

3. Устойчивость общей коалиции при манипулировании функциями стоимости

Представим ситуацию, когда страны могут манипулировать данными при построении сети. Рассмотрим их как отдельных участников с собственными интересами, которым предложили схему общей коалиции как оптимальный вариант.

3.1 Постановка задачи

Рассмотрим изначальный вопрос: если все участники рынка начнут манипулировать информацией, останется ли им выгодным объединение в максимальную коалицию? Уточним вопрос: возможна ли ситуация при изменении функций стоимости стран, когда хотя бы одному участнику будет невыгодно присоединяться к общей коалиции?

Исходя из данных, такая ситуация возможна. Например, если участники заявят о функциях стоимости, равных минимальной, тогда построение сети будет бессмысленным. Поэтому мы приходим к новому вопросу: как организовать построение сети, свободное от манипуляций функциями стоимости.

Сделаем первый шаг к решению данной задачи: определим страны, наиболее подверженные к выходу из общей коалиции под влиянием манипуляций данными о стоимости.

3.2 Подход к исследованию

Оценим, какие изменения данных о функциях стоимости будут выгодны участникам и как они могут повлиять на другие страны. Для этого на основе оптимальной схемы рассмотрим роли участников рис. 1 (для упрощения они постоянны)

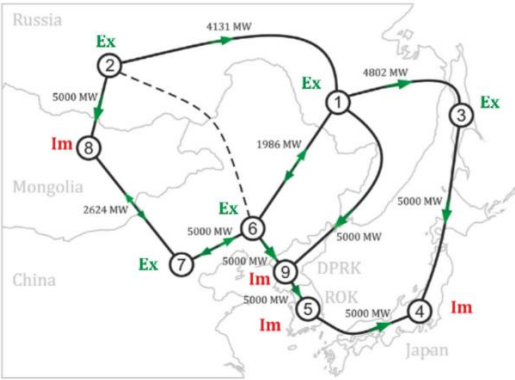


Рис.1 Экспортер (Ex), Импортёр (Im)

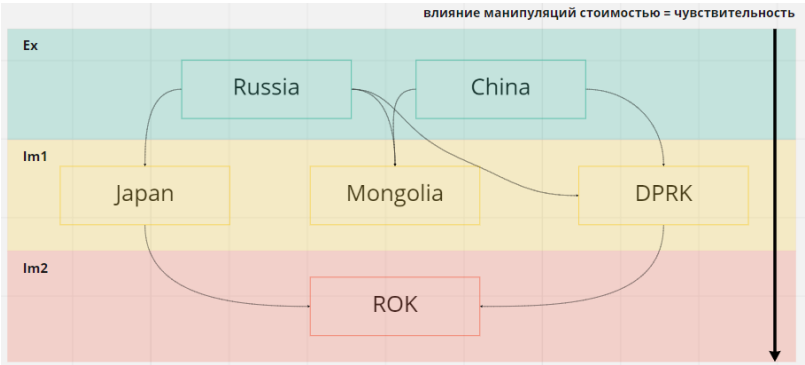


Рис.2 Оценим влияние изменений функций стоимости

Оценим влияние изменений функций стоимости друг на друга на основе возможных манипуляций (рис. 2):

Тип участника	Возможные манипуляции	Чувствительность к изменениям
Экспортер (Ex)	Завысить расходы на генерацию относительно Ex	1
Импортёр (Im_2) со связью с Ex	Занизить расходы на генерацию до Ex	2
Импортёр (Im_1) без связи с Ex	Занизить расходы на генерацию до Im_2	3

Вывод:

- Южная Корея наиболее подвержена к выходу из общей коалиции под влиянием манипуляций функциями стоимости
- При сборе данных необходимо учитывать разную чувствительность к изменениям функций стоимости других стран

3.3 Возможные улучшения решения

Кратко подведем итоги 1 и 2 отчета:

- необходимо организовать построение сети, свободное от манипуляций функциями стоимости с учетом различной чувствительности к изменению функций стоимости
- дополнительно исследовать задачу с точки зрения инвестиционной привлекательности. Например, дополнительно рассмотреть метрики возврата инвестиций, т. к. они влияют на решение участника о рациональности инвестиций в проект (см. ниже - 4 пункт)
- разобраться в вопросах (см. ниже - 5 пункт)

4. Appendix. The use of investment indicators

There are 3 main aspects of investing:

1. How much will we get?

$$NPV = \sum_{t=0}^N \text{Revenue} * 1 / (1 + r)^t$$

NPV = net present value

Here r is the discount rate, and t is the interval for summation

2. What part of the investment income is?

$$ROI \text{ (return on investment)} = (\text{Revenue} - \text{Investments}) / \text{Investments} = \text{Income} / \text{Investments}$$

3. How likely is it to happen (risk)?

Let's look at the 1 and 2 point in our task

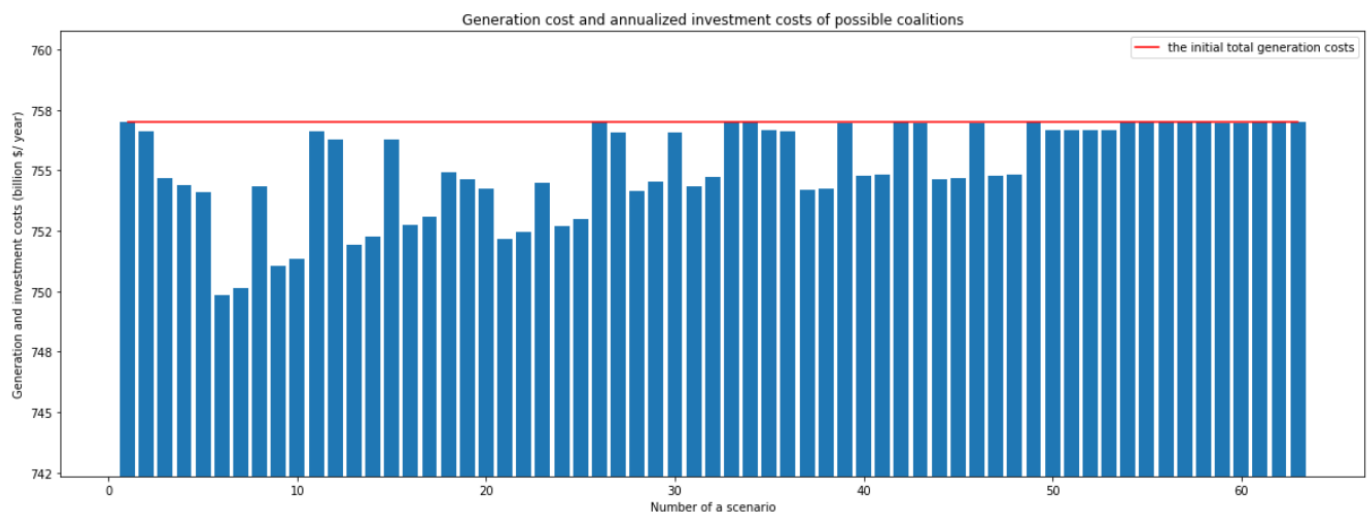
1. NPV

Skip it. Because I didn't understand how the authors calculate the investment

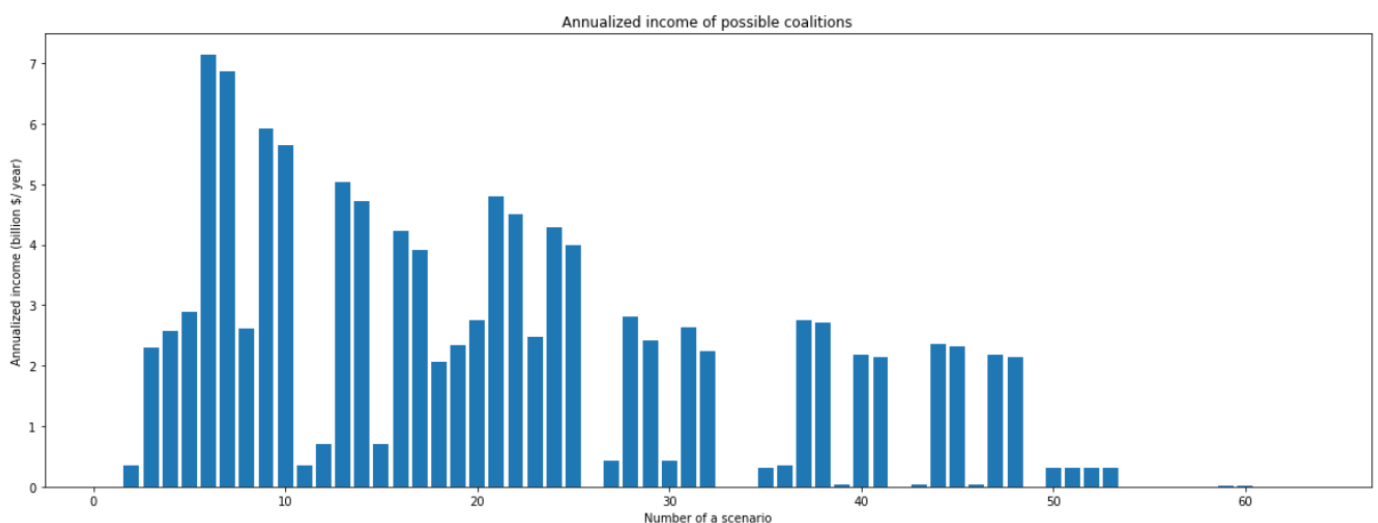
$$2. \quad ROI = (\text{Revenue} - \text{Investments}) / \text{Investments} = \text{Income} / \text{Investments}$$

We consider this indicator in the whole system

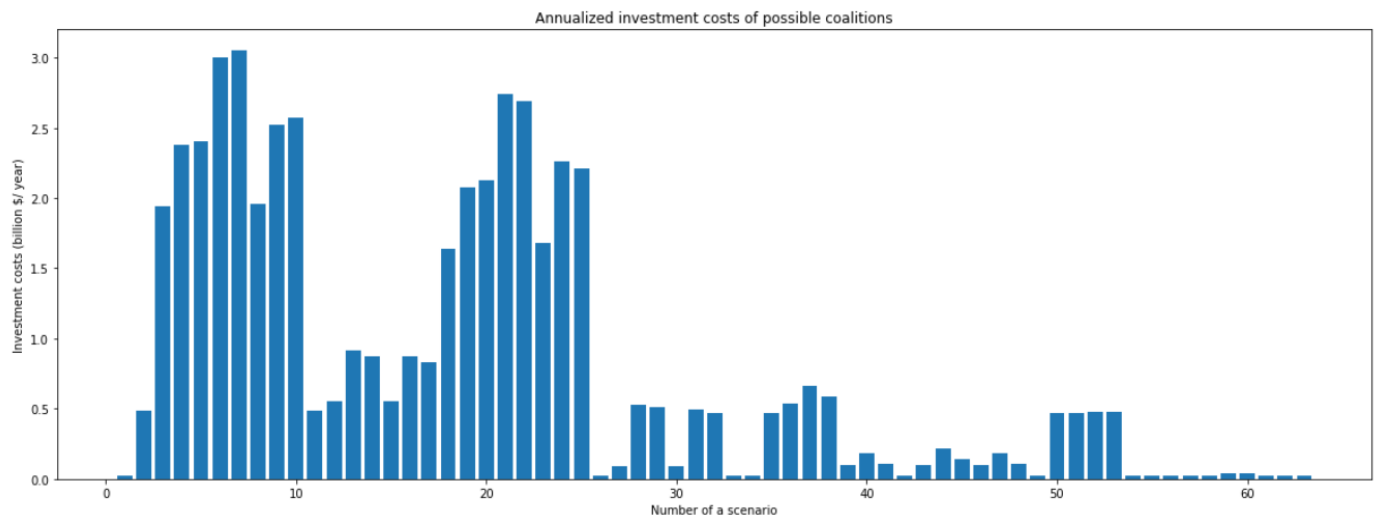
Let's evaluate Revenue using the saved funds:



Income: (this is the difference between the initial cost (red line) and the total cost in each scenario (blue columns))

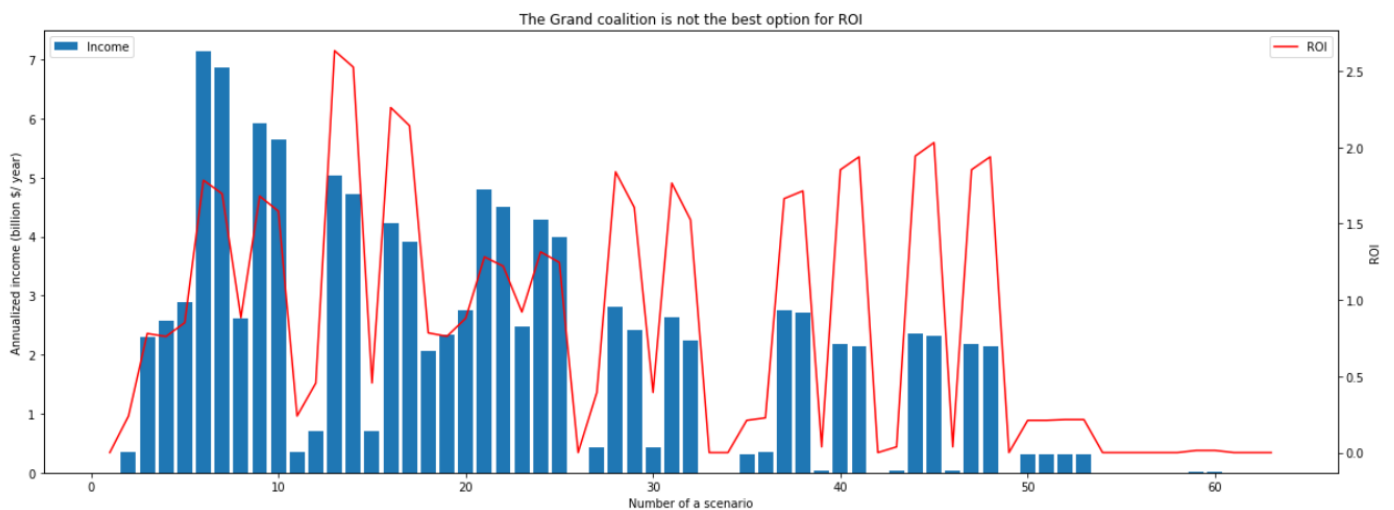


Investment:



Result: comparing annualized revenue and ROI:

(ROI = Income / Investments = Total benefits for resources allocation / Investments)



Conclusion:

1. The Grand coalition isn't the best option for return on investment
2. there are some participants who are motivated to exclude certain transmission lines from the project

Source:

[https://github.com/VChernykh/Energy_Project/blob/master/Step_1.%20Interpretation%20of%20the%20results%20\(TEP\).ipynb](https://github.com/VChernykh/Energy_Project/blob/master/Step_1.%20Interpretation%20of%20the%20results%20(TEP).ipynb)

5. Вопросы по статье (update 15.06.20)

Разберем наиболее непонятные моменты на 1 шаге решения

Основные пункты решения:	Вопросы																																																																																																																																																																																											
1. Описание проблемы	1. Имеет ли смысл в начале работы описывать как организуются подобные проекты на практике. На пример на основе ENTSOE: пример . Как участники принимают решения? 2. Как страны будут определять сэкономленные средства в период эксплуатации сети																																																																																																																																																																																											
2. Модель	Больше всего вопросов вызывает оценка инвестиций (затрат на построение сети): 1. Что подразумевает “interest rate” в 5 разделе: <div>The 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).</div> <div>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 political aspects that would exist in the considered period.</div> <p>Т.е правильно ли я понимаю, что предполагалось, что инвестиции будут внесены разово в 2035 год. Далее эта сумма будет приведена к затратам за год на протяжении 25 лет с учетом ставки дисконтирования 10% (interest rate) и так мы получим ежегодные затраты на инвестиции? Спрашиваю, т. к. не понял, как это согласуется с расчетами на листе Topology файла Excel. Не нашел расчет для 25 лет и учет ставки:</p> <table><tr><th colspan="11">Nex cost assumptions</th></tr><tr><th></th><th>1.2mln/km/3GW</th><th>7.2mln/km/3GW</th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th></tr><tr><th></th><th>\$ per W/km</th><th>\$ per W/km</th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th></tr><tr><th></th><th>0,00040</th><th>0,00240</th><th></th><th></th><th></th><th>Final</th><th></th><th></th><th></th><th></th></tr><tr><th>Distance</th><th>\$ per kW</th><th>\$ per kW</th><th>5GW</th><th>10 years</th><th>\$ per kW</th><th>5GW, mln\$</th><th>/10</th><th>\$ per kW</th><th>\$ per MW</th><th>/8760</th></tr><tr><td>2100</td><td>840</td><td>5040</td><td>4 200 000 000,00 \$</td><td>420 000 000,00 \$</td><td>840</td><td>4200</td><td>420</td><td>84</td><td>84000</td><td>9,58904</td></tr><tr><td>500</td><td>200</td><td>1200</td><td>1 000 000 000,00 \$</td><td>100 000 000,00 \$</td><td>200</td><td>1000</td><td>100</td><td>20</td><td>20000</td><td>2,28311</td></tr><tr><td>1700</td><td>680</td><td>4080</td><td>3 400 000 000,00 \$</td><td>340 000 000,00 \$</td><td>680</td><td>3400</td><td>340</td><td>68</td><td>68000</td><td>7,76256</td></tr><tr><td>1000</td><td>400</td><td>2400</td><td>2 000 000 000,00 \$</td><td>200 000 000,00 \$</td><td>450</td><td>2250</td><td>225</td><td>45</td><td>45000</td><td>5,13699</td></tr><tr><td>1000</td><td>400</td><td>2400</td><td>2 000 000 000,00 \$</td><td>200 000 000,00 \$</td><td>400</td><td>2000</td><td>200</td><td>40</td><td>40000</td><td>4,56621</td></tr><tr><td>1500</td><td>600</td><td>3600</td><td>3 000 000 000,00 \$</td><td>300 000 000,00 \$</td><td>600</td><td>3000</td><td>300</td><td>60</td><td>60000</td><td>6,84932</td></tr><tr><td>1500</td><td>160</td><td>2400</td><td>800 000 000,00 \$</td><td>80 000 000,00 \$</td><td>2560</td><td>12800</td><td>1280</td><td>256</td><td>256000</td><td>29,2237</td></tr><tr><td>1100</td><td>440</td><td>2640</td><td>2 200 000 000,00 \$</td><td>220 000 000,00 \$</td><td>440</td><td>2200</td><td>220</td><td>44</td><td>44000</td><td>5,02283</td></tr><tr><td>600</td><td>240</td><td>1440</td><td>1 200 000 000,00 \$</td><td>120 000 000,00 \$</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>400</td><td>160</td><td>960</td><td>800 000 000,00 \$</td><td>80 000 000,00 \$</td><td>160</td><td>800</td><td>80</td><td>16</td><td>16000</td><td>1,82648</td></tr><tr><td>200</td><td>80</td><td>480</td><td>400 000 000,00 \$</td><td>40 000 000,00 \$</td><td>80</td><td>400</td><td>40</td><td>8</td><td>8000</td><td>0,91324</td></tr><tr><td>1200</td><td>400</td><td>480</td><td>2 000 000 000,00 \$</td><td>200 000 000,00 \$</td><td>880</td><td>4400</td><td>440</td><td>88</td><td>88000</td><td>10,0457</td></tr></table> 2. Как реально учитывались приведенные ниже принципы при распределении инвестиций (р 10): <div>when there exists power export through Mongolia, line 2-6 is not built at all. In such cases, Cooperative Game Theory allocation techniques may provide results that are hardly interpretable in practice.</div> <div>Therefore, we keep the allocation ratios obtained by the Shapley value and distribute the investment cost of the lines based on the two following principles: a power line should be close to the territory of a country that takes a share of the line's investment; a country should benefit from the power export through a line that it is investing in.</div>	Nex cost assumptions												1.2mln/km/3GW	7.2mln/km/3GW										\$ per W/km	\$ per W/km										0,00040	0,00240				Final					Distance	\$ per kW	\$ per kW	5GW	10 years	\$ per kW	5GW, mln\$	/10	\$ per kW	\$ per MW	/8760	2100	840	5040	4 200 000 000,00 \$	420 000 000,00 \$	840	4200	420	84	84000	9,58904	500	200	1200	1 000 000 000,00 \$	100 000 000,00 \$	200	1000	100	20	20000	2,28311	1700	680	4080	3 400 000 000,00 \$	340 000 000,00 \$	680	3400	340	68	68000	7,76256	1000	400	2400	2 000 000 000,00 \$	200 000 000,00 \$	450	2250	225	45	45000	5,13699	1000	400	2400	2 000 000 000,00 \$	200 000 000,00 \$	400	2000	200	40	40000	4,56621	1500	600	3600	3 000 000 000,00 \$	300 000 000,00 \$	600	3000	300	60	60000	6,84932	1500	160	2400	800 000 000,00 \$	80 000 000,00 \$	2560	12800	1280	256	256000	29,2237	1100	440	2640	2 200 000 000,00 \$	220 000 000,00 \$	440	2200	220	44	44000	5,02283	600	240	1440	1 200 000 000,00 \$	120 000 000,00 \$	0	0	0	0	0	0	400	160	960	800 000 000,00 \$	80 000 000,00 \$	160	800	80	16	16000	1,82648	200	80	480	400 000 000,00 \$	40 000 000,00 \$	80	400	40	8	8000	0,91324	1200	400	480	2 000 000 000,00 \$	200 000 000,00 \$	880	4400	440	88	88000	10,0457
Nex cost assumptions																																																																																																																																																																																												
	1.2mln/km/3GW	7.2mln/km/3GW																																																																																																																																																																																										
	\$ per W/km	\$ per W/km																																																																																																																																																																																										
	0,00040	0,00240				Final																																																																																																																																																																																						
Distance	\$ per kW	\$ per kW	5GW	10 years	\$ per kW	5GW, mln\$	/10	\$ per kW	\$ per MW	/8760																																																																																																																																																																																		
2100	840	5040	4 200 000 000,00 \$	420 000 000,00 \$	840	4200	420	84	84000	9,58904																																																																																																																																																																																		
500	200	1200	1 000 000 000,00 \$	100 000 000,00 \$	200	1000	100	20	20000	2,28311																																																																																																																																																																																		
1700	680	4080	3 400 000 000,00 \$	340 000 000,00 \$	680	3400	340	68	68000	7,76256																																																																																																																																																																																		
1000	400	2400	2 000 000 000,00 \$	200 000 000,00 \$	450	2250	225	45	45000	5,13699																																																																																																																																																																																		
1000	400	2400	2 000 000 000,00 \$	200 000 000,00 \$	400	2000	200	40	40000	4,56621																																																																																																																																																																																		
1500	600	3600	3 000 000 000,00 \$	300 000 000,00 \$	600	3000	300	60	60000	6,84932																																																																																																																																																																																		
1500	160	2400	800 000 000,00 \$	80 000 000,00 \$	2560	12800	1280	256	256000	29,2237																																																																																																																																																																																		
1100	440	2640	2 200 000 000,00 \$	220 000 000,00 \$	440	2200	220	44	44000	5,02283																																																																																																																																																																																		
600	240	1440	1 200 000 000,00 \$	120 000 000,00 \$	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																		
400	160	960	800 000 000,00 \$	80 000 000,00 \$	160	800	80	16	16000	1,82648																																																																																																																																																																																		
200	80	480	400 000 000,00 \$	40 000 000,00 \$	80	400	40	8	8000	0,91324																																																																																																																																																																																		
1200	400	480	2 000 000 000,00 \$	200 000 000,00 \$	880	4400	440	88	88000	10,0457																																																																																																																																																																																		
3. Применение мат. методов к модели																																																																																																																																																																																												
4. Используемые данные																																																																																																																																																																																												
5. Интерпретация результатов																																																																																																																																																																																												