



А. П. ДЗЮБА

Кандидат экон. наук, заместитель генерального директора ООО «МСК Энерго». Область научных интересов: управление энергозатратами промышленных предприятий, управление спросом, ценозависимое электропотребление.

E-mail: dzyuba-a@yandex.ru.

# УПРАВЛЕНИЕ СПРОСОМ НА ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕ В РОССИИ<sup>1</sup>

## АННОТАЦИЯ

Одним из современных и эффективных инструментов повышения энергетической эффективности на уровне национальных экономик является управление спросом на электропотребление. Механизм управления спросом на электропотребление имеет значительный потенциал повышения энергетической эффективности для экономики России, но из-за структурных особенностей ЕЭС России программа управления спросом на электропотребление находится на этапе развития концепции. Разработана модель управления спросом на электропотребление для ЕЭС России с учетом структурных особенностей электроэнергетической системы. Выявлены особенности экономического устройства России, оказывающие влияние на формирование структуры электроэнергетического комплекса страны. Они учтены при разработке требований к системе управления спросом на электропотребление в ЕЭС России. Базовыми особенностями считаются многоуровневость и иерархичность структуры, они исследованы в процессе разработки модели управления спросом. Разработана классификация субъектов электроэнергетики, связанная с процессами обращения электрической энергии и влиянием на процесс управления спросом на электропотребление, с экономическими интересами каждого субъекта в рамках модели управления спросом. Разработана модель управления спросом на электропотребление, которая основана на иерархической структуре управления спросом, охватывает весь комплекс функций управления и учитывает особенности управления спросом на каждом уровне управления. Модель позволяет значительно повысить эффективность управления спросом на электропотребление, обеспечить качество управления режимами электропотребления и надежность энергоснабжения потребителей.

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ, ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕ, ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА РОССИИ, СУБЪЕКТЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ РОССИИ, РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОЕМКОСТЬ ВВП, СПРОС НА ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕ, УПРАВЛЕНИЕ СПРОСОМ, ЕЭС РОССИИ.

## ВВЕДЕНИЕ

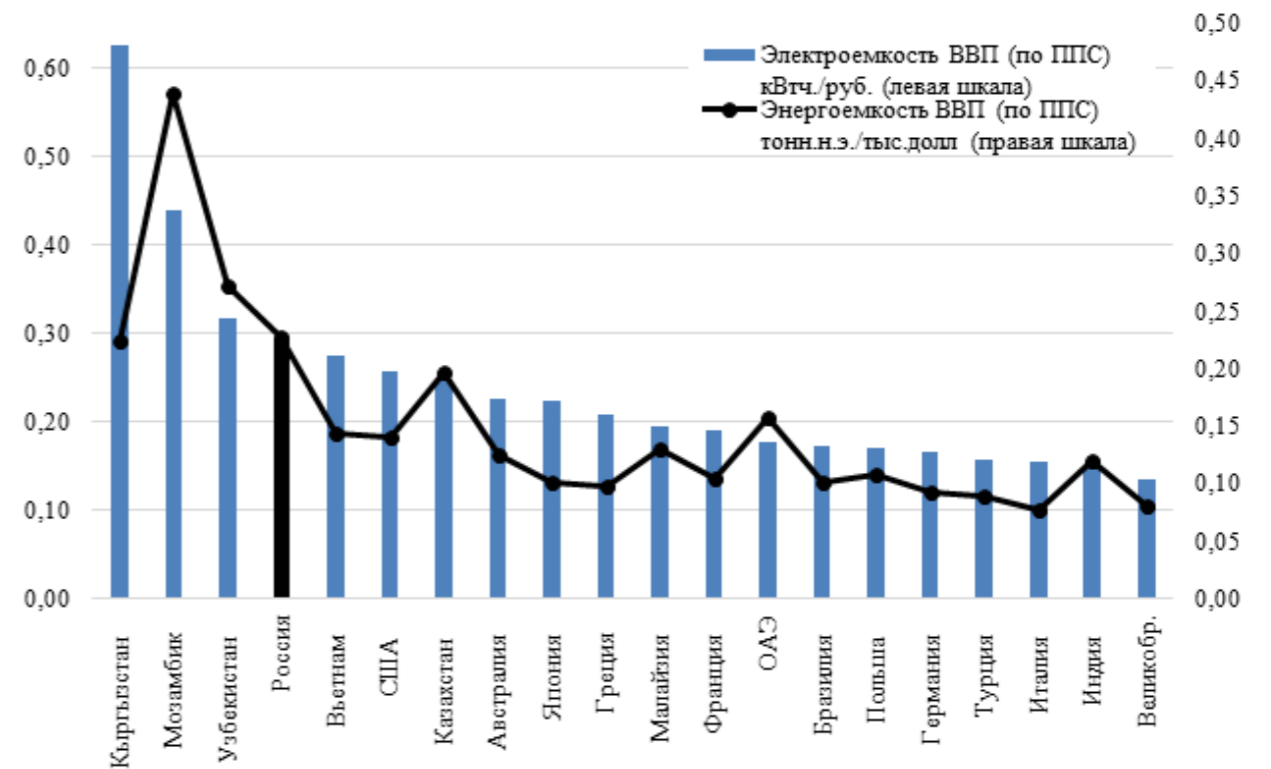
Политика инновационного технологического развития всех развитых и развивающихся стран мира предполагает внедрение технологий энергосбережения и повышения энергетической эффективности. На уровне национальной экономики их внедрение позволяет значительно сократить затраты на потребление энергетических ресурсов без сокращения объемов производства товаров и услуг. Затраты на энергетические ресурсы – электрическую и тепловую энергию, природный газ, уголь и нефтепродук-

ты, заложены в себестоимости каждого продукта либо услуги. Повышение энергетической эффективности потребления энергетических ресурсов в конечном счете позволит повысить эффективность деятельности всех потребителей электроэнергии в рамках национальной экономики.

Реализация политики повышения энергетической эффективности на уровне национальной экономики дает следующие основные эффекты:

- повышение конкурентоспособности продукции за счет снижения затрат

Рис. 1. Энергоемкость и электроемкость ВВП различных стран мира за 2015 год



на закупку энергоресурсов в структуре себестоимости продукции;

- сокращение расходов бюджетов всех уровней;
- повышение энергетической безопасности национальной экономики;
- пополнение доходов бюджета за счет экспорта углеводородов;
- сохранение собственных запасов углеводородов;
- внедрение передовых технологий в производственную сферу.

Среди всех энергетических ресурсов особое место занимает электрическая энергия. Это наиболее распространенный энергоноситель в мире, поскольку налажено масштабное производство электроэнергии, ее транспортировка на большие расстояния осуществляется достаточно просто и относительно недорого, электроэнергию можно одновременно распределять большому количеству потребителей, энергоноситель применим во всех климатических условиях, может быть преобразован в другие виды энергии: механическую, тепловую и энергию света. Эффективность потребления электрической энергии является приоритетным направлением в программах повышения энергетической эффективности всех стран мира, в том числе в России.

Эффективность потребления энергетических ресурсов вообще и электроэнергии в частности существенно варьируется в разных странах. На уровне национальной экономики эффективность потребления энергетических ресурсов описана как частное от деления энергоемкости на электроемкость ВВП (рис. 1). Показатели общей энергоемкости и элек-

троемкости ВВП тесно взаимосвязаны, так как большая часть энергетических ресурсов расходуется на выработку электроэнергии и, следовательно, снижение электроемкости закономерно приводит к снижению общей энергоемкости ВВП. По энергоемкости и электроемкости ВВП экономики России значительно отстает от развитых и даже развивающихся стран, что обусловлено как естественными климатическими и географическими факторами, так и технологическими и экономическими факторами.

За последние 15 лет электроэнергетический комплекс России претерпел ряд значительных изменений с целью повысить эффективность функционирования отрасли. В 2005–2007 годах была проведена реформа электроэнергетики, в результате которой региональные вертикально-интегрированные активы РАО ЕЭС России были разделены по отдельным видам деятельности и созданы оптовый и розничный рынки электроэнергии и мощности. С 2009 года [Федеральный закон, 2009] в России на федеральном и региональном уровнях активно внедряются нормы в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, направленные на снижение энергоемкости ВВП России на 40% к 2020 году по сравнению с 2007 годом. Несмотря на преобразования, уровень энергоемкости ВВП по-прежнему достаточно высок.

Россия интегрируется в глобальное экономическое пространство. Очевидно, что для повышения конкурентоспособности национальной экономики нужны дальнейшие системные преобразования с целью снизить затраты на потребление энергоресурсов в масштабах национальной эко-

<sup>1</sup> Статья подготовлена при поддержке Правительства РФ (Постановление №211 от 16.03.2013г.), соглашение № 02.A03.21.0011.

номики и повышение энергетической безопасности [Карлик А. Е., Чернышев В. В., 2010].

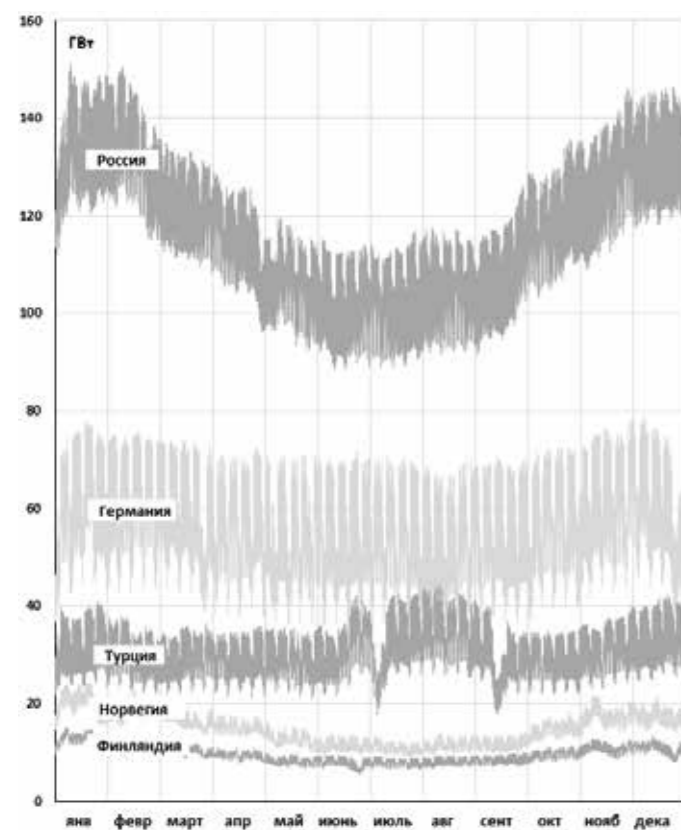
Согласно теории экономических циклов, следующий, шестой цикл (2018–2060 годы) будет характеризоваться новым технологическим укладом в области развития нано-, био-, информационных и когнитивных технологий (NBIC-конвергенция) [Кондратьев Н. Д., 1922].

В настоящий момент отечественные и зарубежные исследователи уделяют большое внимание внедрению интегрированных технологий умных сетей (Smartgrid) в электроэнергетике, трансформации существующей системы управления в электроэнергетике с учетом новых технологических возможностей [Technology Roadmap «SmartGrids», 2015; Ten Year Network Development Plan, 2014].

В технологии интеллектуальной энергетики используется механизм управления спросом на электропотребление (УСЭП). Это форма экономического взаимодействия субъектов электроэнергетики с конечными потребителями электрической энергии, обеспечивающая взаимовыгодное, экономически эффективное регулирование объемов и режимов электропотребления [Гительман Л. Д., Ратников Б. Е., Кожевников М. В., 2012]. УСЭП позволяет выравнивать графики электрических нагрузок конечных потребителей, тем самым сокращая затраты электроэнергетической системы, возникающие из-за неравномерности спроса.

Отечественные и зарубежные исследователи занимаются проблемой выравнивания графиков спроса на электропотребление с начала 1930-х годов, когда создавались объединенные энер-

Рис. 2. Почасовые графики нагрузки электропотребления за 2016 год (масштабы сохранены)



госистемы в различных странах мира [Кукель-Краевский С. А., 1938]. Советские ученые одними из первых приступили к изучению проблем выравнивания графиков нагрузки потребителей электроэнергии в электроэнергетических системах. С тех пор в электроэнергетике произошли значительные изменения: повысилась КПД электростанций, увеличились показатели маневренности, усовершенствован процесс диспетчеризации энергоснабжения, однако задача выравнивания графиков электрических нагрузок в рамках ЕЭС по-прежнему актуальна.

## МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Во многих странах мира программы управления спросом на электропотребление находят повседневное применение. В нашей стране внедрение механизмов управления спросом находится на этапе развития концепции. Сама по себе задача выравнивания графиков спроса на электропотребление имеет особую актуальность, поскольку общее электропотребление и волатильность спроса на электроэнергию у нас значительно выше, чем в Германии, Турции, Норвегии, Финляндии, в пределах и года, и месяца. Спрос на электропотребление характеризуется значительным ростом в холодное время года и спадом в летние месяцы. Для сравнения: в Норвегии и Финляндии на годовом графике электропотребление распределяется более равномерно как в летний, так и в зимний период. Высокий уровень волатильности спроса на электропотребление в России наблюдается и в суточном разрезе.

Таким образом, внедрение механизмов УСЭП в России обуславливают:

- высокая электроемкость ВВП;
- значительный масштаб потребления энергоресурсов;
- высокая волатильность годового, недельного и суточного спроса на электропотребление;
- существенная доля промышленных потребителей в структуре национального электропотребления.

При разработке и внедрении механизмов УСЭП должны быть учтены особенности экономического устройства России:

- многоуровневая организационная структура управления;
- большое количество регионов, значительно отличающихся по уровню экономического развития и располагающих взаимными экономическими связями;
- огромные расстояния между отдельными территориями;
- широко варьирующиеся климато-географические характеристики часовых поясов;
- высокая вариация отраслевой структуры региональной экономики и обеспеченности ресурсами;
- значительное количество субъектов электроэнергетики, участвующих в процессе обращения электроэнергии и имеющих разнонаправленные экономические интересы в процессе энергоснабжения.

Особенности экономического устройства России определяют и характеристики электроэнергетического комплекса страны:

- индивидуальные параметры спроса на электропотребление в региональном разрезе;

- значительное количество потребителей электроэнергии, действующих в рамках ЕЭС;
- сложная организационная структура процессов производства, передачи, распределения и сбыта электроэнергии;
- большое количество субъектов электроэнергетики, действующих на разных уровнях управления;
- сочетание рыночных и регуляторных механизмов на различных уровнях формирования себестоимости электроэнергии;
- дифференциация тарифов на поставку энергоресурсов;
- тесная взаимосвязь электроэнергетического комплекса со смежными отраслями экономики.

Особенности экономического устройства России и структуры электроэнергетического комплекса определяют факторы, которые должны быть учтены в процессе разработки системы управления спросом в России (табл. 1).

В силу иерархичности системы управления спросом каждый вышестоящий уровень управления связан со нижестоящим благодаря особенностям, имеющим отношение к величине и параметрам волатильности спроса, которые, в свою очередь, связаны со множеством факторов, например с количеством потребителей электроэнергии, отраслевой структурой электропотребления, индивидуальными факторами, влияющими на параметры спроса. Предлагается иерархическая структура УСЭП (рис. 3).

Таблица 1  
Факторы, подлежащие учету в системе УСЭП в ЕЭС России

Фактор	Уровень социально-экономических процессов	Уровень электроэнергетического комплекса
Административно-экономическое устройство России	Региональная структура административного управления на территории субъектов Федерации	Особенности регулирования тарифов на территории каждого субъекта Федерации
Иерархическая структура электроэнергетического комплекса	Влияние органов исполнительной власти субъектов Федерации на электроэнергетику	Специфика регионального управления в электроэнергетике
Особенности географии регионов России	Расстояния между регионами и взаимные экономические связи	Протяженность линий электропередачи, климатические особенности, структура обеспечения топливом
Интересы всех субъектов, участвующих или косвенно связанных с процессом обращения электроэнергии	Экономические интересы производителей оборудования, транспортной и обеспечивающей инфраструктуры и экологических показателей	Интересы поставщиков топливного сырья, производителей, предприятий транспортной инфраструктуры, потребителей электроэнергии, потребителей тепловой энергии
Интересы всех категорий потребителей электроэнергии	Ограничение роста тарифов для всех категорий потребителей	Баланс интересов электроэнергетической инфраструктуры
Интересы субъектов управления на всех уровнях	Изменение стоимости электроэнергии на различных уровнях	Изменение структуры спроса на электропотребление для различных категорий потребителей электроэнергии
Экономические характеристики регионов и территориальных образований	Уровень социально-экономического развития и структура экономики территориального образования	Структура электропотребления территориальных образований
Учет топливных характеристик выработки электроэнергии в регионах России	Обеспеченность топливом генерирующих мощностей территориальных образований	Структура топливного баланса территориальных образований
Структурные особенности потребления электроэнергии на каждом уровне управления	Структура потребителей электроэнергии и экономические последствия управления спросом на электропотребление для каждой категории потребителей электроэнергии	Потребление электроэнергии различными категориями потребителей: населением, промышленными, транспортными предприятиями и пр.
Технологические и экономические взаимосвязи между регионами	Влияние регулирования спроса на энергосистему смежных территориальных образований, объединенных электрическими связями и режимами электропотребления	Системные связи между территориальными образованиями и единство режимов электропотребления
Экономические особенности формирования стоимости электроэнергии на каждом уровне управления	Социально-экономические последствия принимаемых решений в каждом регионе	Тарифная политика в регионах и особенности ценообразования на оптовом рынке электроэнергии
Связь электроэнергетики со смежными отраслями экономики на каждом уровне управления	Экономические последствия управления спросом на электропотребление для каждого региона с учетом индивидуальных экономических и структурных особенностей	Интересы поставщиков энергетического сырья и оборудования
Системная надежность ЕЭС России	Обеспечение качества и надежности энергоснабжения потребителей	Обеспечение работы оборудования в номинальных режимах с учетом ремонтов и резервов
Технологическая устойчивость ЕЭС России	Обеспечение надежного энергоснабжения экономики	Предотвращение аварий и своевременное обеспечение топливом
Экономическая и энергетическая безопасность	Сохранение рабочих мест в электроэнергетическом комплексе	Обеспечение топливом и сохранение требуемого резерва электросетевых и генерирующих мощностей в энергосистеме
Социально-экономическое, технологическое, энергетическое развитие России в краткосрочном, среднесрочном и долгосрочном периодах	Возможности социально-экономического развития регионов	Развитие ЕЭС России, подключение новых потребителей электроэнергии, расширение существующих производственных мощностей



## ИЕРАРХИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА УПРАВЛЕНИЯ СПРОСОМ

Базовым мы считаем уровень потребителей электроэнергии. Там учитываются индивидуальные характеристики спроса со стороны каждого потребителя, факторы, влияющие на спрос, объемы спроса, параметры волатильности спроса, условия энергоснабжения и пр.

По иерархической структуре уровень потребителей электроэнергии располагается ниже регионального уровня. Региональные уровни потребления электроэнергии определяются местными особенностями изменения спроса, величиной, организационной и отраслевой структурой регионального спроса на электропотребление, а также критериями обеспечения надежности режимов энергоснабжения на уровне региональной электроэнергетической системы (РЭС) [Баев И. А., Соловьева И. А., Дзюба А. П., 2015].

По иерархической структуре региональный уровень потребителей электроэнергии располагается ниже уровня объединенных электроэнергетических систем. Уровни объединенных электроэнергетических систем учитывают особенности волатильности спроса на электропотребление, периоды роста и спада, структуру спроса, критерии обеспе-

Рис. 3. Иерархическая структура управления спросом на электропотребление



чения надежности режимов энергоснабжения на уровне объединенных электроэнергетических систем (ОЭС).

Уровни объединенных электроэнергетических систем расположены ниже уровня Единой энергетической системы России, который определяется степенью волатильности, периодами роста и спада спроса на электропотребление, критериями обеспечения надежности режимов энергоснабжения на уровне ЕЭС и обеспечением параллельной работы ЕЭС России с энергосистемами иностранных государств.

## КЛАССИФИКАЦИЯ СУБЪЕКТОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

На базе разработанной иерархической структуры управления спросом на электропотребление в России авторами была проведена классификация субъектов электроэнергетики, которые классифицированы по их участию в процессах обращения электрической энергии и влиянию на процесс управления спросом на электропотребление (табл. 2). Снижение затрат на потребление электроэнергии потенциально может привести к масштабному эффекту на уровне национальной экономики, но не все субъекты электроэнергетики заинтересованы в снижении стоимости отпускаемой электроэнергии. В основном в снижении стоимости электроэнергии не заинтересованы:

- поставщики электроэнергии: их прибыль напрямую зависит от выручки за поставленную электроэнергию;
- представители электросетевой инфраструктуры (их тарифы на передачу электроэнергии связаны с общим уровнем тарифов на электропотребление, снижение последних негативно повлияет на динамику ежегодной индексации тарифов на передачу);
- энергосбытовые компании (динамика индексации бытовых надбавок привязана к общему уровню тарифов на электропотребление).

Экономические интересы остальных субъектов электроэнергетики, оказывающих влияние на процессы обращения электрической энергии и управления спросом, не будут ущемлены при внедрении механизма УСЭП и снижении цен на отпускаемую электроэнергию.

Проведенная классификация субъектов электроэнергетики еще раз доказывает, что модель управления спросом в ЕЭС России должна учитывать интересы всех субъектов электроэнергетики, в особенности тех, чья прибыль зависит от выручки за отпускаемую электроэнергию. Внедрение технологии УСЭП позволяет получить значительный эффект на уровне национальной экономики. Если экономические интересы части субъектов энергетики не совпадают с целями внедрения системы управления спросом, их участие должно жестко регулировать органы исполнительной власти соответствующих уровней.

Основной технологии управления спросом является экономическое стимулирование потребителей электроэнергии к снижению электропотребления. По нашему мнению, экономический критерий является одним из стимулов к внедрению решений с целью снизить объемы потребления энергоресурсов.

Таблица 2  
Классификация субъектов электроэнергетики

Субъект	Снижение тарифов на электроэнергию для потребителей	Внедрение механизма управления спросом	Влияние на процесс управления спросом на законодательном уровне	Управление спросом на электропотребление
<b>Регулирующая инфраструктура энергорынков</b>				
НП «Совет рынка»	—	+	+	—
ОАО «Администратор торговой системы»	—	+	+	—
<b>Инфраструктура диспетчеризации процессов обращения электрической энергии</b>				
АО «Системный оператор ЕЭС»	—	+	+	—
Объединенные диспетчерские управления	—	+	+	—
Региональные диспетчерские управления	—	+	+	—
<b>Регулирующая инфраструктура электроэнергетики на уровне ЕЭС</b>				
Министерство энергетики РФ	+	+	+	—
Федеральная антимонопольная служба	+	+	+	—
<b>Регулирующая инфраструктура электроэнергетики на уровне регионов</b>				
Региональные органы исполнительной власти в сфере энергетики	+	+	+	—
Региональные органы исполнительной власти в области регулирования тарифов	+	+	+	—
<b>Поставщики электроэнергии</b>				
Оптовые генерирующие компании	—	—	+	—
Территориальные генерирующие компании	—	—	+	—
Объекты розничной генерации	—	—	+	—
<b>Электросетевая инфраструктура</b>				
Федеральная сетевая компания	—	—	+	—
Межрегиональная распределительная сетевая компания	—	—	+	—
Региональные электросетевые компании	—	—	+	—
<b>Энергосбытовые компании</b>				
Региональные гарантирующие поставщики	—	—	+	—
Независимые энергосбытовые компании	—	—	+	—
<b>Потребители электроэнергии</b>				
Крупные субъекты оптового рынка	+	+	—	+
Крупные потребители электроэнергии на розничном рынке	+	+	—	+
Средние и малые потребители электроэнергии	+	+	—	+
Население	+	+	—	+
<b>Экспортно-импортные организации</b>				
ИНТЕР РАО ЕЭС	—	—	+	+

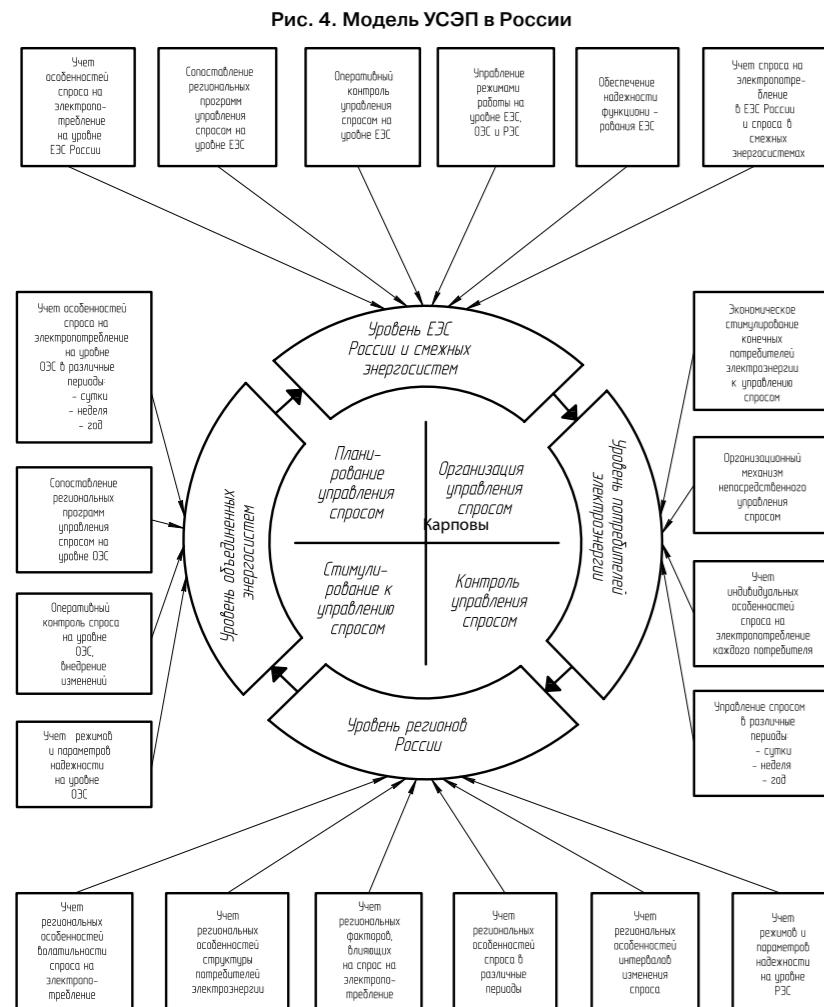
Примечание: «+» – влияние субъекта электроэнергетики; «—» – отсутствие влияния субъекта электроэнергетики.

## МОДЕЛЬ УСЭП В РОССИИ

Для реализации модели УСЭП нужно разработать механизмы экономического стимулирования потребителей электроэнергии к снижению волатильности спроса с их стороны, что в конечном счете должно содействовать выравниванию графиков электропотребления в различных периодах на уровнях РЭС, ОЭС, ЕЭС и параллельной работы ЕЭС России с энергосистемами иностранных государств.

Предлагаемый механизм УСЭП (рис. 4) имеет уровни планирования управления спросом (уровень потребителей электроэнергии, уровень регионов, уровень объединенных энергосистем и уровень единой энергосистемы). На каждом уровне управления учитываются индивидуальные особенности функционирования системы управления спросом, уровни управления спросом составляют иерархическую систему. Предполагается организация управления спросом, стимулирование управления спросом и контроль за ним. Данные этапы должны реализовываться при участии всех субъектов электроэнергетики (табл. 2).

**Потребители электроэнергии.** Конечных потребителей экономически стимулируют управлять спросом, реализуется организационный механизм УСЭП, учитываются индивидуальные особенности спроса потребителей, осуществляется управление спросом в различные периоды.



**Регионы России.** Учитываются региональные особенности, влияющие на управление спросом: особенности волатильности регионального спроса, специфичная структура потребителей электроэнергии, региональные факторы, влияющие на спрос, особенности спроса в отдельные периоды, учитываются режимы работы региональной энергосистемы, проводится анализ параметров надежности энергоснабжения в процессе УСЭП на уровне конечных потребителей.

**Объединенные энергосистемы.** Учитываются особенности спроса на электропотребление на уровне энергосистем в различные периоды, программы управления спросом на уровне ОЭС сопоставляются с программами на нижестоящих уровнях, оперативно контролируется спрос на уровне ОЭС, проводятся организационные корректировки, учитываются режимы работы ОЭС, анализируются параметры надежности энергоснабжения в процессе УСЭП на уровнях региональных энергосистем.

**Единая энергосистема России.** Учету подлежат особенности спроса на электропотребление на уровне ЕЭС, программы управления спросом на непосредственно предшествующем уровне управления сопоставляются с уровнем ЕЭС, выполняется оперативный контроль управления спросом на уровне ЕЭС, учитываются режимы работы ЕЭС России, анализируются параметры надежности энергоснабжения в процессе УСЭП на уровнях объединенных и региональных энергосистем, учитывается спрос на электропотребление в ЕЭС России, отслеживается работа национальной энергосистемы параллельно с энергосистемами иностранных государств.

## ВЫВОДЫ

Современные экономические условия характеризуются развитием интеллектуальных технологий и внедрением их во все сферы экономической деятельности. Одним из современных и эффективных инструментов повышения энергетической эффективности на уровне экономики является УСЭП, его механизмы находят на сегодняшний день широкое применение в большинстве передовых стран мира.

За последние 15 лет в электроэнергетическом комплексе России произошли масштабные преобразования, но показатели эффективности потребления энергетических ресурсов отстают от уровня большинства развитых и даже развивающихся стран мира. В современных экономических условиях очевидно, что для повышения конкурентоспособности экономики России требуются дальнейшие системные преобразования, направленные на снижение затрат энергоресурсов в масштабах национальной экономики. В России программа УСЭП находится на этапе развития концепции, что определяется организационной сложностью ЕЭС России. Выявленные особенности экономического устройства России и специфические характеристики структуры электроэнергетического комплекса России являются базовой платформой для раз-

работки общей модели УСЭП в ЕЭС России. Разработанные модель и механизм охватывают все уровни управления и все функции УСЭП в рамках экономической системы страны. Это должно способствовать более быстрому и эффективно-му внедрению механизмов УСЭП в России.

Сравнение параметров спроса на электропотребление в России и других странах демонстрирует существенный потенциал снижения затрат на электропотребление посредством выравнивания спроса на электропотребление. Разработан комплекс требований к системе УСЭП в России и предложена иерархическая структура управления, что позволяет учесть характеристики различных уровней спроса на электропотребление, выявить межуровневые взаимосвязи и повысить эффективность модели управления спросом в целом.

Модель УСЭП должна гармонично учитывать экономические интересы всех субъектов, связанных с процессом обращения электроэнергии, и жестко регулировать интересы субъектов, тормозящих процесс внедрения технологий управления спросом. Разработанная модель основана на иерархической структуре УСЭП, охватывает весь комплекс функций управления и учитывает особенности управления спросом на каждом уровне управления, позволяет в значительной степени повысить эффективность УСЭП, обеспечивая качество управления режимами электропотребления и надежность энергоснабжения потребителей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Баев И. А., Соловьева И. А., Дзюба А. П. (2015) Актуальные задачи внедрения системы управления спросом на электропотребление в России // Вестник науки Сибири. №4 (19). С. 116–129.
2. Баев И. А., Соловьева И. А., Дзюба А. П. (2017) Методические основы оценки и анализа электроинфраструктурного потенциала регионов России // Экономика региона. №3. С. 922–934.
3. Волкова И. О. (2016) Интеллектуальная энергетика в России: оценка существующего потенциала развития // Экономика и организация промышленного производства. №12. С. 90–101.
4. Вороний Н. И. (2014) Интегрированные интеллектуальные энергетические системы // Известия Российской академии наук. Сер. Энергетика. №1. С. 64–73.
5. Гительман Л. Д., Ратников Б. Е., Кожевников М. В. (2012) Управление спросом на электроэнергию: зарубежный опыт и адаптация к российским условиям // Эффективное Антикризисное Управление. №6 (75). С. 61–65.
6. Гительман Л. Д., Ратников Б. Е., Кожевников М. В. (2013) Управление спросом на электроэнергию: адаптация зарубежного опыта в России // Эффективное Антикризисное Управление. №1 (76). С. 84–89.
7. Гительман Л. Д., Ратников Б. Е., Кожевников М. В. и др. (2013) Управление спросом на энергию. Уникальная инновация для российской электроэнергетики. Екатеринбург. 120 с.
8. Дарманчев А. К. (1931) Графики нагрузки и энергетические показатели в эксплуатации электрических станций. М.; Л.: ГНТИ. 119 с.

9. Карлик А. Е., Гаранина О. Л. Проблемы обеспечения энергобезопасности стран ЕВРАЗЭС в условиях кризиса // Евразийская интеграция: экономика, право, политика. 2010. №7. С. 81–85.
10. Карлик А. Е., Чернышев В. В. (2010) Модернизация электроэнергетики как гарантия энергетической безопасности России // Проблемы развития предприятий: теория и практика: Матер. 9-й Междунар. науч.-практ. конф. Самара. С. 32–36.
11. Кондратьев Н. Д. (1922) Мировое хозяйство и его конъюнктуры во время и после войны // Труды Конъюнктурного ин-та при Петровск. с.-х. акад. Т. 1. Вологда. 258 с.
12. Кукель-Краевский С. А. (1938) Электроэнергетическая система. М.: ГОНТИ НКТП. 436 с.
13. Системный оператор оптового рынка электроэнергии ЕЭС России. ( [s.a.] ) URL: <https://so-ups.ru>.
14. Соловьева И. А., Дзюба А. П. (2017) Управление спросом на электропотребление на мезоуровне по показателям волатильности // Вестник Ивановского гос. энергетического университета. №1. С. 76–86.
15. Соловьева И. А., Дзюба А. П. (2017) Управление спросом на электроэнергию в России: состояние и перспективы // Вестник Самарского гос. экономического университета. №3 (149). С. 53–62.
16. Указ Президента Российской Федерации от 04.06.2008 № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики» // КонсультантПлюс. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_112413/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_112413/).
17. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» // КонсультантПлюс. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_93978/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978/).
18. Энергоэффективность в России: скрытый резерв: Отчет группы экспертов Всемирного банка, подготовленный в сотрудничестве с ЦЭНЭФ (2009) / Под рук. Г. Саркисяна, Я. Горбатенко // ЦЭНЭФ. URL: [http://www.cenef.ru/file/FINAL\\_EE\\_report\\_rus.pdf](http://www.cenef.ru/file/FINAL_EE_report_rus.pdf).
19. European network of transmission system operators for electricity. ( [s.a.] ) URL: [www.entsoe.eu](http://www.entsoe.eu).
20. European Smart Grid technology platform: Vision and strategy for Europe's electricity networks of the future (2006) / European Commission. Brussels, 2006. 23 p.
21. Grid 2030: A national version for electricity's second 100 years (2003) / Office of Electric Transmission and Distribution. US State Department of Energy. Washington. 44 p.
22. Key World Energy Statistics 2017: Report / International Energy Agency. URL: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/key-world-energy-statistics.html>.
23. Technology Roadmap «Smart Grids» (2015) / The International Energy Agency. Paris. 52p.
24. Ten Year Network Development Plan (2014) // European Network of Transmission System Operators for Electricity. Brussels. 493 p.