

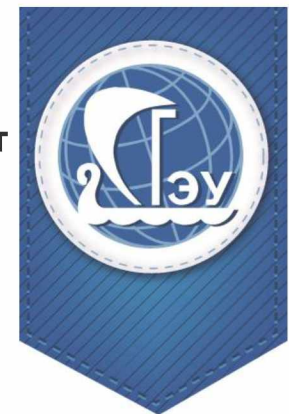
# **Энергоэффективное и энергобезопасное развитие субъектов Российской Федерации: ограничения и перспективы**

**Доклад подготовлен в рамках государственного задания Министерства образования и науки РФ №26.4131.2017/ПЧ, проект «Разработка методов и информационных технологий макроэкономического моделирования и стратегического планирования энергоэффективного развития топливно-энергетического комплекса субъекта Российской Федерации».**

**В.А. Цыбатов**

**Самарский государственный экономический университет**

**Май, 2019**



## Снижение энергоемкости ВВП в правительственных документах РФ

	Документ	Снижение энергоемкости ВВП	Утверждена
1	Энергетическая стратегия РФ на период до 2020 года	на <b>50</b> % на горизонте 2000 – 2020 годов	28 августа 2003 г.
2	Энергетическая стратегия РФ на период до 2030 года	на <b>56</b> % на горизонте 2005-2030 годов	13 ноября 2009 г.
3	Государственная программа РФ «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года»	на <b>40</b> % на горизонте 2007 – 2020 годов	27 декабря 2010 г.
4	Проект энергетической стратегии РФ на период до 2035 года	на <b>34</b> % на горизонте 2015-2035 годов	разработана 6 июля 2013 г.

Разработчики региональных стратегий при формировании региональных программ энергоэффективного развития ориентируются на целевые показатели федеральной стратегии, планируя снижение энергоемкости ВРП на **40** % и более за 20 лет.

Возникают вопросы:

- насколько обоснованы эти целевые ориентиры?
- возможно ли снижение энергоемкости ВРП на 40% на горизонте 2018-2035 годов?
- какие ограничения возникают на пути снижения энергоемкости ВРП?

**Вклад факторов в снижение энергоёмкости ВВП  
при реализации Государственной программы  
«Энергосбережение и повышение энергоэффективности  
Российской Федерации на перспективу до 2020 года»\***

Наименование показателей	Единицы измерения	Вклад факторов
Снижение энергоёмкости ВВП, в %	%	40,0
в том числе за счет:		
структурных сдвигов	%	17,7
продуктовых сдвигов	%	4,1
рост цен на энергию	%	4,2
автономного технического прогресса	%	6,2
реализация Государственной программы «Энергосбережение и повышение энергоэффективности Российской Федерации на перспективу до 2020 года»	%	7,8

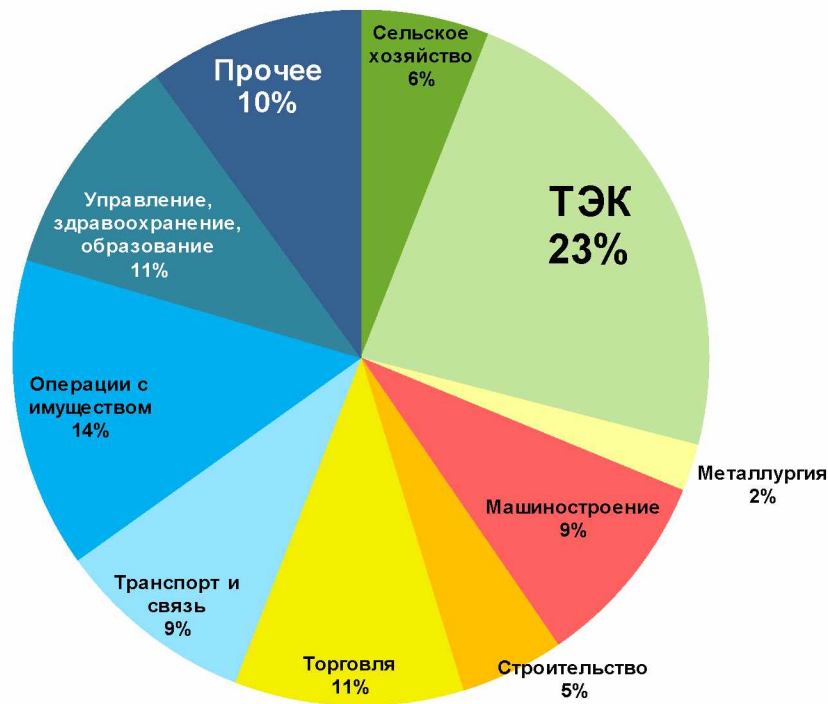
\*Башмаков И.А., Мышак А.Д. Российская система учета повышения энергоэффективности и экономии энергии. Центр по эффективному использованию энергии. ЦЭНЭФ. – 2012. – 81 с. <http://www.cenef.ru/file/Indexes.pdf>

## Цели и задачи исследования

Основной целью настоящего исследования являлась оценка возможного снижения удельной энергоемкости ВРП субъекта РФ на примере Самарской области на горизонте 2018-2035 годов в рамках проекта Энергетической стратегии России до 2035 года.

Самарская область по многим параметрам является среднестатистическим субъектом РФ

Структура ВРП 2017 год



## **Задачи исследования**

При проведении исследований были поставлены и решены следующие задачи:

- 1** - сбор отчетной информация о развитии ТЭК Самарской области и экономики региона в целом в необходимом объеме;
- 2** - формирование сценариев развития Самарской области в контексте Энергетической стратегии России на период до 2035 года, включая перспективы внутреннего спроса на топливо и энергию с учетом принятой Стратегии развития Самарской области до 2030 года;
- 3** - проведение сценарных прогнозов на прогнозно-аналитическом комплексе «Энергетика» на предмет влияния экономического роста и его неравномерности на снижение удельной энергоемкости ВРП;
- 4** - оценка перспектив и условий снижения энергоемкости ВРП для региона-субъекта РФ по результатам прогнозных экспериментов.

# 1. Методология

Энергоемкость ВРП рассчитывается по следующей формуле:

$$EI_{GRP}(t) = \frac{TFC(t)}{GRP(t)}, \quad (1)$$

где  $EI_{GRP}(t)$  - (*Energy Intensity of GRP*) энергоемкость ВРП в  $t$ -м году, т у.т. на 1 руб. валовой добавленной стоимости (ВДС);

$TFC(t)$  - (*Total Final Consumption*) конечное потребление топлива и энергии в  $t$ -м году, т у.т.;

$GRP(t)$  - (*Great Regional Product*) валовой региональный продукт в  $t$ -м году, руб.

Для исключения двойного счета конечное потребление топлива и энергии  $TFC(t)$  рассчитывается по топливно-энергетическому балансу

Наибольший интерес представляет удельная энергоёмкость ВРП, которая рассчитывается по отношению к базовому году в сопоставимых ценах:

$$EI_{GRP}(t | 0) = \frac{EI_{GRP}(t)}{EI_{GRP}(0) I_{GRB}^{def}(t | 0)}. \quad (2)$$

Здесь:  $EI_{GRP}(0)$ - энергоёмкость ВРП для базового года;  $I_{GRB}^{def}(t | 0)$ - индекс-дефлятор ВРП, рассчитанный для года  $t$  по отношению к базовому году.



Поскольку

$$GRP(t) = GRP(0) I_{GRP}^{gr}(t | 0) I_{GRP}^{def}(t | 0),$$

где  $I_{GRP}^{gr}(t | 0)$  - индекс роста физического объема ВРП, то удельную энергоёмкость ВРП, с учетом (1), можно представить в более удобном виде:

$$EI_{GRP}(t | 0) = \frac{TFC(t)}{TFC(0) I_{GRB}^{gr}(t | 0)} = \frac{TFC(t)}{TFC^{(0)}(t)}, \quad (3)$$

где показатель

$$TFC^{(0)}(t) = TFC(0) I_{GRB}^{gr}(t | 0) \quad (4)$$

имеет смысл конечного потребления ТЭР в году  $t$  при условии сохранения в этом году энергоёмкости ВРП на уровне базового года.

Для оценки вклада секторов экономики в снижение удельной энергоемкости ВРП представим конечное потребление ТЭР в регионе в виде следующей суммы:

$$TFC(t) = TFC_{FEC}(t) + TFC_G(t) + TFC_S(t) + TFC_H(t). \quad (9)$$

Здесь:  $TFC_{FEC}(t), TFC_G(t), TFC_S(t), TFC_H(t)$  - конечное потребление ТЭР топливно-энергетическим комплексом, сектором по производству товаров (кроме ТЭР), сектором по производству услуг и домашними хозяйствами соответственно. Тогда удельную энергоемкость ВРП (3) можно разложить на следующие слагаемые:

$$EI_{GRP}(t|0) = \frac{TFC(t)}{TFC^{(0)}(t)} = \frac{TFC_{FEC}(t)}{TFC^{(0)}(t)} + \frac{TFC_G(t)}{TFC^{(0)}(t)} + \frac{TFC_S(t)}{TFC^{(0)}(t)} + \frac{TFC_H(t)}{TFC^{(0)}(t)}. \quad (10)$$

## Слагаемые удельной энергоёмкости ВРП

$$EI_{GRP}(t|0) = \frac{TFC_{FEC}(t)}{TFC^{(0)}(t)} + \frac{TFC_G(t)}{TFC^{(0)}(t)} + \frac{TFC_S(t)}{TFC^{(0)}(t)} + \frac{TFC_H(t)}{TFC^{(0)}(t)}$$

ТЭК

Производст  
во товаров

Производст  
во услуг

Домашние  
хозяйства

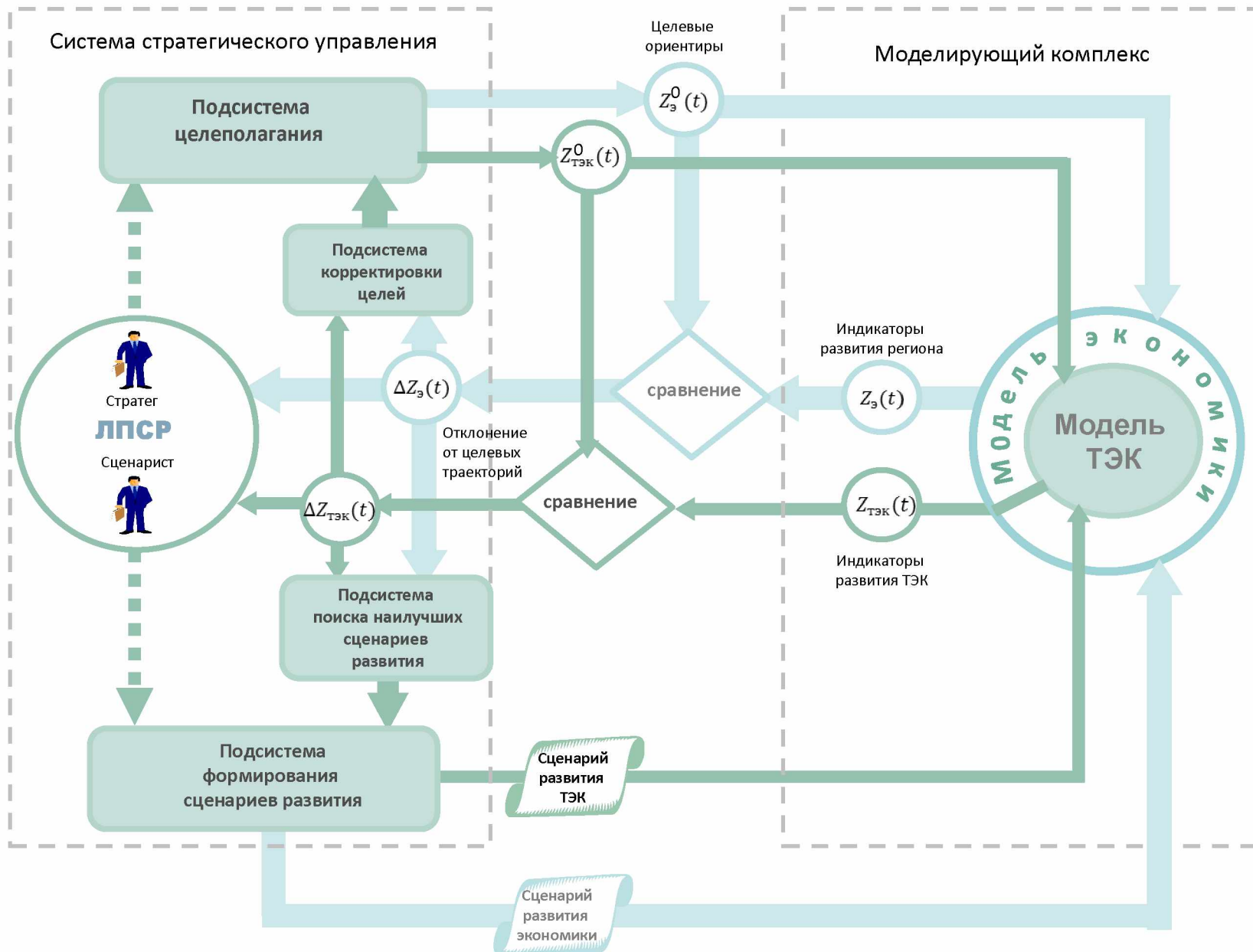
$$TFC^{(0)}(t) = TFC(0) I_{GRB}^{gr}(t|0)$$

## 2. Инструментарий исследования

Прогнозные эксперименты проводились на прогнозно-аналитическом комплексе «Энергетика», разработанном в Самарском государственном экономическом университете.

Khasaev G., Tsybatov V. Tooling of Modeling and Strategic Planning of Energy-Efficient Development of the Regional Fuel and Energy Complex/ - Eurasian Journal of Analytical Chemistry. - 2017;12 (Interdisciplinary Perspective on Sciences 7b):1169–1182. - DOI: <https://doi.org/10.12973/ejac.2017.00242a>

# Прогнозно-аналитический комплекс «Энергетика»



В процессе исследования сравнивались прогнозы развития экономики и ТЭК Самарской области на горизонте 2018-2035 годов по 6 сценариям, различающимся среднегодовыми темпами прироста ВДС в секторе производства товаров и услуг.

В качестве базового сценария выбран сценарий с нулевым ростом – «Нулевой рост».

Сценарии: «Рост 1%», «Рост 2%», «Рост 3%», «Рост 4%», «Рост 5%» предполагали соответствующий среднегодовой темп прироста ВДС в секторе производства товаров и услуг.

### **Экономический сценарий $U_{econ}(t)$ :**

- индексы-дефляторы цен и тарифов, а также параметры налоговой, бюджетной и демографической политики были приняты одинаковыми во всех сценариях  $U_{econ}(t)$  и взяты из Стратегии социально-экономического развития Самарской области до 2030 года.

### **Сценарий развития ТЭК $U_{ener}(t)$ :**

- индексы роста цен по основным видам ТЭР совпадают с индексом-дефлятором ВРП;
- выпуск отраслей ТЭК соответствует потребностям экономики и рассчитывается эндогенно (на модели);
- все сектора экономики Самарской области, включая домашние хозяйства, будут заниматься энергосбережением и повышением энергоэффективности, достигая при этом целевых показателей государственных программ, декларированных в энергетических стратегиях РФ.

## Показатели энергосбережения и повышения энергетической эффективности\*

<b>Энергосбережение и повышение энергетической эффективности ТЭК</b>	
Коэффициент снижения потерь при распределении электроэнергии, в % к предыдущему году	98,6
Коэффициент снижения потерь при распределении тепловой энергии, в % к предыдущему году	97,9
Коэффициент снижения технологических потерь нефти, в % к предыдущему году	94,7
Коэффициент снижения технологических потерь для других ТЭР, в % к предыдущему году	99,0
Удельный расход топлива на выработку электроэнергии тепловыми электростанциями (кг у.т./ тыс. кВт·ч), в % к предыдущему году	99,4
Удельный расход топлива на выработку тепловой энергии (кг у.т./ Гкал), в % к предыдущему году	99,7
Удельный расход энергии на переработку нефти на единицу первичной переработки	99,0
Удельная электроемкость продукции предприятий ТЭК, в % к предыдущему году	98,6
Удельная теплоемкость продукции предприятий ТЭК, в % к предыдущему году	97,8
Удельная газоёмкость продукции предприятий ТЭК, в % к предыдущему году	98,9
Удельные затраты нефтепродуктов предприятий ТЭК, в % к предыдущему году	99,1

Проект Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года

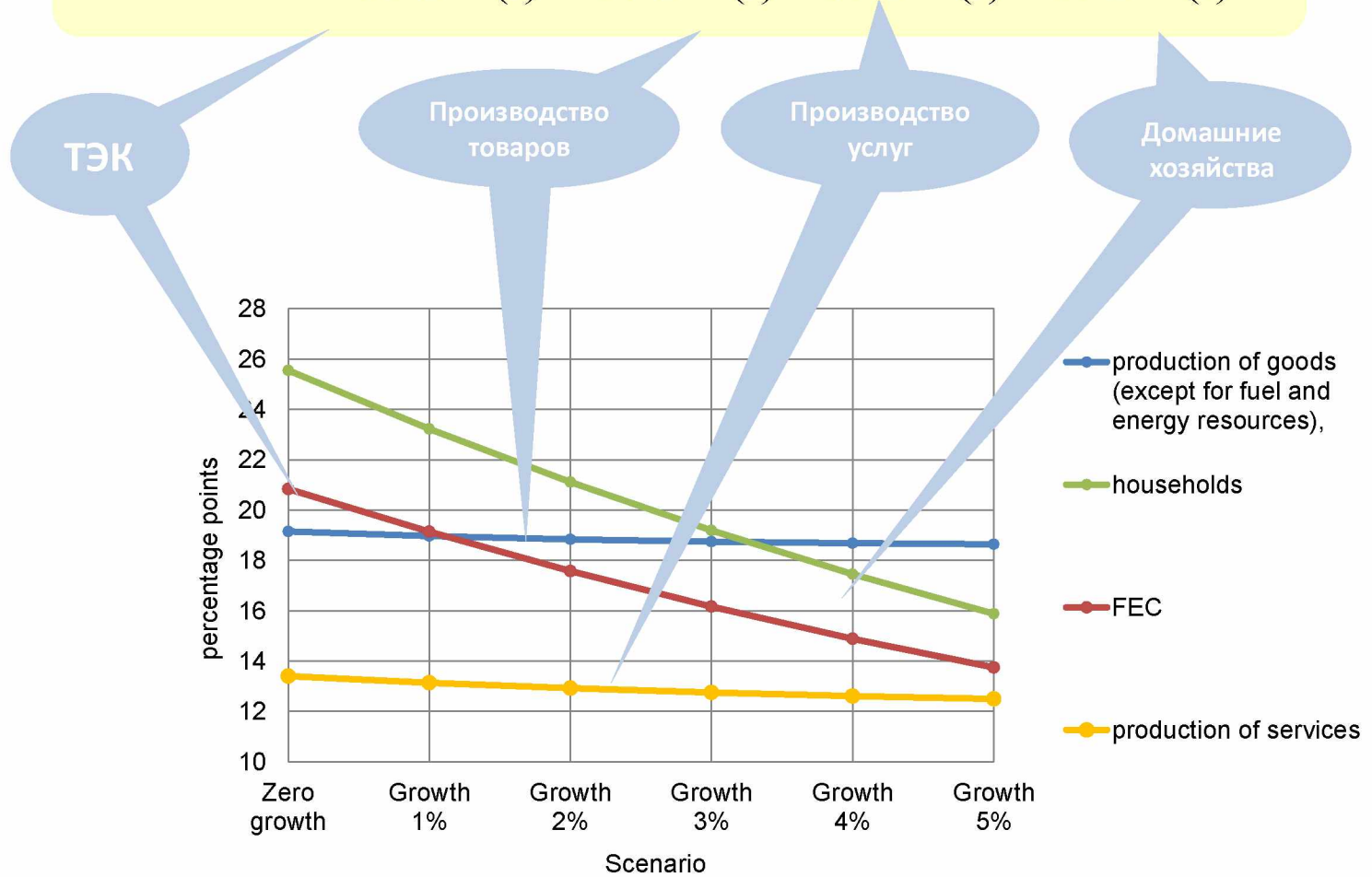
Энергетическая стратегия России на период до 2030 года / Распоряжение Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. № 1715-п. Retrieved from <https://minenergo.gov.ru/node/1026>



<b>Энергосбережение и повышение энергетической эффективности сектора по производству товаров</b>	
Удельная электроемкость производства товаров, в % к предыдущему году	98,9
Удельная теплоемкость производства товаров, в % к предыдущему году	97,7
Удельная газоемкость производства товаров, в % к предыдущему году	99,0
Удельные затраты нефтепродуктов при производстве товаров, в % к предыдущему году	99,2
<b>Энергосбережение и повышение энергетической эффективности сектора по производству услуг</b>	
Удельная электроемкость производства услуг, в % к предыдущему году	98,7
Удельная теплоемкость производства услуг, в % к предыдущему году	97,4
Удельная газоемкость производства услуг, в % к предыдущему году	99,2
Удельные затраты нефтепродуктов при производстве услуг, в % к предыдущему году	99,4
<b>Энергосбережение и повышение энергетической эффективности домашних хозяйств</b>	
Удельные затраты электроэнергии в домашних хозяйствах, в % к предыдущему году	98,5
Удельные затраты тепловой энергии в домашних хозяйствах, в % к предыдущему году	97,6
Удельные затраты природного газа в домашних хозяйствах, в % к предыдущему году	99,1

## Результаты

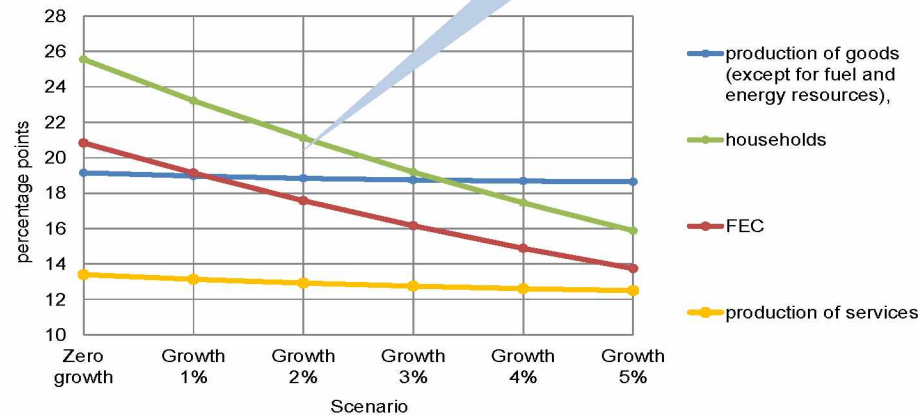
$$EI_{GRP}(t|0) = \frac{TFC_{FEC}(t)}{TFC^{(0)}(t)} + \frac{TFC_G(t)}{TFC^{(0)}(t)} + \frac{TFC_S(t)}{TFC^{(0)}(t)} + \frac{TFC_H(t)}{TFC^{(0)}(t)}$$



$$EI_{GRP}(t|0) = \frac{TFC_{FEC}(t)}{TFC^{(0)}(t)} + \frac{TFC_G(t)}{TFC^{(0)}(t)} + \frac{TFC_S(t)}{TFC^{(0)}(t)} + \frac{TFC_H(t)}{TFC^{(0)}(t)}$$

Домашние хозяйства

$$TFC^{(0)}(t) = TFC(0)I_{GRB}^{gr}(t|0)$$



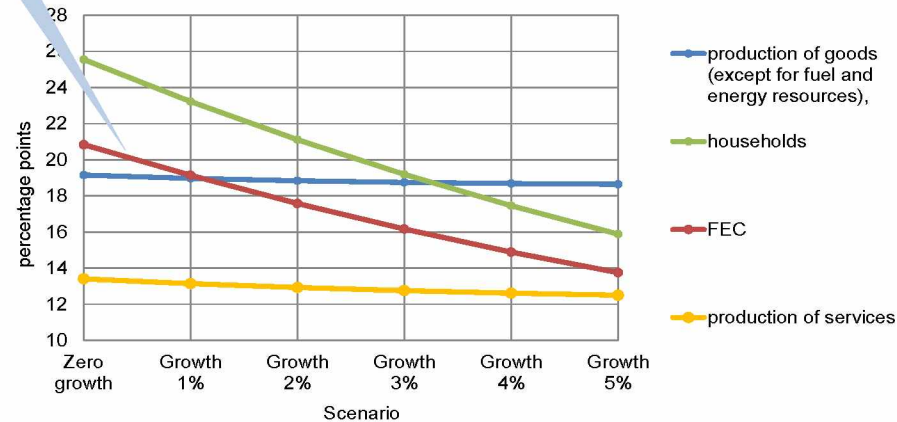
Снижение удельной энергоемкости ВРП по домашним хозяйствам при экономическом росте происходит по следующей причине:

- темпы конечного потребления ТЭР населением отстают от темпов роста ВРП и тем больше, чем выше темп экономического роста.

Свой доход, растущий в темпе роста ВРП, население расходует на конечное потребление и лишь некоторую часть тратит на приобретение дополнительной недвижимости, транспортных средств и бытовой техники, общий прирост которых обеспечивает прирост потребления ТЭР.

$$EI_{GRP}(t|0) = \frac{TFC_{FEC}(t)}{TFC^{(0)}(t)} + \frac{TFC_G(t)}{TFC^{(0)}(t)} + \frac{TFC_S(t)}{TFC^{(0)}(t)} + \frac{TFC_H(t)}{TFC^{(0)}(t)}$$

ТЭК



Снижение удельной энергоёмкости ВРП по ТЭК при экономическом росте происходит по следующим причинам:

1 - дополнительное снижение спроса на ТЭР в экономике в результате экономии от увеличения масштаба производства;

2 - отставание темпов роста ТЭК от темпов роста экономики региона в целом из-за высокой капиталоемкости ТЭК. Высокая интенсивность потребления капитала в топливно-энергетических отраслях не позволяет им расти темпами выше 2-2,5% в год

Снижение удельной энергоемкости ВРП по ТЭК при экономическом росте происходит по следующим причинам:

1 - дополнительное снижение спроса на ТЭР в экономике в результате экономии от увеличения масштаба производства;

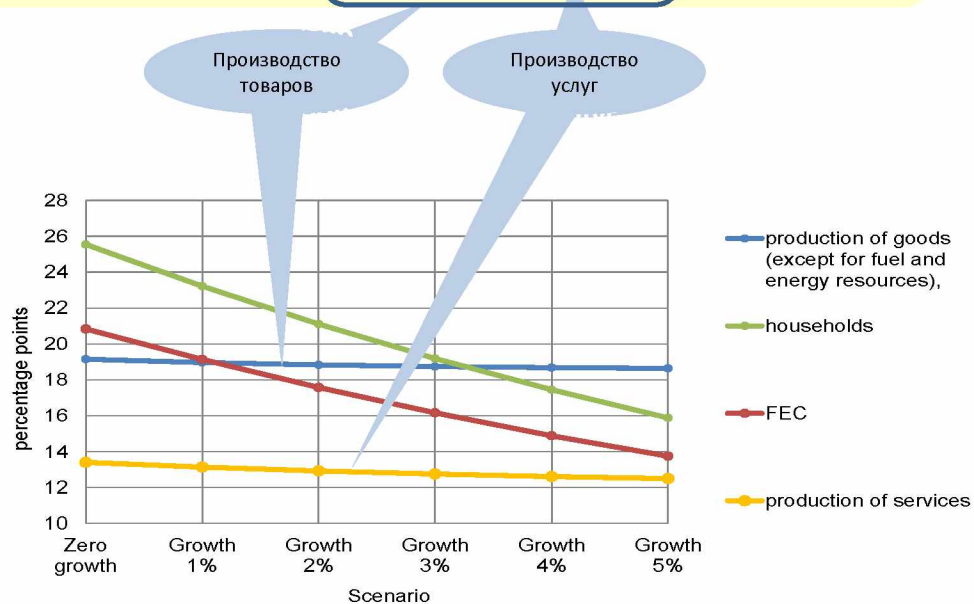
2 - отставание темпов роста ТЭК от темпов роста экономики региона в целом из-за высокой капиталоемкости ТЭК.

### Интенсивность потребления капитала отраслей экономики (США)\*

Отрасль экономики	Интенсивность потребления капитала, % от ВДС
Добыча полезных ископаемых (всех)	45,7%
Производство нефти-сырца и природного газа	55,0%
Электроэнергетика	26,0%
Металлургия	8,8%
Химия и нефтехимия	12,2%
Машиностроение и металлообработка	13,0%
Легкая промышленность	5,7%
Пищевая промышленность	13,3%
Сельское хозяйство	16,9%
Строительство	6,9%
Транспорт и коммуникации	19,4%
Оптовая розничная торговля	7,6%
Среднее по экономике	12,8%

\*Росс Дж. Основы российского финансового кризиса // Проблемы прогнозирования. - 1997. - № 6. - С. 49-67.

$$EI_{GRP}(t|0) = \frac{TFC_{FEC}(t)}{TFC^{(0)}(t)} + \frac{TFC_G(t)}{TFC^{(0)}(t)} + \frac{TFC_S(t)}{TFC^{(0)}(t)} + \frac{TFC_H(t)}{TFC^{(0)}(t)}$$



Снижение удельной энергоемкости в секторах по производству товаров и услуг при экономическом росте происходит за счет *экономии от масштаба производства товаров и услуг*.

## Вклад экономического роста в снижение удельной энергоёмкости ВРП (2035 г. к 2018 г.) по секторам экономики

Наименование показателя	Сценарий					
	Нулевой рост	Рост 1%	Рост 2%	Рост 3%	Рост 4%	Рост 5%
Удельная энергоёмкость ВРП, в % к базовому году	78,9	74,5	70,4	66,8	63,6	60,8
Общее снижение удельной энергоёмкости ВРП за счет всех факторов, п. п.	21,1	25,5	29,6	33,2	36,4	39,2
Общее снижение удельной энергоёмкости ВРП за счет экономического роста, п. п.	0,0	4,4	8,5	12,1	15,3	18,1
вклад экономического роста по секторам экономики, п. п.:						
ТЭК	0,0	1,7	3,3	4,7	6,0	7,1
в том числе за счет:						
снижение спроса на ТЭР из-за экономии от увеличения масштаба производства	0,0	0,6	1,1	1,4	1,6	1,8
отставания темпов роста ТЭК от темпов роста экономики региона из-за высокой капиталоемкости	0,0	1,1	2,2	3,3	4,3	5,3
производство товаров (кроме ТЭР)	0,0	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5
производство услуг	0,0	0,3	0,5	0,7	0,8	0,9
домашние хозяйства	0,0	2,3	4,4	6,4	8,1	9,7





**Осуществимо ли снижение ВРП на 40%  
на горизонте 2018-2035 годов?**

Полученные результаты показывают, что достижение этой цели возможно только при среднегодовом экономическом росте не менее 5% даже при абсолютном выполнении всех отраслевых программ по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, декларированных в энергетических стратегиях 2030 и 2035.

Мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности без экономического роста позволят снизить энергоемкость ВРП в 2035 году к уровню 2017 года только на половину заявленной цели (21%).

Поскольку капиталоемкие регионы (например, Липецкая область, Ханты-Мансийский автономный округ, Ямало-Ненецкий автономный округ, Красноярский край и другие) не могут развиваться темпами выше 2-2,5% в силу высокой интенсивности потребления капитала, то для этих регионов целевые показатели по снижению энергоемкости ВРП, установленные в федеральных стратегиях, являются *принципиально недостижимыми*.

Аналогичные выводы справедливы и для российской экономики в целом. Если экономика России будет развиваться среднегодовыми темпами ниже 5%, то основной целевой индикатор Энергетической стратегии - снижение энергоемкости ВВП к 2035 году более чем на сорок процентов относительно 2017 года будет принципиально недостижим.