

# ДОЛГОСРОЧНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ В ОСНОВНЫХ СЕКТОРАХ ЭКОНОМИКИ<sup>1</sup>

Кандидаты технических наук О.В. МАЗУРОВА,  
Е.В. ГАЛЬПЕРОВА  
(Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН)

DOI: 10.31857/S023336190003069-1

Энергетика развивается в сложных взаимосвязях с развитием экономики, подчиняясь определённым закономерностям. Эти закономерности проявляются в виде тех или иных тенденций, которые обычно используют для прогнозных оценок. Количественные проявления тенденций развития энергетики и энергопотребления меняются под влиянием структурных трансформаций, стиля жизни населения, научно-технического прогресса и других факторов.

В данной работе представлен анализ глобальных тенденций энергопотребления в производственной, непроизводственной сферах и на транспорте, показаны возможные направления их изменения на основе новых статистических данных и последних зарубежных прогнозов развития энергетики. В ходе проведённого исследования оценивалась динамика изменения структуры энергопотребления и энергоёмкости на единицу валового внутреннего продукта (ВВП) и на одного жителя, а также определялись тенденции и закономерности ускорения электрификации в основных

секторах экономики и изменение роли отдельных энергоносителей в энергетическом балансе этих секторов.

**Непроизводственная сфера.** Этот сектор экономики включает в себя использование энергии домохозяйствами (без личного транспорта) и сферой услуг, куда входит большое количество разных видов деятельности от здравоохранения и образования до банковских и информационно-технологических услуг. За 1990–2014 гг. энергопотребление в этом секторе мировой экономики выросло в 1.4 раза<sup>2</sup>. Основными факторами роста являются увеличение численности населения, площади жилых и общественных зданий, а также повышение уровня комфорта и номенклатуры используемых приборов и оборудования.

Общей тенденцией для ведущих стран мира является снижение расхода энергии на единицу площади жилых и общественных зданий благодаря принятию и реализации государственных программ энергосбережения. Эти программы предусматривают как различные меры финансовой поддержки (гранты, субсидии, налоговые льготы) внедрения энергоэффективных мероприятий и тех-

<sup>1</sup> Результаты получены в рамках проекта государственного задания III.17.5.2, рег. № AAA-A-17-117030310452-7 и частичной финансовой поддержке РФФИ (проекты №16-06-00230, №18-010-00176).

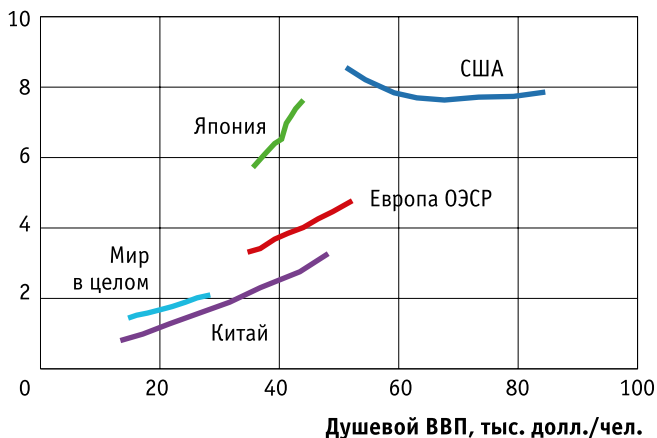
<sup>2</sup> World Energy Outlook 2016 / International Energy Agency OECD/IEA, Paris. 2016.

нологий в строительстве и эксплуатации зданий, так и информирование населения о преимуществах новых технологий в улучшении санитарно-гигиенических условий проживания, снижении платы за энергопотребление, сохранении окружающей среды.

В странах Европейского союза в соответствии с нормативами строительства новые дома потребляют в среднем на 40% энергии меньше, чем дома построенные до 1990 г. В строительной практике получили распространение различные концепции энергосберегающих зданий: с низким потреблением тепловой энергии, энергопассивный солнечный дом, дом, не нуждающийся в отоплении, и т.д. Возросла эффективность систем отопления за счёт замены старых отопительных приборов на новые и распространения передовых технологий теплоснабжения, в том числе солнечных водонагревателей<sup>3</sup>.

Согласно прогнозам ожидается, что в мире будет увеличиваться доля электроэнергии в суммарном конечном потреблении непродуцированной сферы с 37% в 2015 г. до 51% к 2050 г.<sup>4</sup> Электропотребление в расчёте на 1 жителя (душевое) будет прирастать в среднем на 50 Вт·ч/чел. при росте душевого ВВП на 1 долл. (рис. 1). Такой рост определяется, в частности, расширением номенклатуры используемых электроприборов и установок в домохозяйствах и секторе услуг.

**Душевое электропотребление, тыс. кВт·ч/чел.**



Источник: *International Energy Outlook 2017 / US Energy Information Administration, Washington, September 2017.*  
 URL: <https://www.eia.gov/outlooks/ieo/>.

**Рис. 1.**  
**Прогнозная динамика взаимосвязи душевого потребления электроэнергии в непродуцированной сфере и уровня развития экономики.**

В 1990–2015 гг. в России электропотребление населением и сферой услуг увеличилось в 1.3 раза и составило 1.7 тыс. кВт·ч/чел., однако это в 2 раза ниже Европейских стран ОЭСР<sup>5</sup>, в 3.3 раза ниже Японии и в 5 раз – США.

Как показывает опыт зарубежных стран, расход электроэнергии на освещение неуклонно снижается за счёт широкого распространения компактных люминесцентных ламп и светодиодов взамен традиционных ламп накаливания. Дополнительную экономию электроэнергии даёт применение систем управления освещением с использованием датчиков движения и освещённости.

Дальнейшее повышение эффективности использования энергии в непродуцированной сфере развитых стран свя-

<sup>3</sup> *Monitoring of energy efficiency trends and policies in the EU (the ODYSSEE-MURE project). September 2015.*  
 URL: <http://www.odyssee-mure.eu/publications/br/synthesis-energy-efficiency-trends-policies.pdf>.

<sup>4</sup> *International Energy Outlook 2017 / US Energy Information Administration, Washington, September 2017.*  
 URL: <https://www.eia.gov/outlooks/ieo/>

<sup>5</sup> *World Energy Outlook 2016 / International Energy Agency OECD/IEA, Paris. 2016.*

зывают с широким распространением интеллектуальных технологий (концепция “Smart”), которые позволяют регулировать потребление энергии в зданиях в зависимости от температуры, времени суток, освещённости, наличия людей в помещении и т.п. Это и “умные” города, “умные” системы энергоснабжения, “умные” дома и т.д., направленные на повышение комфорта, удобства и качества предоставляемых услуг. Отличительной чертой данной концепции является широкое использование информационно-коммуникационных технологий<sup>6</sup>. Концепция “Smart” включает в себя интеллектуальные приборы учёта и передачи показаний, автоматизированные информационные базы и банки данных, вычислительные центры, автоматизированные системы управления, видеотерминалы, общегосударственные информационные системы, системы спутниковой и скоростной волоконно-оптической связи.

**Производственная сфера**, включающая добывающие отрасли, промышленность, строительство, агропромышленный комплекс, является крупнейшим потребителем энергоресурсов. На неё приходится более 50% всего энергопотребления в мире, и в основном это промышленность.

Производственная структура различается по странам: в США, Японии и Германии преобладают высокотехнологичные отрасли – машиностроение и химическая промышленность (в 2014 г. их доля составляла 30–45%), а в Канаде, Финляндии и России доминируют энергоёмкие производства – чёрная и цветная металлургия, деревообработка и целлюлозно-бумажное производство, добывающая промышленность.

В структуре энергопотребления промышленности стран, не входящих в ОЭСР, к 2040 г. прогнозируется существенный

рост доли химической промышленности с 14 до 20% при сокращении доли других энергоёмких отраслей: чёрной металлургии с 17 до 14%, промышленности строительных материалов с 7.5 до 6.4%, производства цветных металлов с 2.2 до 1.5%.

Анализ статистических данных показывает устойчивый рост потребления электроэнергии в отраслях промышленности и увеличение её доли в структуре энергоносителей за счёт расширения процессов электрификации труда и технологических инноваций. Так, например, в странах Западной Европы эта доля увеличилась с 27 (1990 г.) до 35% (2015 г.)<sup>7</sup>.

Согласно прогнозу<sup>8</sup> к 2040–2050-м гг. мировая структура энергопотребления производственного сектора будет меняться: снизится доля угля с 27% (2015 г.) до 20% (2050 г.) при увеличении природного газа соответственно с 22 до 27% и ВИЭ с 8 до 9%. Удельный вес энергоёмких производств будет снижаться с 69% в 2015 г. до 68% в 2040 г., при этом будет возрастать доля малозэнергоёмких отраслей с 18 до 19% соответственно.

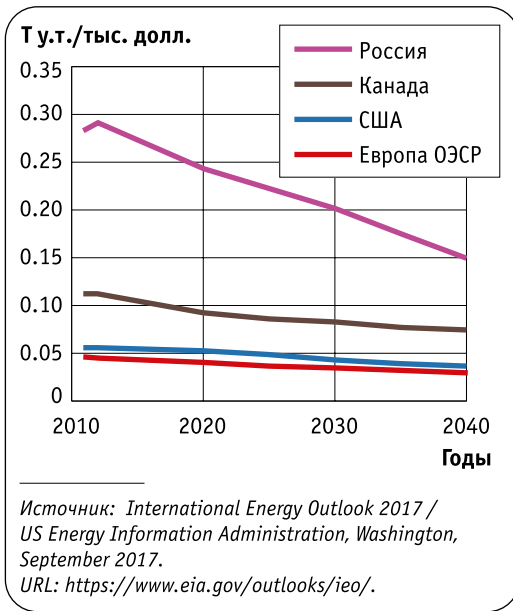
Сравнение мировых прогнозов демонстрирует устойчивую динамику снижения энергоёмкости промышленности под влиянием структурных сдвигов, совершенствования технологических процессов, внедрения более эффективного оборудования и т.п., однако темпы этого снижения существенно замедляются (рис. 2). Энергоёмкость российской промышленности превосходит страны Западной Европы, США и Канады в 2–3 раза. Частично это объясняется структурными особенностями: высокой долей энергоёмких производств и относительно низкой долей сферы услуг в ВВП.

Следует отметить, что в промышленно развитых странах основной потенциал энергосбережения уже реализован.

<sup>7</sup> *Electricity Information / International Energy Agency OECD/IEA, Paris, 2016.*

<sup>8</sup> *International Energy Outlook 2017 / US Energy Information Administration, Washington, September 2017. URL: <https://www.eia.gov/outlooks/ieo/>*

<sup>6</sup> Кучеров Ю.Н., Фёдоров Ю.Г. Концептуальные направления развития энергетической инфраструктуры “умного” города // *Энергетическая политика*. 2014. № 5.



**Рис. 2.**  
**Прогноз динамики изменения энергоёмкости промышленности на единицу ВВП (базовый сценарий).**

Энергопотребление на транспорте в значительной степени зависит от уровня развития экономики, её отраслевой структуры, протяжённости территории, размещения производительных сил, экспорта-импорта продукции и др.

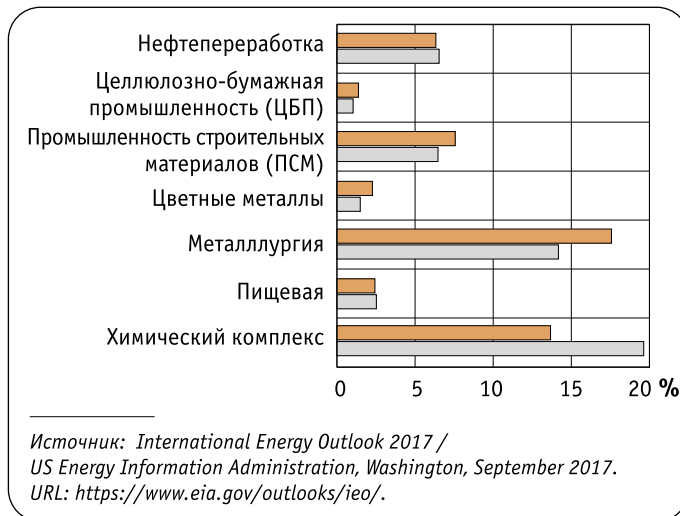
Общей тенденцией для развитых стран является снижение расхода энергоресурсов в транспортном секторе на единицу ВВП, которое продолжится и в перспективе (рис. 4).

В прогнозируемой структуре мирового энергопотребления на транспорте на период до 2040 г. ожидается снижение доли нефтепродуктов в среднем на 10–18% с увеличением доли электроэнергии и биотоплива<sup>9</sup>. Это связано прежде всего с ожидаемой технологической революцией на транспорте (в частности, бурным ростом парка гибридов и электромобилей), которая может замедлить спрос на углеводороды и повысить спрос на электроэнергию и альтернативные виды топлива.

<sup>9</sup> World Energy Outlook 2016 / International Energy Agency OECD/IEA, Paris. 2016.

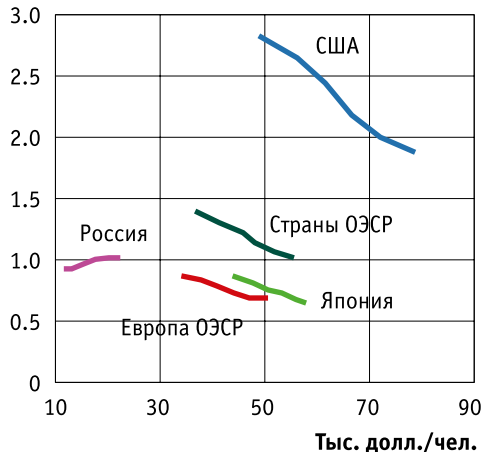
На рис. 3 показано изменение энергоёмкости отдельных отраслей промышленности для стран с переходной экономикой (не входящих в группу стран ОЭСР) за прогнозируемый период.

**Транспорт**, как один из наиболее быстро развивающихся секторов экономики, является наиболее энергоёмким сектором и основным потребителем продуктов нефтепереработки (около 60% в структуре энергопотребления от общемирового показателя).



**Рис. 3.**  
**Прогноз динамики изменения энергоёмкости отраслей промышленности в странах, не входящих в ОЭСР, за период 2012–2040 гг. (базовый сценарий). ПСМ – промышленность строительных материалов; ЦБП – целлюлозно-бумажная промышленность. на единицу ВВП (базовый сценарий).**

Т у.т./чел.



Источник: WEO-2016.

**Рис. 4.**  
**Связь энергопотребления на транспорте с душевым ВВП, рассматриваемый период 2014–2040 гг. (базовый сценарий).**

В России, отстающей по величине душевого ВВП от развитых стран в 2–4 раза, расход энергоносителей на одного человека в транспортном секторе примерно в 1.5 раза ниже, чем в странах ОЭСР и в 3 раза, чем в США. При этом велико

отличие и в структуре потребляемых энергоносителей. В большинстве стран мира удельный вес жидкого топлива составляет 91–97% суммарного энергопотребления на транспорте, а в России – приблизительно 65%, на долю природного газа приходится около 26%, электроэнергии – 9% (табл. 1).

**Пассажирский транспорт.** Во всех странах проявляется тенденция роста пассажирооборота на душу населения. В пассажирообороте стран ОЭСР доминирует автомобильный транспорт, на его долю приходится от 65% в Японии до 86–88% в США и европейских странах. Повышение уровня жизни населения сопровождается ростом обеспеченности населения легковыми автомобилями. За период 1990–2015 гг. обеспеченность населения автомобилями в разных странах мира возросла почти в два раза, и составила в среднем 520–810 авт./тыс. чел. (табл. 2).

В России сохраняется значительный потенциал для повышения уровня “автомобилизации” населения. К 2015 г. количество легковых автомобилей в России на 1000 жителей достигло 317. В соответствии с общемировыми тенденциями в России будет расти роль автомобильного транспорта в пассажирообороте

**Прогноз структуры энергопотребления на транспорте на период до 2040 г., %**

Таблица 1

Страны	Нефтепродукты		Электроэнергия		Биотопливо		Прочие	
	2014 г.	2040 г.	2014 г.	2040 г.	2014 г.	2040 г.	2014 г.	2040 г.
Страны ОЭСР	92.7	80	0.7	3	4.2	10	2.4	7
Европа (ОЭСР)	93.0	79	1.8	5	4.2	12	1.0	4
США	91.2	75	0.2	2	5.5	13	3.1	10
Япония	97.2	91	2.8	8	–	–	–	1
Китай	90.8	82	1.8	6	0.7	5	6.7	7
Россия	64.5	57	8.6	13	–	–	26.9	30

Источник: World Energy Outlook 2016 / International Energy Agency OECD/IEA, Paris. 2016.

Таблица 2

**Количество автомобилей на 1000 чел., ед.**

Страны	1980 г.	1990 г.	1995 г.	2000 г.	2015 г.
Европа (ОЕСР)	272	373	410	457	550
США	686	756	757	785	809
Канада	537	596	568	571	620
Япония	324	467	533	573	593
Россия	н.д.	н.д.	121	134	317

населения с 13–16 до 18 тыс. пасс-км чел.<sup>11</sup> Особое внимание уделяется также развитию высокоскоростного пассажирского железнодорожного транспорта, обусловленное повышенным уровнем требований населения к скорости, свободе перемещения, к качеству услуг и комфорту. Лидерами по общей длине высокоскоростных железных

и в расходе моторного топлива. При достижении современного европейского уровня ВВП на душу населения количество автомобилей в России на 1000 жителей может увеличиться до 500 ед.

Во многих странах достаточно чётко проявляется тенденция увеличения удельного веса энергоёмкого воздушного транспорта. Это связано с ростом доходов населения и повышением требований к скорости и свободе перемещения. По оценкам<sup>10</sup> в развитых странах ожидается рост удельного веса высокоскоростных видов транспорта к 2020 г. до 15% и к 2050 г. до 35%. При анализе воздушных пассажироперевозок обычно для сравнения с положением в других странах приводят значения коэффициентов авиационной подвижности населения. В России в 2014 г. этот коэффициент составлял 0,636, а в европейских странах – 2, в США – 2,5 (2013 г.), то есть средний американец летает 2,5 раза в год. Согласно европейскому прогнозу в перспективе к 2030 г. ожидается дальнейший рост транспортной подвижности

дорог в 2014 г. в европейских странах стали Испания – 3,1 тыс. км и Франция – 2 тыс. км, а в азиатских странах: Япония – 2,7 тыс. км и Китай – 19,4 тыс. км.

**Грузовой транспорт.** Грузовой транспорт в большей степени, чем пассажирский, связан с уровнем технологического развития страны. Динамика спроса на услуги грузового транспорта определяется в основном объёмами промышленного производства, его отраслевой структурой, размещением производителей и потребителей промышленной продукции, а также структурой экспорта и импорта. Во всех странах, включая Россию, проявляется тенденция роста доли наиболее энергоёмкого автомобильного транспорта в структуре грузооборота: она составляла в США – 42% (2012 г.), Японии – 51% (2012 г.), Германии – 62% (2013 г.), Франции – 77% (2013 г.), Великобритании – 81% (2013 г.), России – 4,6% (2015 г.)<sup>12</sup>. В перспективе прогнозируется дальнейший рост грузооборота автотранспорта, однако темпы его несколько замедлятся. В соответствии с долгосрочными оценками<sup>13</sup>

<sup>10</sup> *Global Transport Scenarios 2050 // World Energy Council. London, 2011.*

<sup>11</sup> *Monitoring of energy efficiency trends and policies in the EU (the ODYSSEE-MURE project). September 2015. URL: <http://www.odyssee-mure.eu/publications/br/synthesis-energy-efficiency-trends-policies.pdf>*

<sup>12</sup> *Транспорт и связь в России. 2016: Стат. сб. / Росстат. М., 2016. synthesis-energy-efficiency-trends-policies.pdf.*

<sup>13</sup> *International Energy Outlook 2017 / US Energy Information Administration, Washington, September 2017. URL: <https://www.eia.gov/outlooks/ieol/>*

предполагается, что спрос на грузоперевозки на автомобильном транспорте мира вырастет к 2040 г. более чем в два раза, а его энергоэффективность – на 30%.

На долю грузового транспорта в России приходится более 60% расходуемых на транспорте энергоресурсов, то есть он является доминирующим потребителем. Высокие расходы энергии объясняются в основном крупными объёмами перевозок многотоннажных грузов на большие расстояния. Очевидно, что это связано с огромной территорией страны, а также несовпадением центров добычи полезных ископаемых, их переработки, потребления производимых продуктов и экспорта. Железнодорожный транспорт в России обеспечивает до 80–85% грузоперевозок страны. На него расходуется более 50% суммарной электроэнергии на транспорте. Около 84% грузовых работ на железнодорожном транспорте выполняется на электрической тяге. На долю транспортировки энергоресурсов (угля, нефти и нефтепродуктов, газа и других видов топлива) приходится 40–45% суммарного потребления энергии в отрасли. В 2000–2015 гг. грузооборот транспорта нефти и нефтепродуктов увеличился в 1.5 и 1.8 раза соответственно, а природного газа снизился примерно на 4%<sup>14</sup>. При этом потребление энергии на трубопроводах сырой нефти и нефтепродуктов росло быстрее, чем их общий грузооборот.

## Выводы

В результате исследования были определены основные объективно существующие мировые тенденции энергопотребления в производственной и непр-

изводственной сферах, на транспорте и особенности проявления их в России. Проведённый анализ позволяет выделить наиболее важные из них.

- В мировой структуре конечного энергопотребления доля промышленности будет снижаться в основном за счёт ускоренного развития транспортного сектора и сектора услуг.

- Продолжается абсолютный рост потребления электроэнергии в основных секторах экономики, как самого прогрессивного и экологичного энергоносителя, и увеличение её доли в структуре энергоносителей вследствие расширения сферы применения электроэнергии, включающей электрификацию производственных и бытовых процессов, развитие электротранспорта.

- Общемировой тенденцией в транспортном секторе является сокращение потребления моторного топлива из нефти и увеличение удельного веса электроэнергии, биотоплива и прочих альтернативных ресурсов.

- При прочих равных условиях энергоёмкость производственной и непроизводственной сферы в России будет выше общемировых показателей из-за особенностей производственной структуры, холодного климата, большой территории и др. факторов.

Анализ тенденций и закономерностей в энергопотреблении в отдельных секторах экономики, эконометрических зависимостей между населением, ВВП и энергопотреблением дают возможность более обоснованно прогнозировать спрос на энергоресурсы на долгосрочную перспективу.

<sup>14</sup> Там же.

