



ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХ

ЛЕКЦИЯ № 1
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ТЭК
РОССИИ И МИРА

Профессор ОХИ ИШПР
Ивашкина Елена Николаевна

27.01.2023

ДИСЦИПЛИНА «ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ И ГАЗА»



ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХ

Лекции – 11 час (проф. Ивашкина Е.Н.)

Лабораторные работы – 33 час (доц. Бешагина Е.В., доц. Кривцова Н.И.)

Практические занятия – 11 час (проф. Ивашкина Е.Н.)

Самостоятельная работа – 53 час

Электронный курс: <https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=3526>



Рабочая программа дисциплины



Учебное пособие по дисциплине "Технология переработки нефти и газа"



Лабораторный практикум "Химия нефти и газа"

Список литературы для освоения курса

Основная литература:

1. Ахметов С.А. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа: учебное пособие [Электронный ресурс] / С. А. Ахметов [и др.]. — СПб.: Недра, 2006. — 868 с. Схема доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C112666>
2. Магарил Р.З. Теоретические основы химических процессов переработки нефти: учебное пособие [Электронный ресурс] / Р. З. Магарил. — Москва: КДУ, 2010. — 280 с. Схема доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C199606>
3. Капустин В. М., Рудин М. Г. Химия и технология переработки нефти: учебник [Электронный ресурс] / В. М. Капустин, М. Г. Рудин; Российский государственный университет нефти и газа им. И. М. Губкина. — Москва: Химия, 2013. — 496 с. Схема доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C268186>

ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

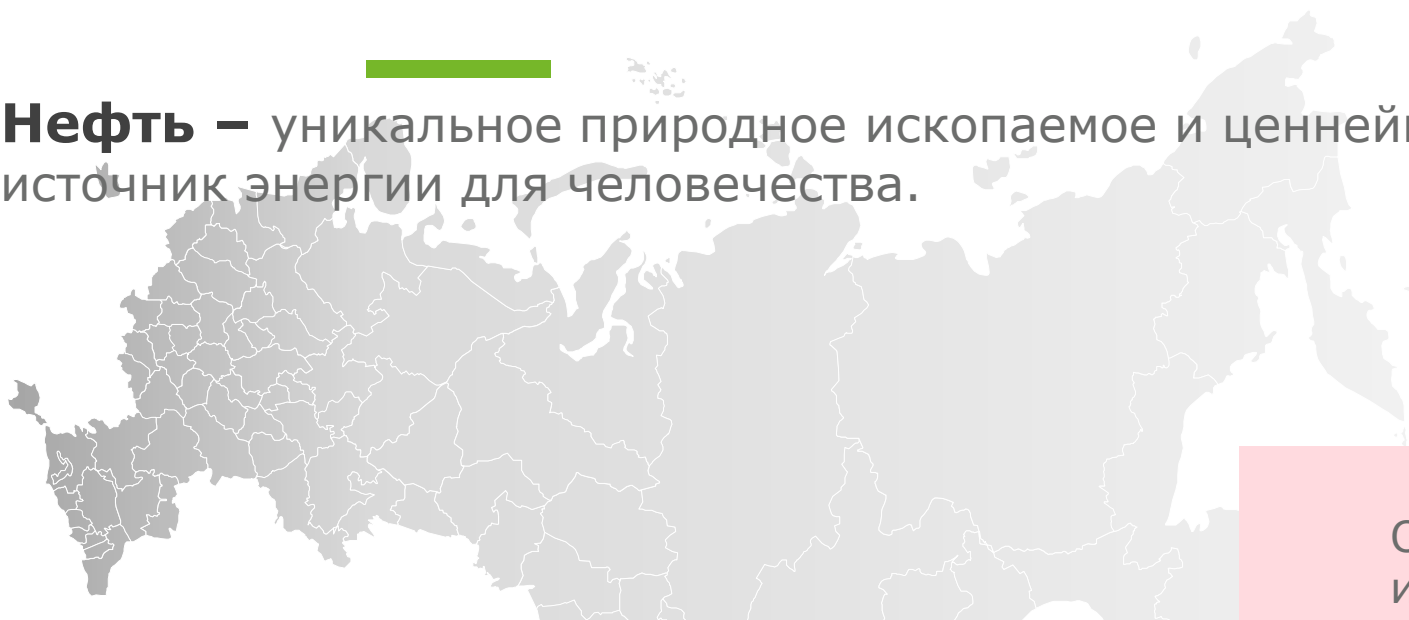


- Совокупность отраслей промышленности, занятых добычей, транспортировкой и переработкой различных видов горючих ископаемых, а также выработкой, преобразованием и распределением различных видов энергии (тепловой, электрической и др.), называется **топливно-энергетическим комплексом (ТЭК)**.
- ТЭК включает топливную (нефтяную, газовую, угольную, торфяную, сланцевую), нефтеперерабатывающую, нефтехимическую и энергетическую (тепло -, гидро - и атомную) промышленности.

ПРОБЛЕМАТИКА И АКТУАЛЬНОСТЬ



ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХ



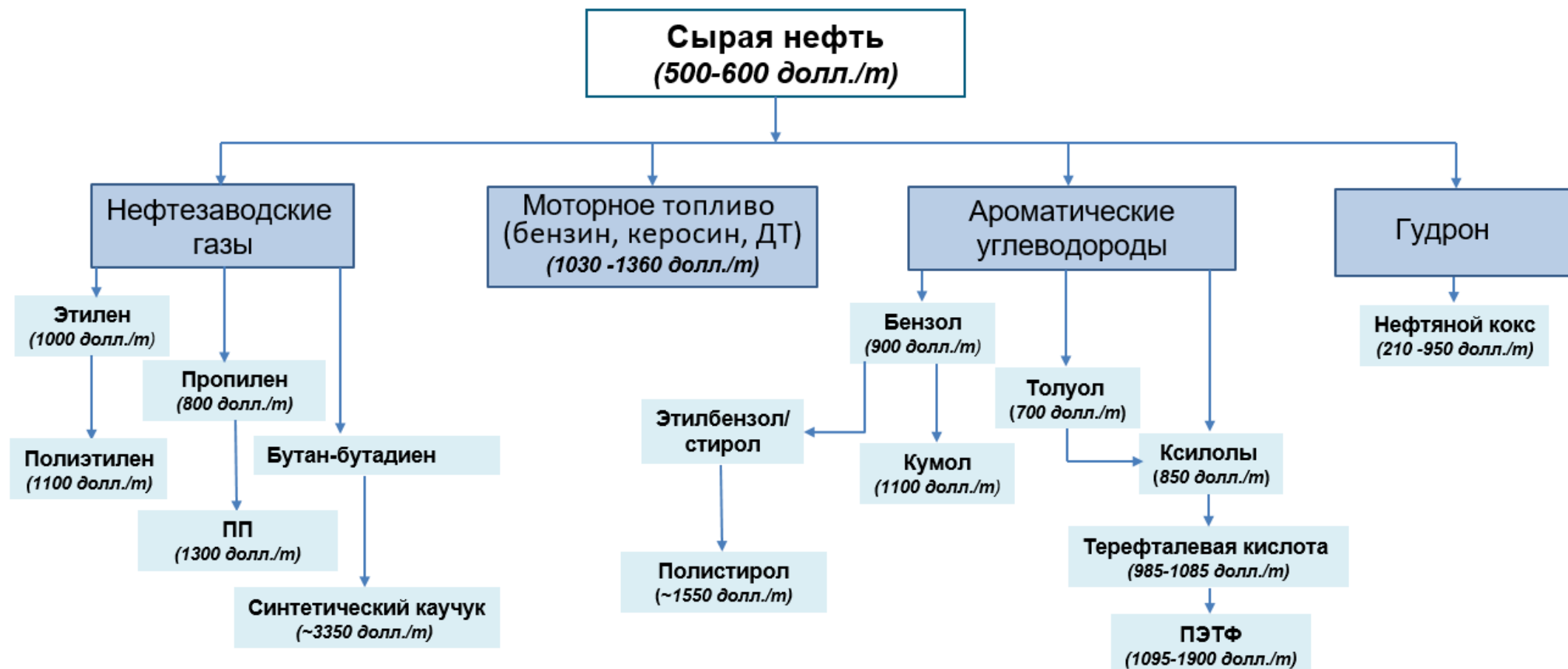
Нефть – уникальное природное ископаемое и ценнейший источник энергии для человечества.

Ежегодно в мире
добывается около
5,2 млрд. т нефти

**Большая часть нефти
расходуется на производство
топлив**

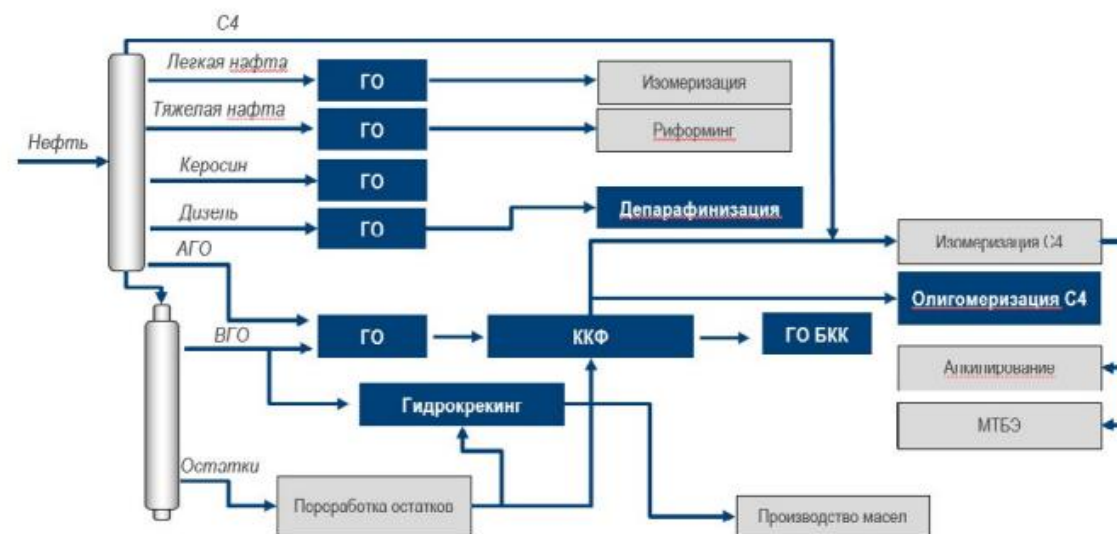
Остро стоит вопрос об экологичности топлива и минимизации вредных выбросов. Нефть подвергается многоуровневой системе очистки и переработки.

ФИНАНСОВЫЕ ПРИКЛЮЧЕНИЯ НЕФТИ



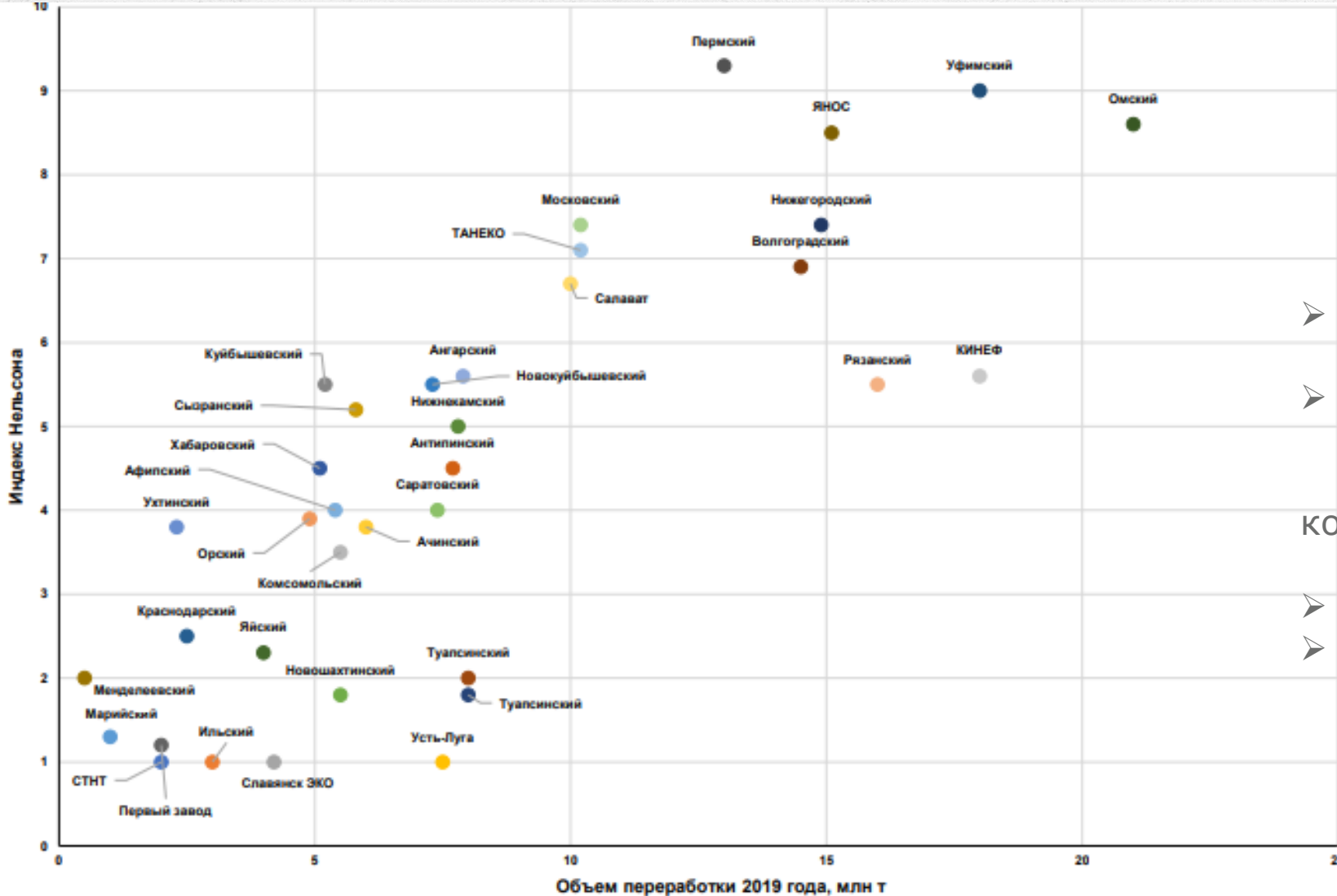
ЭТАПЫ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ

- ✓ **Подготовка нефти** осуществляется на промыслах. Нефть очищается от газов, воды, солей и механических примесей.
- ✓ **Первичная переработка** включает в себя процессы ректификации нефти – физические процессы атмосферной и вакуумной перегонки с разделением нефти на «светлые» и «темные» фракции.
- ✓ **Вторичные процессы** переработки нефти, конверсионные процессы – химические процессы, в результате которых меняется молекулярная структура сырья, удаляются вредные соединения азота, серы. Вторичные процессы включают в себя получение светлых нефтепродуктов из тяжелых фракций.



Типовая конфигурация НПЗ, включающая каталитические процессы

СОСТОЯНИЕ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ В РОССИИ (2019)



- Мощности НПЗ по переработке нефти – **309 млн.т/год**
- **38 НПЗ** мощностью более 1 млн.т/год:
 - 27 НПЗ** в составе нефтяных компаний (232 млн.т);
 - 11 НПЗ** – независимые (25,4 млн.т)
- **42 мини НПЗ** – 12,5 млн. т
- Крупные нефтяные компании России
 - Роснефть – 12 НПЗ (92,7 млн.т)
 - Лукойл – 4 НПЗ (44,1 млн.т)
 - Газпромнефть – 4 НПЗ (30,8 млн.т)

МОДЕРНИЗАЦИЯ РОССИЙСКОЙ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ В 2011-2019 ГГ.



- В 2011 г. Федеральная антимонопольная служба (ФАС России), Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор), Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) и 12 нефтяных компаний 8 июля 2011 года заключили соглашение, направленное на **стабилизацию ситуации на рынке нефтепродуктов**.
- В рамках этих соглашений нефтяные компании обязуются: **модернизировать** свои НПЗ для перехода на производство более качественных видов нефтепродуктов (до 2015 г.); начиная с 2015 года обеспечить достаточное производство моторного топлива и предложение на внутренний рынок.
- Согласно достигнутым соглашениям нефтяные компании обязаны реализовать инвестиционные программы, направленные на модернизацию нефтеперерабатывающих мощностей, предусматривающий поэтапный переход на производство **более качественных видов нефтепродуктов**.
- Соглашение заключили следующие нефтяные компании: ЛУКОЙЛ, Газпром нефть, ТНК -BP, Роснефть, Сургутнефтегаз, Татнефть, НК "Альянс", Башнефть, Славнефть, Газпром, РуссНефть, НЗНП.

СОСТОЯНИЕ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ В РОССИИ



ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХ

Модернизация Российской нефтепереработки:

- *Первый этап (до 2016 г.):* установки, направленные на повышение качества нефтепродуктов;
- *Второй этап (2017-2027 гг.):* установки глубокой переработки нефти.

В соответствии с соглашением **до 2021г.** должно быть построено и реконструировано **135 установок** (37-реконструкция, 98 – новое строительство), из них **70 установок** по производству бензина и **54 установки** по производству компонентов ДТ.

С 2011 до 2020 г.

Увеличение глубины переработки нефти в РФ с 72 до 84,4 %

Глубина переработки нефти в США - 96 %

МОДЕРНИЗАЦИЯ РОССИЙСКОЙ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ



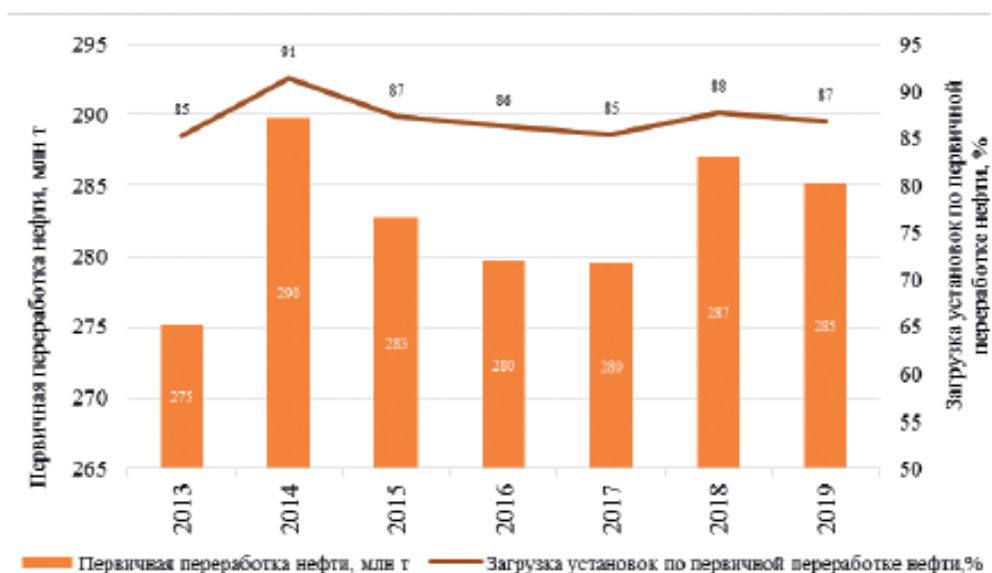
- **1 января 2019 г.** – изменения в налоговой системе и политике ценообразования (рассчитаны на 6 лет): изменения в расчет экспортной таможенной пошлины и налога на добычу полезных ископаемых. Маневр предполагает снижение пошлины на сырую нефть с 30% от ее итоговой стоимости в настоящее время до полной отмены **к 2024 г.** На аналогичный процент будет повышаться налог на добычу полезных ископаемых (до 2021 г.).
- Налоговый маневр будет способствовать более выгодному экспорту нефти и нефтепродуктов, но приведет к росту цен на нефть и нефтепродукты на внутреннем рынке.
- Правительство РФ предложило снижение акциза на сырую нефть для санкционных компаний, а также компаний, выпускающих топливо **Евро-5.**
- Независимые НПЗ и мини-НПЗ: снижение рентабельности, получение отрицательной прибыли, необходимость резко разворачивать программы модернизации (должны выпускать не менее 10% бензина класса Евро-5 для получения обратного акциза).
- К числу установок, используемых на НПЗ для реализации программы модернизации относятся: **риформинг, изомеризация, крекинг, алкилирование, производство высокооктановых компонентов, УЗК, гидроочистка, висбрекинг, переработка прямогонных остатков, гидроконверсия.**
- НПЗ, производящие бензин в объеме 10% от переработки, будут иметь право на отрицательный акциз на нефть до 2024 г., если вложения в модернизацию составляют **не менее 60 млрд. руб.** (с 01.01.2015 г.).

МОДЕРНИЗАЦИЯ РОССИЙСКОЙ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ

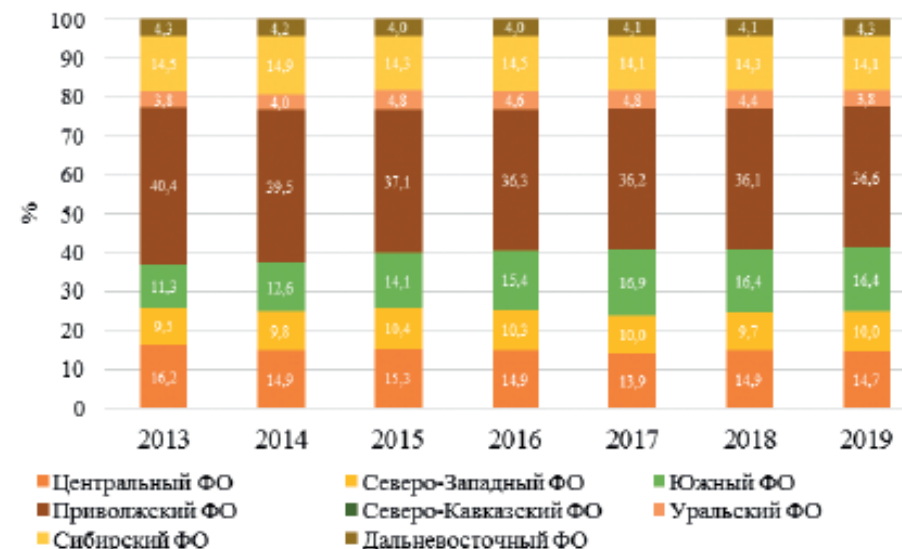


- В период с 2011 г. до настоящего времени построено **5 установок глубокого гидрокрекинга** (11,4 млн.т), ориентированных на производство высококачественного ДТ.
- Второй этап модернизации: будет дополнительно введено в эксплуатацию **10 установок гидрокрекинга** (23,2 млн.т) – резкое увеличение производства ДТ в России.
- Экспорт ДТ в Европу сокращается.
- Необходимость переориентации проектируемых и строящихся установок гидрокрекинга на производство **бензина, реактивного топлива, высококачественного масла.**
- Развитие **деструктивных процессов переработки нефтяных остатков:** установки УЗК являются самыми рентабельными технологиями переработки тяжелых остатков, позволяют получать наряду с коксом светлые нефтепродукты и газ и быстро адаптироваться к изменению состава нефти (увеличение содержание серы).
- Требуют развития технологии получения **коксующих добавок** (Veba Combi-Cracking).
- Разработка новых российских технологий (построено **12 установок Изомалк-2;** разрабатывается **технология изомеризации С7,** разработана **технология риформинга с непрерывной регенерацией катализатора,** создана **технология алкилирования изобутана олефинами на твердом катализаторе,** внедрен в производство процесс **гидроочистки бензина каткрекинга** без потери ОЧ, разрабатываются и внедряются процессы **гидропереработки нефтяных остатков на суспендированных катализаторах).**

СТРУКТУРА ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ В РОССИИ



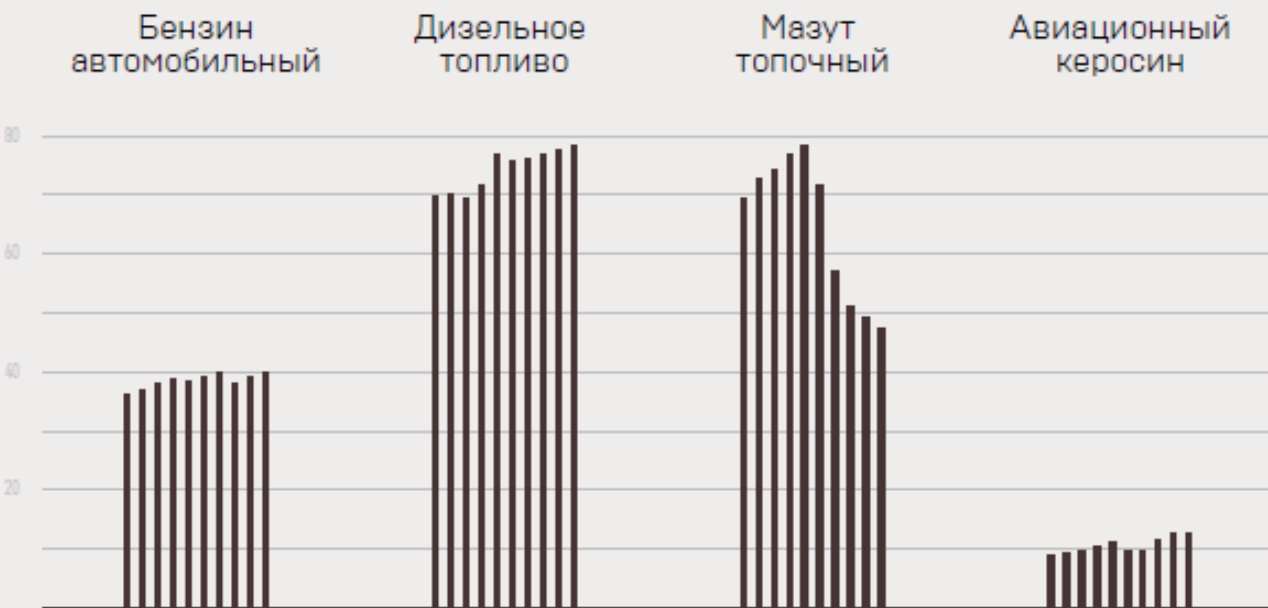
Объем первичной переработки нефти в России



Структура переработки нефти по федеральным округам (исключая мини-НПЗ)


ПРОИЗВОДСТВО ОСНОВНЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ В РОССИИ

В 2010–2019 годах, млн т



Производство топочного мазута в 2019 г. уменьшилось на 1,9 млн.т по сравнению с 2018 г. Это обусловлено реализацией налогового маневра в нефтяной отрасли. Производство бензина (+0,9 млн.т) и дизельного топлива (+0,9 млн.т) возросло. Сократилось производство авиационного керосина (-0,2 млн.т).

ПРОБЛЕМЫ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ

- 
1. Производство нефтепродуктов.
 2. Катализаторы нефтепереработки.
 3. Добавки, присадки и смазочные масла.
 4. Обслуживание иностранных технологий и поставка иностранного оборудования и его запчастей.
 5. Продолжение модернизации НПЗ России.

ПРОИЗВОДСТВО НЕФТЕПРОДУКТОВ



1. Дизельное топливо – 78 млн.т/год

Дистилляты газового конденсата – 12,1 млн.т/год

Топливо судовое маловязкое – 8,3 млн.т/год

$\Sigma = 100$ млн.т/год

Экспорт дизельного топлива – 53,2 млн.т/год

2. Автомобильный бензин – 40,2 млн.т/год

Бензины (прямогонный, газовый, для химии) – 23 млн.т/год

Экспорт бензина – 5,8 млн.т/год

3. Мазут – 45,8 млн.т/год

Экспорт мазута – 34,0 млн.т/год

НЕФТЕПЕРЕРАБОТКА В СИБИРИ. БАЗОВЫЕ ПРОЦЕССЫ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ

Процесс	Общая мощность, млн.т/год	Число установок/год ввода в эксплуатацию (реконструкции)
Первичная переработка нефти (ЭЛОУ-АТ, ЭЛОУ-АВТ)	~60	18 / 1968-2021
Термический крекинг / <u>висбрекинг</u>	3.3	4 / 1970-2006
Замедленное коксование	2.24	3 / 1970 - 2006
Каталитический крекинг	6.1	4 / 1971 - 2005
Каталитический <u>риформинг</u>	6.5	7 / 1978 - 2015
Изомеризация С5-С6	0.94	4 / 2007-2012
Гидрокрекинг	2.0 (+4.7)	1 (+2) / 2021-2023

Введение в эксплуатацию 2 установок ГК на Ачинском НПЗ и Антипинском НПЗ приведет к увеличению производства дизельного топлива и керосина на ~4 млн.т/год (20%)



Установка глубокой переработки нефти

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НПЗ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

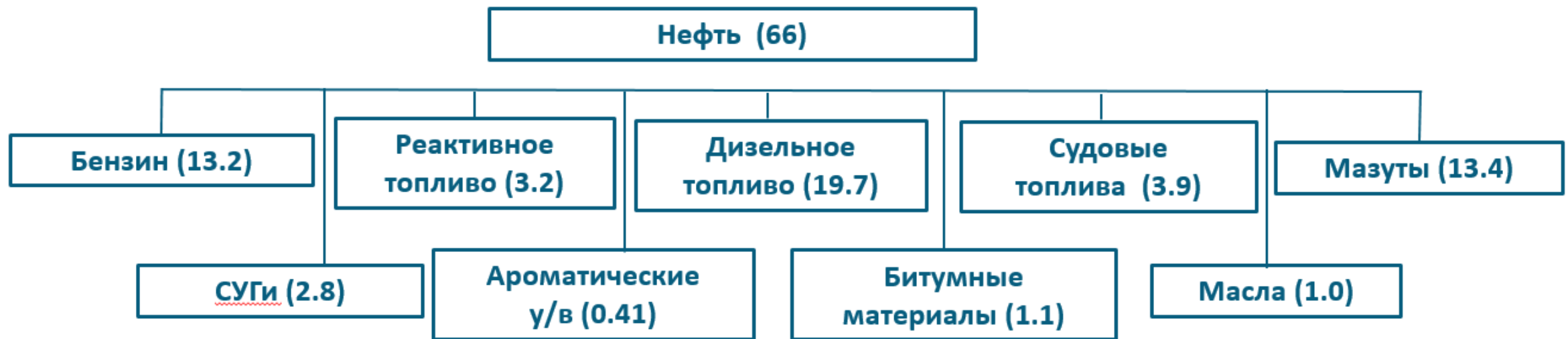


ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХ

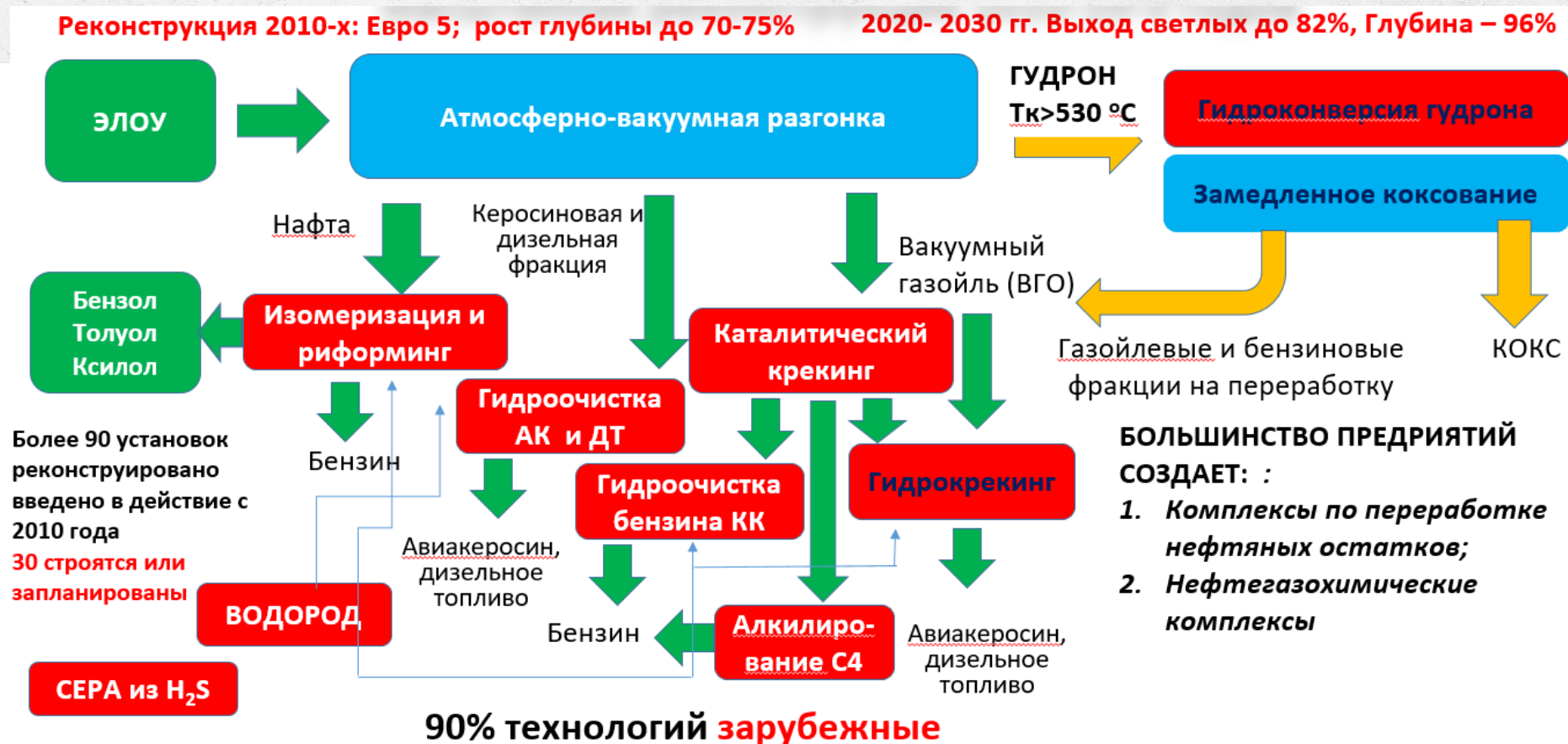
НПЗ	Нефть сырая, млн. тонн	Конденсат газовый стабильный, млн.тонн	Глубина переработки, %*
Омский НПЗ («Газпром нефть»)	20.7	1.5	93.9
Комсомольский НПЗ («Роснефть»)	7.0	2.2	63.1
Ангарская НХК («Роснефть»)	9.1	1.1	81.8
Антипинский НПЗ (ООО «Русинвест»)	8.1	0.016	98.0
Ачинский НПЗ («Роснефть»)	6.2	0.9	65.6
Хабаровский НПЗ (НК «Альянс»)	4.5	0.5	61.0
Другие	~5.5	~9	

* Средняя по РФ – 84.1%

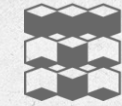
СТРУКТУРА ПРОДУКТОВОЙ КОРЗИНЫ НПЗ АЗИАТСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ (МЛН.Т/ГОД)



ТЕХНОЛОГИИ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ В РОССИИ: МАСШТАБНАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ 2010-20-Х ГОДОВ



КОМПЛЕКС ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ МОЩНОСТЬЮ 14 МЛН. Т/ГОД (ОАО «ТАНЕКО», ТАТАРСТАН)



ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХ



КАТАЛИТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ

- ✓ **Каталитический крекинг** - процесс углубленной переработки нефти, позволяет получать светлые фракции и сырье для нефтехимии из вакуумных газойлей. Катализаторы представляют собой микросферические гранулы (20-150 мкм). Активный компонент – цеолиты. Матрица – алюмосиликаты, оксид алюминия с мезопористой структурой. Основные реакции – крекинг длинноцепочечных углеводородов. Общее углубление переработки нефти на установках КК составляет 20-40%.
- ✓ **Гидрокрекинг** позволяет перерабатывать тяжелые фракции в дизельное топливо, керосин, бензин, базовые масла, с применением водорода. Принципиальное отличие ГК от КК – наличие и высокое давление H_2 (до 300 атмосфер). Чем выше давление, тем выше конверсия сырья, что позволяет сразу получать гидроочищенные продукты (до 60% ДТ, до 15% БФ, авиакеросин, базовые масла).



Реакторно-регенераторный блок установки каталитического крекинга

КАТАЛИТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ

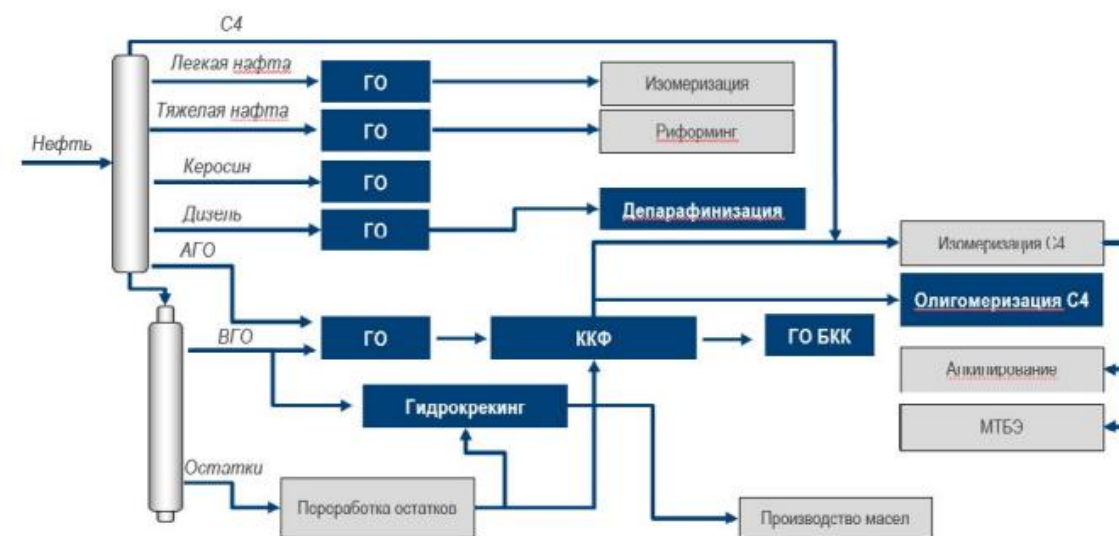
- ✓ **Гидроочистка нефтяных фракций** необходима для производства топлив высоких экологических классов. Это термокаталитическая обработка сырья в присутствии водорода с целью гидрирования S-соединений. Также гидрируются непредельные соединения, а также соединения N и O.
- ✓ Основное назначение – удаление S из бензиновых, керосиновых, дизельных, газойлевых и масляных фракций для получения химически стойких, экологичных, антикоррозионных топлив и смазочных масел.
- ✓ В современных дизельных топливах содержание серы не должно превышать 0,001% мас.
- ✓ Катализаторы представляют собой гранулы в форме трилистника или четырехлистника из оксида алюминия, на который нанесены оксиды молибдена, никеля или кобальта.



КАТАЛИТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ

Основные бензинопроизводящие процессы:

- ✓ Каталитический риформинг
- ✓ Изомеризация пентан-гексановой фракции
- ✓ Алкилирование изобутана олефинами

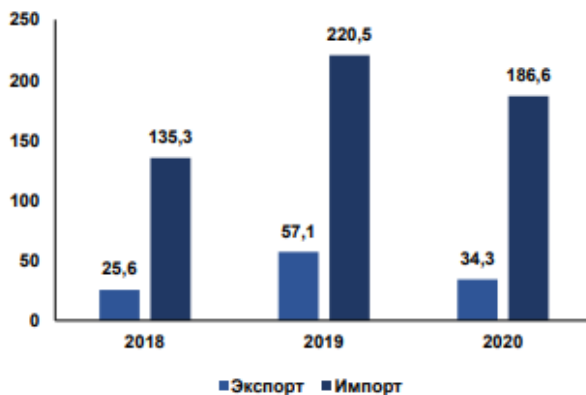


Типовая конфигурация НПЗ, включающая каталитические процессы

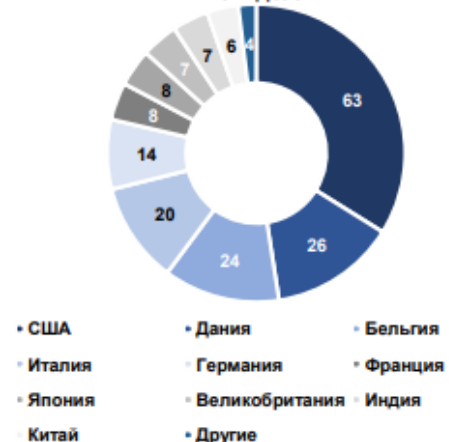
ХАРАКТЕРИСТИКА РОССИЙСКОГО РЫНКА КАТАЛИЗАТОРОВ

Российский рынок катализаторов импортозависим. По итогам 2019 г. доля импорта – 83%

Соотношение экспорта и импорта катализаторов для нефтепереработки в РФ, млн долл.



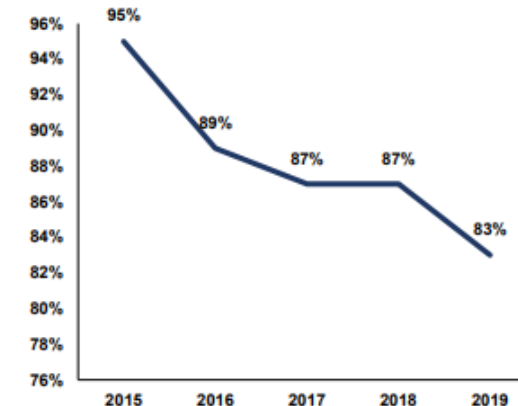
Основные страны — экспортеры катализаторов в Россию в 2020 году, млн долл.



План Минэнерго РФ по снижению доли импорта в потреблении катализаторов нефтепереработки в РФ, %



Доля импорта катализаторов крекинга, гидроочистки и гидрокрекинга в России, %



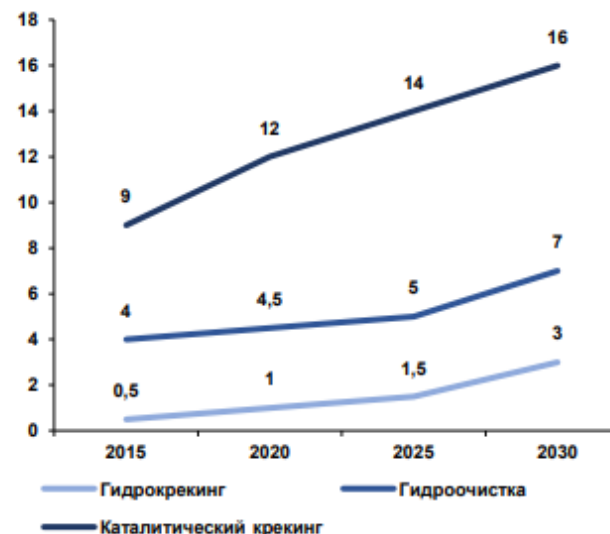
ХАРАКТЕРИСТИКА РОССИЙСКОГО РЫНКА КАТАЛИЗАТОРОВ



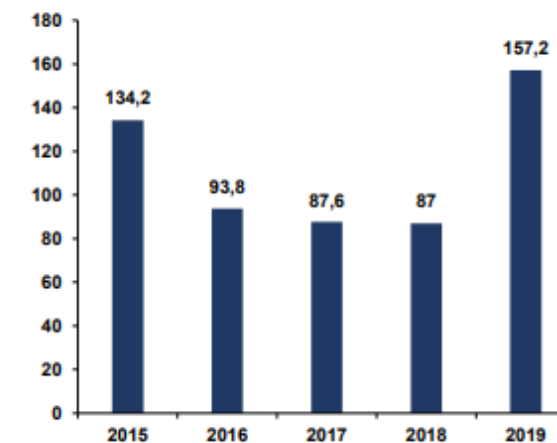
ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХ

Наибольший спрос:
катализаторы гидрокрекинга,
гидроочистки и каталитического
крекинга. Объем рынка в 2020 г.
только трех видов
катализаторов – около 114
млн.долл.

Спрос НПЗ на катализаторы по типам, тыс. т
в год

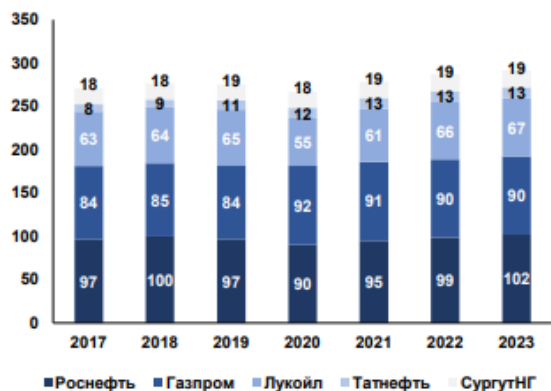


Объем рынка катализаторов крекинга,
гидроочистки и гидрокрекинга в России,
млн долл.

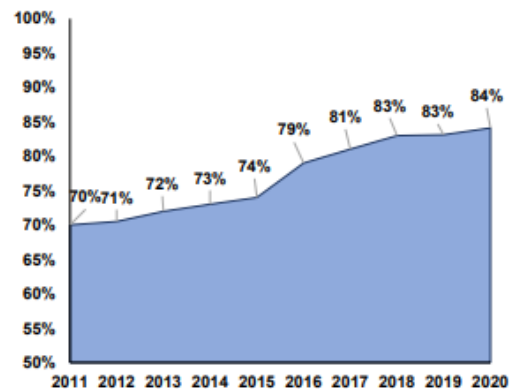


ДРАЙВЕРЫ СПРОСА НА КАТАЛИЗАТОРЫ В РОССИИ

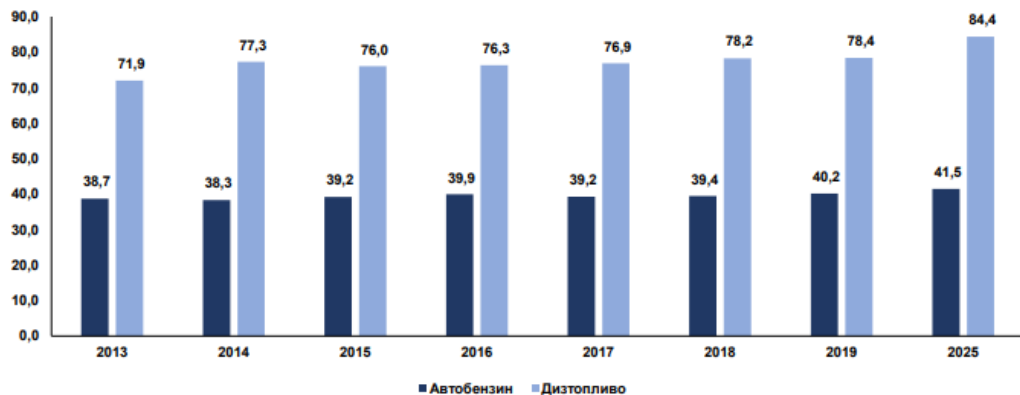
Производство нефтепродуктов крупнейшими нефтегазовыми компаниями в России, млн т



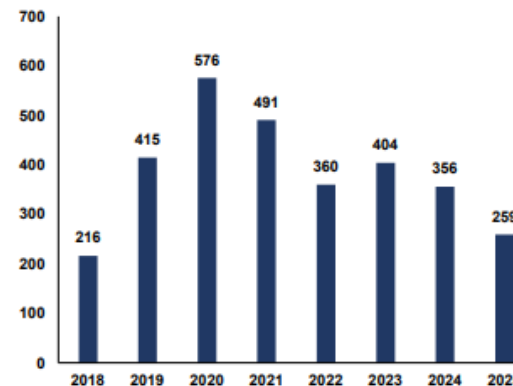
Глубина переработки нефти в России, %



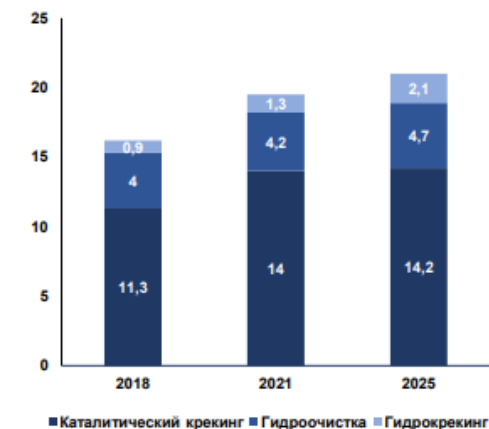
Производство автобензина и дизтоплива в России, млн т



Капитальные затраты на строительство и модернизацию НПЗ, млрд руб.

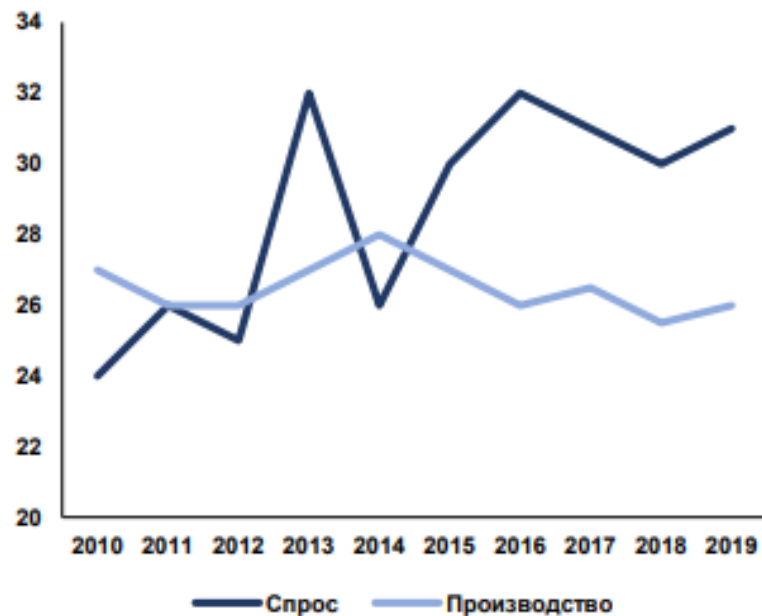


Мощности вторичных процессов нефтепереработки в РФ, млн т/год

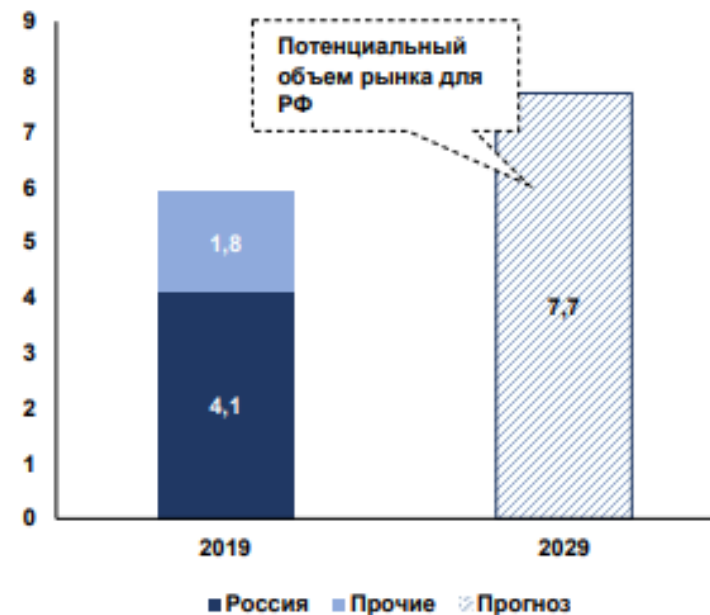


ЭКСПОРТНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ РОССИЙСКИХ НЕФТЕПРОДУКТОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ И ДРУГИХ СТРАНАХ СНГ

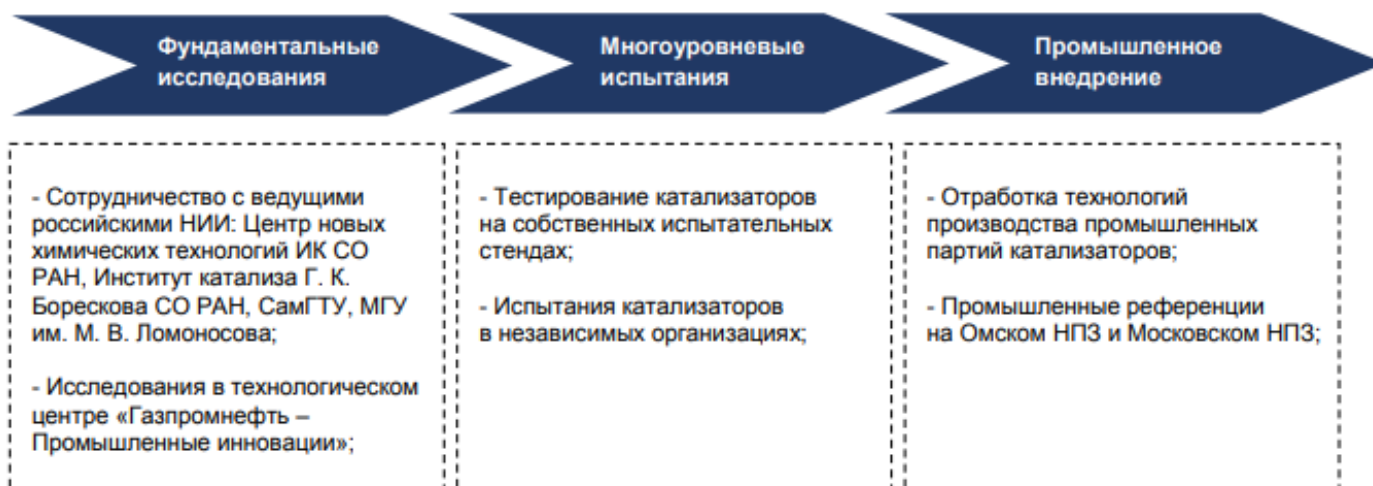
Производство и потребление
нефтепродуктов в Центральной Азии, млн т



Структура импорта нефтепродуктов
Центральной Азии, млн т



ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ НА РЫНКЕ КАТАЛИЗАТОРОВ В РОССИИ



Предприятие	Материнская компания	Местонахождение	Основной фокус производства			
			Каталитический крекинг	Гидроочистка	Гидрокрекинг	Регенерация катализаторов
Ишимбайский специализированный химический завод катализаторов	КНТ Групп	Ишимбай	+			
Газпромнефть ОНПЗ	Газпром нефть	Омск	+ (выпуск прекратится с запуском нового завода «Газпромнефть – Каталитические системы»)			
Газпромнефть – Каталитические системы	Газпром нефть	Омск	Запуск в 2022	Запуск в 2022	Запуск в 2022	Запуск в 2022
Салаватский катализаторный завод	ООО «Корпоративный центр»	Салават	+			
Ангарский завод катализаторов и органического синтеза	Роснефть	Ангарск		+		
Промышленные катализаторы	ЗАО «Рязанская нефтеперерабатывающая компания»	Рязань		+		
НПК Синтез	ООО «НПК Синтез»	Барнаул		+		
РН-Кат	Роснефть	Стерлитамак		+		
Нижегородские сорбенты	Нижегородский нефтеперерабатывающий научно-исследовательский центр	Нижний Новгород		+		
Новокуйбышевский завод катализаторов	Роснефть	Новокуйбышевск				+
Уфанефтехим	-	Уфа				+
ПромСинтез	ОАО «Полимер»	Самара				+
Первая регенерирующая компания	-	Ишимбай				+

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ НА РЫНКЕ КАТАЛИЗАТОРОВ В РОССИИ: КАТАЛИЗАТОРЫ КРЕКИНГА



ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ НА РЫНКЕ КАТАЛИЗАТОРОВ В РОССИИ: КАТАЛИЗАТОРЫ РИФОРМИНГА БЕНЗИНОВ

Катализаторы риформинга

Неподвижный слой катализатора

1. Российские
 - ПР-81 (А и Д), РФ-1, - ИК СО РАН (13 установок)
 - РБ-33, РБ-44-Олкат (4 установки)
 - РЕФ-23-НПО «Нефтехим» (8 установок)
2. Импортные
 - R-56,86,98-UOP
 - RG-582,682, PR-15-Axens
3. Российские производители: Ангарск, Рязань. На всех установках риформинга используют 48% катализаторов российского производства


Движущийся слой катализатора

1. Импортные - «Axens», UOP на 7 установках



Реакторный блок установки риформинга

ПРОДОЛЖЕНИЕ МОДЕРНИЗАЦИИ НПЗ РОССИИ

- 
1. Выполнение соглашения между Минэнерго и нефтяными компаниями.
 2. Опора на российские предприятия.
 3. Взаимодействие с компаниями дружественных стран.

ВЫВОДЫ

1. Важнейшим показателем технологического совершенства НПЗ является глубина переработки нефти, которая характеризуется долей выхода светлых нефтепродуктов. В связи с этим вторичные процессы переработки играют огромную роль. Практически во всех процессах такого рода используются специальные катализаторы.
2. Спрос на катализаторы в России растет, и к 2030 году увеличится на 50% до 26 тыс. т в год.
3. Основными драйверами роста спроса служат увеличение производства нефтепродуктов российскими компаниями при возрастающей глубине переработки нефти, активная стадия модернизации российских НПЗ по вводу новых мощностей вторичных процессов переработки нефти, система регулирования в России, направленная на стимулирование выпуска светлых нефтепродуктов, экспортный потенциал российских нефтепродуктов в странах СНГ и АТР.
4. Обеспеченность катализаторами нефтепереработки достаточно высокая. В России находится целый ряд производственных площадок по выпуску отечественных катализаторов, однако зачастую данные производства не имеют современного оборудования и/или достаточных мощностей для удовлетворения спроса со стороны НПЗ и проведения полного импортозамещения.
5. Строительство катализаторного завода в Омске компанией «Газпромнефть — Каталитические системы» — это крупнейший проект в России по созданию нового производства отечественных катализаторов.
6. Производство нефтепродуктов надо ориентировать, в первую очередь, на внутренний рынок и на экспорт в дружественные страны.
7. Есть проблемы в обеспечении присадками и добавками к топливам и смазочным маслам, а также в снабжении смазок. Инициатива Минэнерго РФ по созданию центра должна быть осуществлена в скорейшем времени.
8. Модернизация НПЗ должна продолжаться в соответствии с соглашением между Минэнерго РФ и нефтяными компаниями.




ВОПРОСЫ



ЗАДАНИЕ №1



МОДУЛЬ 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ТЭК РОССИИ И МИРА

-  Лекция 1. Современное состояние ТЭК России и мира
-  Тест 1. Введение в переработку нефти и газа. Основные понятия физической химии
-  Задание 1. Новости российской нефтепереработки