

Сделаю несколько заметок по теме моделирования экономических процессов связанных с энергетикой, так как к сожалению похоже складывается ситуация, при которой лоббисты скоро продадут отмену так называемого "перекрестного субсидирования" стоимости электроэнергии для населения, что, на мой взгляд, приведет к негативным последствиям в целом для экономики, соответственно можно попробовать прикинуть, чем все закончится и полученные результаты "прикидки" уже использовать для конструктива людям, хотя бы на своем личном уровне.

Почему на самом деле проталкивают "отмену перекрестки" сказать сложно, можно предположить, что классика - никаких там идей нет, просто исполнители работают за деньги, а заказчики планируют операцию ради "среднесрочной" выгоды. При этом в цепочках задействовано достаточно много участников - пресса, академсектор, консультанты, чиновники, + участники так называемого "рынка" электроэнергии, + так называемые "стейкхолдеры" - мотивацию каждого можно разбирать отдельно, но намерение есть и рано или поздно вполне вероятно, что оно будет реализовано, а так как у нас в "системе" в принципе не предусмотрены механизмы содержательной обратной связи по таким вопросам, то "административный барьер" будет предположительно взят.

Т.е. да, по итогам зафиксируют "опросами" недовольство и дальше пойдут. Хотя по идее предиктивно должны отрабатывать структуры вроде "комитета по энергетике" госдумы (представители избирателей, которые пострадают) или какие то "институты"(?) связанные с общегосударственным экономическим планированием, но пока в публичных источниках (публикации в прессе и научной литературе) реакций на уже давно идущую кампанию от них не встречал.

Да и речь, по оценкам самих же "продвигателей", идет о почти **300 миллиардах** [<https://www.kommersant.ru/doc/5888885>] этой самой "перекрестки" в год (для начала), соответственно не такие уж большие затраты для заказчиков, в случае успешной операции, отобьются с лихвой.

Почему считаю, что последствия будут негативными - если отбросить "сентименты" по поводу заботы о "расходах" населения, то есть и системные моменты.

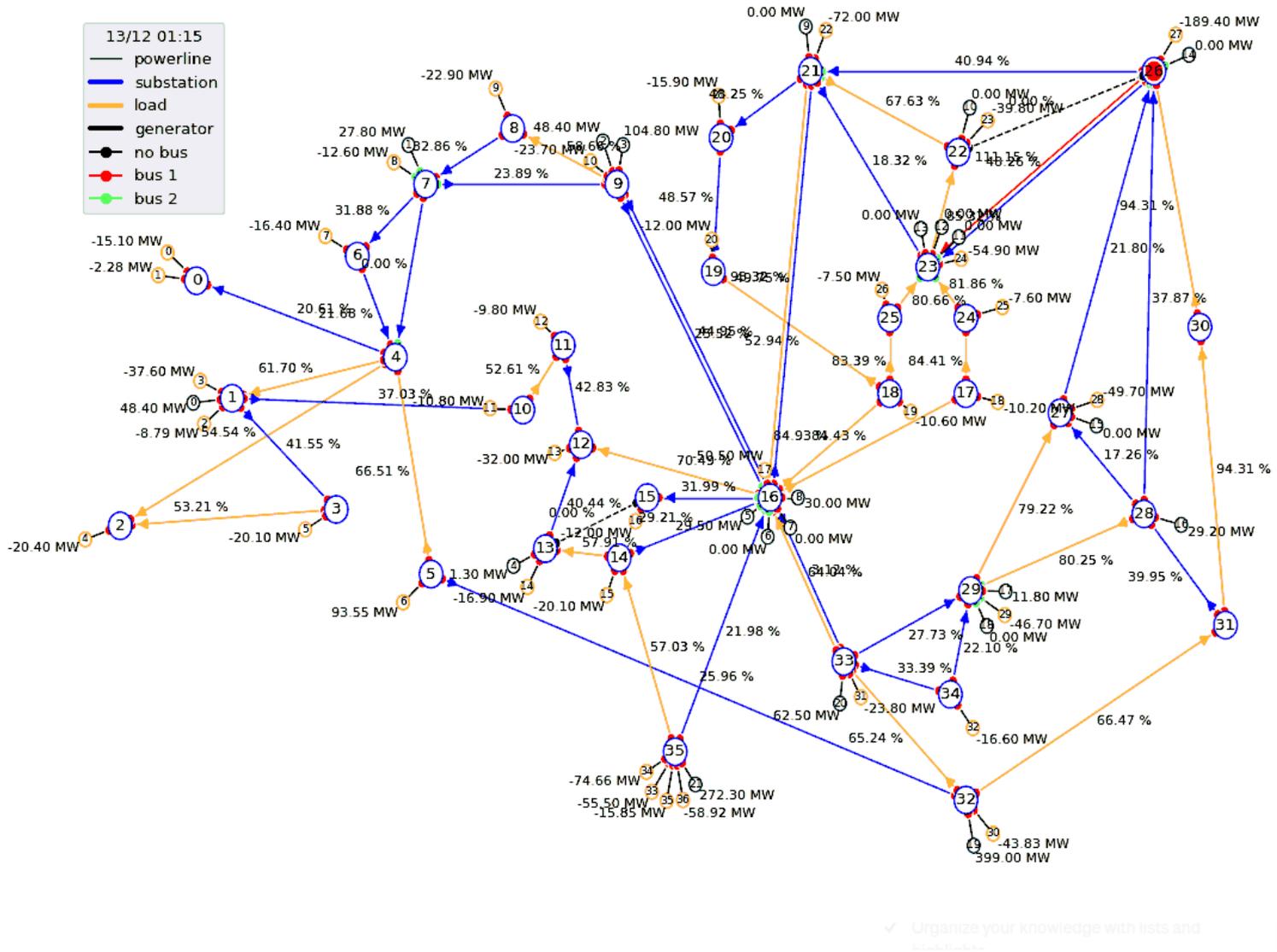
Например - низкие тарифы на энергию и ее доступность развивают потребительский сектор как таковой, который тянет за себя "стройку", иногда свое мелкое производство, изменение формата проживания и следом рождаемость. Если посмотреть мировую практику, во всех странах с высокими демографическими показателями - тарифы для населения специально сделаны низкими.

Речь идет не просто о выживаемости в ряде случаев, но и просто о качественном(=энергоемком) ИЖС, так же для России добавляется специфика использования электричества для отопления, возможной действительно массовой "электромобилизации" и достаточно сильного "экономического расслоения" по "территории" или категориям. Отказ от концепции "перекресток" кстати поднимет вопрос о себестоимости энергоснабжения с привязкой к территории или виду деятельности в принципе и тут конечно может аукнуться в итоге и заказчикам, ну ладно так далеко забегать не будем.

Аргументы "За" - изучил только не из маркетинговых материалов кампании, размещаемых в Российской пре\$\$е с словесными интервенциями экспертов тиражируемых оной же, а оригиналы по МВФовским публикациям, но об этом позже.

Это конечно субъективная оценка, попробуем дать не субъективную.

Итак, если посмотреть на "схему" электросети



то видно, что в общем случае по сути это смешанный граф (опр.) с вершинами из потребителей, генерации и узлов распределения (поэтому все "вычисления" в итоге будем проводить на "графе").

Можно взять математическое описание и достаточно сложный мат. аппарат используемый при расчете режимов, РЗА и других процессов связанных с технологией передачи электроэнергии, синхронизации генераторов для переменного тока (а сейчас "координация" появилась и для сетей постоянного тока, а также гибридов), но на первом этапе, для экономического моделирования, достаточно упрощенной "онтологии" описания.

Для моделирования процессов удобно сначала "накидать", как можно больше объектов с их характеристиками (постоянными или зависимыми от других характеристик), потом задав между ними связи (+ограничения), изменять "параметры" и смотреть, что в итоге получается с зависимыми оними.

После "накидки" убрать избыточные (для целей расчетов) объекты и/их характеристики, наполнить модель реальными начальными данными и далее уже проводить моделирование для различных сценариев исходя из разных наборов первоначальных данных и целевых функций (по которым проводится оптимизация), если их в принципе возможно сформулировать в аналитическом виде и требуется эта самая оптимизация, а не просто расчет, каких то граничных условий (например "предельной оплаты" которую в принципе потребитель потянет).

Соответственно по характерам изменений зависимых характеристик уже можно делать "эмпирические" выводы с хоть каким то подкреплением в виде результатов экспериментов.

Тема большая поэтому разобью на несколько заметок.

ч.1 Принципы моделирования.

Допустим мы хотим посчитать, как повлияет отмена "перекрестки" на "стоимость" электроэнергии для населения на "экономику" домохозяйств и территорий с их различной концентрацией

"Модель", если она получится адекватной, может быть использована и для оценки развития ситуаций связанных с:

1. Повышением цен на теплоснабжение
2. Электромобилизацией
3. Перегрузки "сети" майнингом
4. Ставки на псевдо распределенную энергетику
5. Газификацией и цен на газ
6. Использования накопителей
7. Внедрение ВИЭ и/или сетей постоянного тока и др.

Вопрос "перекрестки" тесно увязан с вопросом "стоимости".

В первом приближении "стоимость-цена" считается относительно просто.

Потребитель купил себе генератор, покупает для него топливо - его сжигает и получает энергию.

Если экономическое КПД генератора (на какую сумму необходимо сжечь топлива, чтобы получить 1кВт*ч) обозначить как К, то **"цена энергии"** соответственно будет:

((затраты на покупку генератора / весь срок возможной эксплуатации в часах + стоимость эксплуатации в час) * число часов эксплуатации в месяц + кол-во выработанных кВт*ч за период * К) / кол-во выработанных кВт*ч за период

Хотя как простая - даже уже тут она собственно будет зависеть от дополнительных факторов вроде того, сколько этот "генератор" работал в период вырабатывая свой ресурс, какой генератор был куплен, а если раскручивать цепочку и дальше, где он произведен, как это повлияло на экономику и прч. (см. историю с демпингом Китайских солнечных панелей например [AID=1353520](#)).

Т.е. уже становится не тривиально посчитать для отдельно взятой территории-экономики сколько на самом деле там стоит энергия для домохозяйств. Особенно если еще и характеристики этих "генераторов" со временем меняются и у потребителей зоопарк из оных.

Хорошо, оставим пока за скобками "оборудование", обозначим еще возникающие сложности - во втором приближении - например для простой схемы с "сетью" рис.1

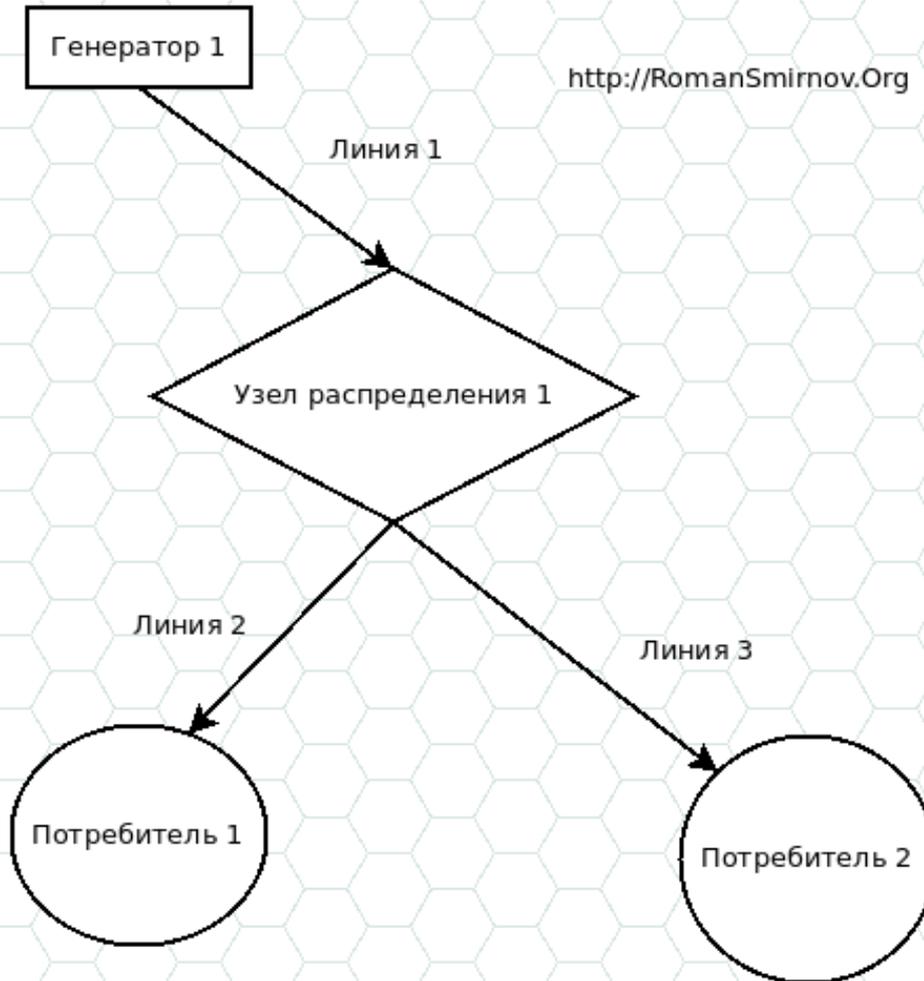


рис.1

возможно посчитать фактическую стоимость энергии для конечных потребителей по формулам, которые будут определены через стоимость строительства и эксплуатации генерации, стоимость производства на ней энергии, добавляется стоимость строительства и содержания линий 1, 2, 3, стоимость подключения для потребителя 1 и потребителя 2, стоимость строительства и содержания узла распределения 1,

Разница между ценами причем будет относительно прозрачна и определена через разницу стоимости строительства (т.е. возврата "инвестиций" потом в течении срока эксплуатации) и содержания соответствующих линий. При расчете цены - возможно усложнить расчет, через дополнительную зависимость от объемов потребления - если стоимость выработки на генерации зависит от объема (например чем больше, тем дешевле - за счет экономии на оптовой закупке топлива или масштабе строительства если речь про ВИЭ) и соответственно "берущий" больше потребитель должен платить меньше.

И вот уже тут - если установить цену одинаковую и для первого потребителя, и для второго, то получится один за другого доплачивает (**пресловутая перекрестка**).

В общем случае, все намного намного сложнее, но с большим количеством оговорок попробуем собрать "модель".

Для начала введем объекты рассмотрения с определенными характеристиками (заранее оговорюсь - для простоты не учитываем потери в линиях, уровни напряжения, "понижение" "повышение", "топливную составляющую" и прч).

Потом переведем в RDF, OWL , но сейчас для экономии времени и размера текста используем следующую простую "нотацию" :

"Имя типа" далее ":" набор характеристик через запятую в скобках { характеристика1, характеристика2, ... }, если характеристика может включать в себя множество элементов ставим после нее [], если требуется дополнительно указать тип характеристики, то пишем через "func()". Понятие "профилей" - это набор типов и их характеристик, т.е. один и тот же тип может быть в разных профилях, но с разными характеристиками - полная модель это все характеристики типа из всех профилей. Объект это соответственно "экземпляр" типа уже в исполняемой модели.

Какие типы и характеристики необходимо ввести, чтобы начать "прикидывать".

Базовый или Физический профиль:

Точка : { id, x, y, название }

Линия : { id, точка, точка } // в общем случае это может быть полигон

Часовой профиль : { час в году, значение кВт*ч }

Тип потребителя : { id, название, Часовой профиль потребления - в кВт }

Линия передачи с пропускной способностью : { id, линия, длина func(линия), пропускная способность в час - кВт*ч } // упрощено

Потребитель : { id, точка, входящие линии[], Тип потребителя }

Узел распределения : { id, точка , входящие линии[], пропускная способность в час - кВт*ч } // не учитываем понижение повышение

Узел генерации : { id, точка, входящие линии[], максимальный объем выработки в час (годовой) }

Профиль стоимостных характеристик - Стоимостной Профиль:

Часовой Профиль стоимость : { час, стоимость за кВт*ч }

Текущий Ценовой Тип Потребителя : { id, название, стоимостной профиль потребления (на каждый час/объем) } // текущие тарифы из тарифной сетки - упрощено должно быть функцией

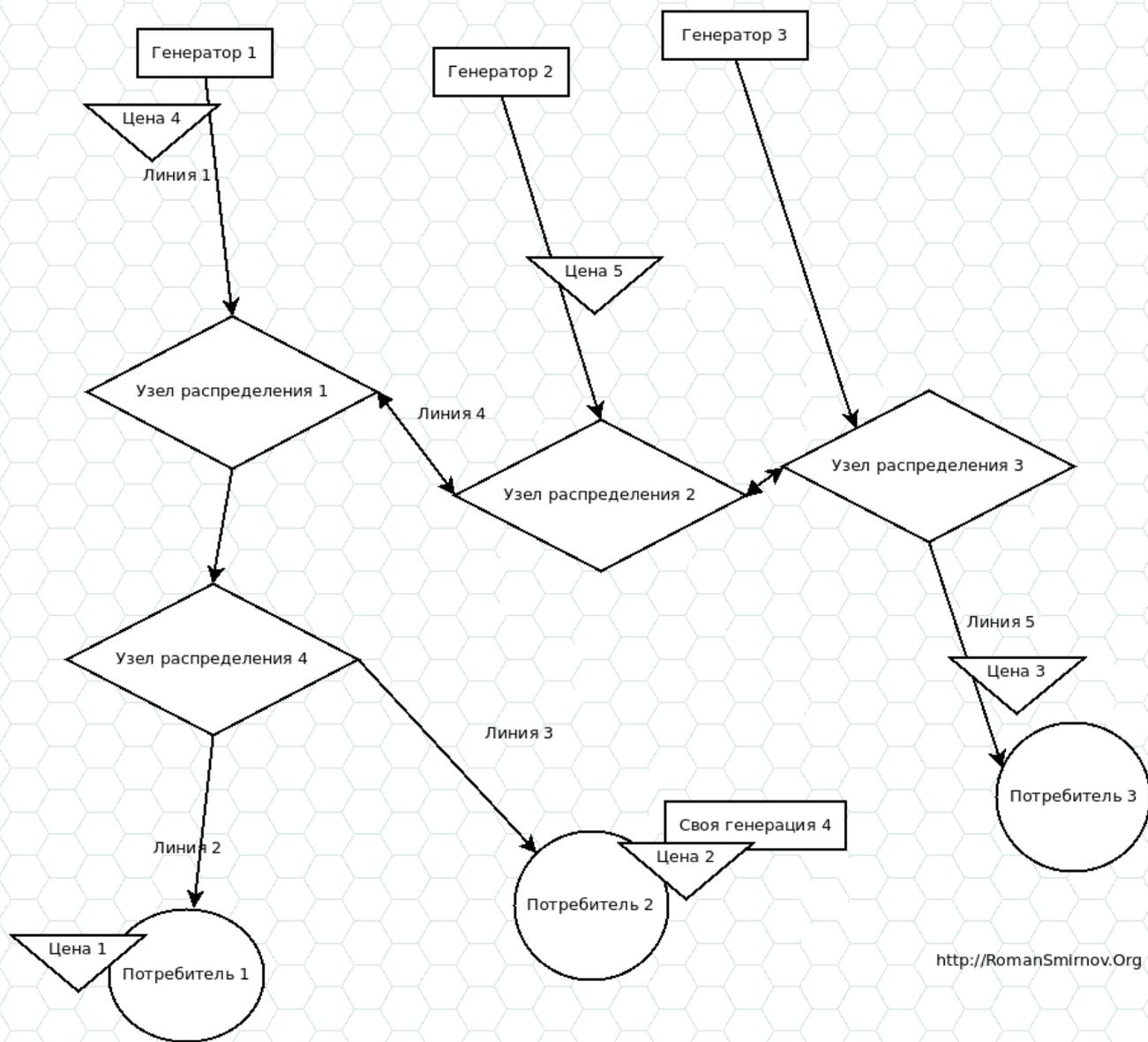
Потребитель : { стоимость подключения к сети, Ценовой Тип }

Стоимостной тип Линии передачи : { стоимость строительства, стоимость содержания }

Узел распределения : { стоимость строительства, стоимость содержания }

Узел генерации: { стоимость строительства, стоимость содержания, профиль стоимости выработки }

Более приближенная к реальности схема



Для расчета "перекресток" между группами и их целесообразности, так же требуется "экономическое" расширение

Экономический профиль:

Экономический Тип Потребителя : { id, название, месячные доходы, месячные расходы }

Потребитель : { Экономический Тип Потребителя, ... }

И что реже встречается в подходах "моделирования" учет "рентной" составляющей с стейкхолдерами (пока без характеристик)

Профиль интересов:

Активы: {}

Стейкхолдер: {}

Регулятор: {}

Лоббист: {}

Пресса: { }

...

В общем случае все "стоимости" в характеристиках это конечно же функции от времени, но опять же для простоты опустим этот момент.

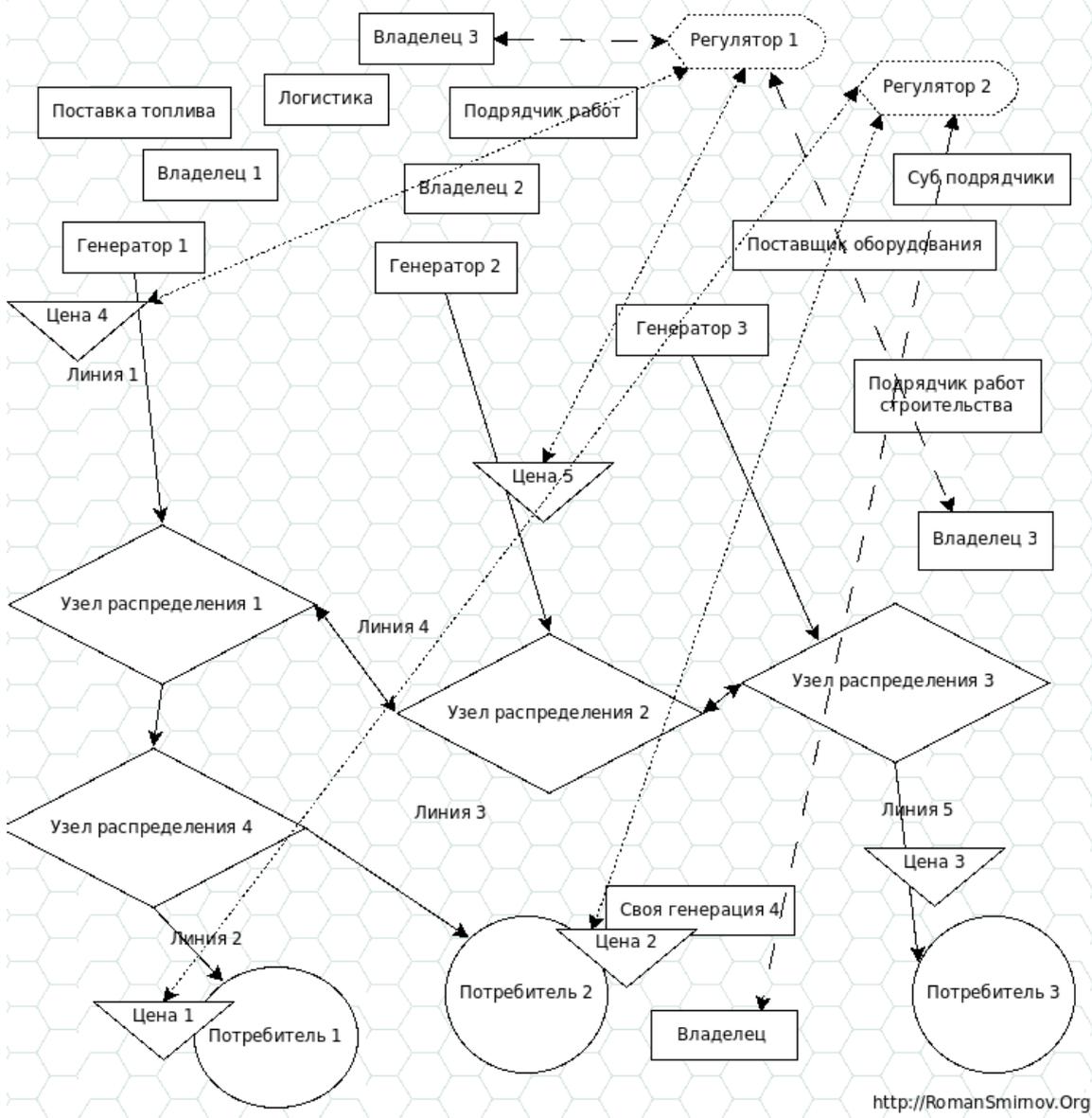
Академический сектор обычно обходит стороной вопрос интеграции в "обсчитываемый" экономический контур подрядчиков, а также их **фактических норм** прибыли, стоимость косвенного регулирования и прч., хотя они на самом деле достаточно важны.

Т.е. например очевидно есть **зависимость "от слабо формализуемых факторов" решений** регуляторов, как региональных так и федеральных, относительно устанавливаемых "отпускных цен". Т.е. регулирование осуществляется не исходя из формальных "норм" (которые пускай и с некоторой задержкой, но разворачиваются в свою сторону при очень большом желании), а исходя из интересов системы стейкхолдеров - региональных и/или федеральных.

Причем среди "стейкхолдеров" могут быть и конфликтующие группы - т.е. возможны (и чаще всего происходят) не win-win варианты реализации их стратегий. Есть и такие явления как "не отключаемые" потребители или **не прямые зависимости** занятости местного населения от функционирования предприятия, которое в свою очередь зависит от цены на энергию.

Цены на схемах в "кавычках" потому то даже формально их "рыночные" механизмы условно "стихийного" формирования идут в каком то "коридоре" либо прекрасно регулируются тем или иным образом через нормативку, а вот ее в свою очередь принципиально не касаюсь, потому что она часто является результатом лоббистских игр и имеет свою логику, к тому же может быть легко изменена просто под условием фактических обстоятельств.

Итак следующее "приближение" к реальности выглядит следующим образом:



Можно усложнить и дальше - дорисовав например "тепло", "газ", "уголь" и переход на ВИЭ, проблему планирования "строек" или структуризации потребителей, но пока остановимся на этом и перейдем в следующей заметке к предварительным расчетам, так легче будет разобраться или сразу увидеть какие то нестыковки в подходе. Хотя в принципе наверно уже понятно что посчитать, кто тут платит больше, кто меньше и за что, не так то просто и разговоры о существовании "перекрестки" как таковой или оценки ее размеров на трех слайдах презентации это блеф - современное регулирование это одна сплошная перекрестка.

На практике ко всему прочему существует проблема "оцифровки" и что важно наладки процесса поддержания в актуальном состоянии информации о входящих в систему "физических" компонентах и реальных трудозатратах на выполнение работ, обоснованности "комиссий" - для расчетов фактических "стоимостей" и прч - особенно это касается ситуации, где в этом "Владельцы" не заинтересованы (да еще и например спрятаны за подрядчиками и сама укрупненная "тарифная сетка" или "стоимостные нормативы" являются источником прибыли) - но это отдельный вопрос и не совсем технический (для технических аспектов стандарты, модели есть с 90ых, а вычислительные мощности с 2000ых точно), а скорее из области "психоники" (+ выбранной модели см. например AID=1360401)

P.S.

Да у нас есть псевдо оптовый "рынок", есть тарифы и правила для розницы, специально разведенные для простоты по разным углам различные сектора, и прч, + "надутая", постоянно меняющаяся нормативная база под все это дело, но объективно современные технические возможности обгоняют их уже на поколение или два, а скоро так будут еще более серьезные изменения... , поэтому даже смысла рассматривать оные нет.

Обновлено: 2024.04.02 05:47 Просмотров: публичный - 195 [пользователями - 19](#) Всего - 214

Метки: [Экономика](#) , [Электроэнергетика](#)