



Биоэтанол как октаноповышающая добавка. Развитие рынка топливного биоэтанола в России

Ершов Михаил Александрович

Генеральный директор Центра мониторинга новых технологий

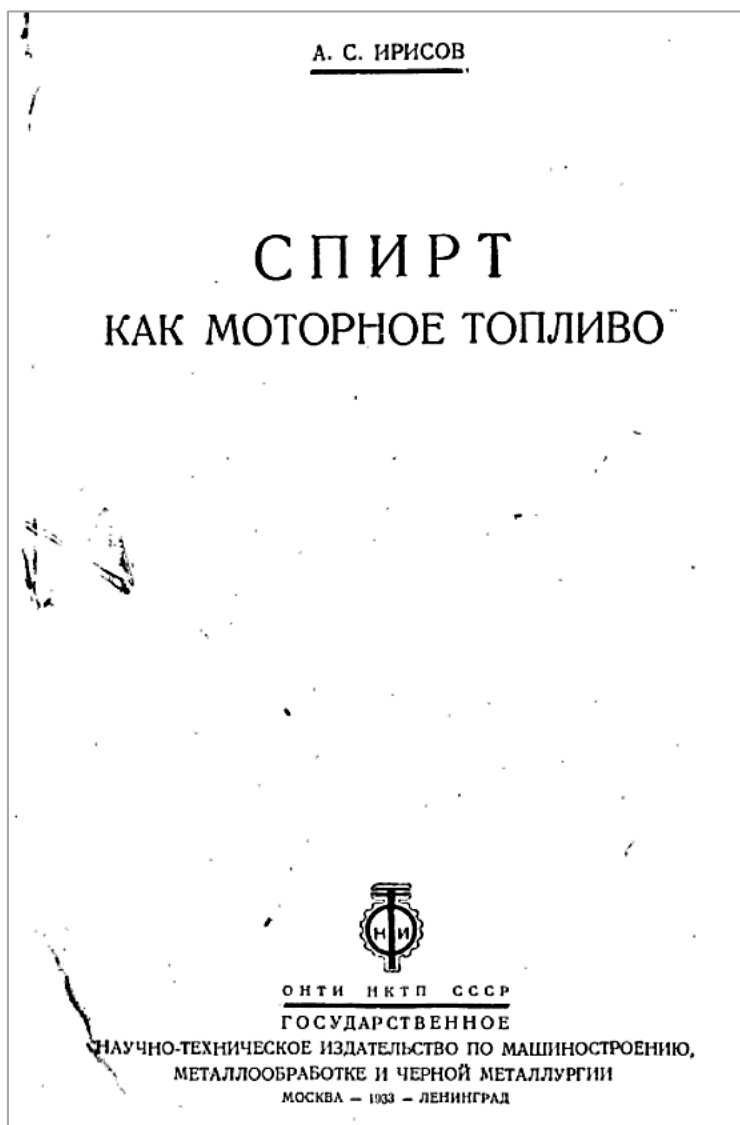
Доцент РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина





1933 год

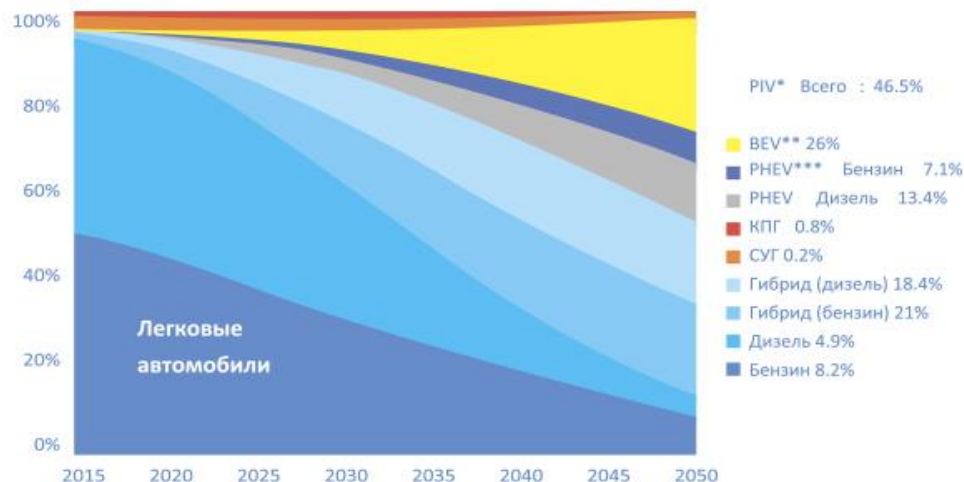
2





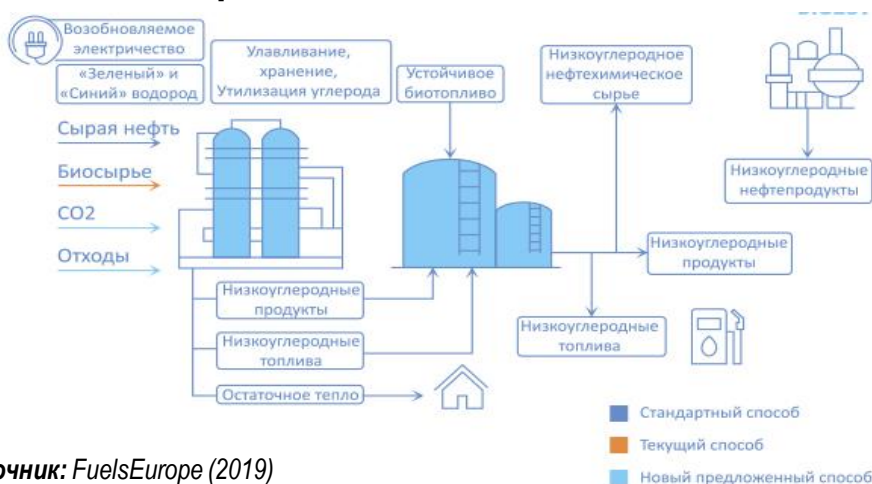
Декарбонизация транспорта – основной вектор развития

Прогноз структуры продаж легковых авто в ЕС



*PIV: Подключаемое ТС, **BEV: Аккумуляторный автомобиль, ***PHEV: Подключаемый гибрид

Концепция перспективного НПЗ



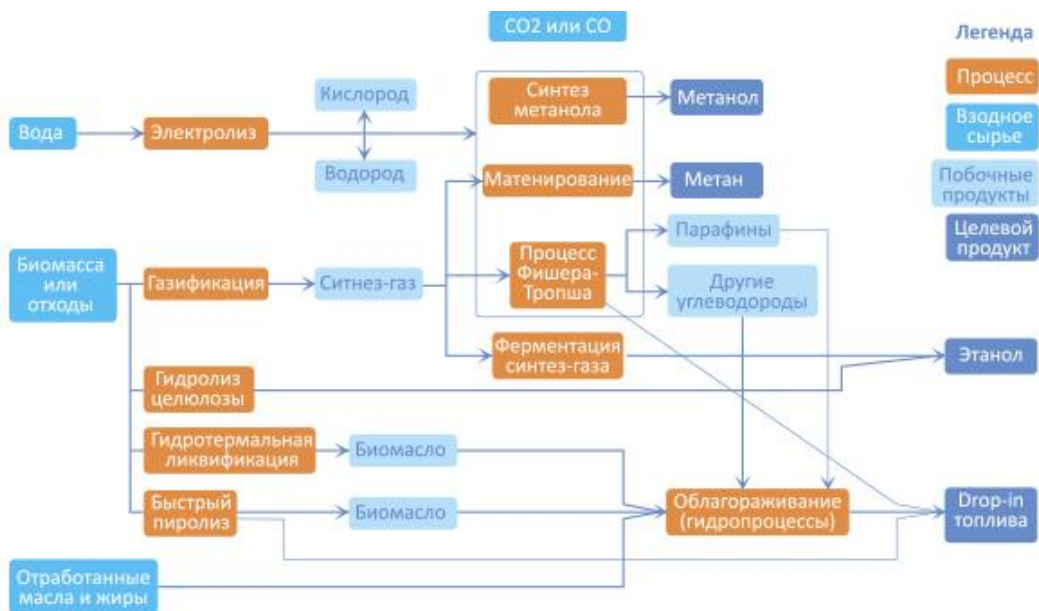
Источник: FuelsEurope (2019)

- Низкоуглеродное топливо – основной тренд развития европейской нефтепереработки.
- Согласно ожиданиям Европейской Ассоциации нефтепереработчиков (FuelsEurope), продажи бензиновых и дизельных автомобилей покажут постепенное снижение (с более чем 80% в 2015 г. до нуля в 2050 г.), а сбыт гибридных электромобилей сильно увеличится (с 5% в 2015 г. до почти 40% в 2050 г.). Больше всего вырастут продажи подключаемых гибридов — в 2050 г. они составят более 60% рынка, однако бензиновые, дизельные и гибридные ТС в 2050 г. по-прежнему будут занимать больше 50% автопарка.
- Нефтепереработка Европы активно продвигает идею нейтрального подхода к различным технологиям декарбонизации транспорта, включая развитие низкоуглеродных топлив, наряду с электрофикацией транспорта.



Низкоуглеродные топлива – ключевой элемент декарбонизации нефтепереработки

Схема получения передовых низкоуглеродных топлив



Источник: ICCT (2019)

Для получения передовых низкоуглеродных топлив в качестве приоритетных рассматриваются следующие виды сырья:

- Лигноцеллюлозная биомасса, отходы сельского хозяйства, ТБО.
- Отработанные масла и жиры
- Вода (для электролиза)

К приоритетным низкоуглеродным топливным компонентам относят:

- Метан
- Метанол
- Этанол
- Углеводороды (HVO, HEFA)

Перспективные составы гибридных низкоуглеродных топлив:

- Бензин E20/E30
- ДТ B20/B30
- ДТ + 10-50% HVO (Green Diesel)
- Jet A-1 + 10-50% HEFA-SPK



Основные направления применения биоэтанола

E5-E15

- **Стандартный бензин** – допустимая концентрация этанола в различных странах ограничена 5-15% об. (в Бразилии – 27%).
Основной объем потребляемого в мире биоэтанола используется для производства стандартных автомобильных бензинов.

ЭТБЭ ЭТАЭ

- **Высокооктановые эфиры** – этил-трет-бутиловый (ЭТБЭ) и этил-трет-амиловый (ЭТАЭ), в синтезе которых используется биоэтанол и изобутилен/изоамилен.
Около 5% мирового производства биоэтанола используется для производства эфиров.

E20-E40

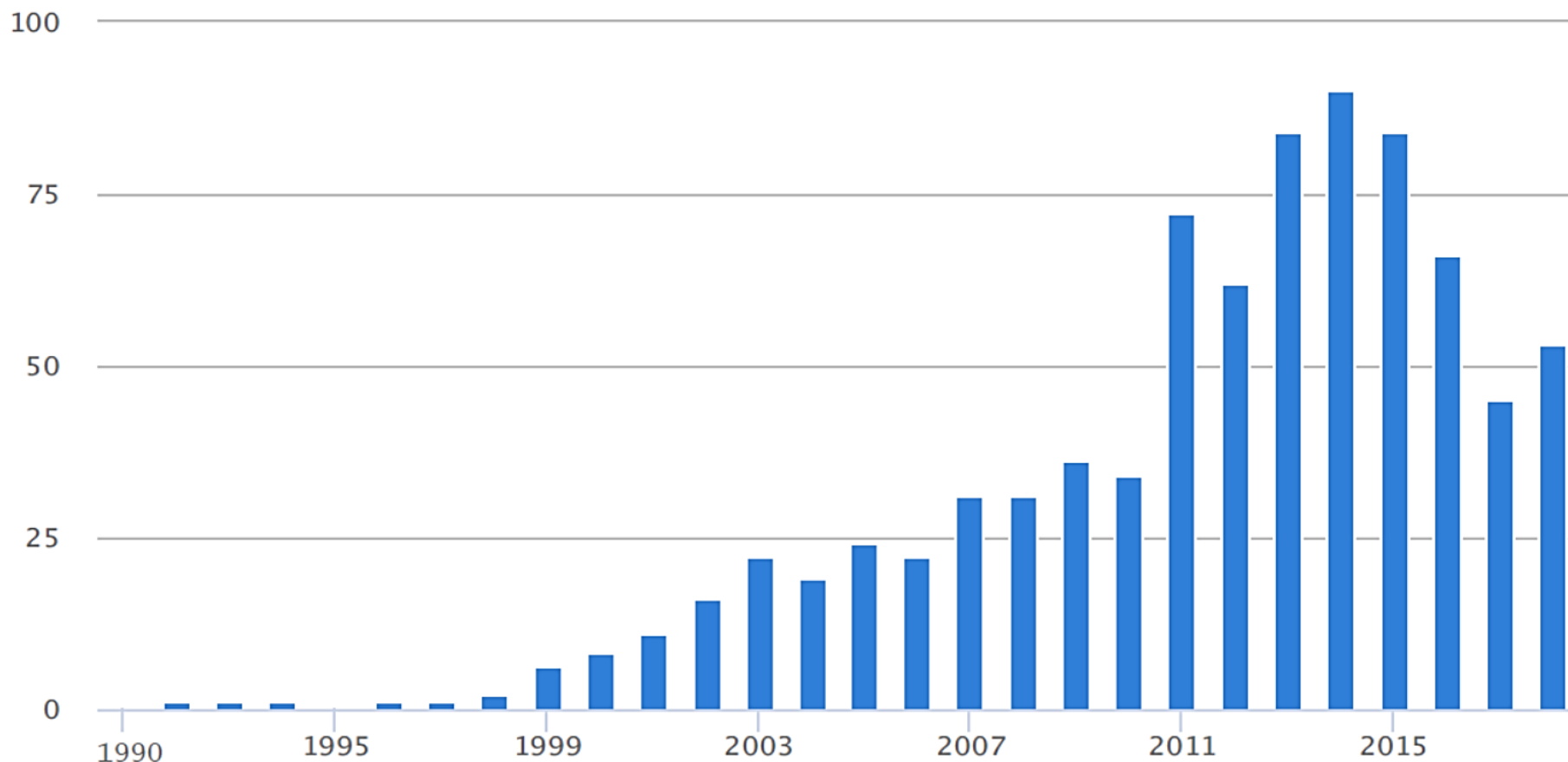
- **Среднеэтанольные топлива** – от 20 до 40% об. спирта (E20, E30, E40).
Рассматриваются в качестве наиболее перспективных видов этанольных топлив. С учетом Бразилии (бензин E27) около 25% спирта используется для среднеэтанольных топлив.

E50-E85

- **Высокоэтанольные топлива** для специальных бензиновых и дизельных автомобилей с содержанием спирта от 50 до 95% об. (E85, E100, ED95).
Около 5% мирового производства биоэтанола используется для производства подобных топлив.

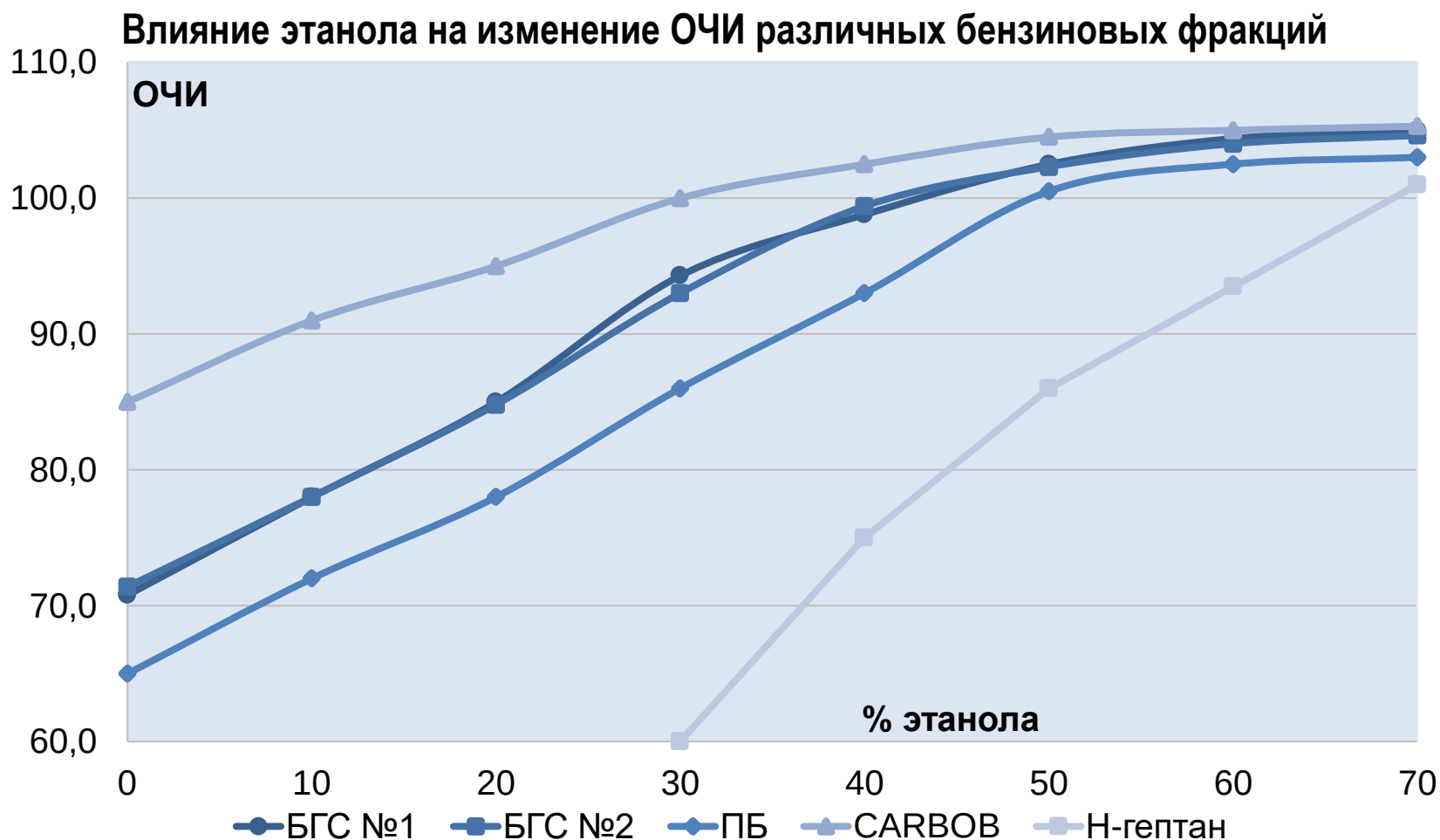


Количество моделей легковых автомобилей, работающих на топливе E85, предлагаемых к продаже в США



Источник: Минэнерго США

FUELS Digest // Ершов М.А. – Биоэтанол как октаноповышающая добавка. Развитие рынка топливного биоэтанола в России, 2019

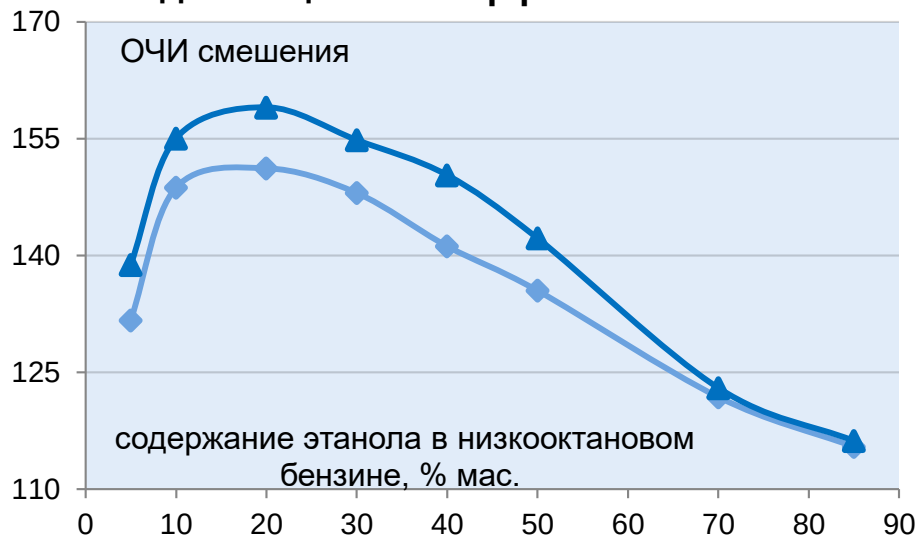


Источник: 39. Teresa L. Alleman. *Properties of Ethanol Fuel Blends Made with Natural Gasoline* / Teresa L. Alleman [et al.] // *Energy Fuels*, 2015. – v. 29. – 8. – p. 5095-5102

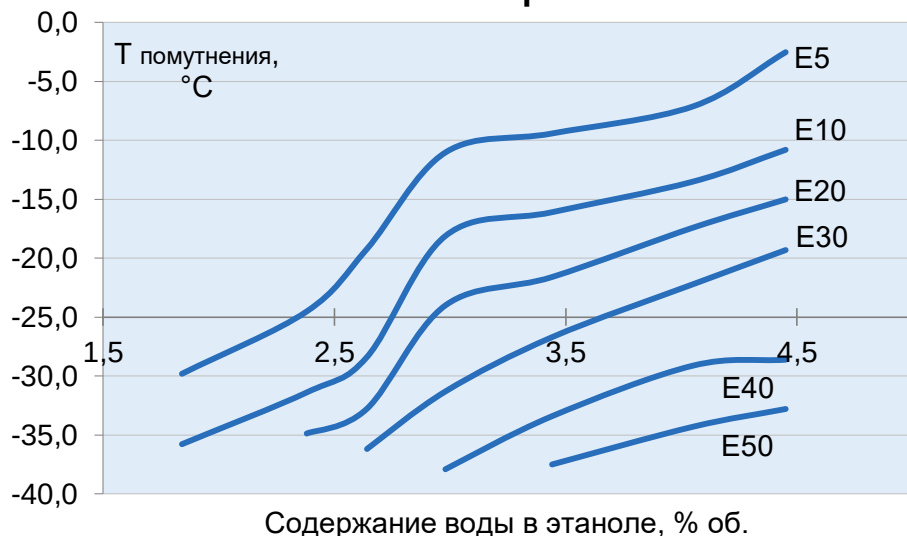


Е30 – пример перспективного гибридного низкоуглеродного топлива

Антидетонационная эффективность этанола



Фазовая стабильность спирто-бензиновых смесей



- Октановое число смешения биэтанола на интервале от 20 до 40% мас. в низкооктановых фракциях составляет не менее 140 ед., что позволяет использовать для производства топлива Е30 низкооктановые углеводородные фракции нефтепереработки.
- С увеличением доли этанола повышается его фазовая стабильность топлива в присутствии воды.
- Для топлива Е30 практически отсутствует риск расслоения при попадании в обводненный резервуар.
- Продвижение среднеэтанольного топлива в мире:
 - Е27 в Бразилии – стандартный бензин
 - Е30 в США продается на АЗС, официально для FFV
 - Е20 в ЕС ведется разработка стандарта
 - Е22 включено в 2019 году в топливную хартию

Источник:

ОЧИ смешения – АО «ВНИИ НП»

Температура помутнения - Капустин В.М., Карпов С.А., Царев А.В. Оксигенаты в автомобильных бензинах М.: КолосС, 2011, 336 с



Всемирная топливная хартия в редакции 2019 года одобрила применение среднеэтанольных топлив

CATEGORY 6

GASOLINE SPECIFICATIONS

Category 6: Markets with potential emission control and fuel efficiency targets more stringent than those in Category 5, such as US 2022-2025 light-duty GHG limits, anticipated US 2022-2025 fuel economy standards, EU 95g/km CO₂ fleet average for 2021, and post-2020 EU targets for CO₂. This category aims to minimize real driving emissions (RDE) required for Euro 6dTEMP (from 2017), Euro 6d (from 2020) and China 6b (from 2023). This category is intended to enable the introduction of engines and vehicles with higher fuel efficiency and lower exhaust emissions and specify a gasoline with lower carbon intensity, thereby enabling greater efficiency and GHG benefits than possible with lower category fuels.

PROPERTIES		UNITS	LIMITS	
			MIN	MAX
98 RON	Research Octane Number		98.0	
	Motor Octane Number		88.0	
102 RON	Research Octane Number		102.0	
	Motor Octane Number		88.0	
Oxidation stability		minutes	480	
Sulphur		mg/kg ¹		10
Trace metal ²		mg/kg	No intentional addition	
Chlorine		mg/kg	No intentional addition	
Organic contaminants ³			No intentional addition	
Oxygen ⁴		% m/m		3.7 ⁵

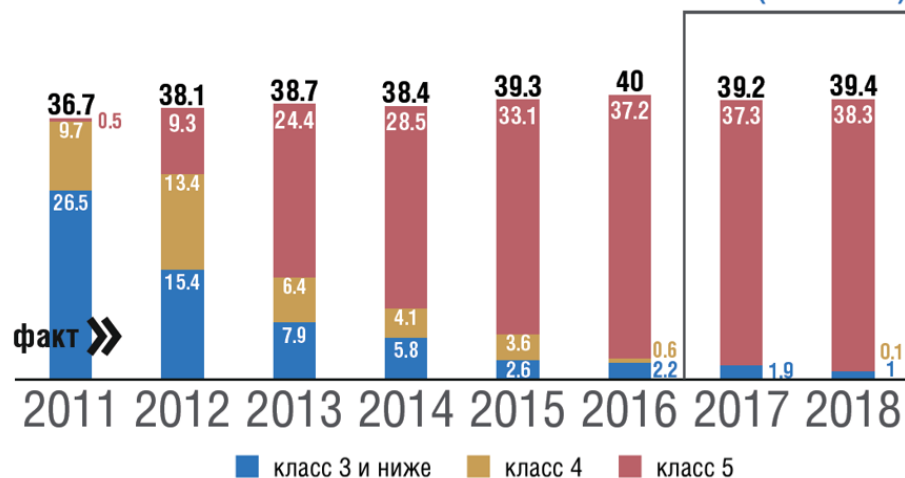
⁵ To achieve this category's 98-102 RON specifications, the oxygen limit has flexibility to reach up to 8% m/m (equivalent to about 20-22% v/v ethanol), but only for vehicles designed for such fuel. Fuel dispenser labelling for ethanol content and advising consumers to check their owner's manual is recommended; this will enable consumers to determine if their vehicles can use a particular gasoline-ethanol blend, consistent with their owner manuals. Blendstock ethanol should meet the E100 Guidelines published by the WWFC Committee.



Производство автомобильных топлив в России

Производство автобензина, млн т

К5 **+1.0 (+2.7%)**



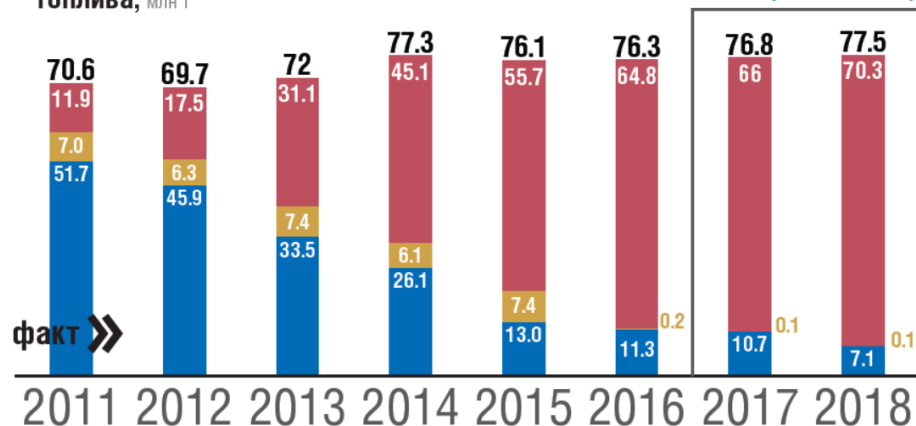
В результате выполнения четырехсторонних соглашений по модернизации НПЗ, заключенными между ФАС России, Ростехнадзором и Росстандартом и нефтяными компаниями, а также введения дифференцированных ставок акцизов на топлива разных экологических классов:

➤ Производство автобензина К5 увеличилось с 0,5 до 38,3 млн.т (97%) при увеличении общего объема производства с 36,7 до 39,4 млн.т.

➤ Производство дизельного топлива К5 увеличилось с 11,9 до 70,3 млн.т (91%) при увеличении общего объема производства с 70,6 до 77,5 млн.т.

Производство дизельного топлива, млн т

К5 **+4.3 (+6.5%)**

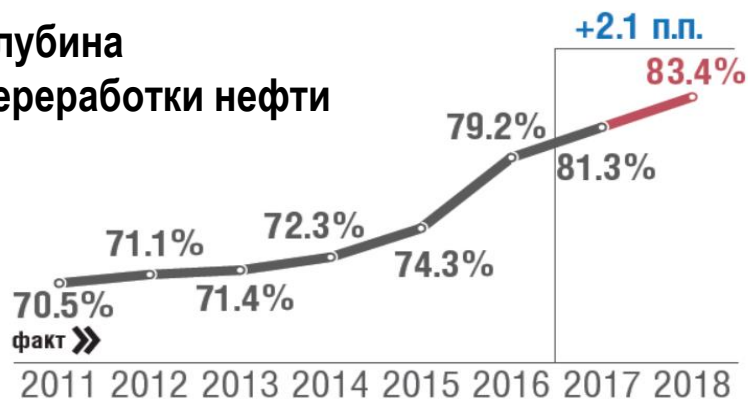


Источник: Минэнерго РФ, 2019



Перспективы увеличения производства автомобильных топлив

Глубина переработки нефти



Ввод новых установок на НПЗ РФ в 2020-2027

НПЗ	Кат. крекинг	Гидрокрекинг	Коксование
Ачинский НПЗ		2,05	
Комсомольский НПЗ		2,05	
Н-куйбышевский НПЗ		2,05	
Туапсинский НПЗ		4,0	
Рязанская НПЗ		2,2	
Сызранский НПЗ	1,15		
Ярославский НПЗ			3,4
Уфимский НПЗ			2,0
Танеко	1,1		
Газпром нефтехим Салават	1,1		
Ильский НПЗ		2,2	0,8
Яйский НПЗ			0,1
Орскнефтеоргсинтез			1,2
Афипский НПЗ		2,5	1,5

Дальнейшее развитие отечественной нефтепереработки сфокусировано на увеличение глубины переработки нефти:

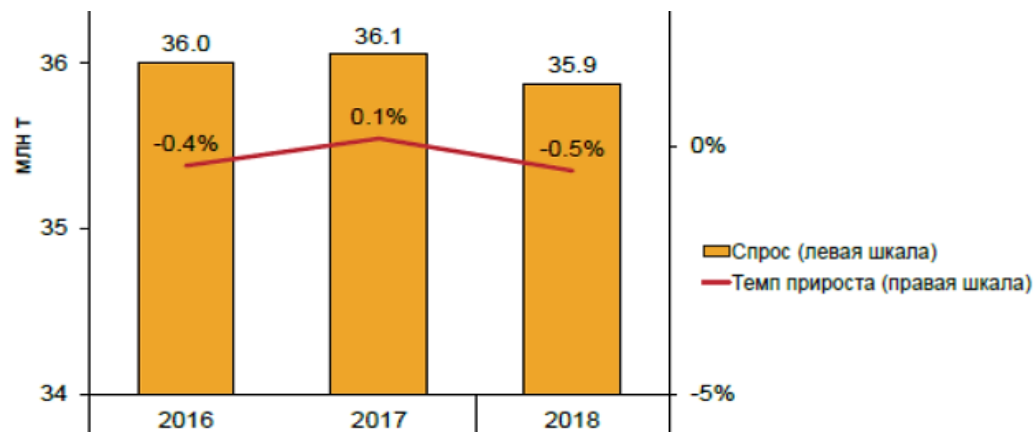
- Это будет достигаться строительством установок гидрокрекинга (+ 17 млн т/г), коксования (+ 9 млн т/г) и каталитического крекинга (+ 3,4 млн т/г)
- Введение новых «углубляющих» мощностей приведет к росту производства автомобильного бензина (~ 2-3 млн.т/год), но в гораздо большей степени к росту выработки товарного дизельного топлива (~ 10 млн.т/год).

Источник: Минэнерго РФ (2019)

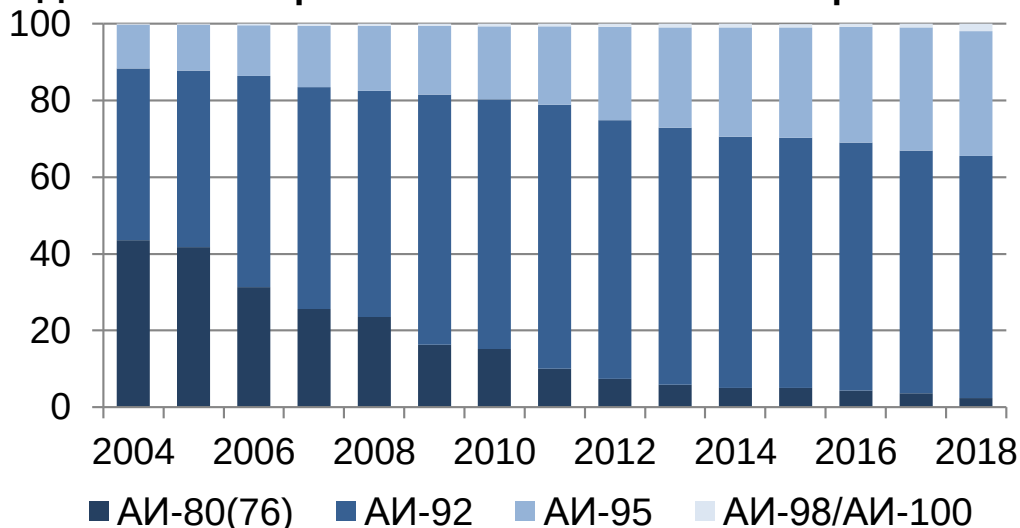


Производство и потребление автобензина в РФ

Внутренний спрос на автобензин



Динамика потребления автобензина по маркам

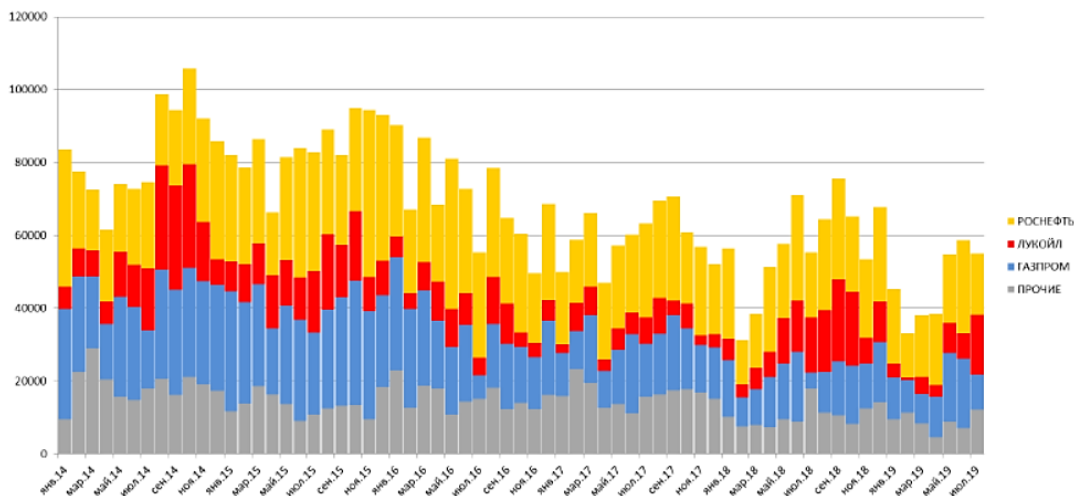


Источник: Петромаркет (2019), Минэнерго РФ (2019)

- При объеме выпуска АБ-К5 в РФ в 2018 году на уровне 38 млн. т внутреннее потребление составило 35,9 млн. т.
- С 2013 года внутренний спрос на АБ растет крайне медленно, а в 2018 году зафиксировано снижение (35,9 млн.т против 36,0 млн. т в 2016 году), в следствие общей экономической ситуации, продолжающегося обновления автопарка на более экономичную технику, более активного использования общественного транспорта в мегаполисах, а также рост перевода техники на СПБТ.
- Структура производства АБ по маркам (по ОЧ) продолжает меняться в сторону выпуска более высокооктанового топлива, но тренд также замедлился. Причины: отсутствие норм по топливной экономичности и выбросам CO₂ для техники и ориентация автопроизводителей на поставку техники, потребляющую более экономичный бензин АИ-92.



Потребление МТБЭ+ТАМЭ нефтяными компаниями



Источник: Импэкснефтехим (2019)

В последние годы снижается потребление «сторонних» ВОД (МТБЭ и ТАМЭ) на НПЗ РФ при общем увеличении объема производства ВОД в РФ. Избыточный объем экспортируется. Причинами данной тенденции являются:

- В начале 2010-2013 гг. НПЗ и производители ВОД планировали рост внутреннего потребления бензинов при быстром повышении ОЧ бензинового пула с учетом выхода с рынка антидетонационной добавки – ММА.
- В результате НПЗ и нефтехимические компании нарастили /модернизировали собственные мощности по производству высокооктановых компонентов (алкилат, риформинг НРК, МТБЭ, ТАМЭ, ароматика), а ожидания по спросу на ОЧ не оправдались.



Наименование показателя	ЭТБЭ	МТБЭ
Структурная формула	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{O} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
Среднее октановое число смешения по ИМ, ед.*	119	118
Требуемая концентрация для повышения ОЧИ на 1 ед., % мас.	3,4	3,6
Стоимость спирта без учета НДС, руб./т	42000	20000
Себестоимость эфира без учета НДС, руб./т	42624	31560
Удельная стоимость повышения ОЧИ на 1 ед., руб./т из расчета себестоимости эфиров	608	234



Наименование показателя	МТБЭ	МТАЭ	ИБС	Этанол	Метанол	N-МА
Среднее октановое число смешения по ИМ, ед.*	118	109	115	125	120	350
Требуемая концентрация для повышения ОЧИ на 1 ед., % мас.	3,6	5,3	4,0	2,9	3,3	0,3
Цена без НДС, руб./т	48000	44000	40000	42000	20000	105000
Удельная стоимость повышения ОЧИ на 1 ед., руб./т	821	1000	600	486	-167	229
Максимально-допустимая концентрация, % мас.	14,4-14,8**	14,8-15,9**	10,3-11,0**	5,1-5,5	отсутствие	K4-1,3

* приведены средние ОЧИ смешения в базовом бензине с ОЧИ не менее 90 при концентрации компонентов и добавок, обеспечивающей прирост ОЧИ не менее 3 ед.

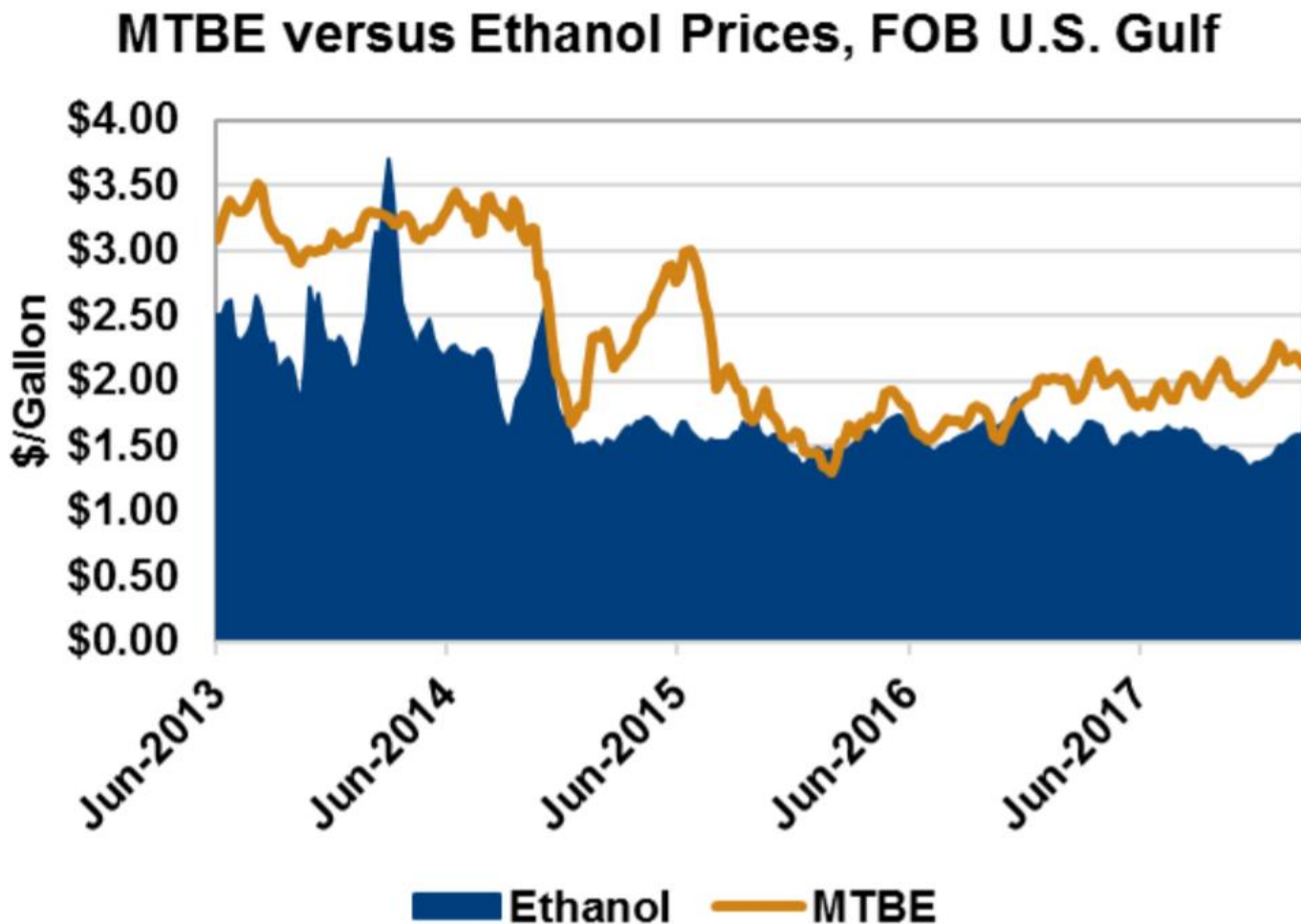
** приведены интервалы предельно-допустимого массового содержания оксигенатов в зависимости от плотности бензина с учётом ограничения по общему содержанию кислорода в бензине согласно ТР ТС 013/2011 не более 2,7% масс.



$$K = \frac{E_{OЧ_{\text{этанол}}}}{E_{OЧ_{MTБЭ}}} * k_1 + \frac{Q_{\text{этанол}}}{Q_{MTБЭ}} * k_2 + \frac{S_{\text{этанол}}}{S_{MTБЭл}} * k_3 + \frac{E_{\text{этанол}}}{E_{MTБЭ}} * k_4$$

Топливо	Средняя антидетонационная эффективность в бензине (ОЧИсм)	Теплота сгорания (Q), МДж/л	Совместимость с бензином и топливной инфраструктурой (S), баллы	Экологическая безопасность (E), баллы
Исходные данные				
Этанол	125	21,2	6	10
MTБЭ	118	28,5	10	6
Коэффициент значимости фактора (κ)	50%	20%	20%	10%
Расчет				
Этанол/MTБЭ	1,06	0,74	0,60	1,67
Лимитная стоимость этанола относительно MTБЭ	53%	15%	12%	17%

Лимитная стоимость этанола = **не более 97%** от стоимости MTБЭ



Ершов Михаил Александрович

Генеральный директор Центра мониторинга новых технологий
Доцент РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина
Кандидат технических наук

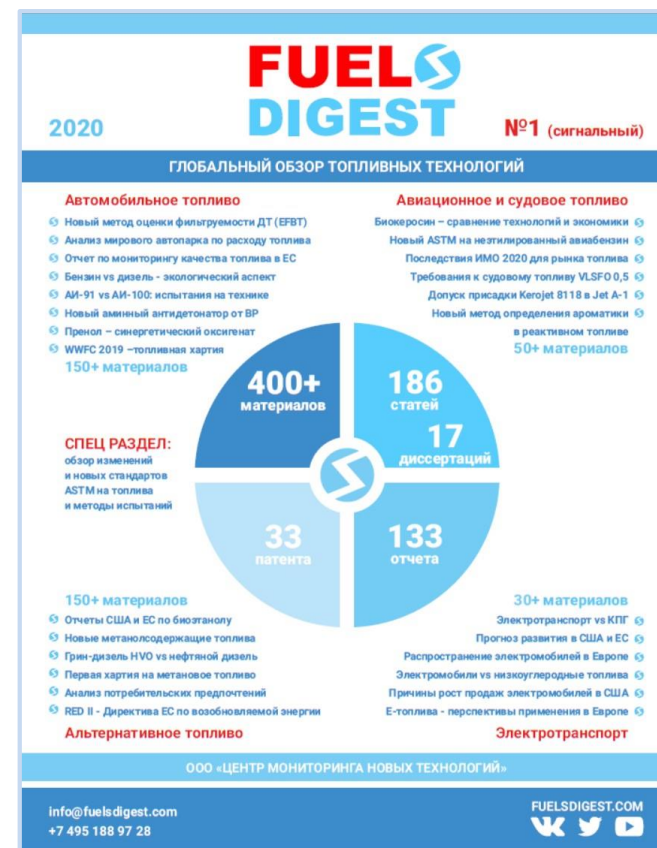
+7 495 188 97 28

+7 985 223 92 82

m_ershov@fuelsdigest.com

Центр мониторинга новых технологий

- Глобальный мониторинг технологических направлений
- Технологические исследования и экспертиза
- Супервайзинг научно-исследовательских работ



Запрос дайджеста
fuelsdigest.com