Date: 09.06.20 Chernykh.VA

Topic: test task based on the <u>article</u>. The repetition of the TEP calculations

0. Brief description of the problem and proposed solution

Let's look at the research: "Can cross-border transmission expansion lead to fair and stable cooperation? Northeast Asia case analysis" by Andrey Churkin, David Pozo, Janusz Bialeka, Nikolay Korgin and Enzo Sauma.

Problem description		
Current situation	There are regions where there are some countries with cheap and renewable energy sources. Countries can join the energy transmission network and save resources. (For instance, the Northeast Asia)	
Possible result	Optimal scheme for joint energy transfer to neighboring countries (the term "optimal" is defined in the article)	
Proposed solution	See the proposed solution below	
Possible difficulties	 Look at the impact of the current state of infrastructure in each country Evaluate how the values used may change Assess possible risks and their impact 	

Let's look at the proposed solution

Nº	Step	Methods used
1	Formulation of a framework for cross-border power projects analysis that involves optimal* transmission expansion and cost-benefits allocation	TEP model
2	Description of stability** analysis of the cost-benefit allocation, with a visualization of the feasible solutions	Cooperative Game Theory: 1. the Shapley values 2. the Nucleolus
3	Application of the framework to the Northeast Asia case study, determining the optimal* investment allocation scheme and payments among the countries that ensure the stability** of cooperation.	

^{*}optimal: it's necessary to minimize the total costs of a possible scenario

**stability:

- 1) the Shapley allocation tends to be a fair distribution that analyzes marginal contribution (utilities) of the players to all possible coalitions
- 2) the purpose of the Nucleolus is to satisfy all players in the grand coalition starting with the most dissatisfied coalition.

Рассмотрим 1 шаг решения (см. таблица в пункте №0)

1. Разработка решения для трансграничных энергетических проектов

- <u>Задача</u>: для каждого из 63 возможных сценариев коалиций стран найти оптимальную сеть передачи энергии
- Ключевая метрика: суммарные затраты на генерацию энергии и построение сети
- Результат: основные характеристики сети для каждого варианта коалиции стран с минимальной ключевой метрикой

Задача		Обозначения
$\min_{y,f,p,F} \pi_{\mathcal{G}} + \pi_{\mathcal{L}}$	(8)	N – множество узлов в системе
у, Ј. р. Р		L – множество ЛЭП в системе
s.t.:		Т – множество видов источников энергии в узле
$\pi_0 = \sum h_{ij} \sum \sum n_{ij} f_{ij}$	(9)	S – множество сезонов в рамках года
$\pi_{\mathcal{G}} = \sum_{s \in \mathcal{S}} h_{s^*} \sum_{n \in \mathcal{N}} \sum_{t \in \mathcal{T}} p_{n,t,s} \cdot C_{n,t,s}$	(9)	п(G) – затраты на генерацию энергии (\$)
- V. F. G G.	(10)	п(L) – затраты на построение сети (\$)
$\pi_{\mathcal{L}} = \sum_{l \in \mathcal{L}} F_{l} \cdot \Omega_{l} + y_{l} \cdot CF_{l}$	(10)	h(S) – длительность сезона потребления в часах (h)
D - Da 4 a	444	p(n,t,s) – объем сгенерированной энергии для каждого
$\sum_{t \in T} p_{n,t,s} + \sum_{l \in \mathcal{L}} B_{n,l} f_{l,s} = D_{n,s} \qquad \forall n,s$	ı,s (11)	типа энергии(kWh/h)
		C(n,t,s) – стоимость сгенерированной энергии (\$/kWh)
$0 \le p_{n,t,s} \le P_{n,t}^{\max} \forall n, t, s$	(12)	F(I) – максимальная проводимость линии (kWh)
$-F_l \le f_{ls} \le F_l \qquad \forall l, s$	(13)	CI(I) – приведенная стоимость инвестиций (\$/year)
	(/	Период окупаемости 25 лет, ставка дисконтирования 10%
$y_l \cdot F_l^{min} \le F_l \le y_l \cdot F_l^{max} \forall l$	(14)	f(l,s) – поток энергии в существующей линии (kWh/h)
y _i ∈{0,1} ∀l	(15)	D(n,s) – потребление энергии в узле (kWh/h)
Mefolil	(13)	y(I) - индикатор намерения построить заданную линию

Логика постановки задачи:

- 1. Рассмотрим каждый вариант коалиции и найдем оптимальную схему для ней. Примем, что к 2035 рассматриваемая схему будет построена.
- 2. Оценим 2 основных вида затрат: на построение сети и на генерацию энергии
 - затраты на генерацию
 - инвестиции. Рассмотрим 2 вида инвестиций:
 - о постоянные инвестиции
 - о переменные инвестиции, зависящие от потока энергии

При оценке инвестиции примем: срок окупаемости 25 лет со ставкой дисконтирования 10% (стр.8)

3. При заданных условиях и ограничения найдем оптимальную сеть для передачи энергии и опишем ее

Повторим расчеты для поиска оптимального решения

Результат: https://github.com/VChernykh/Energy Project

1. Решение оптимизационной задачи		Step 1. Optimization Task(TEP)
2.	Интерпретация результатов	Step 1. Interpretation of the results (TEP)
3.	Данные, описывающие сеть (63 сценария)	Файлы csv не размещал гите

2. Вопросы по статье

Разберем наиболее непонятные моменты на 1 шаге решения

Основные пун решения:	Вопросы				
1. Описание проблемы	Имеет ли смысл в начале работы описывать как организуются подобные проекты на практике. На пример на основе ENTSOE: пример. Конечно все зависит от конкретной ситуации, но, если не ошибаюсь, часто ориентируются на прошлый опыт				
2. Модель	Больше всего вопросов вызывает оценка инвестиций (затрат на построение сети): 1. Почему переменные затраты F(I) не умножаются на индикатор у(I) (индикатор при постройке линии):	инятия решения о			
	$\pi_{\mathcal{L}} = \sum_{l \in \mathcal{L}} F_{l'} C I_l + y_{l'} C F_l$				
	Предполагал, что если решения о строительстве не будет, переменных затрат быть не должно 2. Что подразумевает "interest rate" в 5 разделе: Тhe power supply in each country can be represented by an arrangement of generators' costs in ascending order. In the current work, we assume that demand curves in each country are perfectly inelastic. We extend the diversity of the generation costs by splitting the blocks of each technology into several blocks with costs ranging from —5% to 5% of the nominal cost values from Table 5. All supply generation curves in the region are represented in a single plot (Fig. 4). As it can be seen from Fig. 4, the cost and capacity of generation in Northeast Asia vary significantly. This creates an opportunity for power exchange that could replace expensive generation with more affordable and/or clean energy sources. We consider the interconnection scheme presented in Fig. 2. To assess the effectiveness of creating the cross-border power lines, we use the annualized cost of transmission investment expressed in per unit of capacity, in a similar manner as (Otsuki et al., 2016). A 25-year investment return period is considered with a 10% interest rate. Annualized net present costs of transmission lines are presented in Table 6. We impose technical limits of cross-border power lines capacity equal to 5 GW per corridor between countries. This limit is set due to energy security issues and technological and				
	Т.е правильно ли я понимаю, что предполагалось, что инвестиции будут внесены ра Далее эта сумма будет приведена к затратам за год на протяжении 25 лет с учетом с дисконтирования 10% (interest rate) и так мы получим ежегодные затраты на инвест Спрашиваю, т. к. не понял, как это согласуется с расчетами на листе Тороlogy файла расчет для 25 лет и учет ставки: Nex cost assumptions Sper kW Sper kW/km Sper kW/km Sper kW/km Sper kW/km Sper kW Sper kW	ставки гиции? Excel. Не нашел			
	1700	7,76256 5,13699 4,56621 6,84932 29,2237 5,02283 0 1,82648 0,91324 10,0457			
3. Применен мат. метод модели	Использование Shapley values (стр. 14): Изначально было показано, что в общем случае Shapley values неустойчивы в данной игре However, there is no guarantee that the Shapley value would remain in the Core under certain data permutations. It has been proven that the Shapley value belongs to the Core only in the case of convex cooperative games (the proof may be found, for example, in (Michael et al., 2013)). The convexity implies that the marginal contribution of any fixed player i, or of any fixed set of players, to coalition 5 rises as more players join 5: v(SU{i})−v(S)≤v(TU{i})−v(T)				

4.	Используемые	
	данные	
5.	Интерпретация	
	результатов	