

## ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ В КОНТЕКСТЕ МИРОВОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ\*

© 2020 В.А. Цыбатов, И.А. Наугольнова\*\*

Актуальность исследования обусловлена высокой значимостью энергетического рынка для Самарской области и страны в целом. Энергетика перешла на новый этап своего развития, меняется структура энергопотребления, колеблются цены на энергоресурсы, широко распространяются “зеленые” технологии, наблюдается устойчивая тенденция увеличения использования возобновляемых источников энергии (далее ВИЭ). Важно понимать, как текущие и будущие изменения отразятся на рынке энергетики региона. Поэтому в исследовании ставилась цель – изучить прогнозные материалы по трендам развития мировой и российской энергетики и на их основе спрогнозировать развитие энергетики Самарской области на ближайшие десятилетия. Прогнозирование развития топливно-энергетического комплекса (ТЭК) Самарской области проводилось на прогнозно-аналитическом комплексе “Энергетика”<sup>1</sup>. Авторами разработаны и проанализированы сценарии энергоэффективного развития регионального ТЭК на горизонте 2018-2035 гг. Формирование сценариев регионального развития проведено в контексте проекта Энергетической стратегии России на период до 2035 г. с учетом региональных перспектив внутреннего спроса на топливо и энергию и трендов развития мировой и российской энергетики. По разработанным сценариям на имитационных моделях экономики и ТЭК сформированы региональные прогнозные топливно-энергетические балансы (далее ТЭБ) Самарской области на горизонте 2018-2035 гг. с шагом в 1 год. На основе сформированных ТЭБ рассчитаны прогнозные оценки основных показателей, характеризующих энергоэффективность и энергобезопасность развития топливно-энергетического комплекса Самарской области на прогнозном горизонте.

**Ключевые слова:** энергетика, рынок энергетики, прогноз развития энергетики, тенденции развития энергетики, Самарская область.

### **Основные положения:**

- ◆ в ближайшие десятилетия ожидается замедление темпов роста спроса на энергоресурсы и ускорения развития ВИЭ, однако основную долю потребляемых топливно-энергетических ресурсов (далее ТЭР) по-прежнему будут занимать нефть и газ;
- ◆ ожидается снижение спроса на уголь, и такая тенденция сохранится на всем прогнозном горизонте;
- ◆ несмотря на передовые “зеленые” технологии, чья доля на мировом рынке возрастает, в России, в том числе в Самарской области, не ожидается уменьшения спроса на нефтепродукты на внутреннем рынке и существенного изменения структуры энергоресурсов. Нефть, как один из основных природных ресурсов, по-прежнему будет генерировать существенную долю ВРП. В ближайшие десятилетия в Самарской области ожидается рост объемов добычи и переработки нефти, при этом будут наблюдаться повышение коэффициента извлечения нефти и увеличение глубины ее переработки;
- ◆ сформированы региональные прогнозные топливно-энергетические балансы Самарской области на горизонте 2018-2035 гг.;
- ◆ рассчитаны прогнозные оценки основных показателей, характеризующих энергоэффективность и энергобезопасность развития ТЭК Самарской области на прогнозном горизонте.

\* Статья подготовлена в рамках государственного задания Министерства образования и науки РФ № 26.4131.2017/4.6, проект “Разработка методов и информационных технологий макроэкономического моделирования и стратегического планирования энергоэффективного развития топливно-энергетического комплекса субъекта Российской Федерации”.

\*\* Цыбатов Владимир Андреевич, доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры региональной экономики и управления. E-mail: tva82@yandex.ru; Наугольнова Ирина Александровна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, организации и стратегии развития предприятия. E-mail: NaugolnovalA@mail.ru. - Самарский государственный экономический университет.

## Введение

Развитие российской энергетики во многом зависит от мировых трендов. В последние десятилетия произошли существенные изменения на рынке энергетики. Изменилась структура потребляемого топлива. Снизилась доля потребления угля, и по данным Международного энергетического агентства (далее МЭА или EIA) такой тренд сохранится<sup>2</sup>. Существенно возрастет и будет расти потребление электроэнергии. Доля нефти и газа в мировом потреблении первичной энергии постепенно будет снижаться, но сохранит доминантные позиции<sup>3</sup>. За последние 30 лет произошло удвоение цен на топливо. Мировые экономические кризисы сказались на снижении спроса на энергоресурсы, это ужесточило конкуренцию на рынке энергетики. Появляющиеся новые технологии на мировом рынке (электромобили, электрификация железной дороги, отопительные системы и водонагреватели от солнечных батарей и другие “зеленые” технологии) оказывают существенное влияние на торговлю нефтью и газом, которые неблагоприятно отразятся на экономике сырьевых стран, в том числе России. Эксперты международного агентства уверены, что нефтегазовая доля энергобаланса РФ снизится к 2040 г. с 75% до 66%<sup>4</sup>.

По этой причине крайне актуальны исследование возможных трансформаций мировых энергетических рынков и составление прогнозов их развития на ближайшие десятилетия.

За рубежом активно занимаются вопросами прогнозирования, достоверности прогнозов, определения методов прогнозирования и т.д. К примеру, в работе Nan Wei, Changjun Li и их соавторов проанализированы современные модели, применяемые при прогнозировании энергопотребления. Авторы пришли к мнению, что применение классических инструментов для прогнозирования надежнее, чем применение искусственного интеллекта<sup>5</sup>. Такого же мнения придерживаются ученые A.L. Katsatos и K.P. Moustiris<sup>6</sup>.

Fan Zhou, Lionel Page и другие исследователи занимаются вопросами прогнозирования цен на энергоресурсы и факторами, их определяющими. Мнения экспертов по поводу будущих цен на топливно-энергетические ресурсы существенно расходятся, по этой

причине авторы оставляют за собой право корректировки сделанных прогнозов в дальнейших исследованиях<sup>7</sup>.

В России вопросами составления прогнозов энергопотребления занимаются немногие. Большинство работ посвящено теоретическим и методологическим основам прогнозирования рынка энергетики (М.Н. Мызникова<sup>8</sup>, С.О. Максютя, Д.А. Сурняев<sup>9</sup> и др.).

Непосредственно составлением прогнозов в России занимается Институт энергетических исследований Российской академии наук (ИНЭИ РАН).

Имеется потребность в разработке прогнозов развития рынка энергетики, в частности, Самарской области. По этой причине ставится цель - изучить прогнозные материалы по трендам развития мировой и российской энергетики и на их основе спрогнозировать развитие энергетики Самарской области на ближайшие десятилетия.

## Методы

Региональные прогнозные топливно-энергетические балансы Самарской области сформированы на основе авторских имитационных моделей экономики. Для целей прогнозирования разработаны и проанализированы консервативный и целевой сценарии энергоэффективного развития регионального ТЭК с учетом перспектив внутреннего спроса на топливо и энергию, в основу которых лег проект Энергетической стратегии России на период до 2035 г.

На основе прогнозных ТЭБ проведена оценка основных показателей, характеризующих энергоэффективность и энергобезопасность развития ТЭК Самарской области на прогнозном горизонте.

## Результаты

### *Прогноз развития мировой и российской энергетики*

Вопросам энергетического развития страны посвящено достаточно большое количество трудов российских ученых. На государственном уровне начиная с 1995 г. разработан целый ряд нормативно-правовых документов, касающихся вопросов энергосбережения и энергоэффективности. Это четыре энергетических стратегии, два федеральных закона, более 20 региональных законов, фе-

деральные и региональные программы по повышению энергоэффективности. А.А. Макаров, Т.А. Митрова, В.А. Малахов также констатируют, что энергетический блок всегда был освещен в программах социально-экономического развития страны и регионов, но в них не уделялось должного внимания внешним рынкам. В СССР, а затем в России не проводился анализ тенденций и прогнозирование развития мировой энергетики, в отличие от стран ОПЕК и других стран-импортеров энергоресурсов<sup>10</sup>.

Этим обоснована работа института (ИНЭИ РАН) по подготовке Прогнозов развития энергетики мира и России до 2040 года (Прогноз-2013<sup>11</sup>, Прогноз-2014<sup>12</sup>, Прогноз-2016<sup>13</sup>, Прогноз-2019<sup>14</sup>). Предыдущий Прогноз-2012<sup>15</sup> оказался крайне востребованным, его материалы широко обсуждались в России и за рубежом<sup>16</sup>.

В прогнозах ИНЭИ РАН рассмотрены следующие сценарии развития энергетического рынка:

- ◆ консервативный сценарий предполагает сохранение текущих трендов;
- ◆ инновационный сценарий предполагает ускорение развития технологий;
- ◆ в сценарии “Энергопереход” происходит дополнительное ускорение НТП и фокусировка энергополитики всех стран на целях декарбонизации<sup>17</sup>.

Сравнивая прогнозные показатели при консервативном сценарии развития рынка энергетики, следует отметить, что в Прогнозе-2013 и в последующих проведены существенные корректировки, которые обусловлены, прежде всего, влиянием мирового кризиса, но общие тенденции сохранены. К примеру, согласно Прогнозу-2013, к 2040 г. ВВП мира возрастет в 2,7 раза по сравнению с уровнем 2010 г. при среднегодовом темпе 3,4%, что ниже прежних показателей Прогноза-2012. В Прогнозе-2019 уже говорится, что технологический переход мировой энергетики от доминирования органического топлива к низкоуглеродным энергоресурсам грозит России уменьшением (относительно сложившихся тенденций) к 2040 г. на 16% размеров экспорта топлива и на 8% - производства первичной энергии. В результате средний рост ВВП в стране замедлится в 2016-2040 гг. с 1,7% (консервативный сце-

нарий) до 0,6% в год (сценарий “Энергопереход”). Прогнозируется рост доли развивающихся стран в ВВП с 45% до 63%. Около четверти мирового ВВП к 2040 г. будет генерировать Китай, практически вдвое опережая Евросоюз и США<sup>18</sup>.

*Энергопотребление.* Согласно Прогнозу-2013, сохранится тенденция снижения энергоемкости мирового ВВП (в среднем на 1,2% в год) и роста мирового энергопотребления к 2040 г. на 40%. Ранее прогнозировалось достичь аналогичных значений уже к 2035 г.

Рост мирового энергопотребления обеспечат развивающиеся страны, из него половину - Китай и Индия<sup>19</sup>.

За счет более высоких отчетных данных по энергопотреблению и динамике ВВП Прогноз-2014 корректирует в сторону повышения показатели мирового первичного энергопотребления - прогнозируется его рост на 1,3% в год, т.е. потребление первичной энергии в мире в 2010-2040 гг. покажет увеличение на 46%.

В Прогнозе-2016 отмечено “замедление спроса на фоне бурного роста предложения углеводородов, которое привело к ребалансировке рынка и существенному снижению цен на нефть в 2014-2016 гг., изменению потоков поставок энергоносителей, к трансформации институциональных рамок, а также к началу нового передела рынка между основными его участниками”<sup>20</sup>.

В последних российских и зарубежных прогнозах отмечается, что энергетика переходит на новый, четвертый этап энергетического перехода к широкому использованию возобновляемых источников энергии и вытеснению ископаемых видов топлива, который существенным образом изменит рынок энергетики<sup>21</sup>. По мнению ИНЭИ РАН и Аналитического центра при Правительстве РФ, основанному на глубоком анализе на основе сценарного подхода, при всей широте заданных сценарных предпосылок революционных изменений с точки зрения мирового энергодобавочного баланса, международной торговли энергоресурсами и самой конъюнктуры мировых рынков не происходит<sup>22</sup>.

Прогнозы от Управления энергетической информации США (МЭА) из года в год демонстрируют рост потребления энергоресурсов. Более ранние прогнозы (сравниваются

показатели сценария - устойчивое развитие) предусматривали более скромный рост энергопотребления. Например, в прогнозе 2017 г. рост энергопотребления прогнозировался на уровне 28% к 2040 г. относительно 2015 г.<sup>23</sup>, что будет соответствовать 33-34% от уровня 2010 г.

Согласно последнему энергетическому прогнозу от МЭА (2019 г.), до 2050 г. потребление энергии в странах, не являющихся членами ОЭСР, увеличивается на 1,6% в год с 2018 по 2050 г., а в странах, входящих в ОЭСР, на 0,4%. В общем итоге к 2040 г. рост потребления энергии превысит 40% относительно 2010 г., а в 2050 г. практически достигнет прироста в размере 50%, преимущественно за счет азиатских стран, не входящих в ОЭСР<sup>24</sup>.

Международная нефтяная компания BP<sup>25</sup> 25 января 2017 г. в Лондоне представила прогноз развития мировой энергетики до 2035 г., согласно которому темпы роста мирового ВВП (около 3,4% в год) будут превышать спрос на энергоресурсы, который к 2035 г. составит плюс 30%<sup>26</sup>.

18 июня 2019 г. состоялась презентация последнего на сегодняшний день Прогноза развития энергетики мира и России 2019 (Прогноза-2019), подготовленного ИНЭИ РАН совместно с Центром энергетики Московской школы управления СКОЛКОВО. В нем отмечается, что рост мирового первичного энергопотребления существенно замедлится к 2040 г., в том числе за счет энергоэффективности. В результате внедрения всего комплекса энергоэффективных технологий с 2000 г. в целом по миру наблюдается замедление темпов роста энергопотребления - с 3,1% в период 1950-2000 гг. до 2% в 2000-2016 гг.<sup>27</sup>

*Структура энергопотребления по видам.* Согласно исследованиям МЭА, рост потребления энергии в промышленном секторе составит в среднем около 30% за период 2018-2050 гг.; в транспорте - около 40% за счет роста потребления в странах, не входящих в ОЭСР на 80%; в жилищном секторе - 65%.

Рост конечного потребления приведет к увеличению выработки электроэнергии на 79% в период с 2018 по 2050 г. Оно обусловлено возрастанием электропотребления в жилищном секторе в связи с урбанизацией

и в транспорте за счет роста числа электромобилей и электрификации железных дорог<sup>28</sup>.

Доля угля в совокупном потреблении мировой энергии снизится с 27% до 22% к 2040 г. относительно 2018 г.<sup>29</sup>

В Прогнозе-2019 ИНЭИ РАН отмечается, что из ископаемых топлив только газ сможет нарастить свою долю в мировом энергобалансе с 22% до 24-26%. Уголь снизит свою долю с 28% до 19-23%<sup>30</sup>. Доля нефти и газа в 2010 г. составляла 53,6%, в 2040 г. планируется на уровне 51,4%<sup>31</sup>.

Согласно прогнозу компании ExxonMobil<sup>32</sup>, наибольшую долю в спросе на энергоресурсы будет составлять природный газ. В ежегодном энергетическом отчете компании указано, что спрос на него превысит спрос на каменный уголь, преобладающий в промышленности.

Нефть также останется главным источником энергии во всем мире, спрос на нее до 2040-х гг. увеличится примерно на одну треть. Вместе эти два основных углеводорода - нефть и газ - будут удовлетворять 55% мировых энергетических потребностей<sup>33</sup>.

Согласно исследованиям нефтяной компании BP, в ближайшие 20 лет половину прироста поставок энергоносителей составят неископаемые энергоресурсы. Нефть, газ и уголь сохранят свои доминантные позиции, обеспечивая более 75% всех мировых поставок энергоносителей к 2035 г. Отметим, что в 2015 г. они составляли 86%. 14% мирового производства нефти и газа обеспечит Россия. По прогнозам нефтяной компании, к 2040 г. добыча российской нефти вырастет на 2 млн барр./сутки (до 13 млн барр./сутки) и будет уступать только США и Саудовской Аравии; газа - на 29% (до 72 млрд куб. футов/сутки), следуя по показателю за США<sup>34</sup>.

Ожидается, что в ближайшие 20 лет потребление ВИЭ возрастет в 4 раза.

Рост первичных ТЭР будет обусловлен прежде всего увеличением электропотребления. Ежегодный спрос на нефть будет расти в среднем на 0,7%, постепенно замедляясь на протяжении всего прогнозного периода<sup>35</sup>.

Существенный темп роста следует наблюдать в атомной энергетике, к 2040 г. он составит плюс 29%, нефтяной отрасли - плюс

26%. Прирост потребления гидроэнергии прогнозируется на уровне 8%, газа - 1%. Потребление угля, по прогнозам экспертов, сократится на 32%<sup>36</sup>.

**Тенденции развития ВИЭ.** Практически все аналитические агентства прогнозируют существенное возрастание доли ВИЭ в общей структуре потребления энергии. Согласно сценариям, рассмотренным в Прогнозе-2019 ИНЭИ РАН, доля ВИЭ будет составлять от 19% до 25%<sup>37</sup>. В ежегодном энергетическом прогнозе МЭА представлена структура ВИЭ: практически 50% электроэнергии в 2050 г. будут генерировать солнечные батареи, 25% - ветряные электростанции и 18% - гидроэлектростанции, на долю прочих видов будет приходиться 9%.

### Прогноз развития энергетики Самарской области

**Топливо-энергетический комплекс Самарской области.** Топливо-энергетический комплекс Самарской области хорошо развит и представлен нефтегазодобывающими, перерабатывающими предприятиями, электростанциями, ТЭЦ, котельными. По территории региона проходят нефте- и газотрубопроводы. Регион занимает важное место в структуре Объединенной энергосистемы Средней Волги и характеризуется наличием профицита мощности.

Самарская область - один из старейших нефтяных регионов страны. Углеводородное сырье Самарской области представлено нефтью, растворенным газом, свободным газом и конденсатом. Основную долю мине-

рально-сырьевой базы углеводородного сырья (более 90%) составляет нефть<sup>38</sup>. История добычи углеводородов на территории региона достаточно насыщена. Регион насчитывает около 400 месторождений нефти. Имеется высокая вероятность открытия новых<sup>39</sup>. Нефтехимический комплекс региона в стоимостном выражении составляет более 40% промышленного производства и около 75% налоговых поступлений области в бюджеты всех уровней<sup>40</sup>.

Удельный вес Самарской области в добыче нефти по России в последние годы составляет около 2,4-2,7%<sup>41</sup>. Наибольшая часть запасов нефти сосредоточена в Бузулукской впадине (около 60%), на Южно-Татарском своде (около 20%), на долю Жигулевско-Пугачевского свода, Мелекесской впадины и Волго-Сокской седловины приходится 20%. Газовые месторождения области расположены в Волго-Уральской нефтегазоносной провинции<sup>42</sup>.

С 2012 г. Самарская область активно наращивала объемы добычи углеводорода. Для сравнения, если в 2012 г. было добыто 14,7 млн т нефти, то в 2014 г. - уже 15,7 млн т<sup>43</sup>, в 2016 г. - 16,7 млн т. Всего с 1936 г. в Самарской области добыто свыше 1,2 млрд т нефти<sup>44</sup>. Учитывается добыча нефти и газового конденсата в совокупности. Однако с 2016 г. до начала 2019 г. наблюдалась тенденция снижения объема добычи нефти на территории Самарской области. По информации министерства промышленности и технологий Самарской области, в целом в 2018 г. на территории региона добыто 15,2 млн т нефти<sup>45</sup>, что составляет 93% от уровня 2017 г. (рис. 1).

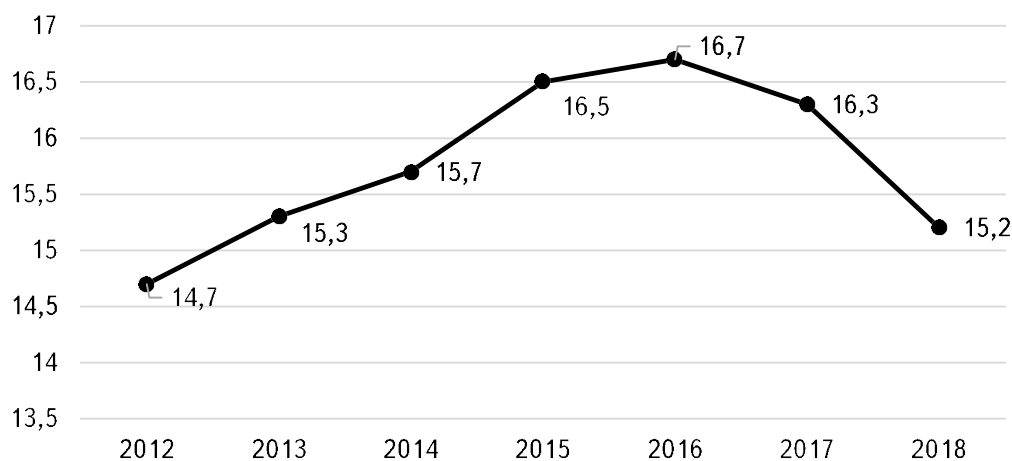


Рис. 1. Динамика нефтедобычи в Самарской области, 2012-2018 гг., млн т

В последующие годы нефтяные компании Самарской области планируют сломить тенденцию к снижению объемов добычи. Добывающие предприятия активно занимаются поиском и разработкой новых месторождений, что позволит им в ближайшее время нарастить объемы добычи нефти.

Самарская область занимает второе место в России по объему нефтепереработки. По итогам 2017 г. суммарно переработано 19,5 млн т сырья, относительно 2016 г. наблюдается спад на 1,2%, при этом выпуск «светлых» продуктов увеличен.

Тенденция снижения объемов нефтепереработки отмечена во всех регионах России, где она проводится. В целом относительно 2016 г. снижение составило 3%<sup>46</sup>.

Область полностью обеспечена электроэнергией. Практически весь ее объем потребляется в регионе, за исключением незначительного экспорта электричества в прилегающие сельские поселения. В сентябре 2019 г. отмечен рост общей выработки электроэнергии электростанциями Самарской области на 12,1% по отношению к тому же периоду 2018 г. - до 1545,1 млн кВт·ч. В области, как и в России в целом, наблюдается устойчивая тенденция снижения доли темных нефтепродуктов в структуре выпуска, в частности существенно сокращено производство мазута. Это обусловлено как ростом таможенных пошлин на их экспорт, так и развитием обрабатывающей промышленности внутри страны.

В Самарской области, как и в целом по стране, развитие альтернативной энергетики носит, в основном, теоретический характер. Единичные примеры практической реализации проектов в этой сфере являются исключениями из общего правила<sup>47</sup>.

*Прогнозирование показателей ТЭК Самарской области.* Для целей прогнозирования разработаны и проанализированы консервативный и целевой сценарии энергоэффективного развития регионального ТЭК. Формирование сценариев регионального развития проведено в контексте проекта Энергетической стратегии России на период до 2035 г. с учетом региональных перспектив внутреннего спроса на топливо и энергию. При этом также учитывались тенденции развития мировой и российской энергетики, рассмотренные выше.

В процессе прогнозирования на имитационных моделях экономики и энергетики Самарской области сформированы региональные прогнозные топливно-энергетические балансы области на горизонте 2018-2035 гг. с шагом в 1 год. На основе сформированных ТЭБ рассчитаны прогнозные оценки основных показателей, характеризующих энергоэффективность и энергобезопасность развития топливно-энергетического комплекса Самарской области на прогнозном горизонте.

Ниже приведены прогнозные оценки показателей развития топливно-энергетического комплекса Самарской области, сформированные по целевому сценарию Энергетической стратегии России на период до 2035 г., адаптированному для Самарского региона<sup>48</sup>. Определен состав показателей, необходимых для определения спроса на основные виды топлива и энергии. Дана оценка степени приближения к целевым ориентирам.

На рис. 2 представлена потоковая диаграмма, показывающая движение ТЭР от производства (добычи) первичных ТЭР к конечному потреблению с учетом ввоза-вывоза ТЭР и потерь, построенная для 2035 г. при условии, что экономика региона и ТЭК развиваются по целевому сценарию.

В регионе формируется два потока первичных ресурсов (см. рис. 2): добытые первичные ресурсы и электроэнергия ГЭС (34 863 тыс. т у.т.) и ввозимые первичные ресурсы (34 123 тыс. т у.т.), которые образуют поток первичных ТЭР (68 985 тыс. т у.т.), перерабатываемых в другие виды ТЭР предприятиями ТЭК, потребляющими на собственные нужды (с учетом потерь) 5885 тыс. т у.т. Далее примерно половина произведенных ТЭР (32 881 тыс. т у.т.) вывозится за пределы региона. К оставшемуся потоку произведенных ТЭР (30 219 тыс. т у.т.) добавляется поток ввозимых нефтепродуктов, электроэнергии и прочих производимых ТЭР (5701 тыс. т у.т), после чего суммарный поток ТЭР в размере 35 921 тыс. т у.т. направляется на конечное потребление предприятиями и домашними хозяйствами региона и на неэнергетическое использование.

Основными драйверами роста энергопотребления являются динамика населения и экономический рост, который с известной условностью связан с ростом ВРП на гори-

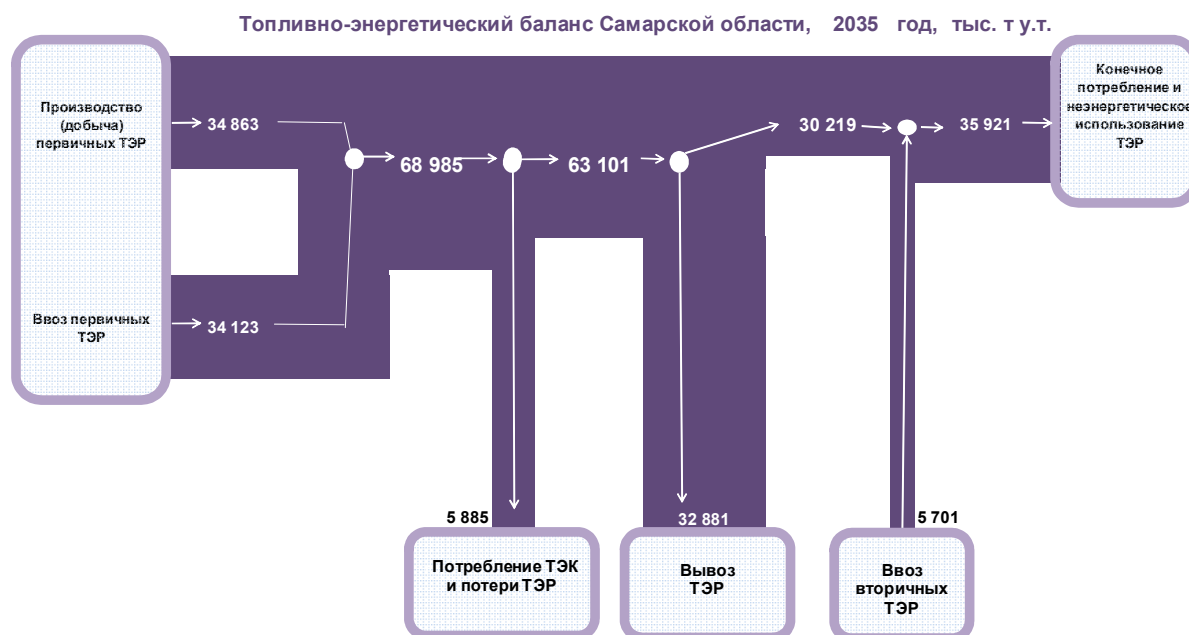


Рис. 2. Поточная диаграмма регионального ТЭБ (Самарская область, целевой сценарий, 2035 г.)

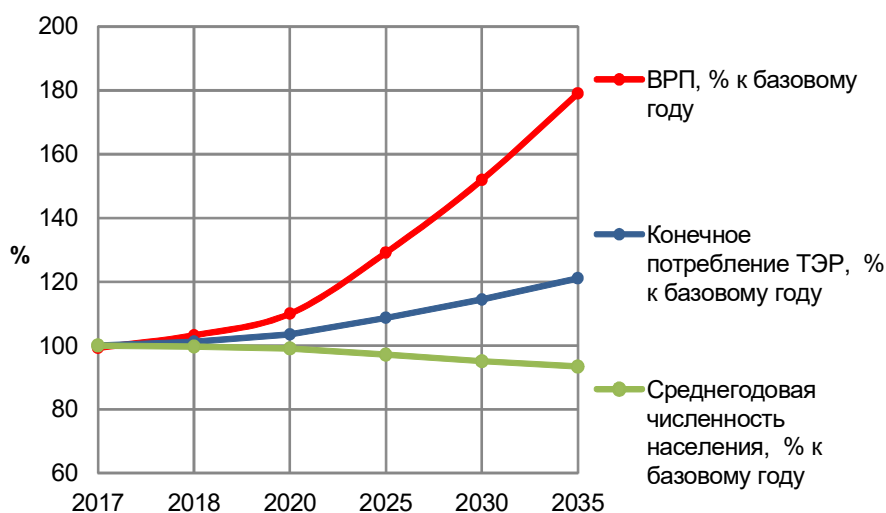


Рис. 3. Прогнозная динамика основных индикаторов (целевой сценарий)

зонте прогнозирования. На рис. 3 показаны рост численности населения, динамика энергопотребления и рост ВРП по отношению к базовому году для целевого сценария развития Самарской области. На горизонте прогнозирования ВРП увеличивается со среднегодовыми темпами 103,2-103,4% и к концу горизонта вырастает в 1,8 раза, в то время как численность населения сокращается на 6,6%. Несмотря на существенный экономический рост, потребление ТЭР региональной экономикой увеличивается более низкими темпами - чуть более 1% в год. Это обуслов-

лено технологическим прогрессом и мероприятиями по энергосбережению, что приводит к уменьшению энергоемкости выпускаемой продукции и сокращению потерь энергоресурсов при их производстве и распределении.

При целевом сценарии развития на горизонте прогнозирования будет наблюдаться заметный рост производства первичных ТЭР (нефти, газа, гидроэлектроэнергии) и производимых ТЭР (нефтепродуктов, электроэнергии и тепловой энергии). Увеличение общего объема производства ТЭР к 2035 г.

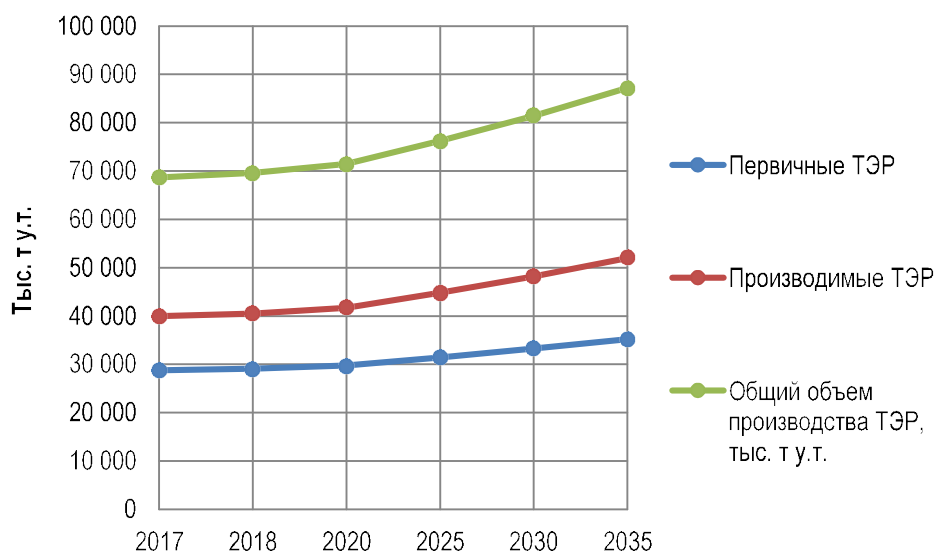


Рис. 4. Ожидаемая динамика производства всех видов ТЭР (целевой сценарий)

ожидается в размере 126,9% к уровню 2017 г. (рис. 4). Такой незначительный рост производства ТЭР отчасти объясняется отставанием спроса на ТЭР от темпов экономического роста в результате выполнения мероприятий по энергосбережению и повышению энерго-

эффективности, а также уменьшением численности населения. Снижение потерь ТЭР на горизонте прогнозирования в результате мероприятий по энергосбережению показано на рис. 5. Ожидаемая динамика энергоёмкости ТЭК приведена на рис. 6.

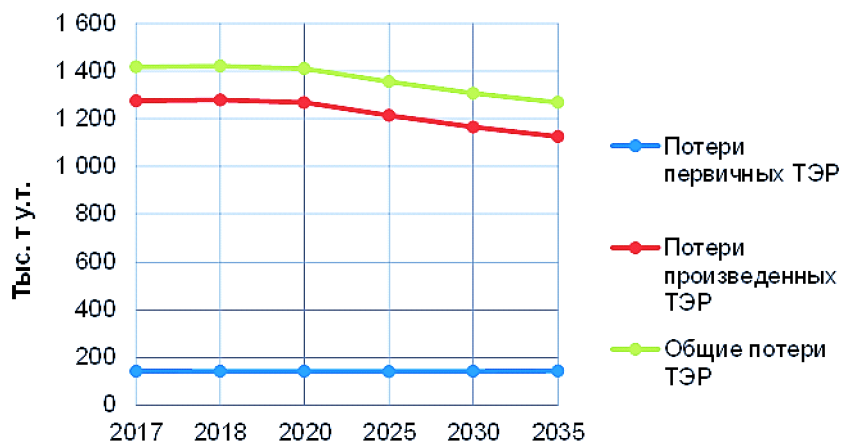


Рис. 5. Ожидаемые потери ТЭР при производстве и распределении (целевой сценарий)

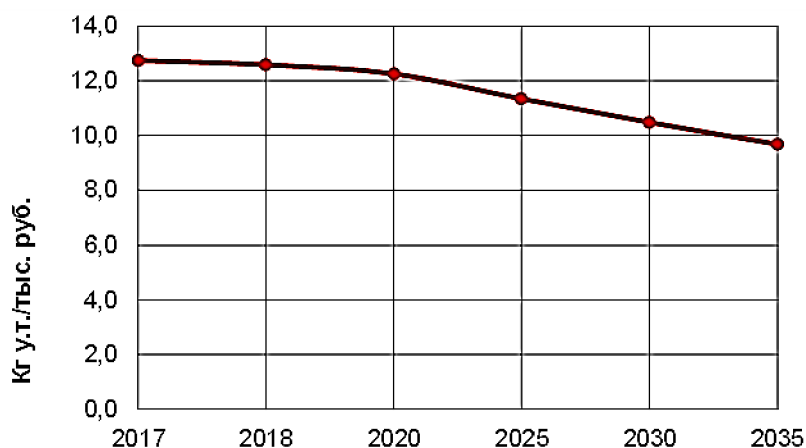


Рис. 6. Ожидаемая динамика энергоёмкости ТЭК (целевой сценарий)



Ожидается, что энергоемкость основных видов экономической деятельности по производству товаров и услуг (без выпуска ТЭР) будет также снижаться (рис. 7). В промыш-

◆ потребление тепловой энергии, несмотря на энергосбережение, останется на уровне 2017 г., что связано с ростом площади жилых помещений.

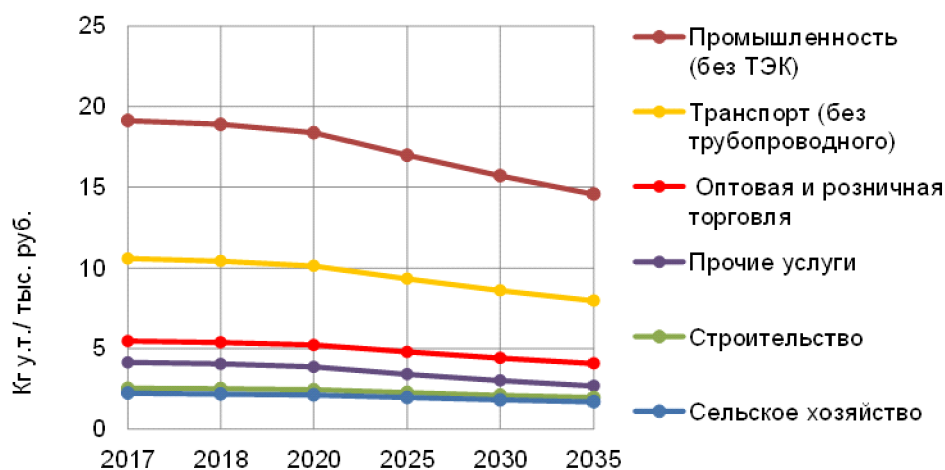


Рис. 7. Ожидаемая энергоемкость основных видов деятельности (целевой сценарий)

ленности (без ТЭК) к концу горизонта прогнозирования ожидается снижение энергоемкости производимой продукции на 25% по сравнению с базовым 2017 г.

Структура потребления ТЭР населением будет существенно меняться на прогнозном горизонте:

◆ общее потребление электроэнергии вырастет на 63,7% к концу 2035 г., причем душевое потребление возрастет еще больше - на 75%. Это обусловлено значительным приростом энергопотребляющего имущества населения (жилья, бытовых приборов);

◆ также возрастет потребление нефтепродуктов - на 32,7% к 2035 г. (душевое потребление возрастет на 42%);

Общее потребление ТЭР населением существенно вырастет к концу горизонта прогнозирования - на 24,5% (рис. 8). При этом энергоемкость домашних хозяйств значительно снизится - с 5,9 кг у.т./тыс. руб. в 2017 г. до 4,0 кг у.т./тыс. руб. в 2035 г. (рис. 9).

На рис. 10 показана прогнозная динамика энергоемкости, электроемкости и теплоемкости ВРП. Наиболее значительно снижается теплоемкость ВРП. Это обусловлено более высоким потенциалом энергосбережения теплоэнергетики.

В таблице показана прогнозная динамика удельных индикаторов энергоэффективного и энергобезопасного развития ТЭК и региональной экономики, рассчитанных по

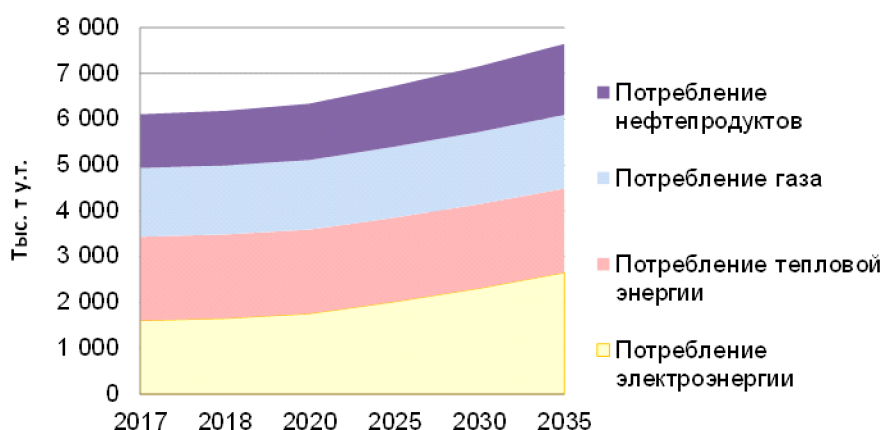


Рис. 8. Прогнозная динамика потребления ТЭР населением (целевой сценарий)

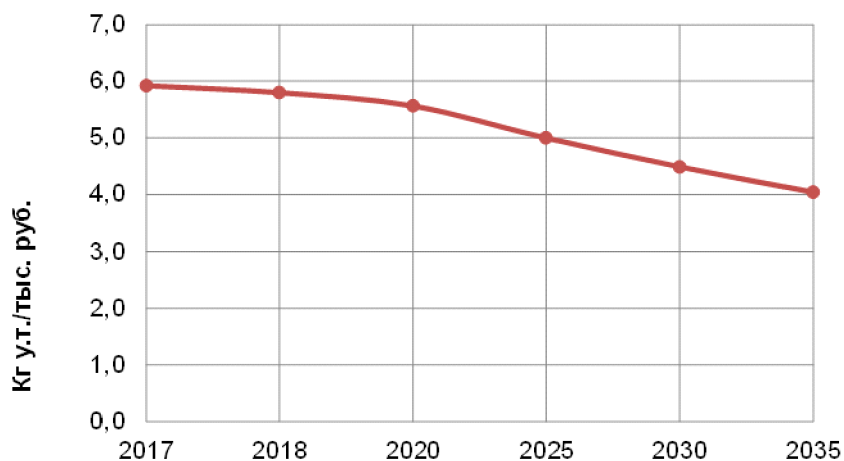


Рис. 9. Ожидаемая динамика энергоёмкости домашних хозяйств (целевой сценарий)

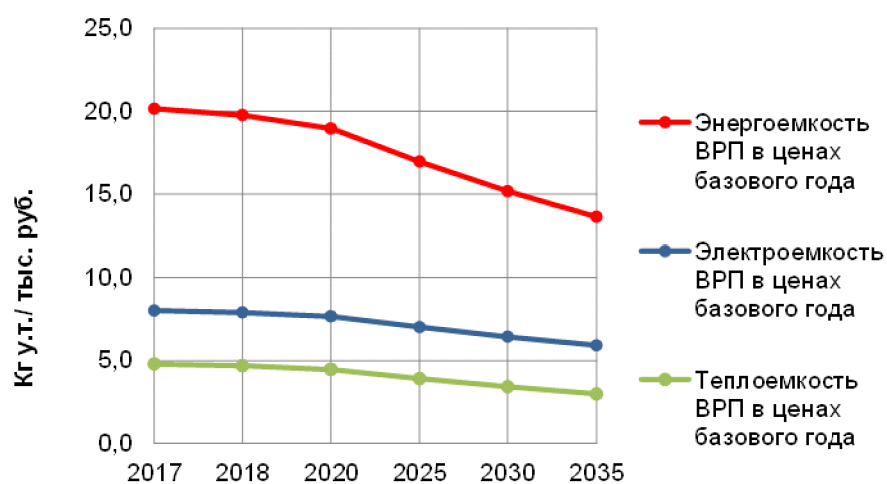


Рис. 10. Прогнозная динамика энергоёмкости ВРП (целевой сценарий)

Динамика основных индикаторов энергоэффективности и энергобезопасности по отношению к базовому году (целевой сценарий)

Наименование индикаторов	Базовый год	Прогноз			
	2017 г.	2020 г.	2025 г.	2030 г.	2035 г.
1	2	3	4	5	6
<b>1. Региональный ТЭК</b>					
Энергоёмкость ТЭК, % к базовому году	100,0	96,3	89,2	82,6	76,6
Удельный расход топлива на отпуск электрической энергии, % к базовому году	100,0	98,7	96,2	93,9	91,7
Удельный расход топлива на отпуск тепловой энергии, % к базовому году	100,0	101,0	101,1	101,6	102,0
Удельные потери ТЭК	100,0	95,7	86,5	78,3	71,3
Удельные потери электроэнергии в электрических сетях, % к базовому году	100,0	96,7	90,4	84,3	78,5
Удельные потери в тепловых сетях, % к базовому году	100,0	94,7	85,1	76,3	68,3
Добыча (производство) первичных ТЭР, % к базовому году	100,0	103,5	109,3	115,5	122,2
Объём произведенных ТЭР, % к базовому году	100,0	104,3	111,3	119,1	127,6
<b>2. Сектора экономики (без ТЭК)</b>					
Энергоёмкость основных видов деятельности (кг у.т./тыс. руб.), % к базовому году:					
- производство товаров	100,0	95,6	87,6	80,2	73,7

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6
- производство услуг	100,0	94,2	84,5	76,1	68,7
<b>3. Домашние хозяйства</b>					
Потребление ТЭР на душу населения (кг у.т./чел.), % к базовому году	100,0	103,8	110,1	117,1	125,1
Потребление электроэнергии на душу населения (кВт·ч/чел.), % к базовому году	100,0	110,5	129,3	151,3	176,8
Потребление нефтепродуктов на душу населения (т у.т./чел.), % к базовому году	100,0	105,6	116,1	128,1	141,0
Доля расходов домашних хозяйств на ТЭР в общих расходах	10,6	10,1	9,8	10,6	14,6
Удельное потребление энергии на обогрев жилых зданий (Гкал/м <sup>2</sup> ), % к базовому году	100,0	92,7	81,0	70,6	61,7
Энергоемкость домашних хозяйств (кг у.т./тыс. руб.), % к базовому году	100,0	94,0	84,4	75,8	68,2
<b>4. Регион в целом</b>					
Энергоемкость ВРП субъекта РФ (кг у.т./руб.), % к базовому году	100,0	94,1	84,2	75,3	67,6
Электроемкость ВРП субъекта РФ (кг у.т./руб.), % к базовому году	100,0	95,6	87,6	80,3	73,9
Теплоемкость ВРП субъекта РФ (кг у.т./руб.), % к базовому году	100,0	91,9	78,5	67,1	57,3
Обеспеченность региональной экономики собственными энергоресурсами, %	53,7	52,5	50,6	48,7	46,8

отношению к базовому году для целевого сценария.

### Обсуждение

По мнению авторов, в прогнозном периоде будут наблюдаться снижение энергоемкости ТЭК, расхода топлива на отпуск электрической энергии, удельные потери ТЭК в электрических и тепловых сетях. При этом добыча и производство ТЭР будут увеличены, что обусловлено растущим спросом.

Благодаря мероприятиям по энергосбережению планируется снизить энергоемкость как производства товаров, так и услуг.

Прогнозируется существенный рост электропотребления. В частности, это обусловлено значительным приростом энергопотребляющего имущества у населения. Возрастет потребление ТЭР и нефтепродуктов.

В целом это отразится на увеличении доли затрат домашних хозяйств на ТЭР в общих расходах, несмотря на снижение их энергоемкости.

Рост производства и мероприятия по энергосбережению благоприятно отразятся на энерго-, электро- и теплоемкости ВРП, но прогнозируется снижение обеспеченности региональной экономики собственными энергоресурсами.

Результаты исследования носят прикладной характер. Они могут быть использованы

при составлении программ социально-экономического развития региона в целом, а также программ и отдельных проектов по развитию ТЭК.

Применяемые при прогнозировании методики могут быть использованы при составлении топливно-энергетических балансов других регионов и страны в целом.

### Заключение

В статье проведен анализ трендов развития мировой и российской энергетики и выявлены следующие тенденции:

♦ в ближайшие десятилетия ожидается замедление темпов роста спроса на энергоресурсы и ускорение развития ВИЭ, однако основную долю потребляемых ТЭР по-прежнему будут занимать нефть и газ;

♦ ожидается снижение спроса на уголь, и такая тенденция сохранится на всем прогнозном горизонте;

♦ несмотря на передовые “зеленые” технологии, чья доля на мировом рынке возрастает, в России, в том числе в Самарской области, не ожидается уменьшение спроса на нефтепродукты на внутреннем рынке и существенного изменения структуры энергоресурсов. Нефть, как один из основных природных ресурсов по-прежнему будет генерировать существенную долю ВРП. В ближайшие десятилетия в Самарской области ожи-

дается рост объемов добычи и переработки нефти, при этом будут наблюдаться повышение коэффициента извлечения нефти и увеличение глубины ее переработки.

На имитационных моделях экономики и ТЭК были сформированы региональные прогнозные топливно-энергетические балансы Самарской области на горизонте 2018-2035 гг. с шагом в 1 год. На основе сформированных ТЭБ были рассчитаны прогнозные оценки основных показателей, характеризующих энергоэффективность и энергобезопасность развития топливно-энергетического комплекса Самарской области на прогнозном горизонте.

<sup>1</sup> *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/ejas.2017.00242a>.

<sup>2</sup> Энергетический прогноз от EIA: рост потребления энергии и выбросов. URL: <http://renen.ru/energy-forecast-from-eia-increase-in-energy-consumption-and-emissions/>.

<sup>3</sup> Прогноз развития энергетики мира и России до 2040 года / ИНЭИ РАН, Аналит. центр при Правительстве РФ. URL: <https://in.minenergo.gov.ru/tek/strategiya-i-prognozy/prognoz-razvitiya-energetiki-mira-i-rossii-do-2040-goda>.

<sup>4</sup> *International Energy Outlook 2015* / U.S. Energy Information Administration. URL: <https://www.iea.org/newsroom/news/2015/november/world-energy-outlook-2015.html>.

<sup>5</sup> Conventional models and artificial intelligence-based models for *energy consumption forecasting*: A review / N. Wei, Ch. Li, X. Peng, F. Zeng, X. Lu // Journal of Petroleum Science and Engineering. 2019. Vol. 181, 106187.

<sup>6</sup> *Katsatos A.L., Moustiris K.P.* Application of Artificial Neuron Networks as *energy consumption forecasting* tool in the building of Regulatory Authority of Energy, Athens, Greece // *Energy Procedia*. 2019. Vol. 157, pp. 851-861.

<sup>7</sup> Long-term forecasts for energy commodities price: What the experts think / F. Zhou, L. Page, R.K. Perrons, Z. Zheng, S. Washington // *Energy Economics*. 2019, 104484.

<sup>8</sup> *Мызникова М.Н.* Модель прогнозирования энергопотребления // Управление экономическими системами. 2017. № 6 (100). С. 22-32.

<sup>9</sup> *Максюта С.О., Сурняев Д.А.* Регрессионные методы прогнозирования энергопотребления //

Концепция “Общества знаний” в современной науке : материалы Междунар. науч.-практ. конф. Уфа, 2018. С. 39-42.

<sup>10</sup> *Макаров А.А., Митрова Т.А., Малахов В.А.* Прогноз мировой энергетики и последствия для России // Проблемы прогнозирования. 2013. № 6 (141). С. 17-29.

<sup>11</sup> Прогноз развития энергетики мира и России до 2040 года / под ред. А.А. Макарова, Л.М. Григорьева, Т.А. Митровой. Москва : ИНЭИ РАН, Аналит. центр при Правительстве РФ, 2013. URL: <https://www.eriras.ru/data/290/rus>.

<sup>12</sup> Прогноз развития энергетики мира и России до 2040 года / под ред. А.А. Макарова, Л.М. Григорьева, Т.А. Митровой. Москва : ИНЭИ РАН, Аналит. центр при Правительстве РФ, 2014. URL: <https://www.eriras.ru/data/483/rus>.

<sup>13</sup> Прогноз развития энергетики мира и России 2016 / под ред. А.А. Макарова, Л.М. Григорьева, Т.А. Митровой. Москва : ИНЭИ РАН, Аналит. центр при Правительстве РФ, 2016. URL: <https://www.eriras.ru/data/772/rus>.

<sup>14</sup> Прогноз развития энергетики мира и России 2019 / ИНЭИ РАН, Центр энергетики Московского управления СКОЛКОВО. URL: <https://www.eriras.ru/data/994/rus>.

<sup>15</sup> Прогноз развития энергетики мира и России до 2035 года / под ред. А.А. Макарова, Л.М. Григорьева. Москва : ИНЭИ РАН, РЭА, 2012. URL: <https://www.eriras.ru/data/94/rus>.

<sup>16</sup> *Макаров А.А., Митрова Т.А., Малахов В.А.* Прогноз мировой энергетики и последствия для России ...

<sup>17</sup> Прогноз развития энергетики мира и России 2019 ...

<sup>18</sup> *Макаров А.А., Митрова Т.А., Малахов В.А.* Прогноз мировой энергетики и последствия для России ...

<sup>19</sup> Там же.

<sup>20</sup> Прогноз развития энергетики мира и России 2016 ...

<sup>21</sup> См.: Энергетика в России выходит на новый этап развития. URL: <http://energy-polis.ru/2007/156-yenergetika-v-rossii-vykhodit-na-novyy-etap.html>; Этапы развития энергетики. URL: <https://novostienergetiki.ru/etapy-razvitiya-energetiki/>; Прогноз развития энергетики мира и России 2019 ...

<sup>22</sup> Прогноз развития энергетики мира и России 2016 ...

<sup>23</sup> *International Energy Outlook 2017* / U.S. Energy Information Administration. URL: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=32912>.

<sup>24</sup> *International Energy Outlook 2019* / U.S. Energy Information Administration. URL: <https://www.eia.gov/todayinenergy/>.

<sup>25</sup> BP : [офиц. сайт компании]. URL: <https://www.bp.com/>.

<sup>26</sup> Прогноз развития мировой энергетики до 2035 года. Россия на глобальном рынке / ВР. URL: <http://oilgascom.com/prognoz-razvitiya-mirovoj-energetiki-do-2035-goda-rossiya-na-globalnom-rynke/>.

<sup>27</sup> Прогноз развития энергетики мира и России 2019 ...

<sup>28</sup> EIA projects nearly 50% increase in world energy usage by 2050, led by growth in Asia / U.S. Energy Information Administration. URL: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=41433>.

<sup>29</sup> Энергетический прогноз от EIA: рост потребления энергии и выбросов ...

<sup>30</sup> Прогноз развития энергетики мира и России 2019 ...

<sup>31</sup> Прогноз развития энергетики мира и России до 2040 года / ИНЭИ РАН, Аналит. центр при Правительстве РФ. URL: <https://in.minenergo.gov.ru/tek/strategiya-i-prognozy/prognoz-razvitiya-energetiki-mira-i-rossii-do-2040-goda>.

<sup>32</sup> ExxonMobil : [офиц. сайт компании]. URL: <https://www.exxonmobil.ru/en-ru/company/contact-us>.

<sup>33</sup> Энергетические прогнозы ExxonMobil до 2040 года. URL: <https://rgk-palur.ru/energetica-prognoz-exxonmobil-2040/>.

<sup>34</sup> Исследование: РФ до 2040 года останется самым крупным экспортером энергоресурсов в мире. URL: <https://tass.ru/ekonomika/4975680>.

<sup>35</sup> Прогноз развития мировой энергетики до 2035 года. Россия на глобальном рынке ...

<sup>36</sup> Исследование: РФ до 2040 года останется самым крупным экспортером энергоресурсов в мире ...

<sup>37</sup> Прогноз развития энергетики мира и России 2019 ...

<sup>38</sup> Сырьевая база : [Самарская область]. URL: <https://www.samregion.ru/economy/source/>.

<sup>39</sup> Месторождения полезных ископаемых. Самарская область. URL: [https://catalogmineralov.ru/deposit/samarskaya\\_oblast/](https://catalogmineralov.ru/deposit/samarskaya_oblast/).

<sup>40</sup> Самарские компании добывают все больше нефти и газа. URL: <https://www.vkonline.ru/content/view/150775/samarskie-kompanii-dobyvayut-vse-bolshe-nefti-i-gaza>.

<sup>41</sup> Месторождения полезных ископаемых. Самарская область ...

<sup>42</sup> Справка о состоянии минерально-сырьевой базы Самарской области. URL: [https://vsegei.ru/ru/info/gisatlas/pfo/samarskaya\\_obl/52\\_53\\_MSB\\_Sam.doc](https://vsegei.ru/ru/info/gisatlas/pfo/samarskaya_obl/52_53_MSB_Sam.doc).

<sup>43</sup> Самарские компании добывают все больше нефти и газа ...

<sup>44</sup> Самарская область сохранит уровень нефтедобычи благодаря инвестициям в ТЭК. URL: <https://nangs.org/news/authorities/samarskaya-oblasty-sohranit-uroveny-neftedobychi-blagodarya-investitsiyam-v-tek>.

<sup>45</sup> Министерство промышленности и технологий Самарской области : [офиц. сайт]. URL: <http://minprom.old.samregion.ru/>.

<sup>46</sup> 57% всех налогов и ставка на новые технологии: итоги полугодия для самарского нефтехимического комплекса. URL: <https://volga.news/article/484671.html>.

<sup>47</sup> В поисках альтернативы. URL: <http://www.sgubern.ru/articles/4807/6295/>.

<sup>48</sup> Проект Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года : [ред. от 01.02.2017]. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/1920>.

*Поступила в редакцию 08.11.2019 г.*

## FORECAST OF ENERGY DEVELOPMENT IN THE SAMARA REGION IN THE CONTEXT OF WORLD ENERGY DEVELOPMENT\*

© 2020 V.A. Tsybatov, I.A. Naugol'nova\*\*

The relevance of the study is due to a high importance of the energy market for the Samara region and the country as a whole. Energy has moved to a new stage of its development, the structure of energy consumption is changing, energy prices are fluctuating, green technologies are spreading widely, and there is a steady tendency to increase the use of renewable energy sources (hereinafter RES). It is important to understand how current and future changes will affect the region's energy market. Therefore, the purpose of the study was to analyze the forecast materials on development trends of the world and Russian energy and, based on them, to predict the development of energy in the Samara region for the coming decades. Prediction of the fuel and energy complex development (FEC) of the Samara region was carried out on the forecast-analytical complex "Energy". The authors developed and analyzed scenarios for the energy-efficient development of the regional fuel and energy complex for 2018-2035. Regional development scenarios were generated in the context of the draft Energy Strategy of Russia for the period up to 2035, taking into account regional prospects for domestic demand for fuel and energy and development trends of world and Russian energy. According to the developed scenarios, using simulation models of the economy and the fuel and energy complex, regional forecasted fuel and energy balances (hereinafter, the fuel and energy budget) of the Samara region were formed for 2018-2035 in increments of 1 year. Based on the formed fuel and energy indicators, forecast estimates of the main indicators characterizing energy efficiency and energy security of the fuel and energy complex of the Samara region on the forecast horizon were calculated.

**Keywords:** energy, energy market, energy development forecast, energy development trends, Samara region.

### **Highlights:**

- ◆ in the coming decades, a slowdown in the growth of demand for energy resources and accelerated development of renewable energy sources is expected. However, the bulk of the consumed fuel and energy resources (hereinafter TER) will continue to be occupied by oil and gas;
- ◆ coal demand is expected to decline, and this trend will continue throughout the forecast horizon;
- ◆ despite the advanced "green" technologies, whose share in the world market is growing, there is no decrease in demand for oil products in the domestic market or significant change in the structure of energy resources in Russia and in the Samara region. Oil, as one of the main natural resources, will continue to generate a significant share of GRP in the coming years. In the coming decades, an increase in oil production and refining is expected in the Samara region, while an increase in the oil recovery coefficient and an increase in the depth of its refining will be observed;
- ◆ regional forecast fuel and energy balances of the Samara region for 2018-2035 were formed;
- ◆ forecast estimates of the main indicators characterizing energy efficiency and energy security of the fuel and energy complex of the Samara region on the forecast horizon were calculated.

*Received for publication on 08.11.2019*

---

\* The article was prepared as part of the state order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation No. 26.4131.2017/4.6, the project "Development of Methods and Information Technologies for Macroeconomic Modeling and Strategic Planning of Energy-efficient Development of the Fuel and Energy Complex of the Subject of the Russian Federation".

\*\* Vladimir A. Tsybatov, Doctor of Economics, Associate Professor, Professor of the Department of Regional Economics and Management. E-mail: tva82@yandex.ru; Irina A. Naugol'nova, Candidate Economics, Associate Professor of the Department of Economics, Organization and Development Strategy of the Enterprise. E-mail: NaugolnovaIA@mail.ru. - Samara State University of Economics.