

# СЕТЕВАЯ ДИНАМИКА «ДИФФУЗИИ ТЕХНОЛОГИЙ» В СИСТЕМЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ ТРАНСФЕРОВ ВООРУЖЕНИЙ

АРТЁМ МАЛЬЦЕВ

Научно-исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия

---

## Резюме

Представленное исследование рассматривает роль технологических факторов в мировой торговле оружием. В первой части статьи с опорой на краткий обзор ключевых научных работ по данной проблематике обосновывается системный характер межгосударственных трансферов вооружений, её тесная взаимосвязь с более общей политической структурой международных отношений. Поднимая вопрос относительно детерминантов динамики системы межгосударственных трансферов вооружения, обсуждается теоретический подход «диффузии технологий», предложенный Китом Краузе в начале 1990-х годов. Принимая во внимание отечественные и зарубежные исследования современных тенденций международного сотрудничества в области военно-промышленного комплекса, автор приходит к заключению, что хотя технический прогресс оказывает существенное влияние на степень иерархии в отношениях между поставщиками и покупателями вооружений, многие конкретные аспекты остаются не ясны. Приводят ли трансферы военных технологий между странами к их пролиферации в международной системе и таким образом сглаживанию иерархии международной торговли вооружениями? Или отношения между странами в данной сфере носят преимущественно неравный, асимметричный характер? Во второй части статьи в качестве пути к разрешению поставленной научной проблемы автор обращается к наработкам методологии сетевого анализа (SNA), кратко обсуждается опыт новейших исследований в данной области. В третьей части статьи обосновывается оригинальный подход к оценке и количественному измерению межгосударственных трансферов технологий производства вооружений с помощью информации о лицензионном производстве вооружения и военной техники в базе данных SIPRI Arms Transfer Database. С опорой на предложенный метод было выполнено моделирование процесса «диффузии технологий» методом построения сетевых графов международных трансферов военных технологий за период 1950–2018 годов. Сравнение сетевых сообществ, выделенных по методу оптимизации меры модулярности Блонделя демонстрирует принципиальные различия в структуре сетевых взаимодействий между сетями «прямых» поставок вооружений и трансферов через лицензионное производство – топология сетевых графов трансферов технологий показывает значительно большую связанность вторичных поставщиков, а также существование механизмов обратной связи между ними. Динамика сетевых «кластеров» и показатели центральностей ключевых поставщиков также свидетельствуют в пользу гипотезы Краузе о взаимосвязи между темпами диффузии технологий и динамикой структуры иерархических отношений между экспортёрами и импортёрами вооружения. Результаты также подтверждают выводы предыдущих эмпирических исследований относительно структуры подсетей трансферов вооружений США и СССР: асимметрия между подсетями проявляется гораздо сильнее в сегменте трансферов лицензий.

## Ключевые слова:

международная торговля вооружениями; технологический трансфер; диффузия технологий; сетевой анализ; сетевые сообщества.

---

Дата поступления рукописи в редакцию: 27.01.2020

Дата принятия к публикации: 27.01.2021

Для связи с автором / Corresponding author:

Email: amalcev@hse.ru

Международная торговля вооружениями выступает предметом пристального внимания политологов и международных уже более века. Ещё в первых «дотеоретических»<sup>1</sup> работах авторов начала XX в. подчёркивался особый политический контекст деятельности «торговцев смертью» [Engelbrecht and Hanighen 1934]. После того как в конце 1960-х годов благодаря усилиям специалистов Стокгольмского института исследования проблем мира (СИПРИ)<sup>2</sup> [Blackaby 1971] и Массачусетского технологического института<sup>3</sup> были созданы первые массивы количественных данных, описывающих известные в западной академической литературе поставки основных категорий вооружений, произошёл всплеск внимания научного сообщества к этой проблематике. Возникла обобщённая концепция *трансфера вооружений*, включающая в себя не только собственно поставки оружия на коммерческой основе, но и любые поставки продуктов, товаров, технических систем и их компонентов военного и двойного назначения, в том числе в рамках различных комплексов политической взаимозависимости<sup>4</sup>. С начала 1990-х годов схожая концептуализация была введена и в отечественной литературе в виде термина «военно-техническое сотрудничество» (ВТС) [Колесников 2004; Буневич 2008; Кушнир 2008]. В научных работах с 1970-х годов рассматриваются конкретные структуры политического влияния, возникающие в ходе трансферов вооружений различных видов, специфическая политическая динамика отдельных рынков вооружения, вопросы взаимодействия экономики и политики в динамике рынков, а также зависимость динамики

региональных конфликтов от объёмов поставленного оружия и многие другие темы<sup>5</sup>.

Важным направлением исследований остаётся *системный подход* к изучению международной торговли вооружениями [Gerner 1983; Laurance 1992; Anderton 1995], цель которого состоит в поиске *обобщённой логики* функционирования трансферов вооружений как подсистемы международных отношений. Теоретические подходы к объяснению динамики развития системы международных трансферов вооружения вплоть до конца 2000-х годов опирались в основном на генерализацию данных, полученных в результате изучения отдельных кейсов. Исследование, представленное в настоящей статье, посвящено *эмпирической проверке* теоретических наработок с акцентом на *научно-техническом прогрессе* как основном драйвере мировой торговли вооружениями. При этом оно объединяет перспективную для обозначенной проблематики методологию *сетевого анализа* с применением дезагрегированного статистического массива данных о межгосударственных трансферах военных технологий. В частности, с помощью количественных методов была осуществлена проверка концепции «диффузии технологий» К. Краузе [Krause 1992] на данных о трансферах лицензий по производству вооружений на всём периоде систематических наблюдений – с 1950 по 2018 год.

## 1

Начало исследования международных трансферов вооружения как системного явления положили первые наработки СИПРИ, опиравшиеся на впервые собранные регистры межгосударственных сделок

<sup>1</sup> См. обзор этих исследований в работе Д. Гернер [Gerner 1983] и Д. Кинселлы [Kinsella 2011].

<sup>2</sup> Стокгольмский институт исследования проблем мира (SIPRI) с начала 1960-х годов является одним из наиболее авторитетных в мире исследовательских центров по изучению международной торговли вооружением.

<sup>3</sup> В частности, речь идёт о работе коллектива авторов во главе с А. Лейсс [Leiss et al. 1970].

<sup>4</sup> Несмотря на наличие естественных расхождений в конкретной трактовке термина, именно к такой концептуализации термина “*arms transfer*” приходят наиболее влиятельные авторы 1980–1990-х годов [Catrina 1988: 13; Laurance 1992: 14; Kinsella 1998: 7].

<sup>5</sup> Подробный обзор ключевых направлений см., например, в работах Д. Гернер [Gerner 1983], К. Катрины, Ч. Андертона и Д. Кинселлы [Catrina 1994; Anderton 1995; Kinsella 2011].

по поставке вооружения. Описывая структуру регистров, команда исследователей указала на существование *гегемонистского* паттерна в системе взаимоотношений между ключевыми поставщиками и приобретаемыми вооружениями в биполярном мире<sup>6</sup>. Другой важной вехой стала опубликованная в 1975 г. масштабная теоретическая работа американского учёного Роберта Харкави «*Торговля вооружениями и международная система*» [Harkavy 1974]. Он сравнил динамику международных трансферов вооружений в межвоенный (1920–1930 годы) и послевоенный периоды (1945–1970-е годы). Опираясь на свой историко-системный анализ, Р. Харкави сделал вывод, согласно которому международные трансферы вооружений с начала «холодной войны» стали *политической системой*, в которой доминировали технологические и политико-идеологические факторы [Harkavy 1974]. Хотя предложенный исследователем методологический подход, по мнению самого автора, «не получил должного теоретического спроса или оказался свёрнут в более обобщённую рамку структурного реализма» [Harkavy 1994: 12], большинство более поздних исследований конца 1980-х – начала 1990-х годов широко признавали и активно использовали введённые им концептуальные наработки [Catrina 1988; Laurance 1992; Krause 1992].

В 1992 г. канадский политолог Кит Краузе опубликовал работу «*Оружие и государство: паттерны военного производства и торговли*» [Krause 1992], где впервые была сформулирована единая логика волновой динамики системы международных трансферов вооружений под влиянием технического прогресса. Хотя понятия *технологий* и *технологического трансфера* уже использовались в работах предыдущих авторов

[Harkavy 1974; Catrina 1988; Laurance 1992], их концептуализация в целом ограничивалась общими заключениями о влиянии качественных тактико-технических характеристик (ТТХ) поставляемого вооружения на региональные военные балансы. Авторы подчёркивали важность поставок высоко-технологичного оружия, концентрируя внимание на специфическом политическом контексте различных трансферов [Harkavy 1974: 44–45; Laurance 1992: 50]. Таким образом, изучение влияния технологий сводилось к более узким вопросам, как, например, политический контроль над распространением отдельных систем вооружения и взаимосвязь технологий с высокой концентрацией производства [Harkavy 1975: 46–47; Laurance 1992: 50–51].

В отличие от своих предшественников и коллег К. Краузе впервые комплексно проработал понятия *технологии* и *технологического прогресса*, обобщив опыт исторических исследований политических трансформаций в Европе в ходе промышленной революции XVIII – XIX веков (особенно в области технического прогресса в создании вооружений) [Bull et al. 1984; Wallerstein 1974; Wallerstein 1980a; Gellner, Breuilly 1983; Howard 1976; McNeill 1983; Gilpin 1981; Kennedy 1987, Thompson 1988]. Совместив несколько схожих концептуальных подходов «*диффузии военных и экономических технологий от более развитых к менее развитым обществам как ключевого элемента в процессах перераспределения международного влияния*» [Gilpin 1981: 177], а также «*реструктуризации геополитической системы (благодаря) технологическим прорывам*» [Wallerstein 1980b: 172]<sup>7</sup>, К. Краузе предложил единую теоретическую логику для объяснения динамики системы международных трансферов воо-

<sup>6</sup> Предложенная СИПРИ теоретическая модель системы международных трансферов вооружения включала три основных паттерна поставок – гегемонистский (hegemonic), индустриальный (industrial) и ограничивающий (restrictive), в соответствии с которыми поставщики вооружений стремятся либо укрепить собственное влияние в международной системе, либо преследуют коммерческую выгоду для своего оборонно-промышленного комплекса, либо используют поставки вооружений для того, чтобы обеспечить безопасность себя и своих союзников от потенциальных агрессоров [Blackaby 1971: 17–21].

<sup>7</sup> Также этот подход подробно обсуждался в работе Фримэна [Freeman 1987: 295–309].

Таблица 1  
Классификация поставщиков по трём уровням

Ранг поставщика в международной системе	Поставщики	Характеристика
Первый уровень	США, СССР	Независимый полный цикл проектирования, разработки и производства всех видов систем вооружений. Постоянное создание инноваций, определение «технологического фронта»
Второй уровень	Франция, Германия, Великобритания, Италия, Испания, Польша, Чехословакия, Япония, Канада, Швеция	Самостоятельная разработка высокотехнологичных систем вооружения с опорой на технологический трансфер, заимствование опыта и приобретение подсистем у поставщиков первого уровня
Третий уровень	Аргентина, Южная Африка, Израиль, Северная Корея, Индия, Китай, Египет, Бразилия, Тайвань, Югославия, Сингапур, Пакистан	Копирование и репроизводство существующих систем вооружения с опорой на трансфер технологий или кражу интеллектуальной собственности, самостоятельное обслуживание некоторых высокотехнологичных систем вооружения

Источник: составлено по данным [Krause 1992: 31, 99, 127].

ружений по принципу «диффузии технологий» [Krause 1992: 18].

В общих чертах представленная Краузе теоретическая модель<sup>8</sup> предполагает, что технологическое неравенство между государствами на международной арене приводит к неизбежному формированию иерархической системы отношений между поставщиками и импортёрами вооружений<sup>9</sup>, в которой относительное положение каждой страны определяется доступным для неё технологическим уровнем<sup>10</sup> [Krause 1990; Krause 1992]. В работе К. Краузе выделяются четыре<sup>11</sup> таких уровня (табл. 1). Структура иерархических отношений между поставщиками зависит от действия двух противоположных сил. С одной стороны, государства на вершине иерархии постоянно поддерживают процесс воспроизводства новых военных технологий, разрабатывают новые поколения систем вооружения. При этом разрыв между вершиной иерархии и каждой следующей ступенью увеличивается, так как все страны

вынуждены осваивать производство, обслуживание и эксплуатацию новых поколений систем вооружений [Krause 1990: 698]. С другой стороны, действует обратная сила в виде *диффузии технологий* – процесса распространения научно-производственных потенциалов в международной системе. Заимствуя технологии из международных центров военных НИОКР, отдельные страны могут сокращать отставание от лидеров и таким образом продвигаться вверх по иерархии поставщиков вооружения [Krause 1992: 29–30].

В соответствии с теорией К. Краузе в зависимости от скорости воспроизводства военных технологий международная система трансферов вооружений принимает более или менее выраженную иерархическую структуру. При этом накопление технологий военно-промышленным комплексом государства либо способствует «технологическому рынку», позволяющему закрепить на следующей ступени иерархии, либо при невысоких темпах технического про-

<sup>8</sup> Оригинальная модель была впервые представлена К. Краузе в 1990 году [Krause 1990: 689–697] и затем была развита в масштабной работе 1992 года [Krause 1992: 12–21].

<sup>9</sup> При этом представление о иерархических отношениях между национальными оборонно-промышленными комплексами стран развитых и развивающихся стран возникло ранее – в частности, ещё с 1980-х годов [Neuman 1984].

<sup>10</sup> В оригинале – «уровень», «ступень» (англ. “tier”).

<sup>11</sup> Где к «четвёртому» уровню относятся исключительно импортёры вооружений.

гресса заканчивается стагнацией или так называемым технологическим плато.

Необходимо отдельно обозначить термины. **Диффузия технологий** относится в целом к *процессу распространения военных технологий*, в то время как **трансфер технологий** предполагает *передачу технологии от одного поставщика к другому*. Таким образом, общая тенденция к *диффузии технологий* реализуется благодаря существованию постоянных *трансферов технологий* между отдельными поставщиками. Например, при поставке многофункциональных истребителей Су-30МКИ из России в Индию осуществляется, как минимум, *частичный трансфер технологий* благодаря конечной сборке самолётов на мощностях индийской аэрокосмической корпорации HAL [Pardesi, Manjeet 2007; Буневич, Бродунов 2015]. В то же время постепенный рост<sup>12</sup> возможностей научной и производственной базы индийского ВПК по созданию собственной боевой авиации и авиационного вооружения, возможный в том числе благодаря военнотехническому сотрудничеству с Россией и другими странами, является примером *диффузии технологий*.

С конца 1980-х — начала 1990-х годов проблематика технологического трансфера в государства второго и третьего уровней стала предметом серии детальных эмпирических исследований [Pearson 1987; Anthony 1993; Grimmett 1995; Kinsella 2000; Cofner 2008], в которых было рассмотрено множество случаев трансферов технологий между отдельными странами. Хотя в современной литературе не сложилось согласованного мнения относительно совокупности технологических критериев, четко разделяющих ступени поставщиков, основные принципы в существующих мо-

делях в целом схожи<sup>13</sup>. При этом доскональное изучение процессов, связанных с *диффузией военных технологий*, породило гораздо больше вопросов, нежели ответов. С одной стороны, число новых поставщиков, способных к экспорту высокотехнологичного вооружения, действительно активно растёт<sup>14</sup> [Bitzinger et al. 2011: 2–4]. С другой стороны, несмотря на активное впитывание технологий ближайшими партнёрами и союзниками США, они оказываются не способны реально претендовать на равное положение в иерархии. Скорость технологического прогресса и необходимые для его поддержания инвестиции в НИОКР не оставляют союзникам США возможностей для полноценной конкуренции [Dunne, Brauer 2005: 13; Cofner 2008: 6]. В масштабном исследовании Ричард Битцингер приходит к выводу о том, что диффузия технологий не способна кардинально изменить существующую структуру отношений между поставщиками, так как кривая технологической адаптации растёт экспоненциально по мере приближения к вершине иерархии [Bitzinger 2003: 11–38]. По Р. Битцингеру, поставщики вооружений второго и третьего уровней оказываются неспособными добиться часто декларируемой технологической самодостаточности и вместо этого стремятся к специализации, захвату отдельных высокотехнологичных ниш, в которых национальная военная продукция остаётся конкурентоспособной, а само производство — экономически целесообразным. При этом усиливается горизонтальное взаимодействие между поставщиками, когда производство сложных систем вооружения происходит при интенсивном импорте компонентов и субсистем, производящихся разными государствами

<sup>12</sup> Несмотря на несколько спорные оценки относительно его темпов, в целом можно отметить пусть медленный, но неуклонный прогресс в развитии ВПК Индии. Подробнее см., например, работу А.М. Задориной [Задорина 2016].

<sup>13</sup> Помимо критериев, предложенных К. Краузе, существует минимум три альтернативные модели [Katz 1984: 9; Wulf 1985: 330; Ross 1994; Nolan 1986: 45–46; Green 1995: 15; Brzoska 1999: 148].

<sup>14</sup> Bitzinger R., Raska M., Lean C.K.S., Weng K.W.K. Locating China's Place in the Global Defense Economy. SITC (Policy Brief 28). 2011. P. 6.

[Bitzinger 2003: 39–69]. В настоящее время эта тенденция активно изучается в научной литературе в рамках исследований *глобализации военной промышленности*<sup>15</sup>.

Что перечисленные выводы могут сказать о структуре системы международных трансферов вооружения в целом? Существующие работы дают некоторое описание взаимодействия отдельных поставщиков, в основном – партнёров США. В то время как они отлично объясняют взаимодействие поставщиков внутри отдельных вертикалей технологической зависимости, в них описан лишь *некоторый сегмент* международных трансферов вооружений. Такой подход зачастую оставляет за рамками роль западных поставщиков в системе трансферов технологий производства вооружения (в первую очередь России, Китая, Индии).

В отечественной научной литературе в последнее десятилетие также активно изучается процесс *диффузии технологий*, хотя общепринятого определения или хотя бы схожей трактовки не сложилось. Например, в сфере военно-промышленного комплекса под *диффузией технологий* отечественные авторы часто подразумевают обмен технологиями между предприятиями ОПК и гражданским сектором экономики [Цветных, Ерыгин, Левчен 2017]. В другом подходе диффузия технологий рассматривается как процесс распространения технологий в мировой экономике в целом, где впитывание технологий отдельными странами способствует развитию научно-производственного потенциала их национальной экономики [Голиченко 2012; Вашенко и др. 2015]. Наиболее распространённым подходом в российских исследованиях трансферов военных технологий выступает анализ случаев военно-технического сотрудничества России с её ключевыми партнёрами, в том числе с Индией [Буневич, Бродунов 2015] и Китаем [Евдотьева 2018]. Существуют

также и обзорные исследования общих трендов международной торговли вооружением. В частности, в работе Константина Макиенко представлен сравнительный анализ различных моделей рынков вооружения, включая *промышленно-технологическую модель*, ключевой особенностью которой выступает «приоритет доступа к передовым военным и общепромышленным технологиям» [Макиенко 2012: 186]. В целом, хотя ведущие российские интеллектуальные центры, такие как ЦАСТ и ИМЭМО РАН, обладают как подробной статистикой, так и *содержательным пониманием* специфики трансферов технологий (в том числе через военно-техническое сотрудничество), они специализируются в основном на профессиональной экспертизе, а не на академических исследованиях международных отношений.

Проблематика *диффузии технологий* в международной торговле вооружениями остаётся актуальной темой в современных исследованиях как в России, так и за рубежом. Вместе с тем по-прежнему остаётся много вопросов относительно совокупных особенностей и трендов данного процесса. Важная задача нынешней статьи заключается в *эмпирической проверке* существующего экспертного знания и результатов изучения отдельных кейсов трансферов военных технологий на больших массивах количественных данных. Ключевое для этой работы предположение состоит в том, что подтверждения принципа *диффузии технологий* К. Краузе можно обнаружить в *сетевой структуре* динамики основных рынков вооружений.

## 2

В 2003 г. американский специалист Дэвид Кинселла впервые предложил исследовать международную торговлю вооружениями как *сетевую структуру* [Kinsella 2003]. Обсуждая извечный вопрос столкновения политики и экономики в поставках

<sup>15</sup> Впервые этот тезис был выдвинут ещё в 1990-е годы [Bitzinger 1994]. В 2000-е годы он приобрёл существенную популярность, получив подтверждения в ряде работ [Bitzinger 2003: 63–79; Hayward 2000: 115–132; Hartley 2007; Hartley 2009; Буневич 2014].

вооружений, он отметил, что международную торговлю вооружениями нельзя свести ни к *анархической* структуре свободных рынков, ни к строго *иерархическому* политическому порядку. Вместо этого она скорее балансирует между этими двумя типами структуры. Распространение технологий между поставщиками, как правило, означает установление между ними прочных связей, которые нельзя свести исключительно к политической зависимости или экономическому партнёрству. В качестве альтернативы Д. Кинселла предлагает рассматривать отношения между экспортёрами и импортёрами в терминологии «узлов» и «рёбер» направленного сетевого графа. Такой подход позволяет учитывать одновременно как центральную роль ключевых производителей вооружений, так и наличие сетевых горизонтальных взаимодействий между поставщиками второго и третьего уровней, присутствующих параллельно вертикальным иерархическим отношениям [Kinsella 2003].

Исследования Дэвида Кинселлы показали возможность применения методологии *анализа социальных сетей* (SNA)<sup>16</sup> для изучения международной торговли вооружениями. В упомянутой выше статье 2003 г. в качестве демонстрации метода учёный рассчитал показатели плотности сети трансферов вооружений, а также значения центральности поставщиков в сети. Результаты в динамике показали значительный рост сетевых взаимодействий в 1980–1990-х годах во многом за счёт активности поставщиков третьего уровня [Kinsella 2003]. В итоге Д. Кинселла описывал сеть международных трансферов вооружения как *масштабно-инвариантную*<sup>17</sup>, что соответствует свойствам естественной социальной сети. В дальнейшем исследователь сосредоточился на сетевом анализе специфических сегментов торговли вооружениями – в частности, чёрного рынка трансфе-

ров лёгкого стрелкового оружия [Kinsella 2004; Kinsella 2006].

К началу 2010-х годов исследования с опорой на методологию сетевого анализа стали одним из перспективных направлений в теории международных отношений [Hafner-Burton, Kahler 2009; Maoz 2009; Maoz 2012; Дегтерёв 2015]. Например, применение методов SNA позволило найти положительную взаимосвязь между высокими значениями центральности в системе международной торговли и снижением вероятности военного конфликта между странами в сети [Kinne 2012]<sup>18</sup>, а также наличие статистически значимых сетевых эффектов в динамике оборонных расходов США и европейских стран [Caruso, Di Domizio 2016; Bove, Elia, Pelliccia 2016]. Дальнейшее развитие проблематика сетевого анализа структуры международных трансферов вооружений получила в исследованиях последних лет. Андерс Акерман и Анна Л. Зейм в 2014 г. опубликовали [Akerman, Seim 2014] более продвинутую модель анализа сети трансферов вооружений с акцентом на сравнении подсетей НАТО и Организации Варшавского договора. Их исследование сети торговли вооружениями 1950–2007 годов подтвердило общие представления о склонности подсети СССР к большей централизации по сравнению с западными странами, а также показало, что после окончания «холодной войны» сеть стала более плотной и кластеризованной. А. Акерман и А. Зейм интерпретируют эту тенденцию через призму ослабления традиционных структур политической зависимости, сопровождающих трансферы, а также выдвигают предположение относительно усиления рыночных механизмов в системе торговли вооружениями в целом. При этом регрессионная модель вероятности возникновения трансферов в диадах государств подтверждает снижение значимо-

<sup>16</sup> *Social Network Analysis*.

<sup>17</sup> Scale-Free Network, подробнее см. работу А.-Л. Барабаша и М. Алдана-Гонсалес [Barabási, Aldana-Gonzales 2003], а также работу А.-Л. Барабаша и Э. Бонабо [Barabási and Bonabeau 2003].

<sup>18</sup> Здесь имеются в виду совокупные торговые операции, а не трансферы вооружений.

сти политического режима как объясняющей переменной<sup>19</sup> с начала 1990-х годов [Akerman, Seim 2014]. В исследованиях 2016 и 2018 годов Брендон Кинне [Kinne 2016; Kinne, Bunte 2018] также использует значения центральностей в сети соглашений о межгосударственной кооперации при разработке и производстве вооружений<sup>20</sup> в качестве предиктора возникновения трансфера вооружений в диадах. Его работы показывают, что государства–поставщики вооружений в 2000–2010-х годах стремились формализовать двусторонние связи по кооперации в области национальной безопасности, в которые входил широкий спектр партнёрств в различных сферах – от совместного проектирования вооружений до сотрудничества вооружённых сил. Эти связи также представляют собой сетевую структуру, которая оказывает эффект на международную торговлю вооружениями. В 2019 г. аналогичный подход, но уже относительно самого рынка вооружений, применила группа исследователей под руководством Пола Тёрнера [Turner et al. 2019]. Используя *модель динамического экспоненциального случайного графа*<sup>21</sup>, она оценила статистический эффект превалирования различных вариантов сетевых структур в развивающейся системе международной торговли вооружениями. Результаты в целом соответствуют тезису об усилении роли рыночных механизмов с 1990-х годов, в то же время указывая на рост влияния двусторонних и коллективных военных альянсов после 2001 года<sup>22</sup>.

В целом методы сетевого анализа сформировали передовое направление в исследованиях международных трансферов вооружений, что свидетельствует о больших

перспективах применения этих методов для исследования трансферов технологий производства вооружения и в целом процессов диффузии технологий.

### 3

В настоящей работе предлагается воспользоваться наработками методологии сетевого анализа для возвращения к проблематике *диффузии военных технологий* в рамках сети трансферов вооружений. В исследовательской литературе это первая попытка изучения этого процесса на масштабных эмпирических данных с широкими временными рамками. Предшествующие эмпирические исследования диффузии технологий опирались на использование прокси-переменных в виде, например, информации о трансферах *патентов* в сфере военных технологий [Acosta et al. 2011; Acosta et al. 2013; Schmid 2018]. При этом эти исследования не были связаны напрямую с проблематикой международной торговли вооружениями. Вместо этого в них были поставлены иные исследовательские вопросы – в первую очередь относительно причин технологического трансфера в условиях взаимодействия гражданских и оборонно-промышленных компаний в частном секторе. В настоящей работе мы возвращаемся к более общей проблеме структуры системы международных трансферов вооружения в контексте сетевых эффектов *диффузии технологий*.

Как иначе можно эмпирически измерить показатели *технологической диффузии* между странами? Подавляющее большинство упомянутых выше авторов, обсуждая технологические трансферы от одной страны к другой, в качестве их основного

<sup>19</sup> Здесь необходимо отметить, что используемый в работе А. Акермана и А. Зейм [Akerman, Seim 2014: 4] подход выражения механизмов политической зависимости через шкалу типологии режимов Polity может быть ограниченным: в период «холодной войны» и США, и СССР активно поставляли вооружения в авторитарные страны.

<sup>20</sup> Подробнее обсуждение базы данных см. в работе Б. Кинне 2019 года [Kinne 2019].

<sup>21</sup> Temporal Exponential Graph Model (TEGR), подробно модель описана в работе коллектива авторов во главе с С. Ханнеке [Hanneke et al. 2010].

<sup>22</sup> Авторы связывают эти изменения с терактом 11 сентября и последовавшей «Войной против терроризма» [Turner et al. 2019: 1761].

канала передачи подразумевают организацию *лицензионного производства вооружения* в стране-импортёре [Krause 1990: 698; Krause 1992: 208; Bitzinger 1994: 175–176; Kinsella 2000: 256]. В существующих работах довольно детально описаны процессы передачи и абсорбции технологических знаний, информации и компетенций от экспортёра к импортёру. Трансфер технологий может осуществляться через 1) непосредственно производство вооружения по лицензии в стране-импортёре; 2) соглашения о совместном производстве; 3) производство через договор субподрядчика; 4) производство по офсетным договорам [Louscher, Salomone 1987: 2–3]. При этом, хотя разные виды трансфера технологий могут подразумевать разную интенсивность передачи технической документации, обмена опытом, доступа к технологиям подсистем<sup>23</sup>, именно *лицензионное производство* остаётся наиболее распространённым способом трансфера технологий [Louscher и Salomone 1987: 4].

Количественная оценка трансфера военных технологий с помощью лицензионного производства до настоящего времени оставалась затруднительной для исследователей, занимающихся сбором статистических данных по международной торговле вооружениями. Долгое время базы данных о трансферах вооружений описывали исключительно количество и наименования передаваемой военной техники, а также указывали примерную совокупную денежную стоимость трансфера в долларах США<sup>24</sup>. По причинам инфляции практики завышения стоимости оборонных контрактов и ограниченной информации о полном пакете соглашений, связанных с продажей высокотехнологичного вооружения (в особенности в случае лицензион-

ного производства), финансовая стоимость трансфера может сильно отличаться от реальной ценности передаваемого вооружения и военной техники.

С 1990-х годов для решения этой проблемы сотрудники СИПРИ предложили ввести отдельную единицу измерения трансфера вооружений – *Trend Indicator Value (TIV)* [Holtom, Bromley, Simmel 2012]. За единицу TIV был принят один миллион долларов США по фиксированному курсу 1990-го года. Она предназначена для оценки трендов совокупных объёмов трансферов вооружений с упором на сравнимость передаваемых систем по их тактико-техническим характеристикам (ТТХ). Для этого эксперты СИПРИ используют известные средние оценки себестоимости производства по сходным системам вооружения. Так, например, для относительно сравнимых по ТТХ истребителей Су-27С и F-15А приводится оценка 42,8 TIV, что соответствует 42,8 млн долларов США – примерной себестоимости самолётов этого типа в долларах по фиксированному курсу. Сотрудники СИПРИ с максимальной осторожностью позиционируют границы применения оценок в TIV с акцентом на том, что они не отражают реальную себестоимость производства отдельных систем или их рыночную стоимость в конкретных транзакциях. Отдельно важно учитывать, что оценки TIV подразумевают определённое *технологическое смещение* в сторону западных систем вооружения, при котором ценность отдельных образцов в среднем оказывается выше, например, их российских аналогов.

Несмотря на периодическую критику<sup>25</sup>, база данных международных трансферов вооружения *SIPRI Arms Transfer Database*<sup>26</sup>

<sup>23</sup> Например, в ряде теоретических моделей соглашения по совместной разработке и производству вооружений считаются более продвинутой формой трансфера технологий [Bitzinger 2003: 16–17].

<sup>24</sup> В частности, базы данных SIPRI (до 1990-х годов) и МТИ [Leiss, 1976].

<sup>25</sup> Барabanов М. Осторожно: «статистика» SIPRI // Независимое военное обозрение [Электронный ресурс]. URL: [http://nvo.ng.ru/realty/2014-04-04/1\\_sipri.html](http://nvo.ng.ru/realty/2014-04-04/1_sipri.html) (дата обращения: 23.01.2019).

<sup>26</sup> SIPRI. The SIPRI Arms transfers database. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sipri.org/databases/armstransfers> (дата обращения: 23.01.2019).

с оценками в TIV повсеместно используется в современных эмпирических исследованиях, в том числе с применением методологии сетевого анализа, так как в ней представлены панельные оценки совокупного экспорта/импорта одиннадцати основных категорий вооружения за каждый год<sup>27</sup>. Эта база данных позволяет получить обобщённую информацию о совокупной сумме трансферов между каждой парой государств, в том числе по категориям.

В 2018 г. по прямому запросу сотрудники СИПРИ предоставили доступ к продвинутой версии базы данных – *SIPRI Arms Transfer Database: Deals and TIV*<sup>28</sup>, которая агрегирует в электронную таблицу текстовую информацию «торговых регистров» с указанием оценок в TIV для каждого отдельного трансфера. Автору настоящей статьи также стала доступна систематизированная информация о трансферах с локализованным производством – в виде бинарной переменной, указывающей на «любое участие военно-промышленного комплекса импортёра в производстве единицы вооружения, по которой осуществляется трансфер, где под участием понимается обязательное производство, как минимум, отдельных компонентов вооружения внутри страны, в то время как исключительно сборка техники внутри страны из полностью иностранных комплектующих не учитывается»<sup>29</sup>. Таким образом, включение этой бинарной переменной позволяет количественно оценить трансфер технологий, осуществляемый с помощью разнообразных форм лицензионного производства, опираясь на соответствующие оценки в TIV. Благодаря этим данным появляется возможность провести масштабное эмпирическое исследование процессов диффузии технологий для широкого промежутка

времени (с начала «холодной войны» по настоящее время).

Для оценки объёма трансфера технологий между двумя странами с помощью информации об объёме трансферов через передачу лицензий нужно понимать, что он представляет собой нечто большее (или меньшее), нежели лишь ценность отдельных единиц вооружения, произведённых на национальных мощностях. Таким образом, любые оценки, выведенные из таблиц TIV, изначально будут иметь смещённый характер. С учётом этой проблемы, чтобы получить максимально достоверные результаты, в настоящем исследовании предлагается несколько альтернативных подходов к операционализации технологического трансфера.

*Во-первых*, опираясь на методологию сетевого анализа, мы исследуем совокупную структуру всех трансферов технологий, принимая за базовую единицу *ребро сети*, наличие которого между двумя вершинами (странами) отражает наличие военно-технического сотрудничества, включающего в себя лицензионное производство вооружения, между ними. Этот «минималистский» подход в принципе снимает необходимость оценки объёма передаваемых технологий, в то же время позволяя рассчитать основные меры центральностей для всех стран сети.

*Во-вторых*, за объём или ценность передаваемых технологий между парой государств можно взять сумму в TIV по всему произведённому по лицензии вооружению<sup>30</sup>. Этот подход позволяет приблизительно оценить объём трансфера, опираясь на *допущение*, что при увеличении серии лицензионного/совместного производства экспортёр готов предоставить расширенный доступ к технологиям от-

<sup>27</sup> То есть всех категорий вооружения, за исключением лёгкого стрелкового оружия и гражданского оборудования двойного назначения.

<sup>28</sup> Автор статьи выражает благодарность Од Флёрант (СИПРИ) за предоставление доступа к базе данных и консультации по её использованию.

<sup>29</sup> SIPRI. New register function. Сопровождающая документация к базе данных SIPRI Arms Transfer Database: Deals and TIV. 2018. P. 3.

<sup>30</sup> В базе данных SIPRI: Arms Transfer Database: Deals and TIV индикатор обозначается как “TIV Delivery Values”.

дельных субсистем, в то время как импортер приобретает больше производственного опыта. Разумеется, это допущение остаётся главным недостатком такого подхода – увеличение партий произведённого по лицензии вооружения не гарантирует более интенсивного обмена технологиями. Кроме того, этот подход учитывает относительную ценность различных видов вооружения, где более высокотехнологичные образцы обладают существенно более высокой «ценностью» в TIV. Например, при таком подходе строительство крупного десантного корабля по лицензии гораздо заметнее отразится на весе ребра технологических трансферов между двумя странами, нежели сборка многофункционального истребителя, потому что выражаемая параметром TIV себестоимость постройки надводного корабля оказывается гораздо выше себестоимости производства самолёта.

*В-третьих*, за объём или ценность передаваемых между парой стран технологий можно принять значение в TIV по сумме оценок стоимости отдельного изделия в каждой серии производимого по лицензии вооружения<sup>31</sup>. Таким образом, вес ребра в этом подходе не учитывает стоимость совокупного числа изделий, произведённых благодаря лицензионному трансферу технологий. Логика такой операционализации предполагает другое *допущение*: ценность каждого отдельного трансфера технологии соответствует ценности соответствующей единицы вооружения (изделия) в TIV. Такое допущение позволяет оценить *сравнительную ценность* трансфера технологий, где ценность технологии производства истребителя четвёртого поколения, скорее всего, выше ценности технологии производства миномёта или полковой гаубицы (что отражается в оценках в TIV). Это также позволяет учесть при оценке совокупного «веса» переданных технологий лицензионное производство высокотехнологичного вооружения малыми сериями.

*В-четвёртых*, объём или ценность трансфера технологий можно оценить, опираясь на количество категорий вооружений, по которым осуществляется трансфер. Этот подход подразумевает отказ от измерения веса *отдельных трансферов* и, таким образом, в принципе не учитывать предлагаемые СИПРИ оценки параметра *Trend Indicator Value (TIV)*. Вместо этого в рамках последнего подхода мы предполагаем, что интенсивность трансфера технологий отражается *большим разнообразием видов вооружения*, по которым осуществляется локализованное производство. В этом подходе к операционализации одновременная передача технологий принципиально различных типов вооружения (например, истребителя и подводной лодки) будет оцениваться выше, чем локализованное производство трёх различных модификаций одного и того же истребителя. Для практического решения этой задачи может быть использована классификация вооружений, предлагаемая в базе SIPRI *Arms Transfer: Deals and TIV*. В ней все трансферы вооружений делятся, *во-первых*, на одиннадцать стандартных больших категорий военной техники и вооружения (авиация, бронетехника, артиллерия, двигатели, орбитальные спутники, сенсорные системы, военные корабли, военно-морские вооружения, снаряды и ракеты, в том числе управляемые, все другие типы вооружений). *Во-вторых*, база SIPRI *Arms Transfer: Deals and TIV* вводит более подробную классификацию из 247 конкретных подвидов вооружения, из которых по 130 происходит трансфер технологий. Для оценки совокупного объёма трансферов технологий могут быть использованы обе классификации отдельно. При этом использование развёрнутой классификации подвидов вооружений увеличивает показатели государств, обладающих масштабным военно-промышленным комплексом, способным производить узкоспециализированное вооружение под кон-

<sup>31</sup> В базе данных SIPRI: Arms Transfer Database: Deals and TIV индикатор обозначается как “TIV Deal Unit”.

кретные задачи. В то же время широкие категории указывают на наличие сотрудничества в разных секторах военной промышленности в целом.

В табл. 2 представлены результаты по странам с наиболее высокими значениями взвешенной *степенной исходящей центральности*, которая для каждого государства вычисляется как сумма всех *исходящих*

*трансферов*, умноженная на вес каждого соответствующего трансфера. Значения центральностей рассчитывались на агрегированных за весь период наблюдения данных с 1950 по 2018 год.

Интерпретация общих трендов диффузии технологий может сильно меняться в зависимости от подхода к операционализации. США и СССР/Россия являются ли-

Таблица 2  
Государства лидеры по сумме исходящих взвешенных трансферов лицензий на производство вооружений 1950–2018 годах

Сумма рёбер, взвешенных по числу основных категорий вооружений, по которым осуществлялся трансфер технологий		Сумма рёбер, взвешенных по числу переданных подвидов вооружений, по которым осуществлялся трансфер технологий		Сумма рёбер, взвешенных по общей себестоимости всего вооружения, произведённого по лицензии		Сумма рёбер, взвешенных по себестоимости всех переданных технологий	
<i>Максимальный вес на ребро = 11</i>		<i>Максимальный вес на ребро = 130</i>		<i>Максимальный вес на ребро не ограничен</i>		<i>Максимальный вес на ребро не ограничен</i>	
Страна	Взвешенная сумма рёбер	Страна	Взвешенная сумма рёбер	Страна	Взвешенная сумма рёбер	Страна	Взвешенная сумма рёбер
США	112	США	236	США	187 058	США	25 450
Франция	87	СССР/ Россия	123	СССР/ Россия	86 056	СССР/ Россия	18 081
Велико- британия	71	Франция	112	Велико- британия	51 799	Франция	8056
Германия (ФРГ)	69	Велико- британия	105	Германия (ФРГ)	39 387	Велико- британия	6746
Россия / СССР	50	Германия (ФРГ)	94	Франция	32 293	Россия / СССР	5692
Израиль	38	Италия	44	Китай	11 425	Испания	5118
Италия	36	Израиль	42	Швейцария	7976	Китай	3590
Швеция	24	Китай	37	Италия	7043	Италия	2409
Китай	23	Швеция	27	Испания	6691	Нидерланды	1978
Швейцария	20	Швейцария	22	Израиль	5584	Швеция	1522
Нидерланды	16	Нидерланды	21	Швеция	4442	Южная Корея	1293
Южная Корея	13	Испания	16	Нидерланды	4441	Израиль	1079
Испания	11	Южная Корея	15	Южная Корея	3062	Украина	464
Австрия	9	Норвегия	13	Норвегия	1781	Швейцария	395
Норвегия	9	Австрия	10	Канада	1706	Австралия	303
Южная Африка	9	Финляндия	9	Украина	1157	Сингапур	138
Финляндия	8	Южная Африка	9	Япония	937	Норвегия	100
Австралия	6	Австралия	7	Австралия	899	Турция	100
Канада	6	Канада	7	Финляндия	739	Япония	82

Источник: составлено автором.

дерами по абсолютным объёмам трансферов лицензионного вооружения, а также в числе узких подвидов оружия. Это выделяет эти страны как ведущих поставщиков первого уровня, поставляющих вооружение одновременно и в наибольших объёмах и в наиболее разнообразных подвидах. В то же время можно заметить, что поставщики второго уровня в западных странах конкурируют с Россией/СССР по многим позициям, зачастую лидируя с большим отрывом, который невозможно объяснить исключительно за счёт спада производства в российском ОПК в 1990-х годах.

#### 4

В настоящей работе впервые проведён анализ эмпирических данных о трансферах технологий вооружений с помощью методов сетевого анализа. На данных SIPRI *Arms Transfer: Deals and TIV* в период 1950–2018 годов были построены направленные сетевые графы между всеми участниками торговли вооружениями (включая государства и негосударственных субъектов). Всего было построено 68 сетевых графов, где каждому году соответствует отдельный граф. Вершинами (узлами) сетевого графа являются экспортёры и импортёры вооружений, а направленными рёбрами графа – трансферы технологий производства вооружения от поставщика к импортёру. Отдельно были построены аналогичные сетевые графы по всем *прямым* трансферам вооружений – ещё 68 графов за каждый год в исследуемый исторический промежуток. Наконец, для более общего понимания крупных трендов в динамике сетей трансферов вооружений и технологий их производства были построены графы для более продолжительных периодов – в частности, 5 и 10 лет. Для удобства презентации результатов в качестве демонстрации используются графы по отдельным пятилеткам<sup>32</sup>. Поскольку структура сетевых взаимодействий не зависит от типа операционализации веса направленного ребра, для упрощения

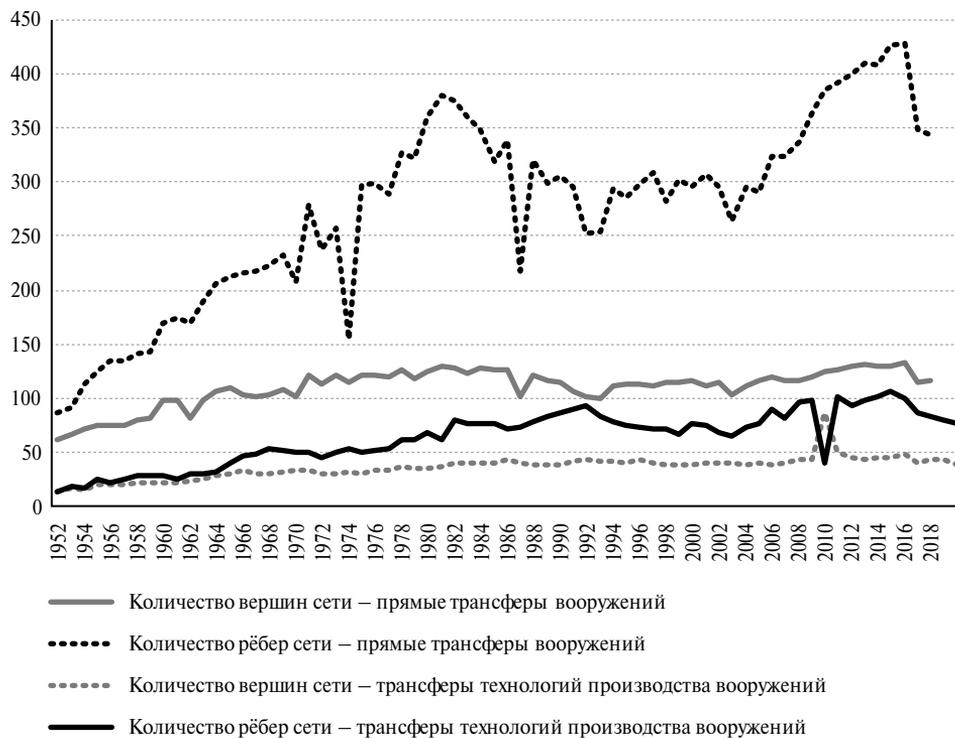
транспонирования сетевых матриц за отдельные годы, в качестве веса трансферов вооружений взяты общие суммы двусторонних трансферов вооружений в TIV. При этом для сравнения взвешенных значений центральностей по каждому типу операционализации был построен отдельный граф за весь период наблюдений с 1950 по 2018 год.

Для исследования структуры международной системы трансферов вооружения и технологий их производства были построены сетевые сообщества по методу Блонделя, основанному на максимизации модулярности Ньюмана–Гирван [Blondel et al. 2008]. Этот метод широко распространён в исследованиях структуры сетевых сообществ [Орлов, Чеповский 2017], в том числе в исследованиях международной торговли как сетевых взаимодействий [Lupu, Traag 2013]. Для задач сравнительного анализа сетевые графы были визуализированы по алгоритму Фрухтермана–Рейнгольда [Fruchterman, Reingold 1991]. Этот метод также используется в исследованиях международных отношений [Brusset, Arnold 2010]. Наконец, для каждого графа были рассчитаны значения диаметра и плотности, а также стандартные меры центральностей, с акцентом на горизонтальном взаимодействии – центральность по степени, центральность по близости, центральность по посредничеству, центральность по собственному вектору (алгоритмы PageRank и Eigenvector centrality).

На рис. 1 представлена общая статистика по числу вершин и рёбер в сетевых графах прямых поставок вооружения и трансферов технологий производства. Как можно заметить, активность в сети в целом стремится к росту, хотя в области трансферов технологий он происходит гораздо медленнее. Присутствуют два пика – в начале 1980-х годов и в начале последнего десятилетия – с начала 2010-х по настоящее время. В 1990-х годах происходил существенный спад активности в сети (при

<sup>32</sup> См. рис. 1–27 в онлайн-приложении к статье на сайте журнала «Международные процессы».

Рисунок 1  
Количество вершин и рёбер в сетевых графах



Источник: составлено автором по данным SIPRI Arms Transfer: Deals and TIV.

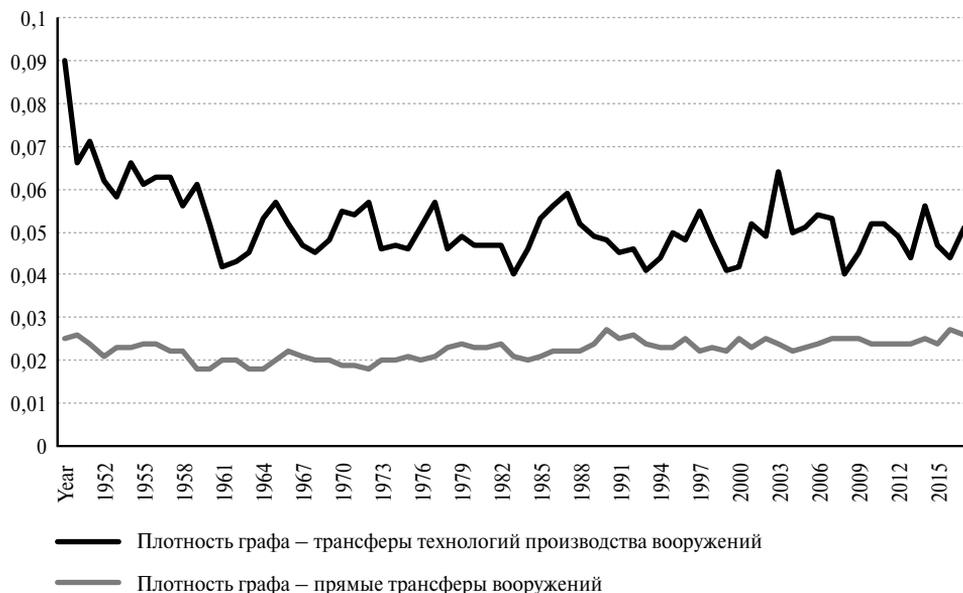
этом за счёт возникновения новых поставщиков в результате распада СССР (общее число вершин, наоборот, увеличилось), за которым в начале 2000-х годов начался интенсивный рост. Эти результаты также соответствуют и статистике абсолютных объёмов трансферов в TIV<sup>33</sup>. В динамике абсолютных объёмов трансферов вооружений через локализованное производство наблюдается четыре «волны» с пиками в начале 1950-х и 1960-х годов, а также с периодом активного роста в конце 1970-х – начале 1980-х годов. Падение объёмов локализованного производства после окончания «холодной войны» происходит несколько позже – во второй половине 1990-х и начале 2000-х, после чего наблюдался беспрецедентный рост с абсолютным

максимумом в 2007 г. и некоторым падением после глобального экономического кризиса 2008 года, которое, в свою очередь, сменяется очередным периодом роста к 2014 году.

При этом, несмотря на меньшее совокупное число вершин и рёбер у сетевых графов трансферов лицензий по сравнению с прямыми трансферами – значения *плотности* графов оказываются гораздо выше. Этот показатель равен доле имеющихся рёбер графа относительно всех возможных взаимодействий между поставщиками и импортёрами (рис. 2). Это говорит о том, что импортёры технологий гораздо более склонны к дальнейшим трансферам лицензий другим участникам сети, что означает, что в сети гораздо боль-

<sup>33</sup> См. рис. 31–32 в онлайн-приложении к статье на сайте журнала «Международные процессы».

Рисунок 2  
Сравнительная плотность сетевых графов



Источник: составлено автором по данным SIPRI Arms Transfer: Deals and TIV.

ше горизонтальных взаимодействий. Напротив, прямые трансферы вооружений демонстрируют более вертикальную структуру, при большем числе импортёров и экспортёров они примерно в два с половиной раза менее склонны к взаимодействию друг с другом.

Отдельный интерес вызывают результаты сравнительного анализа сетевых сообществ, выделенных по методу Блонделя. В предшествовавших исследованиях сетевой структуры международных трансферов вооружений было обнаружено, что структура сети в целом хорошо отражает биполярную систему мирового порядка с двумя центрами в виде США и СССР [Kinsella 2003; Akerman, Sein 2014]. Эти выводы о прямых трансферах вооружений подтверждаются и в представленной здесь работе. Сеть торговли вооружениями чётко разделяется на два больших блока в виде ОВД и НАТО. Базовой структурой топологии сети выступает модель «звезды», в которой легко можно отличить единый центр и зависимые от него вершины (рис. 3). При

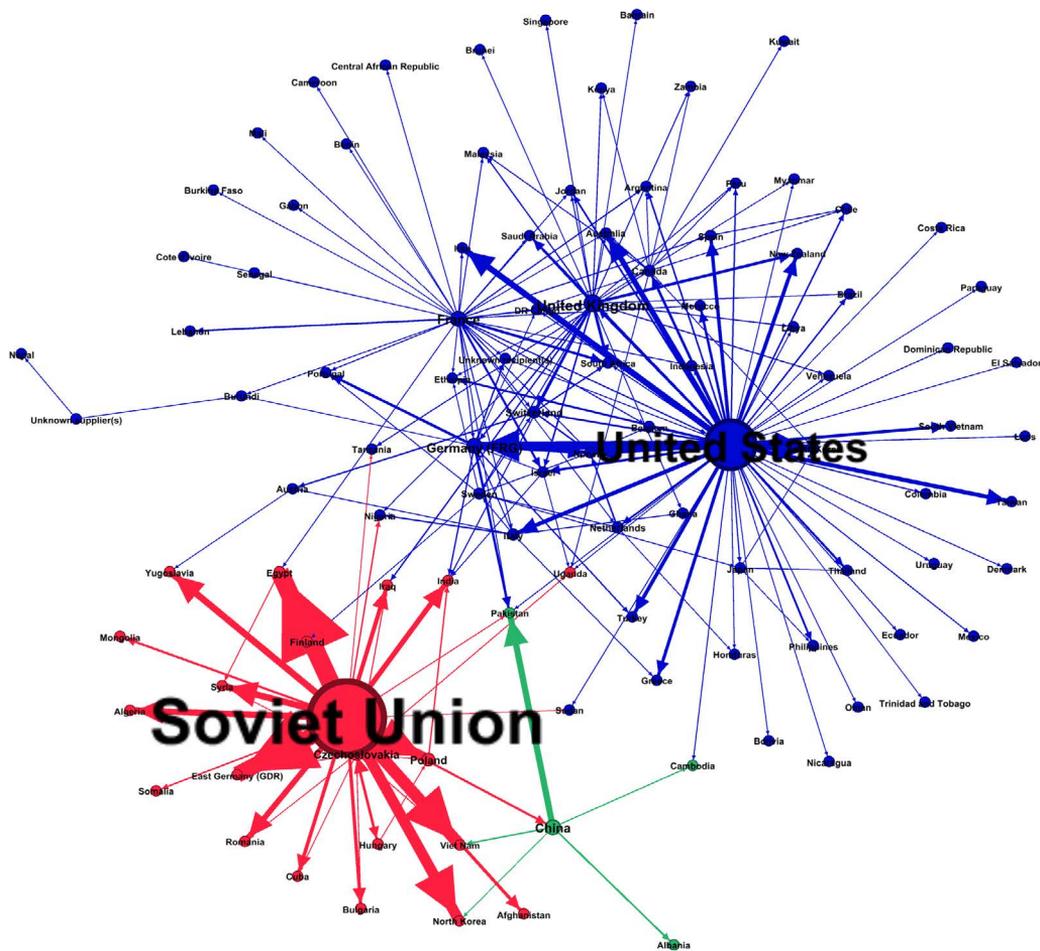
этом подсети СССР по числу стран уступает подсети западных стран, и для неё особенно характерна асимметрия между поставщиками. Эта структура наиболее устойчива при построении графов на увеличенных до пяти лет периодах, в то время как с увеличением дискретности гораздо заметнее проявляется роль поставщиков второго уровня. Формирующиеся вокруг них структуры обладают существенно меньшей стабильностью, быстро распадаются и образуют новые кластеры. Особенно это характерно для крупных поставщиков из Западной Европы – Великобритании, Франции, Германии, которые зачастую формируют собственные сообщества в составе подсети США. Конфигурации таких сообществ оказываются крайне неустойчивыми – отдельные поставщики и импортёры часто перемещаются между кластерами. Для периода «холодной войны» характерно от 2 до 4 сообществ за каждый отдельный год, причём чаще всего повторяется конфигурация из трёх кластеров – по одному на США и СССР плюс дополнительное

в составе западных стран или на периферии сети (Китай, реже Африка или группы трансферов различным негосударственным группировкам).

В то же время анализ по такому же методу сетей трансферов технологий вооружений даёт иную картину структуры кластеров (рис. 4). Изначальная формы звезда с тремя центрами в виде США, СССР и

Великобритании к середине 1960-х годов развивается в *ячеистую топологию* (mesh-сеть) с элементами топологии типа кольцо, где поставщики образуют замкнутые цепочки друг с другом, а центральная роль лидеров гораздо менее выражена. Такая структура сети естественным образом гораздо менее кластеризована, а выделяемые сетевые сообщества гораздо более неу-

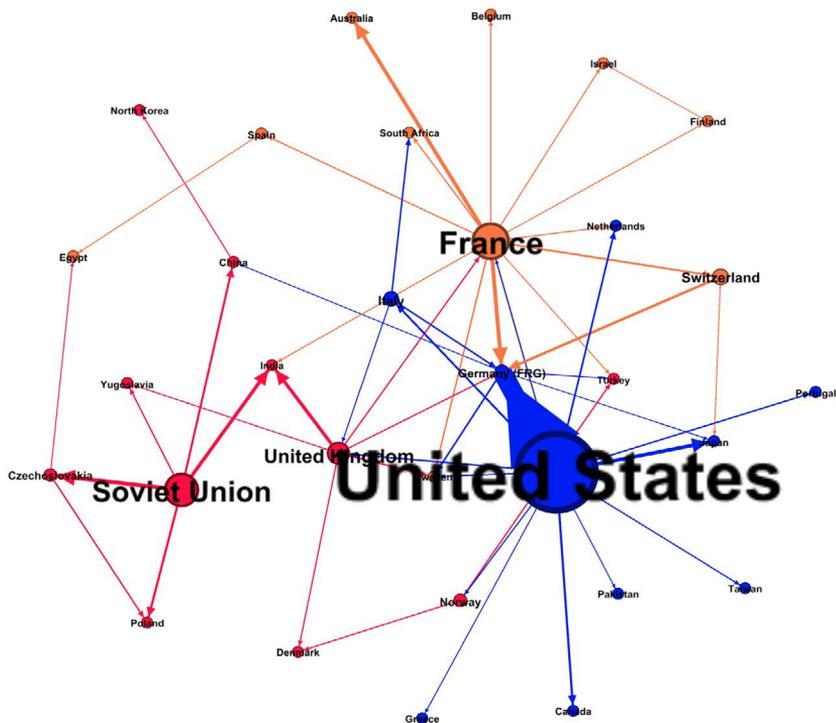
Рисунок 3  
Сетевой граф прямых трансферов вооружений за 1966 год<sup>34</sup>



Источник: составлено автором по данным SIPRI Arms Transfer: Deals and TIV.

<sup>34</sup> Все сетевые графы построены с помощью дистрибутива Gephi 0.9.2. Оригиналы всех графов, а также массивы эмпирических данных для их воспроизводства доступны на сайте журнала «Международные процессы» на странице статьи.

Рисунок 4  
Сетевой граф трансферов вооружений через локализованное производство за 1966 год



Источник: составлено автором по данным SIPRI Arms Transfer: Deals and TIV.

стойчивы. Подсеть СССР по-прежнему остаётся относительно обособленной, однако в целом кластеры оказываются значительно более связанными друг с другом за счёт наличия множества мостов между подсетями в виде общих импортёров – Индии, Китая, Югославии, Египта. При этом поставщики второго уровня занимают более независимое друг от друга положение. Например, Великобритания неоднократно оказывается в сетевом сообществе вместе с СССР за счёт параллельных поставок в страны Движения неприсоединения. Структура сетевых графов демонстрирует также и существенную разницу в технологической иерархии, которую выстраивали США и СССР. Западная подсеть не только включала в себя существенно больше стран, но ещё и отражала их более активное взаимодействие, в кото-

ром США являлись не только ключевым экспортёром военных технологий, но также и одним из наиболее важных импортёров технологий. Возникал эффект *положительной обратной связи*: после периода активного экспорта технологий, произведённого Соединёнными Штатами через трансфер лицензий, поставщики второго уровня начинали активно поставлять технологии обратно в США. Так происходила циркуляция локализованного производства между всеми крупными поставщиками. Напротив, поставщики второго уровня в подсети СССР гораздо менее активно обменивались технологиями друг с другом, а трансфер технологий обратно в СССР не наблюдался вовсе. Это свидетельствует о том, что сотрудничество между военно-промышленными комплексами стран ОВД, а также другими союзниками

«восточного блока» оказывался по сравнению с западными странами гораздо более иерархическим.

С начала 1990-х годов различие между структурами прямых трансферов вооружений и поставок через локализованное производство стало менее выраженным, хотя для первой сети всё ещё более характерна топология типа «звезда». При этом как для сетевых графов прямых трансферов вооружений, так и для поставок лицензий стабильность отдельных сетевых сообществ снизилась. США и Россия оставались единственными поставщиками, выделяющимися в отдельные кластеры, в то время как остальные крупные поставщики постоянно перемещались между сообществами. Среднее число кластеров также возросло, достигая в среднем, как минимум, пяти сообществ по трансферам технологий и семи сообществ по прямым трансферам вооружений.

Изменения в международной системе трансферов вооружений особенно заметны при сравнении оценок центральностей горизонтальных взаимодействий. Для периода «холодной войны» характерен был существенный разрыв в значениях центральностей по алгоритмам HITS, *Pagerank* и *Eigenvectors* между крупнейшими поставщиками подсети США и всеми остальными странами. Де-факто это означает, что положение участников сети подразумевало жёсткое разделение между избранным центром (в виде США, Великобритании, Франции и позже Германии) и ориентированной на него периферии (из которой выделялся СССР с собственной изолированной и высокоиерархической подсетью). На поздних же этапах «холодной войны» и в особенности после её окончания этот разрыв значения центральностей в существенной мере сгладился, заполняясь новыми поставщиками, ранее игравшими роль исключительно импортёров технологий. Диаметр графов сети как трансферов технологий, так и прямых по-

ставок вооружения увеличился, конфигурации сетевых взаимодействий становились всё более разнообразными, хотя оценки центральностей в целом не подвержены резким изменениям и демонстрируют очень плавную динамику. Это свидетельствует о том, что, несмотря на изменчивость конфигураций трансферов, положение отдельных поставщиков в целом оставалось стабильным.

\* \* \*

Главным результатом проведённого исследования стало подтверждение (с некоторыми оговорками) модели К. Краузе. Вопреки сформировавшимся в начале 2000-х представлениям, эмпирическое исследование базы данных трансферов вооружений через локализованное производство уверенно свидетельствует об активизации диффузии военных технологий. Стабильная динамика плотности сетевых графов и медленный, но устойчивый рост числа стран, задействованных в трансферах технологий, а также тенденция увеличения их объёмов в абсолютных числах говорит, что всё большее число государств по разным причинам стремится приобрести не только сами вооружения, но и *технологии их производства*. Для подавляющего большинства поставщиков второго и третьего уровней создание полного цикла проектирования, разработки и производства всех видов систем и подсистем вооружений остаётся недостижимым. Вместо этого многие страны с небольшим, но технологически продвинутым ОПК стремятся включиться в комплексные цепочки производства и производить отдельные подсистемы и элементы высокотехнологичного вооружения. Этот подход особенно заметен, например, в крупных проектах авиационной промышленности (среди самых значимых – производство многоцелевых истребителей Eurofighter Typhoon и F-35 Joint Strike Fighter, а также военно-транспортных самолетов A400M Atlas<sup>35</sup>), где

<sup>35</sup> См., например: [Mawdsley 2013; Vucetic, Nossal 2013; Heinrich 2015].

в производстве конечного изделия могут участвовать сразу несколько стран. Альтернативная стратегия предполагает удержание лидирующих позиций в отдельных нишах мирового рынка вооружений. Это позволяет даже государствам с небольшой экономикой сохранять специализацию по производству отдельных высокотехнологичных видов военной техники. В обеих стратегиях при этом высока роль обратной связи, когда более продвинутые в иерархии поставщики импортируют технологии у поставщиков более низкого уровня. Даже США, крупнейший поставщик вооружений на рынке, осуществляют масштабные закупки вооружений через локализованное производство. Ярким примером дальнейшего усиления этого тренда можно назвать недавние новости о планирующейся постройке 10 фрегатов по лицензионному проекту итальянского судостроительного объединения *Fincantieri*<sup>36</sup>.

Важными результатами предложенного исследования также являются:

1) верификация имеющегося экспертного знания о межгосударственных трансферах военных технологий на широком массиве количественных данных;

2) разработка методической и эмпирической базы для операционализации различных способов измерения трансферов военных технологий с использованием массива данных СИПРИ по отдельным сделкам—трансферам вооружений;

3) описание сетевой структуры трансферов военных технологий и сравнение полученных результатов с наработками предыдущих сетевых исследований по обобщённой статистике всех международных поставок вооружений;

4) проверка результатов сетевых исследований международной торговли вооружениями 2000-х годов, а также их дополнение с учётом новых статистических данных, включающих трансферы вооружений в 2010-х годах;

5) эмпирическая проверка теоретических исследований 2000-х годов относительно роли отдельных поставщиков второго порядка в мировой системе трансферов вооружений.

Некоторые из перечисленных содержательных выводов данного исследования могут не стать открытием для профильного специалиста. Текущие тренды в мировой торговле вооружениями с пристальным вниманием изучаются сообществом профессионалов-международников. Различные экспертные центры внимательно отслеживают и описывают большинство крупных оборонных сделок. Известны и главные примеры крупных проектов международной кооперации в военной промышленности. Тем не менее цель представленного здесь исследования состояла в *систематической проверке* экспертного знания, основанного на разборе отдельных случаев военно-технического сотрудничества. В отличие от существующих академических исследований и профессиональной экспертизы, в настоящей статье процесс диффузии технологий был рассмотрен на *всей совокупности* эмпирических данных о трансферах вооружений на протяжении всего периода систематических наблюдений за мировым рынком вооружений.

Трансферы технологий производства вооружений остаются важнейшей составляющей процессов, связанных с международной безопасностью в развивающейся многополярной системе международных отношений. Роль технологий в международной торговле вооружениями в ближайшем будущем, скорее всего, только возрастёт, что повышает актуальность её изучения исследователями на стыке политической науки и теории международных отношений. Развитием полученных результатов может стать интеграция методов оценки влияния стран в коротких и дальних взаимодействиях, а также применение методов мно-

<sup>36</sup> Американский флот выбрал проект фрегата FREMM итальянского объединения *Fincantieri*. Блог BMPD. [Электронный ресурс]. URL: <https://bmpd.livejournal.com/4011781.html> (дата обращения: 10.07.2020).

гослойдного сетевого анализа для исследования трансферов технологий через локализованное производство в отдельных категориях вооружений<sup>37</sup>. В комплекс методик измерения трансферов военных технологий в будущем также могут быть интегрирова-

ны продвинутые количественные методы анализа данных, сочетающие элементы линейной регрессии с методологией сетевого анализа, например, в виде моделей динамического экспоненциального случайного графа (ERGM).

## Список литературы

- Буневич К.Г.* Военно-техническое сотрудничество Российской Федерации с иностранными государствами в системе военно-экономической безопасности // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2008. № 8. С. 11–18.
- Буневич К.Г.* Трансформация военно-технического сотрудничества в условиях глобализации // Вестник Московского университета имени С.Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. 2014. № 3 (9). С. 47–52.
- Буневич К.Г., Бродунов А.Н.* Совместные российско-индийские разработки и производство продукции военного назначения (на примере отдельных отраслей военного производства) // Транспортное дело России. 2015. № 2. С. 49–52.
- Ващенко О.А., Богданова Е.Л., Воробьев О.В., Самохвалов Д.В.* Проблемы правового регулирования производства импортных образцов вооружения и военной техники в Таможенном Союзе // Право интеллектуальной собственности. 2015. № 2. С. 37–39.
- Голиченко О.* Модели развития, основанного на диффузии технологий // Вопросы экономики. 2012. № 4. С. 117–131.
- Дегтерев Д.А.* Сетевой анализ международных отношений // Вестник Санкт-Петербургского университета. Политология. Международные отношения. 2015. № 4. С. 119–138.
- Евтодьева М.Г.* Новый этап военно-технического сотрудничества России и Китая // Проблемы Дальнего Востока. 2018. № 4. С. 68–78.
- Задорина А.М.* Военно-техническое и экономическое сотрудничество России и Индии в стратегии построения многополярного мира // Международное сотрудничество евразийских государств: политика, экономика, право. 2016. № 3. С. 19–29.
- Колесников А.В.* Военно-техническое сотрудничество Российской Федерации в современных условиях: Автореф. дисс. ... канд. экон. наук. М.: Военный университет, 2004. 22 с.
- Кушнир А.М.* Военно-техническое сотрудничество Российской Федерации с иностранными государствами в системе военно-экономической безопасности // Армия и общество. 2008. № 1. С. 64–73.
- Орлов А.О., Человский А.А.* О свойствах модулярности и актуальных корректировках алгоритма Блонделя // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии. 2017. Т. 15. № 3. С. 64–73.
- Макиенко К.* С оружием // Россия в глобальной политике. 2012. № 5. С. 177–188.
- Цветных А.В., Ерыгин Ю.В., Левчен С.В.* Креативное инновационное развитие предприятий оборонно-промышленного комплекса России: необходимость и сущность // Менеджмент социальных и экономических систем. 2017. № 3 (7). С. 34–44.
- Acosta M., Coronado D., Marin R., Prats P.* Factors affecting the diffusion of patented military technology in the field of weapons and ammunition // Scientometrics. 2013. Vol. 94. No.1. P. 1–22.
- Acosta M., Coronado D., Marin R.* Potential Dual-Use of Military Technology: Does Citing Patents Shed Light on this Process? // Defence and Peace Economics. 2011. Vol. 22. No. 3. P. 335–349.
- Akerman A., Seim A.L.* The global arms trade network 1950–2007 // Journal of Comparative Economics. 2014. Vol. 42. No. 3. P. 535–551.
- Anderton C.H.* Economics of arms trade // Handbook of Defense economics / ed. by K. Hartley, T. Sandler. Vol. 1. Elsevier Science B.V., 1995. P. 523–561.
- Anthony I.* The 'third tier' countries: production of major weapons // Arms industry limited / ed. by H. Wulf. Oxford: Oxford University Press, 1993. P. 362–383.
- Arms Production in Developing Countries: An Analysis of Decision Making / ed. by J. E. Katz. Lexington, Mass.: D.C. Heath, 1984. 371 p.

<sup>37</sup> Полученные в данной работе выводы перекликаются с результатами последних исследований, демонстрирующих тенденцию поставщиков второго уровня к высокому влиянию в дальних сетевых взаимодействиях – в частности. См. работу С.В. Швыдуна [Shvydun 2020].

- Barabási A.L., Aldana-Gonzales M.* Linked: The New Science of Networks // *Physics Today*. 2003. Vol. 56. P. 71–72.
- Barabási A.L., Bonabeau E.* Scale-free networks // *Scientific American*. 2003. Vol. 288. No. 5. P. 60–69.
- Bitzinger R.A., Kim M.* Why do small states produce arms? The case of South Korea // *The Korean journal of defense analysis*. 2005. Vol. 17. No. 2. P. 183–205.
- Bitzinger R.* Towards a Brave New Arms Industry? Adelphi series. Routledge, 2003. 104 p.
- Bitzinger R.* Russian arms transfers and Asian military modernisation. – S. Rajaratnam School of International Studies, 2015.
- Bitzinger R.* The globalization of the arms industry: The next proliferation challenge // *International Security*. 1994. Vol. 19. No. 2. P. 170–198.
- Blackaby F.T.* The Arms Trade with the Third World. Stockholm: Almqvist & Wiksell, 1971. 910 p.
- Blondel V.D., Guillaume J.-L., Lambiotte R., Lefebvre E.* Fast unfolding of communities in large networks // *Journal of statistical mechanics: theory and experiment*. 2008. No.10. P. 10008.
- Bove V., Elia L., Pelliccia M.* Centrality in trade networks and investment in security // *Peace Economics, Peace Science and Public Policy*. 2016. Vol. 22. No. 1. P. 27–39.
- Brzoska M.* Economic factors shaping arms production in less industrialized countries // *Defence and Peace Economics*. 1999. Vol. 10. No. 2. P. 139–169.
- Caruso R., Di Domizio M.* Interdependence between US and European military spending: a panel cointegration analysis (1988-2013) // *Applied Economics Letters*. 2016. Vol. 23. No. 4. P. 302–305.
- Dunne J.P., Brauer J.* Arms trade offsets and development // *Africanus*. 2005. Vol. 35. No. 1. P. 14–24.
- Engelbrecht H.C. Hanighen F.C.* Merchants of death. Ludwig von Mises Institute, 1934.
- Fruchterman T.M.J., Reingold E.M.* Graph drawing by force-directed placement // *Software: Practice and experience*. 1991. Vol. 21. No. 11. P. 1129–1164.
- Gellner E., Breuille J.* Nations and nationalism. Vol.1. Ithaca, NY: Cornell University Press, 1983.
- Gerner D.J.* Arms transfers to the Third World: Research on patterns, causes and effects // *International Interactions*. 1983. Vol. 10. No. 1. P. 5–37.
- Hafner-Burton E.M., Kahler M., Montgomery A.H.* Network analysis for international relations // *International Organization*. 2009. Vol. 63. No. 3. P. 559–592.
- Hanneke S., Fu W., Xing E.* Discrete temporal models of social networks // *Electronic Journal of Statistics*. 2010. Vol. 4. P. 585–605.
- Harkavy R.E.* The Arms Trade and International Systems. Cambridge, MA: Ballinger, 1975. 291 p.
- Hartley K.* Arms Industry and the Globalisation Process // *Economics of Peace and Security* / ed. by James K. Galbraith, Jurgen Brauer, and Lucy L. Webster. Oxford: Eolss Publishers Co., 2009. P. 240–247.
- Hartley K.* The arms industry, procurement and industrial policies. In: Sandler T., Hartley K. *Handbook of defense economics*. Vol.2. Amsterdam: North-Holland, 2007. P. 1139–1176.
- Hayward K.* The Globalisation of Defence Industries // *Survival*. 2000. Vol. 42. No. 2. P. 115–132.
- Heinrich M.N.* The Eurofighter Typhoon programme: economic and industrial implications of collaborative defence manufacturing // *Defence Studies*. 2015. Vol. 15. No. 4. P. 341–360.
- Holtom P., Bromley M., Simmel V.* Measuring International Arms Transfers. SIPRI. 2012. [Electronic source]. URL: <https://www.sipri.org/sites/default/files/files/FS/SIPRIFS1212.pdf> (accessed: 23.01.2020).
- Howard M.* War in European History. Updated and edited by Cohen E.A. Cambridge: MIT Press, 1976. 172 p.
- Kennedy M.P.* The Rise and Fall of the Great Powers. New York: Random House, 1987. P. 677 p.
- Kinne B.J.* Agreeing to arm: Bilateral weapons agreements and the global arms trade // *Journal of Peace Research*. 2016. Vol. 53. No. 3. P. 359–377.
- Kinne B.J.* Multilateral trade and militarized conflict: Centrality, openness, and asymmetry in the global trade network // *The Journal of Politics*. 2012. Vol. 74. No. 1. P. 308–322.
- Kinne B.J.* The Defense Cooperation Agreement Dataset (DCAD) // *Journal of Conflict Resolution*. 2019. Vol. 64. No. 4. P. 729–755.
- Kinne B.J., Bunte J.B.* Guns or Money? Defense Co-operation and Bilateral Lending as Coevolving Networks // *British Journal of Political Science*. 2018. Vol. 50. No. 3. P. 1–22.
- Kinsella D.* The arms trade // *The handbook on the political economy of war* / ed. by Ch. Coyne, R. Mathers. Cheltenham: Edward Elgar, 2011. P. 217–243.
- Kinsella D.* Arms production in the third tier: An analysis of opportunity and willingness // *International Interactions*. 2000. Vol. 26. No. 3. P. 253–286.
- Kinsella D.* Arms transfer dependence and foreign policy conflict // *Journal of Peace Research*. 1998. Vol. 35. No. 1. P. 7–23.
- Kinsella D.* Illicit arms transfers to Africa and the prominence of the former Soviet bloc: a social network analysis // *Crime, Law and Social Change*. 2014. Vol. 62. No. 5. P. 523–547.

- Kinsella D.T.* Power transition theory and the global arms trade: Exploring constructs from social network analysis. Fifth Power Transition Conference, Carmel. 2004. 31 p.
- Kinsella D.* The black market in small arms: examining a social network // *Contemporary Security Policy*. 2006. Vol. 27. No. 01. P. 100–117.
- Kinsella D.T.* Changing structure of the arms trade: A social network analysis. Annual Meeting of the American Political Science Association, Philadelphia, PA, 2003. 43 p.
- Krause K.* The political economy of the international arms transfer system: the diffusion of military technique via arms transfers // *International Journal*. 1990. Vol. 45. No. 3. P. 687–722.
- Krause K.* Arms and the State: Patterns of Military Production and Trade. Cambridge: Cambridge University Press, 1992. 299 p.
- Laurance E.J.* The international arms trade. Lexington Books, 1992. 280 p.
- Leiss A., Geoffrey K., Hoagland J., Refson J., Fischer H.* Arms Transfers to Less Developed Countries, Report No. c/70-1. Cambridge: Center for International Studies, MIT, 1970. 56 p.
- Louscher D.J., Salomone M.D.* Technology transfer and US security assistance: The impact of Licensed Production. New York: Routledge, 2019. 202 p.
- Lupu Y., Traag V.A.* Trading communities, the networked structure of international relations, and the Kantian peace // *Journal of Conflict Resolution*. 2013. Vol. 57. No. 6. P. 1011–1042.
- Maoz Z.* How network analysis can inform the study of international relations // *Conflict Management and Peace Science*. 2012. Vol. 29. No. 3. P. 247–256.
- Maoz Z.* The effects of strategic and economic interdependence on international conflict across levels of analysis // *American Journal of Political Science*. 2009. Vol. 53. No. 1. P. 223–240.
- Mawdsley J.* The A400M project: from flagship project to warning for European defence cooperation // *Defence studies*. 2013. Vol. 13. No. 1. P. 14–32.
- Neuman S.G.* Industrial stratification and Third World military industries // *International Organisation*. 1984. Vol. 38. No. 1. P. 167–197.
- Nolan J.E.* Military Industry in Taiwan and South Korea. Palgrave Macmillan, 1986. 205 p.
- Pardesi M.S., Matthews R.* India's Tortuous Road to Defence-Industrial Self-Reliance // *Defence & Security Analysis*. 2007. Vol. 23. No. 4. P. 419–438.
- Pearson F.S.* Problems and Prospects of Arms Transfer Limitations Among Second-tier Suppliers: The Cases of France, the United Kingdom, and the Federal Republic of Germany // *Arms Transfer Limitations and Third World Security* / ed. by T. Ohlson. Oxford: Oxford University Press. 1987. P. 126–156.
- Ross A.L.* Developing Countries // *Cascade of Arms: Managing Conventional Weapons Proliferation* / ed. by A.J. Pierre. Washington DC: Brookings Institution Press, 1994. P. 90–130.
- Schmid J.* The diffusion of military technology // *Defence and Peace Economics*. 2018. Vol. 29. No. 6. P. 595–613.
- Shvydun S.* Influence of Countries in the Global Arms Transfers Network: 1950–2018 // *Studies in Computational Intelligence* / ed. by H. Cherifi, S. Galto, J.F. Mendes, L.M. Rocha. Vol. 882: Complex Networks and Their Applications VIII. Part 2. Springer, 2020. P. 736–748.
- The expansion of international society / ed. by H. Bull, A. Watson. Oxford: Clarendon Press, 1984. 490 p.
- Thompson W.R.* On global war: Historical-structural approaches to world politics. University of South Carolina Press, 1988. 315 p.
- Turner P.W., Schmid C.S., Cranmer S.J., Kauermann G.* Network interdependencies and the evolution of the international arms trade // *Journal of Conflict Resolution*. 2019. Vol. 63. No. 7. P. 1736–1764.
- Vucetic S., Nossal K.R.* The international politics of the F-35 Joint Strike Fighter // *International Journal*. 2013. Vol. 68. No. 1. P. 3–12.
- Wallerstein I.* The future of the world-economy // *Processes of the world-system* / T. Hopkins, I. Wallerstein. Beverly Hills: Sage, 1980. P. 167–180.
- Wallerstein I.* The Modern World System, Vol. I. New York: Academic Press, 1974. 410 p.
- Wallerstein I.* The Modern World System, Vol. II. New York: Academic Press, 1980. 372 p.
- Wulf H.* Arms Production in the Third World // *SIPRI Yearbook 1985: World Armaments and Disarmament*. Oxford: Oxford University Press, 1985. P. 329–344.
- SIPRI. The SIPRI Arms transfers database. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sipri.org/databases/armstransfers> (accessed: 23.01.2019).
- SIPRI. New register function. Сопровождающая документация к базе данных SIPRI Arms Transfer Database: Deals and TIV. 2018. 4 p.

# NETWORK DYNAMICS OF TECHNOLOGY DIFFUSION IN INTERNATIONAL ARMS TRANSFERS

ARTEM MALTSEV

HSE University, Moscow, 101000, Russian Federation

## Abstract

This article explores the role of technology proliferation within the international arms trade as the major part of political structure of international system. The first part of the article suggests a brief overview of the existing studies of international arms transfer as an integral system in international relations, specifically emphasizing the impact of Krause's (1992) "diffusion of technology" theoretical concept on the literature of 1990–2000-s. The focus of the review is on the intersection between the studies of specific technological transfers and more generalized empirical research works reveals an interesting scientific puzzle – on the one hand key arms manufacturer states accumulate most of the military R&D thus securing their place on the top of the suppliers' hierarchy, but on the other hand more and more states acquire capabilities to produce military hardware and they more willingly interact with each other establishing strong horizontal bonds with each other to achieve some political independence and maximize economic efficiency (so-called globalization of arms production). In the second part of the article, the network-based approach is suggested as a solution to the market-hierarchy paradox, with some overview of the latest research of arms transfers via Social Network Analysis (SNA) methodology. The third and the last part of the article provides first empirical investigation of the international military technology transfers using original operationalization approach based on SIPRI Arms Transfer Database information of localized production interstate transfers. Finally, the network graphs are constructed to compare general centrality metrics and locate network communities using the Blondel's method for community detection. The network topology demonstrates significant interconnections between secondary suppliers within technology transfers sub-network, compared to "regular" transfers sub-network, as well as the existence of a "feedback loop" for the license transfers. Overall the empirical results provide positive evidence for Krause's "diffusion of technology" concept and also support previous network studies of dissimilarities between USA and USSR dependent sub-network – the asymmetry between them appears to be even more stark on the license transfers data.

## Keywords:

international arms trade; technology transfer; technology diffusion; network analysis; network communities.

## References

- Acosta M., Coronado D., & Marín R. (2011). Potential Dual-use of Military Technology: Does Citing Patents Shed Light on this Process? *Defence and Peace Economics*. Vol. 22. No. 3. P. 335–349.
- Acosta M., Coronado D., Marín R., Prats P. (2013). Factors affecting the diffusion of patented military technology in the field of weapons and ammunition. *Scientometrics*. Vol. 94. No. 1. P. 1–22.
- Akerman A., Seim A.L. (2014). The global arms trade network 1950–2007. *Journal of Comparative Economics*. Vol. 42. No. 3. P. 535–551.
- Anderton C. H. (1995). Economics of arms trade. In: K. Hartley, T. Sandler. (ed) *Handbook of Defense economics*. Elsevier Science B.V. Vol. 1. P. 523–561.
- Anthony I. (1993). The 'third tier' countries: production of major weapons. In: H. Wulf. (ed) *Arms industry limited*. Oxford: Oxford University Press. P. 362–383.
- Barabási A. L., Aldana-Gonzales M. (2003). Linked: The New Science of Networks. *Physics Today*. Vol. 56. P. 71–72.

- Barabási A.L., Bonabeau E. (2003). Scale-free networks. *Scientific American*. 2003. Vol. 288. No. 5. P. 60–69.
- Bitzinger R. (1994) The globalization of the arms industry: The next proliferation challenge. *International Security*. Vol. 19. No. 2. P. 170–198.
- Bitzinger R. (2003). *Towards a Brave New Arms Industry?* Adelphi series. Routledge. 104 p.
- Bitzinger R. (2015). *Russian arms transfers and Asian military modernisation*. S. Rajaratnam School of International Studies. 14 p.
- Bitzinger R. A., Kim M. (2005). Why do small states produce arms? The case of South Korea. *The Korean journal of defense analysis*. Vol. 17. No. 2. P. 183–205.
- Blackaby F.T. (1971). *The Arms Trade with the Third World*. Stockholm: Almqvist & Wiksell. 910 p.
- Blondel V.D., Guillaume J.L., Lambiotte R., Lefebvre E. (2008). Fast unfolding of communities in large networks. *Journal of statistical mechanics: theory and experiment*. No. 10. P. 10008.
- Bove V., Elia L., Pelliccia M. (2016). Centrality in trade networks and investment in security. *Peace Economics, Peace Science and Public Policy*. Vol. 22. No. 1. P. 27–39.
- Brzoska M. (1999). Economic factors shaping arms production in less industrialized countries. *Defence and Peace Economics*. Vol. 10. No. 2. P. 139–169.
- Bull H., Watson A. (1984). *The expansion of international society*. Oxford: Clarendon Press, 1984. 490 p.
- Bunevich K.G. (2008). Voenno-tehnicheskoe sotrudnichestvo Rossijskoj Federacii s inostrannymi gosudarstvami v sisteme voenno-ekonomicheskoi bezopasnosti [Military-technical cooperation of the Russian Federation with foreign states in the system of military-economic security]. *Nacional'nye interesy: priority i bezopasnost*. No. 8. P. 11–18.
- Bunevich K.G. (2014). Transformaciya voenno-tehnicheskogo sotrudnichestva v usloviyah globalizatsii [Transformation of military-technical cooperation in the context of globalization]. *Vestnik Moskovskogo universiteta imeni S.Y. Vitte. Seriya 1: Ekonomika i upravlenie*. Vol. 9. No. 3. P. 47–52.
- Bunevich K.G., Brodunov A.N. (2015). Sovmestnye rossijsko-indijskie razrabotki i proizvodstvo produkcii voennogo naznacheniya (na primere otdel'nyh otraslej voennogo proizvodstva) [Joint Russian-Indian development and production of military products (on the example of certain branches of military production)]. *Transportnoe delo Rossii*. No. 2. P. 49–52.
- Caruso R., Di Domizio M. (2016). Interdependence between US and European military spending: a panel cointegration analysis (1988–2013). *Applied Economics Letters*. Vol. 23. No. 4. P. 302–305.
- Cvetcyh A.V., Erygin YU.V., Levchen S.V. (2017). Kreativnoe innovacionnoe razvitiye predpriyatij oboronno-promyshlennogo kompleksa Rossii: neobходimost' i sushchnost' [Creative innovative development of enterprises of the military-industrial complex of Russia: necessity and essence]. *Menedzhment social'nykh i ekonomicheskikh system*. Vol. 7. No. 3.
- Degterev D.A. (2015). Setevoy analiz mezhdunarodnyh otnoshenij [Network analysis of international relations]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Politologiya. Mezhdunarodnye otnosheniya*. No. 4. P. 119–138.
- Dunne J.P., Brauer J. (2005). Arms trade offsets and development. *Africanus*. Vol. 35. No. 1. P. 14–24.
- Engelbrecht H.C. Hanighen F.C. (1934). *Merchants of death*. Ludwig von Mises Institute. 308 p.
- Evtod'eva M.G. (2018). Novyj etap voenno-tehnicheskogo sotrudnichestva Rossii i Kitaya [A new stage in military-technical cooperation between Russia and China. Far East problems]. *Problemy Dal'nego Vostoka*. No. 4. P. 68–78.
- Fruchterman T.M.J., Reingold E.M. (1991). Graph drawing by force-directed placement. *Software: Practice and experience*. Vol. 21. No. 11. P. 1129–1164.
- Gellner E., Breuilly J. (1983). *Nations and nationalism*. Vol. 1. Ithaca, NY: Cornell University Press. 161 p.
- Gerner D.J. (1983). Arms transfers to the Third World: Research on patterns, causes and effects. *International Interactions*. Vol. 10. No. 1. P. 5–37.
- Golichenko O. (2012). Modeli razvitiya, osnovannogo na diffuzii tekhnologii. [Development models based on technology diffusion]. *Voprosy ekonomiki*. No. 4. P. 117–131.
- Hafner-Burton E.M., Kahler M., Montgomery A.H. (2009). Network analysis for international relations. *International Organization*. Vol. 63. No. 3. P. 559–592.
- Hanneke S., Fu W., Xing E. (2010). Discrete temporal models of social networks. *Electronic Journal of Statistics*. Vol. 4. P. 585–605.
- Harkavy R.E. (1975). *The Arms Trade and International Systems*. Cambridge, MA: Ballinger. 291 p.
- Hartley K. (2009). Arms Industry and the Globalisation. In: J. K. Galbraith, J. Brauer, L. L. Webster. (ed) *Process Economics of Peace and Security*. Oxford: Eolss Publishers Co. P. 240–247.
- Hartley K. (2007). The arms industry, procurement and industrial policies. In: T. Sandler, K. Hartley. (ed). *Handbook of defense economics*. Vol. 2. Amsterdam: North-Holland. P. 1139–1176.
- Hayward K. (2000). The Globalisation of Defence Industries. *Survival*. Vol. 42. No. 2. P. 115–132.

- Heinrich M.N. (2015). The Eurofighter Typhoon programme: economic and industrial implications of collaborative defence manufacturing. *Defence Studies*. Vol. 15. No. 4. P. 341–360.
- Holtom P., Bromley M., Simmel V. (2012). *Measuring International Arms Transfers*. SIPRI. [Electronic source]. URL: <https://www.sipri.org/sites/default/files/files/FS/SIPRIFS1212.pdf> (accessed: 23.01.2020).
- Howard M. (1976). *War in European History*. Cambridge: MIT Press. P. 1–172.
- Katz J.E. (1984). *Arms Production in Developing Countries: An Analysis of Decision Making*. Free Press. Lexington, Mass.: D.C. Heath. 371 p.
- Kennedy M.P. (1987) *The Rise and Fall of the Great Powers*. New York: Random House. 677 p.
- Kinne B.J. (2012). Multilateral trade and militarized conflict: Centrality, openness, and asymmetry in the global trade network. *The Journal of Politics*. Vol. 74. No. 1. P. 308–322.
- Kinne B.J. (2016). Agreeing to arm: Bilateral weapons agreements and the global arms trade. *Journal of Peace Research*. Vol. 53. No. 3. P. 359–377.
- Kinne B.J. (2019) The Defense Cooperation Agreement Dataset (DCAD). *Journal of Conflict Resolution*. Vol. 64. No. 4. P. 729–755.
- Kinne B.J., Bunte J.B. (2018). Guns or Money? Defense Co-operation and Bilateral Lending as Coevolving Networks. *British Journal of Political Science*. Vol. 50. No. 3. P. 1–22.
- Kinsella D. (1998). Arms transfer dependence and foreign policy conflict. *Journal of Peace Research*. 1998. Vol. 35. No. 1. P. 7–23.
- Kinsella D. (2000). Arms production in the third tier: An analysis of opportunity and willingness. *International Interactions*. Vol. 26. No. 3. P. 253–286.
- Kinsella D. (2006). The black market in small arms: examining a social network. *Contemporary Security Policy*. Vol. 27. No. 01. P. 100–117.
- Kinsella D. (2011). The arms trade. In: Coyne Ch. Mathers R. (ed) *The handbook on the political economy of war*. Cheltenham: Edward Elgar. P. 217–243.
- Kinsella D. (2014). Illicit arms transfers to Africa and the prominence of the former Soviet bloc: a social network analysis. *Crime, Law and Social Change*. Vol. 62. No. 5. P. 523–547.
- Kinsella D.T. (2004). *Power transition theory and the global arms trade: Exploring constructs from social network analysis*. Fifth Power Transition Conference, Carmel. 31 p.
- Kinsella D.T. (2003). *Changing structure of the arms trade: A social network analysis*. Annual Meeting of the American Political Science Association. Philadelphia PA. 43 p.
- Kolesnikov A.V. (2004) *Voenna-tehnicheskoe sotrudnichestvo Rossijskoj Federacii v sovremennyh usloviyah*. PhD Dissertation Abstract. Moscow: Voennyj universitet. 22 p.
- Krause K. (1990). The political economy of the international arms transfer system: the diffusion of military technique via arms transfers. *International Journal*. Vol. 45. No. 3. P. 687–722.
- Krause K. (1992). *Arms and the State: Patterns of Military Production and Trade*. Cambridge: Cambridge University Press. 299 p.
- Kushnir A.M. (2008). Voenna-tehnicheskoe sotrudnichestvo Rossijskoj Federacii s inostrannymi gosudarstvami v sisteme voenno-ekonomicheskoi bezopasnosti [Military-technical cooperation of the Russian Federation with foreign states in the system of military-economic security]. *Armiya i obshchestvo*. No. 1. P. 64–73.
- Laurance E.J. (1992). *The international arms trade*. Lexington Books. 280 p.
- Leiss A., Geoffrey K., Hoagland J., Refson J., Fischer H. (1970). *Arms Transfers to Less Developed Countries, Report No. c/70-1*. Cambridge: Center for International Studies. MIT. 56 p.
- Louscher D.J., Salomone M.D. (2019). *Technology transfer and US security assistance: The impact of Licensed Production*. New York: Routledge. 202 p.
- Lupu Y., Traag V.A. (2013). Trading communities, the networked structure of international relations, and the Kantian peace. *Journal of Conflict Resolution*. Vol. 57. No. 6. P. 1011–1042.
- Makienko K. (2012). S oruzhiem [With arms]. *Rossiya v Global'noj politike*. 2012. No. 5. P. 177–188.
- Maoz Z. (2009). The effects of strategic and economic interdependence on international conflict across levels of analysis. *American Journal of Political Science*. Vol. 53. No. 1. P. 223–240.
- Maoz Z. (2012) How network analysis can inform the study of international relations. *Conflict Management and Peace Science*. Vol. 29. No. 3. P. 247–256.
- Mawdsley J. (2013). The A400M project: from flagship project to warning for European defence cooperation. *Defence studies*. Vol. 13. No. 1. P. 14–32.
- Neuman S.G. (1984). Industrial stratification and Third World military industries. *International Organization*. Vol. 38. No. 1. P. 167–197.
- Nolan J.E. *Military Industry in Taiwan and South Korea*. Palgrave Macmillan, 1986. 205 p.
- Orlov A.O., Chepovskij A.A. (2017). O svoystvah modulyarnosti i aktual'nyh korrrektirovok algoritma Blondelya [About modularity properties and actual adjustments of Blondel's algorithm]. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Informacionnye tekhnologii*. Vol. 15. No. 3. P. 64–73.

- Pardesi M.S., Matthews R. (2007). India's Tortuous Road to Defence-Industrial Self-Reliance. *Defence & Security Analysis*. Vol. 23. No. 4. P. 419–438.
- Pearson F.S. (1987). Problems and Prospects of Arms Transfer Limitations Among Second-tier Suppliers: The Cases of France, the United Kingdom, and the Federal Republic of Germany. In: Ohlson, T. (ed) *Arms Transfer Limitations and Third World Security*. Oxford: Oxford University Press. P. 126–156.
- Ross A.L. (1994). Developing Countries. In: Pierre A.J. (ed) *Cascade of Arms: Managing Conventional Weapons Proliferation*. Washington DC: Brookings Institution Press. P. 90–130.
- Schmid J. (2018). The diffusion of military technology. *Defence and Peace Economics*. Vol. 29. No. 6. P. 595–613.
- Shvydun S. (2020). Influence of Countries in the Global Arms Transfers Network: 1950–2018. In: Cherifi H., Galto S., Mendes J.F., Rocha L.M. (ed) *Studies in Computational Intelligence*. Springer. Vol. 882: Complex Networks and Their Applications VIII Part 2. P. 736–748.
- SIPRI. (2018). *New register function. Accompanying database documentation SIPRI Arms Transfer Database: Deals and TIV*. 4 p.
- SIPRI. (2019). *The SIPRI Arms transfers database*. URL: <https://www.sipri.org/databases/armstransfers> (accessed: 23.01.2019).
- Thompson W. R. (1988). *On global war: Historical-structural approaches to world politics*. University of South Carolina Press. 315 p.
- Turner P.W., Schmid C.S., Cranmer S.J., Kauermann G. (2019). Network interdependencies and the evolution of the international arms trade. *Journal of Conflict Resolution*. Vol. 63. No. 7. P. 1736–1764.
- Vashchenko O.A., Bogdanova E.L., Samohvalov D.V., Vorob'ev, O.V. (2015). Problemy pravovogo regulirovaniya proizvodstva importnykh obrazcov vooruzheniya i voennoj tekhniki v Tamozhennom Soyuze. [Problems of legal regulation of the production of imported weapons and military equipment in the Customs Union]. *Pravo intelektual'noj sobstvennosti*. No. 2. P. 37–39.
- Vucetic S., Nossal K.R. (2013). The international politics of the F-35 Joint Strike Fighter. *International Journal*. Vol. 68. No. 1. P. 3–12.
- Wallerstein I. (1974). *The Modern World System, Volume I*. New York: Academic Press. 410 p.
- Wallerstein I. (1980). The future of the world-economy. In: Hopkins T., Wallerstein I. (ed.) *Processes of the world-system*. Beverly Hills: Sage. P. 167–180.
- Wallerstein I. (1980). *The Modern World System, Volume II*. New York: Academic Press. 1980. 372 p.
- Wulf H. (1985). Arms Production in the Third World. In: *SIPRI Yearbook 1985: World Armaments and Disarmament*. Oxford: Oxford University Press. P. 329–344.
- Zadorina A.M. (2016). Voenno-tekhnicheskoe i ekonomicheskoe sotrudnichestvo Rossii i Indii v strategii postroeniya mnogopolyarnogo mira [Military-technical and economic cooperation between Russia and India in the strategy of building a multipolar world]. *Mezhdunarodnoe sotrudnichestvo evrazijskih gosudarstv: politika, ekonomika, pravo*. Vol. 8. No. 3. P. 19–29.