

Отчет по II этапу гранта РФФИ № 19-29-07370

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Этот текст является частью общего отчета по гранту, который формируется коллективом ЦВПИ, и одновременно кратким описанием его технической части (база данных и сайт <http://eurasian-defence.ru/richdb/shork420/shork420.php>).

В соответствии с заявкой, это исследование посвящено изучению двух конфликтов:

1. СССР — США, холодная война 1950 - 1990 гг.
2. Египет — Сирия — Израиль, войны 70-х годов XX века.

Во всей данной работе используются термины:

Проект — отдельное исследование (прошлое, текущее, планируемое см. <http://eurasian-defence.ru/richdb/shork420/shork420.php?e=j>), статус большинства из них обнулен, активны только актуальные на данном этапе.

Источники — статистические показатели по странам, не все они активны (см. <http://eurasian-defence.ru/richdb/shork420/shork420.php?e=s>), источники объединены в группы:

- 1 - Военно-экономическая сила
- 2 - Человеческий капитал
- 3 - Институты развития ЧК

Сырые данные — собранные из открытых источников и сохраненные в БД PostgreSQL статистические данные по странам и годам.

Нормализованные данные — вычисленные на основе сырых данных, очищенные от разнородных единиц измерения величины, которые можно сравнивать, т. к. их относительный вес сохранен.

Формула:
$$x' = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$$

Главные компоненты — смысл этого термина в снижении размерности (количества параметров описывающих страну в текущем проекте) с 5 - 10 до двух.

Подробное описание метода главных компонент (англ. principal component analysis, PCA) см. https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_главных_компонент

Для построения расширенной модели Ричардсона на данном этапе была собрана база данных и написан интерфейс к ней в виде вышеупомянутого сайта. База данных и графики построенные на ее основе представляют и самостоятельный интерес, ниже будет приведено несколько примеров. Используя интерфейс сайта можно построить намного больше подобных примеров.

На рис. 0 приведена упрощенная схема иллюстрирующая архитектуру базы данных. Она приведена здесь для лучшего понимания принятых в этой работе терминов, относящихся к базе данных.

Каждый *Проект*, можно представить себе как многомерную матрицу. После преобразования по методу главных компонент размерность матрицы сокращается до двух.

Более подробно система описана в «Документации для администратора системы» см. http://eurasian-defence.ru/richdb/shork420/doc/admin_richardson.pdf



Рис. 0.

Ниже приводятся примеры использования интерфейса сайта для анализа процессов в экономике и социальной сфере, сопровождавших противостояния, получившие впоследствии названия «Холодная война» и «Ближневосточный конфликт».

Используя собранную из открытых достоверных источников базу данных и язык программирования Python, было построено и опубликовано на сайте более 50 графиков в форматах PNG и PDF. Некоторые из них используются в примерах.

Пример 1.

Сравним рис. 1 и рис. 2. Они содержат графики нормализованных данных по всем источникам для США и СССР за период 1950 — 1990 гг.

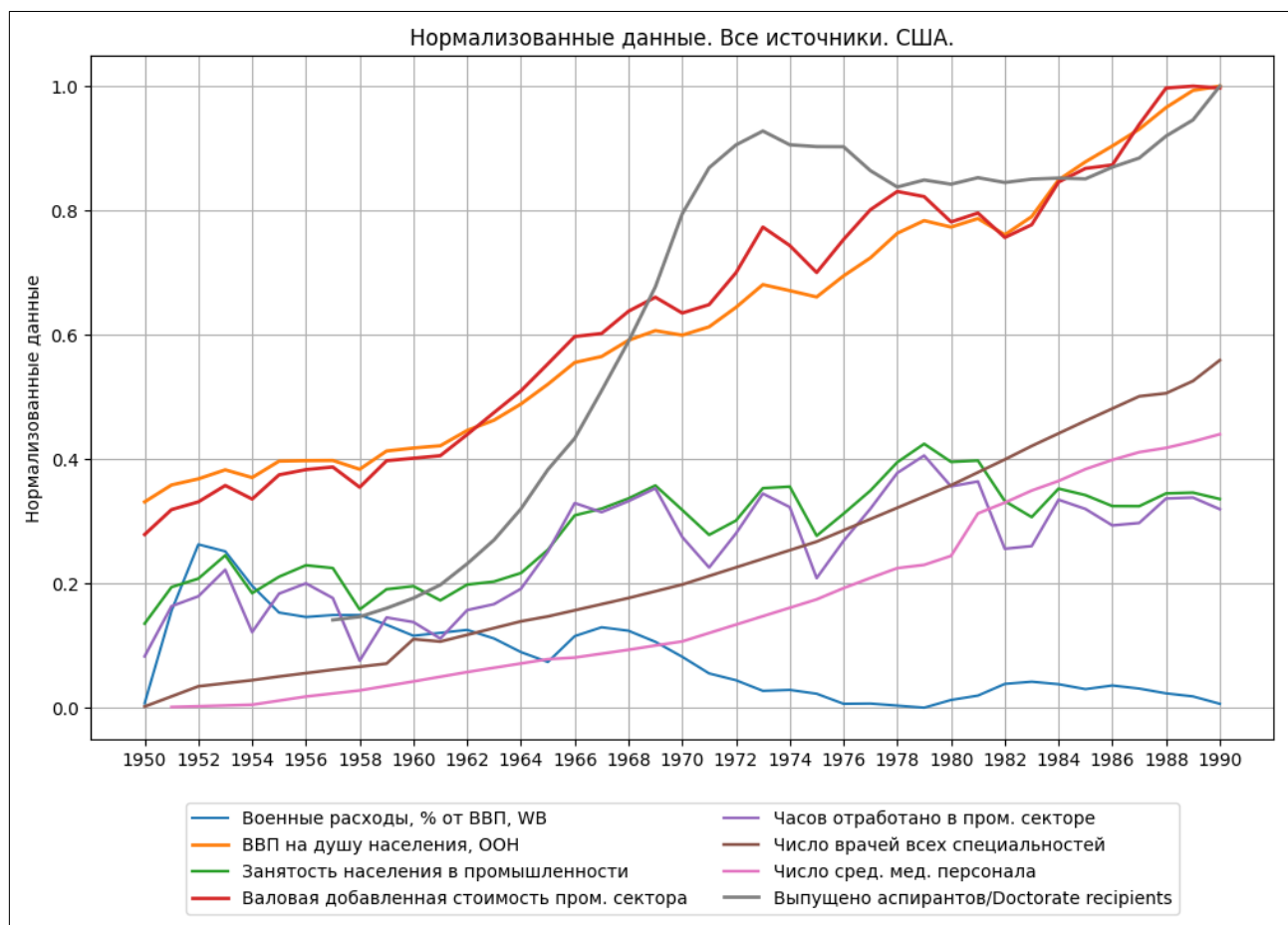


Рис. 1. Источник: http://eurasian-defence.ru/richdb/shork420/img/g_norma_3_155.png

На рис. 1 (нормализованные данные США)) отчетливо различимы 4 пары линий:

1. - ВВП на душу населения (оранжевая)
- Валовая добавленная стоимость пром. сектора (красная)
2. - Занятость населения в промышленности (зеленая)
- Часов отработано в пром. секторе (фиолетовая)
3. - Число врачей всех специальностей (коричневая)
- Число сред. мед. персонала (лиловая)
4. - Выпущено аспирантов/Doctorate recipients (серая)
- Военные расходы, % от ВВП (синяя)

Первые три пары заметно коррелируют (что легко объясняется здравым смыслом) и в целом растут более-менее спокойно.

Четвертая пара резко расходится: число аспирантов быстро растет (1957 - 1973), а доля военных расходов в ВВП плавно снижается (1952 - 1990),.

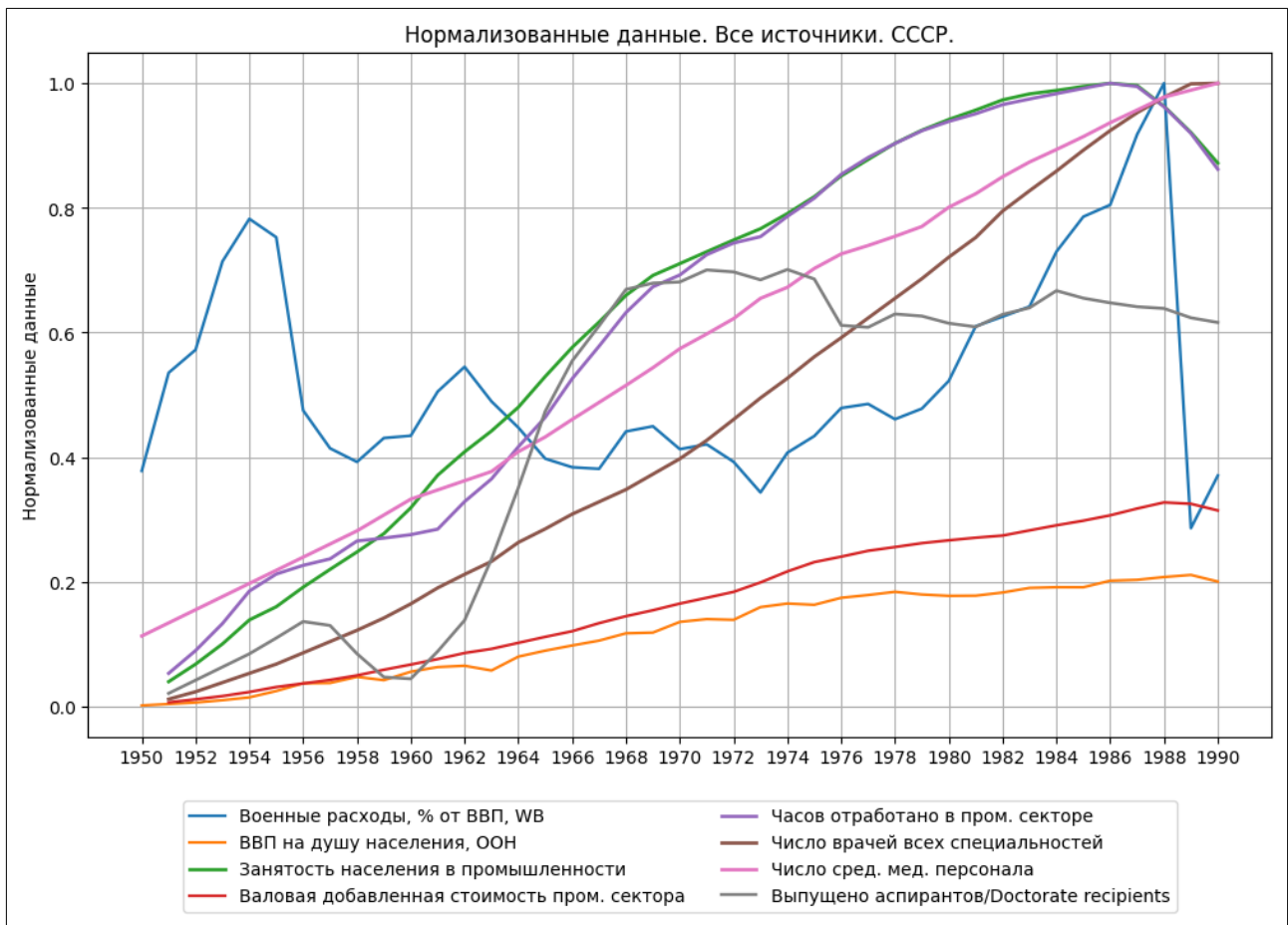


Рис. 2. Источник: http://eurasian-defence.ru/richdb/shork420/img/g_norma_3_197.png

На рис.2 первые три пары также отчетливо коррелируют, однако растут под другими углами к оси времени. Четвертую пару здесь просто «колбасит», в основном по вине синей линии.

Акцентируя внимание на этих фактах, их интерпретацию я оставляю читателю (интересно каков будет разброс мнений). Пишите: an2k@mail.ru.

Горячей войны/вооруженного конфликта между СССР и США не произошло.

Пример 2.

Сравним рисунки 3, 4 и 5.

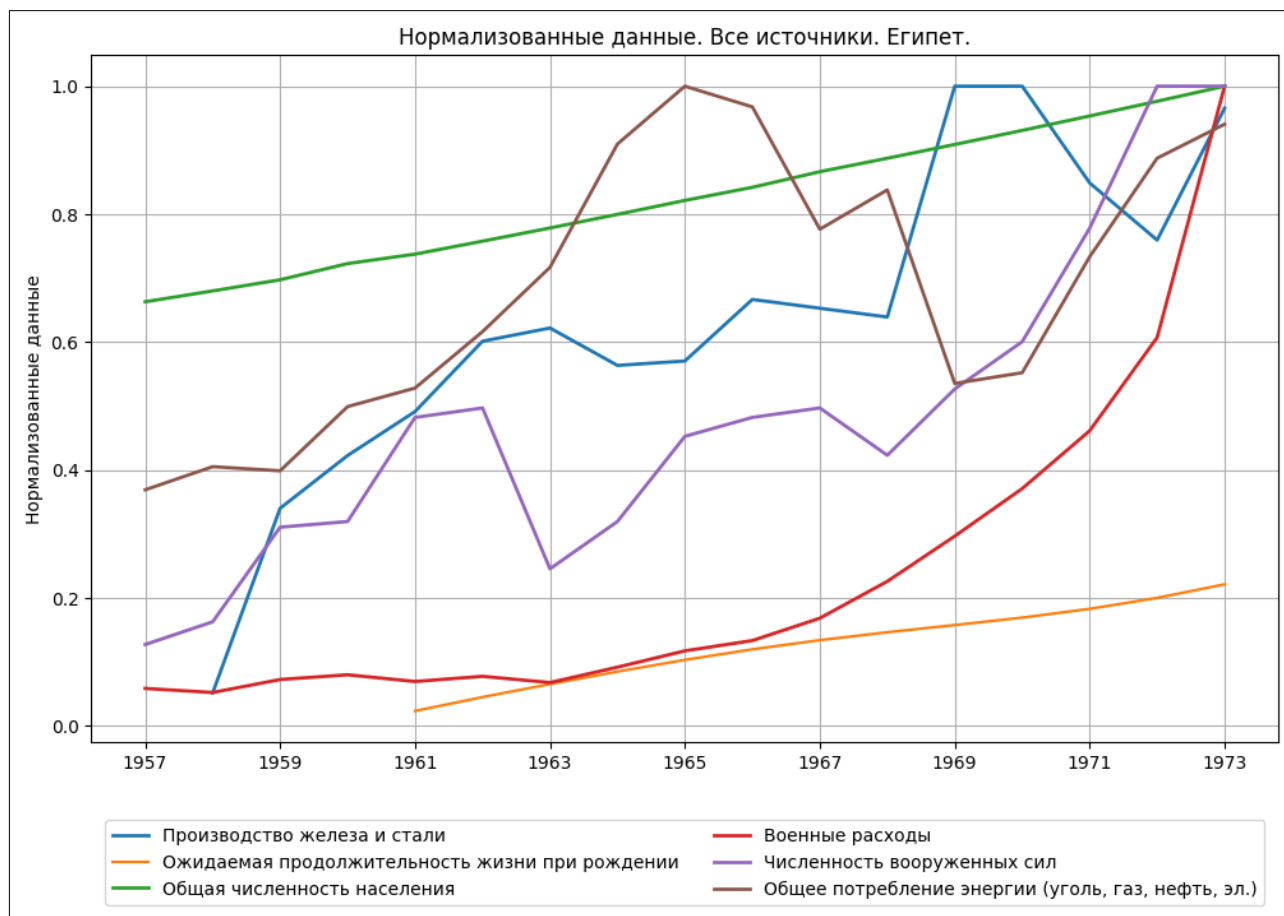


Рис. 3. Источник: http://eurasian-defence.ru/richdb/shork420/img/g_norma_4_54.png

В этих похожих на хаос линиях труднее обнаружить порядок — кажется всё движется непредсказуемо. Однако слабую корреляцию между синей и фиолетовой линиями можно увидеть и объяснить: производство стали и численность армий взаимосвязаны — каждому танку нужен экипаж.

Конечно очень резко к концу периода у всех растут военные расходы и у всех избыток человеческих ресурсов (желтая и зеленая линии). У Израиля меньше численность населения, но очень высок индекс продолжительности жизни).

Война была неизбежна, потому что для противников, кроме роста армий и затрат на нее, все остальное было непредсказуемо, это вызывало тревогу и страх. Когда хаос и страх достигли пика - война началась.

Здесь: <http://eurasian-defence.ru/richdb/shork420/shork420.php?e=g> можно посмотреть еще графики.

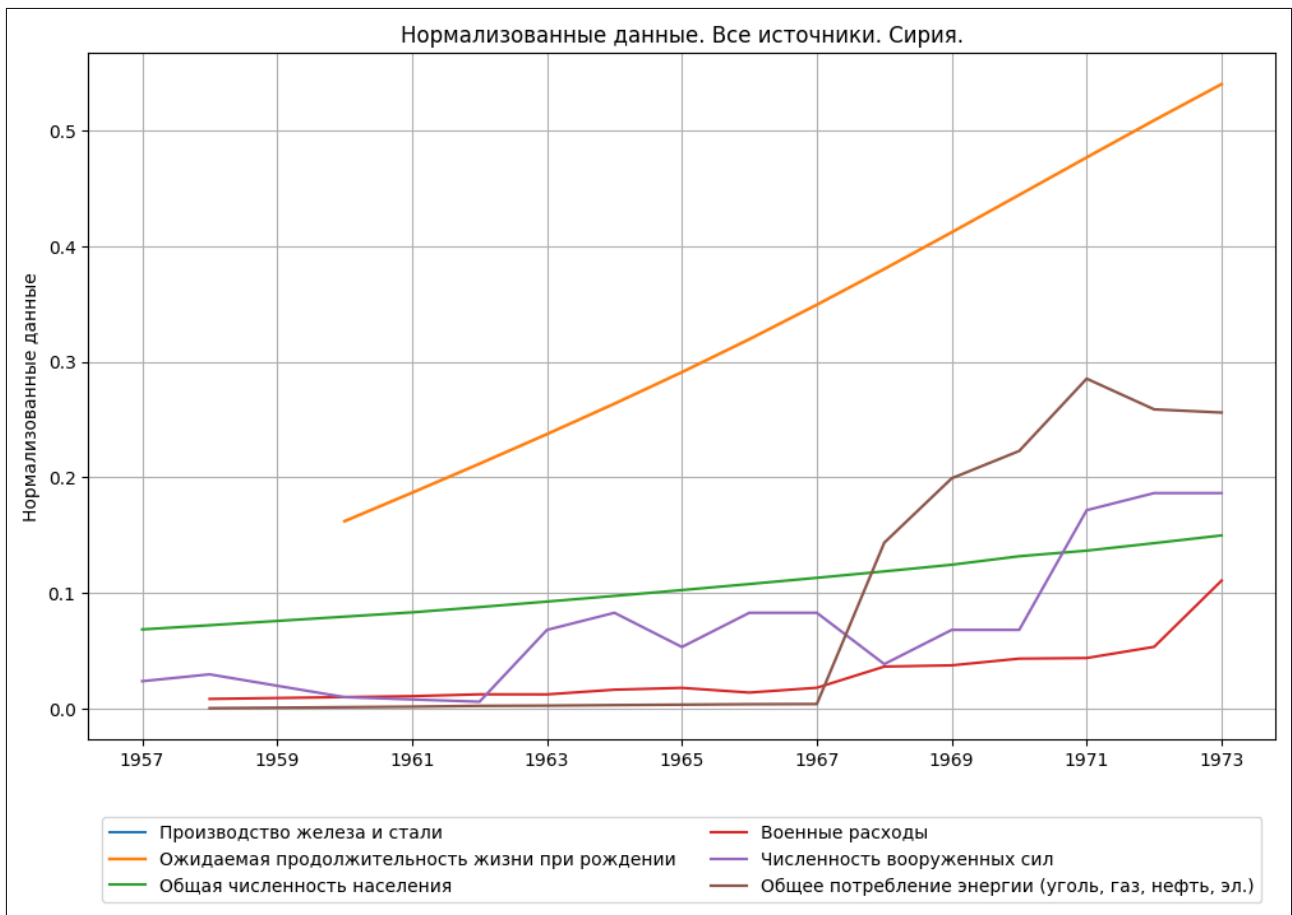


Рис. 4. Источник: http://eurasian-defence.ru/richdb/shork420/img/g_norma_4_148.png

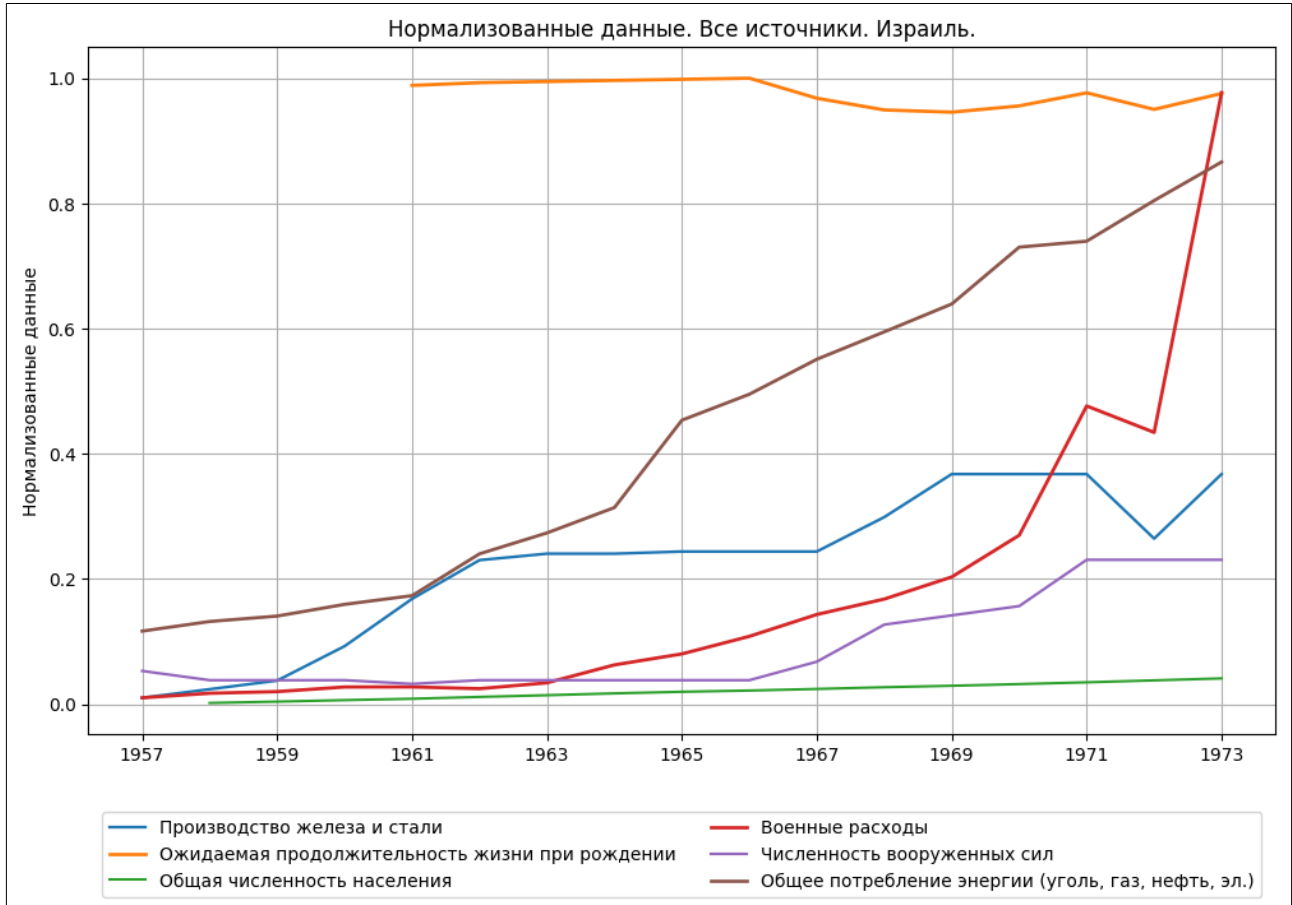


Рис. 5. Источник: http://eurasian-defence.ru/richdb/shork420/img/g_norma_4_57.png

Пример 3.

Этот пример более примитивный и приведен здесь, как еще одно подтверждение хорошо известного факта, и как отправная точка для поиска причин наблюдаемого явления.

Сравним рис. 6 и рис. 7. Они содержат графики военных расходов двух противостояний:

- СССР — США
- Израиль — Египет+Сирия

Согласно канонической модели Ричардсона, если подобные линии на графике стабильно развиваются во времени практически параллельно — войны не будет, но если линии опасно сближаются, а тем более пересекаются — война неизбежна.

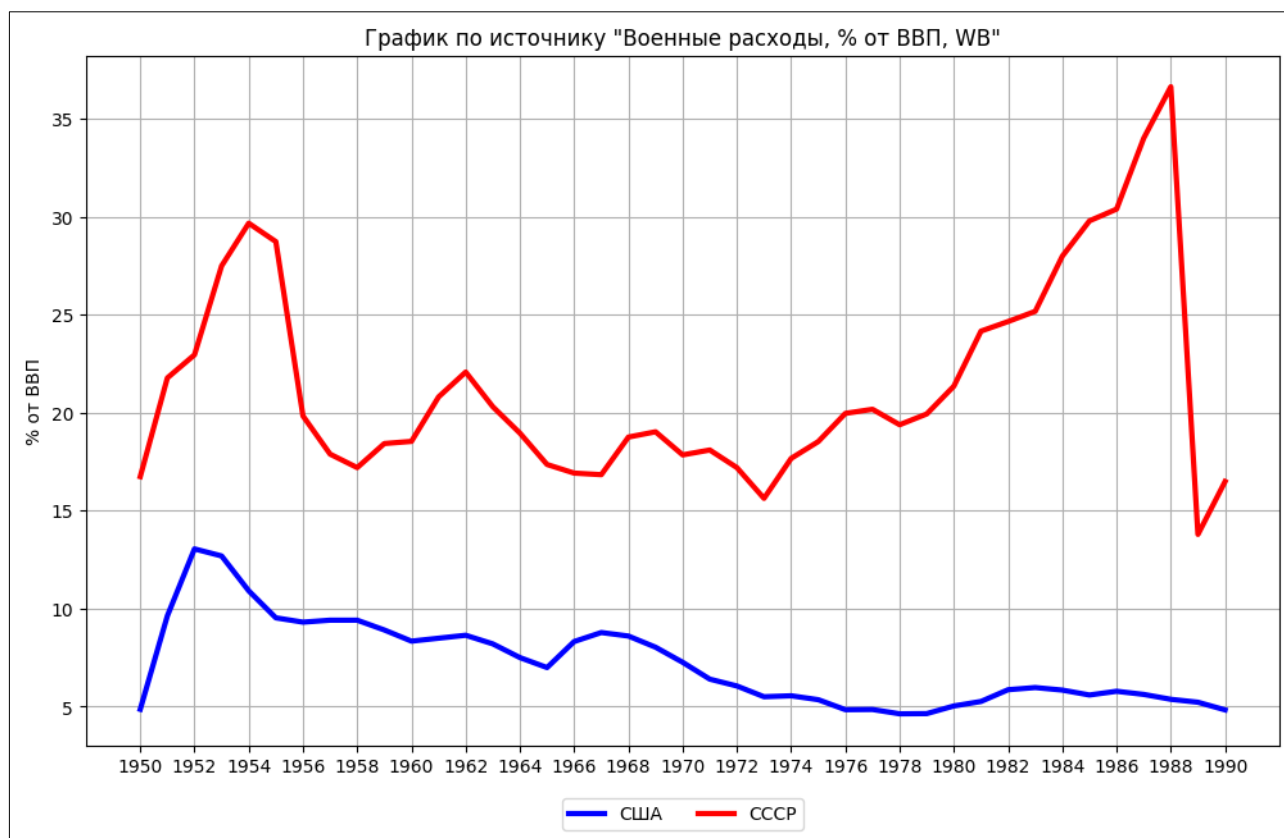


Рис. 6. Источник: http://eurasian-defence.ru/richdb/shork420/img/g_3-40.png

Холодная война закончилась в 1989 году и график на рис. 6 это подтверждает (красная линия рухнула за год почти втрое, ниже 1950 г.).

График на рис.7 также демонстрирует верность модели Ричардсона: линии Египта и Израиля дважды сходились и во второй раз начались военные действия.

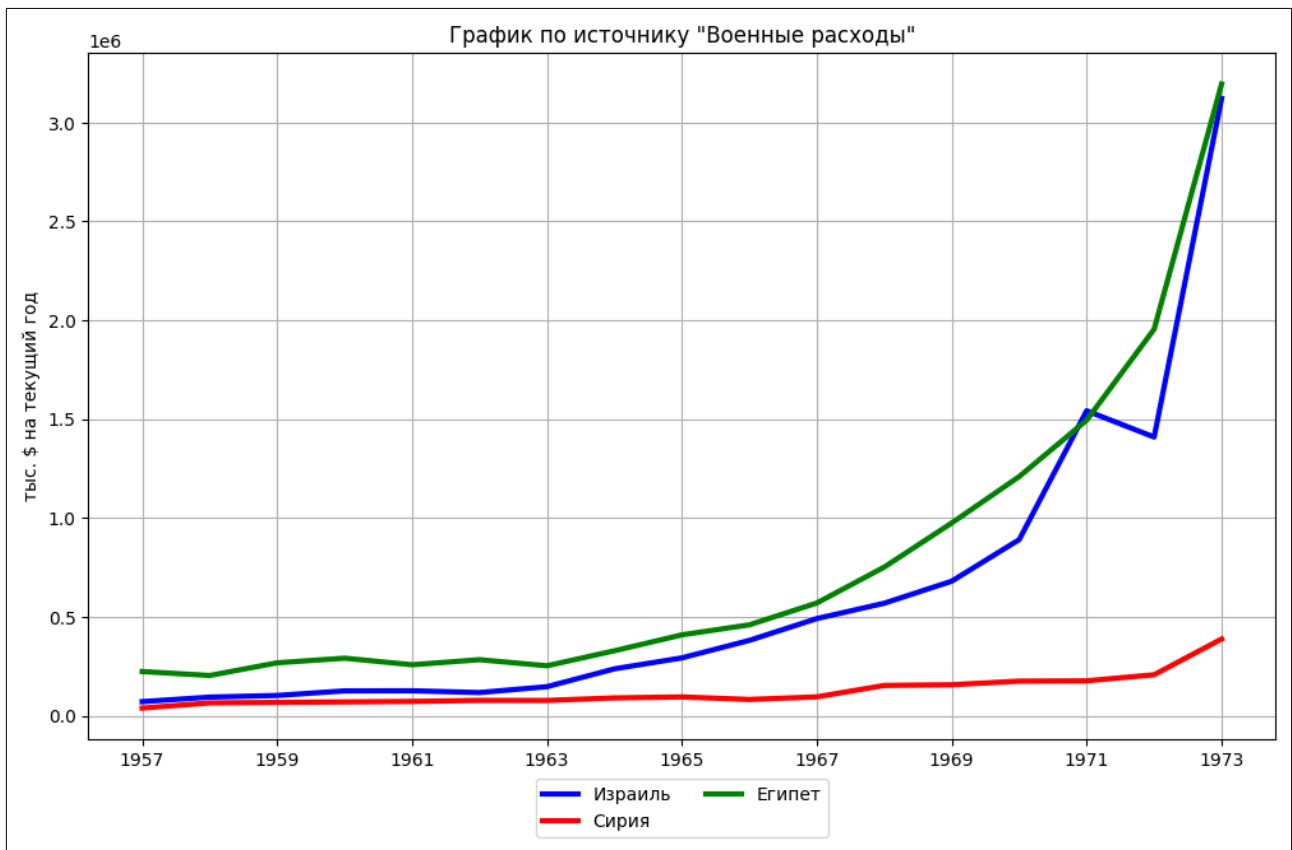


Рис. 7. Источник: http://eurasian-defence.ru/richdb/shork420/img/g_4-31.png

Пример 4.

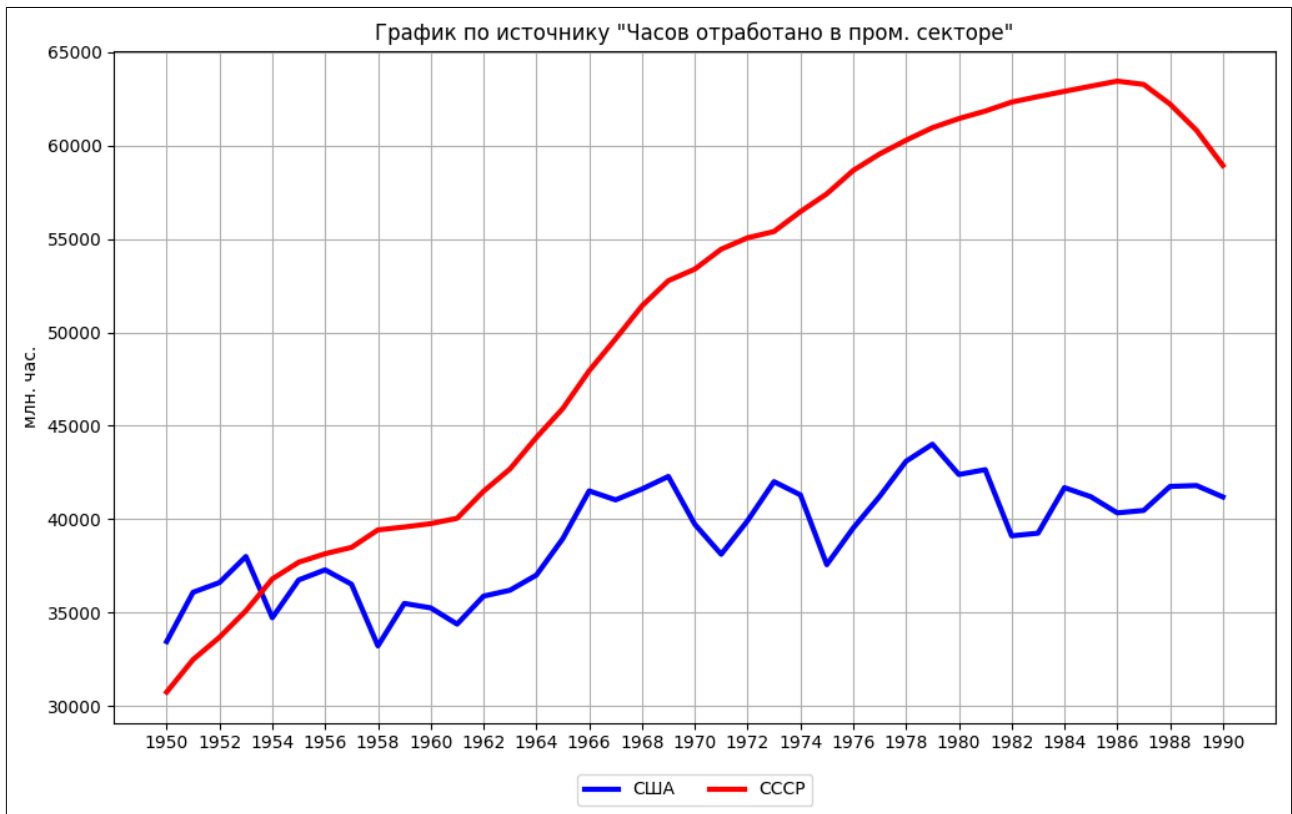


Рис. 8. Источник: http://eurasian-defence.ru/richdb/shork420/img/g_3-45.png

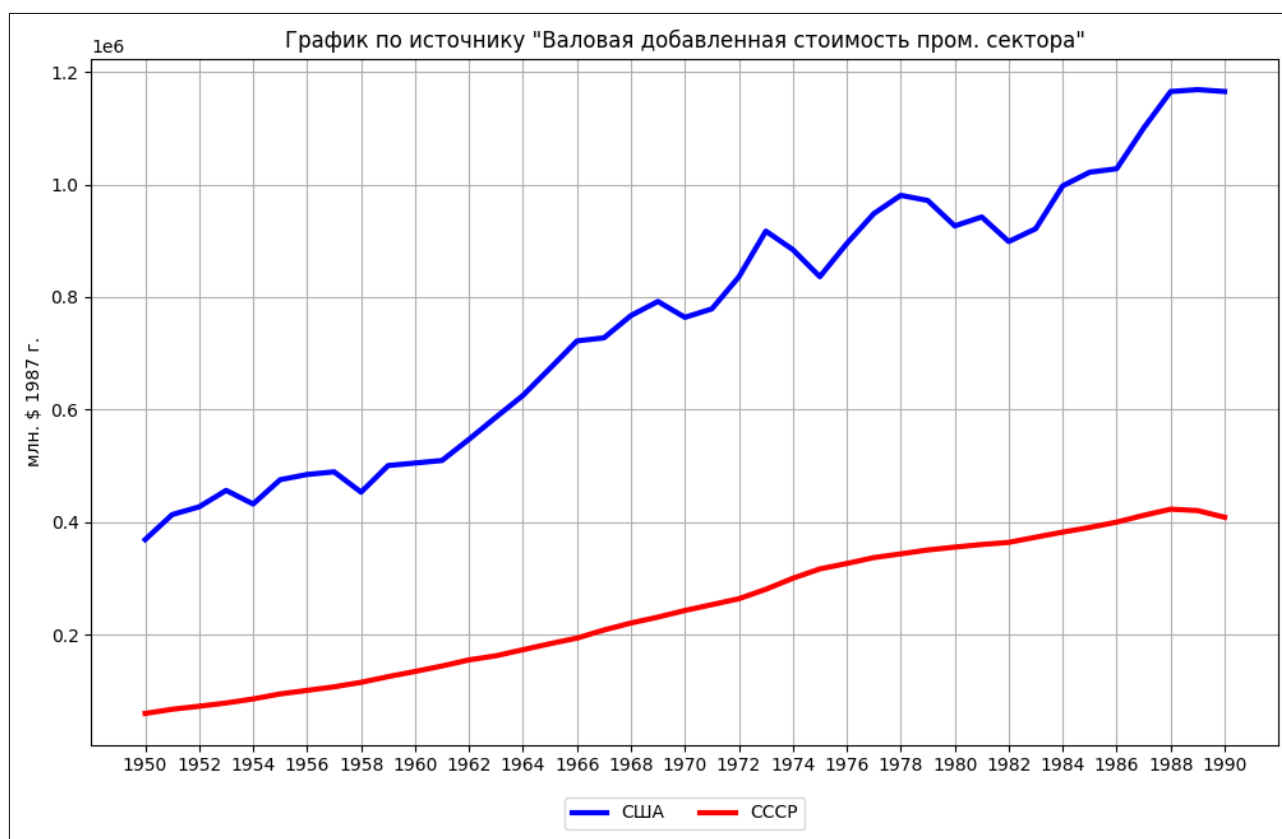


Рис. 9. Источник: http://eurasian-defence.ru/richdb/shork420/img/g_3-44.png

Графики на рис. 8 и 9 показывают, как росла производительность труда в США и как она фактически падала в СССР. Объясняется это очень быстрым вовлечением сельского населения Советского Союза в промышленность, что позволяло, хоть и медленнее, чем в США, наращивать объем производства. Однако кризис второй половины 80-х заставил Горбачева пойти на реформы, которые он с треском провалил и затем, совместно с Ельциным довел до катастрофы. Точки перелома на графиках это подтверждают.

Пример 5.

Количество выпускников аспирантуры (в США Doctorate recipients) хорошо характеризует состояние такого института развития человеческого капитала, как наука. На рис.10 видно как равное соревнование сломалось в 1968 году и безнадежным наше отставание стало после 1984 г.

Если вернуться к рис. 2, можно заметить, что примерно через 15 лет после перелома в науке, СССР вынужден был резко увеличить расходы на вооружение, пытаясь компенсировать отставание в технологиях, вливанием денег и количеством единиц техники.

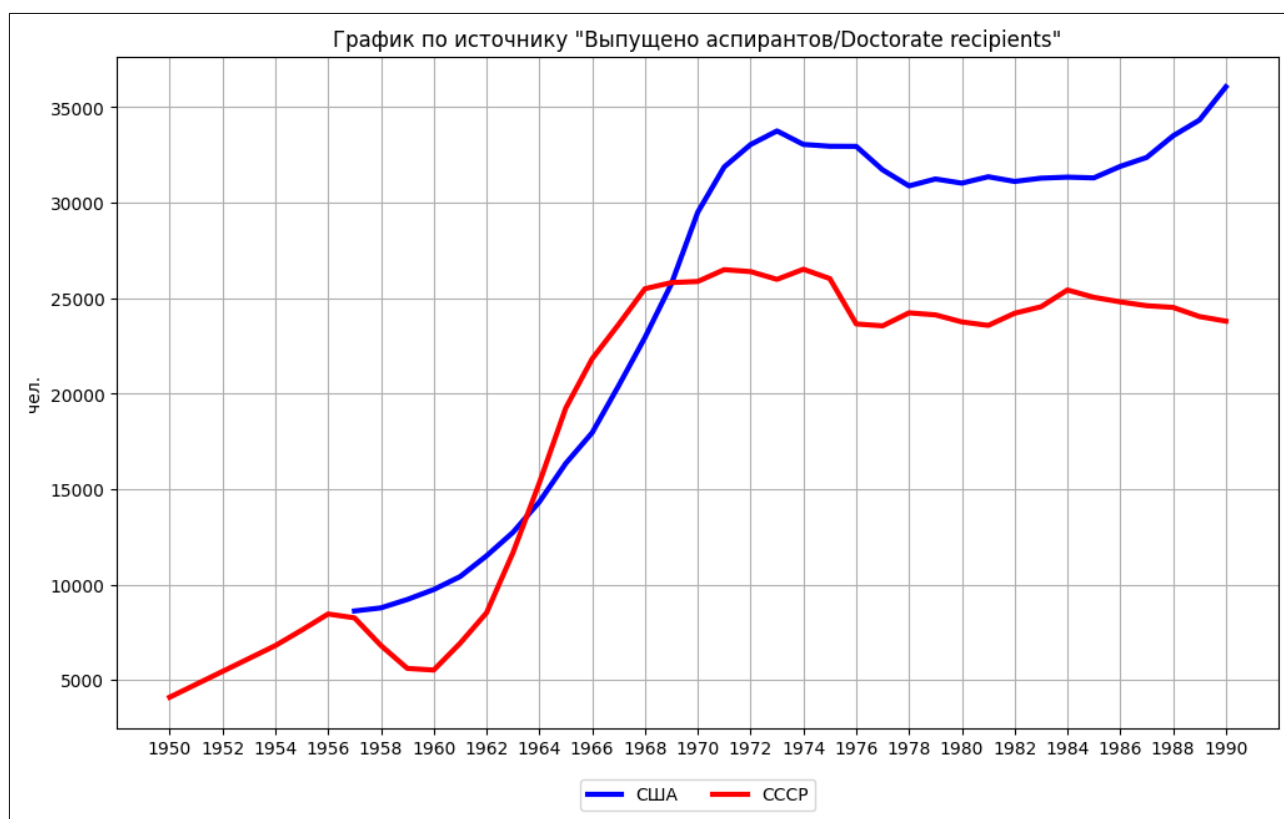


Рис. 10. Источник: http://eurasian-defence.ru/richdb/shork420/img/g_3-48.png

Пример 6.

Три следующие рисунка 11, 12 и 13 мы рассмотрим именно в таком порядке.

Попытаемся проанализировать объективные статистические показатели, нормализованные и объединенные в группы:

- Институты развития ЧК (группа № 3)
- Человеческий капитал (группа № 2)
- Военно-экономическая сила (группа № 1)

Согласно гипотезе, выдвинутой А.И. Подберезкиным и подтвержденной математически строгой моделью Н.В. Артамонова (см. отчет по первому этапу текущего гранта и пояснительную записку на соответствующем сайте стр. 45 - 50

<http://eurasian-defence.ru/richdb/richdb0/src/web-servis2.pdf>) существует причинно-следственная связь между указанными выше группами показателей, а именно:

Определяющей группой факторов является группа «Институты развития человеческого капитала» (группа № 3), от этой группы факторов зависит «Качество человеческого капитала» (группа № 2), а «Экономическая и военная мощь» (группа № 1) является производной от группы № 2.

С учетом этих соображений рассмотрение ниже представленных графиков убеждает нас, что поражение СССР в холодной войне и последующий развал Советского Союза не был обусловлен объективной необходимостью или обстоятельствами непреодолимой силы.

В период с 1950 по 1985 руководством СССР было допущено немало ошибок, однако никогда они, даже в совокупности не могли бы привести к катастрофе. Только прямое предательство и/или преступная глупость, некомпетентность и поставленные выше интересов страны личные амбиции разрушили страну.

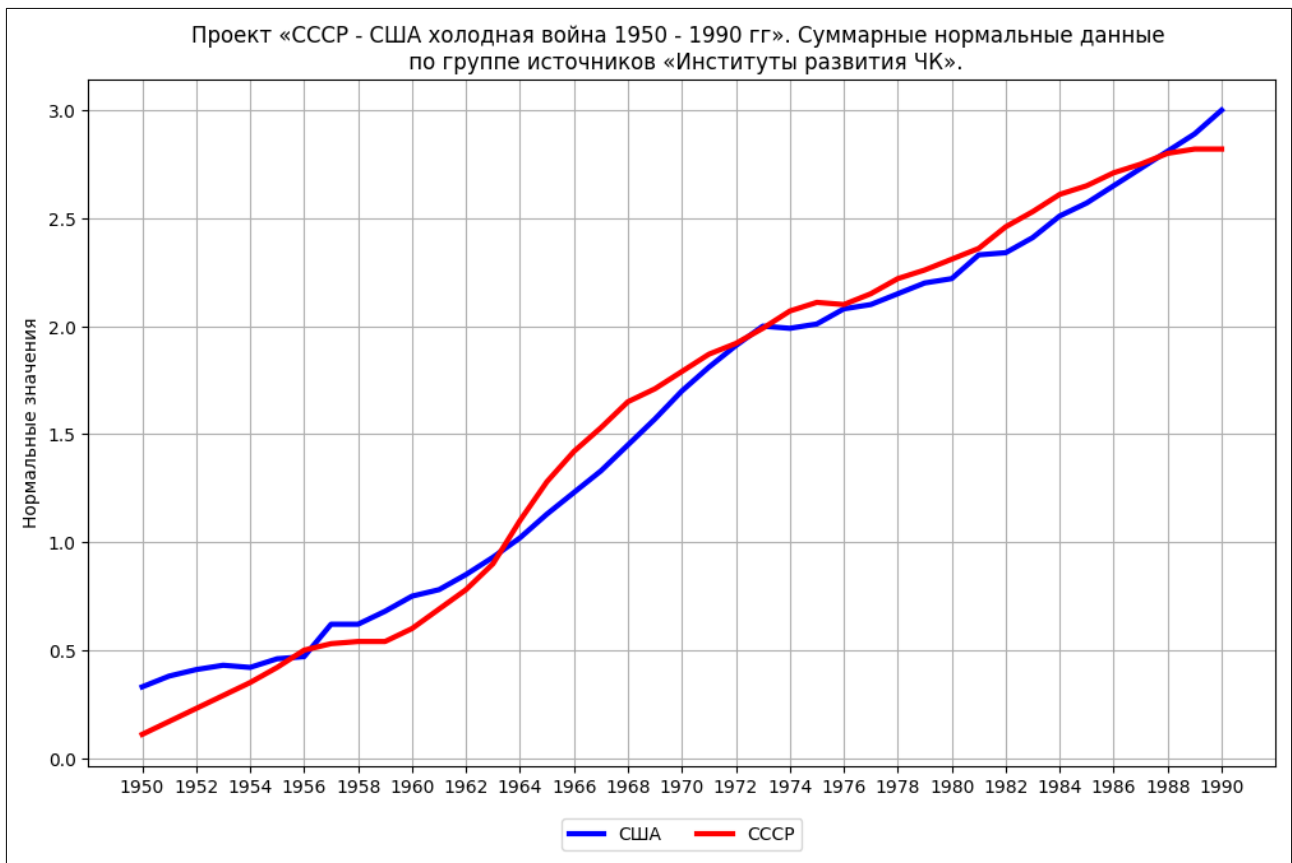


Рис. 11. Источник: http://eurasian-defence.ru/richdb/shork420/img/g_norm_group_3-3.png

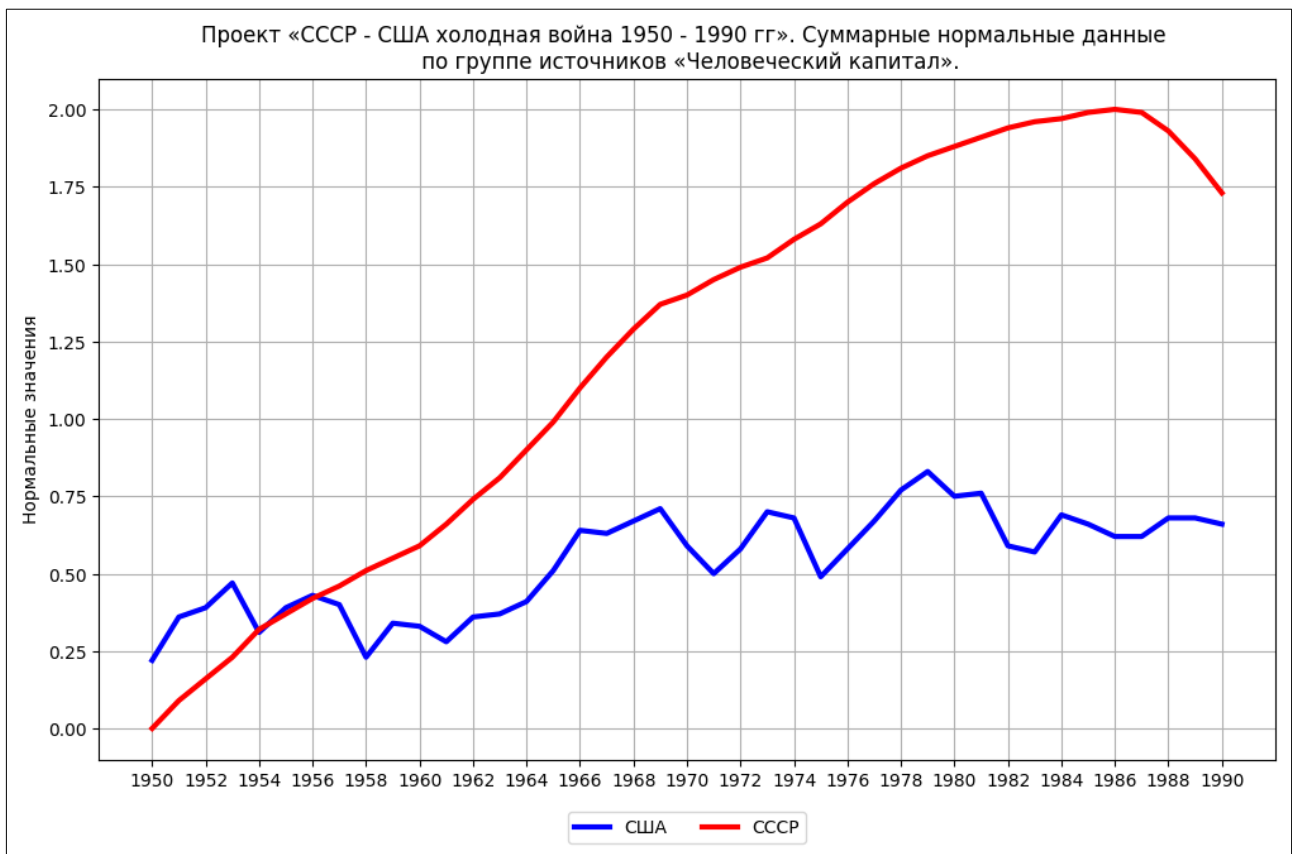


Рис. 12. Источник: http://eurasian-defence.ru/richdb/shork420/img/g_norm_group_3-2.png

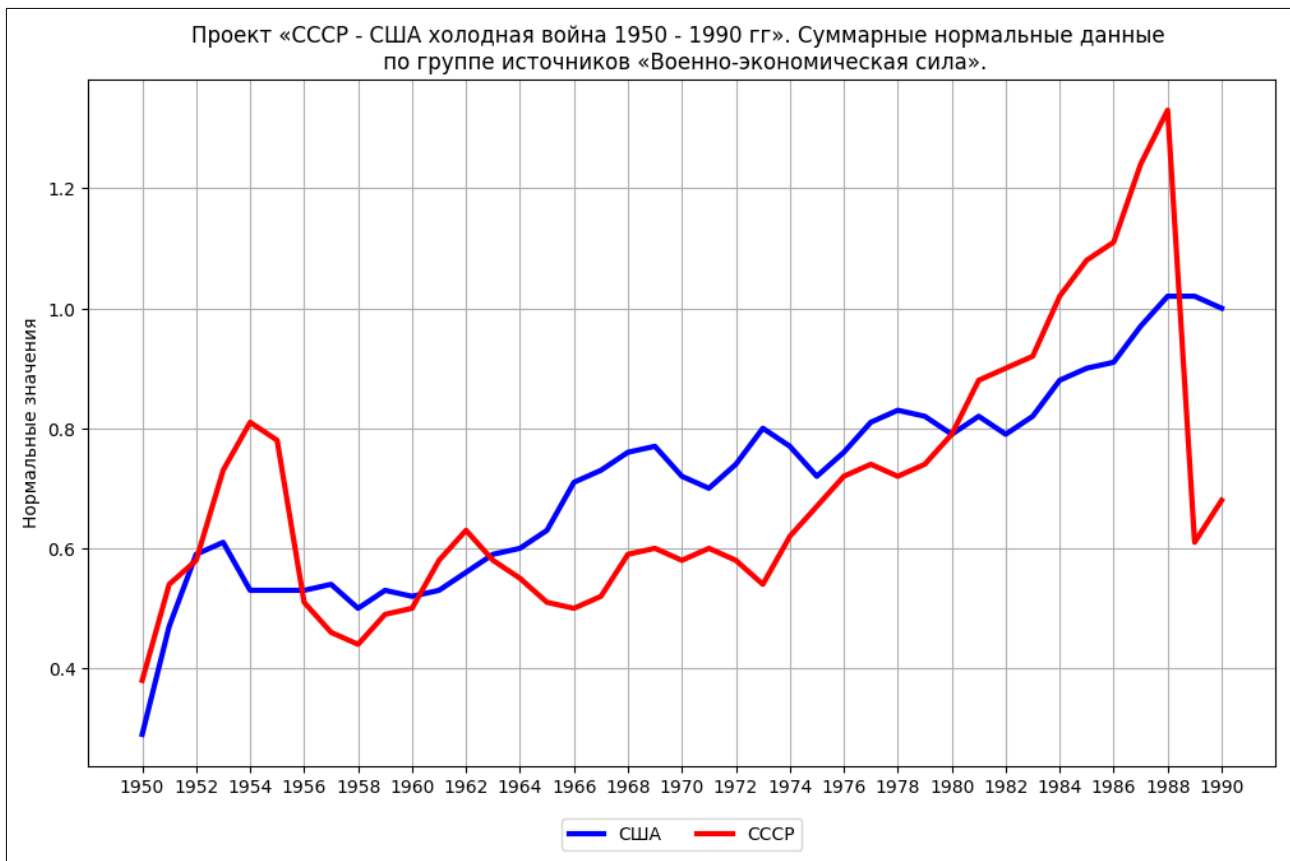


Рис. 13. Источник: http://eurasian-defence.ru/richdb/shork420/img/g_norm_group_3-1.png

Далее будут приведены краткое описание и несколько примеров использования созданного сервиса (интерфейса сайта).

Каждый пункт меню открывает не просто таблицу, но страницу имеющую инструменты добавления, редактирования, сортировки или фильтрации (отбора) данных. Ключевые выходные таблицы имеют в подвале ссылку для их скачивания в формате CSV.

Richardson-2

[Проекты](#)
[Гр.источников](#)
[Источники](#)
[Гр.стран](#)
[Страны](#)
←
[Данные](#)
→
[Графики](#)
⇒
[Ввод](#)
[Бекап](#)
[Скачать](#)
[Выход](#)

Список проектов

[Ссылка на 1-й этап НИР по гранту РФФИ 19-29-07370](#)

Для редактирования или удаления строки кликнуть ее номер **jid**. Чтобы ввести новую кликнуть → [Добавить](#)
 Для просмотра списка связанных с проектом источников кликнуть их количество в колонке **nsrc**

jid	jname	nsrc	jps	jstatus	jdb
1	БД к модели Ричардсона. Страны и коалиции.	28	Грант РФФИ No 19-29-07370. I этап. 2020 г.		richard2
2	СССР - США холодная война. Вариант 1.		Грант РФФИ No 19-29-07370. II.a этап. 2021 г.		richard1
3	СССР - США холодная война 1950 - 1990 гг	9	Грант РФФИ No 19-29-07370. II.b этап. 2021 г.	t	richard2
4	Египет, Сирия, Израиль войны – 70-х годов XX века	7	Грант РФФИ No 19-29-07370. II.c этап. 2021 г.	t	richard2
5	Исследование статистических показателей НКО в РФ		Грант РФФИ No 19-29-07370. III.a этап. 2022 г.		nko
6	Исследование статистических показателей Украинской Рады		Грант РФФИ No 19-29-07370. III.b этап. 2022 г.		rada
7	Исследование показателей России, Китая, США и их союзников	1	Грант РФФИ No 19-29-07370. III.c этап. 2022 г.		richard3
8	Исследование статистических показателей 7 стран на больших данных		Грант РФФИ № 19-29-07370. III.d этап. 2022 г.		richard4
9	Прототип системы поддержки принятия решений о перераспределении бюджета		Грант РФФИ No 19-29-07370. III.e этап. 2022 г.		richard5

[Сформировать файл в формате CSV](#)

Рис. 15.

На рис. 15 - 17 показаны страницы справочников.

Richrdson-2
 Проекты **Гр.источников** Источники Гр.стран

Просмотр таблицы групп источников

sggid	sgname	status
1	Военно-экономическая сила	t
2	Человеческий капитал	t
3	Институты развития ЧК	t

Рис. 16.

Richrdson-2
 Проекты Гр.источников **Источники** Гр.стран Страны ← Данные → Графики → Ввод Бекап Скачать Выход

Редактирование таблицы источников

Для редактирования или удаления строки кликнуть ее номер sid.
 → Сортировать по sgid → Сортировать по sid → Сортировать по sname → Сортировать по status → Добавить новую запись

№	sgid	sid	sname	slink	unit	file	status	sint
1	1	1	ВВП по паритету покупательной способности	http://svspb.net/danmark/vvp-stran.php	млрд \$	src/vvp.zip	t	
2	1	5	Военные расходы, % от ВВП, SIPRI	https://www.sipri.org/databases/milex	% от ВВП	src/sipri.zip	t	
3	1	6	Военные расходы, млн \$ 2017 г., SIPRI	https://www.sipri.org/databases/milex	млн \$ 2017 г.	src/sipri.zip	t	
4	1	8	Выработка электроэнергии	https://data.oecd.org/energy/electricity-generation.htm	млн. кв. час	src/electr.zip	t	
5	1	27	Общий ВВП	https://data.worldbank.org	\$ на текущий год	src/EGY-SYR-ISR_GDP.csv.zip		
6	1	28	Производство железа и стали	https://correlatesofwar.org/data-sets	тыс. тонн	src/EGY-SYR-ISR_IronSteel.csv.zip	t	
7	1	31	Военные расходы	https://correlatesofwar.org/data-sets	тыс. \$ на текущий год	src/EGY-SYR-ISR_MIEx.csv.zip	t	
8	1	32	Численность вооруженных сил	https://correlatesofwar.org/data-sets	тыс. чел	src/EGY-SYR-ISR_MIPer.csv.zip	t	
9	1	33	Общее потребление энергии (уголь, газ, нефть, эл.)	https://correlatesofwar.org/data-sets	тыс. эквив. тонн угля	src/EGY-SYR-ISR_PriEnergyCons.csv.zip	t	
10	1	40	Военные расходы, % от ВВП, WB	https://www.worldbank.org	% от ВВП	src/USSR-USA_military_expenditure.csv.zip	t	

Рис. 17.

При наведении курсора почти на любую ссылку, поле таблицы и другие элементы всплывает объяснение функционала или смысла этого объекта.

Центральным во всём сервисе является пункт «Данные». Слева от него в меню находятся справочники, а справа, производные от него «Графики» и далее вспомогательные инструменты.

Полезным для многих будет пункт «Скачать», который откроет страницу, где есть множество ссылок на документацию, сырые данные для дальнейших, возможно независимых, исследований, а также ссылка для скачивания всего программного кода и базы данных.

На странице данных форма для отбора данных имеет субменю переключающее фильтры для работы с сырыми данными, нормализованными данными и с Главными компонентами.

Сырые данные → Нормализованные данные → Главные компоненты

* 3. СССР - США холодная война 1950 - 1990 гг

Выбрать источник

197. СССР
155. США

51. 1950
52. 1951
53. 1952
54. 1953
55. 1954
56. 1955
57. 1956

- Вывод панельных данных (годы по горизонтали, страны по вертикали)
- Транспонировать таблицу (страны по горизонтали, годы по вертикали)

Выбрать

Рис. 18. Фильтр сырых данных.

Выбраны: Сырые данные
Проект: «СССР - США холодная война 1950 - 1990 гг»
Страна(ы): «СССР»

№	Данные	1 Военные расходы, % от ВВП, WB, (% от ВВП)	1 Валовая добавленная стоимость пром. сектора, (млн. \$ 1987 г.)	2 Ожидаемая продолжительность жизни при рождении, LEB, (лет)	2 Занятость населения в промышленности, (тыс. чел.)	2 Часов отработано в пром. секторе, (млн. час.)	3 ВВП на душу населения, ООН, (\$ 2011)	3 Число врачей всех специальностей, (тыс. чел.)	3 Число сред. мед. персонала, (тыс. чел.)	3 Выпущено аспирантов/Doctorate recipients, (чел.)
1	1950	16.73	59600		14245	30740	4529	265	719.40	4093
2	1951	21.77	67062.69		15094	32482	4473	277	783.60	4769
3	1952	22.95	72453.73		15692	33675	4682	289	847.80	5444
4	1953	27.49	78219.40		16384	35094	4803	304	912	6120
5	1954	29.67	85459.70		17204	36799	4951	319	976.20	6796
6	1955	28.73	94322.39		17655	37693	5281	334	1040.40	7607
7	1956	19.83	100631.34		18323	38148	5684	352.33	1104.60	8453
8	1957	17.88	106923.88		18932	38488	5700	370.67	1168.80	8250
9	1958	17.19	114947.76		19527	39425	6020	389	1233	6802
10	1959	18.42	125055.22		20153	39580	5848	409	1310.50	5603
11	1960	18.53	134271.64	67.05	21036	39759	6288	432	1388	5517
12	1961	20.80	144014.93	67.91	22150	40047	6532	458	1433	6921
13	1962	22.07	154826.87	68.75	22949	41493	6599	480	1478	8515
14	1963	20.30	162173.13	68.87	23661	42684	6352	501	1523	11660

Рис. 19. Результат отбора сырых данных.

Лиловым цветом выделены числа вычисленные методом линейной интерполяции.

Richrdson-2

Проекты Гр.источников Источники Гр.стран Страны ← **Данные** → Графики

Данные в табличном виде

Фильтры для отбора значений

Выбор типа данных и проекта меняют остальные фильтры.

Сырые данные → Нормализованные данные → **Главные компоненты**

* 4. Египет, Сирия, Израиль войны – 70-х годов XX века ▾

- Первая главная компонента
 Вторая главная компонента

Выбрать

Рис. 20. Форма выбора главных компонент.

Фильтры для отбора значений

Выбор типа данных и проекта меняют остальные фильтры.

Сырые данные → Нормализованные данные → **Главные компоненты**

* 4. Египет, Сирия, Израиль войны – 70-х годов XX века ▾

- Первая главная компонента
 Вторая главная компонента

Выбрать

Выбраны: Вторая главная компонента

Проект: «Египет, Сирия, Израиль войны – 70-х годов XX века»

№	Страны\Годы	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973
1	Египет	0.93	0.70	0.23	-1.02	-1.56	-1.17	-0.18	-0.57	1.96	1.82	0.36	-0.82	-0.69
2	Израиль	-0.06	0.10	0.21	0.37	0.52	0.67	-0.54	-1.24	-1.33	-0.73	0.67	-0.42	1.78
3	Сирия	0.41	0.37	-0.49	-0.64	-0.16	-0.57	-0.50	0.87	0.71	0.90	-0.31	-0.52	-0.09

[Сформировать файл в формате CSV](#)

Рис. 21. Результат выбора главных компонент.

Документация и отчет по гранту

1. [Документация для администратора системы «Admin Richardson»](#)
2. [Отчет по II этапу гранта РФФИ № 19-29-07370](#)

Скачать данные для модели

формат CSV

Сырые данные

[СССР](#)
[США](#)

[Египет](#)
[Сирия](#)
[Израиль](#)

Нормализованные данные

[СССР - США холодная война 1950 - 1990 гг. Военно-экономическая сила.](#)
[СССР - США холодная война 1950 - 1990 гг. Человеческий капитал.](#)
[СССР - США холодная война 1950 - 1990 гг». Институты развития ЧК.](#)

[Египет, Сирия, Израиль войны – 70-х годов XX века. Военно-экономическая сила.](#)
[Египет, Сирия, Израиль войны – 70-х годов XX века. Человеческий капитал.](#)

[СССР - США холодная война 1950 - 1990 гг. СССР](#)
[СССР - США холодная война 1950 - 1990 гг. США.](#)

[Египет, Сирия, Израиль войны – 70-х годов XX века. Египет.](#)
[Египет, Сирия, Израиль войны – 70-х годов XX века. Сирия.](#)
[Египет, Сирия, Израиль войны – 70-х годов XX века. Израиль.](#)

Главные компоненты

1-я
[СССР - США холодная война 1950 - 1990 гг](#)
[Египет, Сирия, Израиль войны – 70-х годов XX века](#)

2-я
[СССР - США холодная война 1950 - 1990 гг](#)
[Египет, Сирия, Израиль войны – 70-х годов XX века](#)

Скачать весь сайт

1. [Сайт целиком](#)
2. [Генерация данных и графики \(Python 3\)](#)
3. [Дамп БД \(Postgresql 13\)](#)

Рис. 22. Страница для скачивания файлов.

Пример 7.

Интерактивная 3d-модель построенная на основе Главных компонент доступна на сайте по ссылке: <http://eurasian-defence.ru/richdb/shork420/img/3d-3c-0.html>

На рис. 23 выбран ракурс, на котором хорошо видны две точки пересечения графиков СССР и США: в начале 60-х (Карибский кризис) и в середине 80-х (Звездные войны, Перестройка).

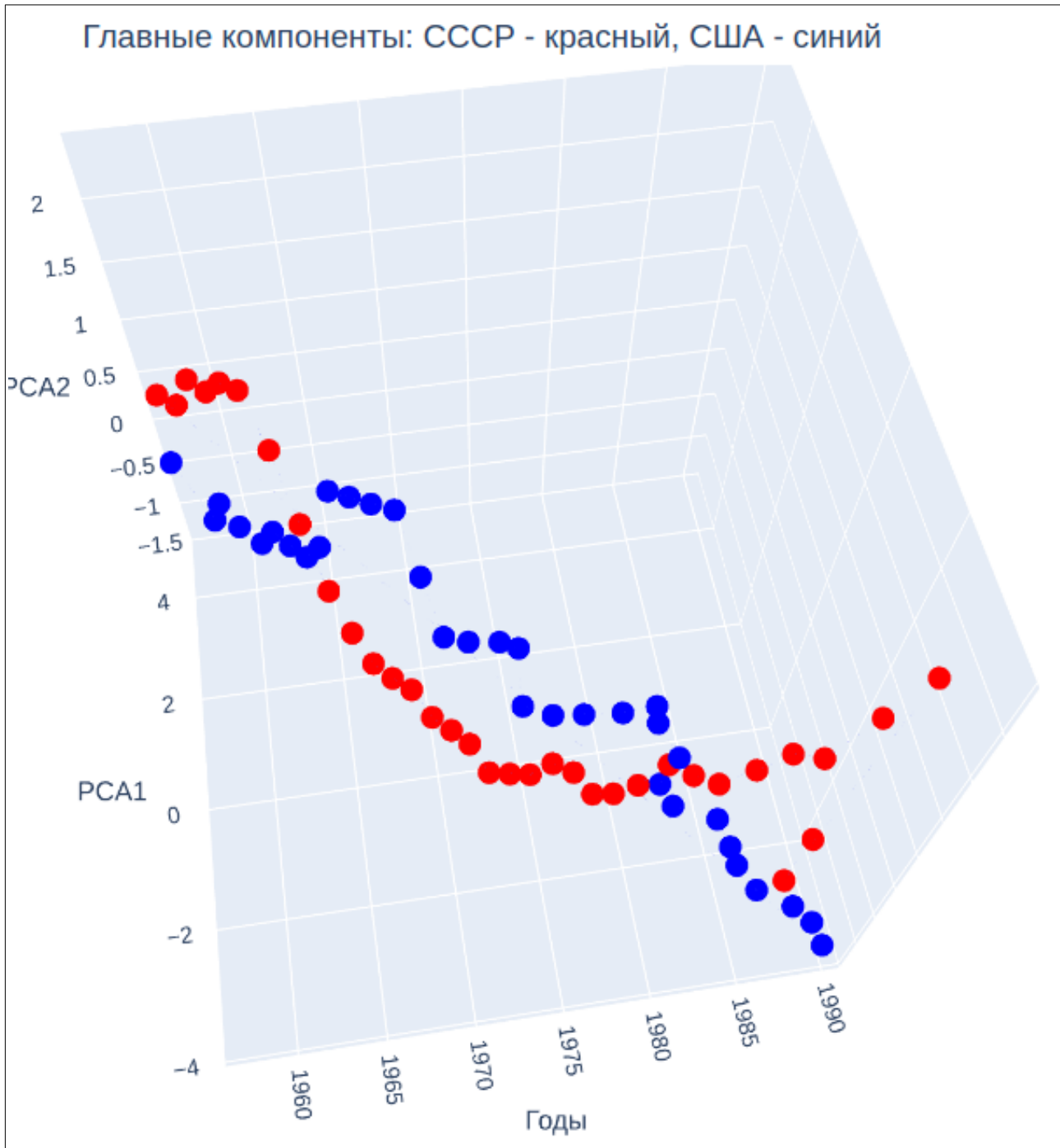


Рис. 23.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

Математическая модель строится, согласно заявке на грант, по двум проектам: Холодная война между СССР и США в 1950 - 1990 гг. и Война Судного дня между Израилем и Египтом 1973 г. и предшествующий ей период.

Модель отработана на описанной выше базе данных, созданной специально для данного этапа гранта.

Проект №3 (США–СССР)

Введение

Данные по каждой стране организованы в три группы переменных: Военно-экономическая сила, Человеческий капитал и Институты развития ЧК.

Каждая группа содержит несколько переменных (одни и те же для каждой страны). По каждой из переменных взяты годовые исторические данные (Таблица 1).

Таблица 1. Описание переменных для Проекта №3 (годовые данные с 1960 по 1987 гг. по СССР и США)

Переменная	Группа	Описание
GDPperCapita	1	ВВП на душу населения, ООН, (\$ 2011)
Indus	1	Валовая добавленная стоимость пром. сектора, (млн. \$ 1987 г.)
Mil	1	Военные расходы, % от ВВП, WB, (% от ВВП)
LifeTime	2	Ожидаемая продолжительность жизни при рождении, LEB, (лет)
WHours	2	Занятость населения в промышленности, (тыс. чел.)
PhD	3	Выпущено аспирантов/Doctorate recipients, (чел.)
NMed	3	Число врачей всех специальностей, (тыс. чел.)
NNurse	3	Число сред. мед. персонала, (тыс. чел.)

Таким образом, на объединённых страновых данных можно ввести панельную структуру со страновым (СССР/США) и временным измерением. Основное преимущество использования панельных данных состоит в том, что они позволяют учитывать в моделях индивидуальные (страновые) особенности. Причём для включения в модель следующие номинальные переменные **логарифмируются**: GDPperCapita, Indus, Mil, PhD, EmplIndus, LifeTime, WHours, NMed, NNurse (для выявления линейных трендов). Для избежания эффектов ложных корреляций все переменные в модель будут включаться в **первых разностях** (переходим от исходных уровней к приращениям год к году).

Для исследования взаимного влияния между группами переменных, по каждой группе переменные агрегируются. Для агрегирования переменных внутри каждой группы используется стандартный метод выделения главных компонент: выделяются главные ортогональные компоненты и в качестве основной переменной берётся **первая** главная компонента, содержащая максимальное количество “информации” о групповых переменных. Главная компонента вычисляется по каждой стране отдельно.

Основная модель

Пусть var1, var2, var3 – переменные из 1-й, 2-й и 3-й группы соответственно (первые главные компоненты для первых разностей предварительно логарифмированных переменных). Наш набор данных имеет структуру панельных данных (пространственно-временную структуру), каждую переменную индексируем двумя индексами: (i,t) где i – номер страны (пространственный индекс), t – года (временной индекс, год)

Для исследования взаимного влияние переменных из трёх групп будем использовать **динамическую линейную модель панельных данных**. Основные преимущества таких моделей состоит в:

1. возможности явно учитывать “индивидуальные особенности” (индивидуальные неоднородности) стран
2. исследовать взаимное влияние группы переменных (т.н. кросс-зависимости)
3. исследовать причинности.
4. строить прогнозы с учётом кросс-зависимости между переменными

Под причинностью всегда подразумевается причинность по Грейнджеру (премия им. А.Нобеля по экономика, 2003 г.). Это понятие означает, что изменения одной показателя предшествуют изменениям другого, но не наоборот.

Модель состоит из трёх (одновременных) уравнений. Спецификация модели имеет вид:

$$\begin{aligned} var\ 1_{i,t} &= \gamma_1 var\ 1_{i,t-1} + \beta_{11} var\ 2_{i,t-1} + \beta_{12} var\ 3_{i,t-1} + \mu_i^{(1)} + u_{i,t}^{(1)} \\ var\ 2_{i,t} &= \gamma_2 var\ 2_{i,t-1} + \beta_{21} var\ 1_{i,t-1} + \beta_{22} var\ 3_{i,t-1} + \mu_i^{(2)} + u_{i,t}^{(2)} \\ var\ 3_{i,t} &= \gamma_3 var\ 3_{i,t-1} + \beta_{31} var\ 1_{i,t-1} + \beta_{32} var\ 2_{i,t-1} + \mu_i^{(3)} + u_{i,t}^{(3)} \end{aligned}$$

Важно обратить внимание, что в правой части переменные берутся с лагом по времени. В этой модели γ, β – коэффициенты модели, $\mu_i^{(j)}$ – индивидуальные эффекты, учитывающие индивидуальные особенности стран. $u_{i,t}^j$ – ненаблюдаемые шоки, агрегирующее влияние остальных (неучтённых в модели) факторов и внешние воздействия.

На данных каждое уравнений модели оценивается отдельно с использование **обобщённого метода моментов**.

Эмпирический анализ

Результаты оценивания первого уравнения:

	Coef	Std. Error	z value	Pr(> z)
lag(var1)	0.424387	0.085052	4.9897	6.046e-07 ***
lag(var2)	-0.345261	0.102582	-3.3657	0.0007635 ***
lag(var3)	0.022816	0.082520	0.2765	0.7821709

Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Результаты оценивания второго уравнения:

	Coef	Std. Error	z value	Pr(> z)
lag(var2)	0.343931	0.102582	3.3527	0.0008002 ***
lag(var1)	-0.125226	0.085052	-1.4723	0.1409292
lag(var3)	-0.277174	0.082520	-3.3589	0.0007826 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Результаты оценивания третьего уравнения:

	Coef	Std. Error	z value	Pr(> z)
lag(var3)	0.732219	0.082520	8.8733	< 2e-16 ***
lag(var1)	-0.147075	0.085052	-1.7292	0.08377
lag(var2)	-0.118306	0.102582	-1.1533	0.24880

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Для построения основных выводов выберем стандартный уровень значимости 5%. Основные выводы основаны на результатах о значимости коэффициентов. На выбранном уровне значимости коэффициент значим, если по результатам оценивания он помечен хотя бы одной звездочкой.

Выводы о взаимном влиянии факторов:

1. Ну первую группу значимо влияет только вторая группа, а третья группа влияет незначимо
2. На вторую группу значимо влияет только третья, а первая группа влияет незначимо
3. На третью группу первая группа и вторая влияют незначимо.

Выводы о причинных связях между группами :

1. Вторая группа является причиной по Грейнджеру для первой.
2. Третья группа является причиной по Грейнджеру для второй

Проект №4 (Израиль–Египет)

Введение

Данные по каждой стране организованы в две группы переменных: **Военно-экономическая сила и Человеческий капитал**. Каждая группа содержит несколько переменных (одни и те же для каждой страны). По каждой из переменных взяты годовые исторические данные (Таблица 2)

Таблица 2. Описание переменных для Проекта №4 (годовые данные с 1961 по 1973 гг. по Израилю и Египту)

Переменная	Группа	Описание
MilExp	1	Военные расходы, (тыс. \$ на текущий год)
Energy	1	Общее потребление энергии (уголь, газ, нефть, эл.), (тыс. эквив. тонн угля)
ArmedForce	1	Численность вооруженных сил, (тыс. чел)

Pop	2	Общая численность населения, (тыс. чел)
LifeTime	2	Ожидаемая продолжительность жизни при рождении, (лет)

Таким образом, на объединённых страновых данных можно ввести панельную структуру со страновым (Израиль/Египет) и временным измерением. Основное преимущество использования панельных данных состоит в том, что они позволяют учитывать в моделях индивидуальные (страновые) особенности. Причём для включения в модель следующие номинальные переменные **логарифмируются**: MilExp, Pop, Energy, GDP, LifeTime, ArmedForce (для выявления линейных трендов). Для избежание эффектов ложных корреляций все переменные в модель будут включаться в **первых разностях** (переходим от исходных уровней к приращениям год к году).

Для исследования взаимного влияния между группами переменных, по каждой группе переменные агрегируются. Для агрегирования переменных внутри каждой группы используется стандартный метод выделения главных компонент: выделяются главные ортогональные компоненты и в качестве основной переменной берётся **первая** главная компонента, содержащая максимальное количество “информации” о групповых переменных. Главная компонента вычисляется по каждой стране отдельно.

Основная модель

Пусть var1, var2 – переменные из 1-й и 2-й группы соответственно (первые главные компоненты для первых разностей предварительно логарифмированных переменных). Наш набор данных имеет структуру панельных данных (пространственно-временную структуру), каждую переменную индексируем двумя индексами: (i,t) где i – номер страны (пространственный индекс), t – года (временной индекс, год)

Для исследования взаимного влияние переменных из трёх групп будем использовать **динамическую линейную модель панельных данных**. Основные преимущества таких моделей состоит в:

1. возможности явно учитывать “индивидуальные особенности” (индивидуальные неоднородности) стран;
2. исследовать взаимное влияние группы переменных (т.н. кросс-зависимости);
3. исследовать причинности;
4. строить прогнозы с учётом кросс-зависимости между переменными.

Под причинностью всегда подразумевается причинность по Грейнджеру (премия им. А.Нобеля по экономике, 2003 г.). Это понятие означает, что изменения одного показателя предшествуют изменениям другого, но не наоборот.

Модель состоит из двух (одновременных) уравнений. Спецификация модели имеет вид:

$$\begin{aligned} var\ 1_{i,t} &= \gamma_1 var\ 1_{i,t-1} + \beta_1 var\ 2_{i,t-1} + \mu_i^{(1)} + u_{i,t}^{(1)} \\ var\ 2_{i,t} &= \gamma_2 var\ 2_{i,t-1} + \beta_2 var\ 1_{i,t-1} + \mu_i^{(2)} + u_{i,t}^{(2)} \end{aligned}$$

Важно обратить внимание, что в правой части переменные берутся с лагом по времени. В этой модели γ, β – коэффициенты модели, $\mu_i^{(j)}$ – индивидуальные эффекты, учитывающие индивидуальные особенности стран. $u_{i,t}^j$ – ненаблюдаемые шоки, агрегирующее влияние остальных (неучтённых в модели) факторов и внешние воздействия. На данных каждое уравнение модели оценивается отдельно с использованием **обобщённого метода моментов**.

Эмпирический анализ

Результаты оценивания первого уравнения:

	Coef	Std. Error	z value	Pr(> z)
lag(var1)	-0.16997	0.13412	-1.2672	0.2051
lag(var2)	0.64984	0.14901	4.3610	1.295e-05 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Результаты оценивания второго уравнения:

	Coef	Std. Error	z value	Pr(> z)
lag(var2)	0.40080	0.14901	2.6897	0.007152 **
lag(var1)	0.25766	0.13412	1.9210	0.054728 .

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Для построения основных выводов выберем стандартный уровень значимости 5%. Основные выводы основаны результатах о значимости коэффициентов. На выбранном уровне значимости коэффициент значим, если по результатам оценивания он помечен хотя бы одной звёздочкой.

Выводы о взаимном влиянии факторов:

Ну первую группу вторая влияет значимо

На вторую группу первая влияет незначимо

Выводы о причинных связях между группами:

1. Вторая группа является причиной по Грейнджеру для первой.

Общий вывод

Таким образом гипотеза, выдвинутая А.И. Подберезкиным, о существовании причинно-следственной связи между описанными выше группами показателей стран и обоснованная им в ранее опубликованных монографиях и статьях, вновь подтверждена математически строгой моделью Никиты Артамонова на основе базы данных, представленной на сайте: <http://eurasian-defence.ru/richdb/shork420>

Полные тексты скриптов модели на языке R и данные в формате CSV доступны по ссылке: <http://eurasian-defence.ru/richdb/shork420/doc/R.tar.gz>

Над частью НИР, представленном в данном тексте работали:

Н.В. Артамонов, к.физ.-мат.н., заведующий кафедрой МЭИТ МГИМО МИД РФ

А.Б. Немченко, заведующий лабораторией ЭВТ им. Павла Чеповского кафедры МЭИТ

М.М. Звягинцев, инженер лаборатории ЭВТ им. Павла Чеповского кафедры МЭИТ