

В.В. Криворотов, д-р экон. наук, проф.,<sup>1</sup>  
А.В. Калина, канд. техн. наук, доцент,  
А.И. Савельева, соискатель,  
г. Екатеринбург,  
А.Ю. Байраншин, соискатель,  
г. Ижевск

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ

Проведено сопоставление методов, используемых для прогнозирования развития социально-экономических систем. Предложен авторский подход к прогнозированию развития региональных производственных комплексов. На примере электроэнергетического комплекса Свердловской области предложена прогнозная модель для определения и управления показателями перспективного развития. Выполнен прогноз основных показателей развития электроэнергетики Свердловской области на период до 2020 г.

**Ключевые слова:** прогнозирование социально-экономического развития, математическое моделирование, экономико-статистические методы, сценарный подход, сценарии социально-экономического развития, электроэнергетические системы.

Одной из главных задач, решаемых при управлении развитием социально-

экономической системы, является прогнозирование и планирование показателей ее развития. При этом под прогнозом традиционно понимается научно-обоснованное суждение о возможных состояниях объекта в будущем, об альтернативных путях и сроках их достижения. Социально-экономическое прогнозирование – это процесс разработки экономических и социальных прогнозов, основанный на научных методах познания экономических и социальных явлений и использовании всей совокупности методов, способов и средств экономической прогностики [1].

Прогнозы составляют основу стратегического и оперативного управления как предприятиями, так и территориальными институтами, образующими территориально-производственный

---

<sup>1</sup> *Криворотов Вадим Васильевич* – заведующий кафедрой "Экономическая безопасность" Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина; e-mail: v\_krivorotov@mail.ru.

*Калина Алексей Владимирович* – доцент кафедры "Экономическая безопасность" Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина; e-mail: alexkalina74@mail.ru.

*Савельева Анастасия Ильинична* – соискатель Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина; e-mail: ssavelieva@mail.ru.

*Байраншин Антон Юрьевич* – генеральный директор ОАО "Удмуртское научно-производственное предприятие НИПИнефть", соискатель Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина; e-mail: anton@ung.ru.

комплекс (ТПК). На основании прогнозов производится оптимизация текущего и перспективного развития ТПК, разрабатываются наилучшие стратегии его развития, а также рациональные управляющие воздействия, направленные на достижение стратегических ориентиров перспективного развития комплекса.

На сегодняшний день в отечественной и зарубежной науке накоплен достаточно богатый опыт прогнозирования развития как отдельных предприятий, так и больших социально-экономических систем вплоть до построения прогнозов развития национальной экономики или мировых прогнозов. При этом насчитывается более 100 различных методов и подходов к прогнозированию. Однако на практике, как правило, используется всего 15–20 методов. В то же время единого универсального подхода к прогнозированию показателей социально-экономического развития нет. Каждый из используемых методов имеет свои достоинства и недостатки, а также сферы (области) наиболее оптимального применения. Выбор того или иного метода определяется характером решаемой задачи, имеющейся в наличии информации, уровнем неопределенности будущего развития и многими другими факторами. Наиболее известные методы прогнозирования показателей социально-экономического развития представлены на рис. 1.

Кратко характеризуя группы методов, приведенные на рис. 1, можно отметить следующее:

*1. Методы экспертного анализа.* Используют либо прямые экспертные оценки по прогнозируемым показателям, либо упрощенные экспертно-аналитические зависимости исследуемых показателей от основных макроэкономических показателей. Могут применяться практически во всех областях социально-экономического прогнозирования. В

качестве основных достоинств методов экспертного анализа можно отметить, что они позволяют давать оценки по трудно формализуемым процессам и явлениям и способны давать объективные прогнозы в условиях высокого уровня неопределенности внешних условий развития. Кроме того, данные методы используют достаточно простые алгоритмы. В качестве главных недостатков методов экспертного анализа нужно выделить высокий уровень субъективизма, а также определенные сложности с организацией работы коллективов экспертов.

*2. Методы экономико-статистического моделирования.* Используют математическое моделирование исследуемых показателей социально-экономического развития, основанных на данных статистической отчетности по ним за прошедшие (ретроспективные) периоды. Во многих случаях такое моделирование является едва ли не единственным способом получения прогнозных значений показателей, особенно в случаях, когда моделируемые показатели не имеют функциональной зависимости друг от друга, а их связи носят только статистический характер. На практике получили достаточно широкое распространение при решении широкого круга прогностических задач. Имеют высокую популярность среди отечественных и зарубежных экономистов-математиков и социологов [2–6 и др.].

Среди основных недостатков методов экономико-статистического моделирования следует выделить проблемы малых размеров выборочной совокупности, а также мультиколлинеарность моделируемых факторов [7].

*3. Балансовые методы.* Их использование основано на составлении различных балансов. На уровне экономики государства (территории) в целом в основе использования балансовых

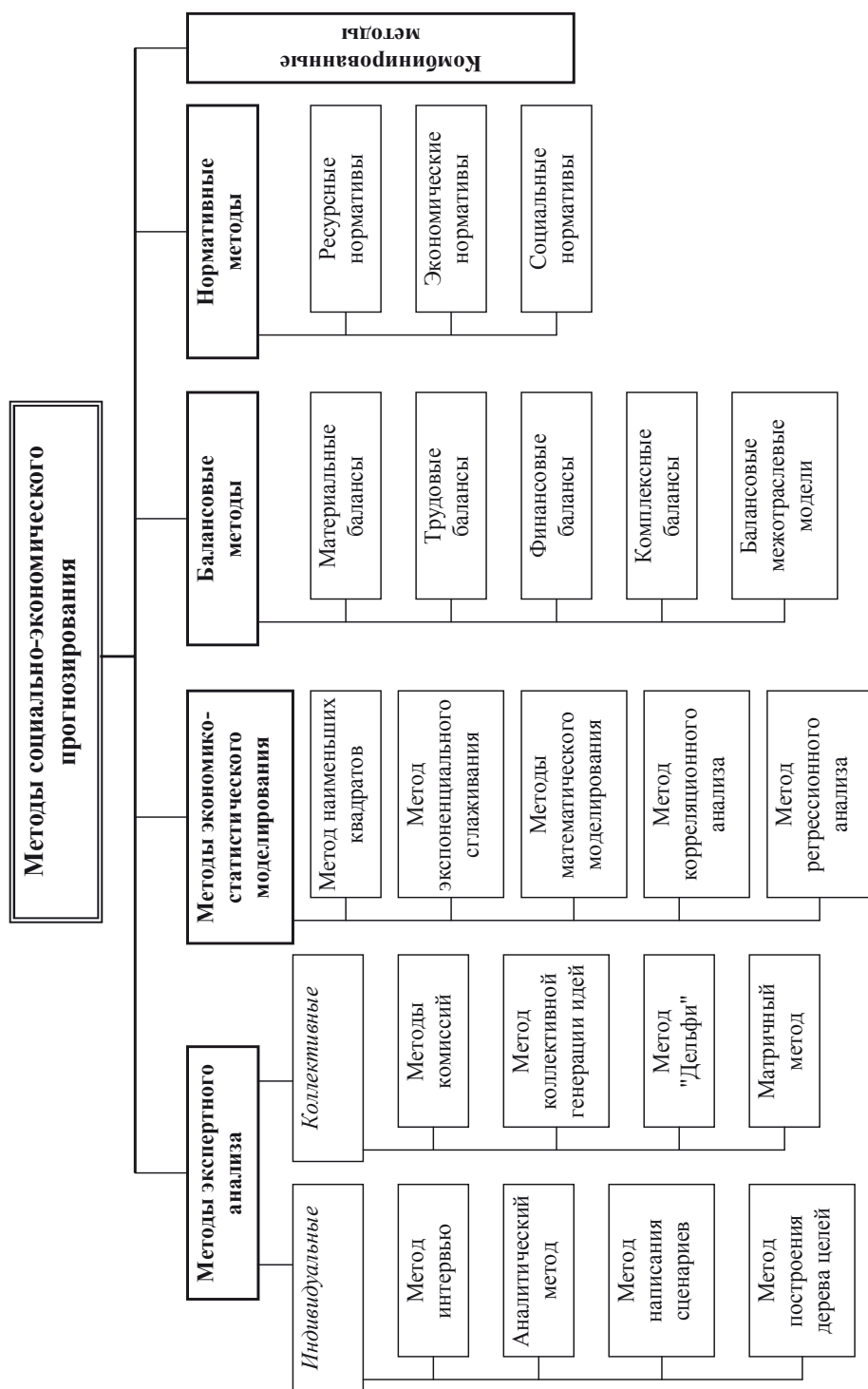


Рис. 1. Состав и классификация основных методов прогнозирования социально-экономического развития

методов лежит построение комплексных межотраслевых моделей (метод впервые был разработан лауреатом Нобелевской премии В. Леонтьевым), которые характеризуют связи между выпуском продукции в одной отрасли и затратами, расходом продукции всех участвующих отраслей, необходимым для обеспечения этого выпуска [8, 9]. Далее выбирается целевая функция, которая с помощью специальных методов оптимизируется. Несомненным достоинством данных методов является то, что они дают сбалансированный прогноз, соответствующий требованиям критериальной (целевой) функции. Кроме того, метод позволяет провести оптимизацию прогноза в соответствии с заданными критериями.

В то же время рассматриваемые методы имеют и ряд недостатков. В первую очередь они требуют поддержания большой базы статистической отчетности (например, таблицы «затраты–выпуск»), многие из которых даются органами статистической отчетности с большим запаздыванием (год – два и более). Во-вторых, как правило, использование балансовых методов связано с решением задачи однокритериальной оптимизации, в то время как задачи социально-экономического развития имеют многокритериальный характер. Наконец, нельзя не сказать о том, что данная группа методов хороша для прогнозирования развития производственного комплекса. Что касается социальной и демографической сфер, то там составление балансов затруднительно.

*4. Нормативные методы.* Предполагают использование для получения прогнозных (плановых) показателей системы норм и нормативов. Имеют очень ограниченную сферу применения – только для тех процессов и явлений, по которым возможно установление нормативов. Это, в свою очередь, делает

такие методы практически непригодными для прогнозирования социально-экономического развития, особенно в средне- и долгосрочной перспективе.

*5. Комбинированные методы.* Представляют собой совокупность одновременного использования двух и более методов прогнозирования, например методов экономико-статистического моделирования и методов экспертного анализа. На практике получили наибольшее распространение, так как ни один из рассмотренных ранее методов не способен построить комплексный качественный прогноз по большой совокупности показателей, охватывающих различные стороны исследуемого объекта (процесса).

Проведенный анализ различных подходов к прогнозированию социально-экономического развития позволяет сделать вывод, что предложить какой-либо единый универсальный подход к решению поставленной задачи затруднительно. Во многом это связано со сложностью социально-экономических систем и многофакторностью их функционирования и развития. Даже в самых укрупненных прогнозах количество прогнозируемых показателей измеряется сотнями, при построении подробных прогнозов их число возрастает многократно. Это, в свою очередь, при решении различных прогностических задач в каждом конкретном случае требует формирования индивидуального подхода, который дает наилучшие результаты именно в этом случае. При этом, учитывая тот факт, что прогнозные значения отдельных показателей могут быть получены различными методами, выбор того или иного метода во многом определяется наличием у исследователя соответствующих программных продуктов, позволяющих реализовать этот метод, а также традициями научных школ и личными предпочтениями исследователя.

При построении прогнозной моде-

ли развития региональных производственных комплексов авторы настоящей статьи рассматривают решаемую задачу как составную часть решения более крупной проблемы – прогнозирования показателей устойчиво-безопасного социально-экономического развития (УБСЭР) территорий разного уровня, общие подходы и логическая схема исследования которой представлены, например, в [10, 11], а также других авторских работах. При этом показатели развития региональных производственных комплексов являются неотъемлемым звеном блока производственного потенциала в блочной модели прогнозирования показателей УБСЭР территорий (рис. 2).

В качестве примера построения прогнозных моделей развития производственных комплексов рассмотрим задачу прогнозирования показателей электроэнергетики, являющейся ключевой отраслью хозяйственного комплекса страны и отдельных ее регионов, обеспечивая нормальное развитие и функционирование всех отраслей экономики и производств. Следует заметить, что построение модели и прогнозирование развития электроэнергетического комплекса интересно не только с позиции региональной экономики, но также с позиций крупнейших энергетических предприятий, от которых в перспективе будет зависеть степень удовлетворенности спроса потребителей на тепловую и электрическую энергию.

Центральным этапом в прогнозировании показателей, от которого зависят все дальнейшие результаты, является определение спроса на электроэнергию (потребление электроэнергии) в перспективный период. Показатели потребления электроэнергии в рамках региона, с одной стороны, достаточно инерционны и год от года резко не меняются; с другой стороны, спрос на электроэнергию, как и на большинство

других видов товаров и услуг, во многом обусловлен действием случайных факторов. В таких условиях одним из наиболее удобных подходов к прогнозированию показателей потребности в электроэнергии является использование экономико-статистических методов.

Процесс моделирования включает следующие этапы:

1. Первоначальный отбор факторов и показателей, оказывающих наибольшее влияние на параметры электропотребления. В основе такого отбора лежит работа экспертов – специалистов в области энергетики.

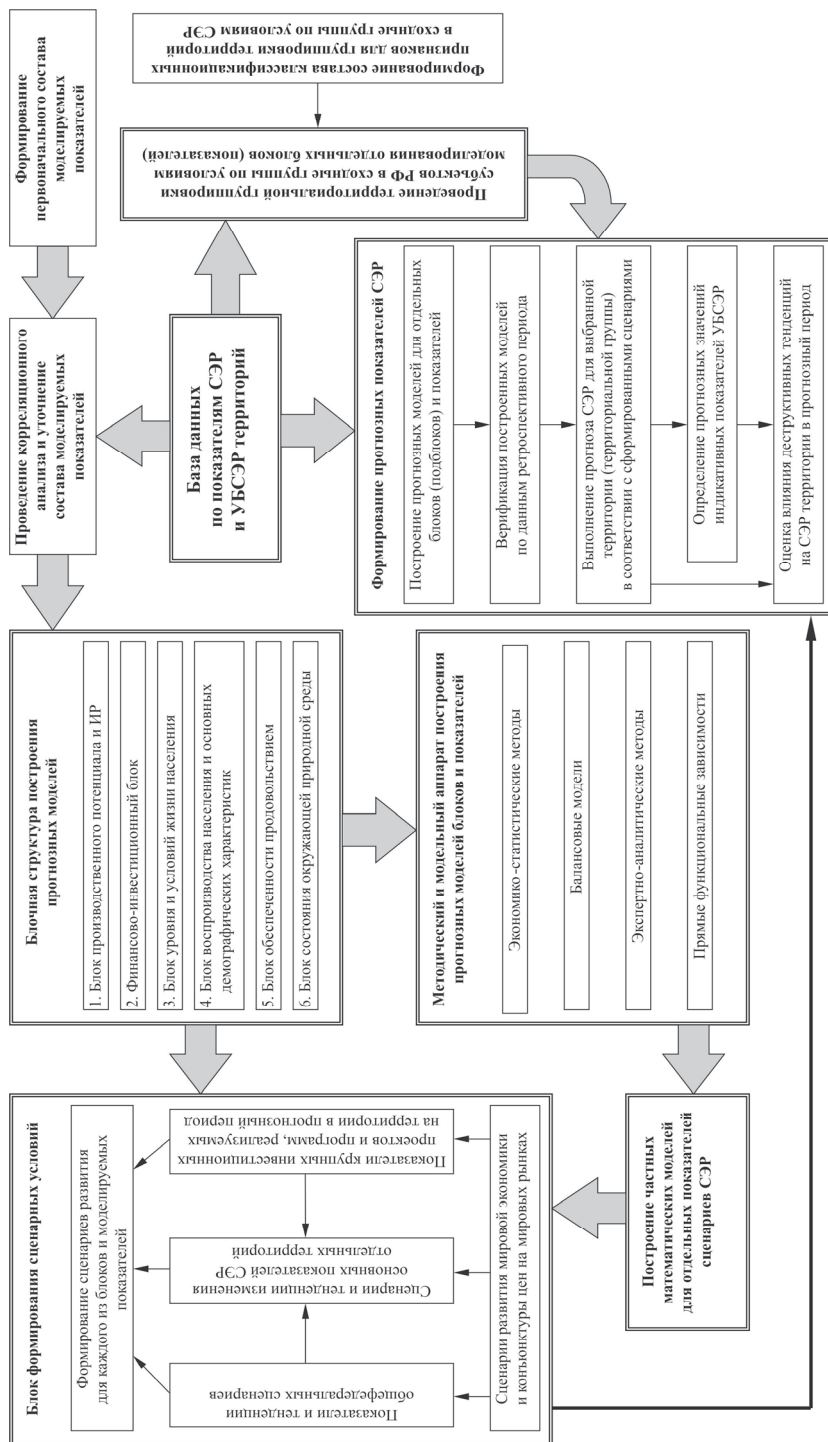
2. Проведение корреляционного анализа. Выявление характера и силы взаимосвязей между модельным показателем и влияющими факторами, а также между самими влияющими факторами. Итогом данного этапа является окончательный отбор факторов, включаемых в модели, и исключение мультиколлинеарных связей.

3. Построение многофакторных регрессионных моделей, объединяющих факторы, наиболее коррелируемые с модельными показателями.

4. Проверка значимости моделей (критерий Фишера) и их отдельных коэффициентов. Отбор наиболее значимых моделей.

5. Проверка моделей по данным ретроспективного периода. Удаление из списка отобранных моделей таких, которые хотя бы по одному из наблюдений ретроспективного периода дают отклонение модельного значения показателя от фактического более 5–7 %. Этап заканчивается окончательным отбором моделей, которые можно использовать для прогнозирования (рис. 3).

С точки зрения моделирования показателей электропотребления ( $\mathcal{E}_{\text{пот}}$ ) описанный выше подход можно применять в двух вариантах:



Выселенные сокращения: УБСЭР – устойчиво-безопасное социально-экономическое развитие; СЭР – социально-экономическое развитие; ИР – инновационное развитие.

Рис. 2. Схема прогнозирования устойчиво-безопасного развития территорий регионального уровня

**Вариант 1.** Моделируется показатель общего электропотребления на территории в зависимости от всей совокупности влияющих факторов, то есть строится модель вида:

$$\mathcal{E}_{\text{пот}} = F(\vec{X}), \quad (1)$$

где  $\vec{X}$  – полный набор первоначально отобранных факторов, оказывающих влияние на формирование электропотребления и его составляющих.

**Вариант 2.** Первоначально отдельно моделируются наиболее значимые составляющие общего электропотребления. Как показывают данные электробаланса по регионам России, за последние годы в структуре потребления электроэнергии наиболее значимыми являются следующие составляющие:

1) потребление электроэнергии в промышленности, которое составляет более половины суммарного электропотребления ( $\mathcal{E}_{\text{пром}}$ );

2) потребление электроэнергии населением ( $\mathcal{E}_{\text{нас}}$ );

3) потребление электроэнергии транспортом ( $\mathcal{E}_{\text{трансп}}$ ).

При прогнозировании по варианту 2 первоначально строятся следующие три независимые модели:

$$\mathcal{E}_{\text{пром}} = F(\vec{X}_1) \quad (2)$$

$$\mathcal{E}_{\text{нас}} = F(\vec{X}_2) \quad ,$$

$$\mathcal{E}_{\text{трансп}} = F(\vec{X}_3)$$

где  $\vec{X}_1, \vec{X}_2, \vec{X}_3$  – соответственно полный набор первоначально отобранных факторов, оказывающих влияние на формирование электропотребления в промышленности, населением и транспортом.

Далее по данным ретроспективного периода строится регрессионная модель для общего электропотребления:

$$\mathcal{E}_{\text{пот}} = f(\mathcal{E}'_{\text{пот}}), \quad (3)$$

$$\mathcal{E}'_{\text{пот}} = \mathcal{E}_{\text{пром}} + \mathcal{E}_{\text{нас}} + \mathcal{E}_{\text{трансп}}. \quad (4)$$

Предложенный методический подход был использован для построения прогнозных моделей потребления электроэнергии Свердловской области. Поскольку размеры выборочных совокупностей для моделируемых показателей невелики (8 – наблюдений по каждой из территорий начиная с 1999–2000 гг. по настоящее время), то в рамках одной территории построить многофакторную регрессионную модель с высокими прогностическими способностями не представляется возможным. Как следствие, при построении прогнозных моделей для расширения размера выборочной совокупности наблюдений Свердловская область группировалась со сходными субъектами Российской Федерации по условиям социально-экономического развития. При этом в качестве определяющих признаков для группировки выступили показатели плотности населения, доли энергоемких производств в структуре промышленного производства и климатические условия. В результате отбора Свердловская область оказалась в одной группе с Вологодской, Ленинградской, Оренбургской, Кемеровской областями, Республикой Башкортостан, Пермским краем и другими регионами.

В качестве переменных модели (при различных вариантах моделирования), от которых зависит электропотребление на территории, первоначально были выбраны следующие показатели ( $\vec{X}$ ):

$x_1$  – среднегодовая численность населения;

$x_2$  – отношение среднедушевого дохода к прожиточному минимуму (уровень жизни населения);

$x_3$  – отправление грузов железнодорожным транспортом общего пользования;

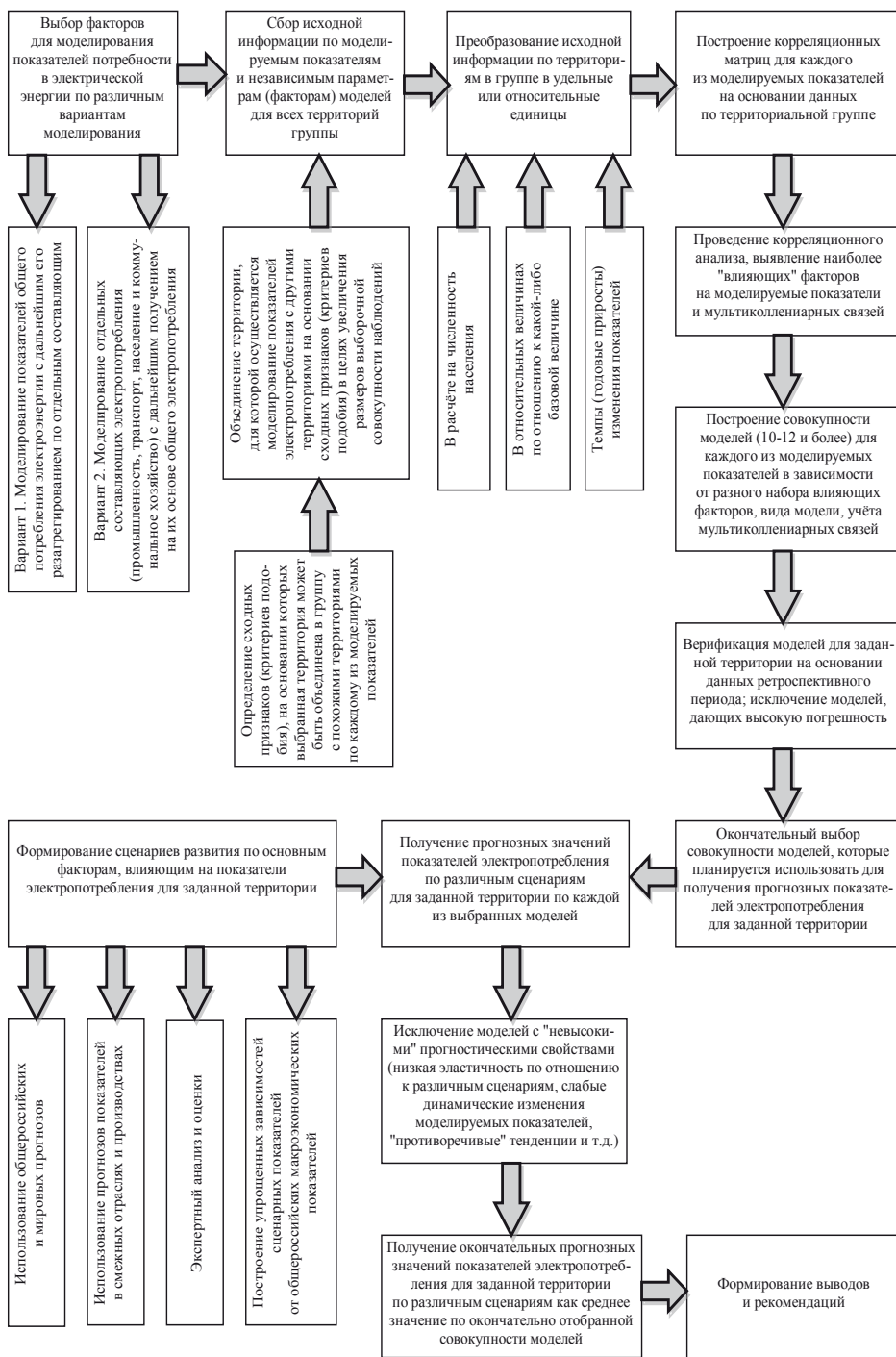


Рис. 3. Схема моделирования и прогнозирования показателей электропотребления



$x_4$  – ввод в действие жилых домов;  
 $x_5$  – производство электроэнергии;  
 $x_6$  – производство готового проката чёрных металлов, стали и стальных труб;

$x_7$  – производство минеральных удобрений (в пересчете на 100% питательных веществ);

$x_8$  – производство бумаги и целлюлозы;

$x_9$  – производство сборных железобетонных конструкций и изделий;

$x_{10}$  – цены производителей на электроэнергию;

$x_{11}$  – цены производителей на теплотенергию;

$x_{12}$  – цена производителей на сырую нефть;

$x_{13}$  – цена производителей на бензин автомобильный всех марок;

$x_{14}$  – цена производителей на дизельное топливо;

$x_{15}$  – цена производителей на топочный мазут.

Для непосредственного построения моделей была использована программа SPSS. В целом для различных вариантов агрегирования Свердловской области с другими территориями было получено более 20-ти моделей с приемлемыми прогностическими свойствами.

Примеры построенных моделей представлены в табл. 1.

Для получения прогнозных значений показателя потребления электроэнергии необходимо задать сценарные показатели по факторам, входящим в модели, указанные в данной работе. В качестве периода прогнозирования был взят период 2011–2020 гг.

Рассматривались три варианта сценариев социально-экономического развития Свердловской области в перспективный период: пессимистический, вероятностный, оптимистический.

Первый сценарий – **пессимистический**, предполагает менее благоприятную комбинацию внешних и внутренних факторов. Пессимистический сценарий был разработан на основе инерционного сценария стратегии развития Свердловской области до 2020 г. Такой сценарий будет актуален, если российская экономика будет восстанавливаться медленными темпами, спрос на продукцию металлургических предприятий будет невысок, экономика не перейдет на инновационный путь.

Пессимистический сценарий отображает наиболее разрушительные последствия мирового экономического кризиса: спад производства, следующее отсюда снижение уровня жизни населения вплоть до 2013 года. В первую очередь, это касается доходов населения. Убытки понесут как бюджетные работники, так и граждане, занимающиеся предпринимательской деятельностью.

Второй вариант сценария – **вероятностный**, соответствует более благоприятным ожиданиям показателей внешних и внутренних факторов.

В соответствии с вероятностным сценарием стратегии развития Свердловской области до 2020 г. страна должна выйти из кризиса быстрее, чем по пессимистическому сценарию, поэтому вероятностный сценарий является более благоприятным в рамках текущей экономической модели. Однако среднегодовые темпы развития показателей в 2–2,5 раза ниже, чем в оптимистическом сценарии.

**Оптимистический сценарий** соответствует инвестиционно-инновационному сценарию стратегии развития Свердловской области до 2020 г., который возможен при значительных инвестициях в высокотехнологичный сектор экономики.

За счёт таких преобразований 70 % населения Свердловской области к концу прогнозного периода можно будет

Таблица 1

Результаты построения моделей для показателя потребления электроэнергии в Свердловской области по первому варианту моделирования

Вид модели	Фактические и модельные значения величины электропотребления								
	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.
<b>Фактические данные электропотребления по Свердловской области</b>									
	41899	42568	40472	41409	41365	42981	44730	45423	49522
<b>Модели для Свердловской и Вологодской областей</b>									
$\begin{aligned} \mathcal{E}_{\text{пот}} = & 4324,7 \cdot x_4 + \\ & + 1852,0 \cdot x_6 + \\ & + 7957248,0 \end{aligned}$	41913	41931	41983	42350	42690	43754	44721	46427	46324
	Отклонение от фактического значения								
	-0,03%	1,52%	-3,60%	-2,22%	-3,10%	-1,77%	0,02%	-2,16%	6,90%
$\begin{aligned} \mathcal{E}_{\text{пот}} = & 584876,96 \cdot \ln(x_4^2) + \\ & + 1764,739589 \cdot x_8 + \\ & + 2711201,5 \end{aligned}$	41364	41473	41783	42354	42913	44152	45104	46500	46355
	Отклонение от фактического значения								
	1,29%	2,64%	-3,14%	-2,23%	-3,61%	-2,65%	-0,83%	-2,32%	6,83%
<b>Модели для Свердловской, Вологодской областей, Пермского края и Республики Башкортостан</b>									
$\begin{aligned} \mathcal{E}_{\text{пот}} = & 2923253,9 + 440,4 \cdot x_3 + \\ & + 202,139 \cdot x_5 \end{aligned}$	43410	42406	41519	41374	42630	45527	47216	48438	46408
	Отклонение от фактического значения								
	6,37%	2,36%	0,22%	-1,57%	0,69%	7,21%	-1,47%	-2,29%	-7,54%

отности к среднему классу. Рост заработной платы к 2020 г. по сравнению с 2007 г. составит по оптимистическому сценарию приблизительно 3,5 раза (в сопоставимых ценах). Дополнительные мероприятия по увеличению доходов в бюджетных сферах приблизят размер оплаты бюджетников к размеру оплаты труда работников реального сектора. Рост заработной платы произойдёт за счёт поддержки высокотехнологичного сектора и привлечения в него высококвалифицированных работников с высоким уровнем оплаты труда.

В соответствии с данным сценарием значительные трансформации претерпит структура промышленного производства: предполагается модернизация текущих промышленных фондов и внедрение новых, что существенно скажется на энергоёмкости производства и спросе на электроэнергию.

В результате расчёта значений электропотребления по сценариям социально-экономического развития Свердловской области были получены следующие результаты:

- по пессимистическому сценарию уровень потребления по сравнению с 2009 г. к 2020 г. вырастет на 7,4 %;
- по вероятностному сценарию уровень потребления по сравнению с 2009 г. к 2020 г. – на 18,4 %;
- по оптимистическому сценарию уровень потребления по сравнению с 2009 г. к 2020 г. – на 27 %.

Динамика электропотребления в Свердловской области в 2011–2020 гг. по трём сценариям представлена на рис. 4.

Если учесть, что темпы ввода новых мощностей будут не такими интенсивными, как рост электропотребления в области, а примерно на 0,5–1 % ниже

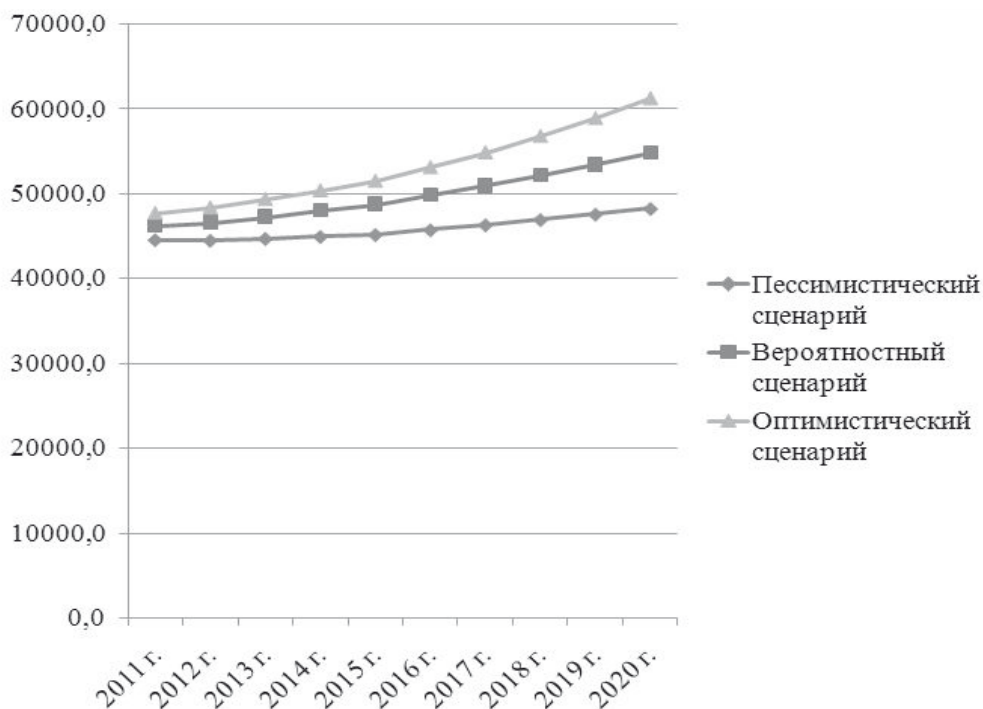


Рис. 4. Прогнозные значения электропотребления в Свердловской области в 2011–2020 гг., млн. кВт\*ч

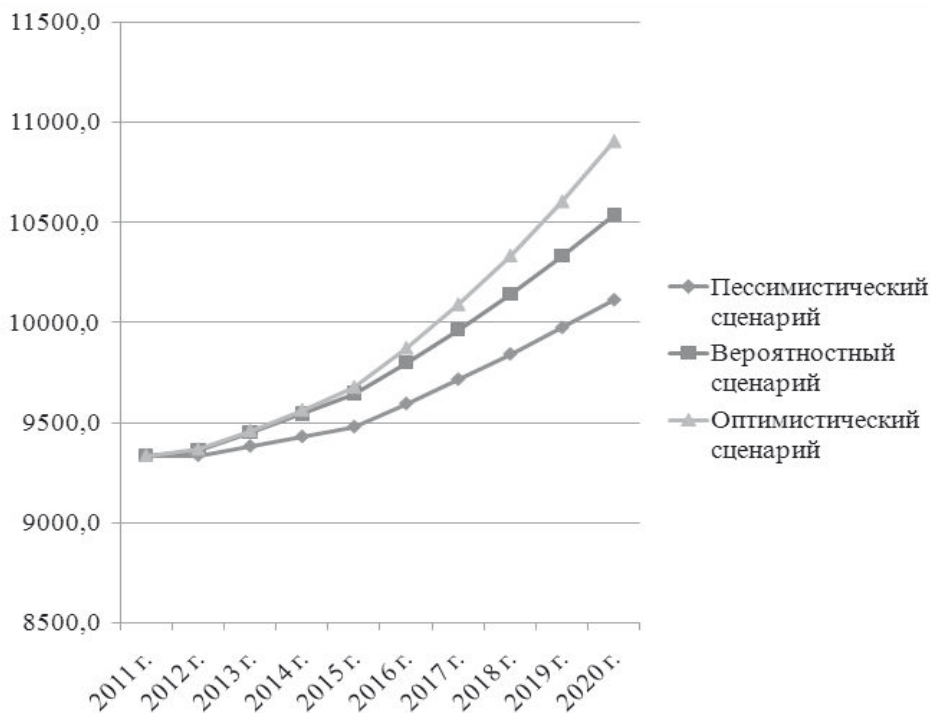
ежегодно, то можно отразить динамику ввода новых мощностей в соответствии с тремя сценариями на рис. 5.

В результате расчёта значений роста установленной мощности по сценариям развития электроэнергетики Свердловской области были получены следующие результаты:

- по пессимистическому сценарию значение установленной мощности по сравнению с 2011 г. к 2020 г. вырастет на 7,6 %;
- по вероятностному сценарию значение установленной мощности по сравнению с 2011 г. к 2020 г. вырастет на 11,4 %;
- по оптимистическому сценарию значение установленной мощности по сравнению с 2011 г. к 2020 г. вырастет на 14,4 %.

Как результат выполненного прогноза, можно отметить, что в ближайшее время Свердловская область может перейти из разряда энергосбалансированных территорий в разряд энергодефицитных. Это, в свою очередь, потребует решения следующих задач:

- разработки и реализации проектов технического перевооружения и модернизации действующих электростанций и ввода новых генерирующих мощностей;
- интенсификации энергосбережения и эффективности использования электрической энергии;
- реализации приоритетных энергоэффективных проектов в экономике и др.



*Рис. 5. Прогнозные значения установленной мощности электростанций в Свердловской области в 2011–2020 гг., млн кВт*

**Список использованных источников**

1. Сущность социально-экономического прогнозирования, его предмет, объекты и основные формы предвидения // Прогнозы и прогнозирование. Прогнозы. Методы прогнозирования. Технологии. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://prognoz.org/lib/sotsialno-ekonomicheskoe-prognozirovanie-osnovnye-ponyatiya-predmet-metody-i-tipologiya-prognozov>.
2. Колмогоров А.Н. Основные понятия теории вероятностей. М.-Л.: ОНТИ, 1936. 80 с.
3. Крамер Г. Математические методы статистики. М.: Мир, 1975. 648 с.
4. Кендалл М.Дж., Стьюарт А. Многомерный статистический анализ и временные ряды. М.: Наука, 1976. 736 с.
5. Себер Дж. Линейный регрессионный анализ. М.: Мир, 1980. 456 с.
6. Андерсон Т. Введение в многомерный статистический анализ. М.: Физматгиз, 1963. 520 с.
7. Криворотов В.В., Калина А.В. Экономическая безопасность государства и регионов: учебное пособие. Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2010. 365 с.
8. Интервью с Василием Леонтьевым // О чём думают экономисты: Беседы с нобелевскими лауреатами / Под ред. П. Самуэльсона и У. Баннета; Пер. с англ. Московская школа управления «Сколково». М.: Альпина Бизнес Букс, 2009. 490 с.
9. Леонтьев В. Экономические эссе. М.: Политиздат, 1990. 415 с.
10. Криворотов В.В., Калина А.В. Социально-экономическое развитие Украины и ее регионов: проблемы науки и практики: монография / Под ред. д-ра экон. наук, проф. В.С. Пономаренко, д-ра экон. наук, проф. Н.А. Кизима, д-ра экон. наук, доц. Е.В. Раевневой. Харьков: ФЛП Либушкина Л.М.; ИД «ИНЖЭК», 2009. 464 с.
11. Калина А.В., Криворотов В.В., Васильев Д.С. Угрозы устойчиво-безопасному социально-экономическому развитию России и ее регионов: проблемы, анализ и пути решения // Вестник УГТУ-УПИ. Серия экономика и управление. 2008. № 6. С. 51–61.