Курс «Планирование развития энергосистем»

Прогнозирование электропотребления – мировая и российская практика

Федор Веселов

Дополнительная профессиональная программа МВА «Управление в электроэнергетике»

Москва, УЦ Совета рынка, июнь 2019

Система прогнозирования и проектирования в электроэнергетике

Постановление Правительства РФ № 823 от 17.10.2009 года «О схемах и программах перспективного развития электроэнергетики»

Система стратегического планирования в РФ

- Прогнозы социально-экономического развития
- Прогноз научно-технологического развития
- Межотраслевые стратегии
- Генеральные схемы в отраслях транспорта и ТЭК
- Энергетическая стратегия
- Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики

Система прогнозирования и проектирования в электроэнергетике

- Долгосрочный прогноз спроса на электроэнергию
- Схема и программа развития ЕЭС России
- Схемы и программы перспективного развития электроэнергетики субъектов РФ

Источник: ИНЭИ РАН

Требования к прогнозам развития экономики ДЛЯ прогнозирования энергетики

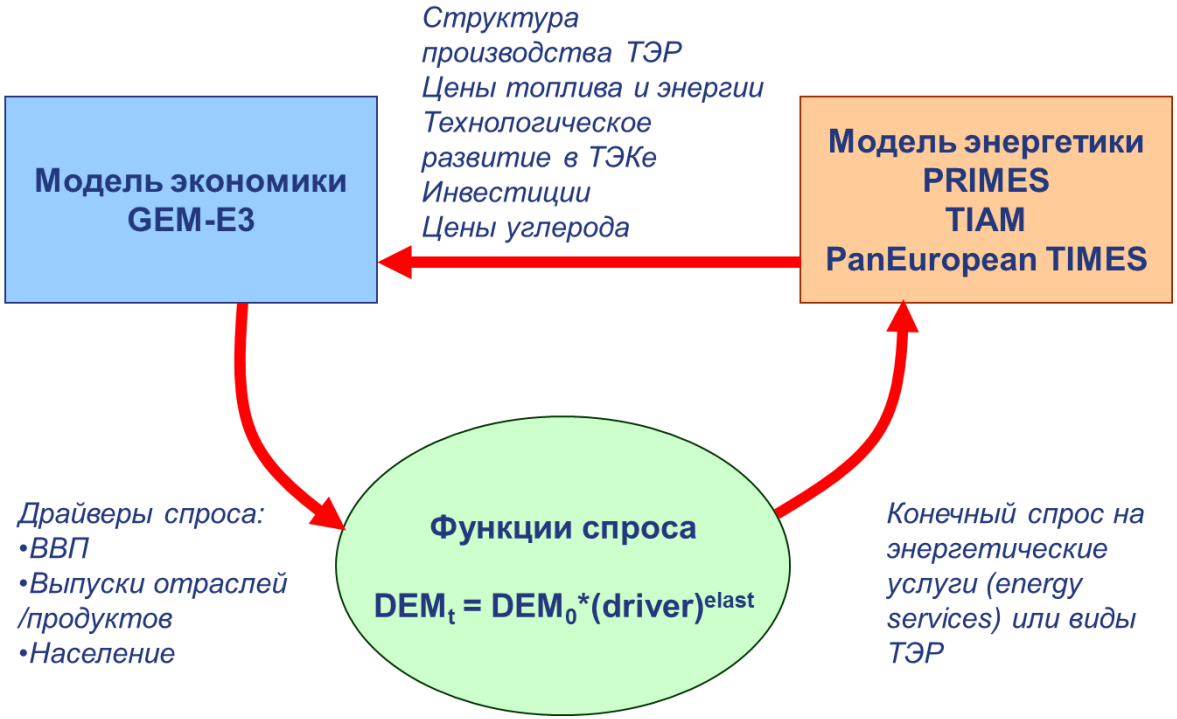
- Прогнозы спроса на электроэнергию формируются в увязке с показателями развития экономики страны, динамики роста и доходов населения, промышленного производства и других факторов.
  - Макроэкономические показатели – база для прогноза спроса на топливо и энергию вне зависимости от методов прогноза энергопотребления
    - Однако методы прогноза энергопотребления формируют требования к составу макроэкономических показателей
      - Подробность прогнозирования энергетики определяет подробность прогноза экономики (отраслевая структура, региональная структура)

Эконометрические методы прогноза спроса

Эконометрические методы:

- связь между электропотреблением и параметрами развития экономики определяется уравнениями регрессии, выведенными через статистический анализ совокупности отчетных данных по спросу, показателей экономической активности и жизненного уровня населения
- эконометрические уравнения применяются для расчетов абсолютных объемов электропотребления или его удельных значений – электроемкости.

- критически важно наличие достаточно длительной и **монотонно изменяющейся** ретроспективной динамики развития экономики и электропотребления



Эконометрические методы прогноза спроса

Эконометрические методы. Ограничения по применению:

- прогнозирование для условий нестационарной экономики, в условиях ее структурной перестройки
- прогнозирование с учетом периодических кризисов, при нарушении долгосрочных ретроспективных трендов
- прогнозирование с отраслевой детализацией структуры спроса (по секторам, отраслям, ВЭД)
- прогнозирование с региональной детализацией структуры спроса (с обеспечением согласованности в иерархии прогнозов)
- отсутствие, неполнота или недостаточная подробность экономической статистики по отраслям и регионам (как правило, она беднее, чем по стране)
- дискретное влияние крупных проектов, меняющих ретроспективные тренды, особенно на уровне отраслей или регионов.

Нормативные методы прогноза спроса

Нормативные (энергетические) методы опираются на детальный расчет потребления электроэнергии по отраслям экономики, а у населения, исходя детального перечня используемых ими электропотребляющих технологий

Метод **удельных укрупненных показателей** включает в себя:

1) Прогнозы экстенсивных переменных экономической активности в выделенных секторах конечного потребления, которые выражаются в натуральных показателях (activity variables) объемов промышленной продукции, транспортных и коммерческих услуг, площади зданий, конечных энергетических нужд (освещение, отопление и проч.).

2) Прогнозы интенсивных переменных спроса – значения (прогнозную динамику) электроемкости для каждого из показателей экономической активности (удельный расход электроэнергии на единицу конечной продукции/услуг/энергетических нужд). Данный показатель может быть задан как синтетический для сектора потребления в целом (на единицу стали, цемента, бумаги и т. д.) или формироваться по этапам технологической цепочки сектора, с учетом множества технологий производства продукции/услуг/энергетических нужд и их уникальных показателей электроемкости (и экономических показателей, на основе которых и выполняется расчет).

Нормативные методы прогноза спроса

Прогноз всегда выполняется снизу, по элементам отраслевой (секторальной) структуры потребления, которая в свою очередь детализируется до уровня:

- производства (у населения – потребления) основных видов конечной продукции и услуг; при этом каждая отрасль промышленности характеризуется 1-2 основным продуктом или услугами (например, транспорт с выделением железнодорожного, городского электрифицированного, электромобилей);
- видов полезной энергии (или энергетических нужд), например: отопление, кондиционирование, заморозка, подогрев воды, приготовление пищи, освещение, работа электроприборов (нередко – с выделением типов, таких как ПК, офисное оборудование, и т.д.);
- смешанного представления по различным секторам

Для получения прогнозов по объемам продукции/услуг, как правило, используются эконометрические модели, учитывающие отчетные тренды экономической активности, динамику ВВП, цен конечной продукции/услуг/энергетических нужд, рост населения.

Практика нормативного подхода к прогнозу спроса. PRIMES

Промышленный сектор	Коммерческий сектор	Бытовой сектор	Транспортный сектор
12 отраслей с выделением 26 под-секторов	5 отраслей		4 класса перевозок (море, воздух, железные и автодороги)
12 базовых «энергетических услуг» (воздушные компрессоры, печи, освещение и т. д.)	6 базовых «энергетических услуг» (кондиционирование, работа офисного и иного оборудования)	5 технологических процессов и 12 типов электропотребляющего оборудования (холодильники, стиральные машины, телевизоры и т. д.)	10 типов транспортировки и 10 видов автомобильного транспорта
14 видов органического топлива, включая 4 новых (водород, биотопливо и т.д.) и 10 типов возобновляемых ресурсов			

Источник: PRIMES docs

Практика нормативного подхода к прогнозу спроса. NEMS

Категория потребителей	Выделяемые направления потребления	Основная методика расчета
Население	• 24 вида энергетических нужд • 3 типа жилых зданий • 50 технологий конечного использования	• Прогноз на основе энергоемкостей (UEC) технологий, обеспечивающих необходимые объемы «энергетических услуг» для каждого типа зданий
Коммерческий сектор	• 10 вида энергетических нужд • 11 типов зданий • 11 технологий распределенной генерации • 63 технологии конечного использования	
Промышленный сектор	• 7 энергоемких отраслей обрабатывающего сектора • 8 неэнергоемких отраслей обрабатывающего сектора • 6 отраслей, не обрабатывающего сектора • Промышленная энергетика (блок-станции)	• Прогноз на основе энергоемкостей: • по этапам производственных процессов • по направлениям конечного использования энергии (end-uses) и их объемов для отрасли

Источник: EIA US DOE

Практика нормативного подхода к прогнозу спроса. МЭА

Структура модели энергопотребления для промышленного сектора

Производство энергоемкой продукции в натуральном выражении эконометрически прогнозируется на основе отчетных тенденций с учетом следующих переменных: рост добавленной стоимости в промышленности, рост населения, потребление на душу населения в предыдущем году и темп его роста, временная константа, характеризующая инерционность роста производственных мощностей

Источник: IEA

Практика нормативного подхода к прогнозу спроса. МЭА

Технологии конечного потребления по подсекторам промышленности

Прогноз энергоемкости (электроемкости) для выделенных отраслей формируется с учетом оптимизации состава существующих и новых технологий с разными удельными показателями потребления энергоресурсов

Источник: IEA

Практика нормативного подхода к прогнозу спроса. МЭА

Структура модели энергопотребления для зданий

Прогноз спроса в коммерческом секторе и у населения связан с динамикой роста площадей коммерческих и жилых зданий соответственно, и предполагает оценку по объемам 6 конечных энергетических нужд

Источник: IEA

Практика нормативного подхода к прогнозу спроса. МЭА

Технологии обеспечения энергетических нужд зданий

Для каждой энерготехнологии предусмотрены несколько ее вариантов, характеризующихся разными уровнями эффективности использования энергоресурсов и инвестиционными затратами. Кроме того, есть возможность переключения между разными технологиями

Источник: IEA

Практика нормативного подхода к прогнозу спроса. МЭА

Структура модели энергопотребления на транспорте

Для каждого вида транспорта производится эконометрическая оценка показателей экономической активности, измеряемых в пассажиро-километрах и тоннах на километр, как функция численности населения, ВВП и цен топлива. Показатель экономической активности в автодорожном транспорте связан с ценой топлива посредством эластичности на километр, которая позволяет учесть эффект увеличения использования автомобилей при росте экономичности двигателей

Источник: IEA

Практика нормативного подхода к прогнозу спроса. МЭА

Прогноз распространения автомобилей, как в случае пассажирского транспорта, так и автодорожного транспорта в целом, делается на основе модели собственности (the stock model), основаной на S-образной функции Гомпертца. Данная модель вычисляет распространение автомобилей на основе дохода (ВВП) и двух переменных: уровня зрелости (максимальный уровень распространения автомобилей в стране/регионе) и скорости, с которой данный уровень зрелости достигается.

$$V_t = ye^{ab^{bGDP_t}}$$

,

где – Vt распространение автомобилей (количество на 1000 человек);

y – уровень зрелости (количество на 1000 человек);

a и b – параметры, определяющие форму функции (т. е. скорость достижения уровня зрелости).

Уровень зрелости основан на нескольких специфических характеристиках страны/региона, таких как плотность населения, урбанизация и развитие дорожной инфраструктуры.

Источник: IEA

Практика нормативного подхода к прогнозу спроса. Проблемы

Проблема 1. Нормативные методы неявно, но используют эконометрический подход – при прогнозировании производства или потребления натуральных объемов нескольких десятков видов промышленной продукции, коммерческих и бытовых услуг.

Проблема 2. Детализация прогноза экономики до уровня десятков видов продукции и услуг крайне трудоемка и, как правило, заменяется экспертными оценками по разным источникам. Разнородные (по времени и предпосылкам) отраслевые/региональные прогнозы создаваемая прогнозными объемами не согласуется с общей прогнозной динамикой ВВП

Проблема 3. Требуются подробные прогнозы изменений в технологической структуре производства каждого из видов продукции или услуг: какие технологии придут на смену существующим, когда и в каком объеме, как могут улучшиться существующие технологии. Когда количество технологий достигает сотен и тысяч, как правило, эти оценки носят экспертный и несистемный характер (данные разных источников)

Пример: NEMS, PRIMES – 300-350 технологий, SAGE – 1500 технологий

Проблема 4. Изменения в технологической структуре производства, улучшения существующих технологий, соответствующие объемы энергосбережения и энергозамещения определяются без обратной связи с экономикой – без учета финансовых возможностей отраслей, в т.ч. инвестиционных ресурсов.

Основные практики прогноза спроса

На основе эластичности электропотребления по ВВП

- применим для неизменных параметров и структуры экономики, не работает при нарушении монотонности трендов: в условиях кризисов, серьезных структурных изменений в экономике
- чувствителен (особенно для регионов) к изменению «финансовой» части ВВП, не связанной с энергопотреблением; высокая неравномерность показателей экономики на уровне регионов, не учитывает дискретные возмущения за счет инвестпроектов

Метод экспертных оценок/форсайт

- социологический подход, формирование консенсус-прогноза, без формальной связи между показателями экономики и энергопотребления; проблема сопоставимости мнений по исходной базе (прогноз экономики)
- проблема поиска экспертов, взвешивания мнений по компетенции, практически неприменим для регионов с учетом требования связности с прогнозом по стране.

Метод аналогий

- проблема поиска страны- «экономического аналога»; исторические аналоги по ВВП неадекватны с точки зрения структуры экономики и технологической базы, формирующей спрос
- практически неприменим для отдельных регионов, не учитывает вклад отдельных инвестпроектов

Прочие практики прогнозирования спроса

«Сверху вниз» (на основе сценариев соц-экон. развития)

- требует моделирования/дезагрегирования показателей экономики регионов
- рассматривает и приростную, и базовую часть спроса в целом
- связывает показатели электроемкости с финансовыми характеристиками отраслей-потребителей
- требует дополнения за счет «вписывания» вкладов инвестпроектов

«Снизу вверх» (на основе заявок потребителей и т.п.)

- по сути региональный, с возможным агрегированием на уровень страны
- проблема полноты и достоверности заявок по всем годам прогноза
- заявками описывается прирост спроса (1-3% от общего), отсутствует видение по динамике «базы» - существующих потребителей

Требования к прогнозу спроса в действующей нормативной базе

- Постановление Правительства № 823 от 17.10.2009 «О схемах и программах перспективного развития электроэнергетики»

  Формирует общую систему требований к прогнозу спроса на электроэнергию, исходя из:
  - прогноза социально-экономического развития на долгосрочную перспективу,
  - статистических данных о фактическом потреблении электрической энергии;
  - данных о заявках на технологическое присоединение;
  - данных, предоставляемых крупными энергоемкими потребителями;
  - информации об инвестиционных проектах, реализация которых планируется на территории субъекта РФ.
- Закон «О стратегическом планировании в Российской Федерации» № 172-ФЗ от 20.06.2014 г.

  Определяет взаимосогласованность отраслевых прогнозов (генеральных схем) с другими документами стратегического планирования:
  - Прогнозами социально-экономического развития страны и субъектов РФ, содержащим
    - основные показатели социально-экономического развития, балансы по основным видам экономической деятельности и институциональным секторам экономики
  - Энергетической стратегией, содержащей
    - показатели развития отраслей ТЭК, согласованные в рамках прогнозного энергетического баланса

Отличительные особенности комплексного прогноза электропотребления

	Прогноз «снизу-вверх»	Прогноз «сверху вниз»
Проблемная сторона	❖ Достоверность «приростного спроса» экономических субъектов – реализации новых заявок по объемам и срокам ❖ Достоверность «базового спроса» экономических субъектов - динамики платежеспособного спроса существующих потребителей	❖Учет неравномерности прогнозов спроса по регионам/секторам экономики с учетом возмущений, вносимых крупными инвестиционными проектами экономических субъектов
Решение в рамках комплексного подхода	❖Прогноз динамики развития секторов экономики ❖ Прогноз динамики повышения энергоэффективности (электроемкости) секторов экономики в увязке с динамикой инвестиций	Постоянная актуализация состава и параметров крупных инвестиционных проектов на основе данных по заявкам потребителей с учетом их финансовой обеспеченности

Требования к прогнозированию регионального спроса на топливо и энергию на основе показателей экономики

- Непротиворечивая система прогнозов национального и регионального уровня (ЕЭС-ОЭС-региональные энергосистемы, страна-субъекты РФ)
- Прогнозирование энергопотребления на основе прогнозов социально-экономического развития страны и регионов
- Разделение экономических (производственных) и энергетических переменных. Первые являются экстенсивными, а вторые интенсивными:
  - экономические переменные (выпуски продукции и т. п.) определяют масштабы развития секторов экономики
  - энергетические переменные (энергоемкости) – интенсивности потребления энергоносителей в секторах экономики
- Применение не натуральных, а стоимостных выпусков ВЭД в качестве экстенсивных переменных
- Представление прогнозной динамики производственных и энергетических переменных в виде базовых трендов и накладываемых на них возмущений:
  - статических (импульсных), которые определяются крупными инвестиционными проектами, реализуемыми, как правило, в достаточно сжатые сроки
  - динамических (длительных), определяемых мероприятиями длительного характера, прежде всего, энергосберегающими и энергозамещающими, не учтенными в базовом тренде.
- Учет обратных макроэкономических (инвестиционных) зависимостей при прогнозировании интенсивных переменных – электроемкостей.

Общая схема прогнозирования электропотребления на основе экономических показателей ВЭД и проектов

Прогноз конечного электропотребления опирается на:
- ***детализированные (по ВЭД и субъектам РФ) макроэкономические показатели***
- ***ретроспективные данные об электроемкости региональной экономики***
- ***параметры новых инвестиционных проектов.***

Детализированные данные прогнозов соц-экон. развития страны и регионов

- ***стоимостные выпуски ВЭД***
- ***инвестиции ВЭД***
- ***доходы населения и численность***
- ***цены на топливо и энергию***

Реестр инвестиционных проектов

Экономические показатели

Энергетические показатели

Отчетные данные по электробалансам страны и регионов

Отчетная динамика электроемкостей по ВЭД и в домашних хозяйствах

Отчетные данные по экономике страны и регионов

Отчетная динамика инвестиций по ВЭД

Расчет энергопотребления по регионам

Энергопотребление ВЭД (базовая траектория):
- *прогноз энергоемкостей с учетом динамики инвестиций*
- *корректировка трендов с учетом инвестиционных проектов*
- *прогнозная динамика выпусков ВЭД*

Энергопотребление ВЭД (проектная траектория):
- *показатели электропотребления инвестпроектов (с учетом динамики строительства и ввода в эксплуатацию)*

Энергопотребление домашних хозяйств:
- *прогноз энергоемкостей с учетом численности населения и цен на топливо и энергию*
- *прогнозная динамика численности населения*

Основные требования к прогнозу экономики страны и регионов для целей прогноза электропотребления

Этап 1. Разработка развернутого прогноза развития экономики СТРАНЫ в целом в разрезе ВЭД с выделением экономических переменных, необходимых для прогноза электропотребления

Этап 2. Прогноз «проектной» траектории развития экономики регионов на основе актуальной базы данных по перспективным инвестиционным проектам

Этап 3. Определение ретроспективной динамики развития экономики регионов с выделением экономических переменных, необходимых для прогноза электропотребления

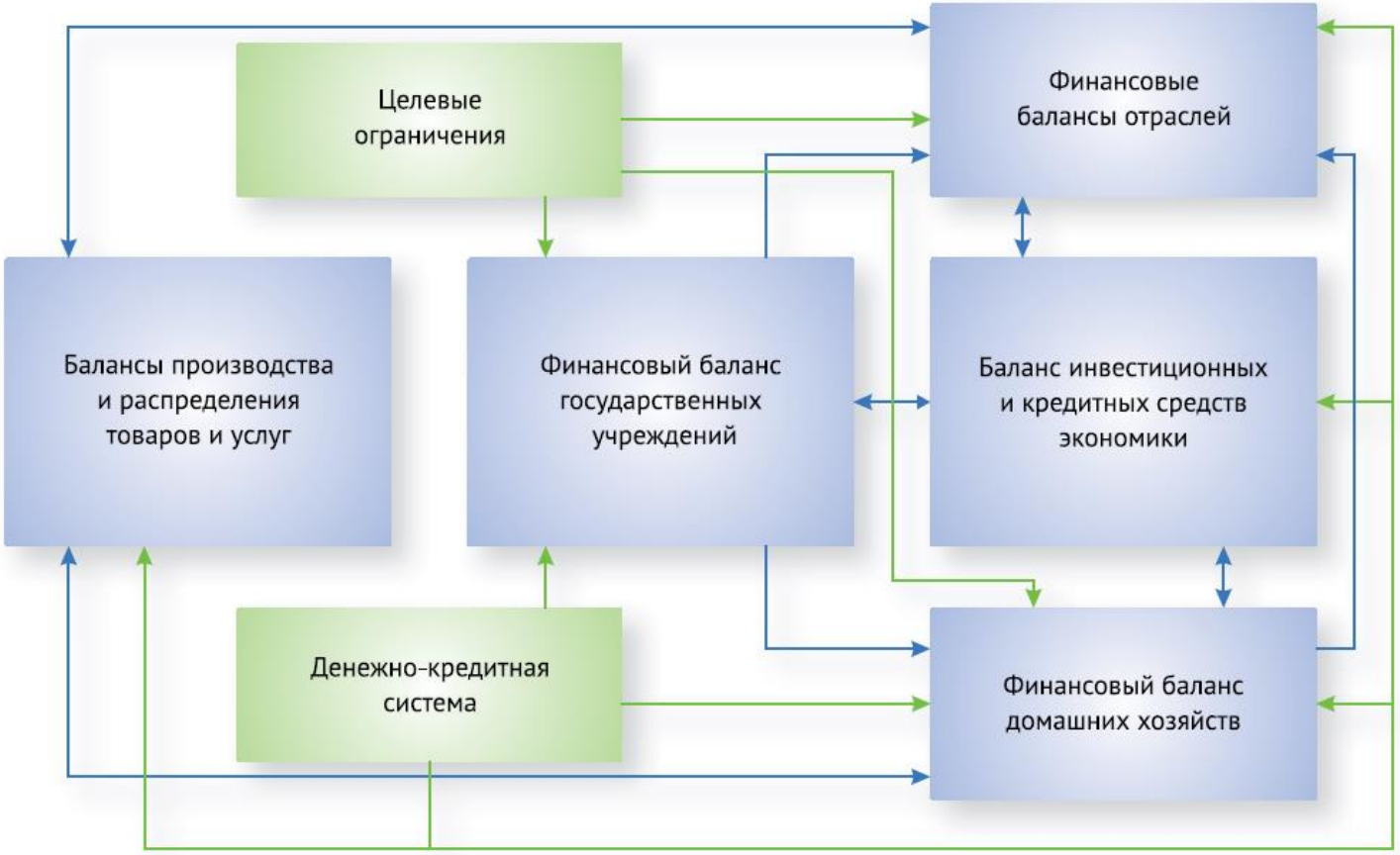
Этап 4. Прогноз «трендовой» траектории развития экономики регионов на основе детализации прогноза экономики страны и сложившихся в ретроспективе тенденций

Этап 5. Формирование итоговых показателей социально-экономического развития регионов России на основе совокупности «трендовой» и « проектной» траекторий развития

Источник: ИНЭИ РАН

Инструментарий для детализации прогноза экономики России для целей прогноза электропотребления

Межотраслевая оптимизационная нелинейная «модель энергетики в экономике» («МЭНЭК»)



Основные ограничения, учитываемые на уровне прогноза социально-экономического развития страны

- Балансы производства и распределения 30 продуктов (во внутренних ценах базового года), из них 9 видов топлива и энергии.
- Финансовые балансы 25 производственных отраслей в текущих ценах (в ценах прогнозных лет), из них 5 отраслей энергетического комплекса.
- Баланс денежных потоков банковской системы.
- Баланс доходов и расходов совокупности домашних хозяйств.
- Баланс доходов и расходов сводного государственного бюджета страны (включая государственные внебюджетные фонды).
- Платежный баланс страны.
- Баланс инвестиционных средств экономики.
- Баланс производства и использования добавленной стоимости экономики.
- Баланс трудовых ресурсов

Совместная оптимизация системы межотраслевых и финансовых балансов по ВЭД (системы объемов и цен продукции и услуг) является нелинейной задачей

Состав отраслей, выделяемых на уровне прогноза социально-экономического развития страны

1. Сельское и лесное хозяйство, охота;
2. Добыча сырой нефти;
3. Газовая промышленность (включая магистральные газопроводы);
4. Добыча угля и торфа;
5. Добыча полезных ископаемых, кроме топливно-энергетических;
6. Производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака;
7. Текстильное и швейное производство;
8. Производство кожи, изделий из кожи и производство обуви;
9. Обработка древесины и производство изделий из дерева;
10. Целлюлозно-бумажное производство, издательская и полиграфическая деятельность;
11. Производство кокса и нефтепродуктов;
12. Химическое производство;
13. Производство резиновых и пластмассовых изделий;
14. Производство прочих неметаллических минеральных продуктов;
15. Металлургическое производство и производство готовых металлических изделий;
16. Производство котлов и реакторов;
17. Производство машин и оборудования;
18. Производство турбин;
19. Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования;
20. Производство трансформаторов и электрогенераторов;
21. Производство транспортных средств и оборудования;
22. Прочие обрабатывающие производства
23. Производство и распределение электроэнергии, газа и воды (раздел Е по ОКВЭД);
24. Строительство;
25. Трубопроводный транспорт;
26. Железнодорожный транспорт;
27. Прочие виды транспорта;
28. Связь;
29. Прочие коммерческие услуги

Источник: ИНЭИ РАН

Особенности прогнозирования экономики в региональном разрезе

- Корректные взаимосвязи между внутренним валовым продуктом страны (ВВП) и валовым региональным продуктом (ВРП)
- Корректные процедуры дезагрегирования/агрегирования показателей между национальным и региональным уровнем
- Существенно меньший объем экономической статистики на региональном уровне
- Дискретное влияние крупных инвестиционных проектов, резко меняющих тенденции в структуре экономики региона и в региональной структуре соответствующих ВЭД

Требования к формированию «проектной» траектории развития экономики страны и регионов

Перспективный инвестиционный проект

- ✓сроки реализации
- ✓проектная мощность (выпуск продукции);
- ✓объемы инвестиций по годам (прКВijt);
- ✓приросты выпуска продукции по ВЭД (прВВijt);

«Проектная» траектория региона

- ✓суммарные отраслевые приросты выпусков {прВВijt}
- ✓суммарные отраслевые инвестиции {прКВijt}

«Проектная» траектория страны

- ✓суммарные отраслевые приросты выпусков {прВВit}
- ✓суммарные отраслевые инвестиции {прКВit}

Количество отобранных крупных инвестпроектов, шт

Виды экономической деятельности (по ОКВЭД)	РФ	ЦФО	СЗФО	ЮФО	СКФО	ПФО	УрФО	СФО	ДВФО
Всего	**884**	**327**	**53**	**61**	**84**	**138**	**34**	**26**	**86**
Сельское хозяйство	**143**	69	2	11	23	21	6	2	4
Добыча ТЭР	**36**	2	12	1	1	6	0	0	9
Добыча полезных ископаемых, кроме ТЭР	**388**	152	18	27	44	60	9	15	37
Производство кокса и нефтепродуктов	**16**	10	1	1	0	2	0	0	2
Обрабатывающие производства	**122**	24	13	7	6	20	4	7	18
Производство и распределение э/энергии, газа и воды	**17**	12	0	0	0	2	0	0	0
Строительство	**162**	58	7	14	10	27	15	2	16
Транспорт (кроме трубопроводного)	**884**	327	53	61	84	138	34	26	86
Трубопроводный транспорт	**143**	69	2	11	23	21	6	2	4
Связь	**36**	2	12	1	1	6	0	0	9
Прочие ВЭД	**388**	152	18	27	44	60	9	15	37

Источник: ИНЭИ РАН

Влияние крупных инвестиционных проектов на перспективное развитие отраслей экономики (проектная траектория)

Доля выпусков, обусловленных крупными инвестпроектами в суммарных выпусках отраслей, %

	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Сельское и лесное хозяйство, охота	0,8	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Добыча полезных ископаемых, кроме ТЭР	17,6	22,5	30,5	33,7	34,8	35,7	36,1
Обрабатывающие производства без НПР	2,6	3,0	3,4	3,8	4,2	4,5	4,7
Строительство	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Транспорт (кроме трубопроводного)	5,3	6,9	8,4	9,3	9,6	9,6	9,5
Связь	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Прочие услуги	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
ВСЕГО	**1,4**	**1,7**	**2,1**	**2,3**	**2,4**	**2,5**	**2,6**

Доля инвестиций, обусловленных крупными проектами в суммарных инвестициях отраслей, %

	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Сельское и лесное хозяйство, охота	4,0	2,5	1,9	1,0	0,8	0,8	0,8
Добыча полезных ископаемых, кроме ТЭР	32,7	26,5	18,1	14,2	12,3	16,6	17,9
Обрабатывающие производства без НПР	36,5	25,6	14,9	9,6	7,3	6,6	6,0
Строительство	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Транспорт (кроме трубопроводного)	42,2	22,5	17,3	4,8	4,8	3,2	1,2
Связь	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие услуги	1,4	1,0	0,8	0,4	0,3	0,2	0,2
ВСЕГО	**15,4**	**9,6**	**6,5**	**3,1**	**2,6**	**2,2**	**1,8**

Источник: ИНЭИ РАН

Влияние крупных инвестиционных проектов на перспективное развитие отраслей экономики (проектная траектория)

Доля выпусков, обусловленных крупными инвестпроектами в суммарных выпусках ФО, %

	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Россия – всего	**1,4**	**1,7**	**2,1**	**2,3**	**2,4**	**2,5**	**2,6**
Центральный ФО	1,4	1,7	1,9	2,1	2,1	2,1	2,0
Северо-Западный ФО	1,8	2,3	3,1	3,5	4,0	4,1	4,4
Южный ФО	1,4	1,6	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
Северо-Кавказский ФО	2,4	3,0	3,5	3,9	4,2	4,2	4,3
Приволжский ФО	0,8	1,0	1,2	1,3	1,4	1,3	1,3
Уральский ФО	0,9	1,0	1,2	1,5	1,7	1,9	2,0
Сибирский ФО	1,8	2,2	2,5	2,8	2,9	3,0	3,2
Дальневосточный ФО	2,6	3,4	4,3	4,7	5,3	6,3	7,1

Доля инвестиций, обусловленных крупными проектами в суммарных инвестициях ФО, %

	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Россия всего	**15,4**	**9,6**	**6,5**	**3,1**	**2,6**	**2,2**	**1,8**
Центральный ФО	16,2	8,5	7,0	1,0	0,7	0,3	0,2
Северо-Западный ФО	15,7	13,0	9,9	6,6	4,5	4,2	3,9
Южный ФО	3,0	2,0	2,5	3,6	4,9	3,5	1,5
Северо-Кавказский ФО	11,0	7,7	4,7	0,1	0,0	0,0	0,0
Приволжский ФО	8,4	5,2	2,6	0,9	0,4	0,3	0,3
Уральский ФО	10,8	4,9	2,0	2,8	2,8	2,0	0,1
Сибирский ФО	12,7	7,5	3,9	1,5	1,5	2,3	2,7
Дальневосточный ФО	43,0	34,8	24,4	17,5	15,7	14,6	13,5

Источник: ИНЭИ РАН

Требования к формированию «трендовой» траектории развития экономики страны и регионов

«Проектные» траектории отраслей в целом по стране

✓суммарные отраслевые приросты выпусков по значимым инвестпроектам
✓суммарные отраслевые инвестиции по значимым инвестпроектам

База данных по ретроспективной динамике развития экономики регионов России (2001-2011 гг)

✓ВРП (валовой региональный продукт)
✓доходы населения
✓объёмы валового выпуска по ВЭД по регионам
✓объёмы инвестиций по ВЭД по регионам

Прогноз развития отраслей экономики страны

✓валовой выпуск каждого ВЭД в целом по стране;
✓капвложения каждого ВЭД в целом по стране;
✓динамика валовой добавленной стоимости в экономике;
✓доходы населения в целом по стране

Отчетные тенденции изменения региональной структуры экономики России

Отчетные тенденции изменения отраслевой структуры экономики региона

Прогноз развития ВЭД без учета значимых инвестпроектов («трендовая» траектория по стране в целом)

«Трендовые» траектории развития отраслей в регионах

✓ВРП (валовой региональный продукт)
✓доходы населения
✓объёмы валового выпуска по ВЭД без учета значимых инвестпроектов
✓объёмы инвестиций по ВЭД без учета значимых инвестпроектов

Разработка согласованных сценариев социально-экономического развития субъектов РФ на основе сложившихся тенденций

Производится двухуровневая территориальная детализация сформированных на выходе первого и второго этапа показателей:

- валовой добавленной стоимости (ДСt) в стране,
- суммарных доходов населения (ДНt) в стране,
- суммарных по стране отраслевых выпусков и инвестиций за вычетом «проектных траекторий страны» (дезВВ$_i^t$ и дезКВ$_i^t$ соответственно).
- На первом уровне значения, полученные для страны, дифференцируются по 8 Федеральным Округам. В результате формируются расчетные значения для каждого Федерального Округа.
- Далее по каждому Федеральному Округу полученные значения выступают в роли задающих значений и дифференцируются по всем входящим в его состав субъектам РФ.
- Методика дифференциации задающих значений рассматриваемых показателей реализована с помощью 9 идентичных экономико-математических моделей, отличающихся друг от друга лишь составом регионов (субъектов РФ).
- Для дезагрегирования используется принцип нестрогого сохранения усредненного по нескольким предыдущим годам значения скорости изменения региональных долей валового выпуска ВЭД, добавленной стоимости, доходов населения.

Источник: ИНЭИ РАН

Формирование взаимосогласованного сценария развития экономики страны и регионов

«Трендовые» траектории развития отраслей экономики страны

✓ВРП (валовой региональный продукт)
✓доходы населения
✓объёмы валового выпуска по ВЭД без учета значимых инвестпроектов
✓объёмы инвестиций по ВЭД без учета значимых инвестпроектов

«Проектные» траектории отраслей в регионах

✓суммарные отраслевые приросты выпусков
✓суммарные отраслевые инвестиции

Сценарий социально-экономического прогноза развития регионов России

❑ согласованный с балансами продукции и услуг финансовыми балансами отраслей на уровне страны
❑ учитывающий ретроспективные темпы изменения отраслевой структуры экономики регионов
❑ отражающий качественные изменения в региональной структуре экономики страны и в отраслевой структуре экономики регионов при реализации значимых инвестпроектов

Основные требования к прогнозированию электроемкости видов деятельности на основе показателей экономики

После определения прогнозных показателей социально-экономического развития субъектов РФ решаются следующие задачи:

1. Определяются базовые тренды изменения электроемкостей ВЭД

   - решается путем сопоставления объемов потребления разных видов ТЭР в отраслях с их динамикой производства и инвестиций.

2. Формируется оценка прогнозных объемов электросбережения и углубления электрификации для отраслей

   – решается на основе методов технико-экономического анализа энергосберегающих и энергозамещающих технологий и мероприятий.

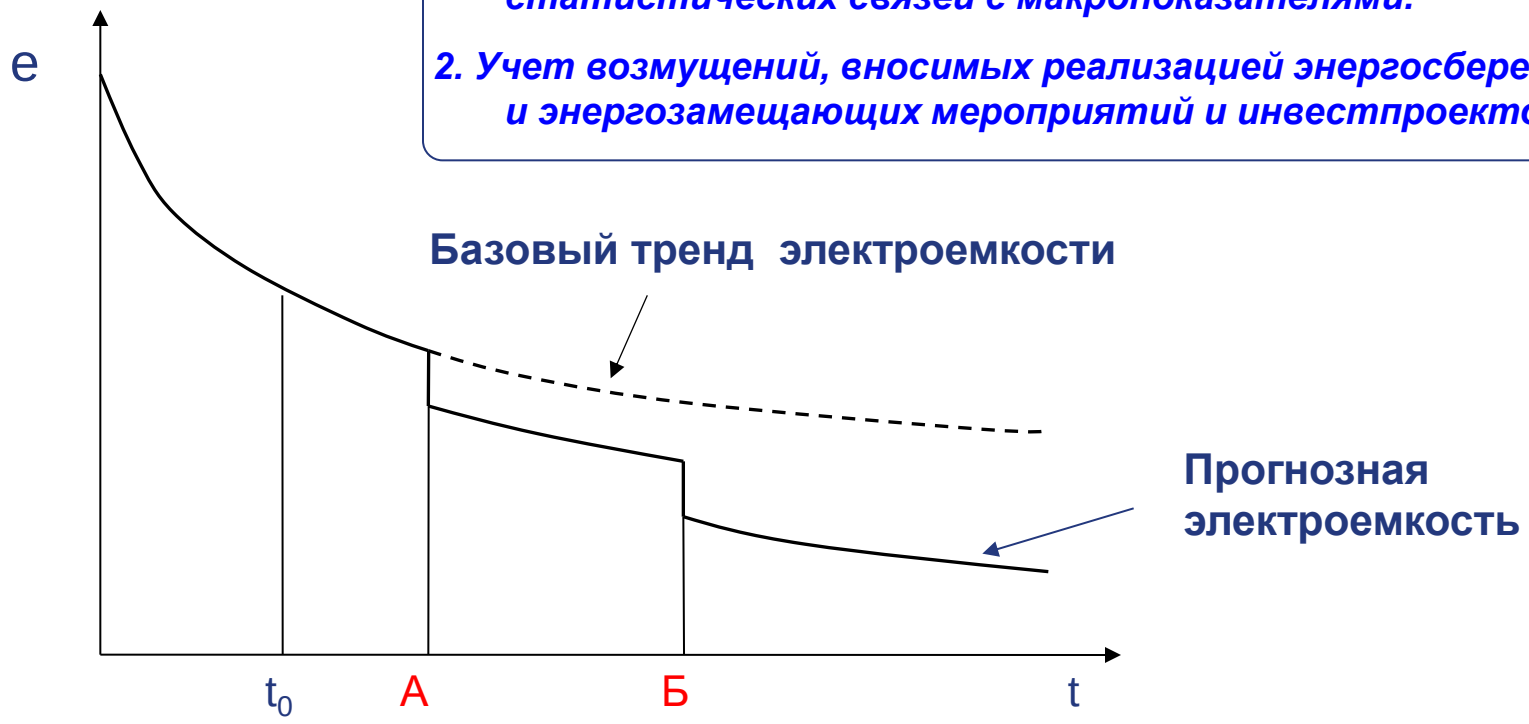
3. Для каждого значимого инвестпроекта определяются энергетические характеристики для их учета в процессе прогнозирования энергопотребления.

   - характеристики определяются проектными данными или экспертно на основе типовых или лучших технологий.

Прогнозирование электроемкостей ВЭД

Алгоритм прогнозирования электроемкостей ВЭД:

1. ***Прогнозирование базовых электрооемкостей на основе их статистических связей с макропоказателями.***
2. ***Учет возмущений, вносимых реализацией энергосберегающих и энергозамещающих мероприятий и инвестпроектов.***



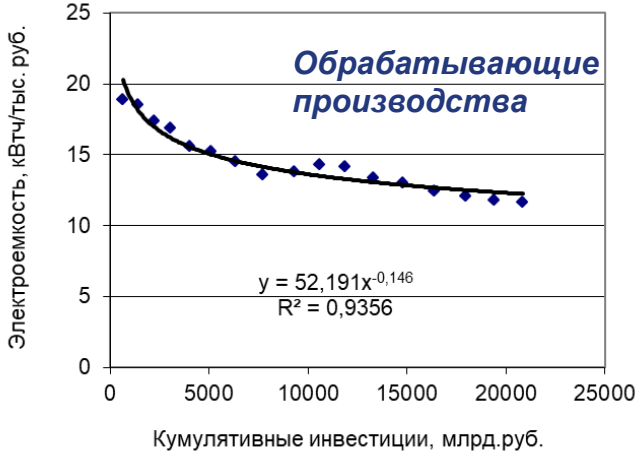
t0 – начало прогнозного периода

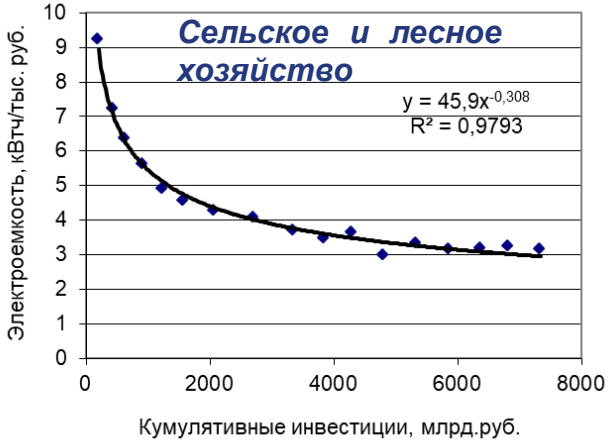
А – реализация энергосберегающего мероприятия

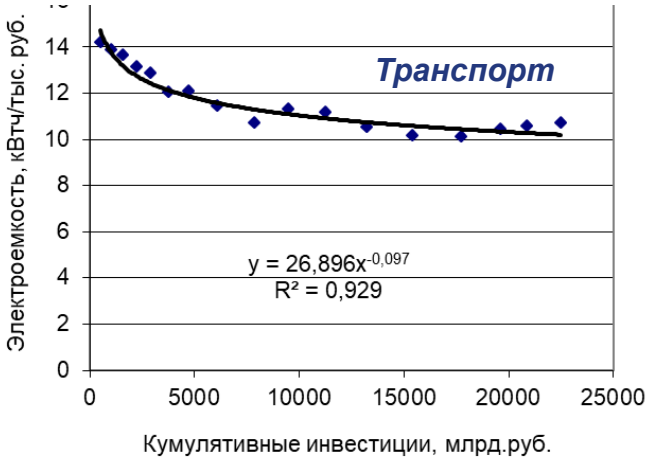
Б – реализация инвестпроекта

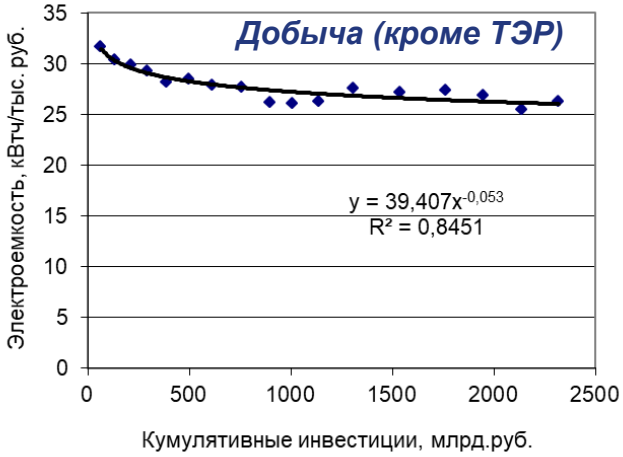
Факторы, влияющие на электроемкости основных ВЭД

Для базовых трендов энергоёмкостей ВЭД по отдельным энергоносителям решающей является связь с кумулятивными инвестициями в основной капитал соответствующего ВЭД

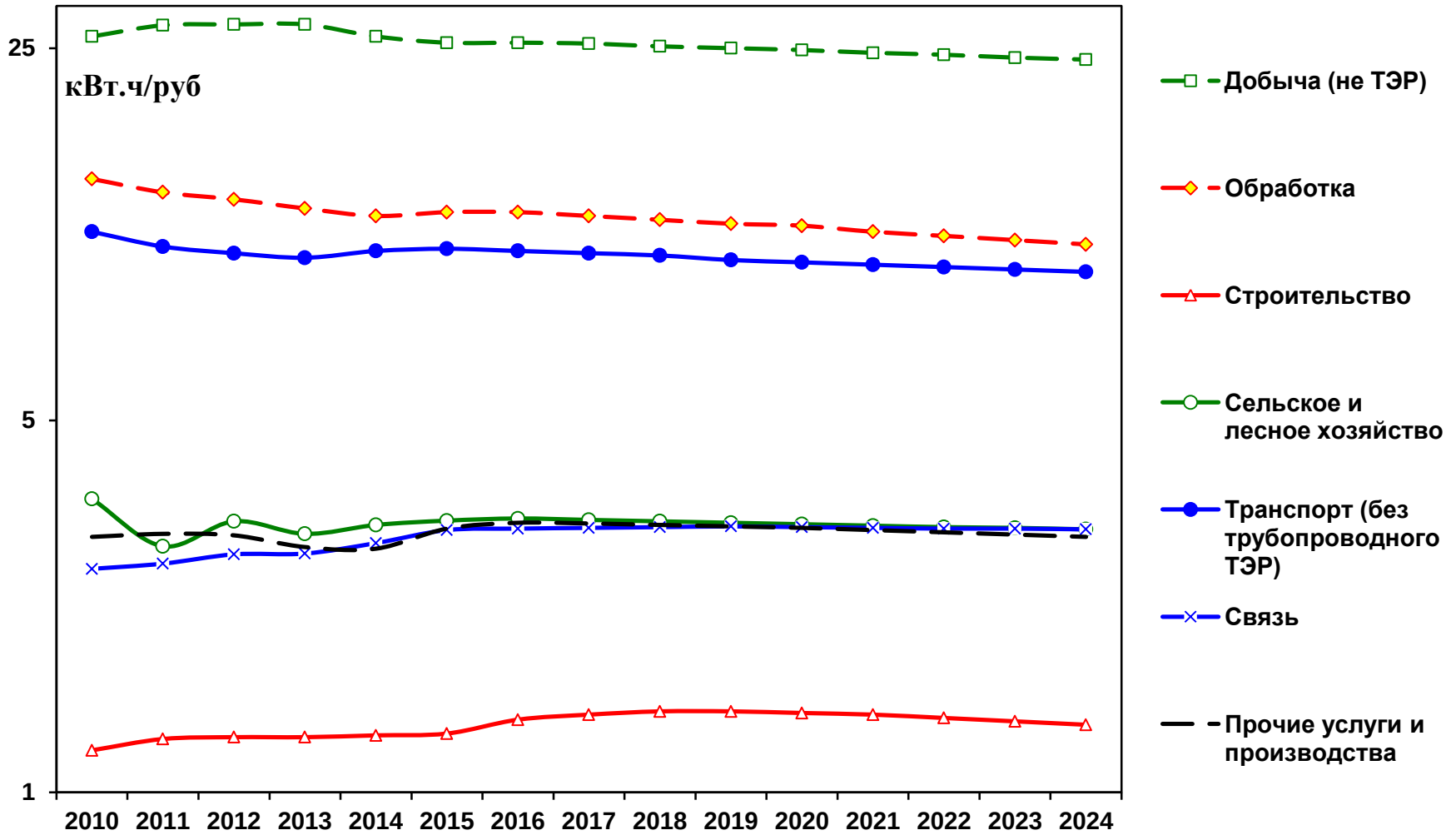






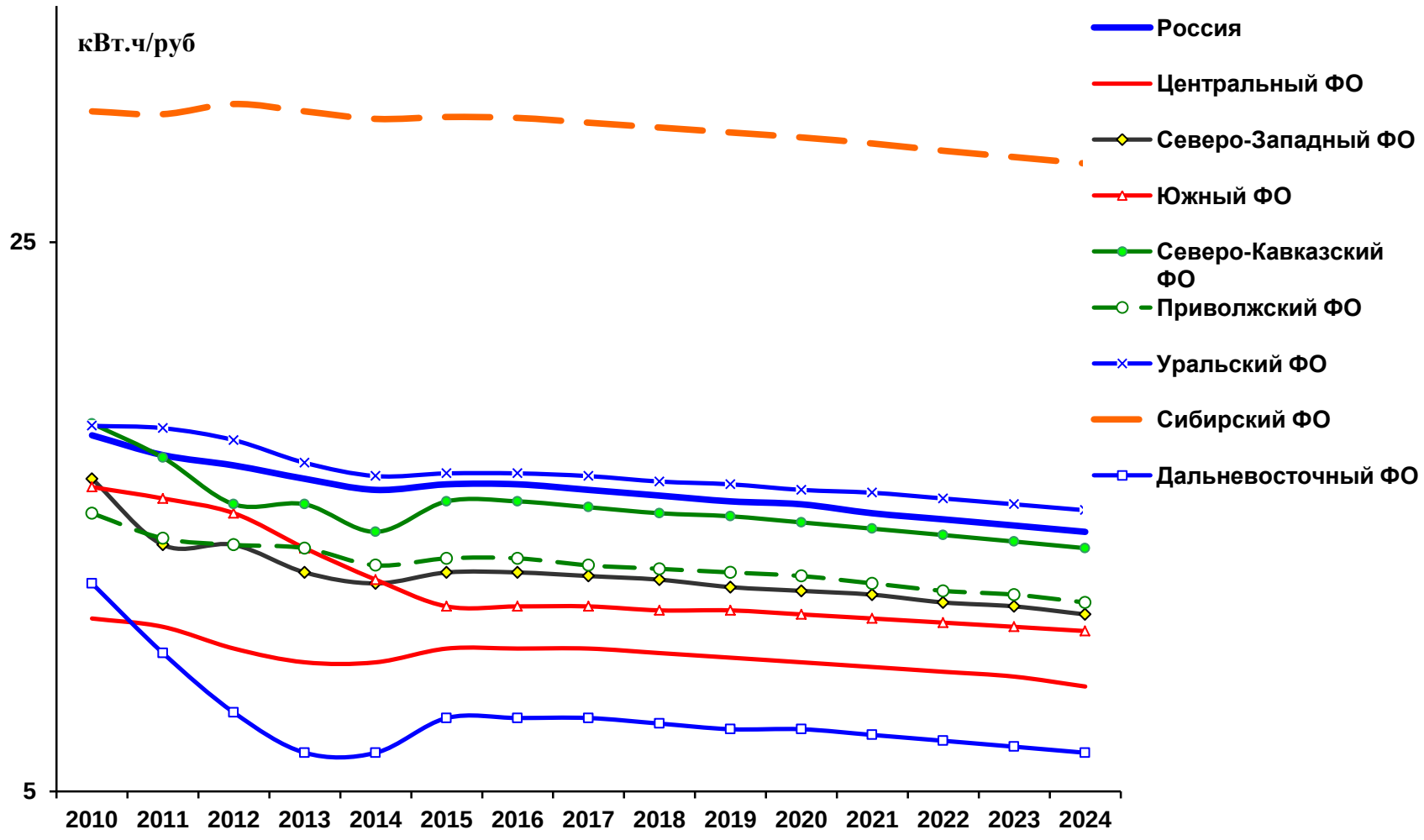


Ретроспектива и прогноз электроемкостей по секторам экономики (ВЭД) по стране



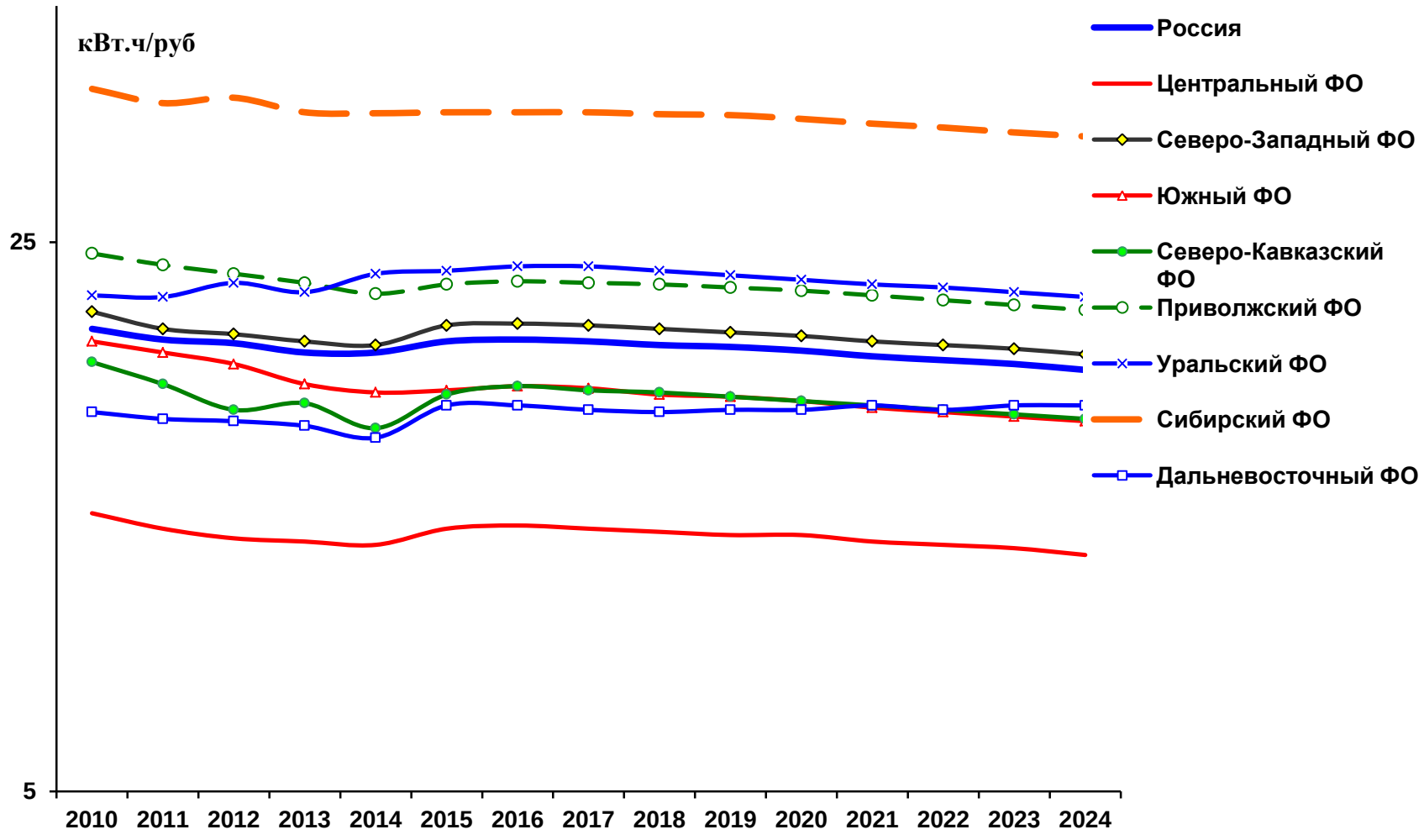
Источник: ИНЭИ РАН

Ретроспектива и прогноз электроемкостей по секторам экономики (ВЭД) по ФО (на примере сектора «Обработка»)



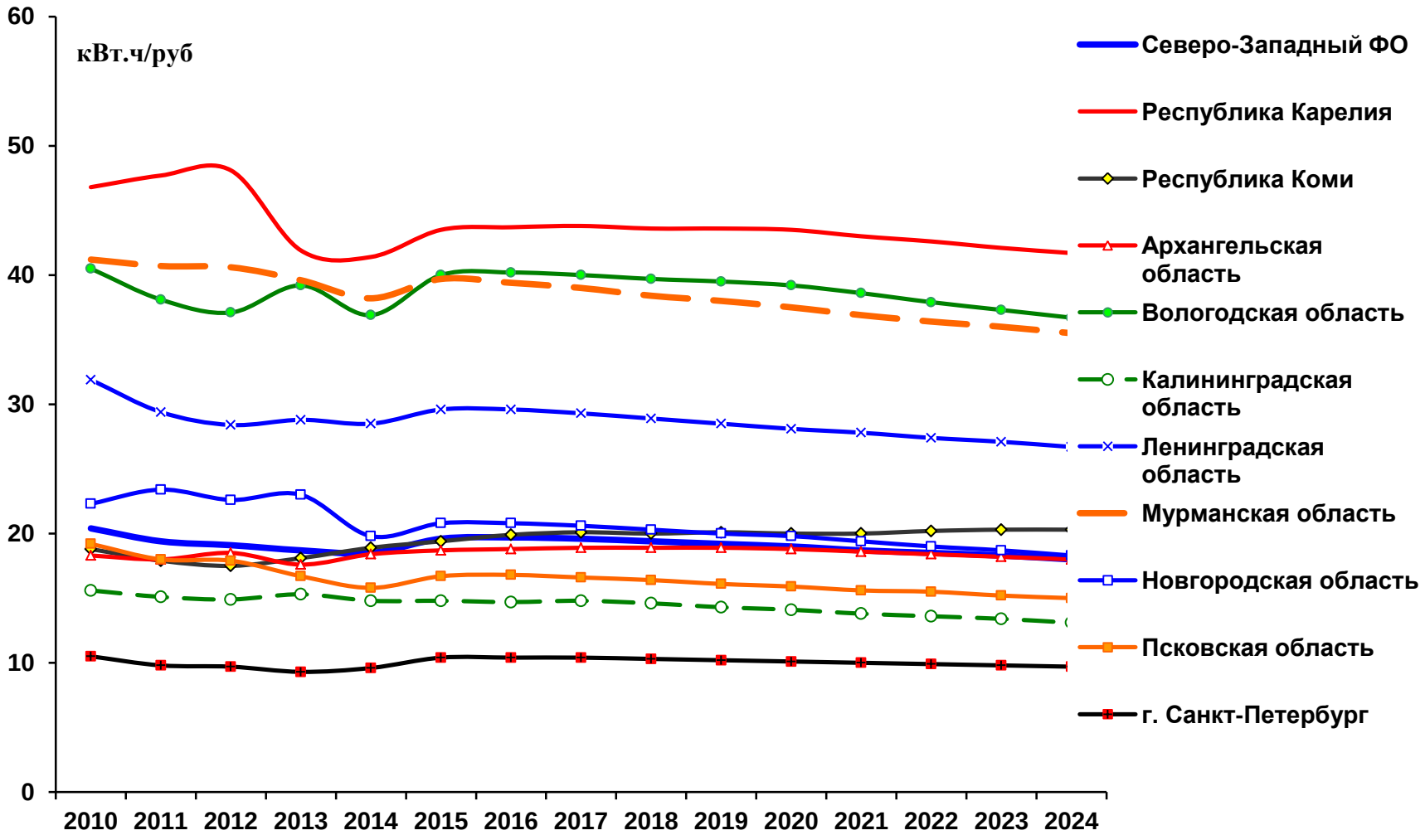
Источник: ИНЭИ РАН

Ретроспектива и прогноз электроемкостей страны и ФО, кВт.ч/руб.



Источник: ИНЭИ РАН

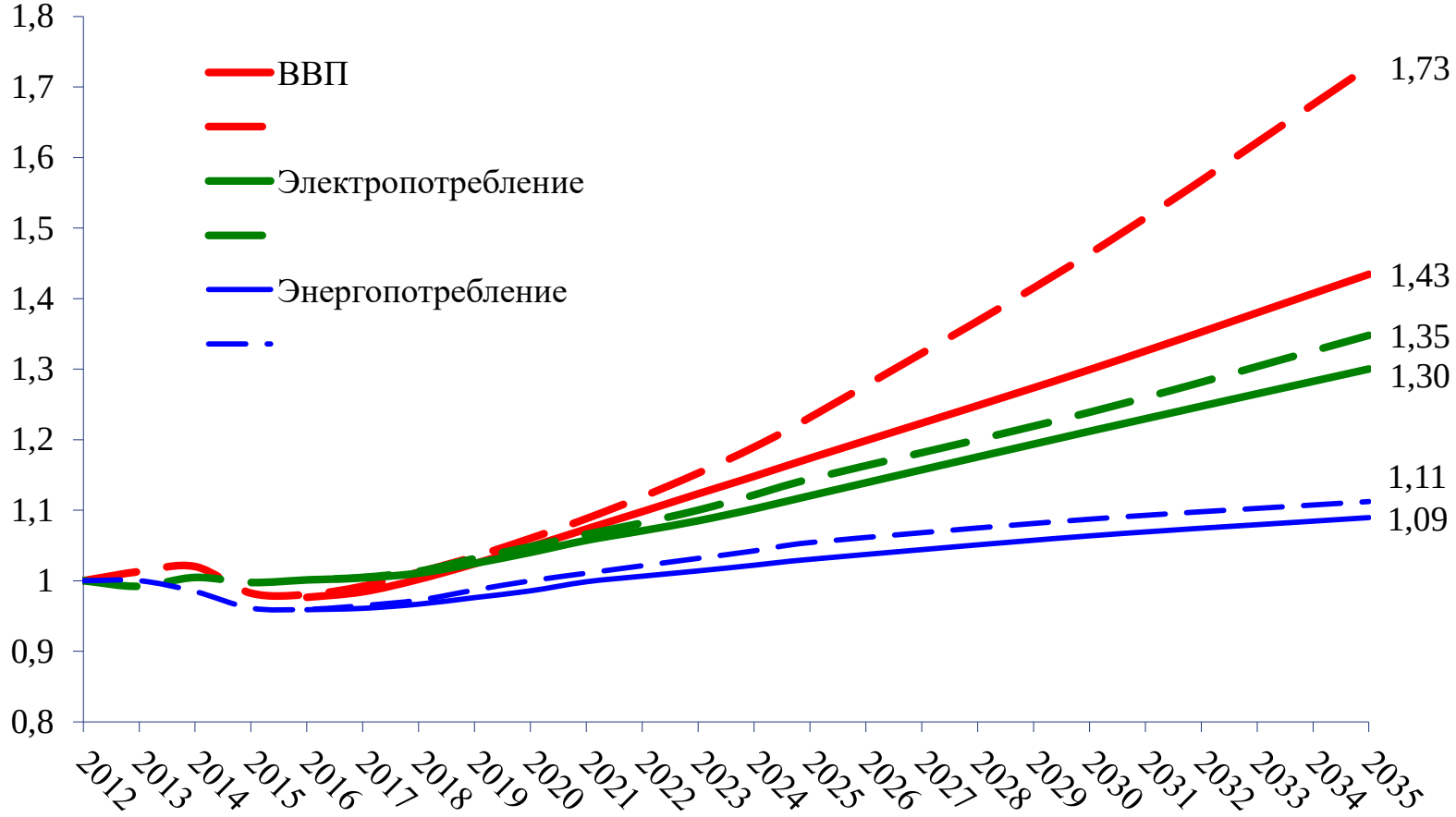
Ретроспектива и прогноз электроемкостей субъектов РФ (на примере Северо-Западного ФО)



Источник: ИНЭИ РАН

Прогноз электропотребления до 2035 года

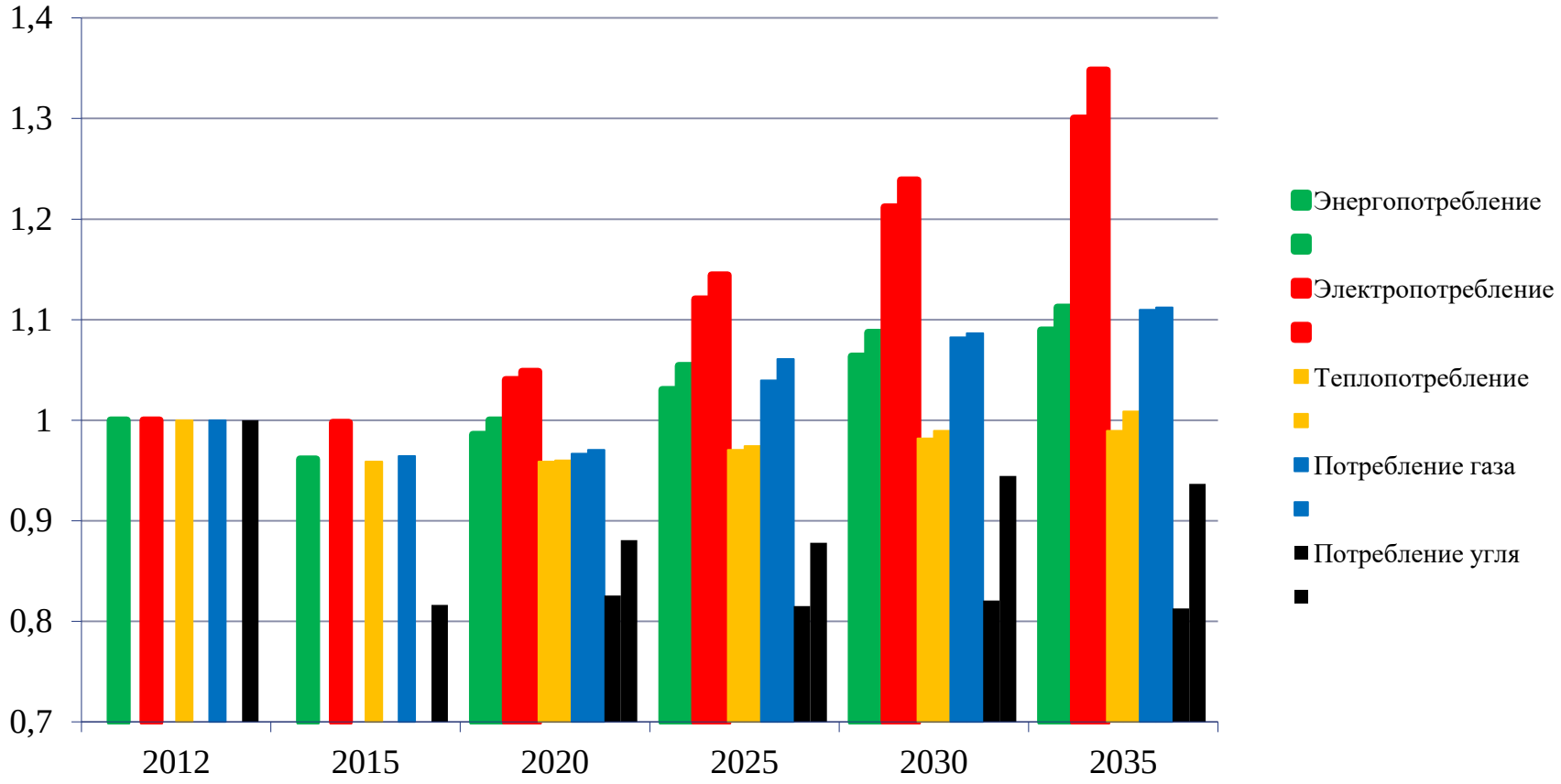
Динамика роста ВВП, энерго- и электропотребления в России в период до 2035 г. (накопленным итогом, в отн.ед. от 2012 г.)



Источник: ИНЭИ РАН

Прогноз энергопотребления до 2035 года

Динамика роста энергопотребления и основных энергоносителей в России в период до 2035 г. (накопленным итогом, в отн.ед. от 2012 г.)



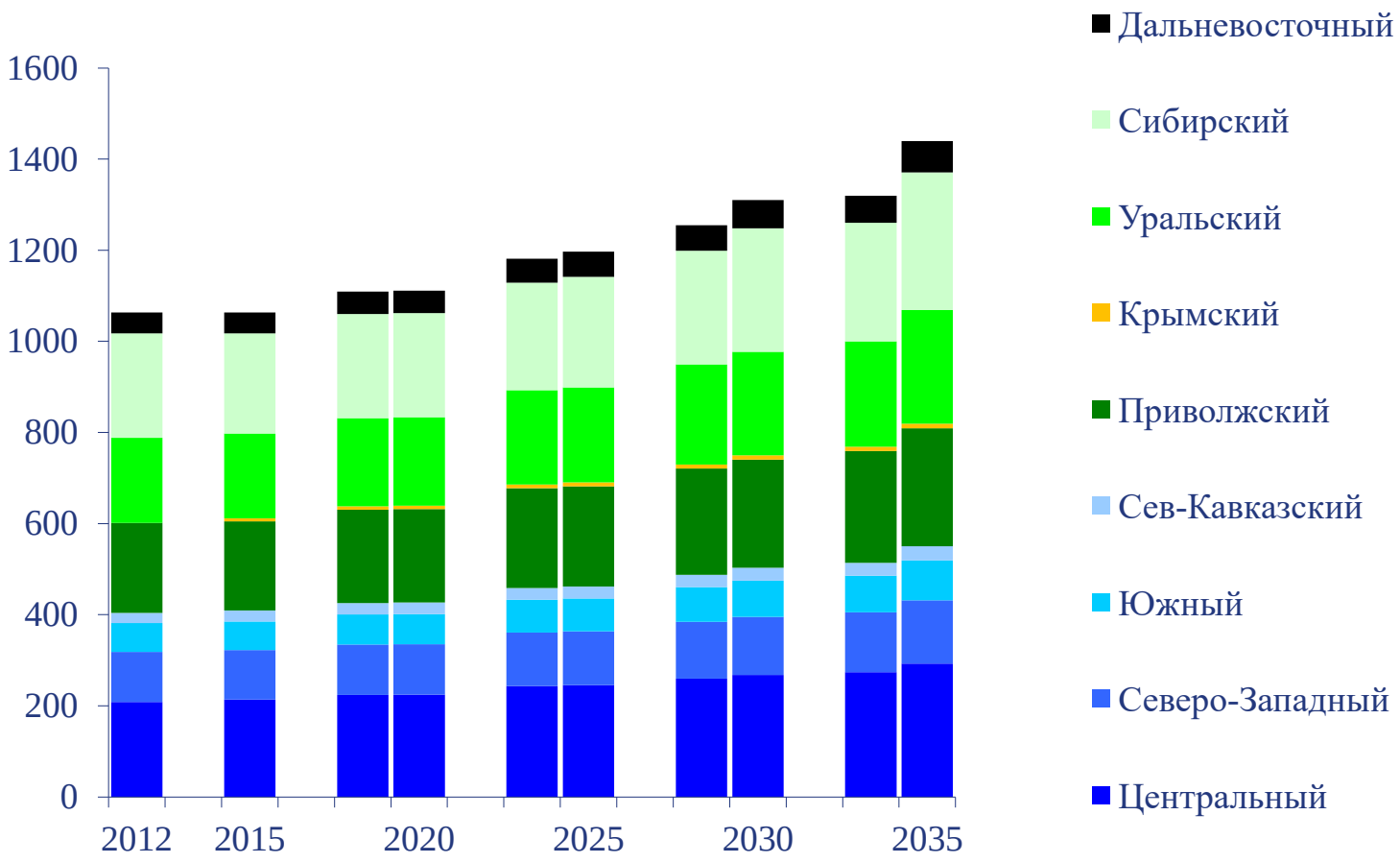
Отраслевая структура электропотребления

	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Конечное потребление – всего, в.т.ч.	**68,1%**	**68,0%**	**68,0%**	**68,7%**	**69,7%**	**70,3%**
- добыча (кроме ТЭР)	2,3%	2,4%	2,4%	2,6%	2,6%	2,8%
- обработка	29,6%	27,1%	26,8%	26,5%	26,8%	27,5%
- строительство	1,1%	1,1%	1,2%	1,3%	1,3%	0,0%
- сельское хозяйство	1,4%	1,6%	1,7%	1,7%	1,8%	2,0%
- транспорт (кроме трубопроводного)	5,6%	5,9%	6,1%	6,3%	6,4%	6,6%
- связь	0,4%	0,5%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%
- прочие ВЭД	15,2%	15,6%	15,6%	15,9%	15,8%	15,9%
- домашние хозяйства	12,5%	13,8%	13,6%	13,9%	14,3%	14,9%
Отрасли ТЭК - всего, в т.ч.	**31,9%**	**32,0%**	**32,0%**	**31,3%**	**30,3%**	**29,7%**
- добыча ТЭР	8,6%	9,8%	10,2%	10,1%	9,9%	9,8%
- преобразование ТЭР	4,0%	3,8%	3,9%	4,0%	3,9%	3,9%
- транспорт ТЭР	2,6%	1,8%	1,8%	1,7%	1,6%	1,5%
- потери в сетях	**10,3%**	**10,0%**	**9,7%**	**9,3%**	**8,9%**	**8,7%**
- собственные нужды ЭС	**6,5%**	**6,6%**	**6,4%**	**6,1%**	**5,9%**	**5,8%**

Источник: Росстат

Прогноз электропотребления до 2035 года

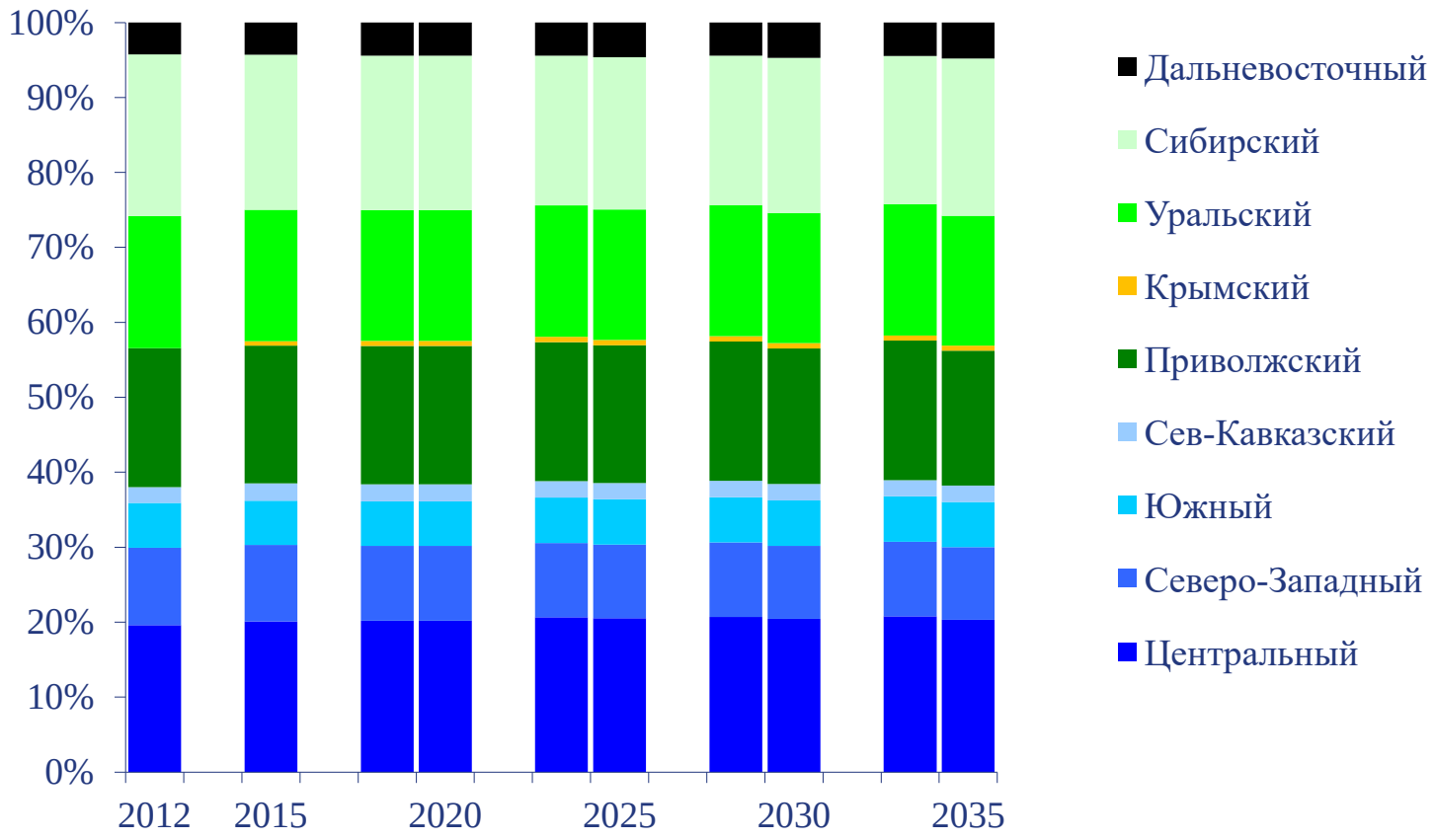
Изменение территориальной структуры электропотребления в России в период до 2035 г., млрд. кВт.ч



Источник: ИНЭИ РАН

Прогноз электропотребления до 2035 года

Изменение территориальной структуры электропотребления в России в период до 2035 г., млрд. кВт.ч



Источник: ИНЭИ РАН

Институт энергетических исследований РАН (ИНЭИ РАН)
www.eriras.ru

Федор Веселов, к.э.н., зам. директора
info@eriras.ru, erifedor@mail.ru

Спасибо за внимание!