана
  - Развитие отечественных малотоннажных технологий пиролиза метана
- Нехватка отечественных технологий по производству аммиака и метанола



**Спасибо за внимание!**

Владислав Карасевич  
crucian-74@mail.ru