

**14 Забабахинские научные чтения города
Снежинск 18-22 марта 2019 года**

**О стратегии ГК Росатом атомной
энергетики России**

Проф. Б.И. Низматулин
Институт проблем энергетики



Для любой корпорации (ГК Росатом), работающей в условиях конкурентного рынка.

Стратегия – это программа действий для :

-завоевания,


-удержания, далее

- увеличения, как в физических объемах, так и в объёмах продаж (доли на рынке) своих товаров и услуг на рынках присутствия ,

-новых рынках.

Условия развития ГК Росатом.

- Уже в 2017 г. объем выручки ГК Росатома по **зарубежным** контрактам по атомной энергетике (сооружение АЭС, продажа урановой продукции и ядерного топлива) составил \$6,1 млрд, или в пересчете по курсу ЦБ - **360 млрд руб.**, ровно столько, сколько **внутри страны** получил Росэнергоатом (РЭА) .
- С другой стороны, на основании **уже** подписанных зарубежных контрактов на сооружение АЭС в различных странах в период 2018-2030 гг. выручка ГК Росатом должна возрасти с \$2,5 млрд (2017 г.) до **\$10млрд в год (2024-2025 гг.)**, или по текущему курсу ЦБ (2018 г.), до **700 млрд руб.**
- Для ГК Росатом потенциальный объем зарубежного рынка по сооружению АЭС в различных странах Мира (без Китая), может составить до 100 ГВт. до 2040 г и еще 40 ГВт. в период 2041- 2050 г.
- Для этого необходимо разработать проект серийного энергоблока АЭС с ВВЭР, со снижением капитальные затраты на сооружение энергоблока минимум на 20-25%. **Это и должно быть ГЛАВНОЙ ЦЕЛЬЮ Стратегии развития российской атомной энергетике до 2040г. (2050г.)** Это принципиальное отличие в названии Стратегии - российской атомной энергетике, а не атомной энергетике в России.


- 
- **Первое** – обеспечить реализации этих контрактов в срок и с необходимым качеством, удовлетворяющим заказчиков, и без превышения стоимостей, прописанных в контрактах;
 - **Второе** – обеспечить создание улучшенного проекта энергоблока АЭС ВВЭР, конкурентоспособного по сравнению с американо-китайским АЭС с AP-1000 и корейским [APR-1400](#).

Стоимость капитальных затрат на сооружение энергоблока АЭС должно снизиться на **20-25%**, по сравнению с проектом АЭС ВВЭР-ТОИ, реакторное отделение - на **35-40%**, машзал - на **10-15%**.

В проекте должны быть заложены решения, чтобы время сооружения энергоблока, от первого бетона до его пуска, составляло **не более 40 месяцев**.

Проект должен пройти лицензирование в Ростехнадзоре уже в 2023 г., с завершением строительства энергоблока в 2028 г.

Это на 5-6 лет раньше, чем предложено в Стратегии 2018. (соответственно в 2028 г. и 2034 г.). Если идти по срокам Стратегии 2018, уже после 2025 г. начнем терять зарубежные рынки строительства АЭС в пользу китайских и корейских конкурентов. И в этом, так же, заключается **ПОРОЧНОСТЬ** Стратегии 2018.



Стратегия (по Е.О. Адамову) - *«программа действий, объявленная готовность к достижению целей: иногда и неочевидных, документ, направленный на консолидацию ресурсов для решения приоритетных задач;*

Стратегия формируется не на уровне тех или иных специалистов или даже коллективов, а на уровне руководства отрасли или страны.

Как правило, Стратегия оптимизируется по математическим моделям, чем авторы прогнозов себя не утруждают.

Так готовилась Стратегия развития атомной энергетики в 1999-м и Стратегия 2018».

Примеры Стратегий, построенных в соответствии с определением Е.О.Адамова:

- *«Программа построения коммунизма в Советском Союзе к 1980 г. (III Программа КПСС)», принятая на XXII съезде КПСС в октябре 1961 г.*
- Для справки: Коммунизм предполагает собой бесклассовое общество, в котором производство и распределение всех богатств будет происходить по формуле: ***от каждого – по способностям, каждому – по потребностям.***

Цель и сроки реализации программы были установлены неверно. Ее невозможно было реализовать. **Дискредитация программы.**

Вот цитаты из доклада Н.С. Хрущева на этом съезде:

- *«Нынешнее поколение советских людей будет жить при коммунизме!»;*
- *«К концу 1965 года у нас не будет никаких налогов с населения!»;*
- *«Мы идем к овладению новыми источниками энергии и новыми способами ее получения :решение проблемы прямого преобразования других видов энергии в электрическую [МГД-генераторы,] с резким повышением КПД»*
- *«Рост электропроизводства в 1980 году до 2700 — 3000 млрд кВт/час, то есть в 9 или 10 раз превысит уровень 1960 года.»*
- *«К 1980 году СССР должен обогнать США не только по величине производства электроэнергии, но и по количеству киловатт-часов на душу населения.»*

Для справки в Советском Союзе :

- В 1980 г. :электропроизводства - почти 1300 млрд кВт.ч., или в 4,43 раза больше чем в 1960 г., но более чем в 2 раза оказался меньше, чем было принято в III Программе КПСС. В США 2290 млрд кВт.ч., или в 1,7 раз больше.
- В 1990 г.: электропроизводства вырос до 1730 млрд кВт.ч., а в США – 2630 млрд кВт.ч., или в 1,5 раза больше.
- В 2017 г.: суммарно в бывшем СССР электропроизводство около 1560 млрд. кВт.ч., а в США – 4250 млрд кВт.ч., или в 2,7 раз больше, вернулись на уровень 1958 г.
- Программа построения коммунизма в Советском Союзе конкретно к 1980 г., (III Программа КПСС) была в принципе **невыполнима** и поэтому благородная **цель**, поставленная в этой Программе, была **дискредитирована** , это **ударило по авторитету КПСС.**

Стратегия 2 по Е.О. Адамову :

- Все Программы сооружения АЭС в Советском Союзе в период 1971-1990 гг. (20 лет) .В Постановлении Правительства 1980 г. «*О развитии атомной энергетики в Советском Союзе на период 1981-1990 гг.*» предусматривалось :
- *к 1990 г. : ввод **66,7 ГВт** на АЭС, а также обеспечение задела, имея ввиду довести в 1993 г. мощность АЭС страны до **100 ГВт.***

Можно было бы выполнить, но система управления гражданской атомной энергетикой была неэффективна!!

Реализация:

- В 1971-1981г., при плане **26,8 ГВт.** было введено в эксплуатацию всего **11,1 ГВт**, или **41%**.
- В 1981-1986 гг. (до аварии на Чернобыльской АЭС) было сооружено **18,6 ГВт.**
- В 1986-1995 гг. было завершено сооружение еще 10,3 ГВт., итого **28,9 ГВт.**, или **43%** от запланированного **66,7 ГВт.**
- До 1995 г. мощность АЭС равнялась всего **40 ГВт.**, или **40%** от запланированного **100 ГВт.** Установленная мощность девяти АЭС России составила **22 ГВт.**
- **Авария на 4 блоке Чернобыльской АЭС 26 апреля 1986 г.**
Сырой проект реактора РБМК, вина ИАЭ , НИКИЭТ.

Неэффективная двухголовая система управления :

- Минэнерго- заказчик АЭС, носил подчиненную роль. Минсредмаш – монополист в разработке различных типов реакторов и их мощностной линейки, Госатомнадзор - слабый.
- Различные проекты АЭС с множеством типов реакторов: **ВВЭР-440** (минимум по двум проектам) и **ВВЭР-1000** (по трем проектам), **РБМК-1000** (по четырем проектам), **РБМК-1500**, **БН-350**, **БН-600**, **БН-800**. Неоправданное ограничение **1000 МВт** для мощности ВВЭР из-за требований по транспортировке корпуса реакторов по железной дороге.
- **Первый энергоблок** повышенной мощности **ВВЭР-1000** был запущен **только** в 1980 году (V блок Нововоронежской АЭС), а в Германии, на АЭС Библис, значительно раньше, в феврале 1974 г.: PWR, мощностью **1225 МВт**.
- **Разнообразие проектов**, опоздали с внедрением конвейерного модульного строительства по одному проекту. На площадках АЭС было много ручного труда, особенно на АЭС с РБМК, что требовало огромных людских ресурсов, которых не хватало.

Во Франции в тот же 1971-1990г. :

- сооружено **55** энергоблоков АЭС, суммарной мощностью **60,8 ГВт**, или в **1.5 раза** больше, чем в Советском Союзе.
- высочайшая степень стандартизации, строились **все АЭС** с одним типом реактора – **PWR**, двух конструкций: 3х петлевой **900 МВт (34 реактора)** и 4х петлевой **1300 МВт (20 реакторов)**.
- Один энергоблок с реактором БН – Суперфеникс, был пущен в 1986 г., в 1998 г. после аварии, был выведен из эксплуатации.
- В 1996-1999 гг. были пущены еще **4 энергоблока** с PWR типа N-4 повышенной мощностью **1560 ГВт**.


Стратегии 3 по Е.О. Адамову:

«Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики до 2020 года (Генсхема-2008)», одобренной Правительством РФ от 22 февраля 2008 г. N 215-р .

Энергетическая стратегия России на период до 2030 г. «Энергостратегия-2009», утвержденная Правительством РФ от 13 ноября 2009 г. № 1715-р. разработаны как:

- *«Программы действий, объявленной готовности к достижению целей направленных на консолидацию ресурсов для решения приоритетных задач», в соответствии с определением Стратегии по Е.О. Адамову.*
- **Генсхема-2008** была разработана *«не на уровне тех или иных специалистов или даже коллективов, а на уровне» руководства РАО ЕЭС России»* (Председатель правления **А.Б. Чубайс**, технический директор **Б.Ф. Вайнзихер**).
- **Энергостратегия - 2009** была разработана под руководством акад. **А.А. Макарова**, тогда директор ИНЭИ РАН, и акад. **Э.П. Волкова**, тогда директора в ЭНИН им. Г.М. Кржижановского (Минэнерго). Оба этих документа были одобрены (утверждены) Правительством России.

- **Генсхема-2008**- это программа действий по достижению в России к 2020 г. электропроизводства до уровня **1700-2000 млрд кВт.ч.**, как в Программе построения коммунизма в Советском Союзе к 1980 году.
- **В Генсхеме 2008**, среднегодовой темп роста энергопотребления в 2009-2020 гг. принят **4,1%** (базовый вариант) и **5,2%** (оптимистичный + 25% к базовому). В современной России 4,1% был только один раз в 2006 году.
- **В Энергостратегии-2009** – программа действий по достижению в России, только к 2030 году (на 10 лет позже), уровень электропроизводства Генсхемы 2008.
- **В Энергостратегии 2009** - среднегодовой темп роста электропотребления принят в диапазоне **2,5% -3,5%**.


- 
- В России до 2020 г. (11 лет) планировалось построить **30- 32** атомных энергоблоков.
 - Такое количество **невозможно** простроить и, самое главное, **не нужно** для экономики страны.
 - До 2020 г. (включительно) будет построено в **3,3** раза меньше – **9** энергоблоков, включая 2-й энергоблок Нововоронежской АЭС (пуск, начало 2020 г.) и 2-й энергоблок Ленинградской АЭС (пуск, начало 2021 г.).

■ Генсхема 2008 и Энергостратегия 2009 - **ПОЛНОСТЬЮ ПРОВАЛИЛИСЬ.**

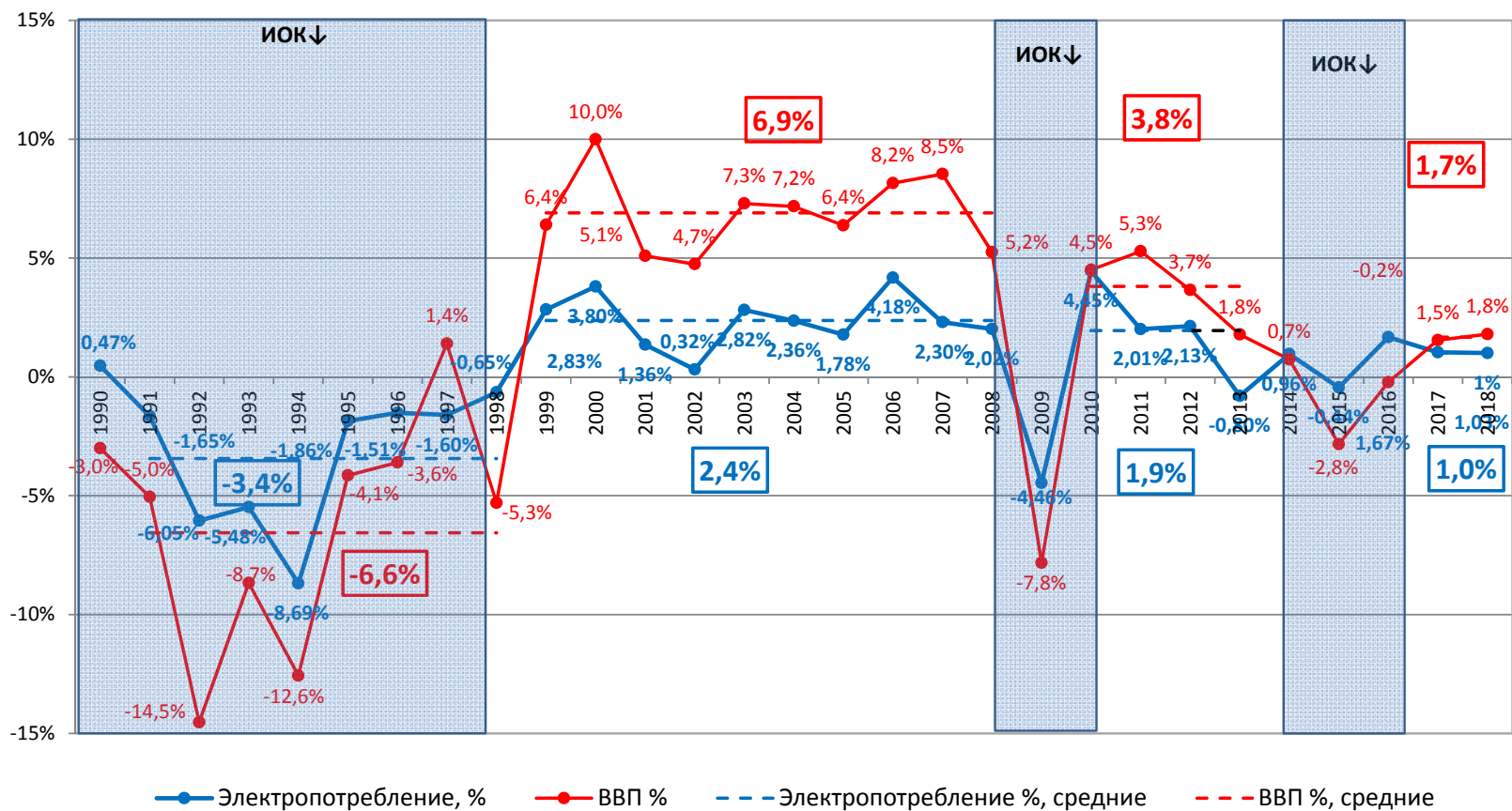
Потому что в их основе был **неверные, волюнтаристские, конъюнктурные, завышенные** прогнозы электропотребления (электропроизводства) в России на период 2008-2020 гг., никак **не связанные** с прогнозами темпов экономического роста в стране

Связь между темпами роста ВВП и электропотреблением.

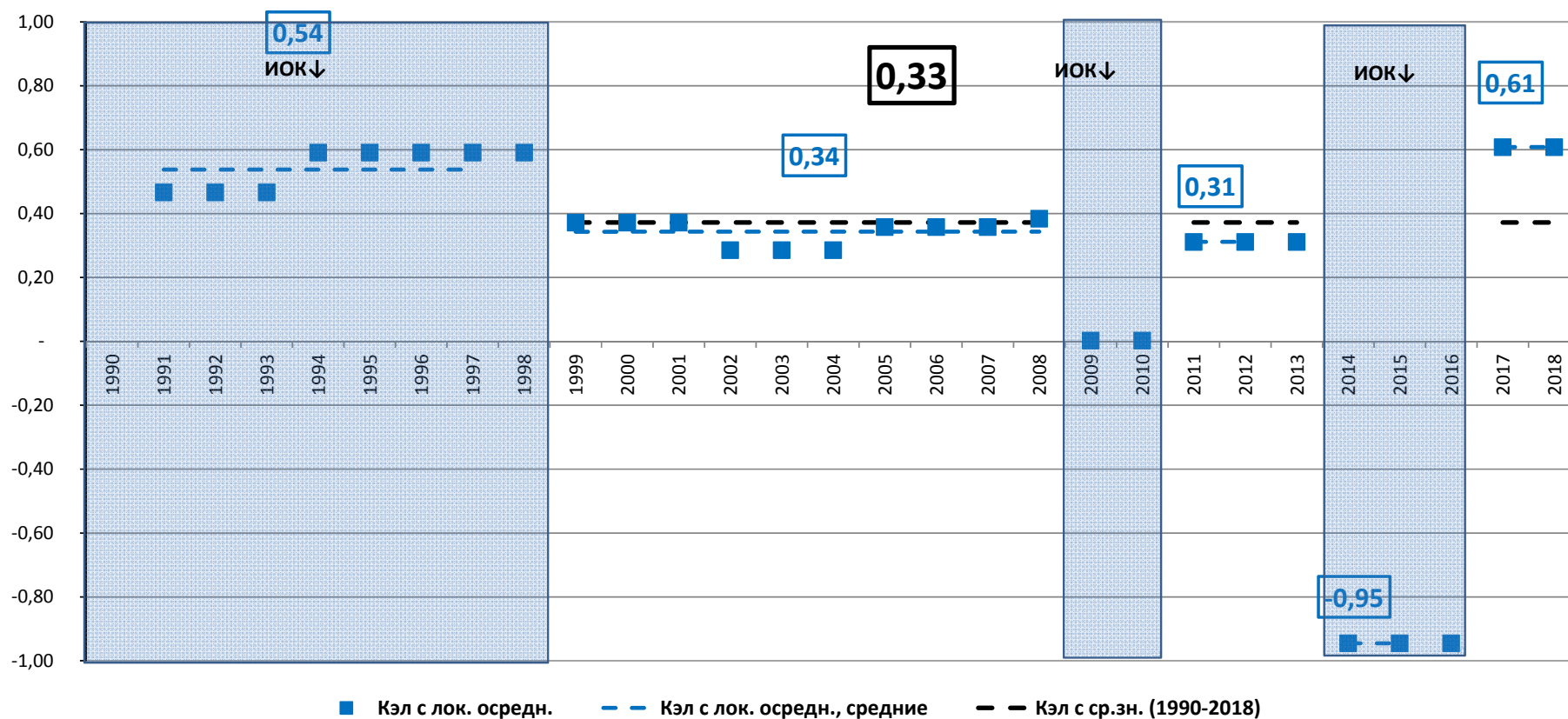
- В своем интервью Е.О. Адамов отметил: *«Не нужна особая квалификация, чтобы предсказать, что в отсутствие роста ВВП энергопотребности будут стагнировать».*
- Это **правильное** утверждение. Однако десять лет тому назад абсолютное большинство специалистов (рядовой и *«особой квалификации»*) в атомной и обычной электроэнергетике, да и в РАО, не могли понять и принять однозначную связь между ежегодными темпами роста(падения) электропотребления и ВВП.
- Поэтому и в **Генсхеме-2008**, и в **Энергостратегии-2009**, были приняты завышенные среднегодовые темпы роста электропотребления, не связанные со среднегодовыми темпами роста ВВП.

- 
- Соответственно, были заложены завышенные программы строительства новых генерирующих мощностей. Тогда, в 2008г, в своем выступлении на НТС в НИКИЭТе, я показал эту связь (рис. 2, 3, часть 2) и даже подготовил проект решения НТС с предложением о сокращении в Генсхеме 2008 программы строительства генерирующих мощностей в стране в 3-4 раза. и не отправлено ни в Минатом, ни в Минэнерго, ни в РАО ЕЭС.
 - Весной 2010 г. я направил письмо на имя Премьер-министра В.В.Путина, в котором подверг жёсткой критике уже Энергостратегию-2009 за **завышенную** программу строительства новых генерирующих мощностей.
 - В ответе, подписанном её разработчиками акад. РАН: Э.П. Волковым и А.А. Макаровым, мои аргументы были отвергнуты, а сама завышенная программа – еще раз подтверждена. Даже **академикам** нужна дополнительная **«особая квалификация»**.

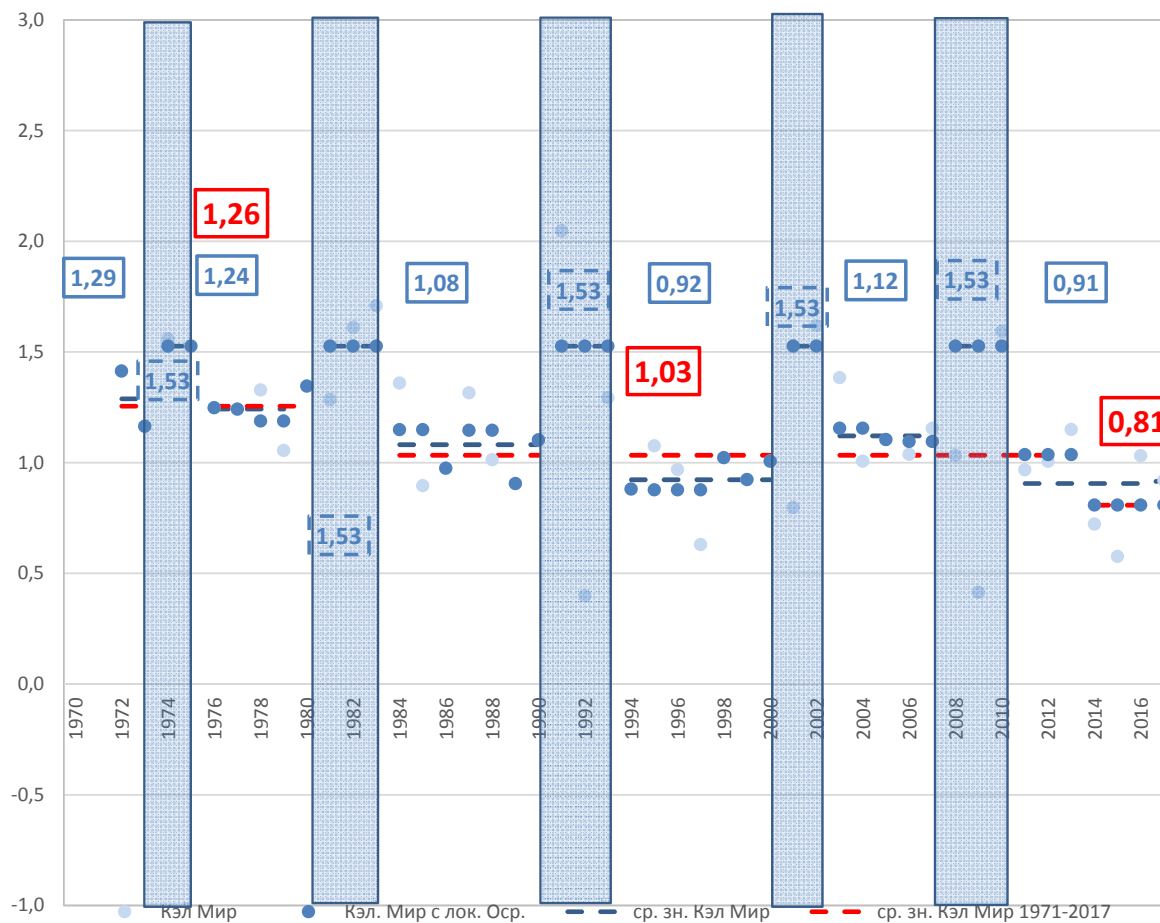
Темпы изменения ВВП и электропотребления в России по годам, в период 1990-2018гг.



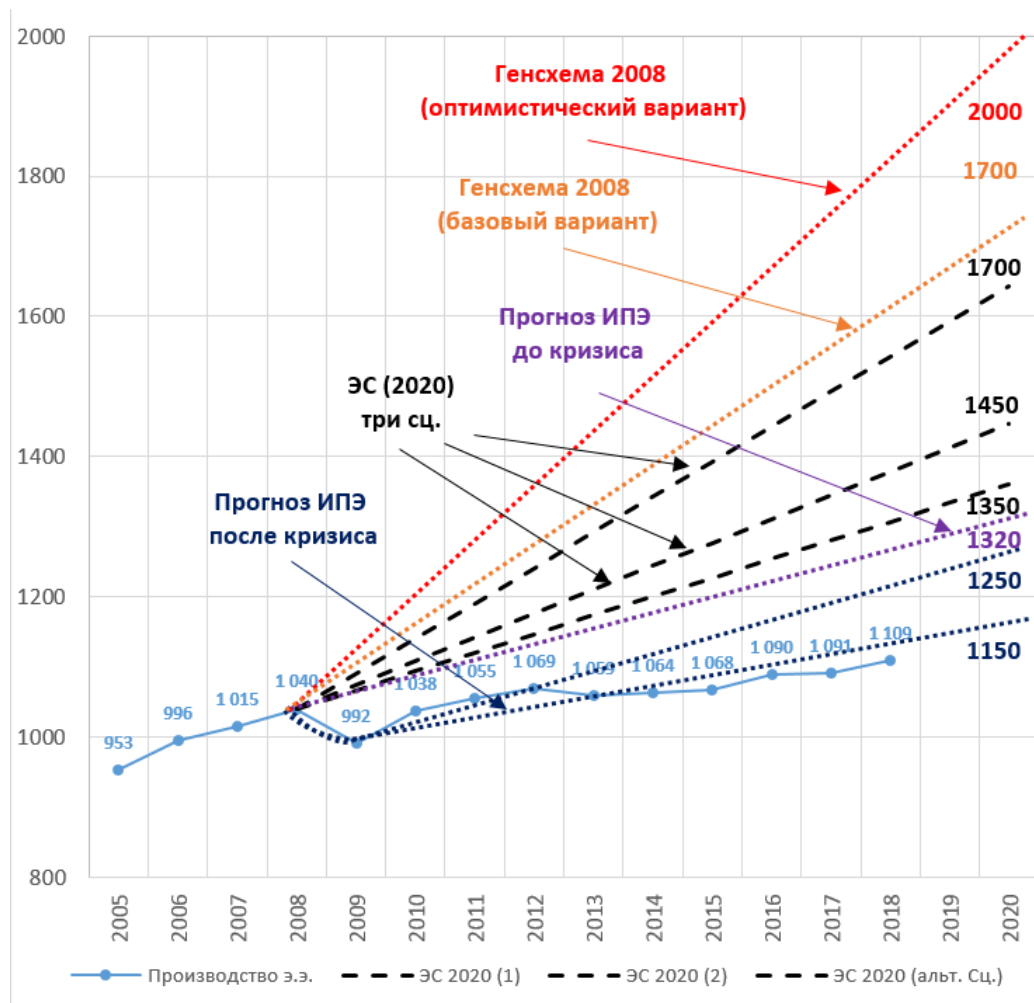
Ежегодные коэффициенты эластичности электропотребления к ВВП (с локальным осреднением) в России по годам, в период 1991-2018 гг.



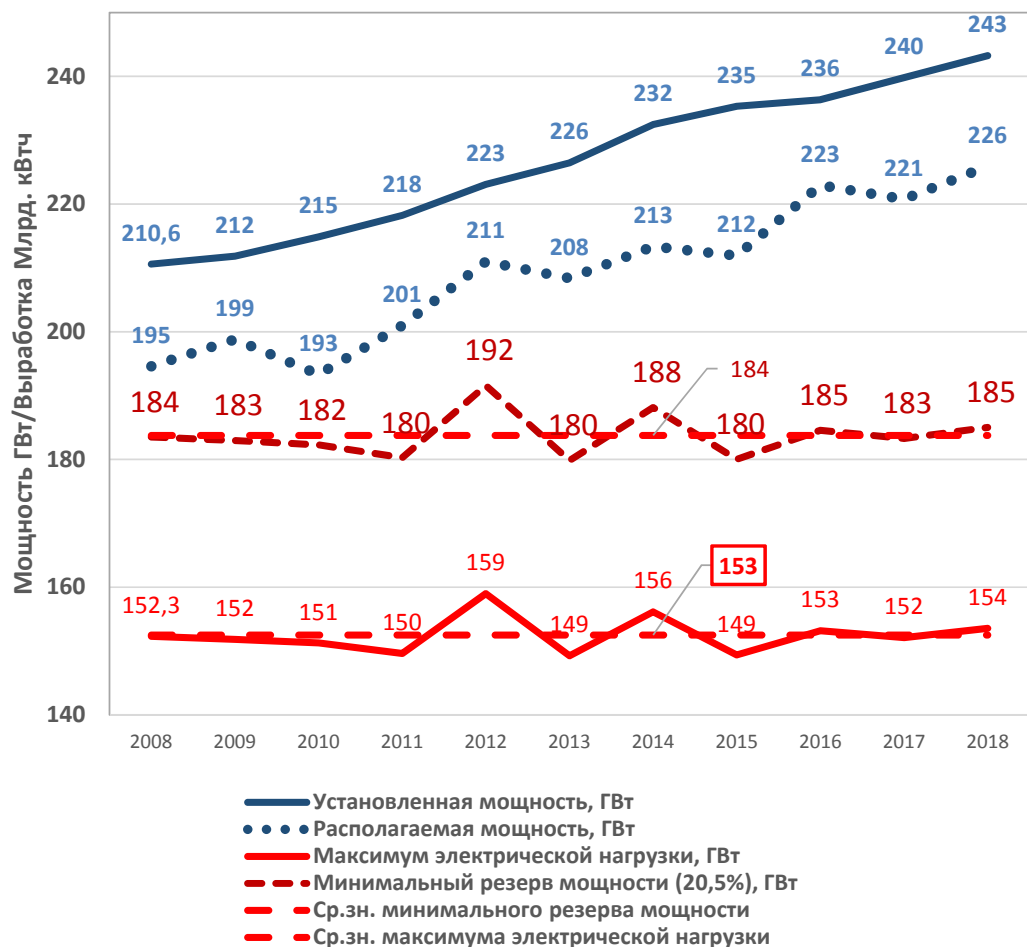
Ежегодные и среднегодовые (в межкризисных диапазонах) значения $k_{эл}$ в Мире в период 1971-2016 гг.



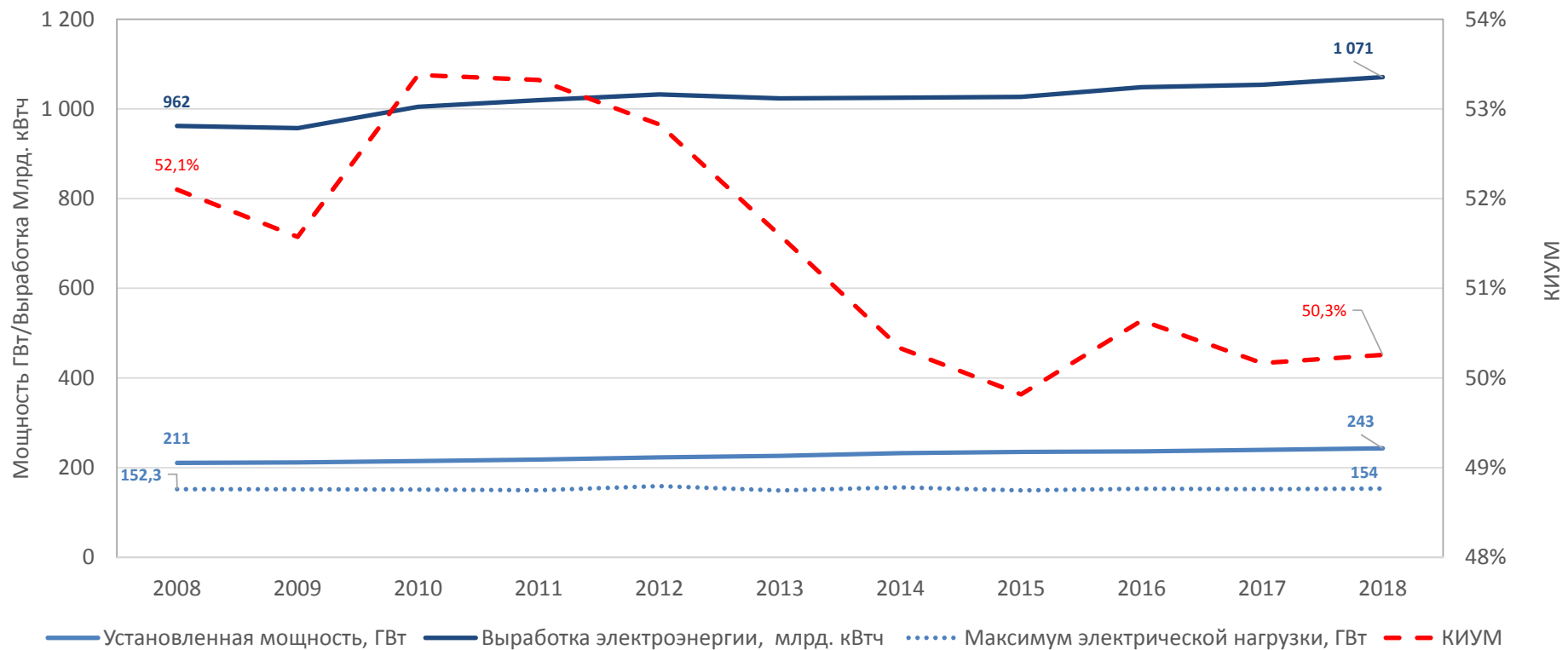
Прогнозы электропроизводства в России на период 2008 (2009)-2020 гг.




Динамики установленной и располагаемой генерирующих мощностей, максимума электрической нагрузки, а также минимальная располагаемая мощности для обеспечения максимума электрической нагрузки в ЕЭС России в период 2008-2018 гг.



Динамика электропроизводства, установленной мощности и КИУМ в ЕЭС России в период 2008-2018 гг.

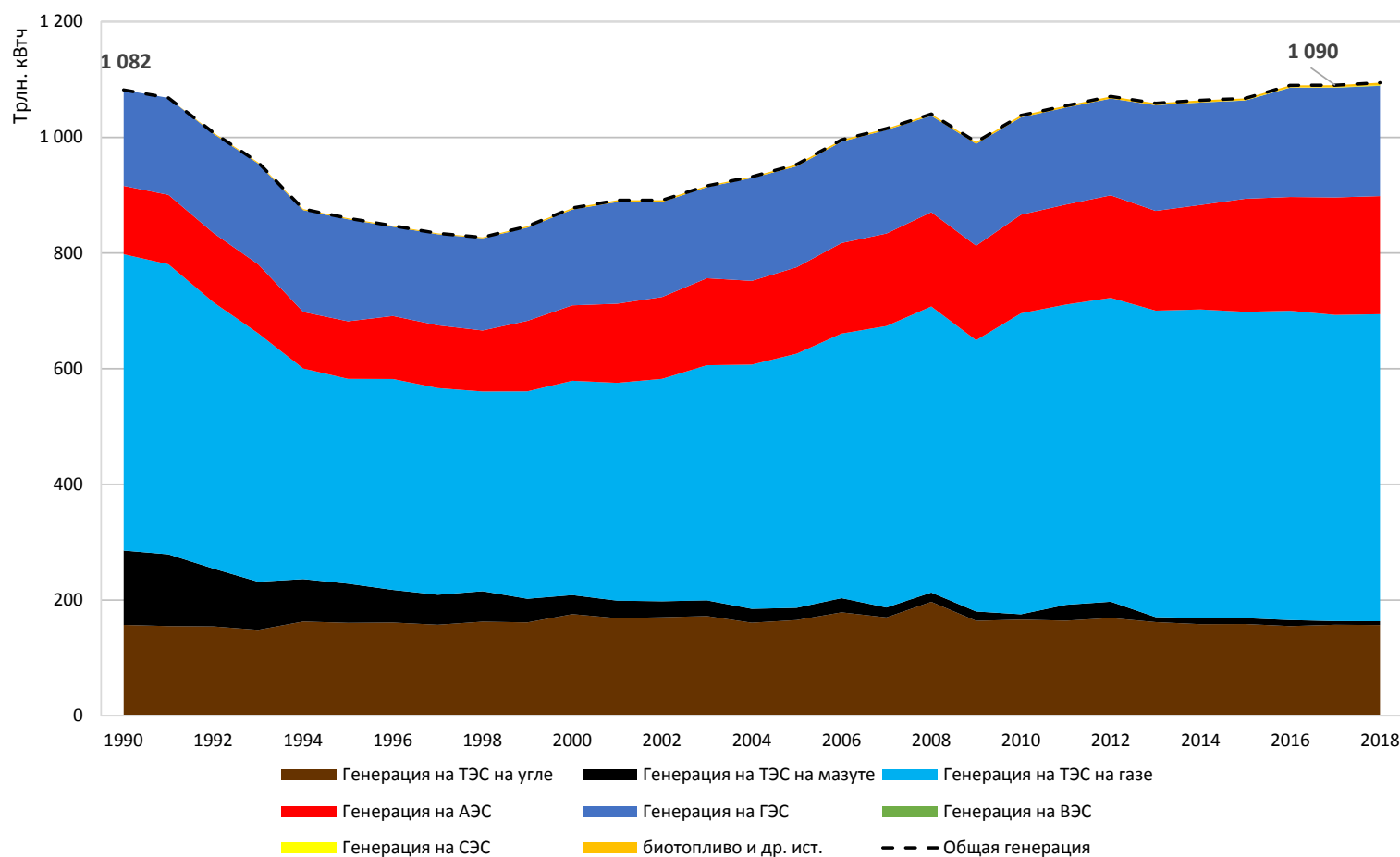




«Что вы ответите критикам, (имея ввиду Нигматулина Б.И.) которые считают, что развивать атомную энергетику вообще не следует, а надо строить и модернизировать только парогазовые установки?»

- Ответ Е.О. Адамова: *«— Странная позиция, ведь сегодня даже детям известно, что генерация на органике является одним из основных загрязнителей атмосферы, особенно когда, как в России, преобладают станции на угле и мазуте.»*

Динамика электропроизводства (gross) и на отдельных типах электростанций в России в период 1990-2018 гг.



Первый пример успешной Стратегии по Е.О. Адамову:

Е.О. Адамов, в качестве успешного примера, привел **Первый атомной проект**, который: *«... имел одну цель — бомбу. Американцы делали прогнозы: СССР не получит ядерное оружие до 1954 года... Официальных стратегий не было, но сами действия были вполне стратегическими: запараллеливание научных подходов... Итог целенаправленных действий — первый заряд испытали в 1949 году.»*


Ну какая же здесь Стратегия на **80-100 лет** вперед.

Сначала была подготовительная (feasibility) стадия, т.е. начались подготовительные работы по доказательству **теоремы существования атомной бомбы**:

Стадия реализации (implementation) Проекта по созданию атомной бомбы была начата сразу, как только была доказана **ТЕОРЕМА СУЩЕСТВОВАНИЯ АТОМНОЙ БОМБЫ**, успешные взрывы американских урановой и плутониевой атомных бомб 6 и 9 августа 1945 г.

Первый главный этап: август 1945- август 1949. Повторное доказательство теоремы существования атомной бомбы уже в Советском Союзе.


- Через две недели после взрывов американских атомных бомб, 20 августа 1945 г., вышло Постановление ГКО № 9887 (кстати, одно из последних) «**О Специальном Комитете при ГКО**» под председательством Л.П. Берии. Для руководства всеми работами по внутриядерной энергии урана.
- Все меры по **максимально возможной мобилизации и концентрации человеческих, материальных и финансовых ресурсов** страны по созданию атомной бомбы.
- На Семипалатинском атомном полигоне (Казахстан) 29 августа 1949 г. была успешно испытана первая советская атомная бомба – **точная копия американской. Теорема существования атомной бомбы в Советском Союзе была доказана.**

- 
- В результате была достигнута **ЦЕЛЬ** этого проекта – в максимально короткий срок обеспечить **безопасность** нашей страны.
 - Здесь экономическая составляющая проекта играла второстепенную роль - «*за ценой не постояли*».
 - Совсем другое – когда реализуется **Стратегия** в гражданской отрасли, например, в электроэнергетике, включая **атомную**.
 - Здесь как раз самое главное правильно поставить **цель**, которая определяющим образом зависит, как «*постоять за ценой*». Если предварительно доказана **ТЕОРЕМА СУЩЕСТВОВАНИЯ**.
 - **Второй этап 1949-1953:** создание водородной бомбы, а далее третий этап...

Второй пример успешной стратегии по Е.О. Адамову – «Стратегии развития атомной энергетики в России и в 1999-м, (Стратегия 1999 г.)»

По Стратегии 1999. Е.О. Адамов утверждает, «что на сегодняшний день, основные положения выполнены, хотя и с опозданием (причины, которого вполне очевидны): мощность АЭС вплотную приблизилась к **30 ГВт**, КИУМ превысил плановый уровень. [82%]» К сожалению, автор не раскрывает «причины [опоздания], которого вполне очевидны». На самом деле, **Стратегия 1999г.** оказалась **нереализованной** даже применительно к **первому этапу (до 2010 г.)**

- По пункту 1.: Рост установленной мощности АЭС до 30-32 ГВт и поддержание её в безопасном состоянии: **даже по минимальному варианту роста установленной мощности АЭС:**
- в 2010 г. установленная мощность АЭС должна была достичь **31,2 ГВт.**, электропроизводство - 205 млрд кВт.ч, при КИУМе до 82%;
- в 2020 г. установленная мощность – **35,8 ГВт**, электропроизводство – 235 ГВт, при КИУМе до 82%;
- фактически, на конец 2018 г., (**8 лет позже**) мощность АЭС достигла **29,1 ГВт** электропроизводство 204,4 млрд кВт.ч., при КИУМе 80,1%. К **2020 г. не будет** достигнута мощность 35,8 ГВт, и энерговыработка - 235 млрд кВт.ч.
- **завершение строительства и ввод в действие энергоблоков высокой и средней готовности.** Не были достроены энергоблоки Курской АЭС: 5-й (РБМК) (высокой степени готовности, около 70%) и 6-й (ВВЭР) (низкой степени готовности, около 15%). Потери для Росатома не менее 150-170 млрд руб по сравнению со стоимостью строительства 1-го и 2-го энергоблоков Курской АЭС-2.

- 
- По пункту 5: Сооружение АЭС с БН-800, переход на нитридное топливо и КВА $\approx 1,0$. (к 2010 году)
 - БН-800 был пущен в ноябре 2016 г. (**на 6 лет позже**) с начальной топливной загрузкой, из уранового топлива, только часть ТВС (16% от общего количества) содержала МОКС-топливо.
 - Переход на нитридное топливо с КВА $\approx 1,0$ это **фундаментальная проблема**, на решение которой потребуется несколько лет (за пределами 2020 г.), а скорее всего **вообще не будет решена**.
 - Стоимость сооружения **140 млрд. руб.** Первый раз - оплачено федеральным бюджетом и второй раз – по договору поставки мощности. Итого стоимость **280 млрд. руб.!! РАЗОРЕНИЕ РОССИИ.**

По пункту 7: Сооружение демонстрационного блока АЭС с естественной безопасностью к 2010 г.(быстрый реактор и опытные производства его топливного цикла)

- Ростехнадзор не согласовал технический проект АЭС с БРЕСТ-ОД-300 (установленная мощность – 300 мВт электрических и 700 мВт тепловых). (**более 1500 замечаний**)
- Отсутствует доказательство работоспособности самого реактора БРЕСТ-ОД-300.

В нем предусмотрены **три совершенно** новых ключевых элемента: **свинцовый теплоноситель** (температура плавления 327,5 °С и рабочая температура 450 °С), **бетонный корпус** и **нитридное топливо**.

- Перенос теплофизических, материаловедческих, тепло-гидравлических, химико-технологических, и нейтронно-физических данных и характеристик, для лодочных реакторов со свинцово-висмутовым теплоносителем (температура плавления 125 °С и рабочая температура около 200 °С), с совершенно другим топливом (и по химическому составу и типу матрицы), а тем более полученных для натриевых реакторов - **абсолютно неправомерен!**
- Ситуация усугубляется еще тем, что у реактора БРЕСТ-ОД-300 контур охлаждения - бассейного типа, а у лодочных свинцово-висмутовых реакторов - с принудительной циркуляцией. Вообще говоря, необходимо доказать **ТЕОРЕМУ СУЩЕСТВОВАНИЯ – РАБОТОСПОСОБНОСТЬ БРЕСТ-ОД-300**.

- Ростехнадзор **не должен** дать разрешения на строительство БРЕСТ-ОД-300, пока не будет доказано его работоспособность.
- Если он окажется **неработоспособным**, то Россия и ГК Росатом понесут **огромные** материальные (масштаб более **100 млрд руб.**) и имиджевые потери. Они, **обязательно**, скажутся на экспортном потенциале Госкорпорации и на положение руководителей отрасли, в первую очередь ответственных за проект. **Лица**, которые подпишут разрешения на строительство БРЕСТ-ОД-300 (в отсутствии доказательства), с большой вероятностью, будут привлечены **к уголовной ответственности**.
- Доказательство **возможно** выполнить, если показать работоспособность **реактора – прототипа** с существенно меньшей тепловой мощностью (масштаба, на порядок меньшей, 50-70 МВт) и, соответственно, в 8-10 раз меньшей стоимостью.
- Если же реактор-прототип **не покажет** свою работоспособность, что так и будет, то масштаб имиджевых и материальных потерь окажется значительно меньшим. Тогда направление развития «свинцовых» реакторов можно будет отнести, как **право ученых на ошибку**.
- Такой путь прошли **все типы ядерных энергетических реакторов**. Пример линейка натриевых реакторов начиная с 1950х годов : БР-2, БР-5, БР-10, БОР-60, БН-350, БН-600 и БН-800.

Пример провальной стратегии по МГД-генераторам.



- В истории Советского Союза был пример, когда на базе неработоспособной **МГД-технологии**, пытались построить опытно-промышленный энергоблок МГДС-500 на Рязанской ГРЭС в конце 1970х – в начале 1980х гг.
- Проект оказался полностью **ПРОВАЛЬНЫМ** и только распад Советского Союза спас его руководителей от уголовного преследования. При этом в течении более 20 лет (1960-1988 гг.), так не удалось доказать работоспособность МГД-технологии. А ведь об МГД-генераторах упоминал даже Н.С. Хрущева в докладе на XXII съезде КПСС в октябре 1961 г.
- В разговоре с акад. А. А. Макаров, я **высказал серьезные претензии** в адрес руководства ИВТАН и ЭНИН 1980х годов, а также некоторых членов АН СССР и РАН, которые тогда **монопольно и бесцеремонно** продвигали эту технологию в теплоэнергетике. На что акад. А.А. Макаров ответил, что **ученые имеют право на ошибку**.
- Да, ученые имеют право на ошибку, но зачем же **безответственно** добиваться огромного государственного финансирования на «копание земли» и строительство дорогущего опытно-промышленного энергоблока мощностью 500 мВт на неработоспособной технологии? **Это преступление, а не ошибка!**
- В те годы, **вместо внедрения тупиковой МГД-технологии**, мировая теплоэнергетика пошла по пути развития комбинированных парогазовых установок, в основе которых лежат стационарные газовые турбины, Россия **пропустила газотурбинную революцию** в теплоэнергетике. В результате сегодня, мы вынуждены покупать газотурбинные установки средней и большой мощности у зарубежных поставщиков.

О Стратегии 2018

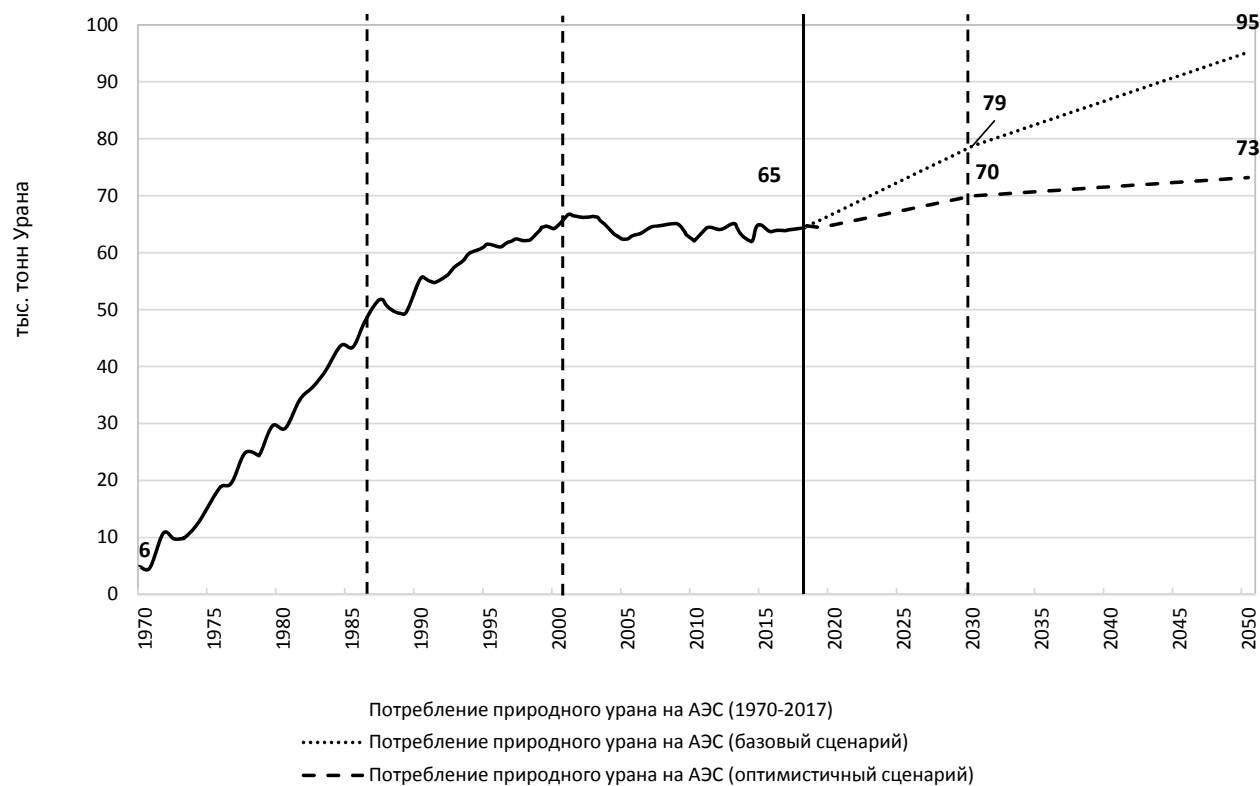
- В Стратегии 2018 не приводится никаких обоснования прогнозов развития атомной энергетики России до 2100г., по сценариям «Базовый» и «Базовый-штрих». И таких обоснований в принципе не может быть в чистом виде ШАРЛАТАНСТВОМ
- Это все равно что в 1940 г. нарком электростанций и электропромышленности Советского Союза В.В. Богатырев поставил задачу написать прогноз развития атомной энергетики или проще электроэнергетики Советского Союза (России) до 2020 г. ПОЛНЫЙ БРЕД!

О ресурсном ограничении развития атомной энергетики в России до 2100 г., принятом в Стратегии 2018.

- По «замороженному» (на уровне 2017 г.) объёму извлекаемых запасов природного урана в России - **512,4 тыс. т.** У рассчитывается рост установленной мощности АЭС, с различными типами ядерных топливных циклов и ядерных реакторов, аж до **2100 г.**
- Доказывается, что установленная мощность АЭС, главным образом с ВВЭР, должна достигнет максимума **55 ГВт в 2060 г.** или **50 ГВт в 2065 г.** (в зависимости от типа сценария), а далее будет снижаться из-за ограничений по извлекаемым запасам природного урана **внутри** страны.
- И только масштабное развитие АЭС с БН -1200 на МОКС топливе с КВ >1 (форсированное развитие технологии БН) позволяет достичь максимально установленной мощность АЭС в диапазоне 70 ГВт или 90 ГВт (в зависимости от типа сценария) в 2100 г. **ПОЛНЫЙ БРЕД!**
- Наложение такого рода ограничения и рассчитанные на основании его прогнозы динамики суммарной установленной мощности АЭС, с различными типами ядерных реакторов, являются в принципе **НЕВЕРНЫМ** и **СПЕКУЛЯТИВНЫМ.**

- 
- 
- Природный уран является биржевым товаром, его можно купить на открытом рынке, включая соседние, дружественные с Россией страны (Казахстане, Узбекистане, Монголия и др.).
 - В настоящее время нет никаких ограничений на его поставки из-за рубежа. Такие ограничения могли бы возникнуть при **невероятном** сценарии превращения России в страну «осажденная крепость», как Северная Корея или Иран.
 - В этом случае будет резко сокращена международная торговля, включая продажи нефти и газа. В стране будет наблюдаться избыток углеводородных ресурсов, **внутренние цены нефти и газа должны существенно снизиться.**
 - Экономика страны станет **мобилизационной**, с низким ростом электропотребления. Поэтому не будет никакого смысла строить новые АЭС с их большими начальными капитальными вложениями. Значительно более выгоднее строить газовые ТЭС с ПГУ. Однако, и они не будут строиться, ибо в стране будет значительный объем избыточных установленных мощностей.

Динамика потребления природного урана (U-металл) в Мире период 1970-2017(факт.) и прогноз на период 2018-2050гг. по базовому и оптимистичному (максимальному) сценариям автора Б.И.Нигматулина – соответственно 450 ГВт и 600 ГВт установленных мощностей АЭС в Мире в 2050 г.





Е.О. Адамов утверждает, что :

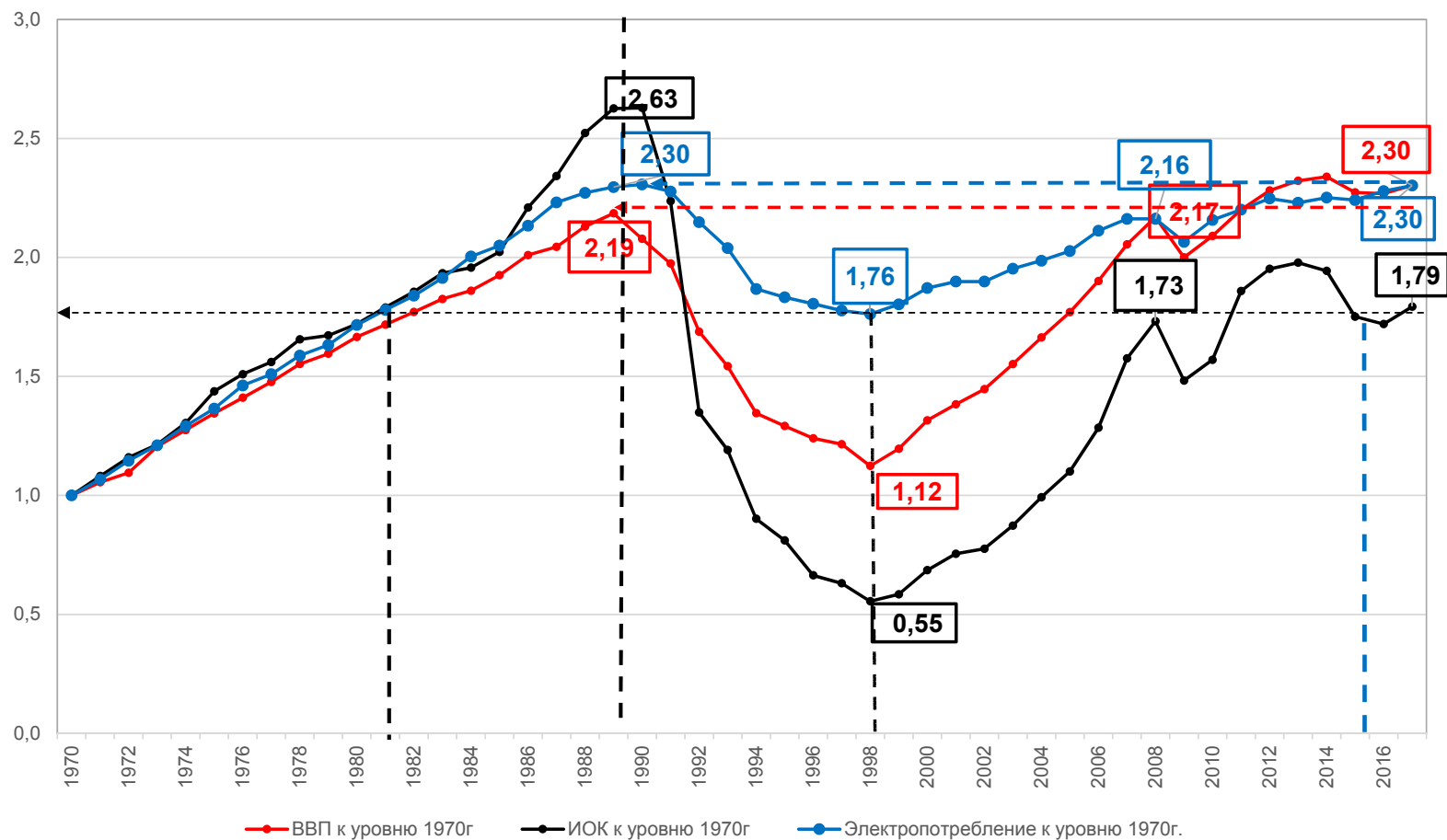
«Прогнозы, как правило, опираются на статистику, выявление и экстраполяцию тенденций на будущее и поэтому не в состоянии разглядеть глубинные процессы, в корне меняющие ландшафт вокруг предмета прогнозирования. Горизонт прогнозов действительно ограничен».

Это действительно так, но **Стратегия**, в основе которой, лежат **необоснованные прогнозы –ВСЕГДА ПРОВАЛЬНАЯ.**

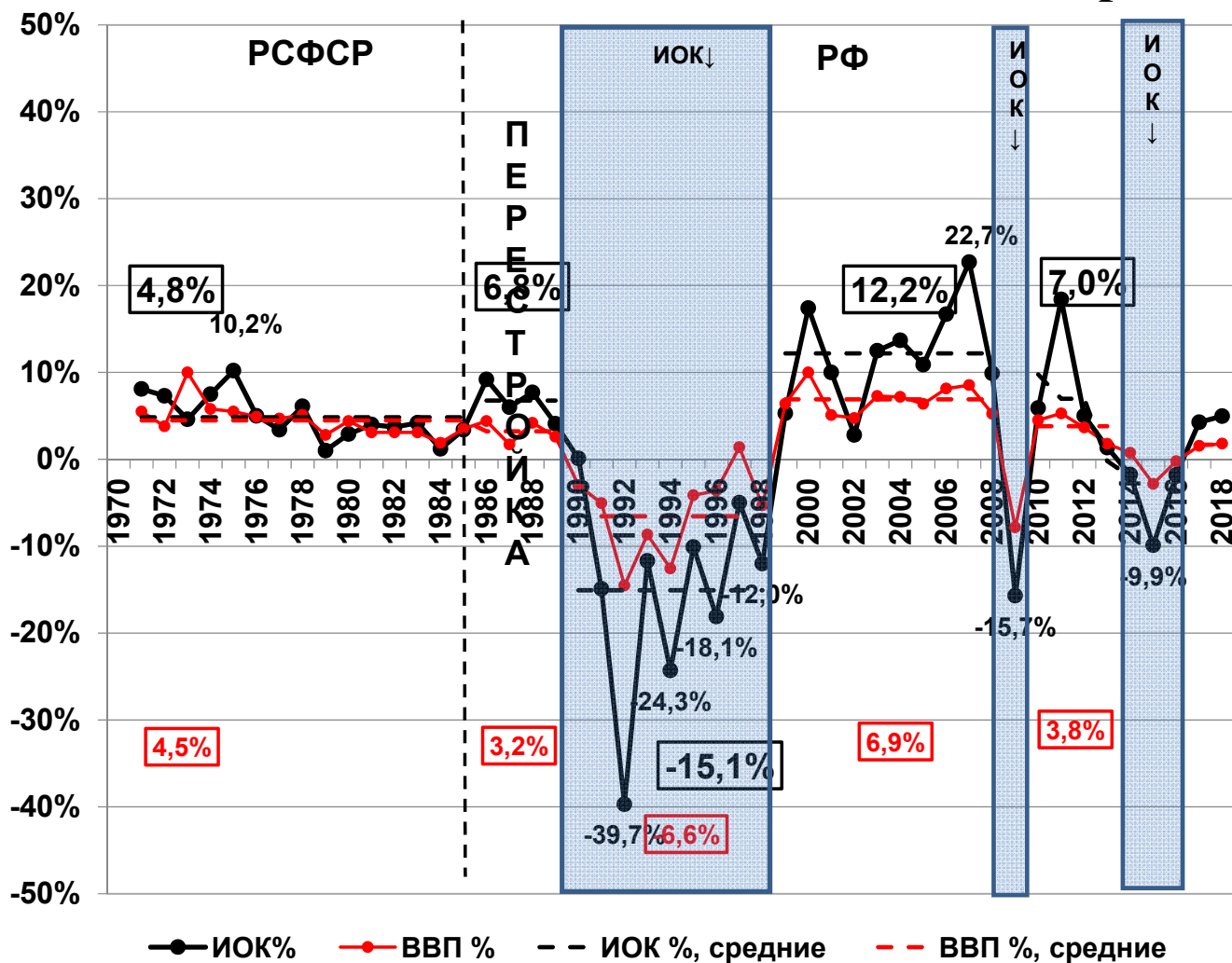
Условия, обеспечивающие реализацию стратегии в электроэнергетики (атомной)

- Можно согласиться с общим утверждением Е.О. Адамова: *«... , что **непрерывным условием эффективности стратегии** является ее постоянная актуализация, позволяющая учесть **меняющиеся потребности в энергетике, развитие науки и техники, смежных технологий генерации**».*
- Фундаментальное условие *«**эффективности** [энерго-электроэнергетической, *стратегии*»* любой страны (Мира) - это **достоверный (обоснованный) прогноз энерго-электропотребления.**
- Прогноз среднегодовых темпов роста энерго- электропотребления на среднесрочный период (**15-20 лет**) **зависит от прогноза среднегодовых темпом роста ВВП** на этот период ., который, в свою очередь, зависит от среднегодовых темпов роста ИОК.

Динамика инвестиций в основной капитал (ИОК), ВВП (в постоянных ценах) и электропотребления, отнесенных к соответствующим значениям в 1970 г., в России, в период 1970-2017 гг.



Ежегодные темпы изменения ИОК и ВВП в России в период 1971-2018 гг.



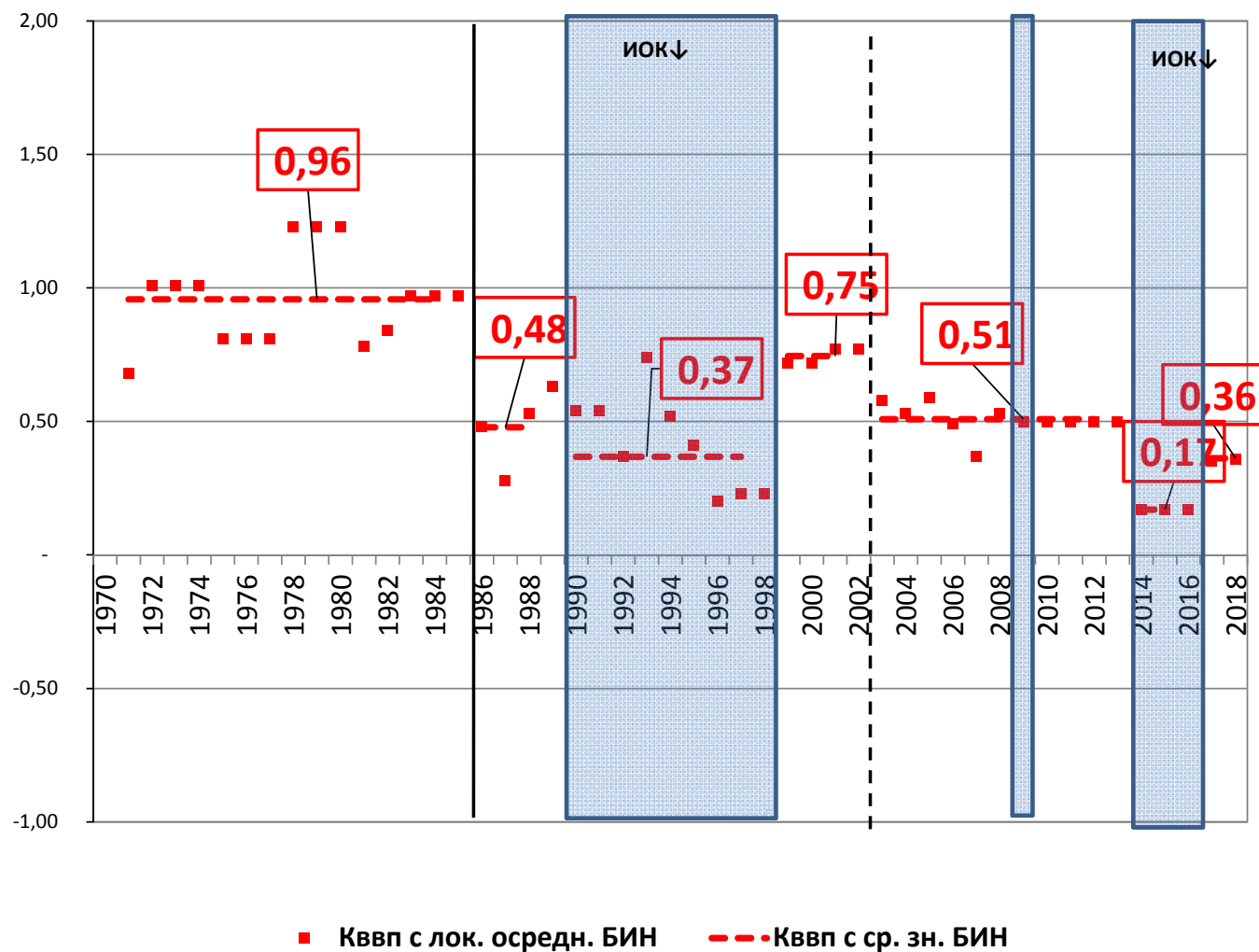
Отношение ежегодных темпов изменения ВВП_i и ИОК_i.

$$К_{ВВП(i)} = \frac{\Delta ВВП_{(i)}}{ВВП_{(i-1)}} / \frac{\Delta ИОК_{(i)}}{ИОК_{(i-1)}}$$

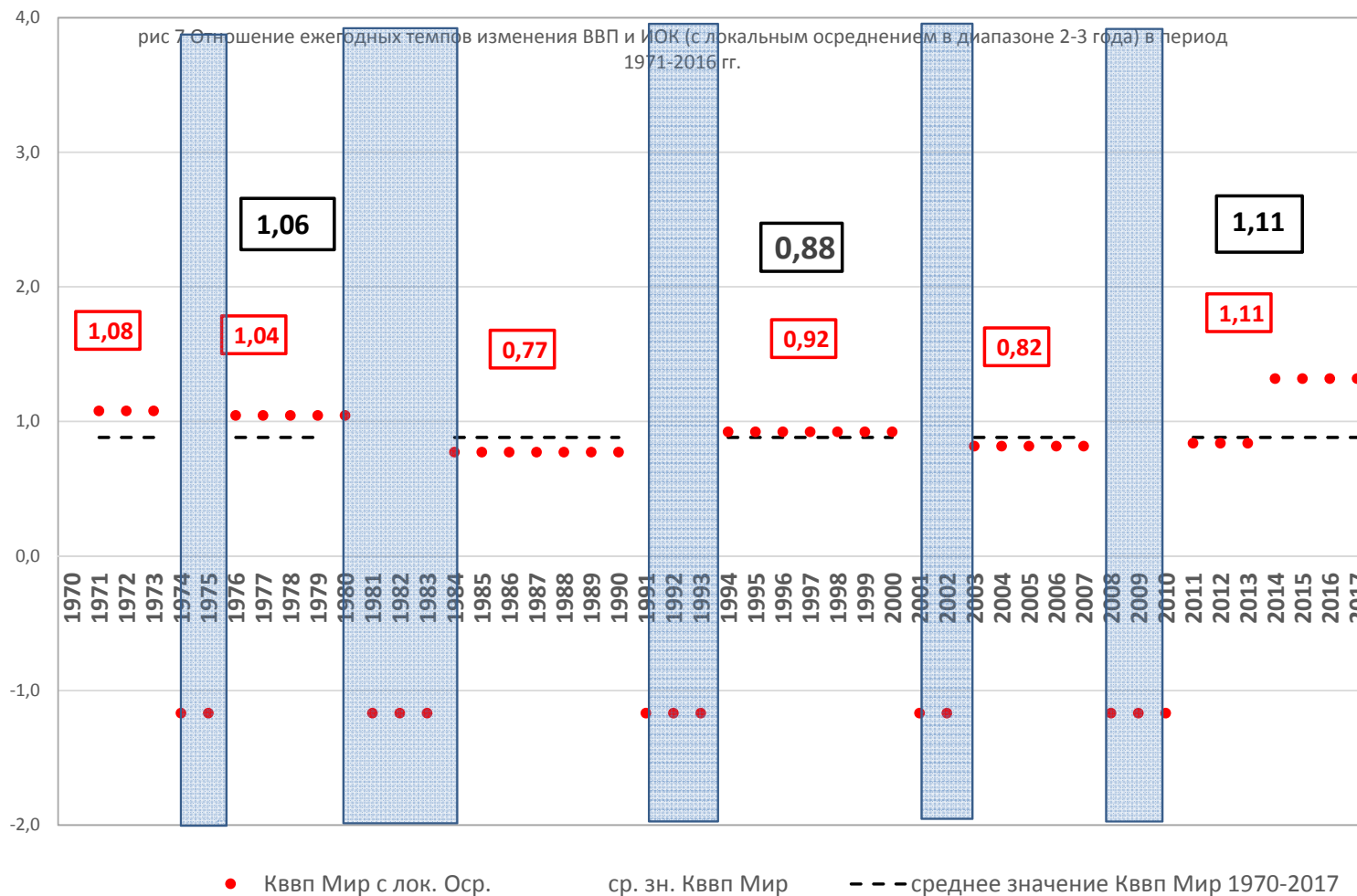
Коэффициент эластичности ВВП к ИОК в определённый период времени (N лет)

$$\overline{КВВП} = \frac{\sum_{i=1}^N КВВП(i)}{N}$$

Ежегодные кввп i и среднегодовые значения кввп в России в период 1971-2018 гг.



Ежегодные кввп(i) и среднегодовые (кввп) (с локальным усреднением на отрезке 2-3 года) в межкризисных диапазонах и кризисные годы в Мире в период 1970-2017 гг.





Ежегодный коэффициент мультипликации $k_{\text{мул } i}$

$$k_{\text{мул } i} = \frac{\Delta \text{ВВП}_i}{\Delta \text{ИОК}_i}$$

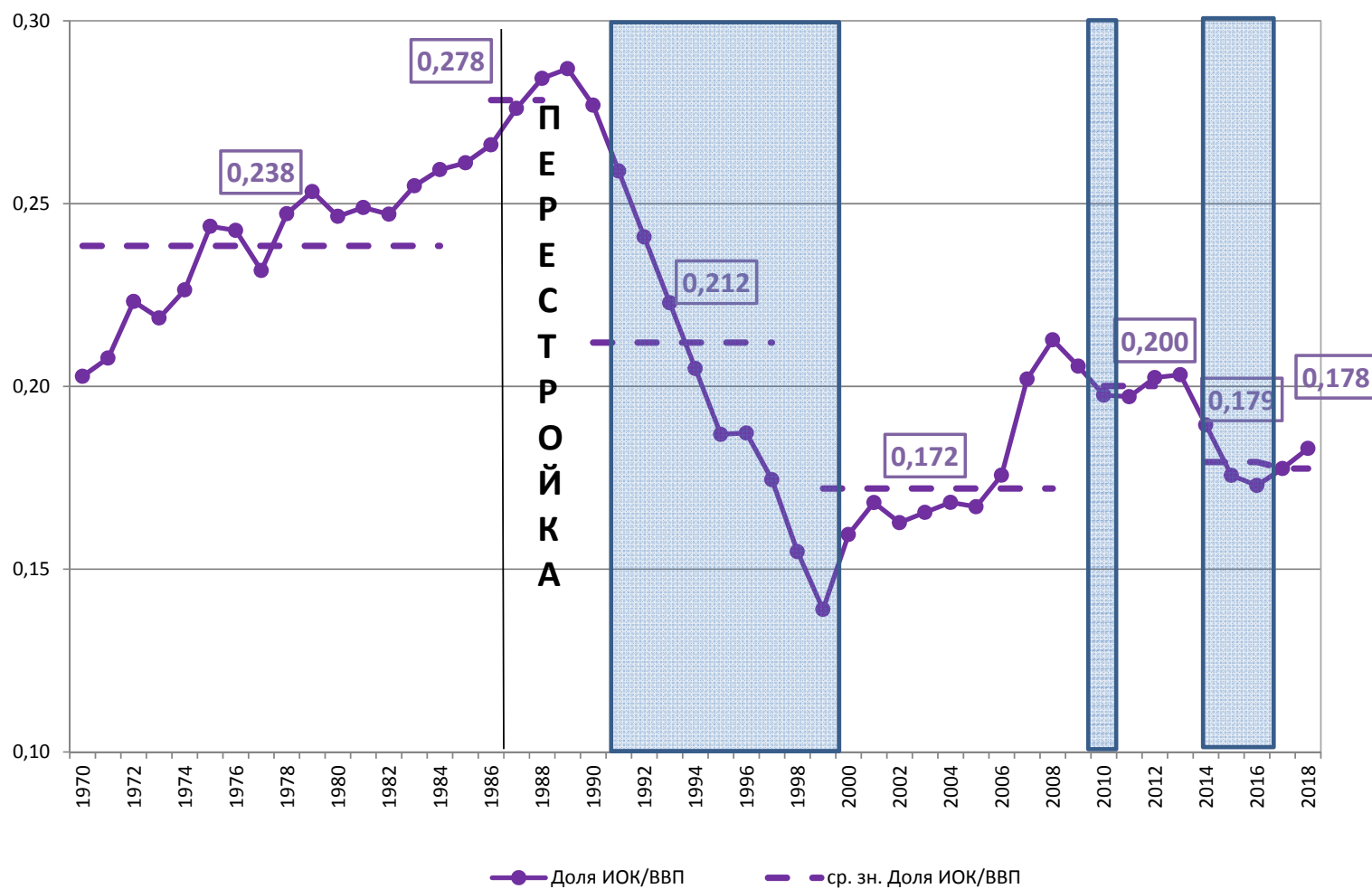
Определение $k_{\text{мул}i}$ и $k_{\text{ВВП}i}$

$$k_{\text{мул}i} = k_{\text{ВВП}i} \left(\frac{\text{ВВП}_{(i-1)}}{\text{ИОК}_{(i-1)}} \right)$$

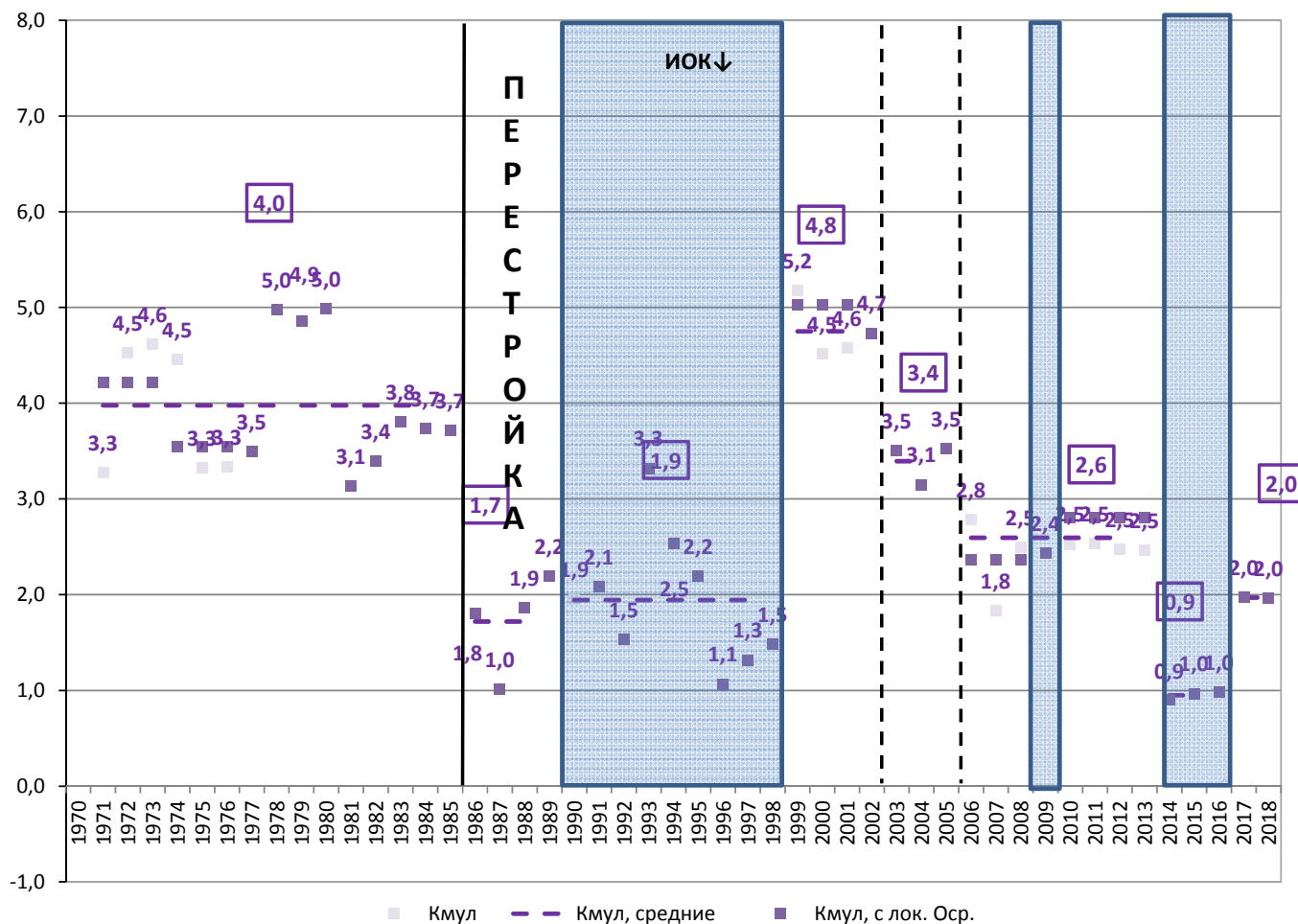
**Среднегодовое значение кмул на определенном периоде
времени (N лет)**

$$\text{кмул} = \left(\sum_{i=1}^N \text{кмул}_i \right) / N$$

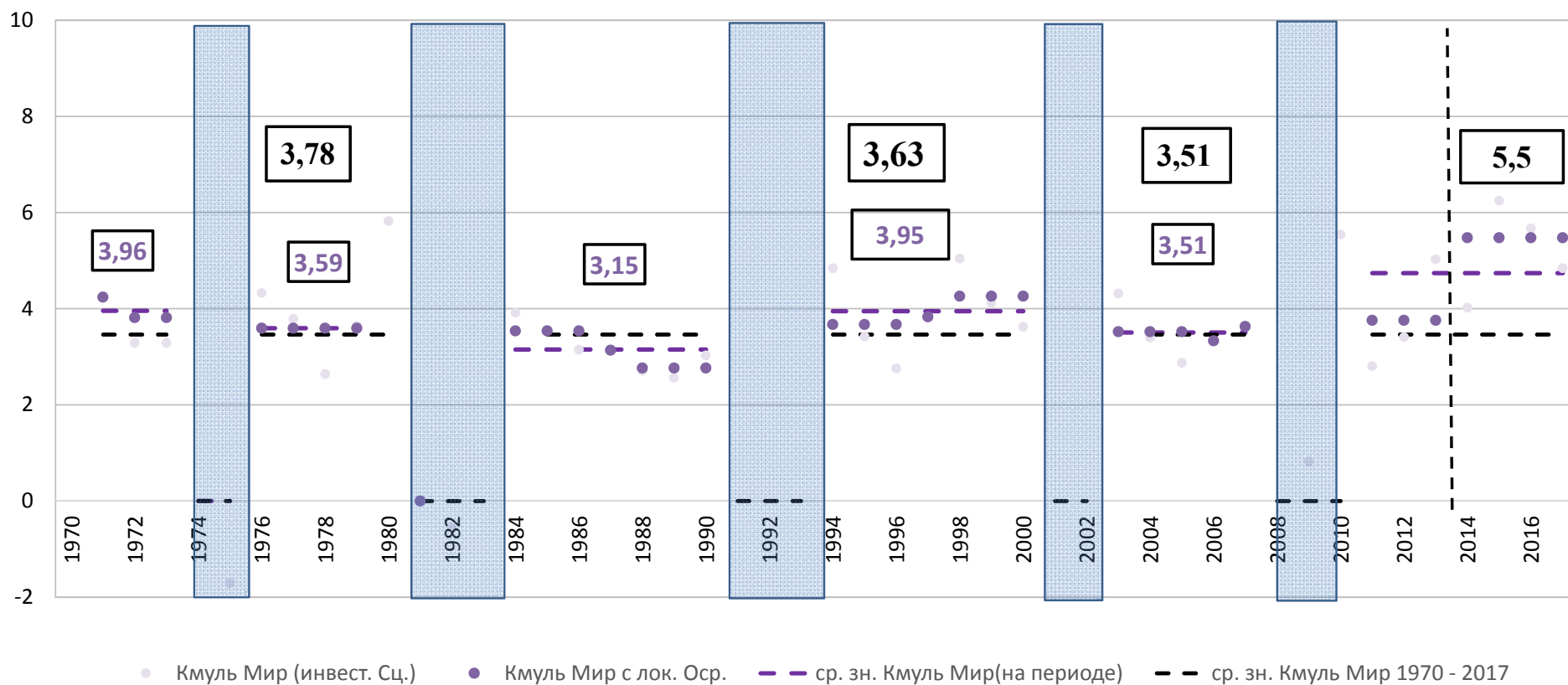
Доля ИОК_i в ВВП_i в текущих ценах в России по годам в период 1970-2018 гг.



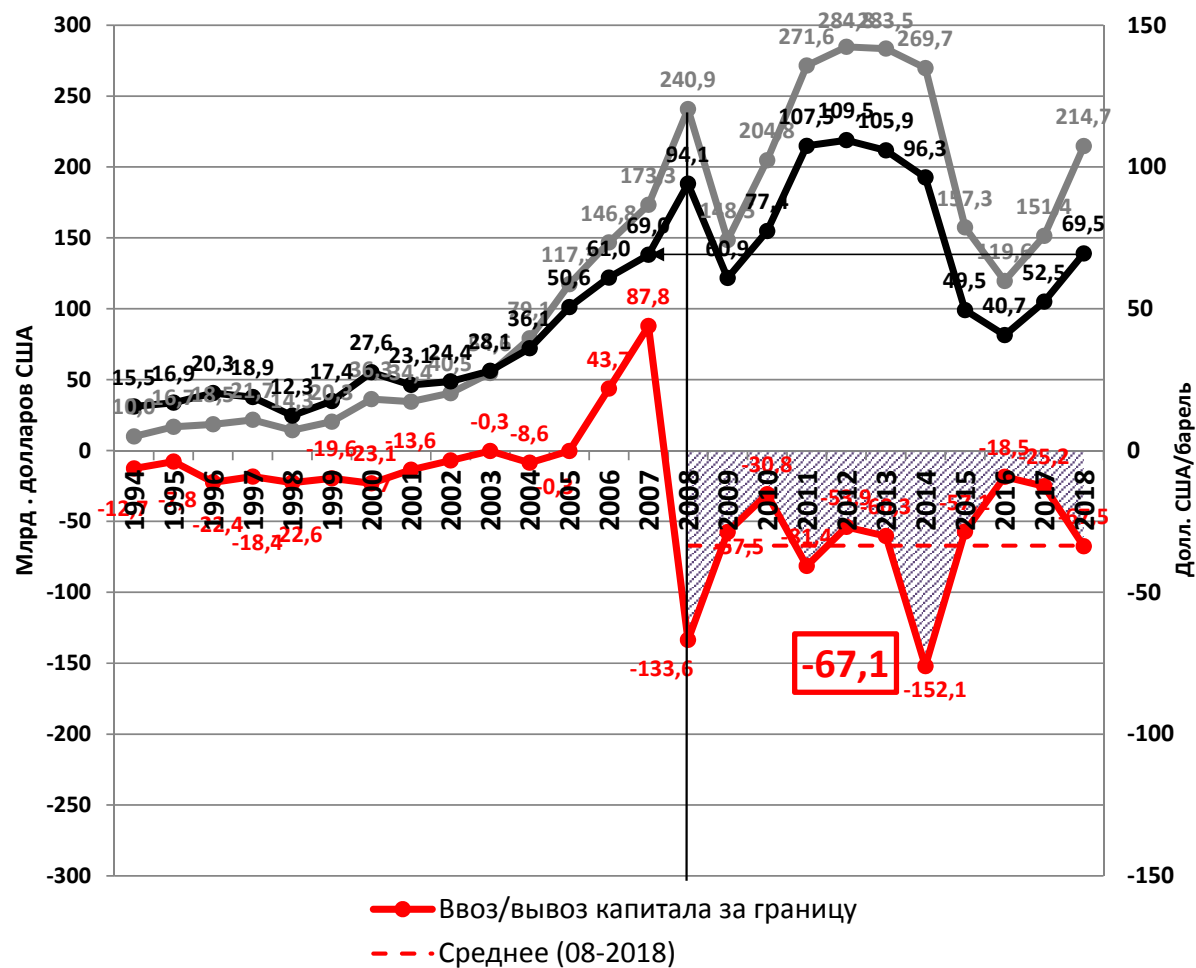
Ежегодные кмуль ; и среднегодовые значения кмуль в России в период 1971-2018 гг. в различных диапазонах времени.



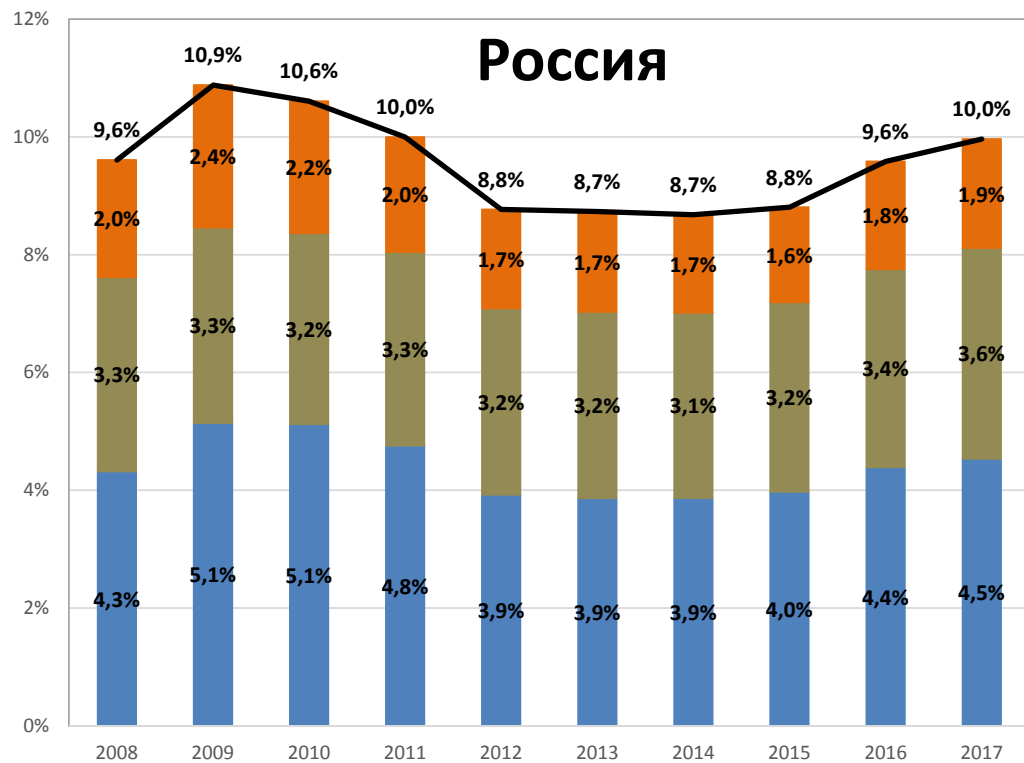
Ежегодные значения (кмул(i)) и среднегодовые значения (кмул) (с локальным осреднением на отрезке 2-3 года) в межкризисных диапазонах в период 1971-2017 гг.



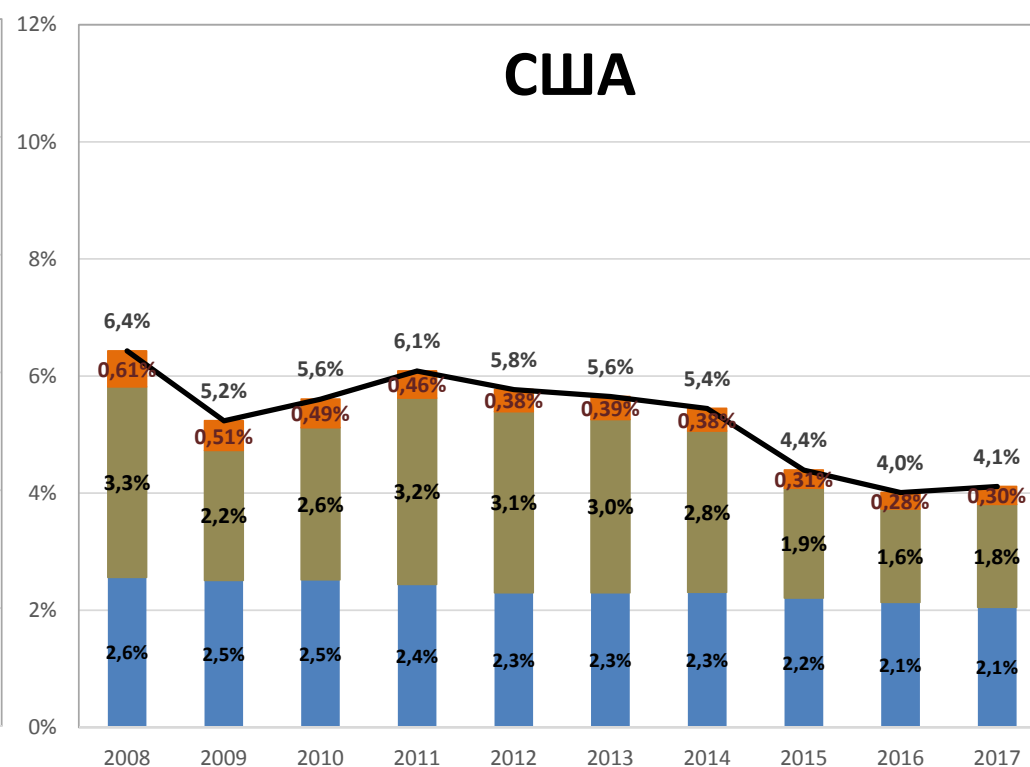
Динамика вывоза капитала из России за границу и цена барреля нефти Brent в период 1994-2018 гг.



Оценка затрат конечных потребителей в долях ВВП

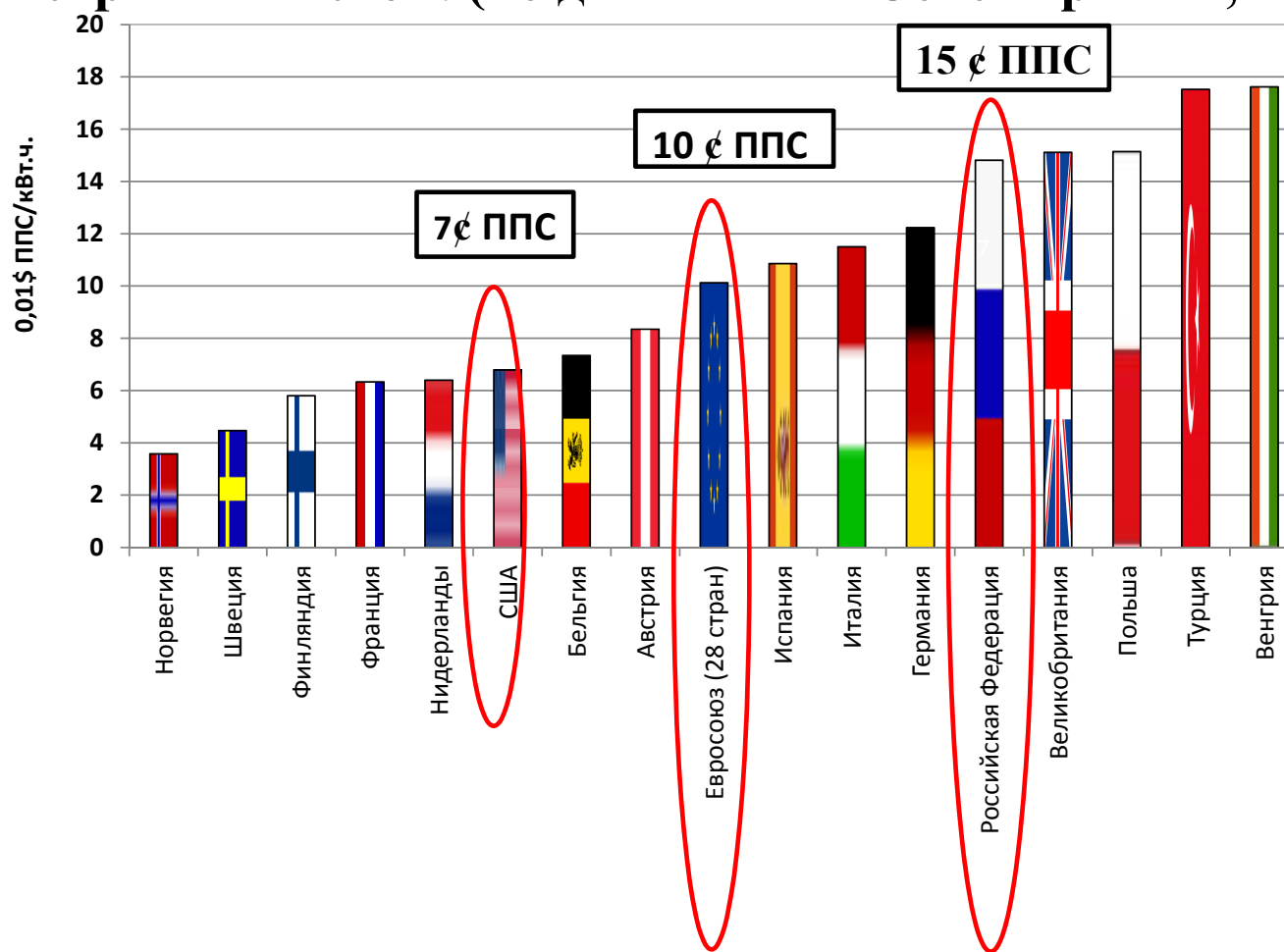


- Затраты на тепло в долях ВВП
- Затраты на бензин и дизель в долях ВВП
- Затраты на э.э. в долях ВВП
- Суммарные затраты топлива+тепло+э.э. в % ВВП



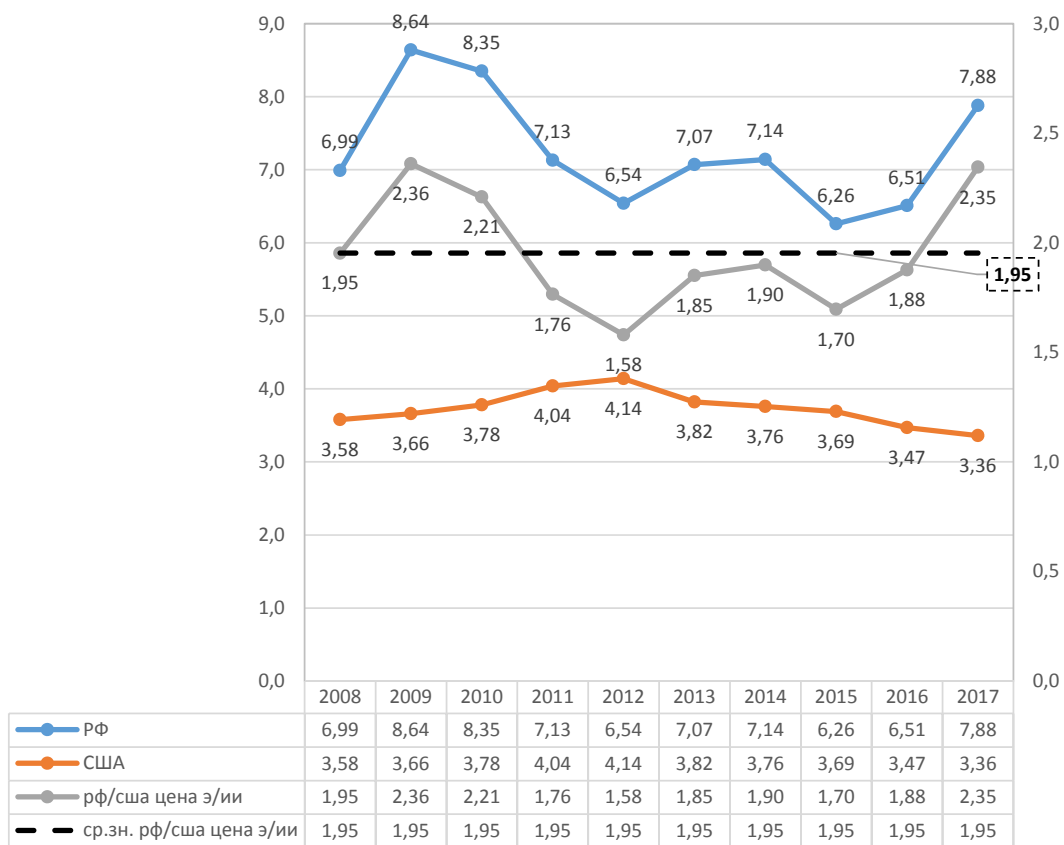
- Затраты на общее отопление в % ВВП
- Затраты на бензин+дизель в % ВВП
- Затраты на э.э. в % ВВП
- Суммарные затраты топлива+тепло+э.э. в % ВВП

Средняя цена электроэнергии (в 0,01\$ ППС за кВт.ч) для промышленности (без НДС и других возмещаемых налогов и сборов, кроме США) в России, США и европейских странах в 2017 г. (по данным НП Совета рынка, Евростата, US EIA).

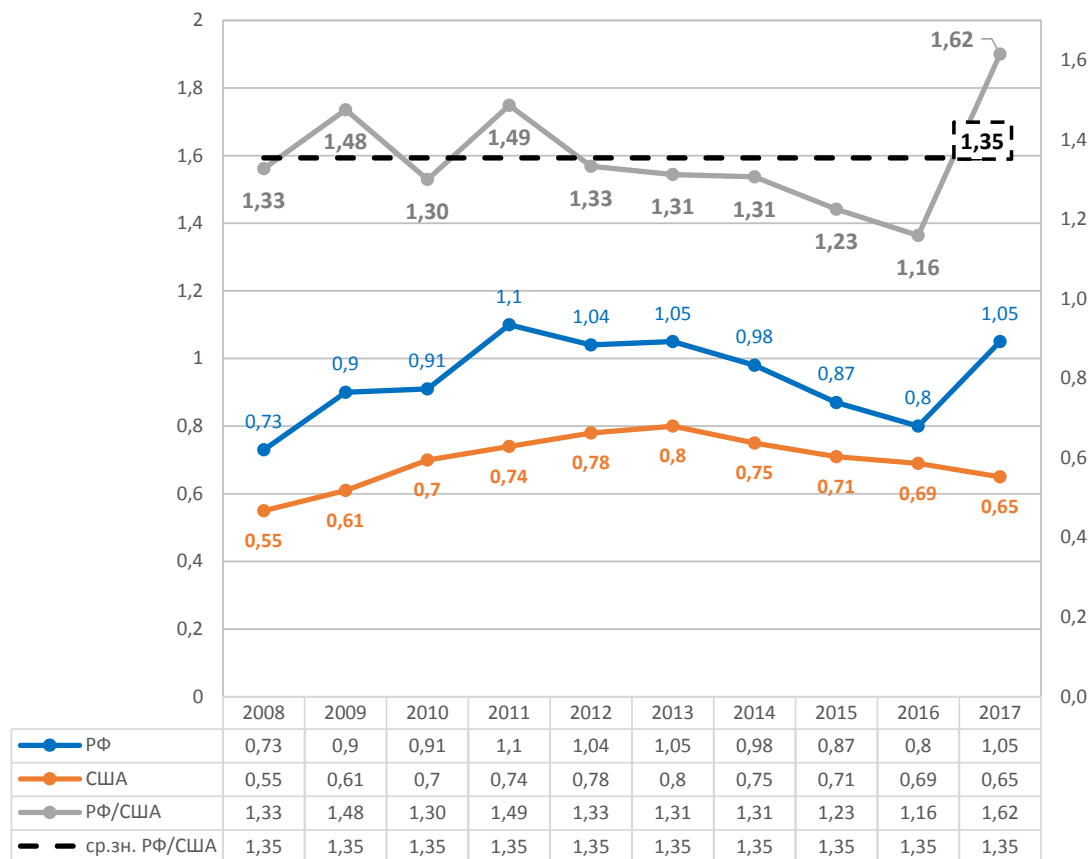


Сравнение цен электроэнергии на АЭС России и США

Динамика цен электроэнергии на шинах американских и российских АЭС (одноставочный тариф, с учетом оплаты на мощность и ДПМ) в ¢ ППС/кВт.ч. (1 ¢=0,01 \$) и в период 2008 – 2017гг



Динамика затрат российских и американских АЭС на закупку ядерного топлива в сопоставимых ценах (¢ ППС/кВт.ч.) в период 2008-2017 гг.



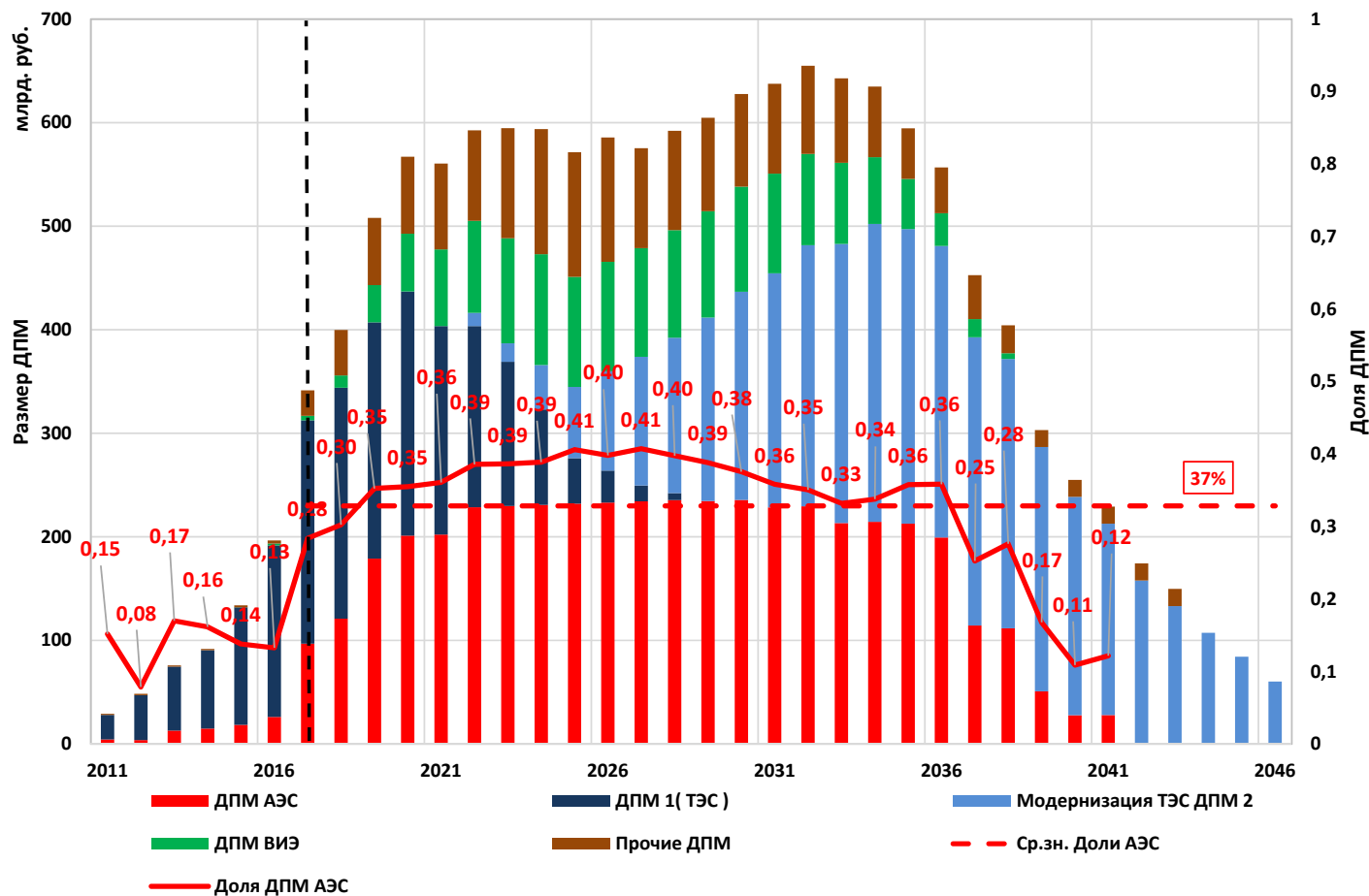
Условия строительства АЭС в России.

- В Европейской части России и Урале, где проживает около **85%** населения страны, доля электропроизводства ТЭС на газе составляет более **60%**, и они не сильно влияют на экологическую ситуацию в регионах.
- Именно здесь АЭС должны **конкурировать** с ТЭС на газе по себестоимости произведенной электроэнергии и возврату инвестиции **по договорам поставки мощности (ДПМ)**. И если АЭС будут проигрывать по этим показателям, то их **не надо** строить, потому что это дополнительно увеличивает стоимость электроэнергии для потребителей.
- Механизм конкуренции слабо развит в российской электроэнергетике, а главным образом, играют лоббистские возможности тех или иных руководителей (собственников) генерирующих компаний. И дело здесь, естественно, не *«в критиках, которые считают, что развивать атомную энергетику вообще не следует, а надо строить и модернизировать только паргазовые установки»*.

Состояние с инвестициями в электроэнергетику


- В 2008-2018 гг. (11 лет), по завышенным заданиям Генсхемы 2008 и Энергостратегии 2009, было построено более 30ГВт новых энергоблоков ТЭС (это кроме АЭС и ГЭС), вместо программы реконструкции и техпереворужения действующих ТЭС.
- И только сейчас начинается разворачиваться собственно программа реконструкции. Она рассчитана на реконструкцию ТЭС суммарной мощностью около 40-45 ГВт на 25 лет (2022-2046гг.). По заявлению Минэнерго прямые затраты собственников генерирующих компаний составят **1,9 трлн. рублей**, но это только капитальные затраты (без учёта стоимости денег).
- Сообщество потребителей электроэнергии (СПЭ) рассчитало дополнительные затраты потребителей .Оказалось, что совокупные дополнительные затраты **потребителей** на период действия программы 2022-2046гг **составят более 8,2 трлн. рублей** (около **340 млрд. рублей в год**).

Динамика ДПМ по типам генерации в период 2011 – 2017гг (факт) и прогноз СПЭ (2018 г). на период 2018 – 2046 гг.



Доля АЭС в ДПМ и электропроизводстве до 2036 г.

- В 2022-2036 гг. величина ДПМ АЭС будет находиться в диапазоне 210-230 млрд. руб., а доля ДПМ АЭС будет находиться в среднем на уровне **37%**. При этом доля электропроизводства на АЭС будет оставаться на уровне не более 18%-19%, или в **2 раза** меньше.
- До 2035 г. (в ближайшие 16 лет) **не предвидится** заметный рост установленной мощности АЭС, так как вновь построенные энергоблоки замещают выводимые из эксплуатации. Такие преференции для атомной энергетики были получены предыдущим руководством отрасли в 2008 г., на завершающем этапе расформирования РАО «ЕЭС России».
- **Не очевидно**, что аналогичные условия по ДПМ АЭС будут получены в 2022-2024 гг., когда встанет вопрос о новом строительстве энергоблоков АЭС, замещающих: 3 и 4-й энергоблоков Ленинградской и Курской АЭС, 1, 2 и 3-й Смоленской АЭС.
- Для Белорусской АЭС, первый блок которой должен будет введен в эксплуатацию в конце 2019, а второй в середине 2020 г., её основными потребителями могут **стать только российские, находящиеся в ореоле несения нагрузок Смоленской АЭС.**

- 
- Далее Е.О. Адамов утверждает: *«Себестоимость производства электричества на большинстве наших АЭС ниже, чем на ТЭС, и стратегия 2018 года вполне определенно ставит задачу развивать конкурентоспособность атомной энергетики, определяя LCOE основным ее критерием, »..*
 - Для России это **абстрактное** утверждение, поскольку сравнение LCOE для АЭС и ТЭС на газе допустимо лишь на период жизненного цикла ТЭС (20-40 лет). За горизонтом более 20-40 лет, существует вероятность снижения LCOE для конкурирующих газовых станций.
 - Имеется существенная неопределенность в оценке динамики цены газа внутри страны на столь длительный период.
 - Поэтому расчетные значения LCOE содержат существенные **неопределённости** и **слабоприменимы** для принятия решений о выборе той или иной генерации.

- Во-первых, на оптовом рынке энергии и мощности (ОРЭМ) **никак** не используется сравнение себестоимостей электропроизводства на различных типах электростанций. А сами эти себестоимости являются **коммерческой тайной** в любой генерирующей компании, включая Росэнергоатом (если, конечно, их рассчитывают). Поэтому утверждение «*Себестоимость производства электричества на большинстве наших АЭС ниже, чем на ТЭС...*» требует серьезного **доказательства**.
- Во-вторых, правила оптового рынка энергии и мощности (ОРЭМ), в первой ценовой зоне, где находятся все АЭС (кроме Билибинской), устроены таким образом, что все АЭС являются ценопринимающими, т.е. цена электроэнергии для всех АЭС устанавливается одинаковой и равной маржинальной (максимальной) цене на ТЭС на газе на рынке электроэнергии «**на сутки вперед**», а на оптовом рынке мощности стоимость установленных мощностей АЭС принимается сразу, без «**конкурентного отбора мощности (КОМ)**». Таким образом, оптовая цена электроэнергии на АЭС, да еще и пересчитанная по одноставочному тарифу, является одной из самых высоких. Поэтому Росатому нет никакого смысла инициировать изменения правил ОРЭМ.
- В-третьих, абсолютное большинство ТЭС на газе амортизированы, поэтому рост себестоимости электропроизводства на них определяющим образом зависит **только** от роста цены на природный газ, который «*в целях сдерживания влияния данного фактора [роста цены на газ,] на инфляцию индексация оптовых цен на газ для всех категорий потребителей, включая население (без учета НДС), в 2019 году составит 1,4%, в 2020-2024 годах рост указанных цен не превысит 3%.*». **А среди АЭС новые, не амортизированные составляют около 1/3 установленных мощностей, а далее эта доля будет только расти.**