

## ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ НА ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ОПК НА ОСНОВЕ ПОСТРОЕНИЯ ИЕРАРХИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СКРЫТОЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СЕТИ

**А.В. Потудинский, И.В. Казьмина**

*Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»  
394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54 «А»*

**Т.В. Щеголева**

*Воронежский государственный технический университет  
Россия, 394006, Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84*

**Введение.** Статья посвящена разработке статистической модели социальных сетей высокотехнологичного предприятия ОПК при проведении научно-исследовательской работы, в работу которого на сетевом уровне возможно вмешательство злоумышленников по техническим каналам или от несанкционированного доступа. В статье рассматриваются модели с применением имитационных исследований, используется подход с латентным пространством. Моделируется эффект вмешательства как функция, а имитационное исследование изучает влияние различных параметров как на восстановление параметров, так и на полезность модели.

**Данные и методы.** В статье рассматриваются ранние работы исследователей сетей, которые сосредотачивались на моделях для одной сети, а необходимо разработать многоуровневые расширения сетевых моделей, которые можно использовать для сетевых данных, собранных в группы. Также в статье представляется иерархическая модель медиации латентного пространства, которая использует подход моделирования и предполагает вмешательство в выборку из нескольких независимых сетей, таких как сети сотрудничества в организациях. Иерархическая модель предполагает, что вмешательство влияет на структуру сети, и эта структура, в свою очередь, влияет на изменчивость переменной результата в этих сетях. Одним из возможных применений является моделирование процесса, посредством которого устанавливается групповой консенсус. Исследуется взаимозависимость связей, включая сетевую статистику как часть модели экспоненциальных случайных графов.

**Полученные результаты.** Разработаны модели, которые нацелены на изучение вмешательств в деятельность высокотехнологичных предприятий ОПК, они представлены в сетевом виде и используют дисперсию скрытых позиций для определения влияния устранения вмешательства на сетевом уровне.

---

### Сведения об авторах:

**Потудинский Алексей Владимирович** ([alepaha@yandex.ru](mailto:alepaha@yandex.ru)), канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры восстановления авиационной техники  
**Казьмина Ирина Владимировна** ([kazminakamina@yandex.ru](mailto:kazminakamina@yandex.ru)), д-р экон. наук, доцент, доцент кафедры восстановления авиационной техники  
**Щеголева Татьяна Васильевна** ([bosyanyka@mail.ru](mailto:bosyanyka@mail.ru)), канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры цифровой и отраслевой экономики

### On authors:

**Potudinskiy Alexey V.** ([alepaha@yandex.ru](mailto:alepaha@yandex.ru)), Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of Department of Aviation Equipment Restoration  
**Kazmina Irina V.** ([kazminakamina@yandex.ru](mailto:kazminakamina@yandex.ru)), Doctor of Economics, associate professor, associate professor of aviation equipment restoration department  
**Shchegoleva Tatiana V.** ([bosyanyka@mail.ru](mailto:bosyanyka@mail.ru)), Ph.D. in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Digital and Industrial Economics

**Заключение.** Результаты исследования могут быть использованы в качестве методической основы для повышения надежности работы научно-исследовательских подразделений на высокотехнологичных предприятиях ОПК.

**Ключевые слова:** модель, статистическая модель, иерархическая модель, социальные сети, высокотехнологичность, высокотехнологичное предприятие, вмешательство, сетевая статистика, латентное пространство, моделирование процессов

**Для цитирования:**

Потудинский А.В. Особенности функционирования строительных предприятий в условиях пандемии и санкций / А.В. Потудинский, И.В. Казмина, Т.В. Щеголева // Организатор производства. 2022. Т.30. № 4. С. 72-82. DOI: 10.36622/VSTU.2022.30.4.007

## ORGANIZATION OF RESEARCH AND DEVELOPMENT WORK AT HIGH-TECH ENTERPRISES OF THE NUCLEAR INDUSTRY BASED ON THE CONSTRUCTION OF THE HIERARCHICAL MODEL OF THE HIDDEN SPATIAL NETWORK

**A.V. Potudinskiy, I.V. Kazmina**

*Military research and educational center of the Air Force "Military Air Academy named after professor N.E. Zhukovskiy and Yu.  
394064, Voronezh, Starykh Bolshevikov St., 54 "A"*

**T.V. Shegoleva**

*Voronezh State Technical University  
84 Ulitsa 20-letiya Oktyabrya, Voronezh, 394006, Russia*

**Introduction.** The paper is devoted to developing a statistical model of social networks of high-tech enterprise of the military-industrial complex, when carrying out research work, in the work of which at the network level, intrusion of intruders through technical channels or from unauthorized access is possible. The article considers models using simulation studies and uses latent space approach. The effect of tampering is modeled as a function, and the simulation study examines the effect of various parameters on both parameter recovery and model utility.

**Data and Methods.** This article reviews the early work of network researchers who focused on models for a single network, and the need to develop multilevel extensions of network models that can be used for network data assembled into groups. The paper also presents a hierarchical latent space mediation model that takes a modeling approach and involves intervening in a sample of several independent networks, such as collaborative networks in organizations. The hierarchical model assumes that the intervention affects the structure of the network, and this structure, in turn, affects the variability of the outcome variable in these networks. One possible application is to model the process by which group consensus is established. The interdependence of connections is investigated, including network statistics as part of an exponential random graph model.

Results obtained. Models have been developed that are aimed at studying interventions in high-tech defense industry enterprises, they are presented in a network form and use latent position variance to determine the impact of eliminating interventions at the network level.

**Conclusion.** The results of the study can be used as a methodological basis for improving the reliability of research units in high-tech enterprises of the military-industrial complex.

**Keywords:** model, statistical model, hierarchical model, social networks, high-tech enterprise, high-tech enterprise, intervention, network statistics, latent space, process modeling

**For citation:**

Potudinskiy A.V. Peculiarities of functioning of construction enterprises under pandemic and sanctions / A.V. Potudinskiy, I.V. Kazmina, T.V. Shegoleva // Organizer of Production. 2022. Vol. 30. No. 4. Pp. 72-82. DOI: 10.36622/VSTU.2022.30.4.007

**Введение**

Структурными элементами высокого научно-технического и технологического потенциала оборонно-промышленного комплекса (ОПК) являются научные исследования, накопленный запас научных и технологических знаний, потенциальный рынок, аналитическое проектирование и производство, распределение и рынок. Эффективное использование результатов инновационной деятельности обеспечивает ОПК прирост дохода до 47%. На крупных высокотехнологичных предприятиях ОПК налажены непрерывное производство инноваций и ускоренная их апробация, фундаментальные научные исследования объединены с прикладными разработками и внедряются в практику.

Дополнительными источниками финансирования инноваций в ОПК служат растущий ГОЗ, федеральные целевые программы, экспорт вооружений и военной техники.

К инновационному потенциалу ОПК можно отнести:

– дополнительные средства, получаемые от реструктуризационных мероприятий, которые связаны с расширением внутреннего спроса на конкурентоспособную продукцию отрасли;

– концентрацию ресурсов в сфере НИОКР, использование малых инновационных предприятий для выполнения ГОЗ и экспортных контрактов в сфере военно-технического сотрудничества;

– диффузию новых научно-технических знаний и произведённых на этой основе продукции, приборов, оборудования и технологий в другие сферы деятельности.

В современных условиях функционирования на высокотехнологичных предприятиях ОПК важно сохранять конфиденциальность в проводимых научных исследованиях при взаимодействии испол-

нителей. Социальные сети могут эффективно организовать механизмы взаимодействия работников предприятия, реализующих научные исследования. При этом социальные сети позволяют зафиксировать нарушения во время исследования, вызванные вмешательством в работу предприятия злоумышленников извне по техническим каналам или при несанкционированном доступе к секретной информации отдельных сотрудников предприятия. Данное обстоятельство определяет актуальность разработки статистической модели социальных сетей высокотехнологичного предприятия ОПК, основанной на имитационных методах и на подходе с латентным пространством.

**Теория**

Целью многих крупномасштабных исследований является изучение влияния вмешательства в работу организованных систем. Такие исследования на высокотехнологичных предприятиях требуют значительных ресурсов и при этом они дают нулевые результаты, кроме того, многие вмешательства трудно выявить. Таким образом, важно, чтобы исследования проводились крупномасштабно, где бы изучались механизмы, лежащие в основе вмешательства в организованные системы.

Именно, скрытые пространственные социальные сети выявляют уникальные методологические проблемы, поскольку большинство статистических моделей не подходят для сетевых данных. Это связано с тем, что сетевые связи нарушают предположения о независимых наблюдениях, предполагаемых этими моделями. Дружит ли человек  $a$  с человеком  $b$  или нет, зависит от того, какие дружеские отношения существуют между людьми в сети, есть ли у  $a$  и  $b$  общие друзья и даже от размера сети. Чтобы

учесть уникальную взаимозависимость, присутствующую в данных социальных сетях, исследователи предложили и продолжают предлагать модели социальных сетей, которые предсказывают сетевые связи.

Большинство исследователей сетей сосредоточились на моделях для одной сети, а необходимо разработать многоуровневые расширения этих сетевых моделей, которые можно использовать для сетевых данных, собранные в группы. Предлагаемые модели имеют большой потенциал и могут быть полезной при оценке сетевого посредничества при реализации научно-исследовательских работ на высокотехнологичных предприятиях ОПК, но модели ограничены тем, что требуют, чтобы сети имели объединенную структуру. Таким образом, необходимы альтернативные модели.

### Модель

Представляемая иерархическая модель медиации латентного пространства, которая использует подход моделирования латентного пространства со смешанным членством, предполагает вмешательство в выборку из нескольких независимых сетей, таких как сети сотрудничества на предприятии. Иерархическая модель предполагает, что вмешательство влияет на структуру сети, и эта структура, в свою очередь, влияет на изменчивость переменной результата в этих сетях. Одним из возможных применений является моделирование процесса, посредством которого устанавливается групповой консенсус.

Исследователи попытались учесть взаимозависимость связей, включая сетевую статистику как часть модели экспоненциальных случайных графов. Представляемая модель сосредотачивается на скрытой переменной, называемой моделью скрытого пространства, которая включает позиции латентного пространства в сетевой модели с учетом взаимозависимости сетевых связей.

Для ансамбля бинарных сетей, обозначаемых матрицей смежности  $A_k$ , сети  $k$  задается как:

$$\begin{aligned} A_{ijk} &\sim \text{Bernoulli}(p_{ijk};) \\ \text{logit}(p_{ijk}) &= \beta_0 + \beta_k X_{ijk} - |Z_{ik} - Z_{jk}| \\ \beta_k &\sim \text{MVN}_q(\mu_{\beta k}, \Sigma_{\beta k}) \\ Z_{ik} &\sim \text{MVN}_d(0, \sigma^2_{Zk} I_d) \end{aligned} \quad (1)$$

где  $A_{ijk}$  обозначает связь между узлами  $i$  и  $j$  для сети  $k$ ,  $A_{ijk}$  является ковариацией на уровне ребер,  $\beta_0$  является перехватом и  $\beta_k$  является  $q$ -мерным вектором связанных коэффициентов. Параметры  $\beta_k$  могут различаться в каждой сети  $k$ . Без ковариат уравнение (1) определяет вероятность связи  $P_{ijk}$  между двумя узлами  $i$  и  $j$  в сети  $k$  как функцию расстояния между  $d$ -мерными позициями скрытого пространства  $Z_{ik}$  и  $Z_{jk}$ . Предполагается, что скрытая позиция  $Z_{ik}$  имеет многомерное нормальное распределение со средним значением 0 и диагональной дисперсионно-ковариационной матрицей  $(\sigma^2_{Zk} I_d)$ , где  $I_d$  —  $d$ -мерная единичная матрица.

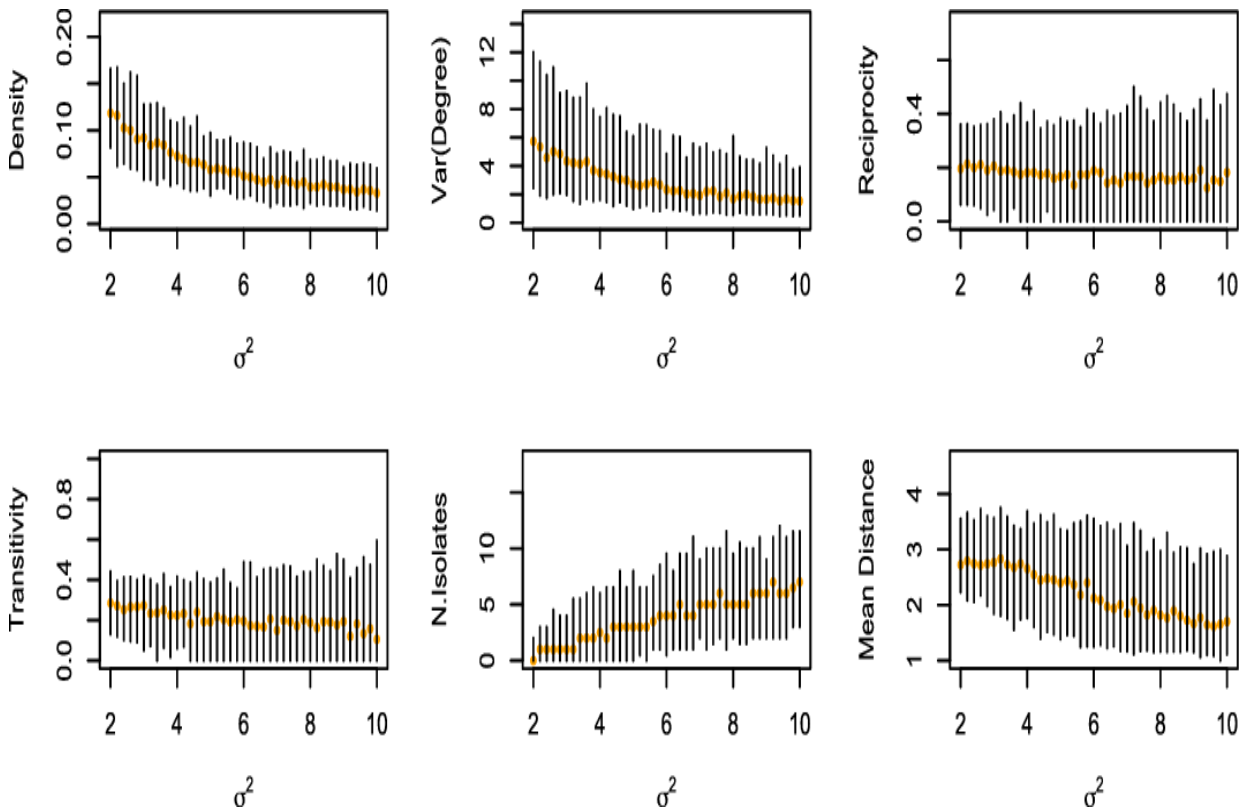
Сети с большими значениями дисперсии скрытой позиции,  $\sigma^2_{Zk}$ , как правило, будут иметь скрытые позиции, которые более рассредоточены, чем сети с меньшими значениями  $\sigma^2_{Zk}$ . Поскольку дисперсия узлов обычно связана с увеличением расстояния между парами узлов,  $\sigma^2_{Zk}$  она коррелирует с плотностью сети.

Моделируемый эффект вмешательства как функция  $\sigma^2_Z$  в уравнении (1), сначала демонстрируется, как  $\sigma^2_Z$  и влияет на структуру сети.

Представленная сеть в относительном низкоразмерном пространстве высокотехнологичного предприятия, зависит от расстояния между узлами. Таким образом,  $\sigma^2_Z$  управляет распространением или масштабом расстояния, а сеть с меньшими значениями  $\sigma^2_Z$  будет иметь более высокую плотность, чем сеть с большими значениями  $\sigma^2_Z$ , потому что меньшие значения  $\sigma^2_Z$  сопоставляются с меньшими попарными расстояниями и более высокими вероятностными связями. Кроме того, ожидается увеличение количества изолированных узлов по мере  $\sigma^2_Z$  увеличения.

Для иллюстрации смоделировано 100 сетей со значениями  $\sigma_Z^2$  и нанесено на график среднее значение статистики сети (оранжевая точка) вместе с квантилями 0,025 и 0,975, обозначенными отрезком линии. На рисунке 1 показано, как дисперсия положений скры-

того пространства высокотехнологического предприятия влияет на плотность и количество изолированных узлов, а также среднее геодезическое расстояние (среди подключенных узлов).



Источник: составлено авторами

**Рис. 1.** Сетевая статистика, полученных на основе моделей скрытого пространства, где  $\sigma_Z^2$  диапазон от 2 до 10, иллюстрирует влияние  $\sigma_Z^2$  плотности и количества изолированных узлов при сравнительно небольшом влиянии на взаимность и транзитивность

Source: compiled by the authors

**Figure 1.** Network statistics derived from hidden space models, where  $\sigma_Z^2$  ranges from 2 to 10, illustrating the effect of  $\sigma_Z^2$  density and the number of isolated nodes, with relatively little effect on reciprocity and transitivity

График, показывающий геодезическое расстояние, вводит в заблуждение, и расстояния фактически не уменьшаются с увеличением  $\sigma_Z^2$ , скорее, количество изолированных узлов, которые не связаны с другими узлами, увеличиваются, и эти расстояния не учитываются.

Помимо крайних различий  $\sigma_Z^2$ , это мало влияет на уровни взаимности и транзитивности и естественным образом увеличивается с

увеличением плотности. Здесь, используются  $\sigma_Z^2$  значения от 2 до 10, чтобы проиллюстрировать широкий диапазон. Таким образом, вмешательство, на которое влияет  $\sigma_Z^2$ , изменит общую плотность и количество изолированных лиц в сети, сохраняя при этом некоторые стандартные сетевые структуры, такие как транзитивность и взаимность. Например, при вмешательстве, направленное на улучшение

климата в коллективе высокотехнологичного предприятия, ожидается единство и консенсус среди его работников, но не ожидается, что структура группы изменится. Аналогичным образом, сотрудники, которые ранее были изолированы, теперь могут быть подключены к кому-либо в сети в результате уменьшения  $\sigma_Z^2$ .

Несмотря на некоторые эффекты предварительного распределенного выбора, апостериорное распределение эффекта медиации, как правило, было устойчивым к выбору априорного, и только апостериорная дисперсия была затронута, когда для компонентов дисперсии использовались экстремальные априорные распределения. Это влияет на полезность модели в том смысле, что пользователи должны быть внимательны к выбору предварительного распределения для  $\tau_Y$ .

Рассматривается пример, который будет мотивировать предложенную модель. Предположим, что существует кластерное рандомизированное исследование, в котором высокотехнологичные предприятия случайным образом назначаются для вмешательства, и это вмешательство меняет взаимодействие сотрудников в каждом предприятии. Чтобы соответствовать модели медиации, классическим подходом, необходимо использовать трехуровневую регрессию, показанной в уравнении (2).

Модель представлена в виде:

$$\begin{aligned} Y_k &\sim N(\alpha_1 + \beta_1 T_k, \tau_1) \\ M_k &\sim N(\alpha_1 + \beta_1 T_k, \tau_1) \\ Y_k &\sim N(\alpha_1 + \beta_1 T_k + \gamma M_k, \tau_3) \end{aligned} \quad (2)$$

где  $k$  индексирует наблюдаемую единицу рандомизации,  $Y_k$  обозначает результат,  $T_k$  обозначает статус научно-исследовательской деятельности и  $M_k$  обозначает злоумышленника. Аналогично,  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ , и  $\alpha_3$  являются параметрами перехвата,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ , и  $\beta_3$  являются коэффициентами, связанными с показателем научно-исследовательской деятельности  $T_k$ , и  $\gamma$  является коэффициентом, связанным со злоумышленником  $M_k$ .

Таким образом, иерархическая модель латентного пространства задается как:

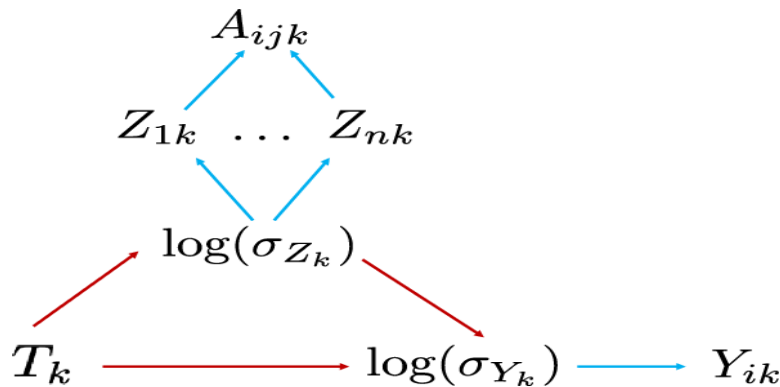
$$\begin{aligned} A_{ijk} &\sim \text{Bernoulli}(p_{ijk}) \\ \text{logit}(p_{ijk}) &= \beta_0 - |Z_{ik} - Z_{jk}| \\ Z_{ik} &\sim \text{MVN}_d(0, \sigma^2_{Zk} I_d) \\ \log(\sigma^2_{Zk}) &\sim N(\gamma_0 + \gamma_1 T_k, \tau_Z) \\ Y_{ik} &\sim N(\mu, \sigma^2_{Yk}) \end{aligned}$$

$$\log(\sigma_{Yk}) \sim N(\Theta_0 + \Theta_1 \log(\sigma_{Zk}) + \nu T_k, \tau_Y), \quad (3)$$

где показатель научной исследовательской деятельности остается  $T_k$  неизменным;  $i$  и  $j$  индексируют отдельных лиц в каждой сети, а  $k$  индексирует сеть. Для любой сети  $A_k$  генерируется таким образом, что дисперсионно-ковариационная матрица позиций скрытого пространства  $\sigma^2_{Zk} I_d$  равна. В модель также могут быть включены помехи предварительной обработки.

Представленная модель, в виде ориентированного ациклического графика, приведенного на рисунке 2; анализ вмешательства проиллюстрирован между работником  $T$ , злоумышленником  $\log(\sigma_Z)$  и переменной результата  $\log(\sigma_Y)$ . По сравнению с уравнением (2), анализ вмешательства также привязан к сетевой модели таким образом, что сетевая связь от узла  $i$  к узлу  $j$  в сети  $k$  ( $A_{ijk}$ ) является функцией позиций скрытого пространства  $Z_{ik}$  и  $Z_{jk}$  с дисперсией  $\sigma^2_{Zk}$ .

Рисунок 2 и уравнение (3) обозначают влияние независимой переменной и промежуточной переменной на изменчивость некоторого результата  $\log(\sigma_Y)$ , но могут использоваться и другие переменные результата. Поскольку аномальное поведение является стандартным отклонением логарифма позиции латентного пространства, естественным результатом является некоторая мера консенсуса или стандартное отклонение логарифма в переменной результата среди отдельных лиц в каждой сети. Уравнение (3) параметризовано таким образом, что результат имеет нормальное распределение, аналогичное уравнению (2), но может параметризовать эту модель так, чтобы  $\sigma_Z$  и  $\sigma_Y$  имели логнормальные распределения.



Источник: составлено авторами

**Рис. 2. Ориентированный ациклический граф вмешательства иллюстрирует отношения между независимой переменной  $T$ , параметром посредничества  $\log(\sigma z)$  и переменной результата  $\log(\sigma y)$**

Source: compiled by the authors

**Figure 2. The oriented acyclic intervention graph illustrates the relationship between the independent variable  $T$ , the mediation parameter  $\log(\sigma z)$ , and the outcome variable  $\log(\sigma y)$**

Возвращаясь контекстуальному примеру на высокотехнологичном предприятии, на которое произошло вмешательство, обработанные сети будут иметь меньшую дисперсию скрытого положения. Уменьшение стандартного логарифмического отклонения позиций скрытого пространства  $\log(\sigma z)$ , существенно уменьшает количество изолированных узлов и увеличивает общую плотность сети. Отсутствие каких-либо изолированных узлов и увеличение количества связей, следовательно, приведет к более высоким уровням связи в сети. Таким образом, предполагается, что хорошо связанные сети имеют более высокие уровни консенсуса, чем сети с разреженными соединениями.

### Полученные результаты

В рамках проведенного имитационного исследования, целью которого является изучение влияния различных параметров, как на восстановление параметров, так и на полезность модели, рассматривается девять различных комбинаций параметров  $\gamma$  и  $\Theta$  в уравнении (3). При этом,  $\gamma$ —это влияние вмешательства  $T$  на стандартное отклонение логарифма позиций скрытого пространства  $\log(\sigma z)$ , поэтому исследуются настройки, в которых вмешательство оказывает три раз-

личных влияния на эту меру изменчивости. Аналогично,  $\Theta$ —это условный эффект  $\log(\sigma z)$  при  $\log(\sigma y)$  заданном  $T$ , и мы также рассматриваются три разных значения для этого параметра.

Были выбраны значения  $\gamma$ , которые привели к различиям в  $\log(\sigma z)$  том, что создавали визуально отличные, но все же реалистичные сети, и значения  $\Theta$ , которых давали аналогичные значения для  $\log(\sigma z)$ , обращая внимание, что отрицательные значения  $\gamma$  приводят к меньшей дисперсии позиций скрытого пространства. Положительная ценность  $\Theta$  сопоставляется с положительной взаимосвязью между изменчивостью скрытого пространства  $\log(\sigma z)$  и изменчивостью результата  $\log(\sigma y)$ .

В таблице 1 представлены девять ячеек моделирования, и каждая ячейка представляет собой одну комбинацию значений для  $\gamma$  и  $\Theta$ . Также в нее включаются различия в выборках (между повторениями), чтобы проиллюстрировать косвенное и прямое влияние на результат; обращая внимание, что  $\sigma_z^2$  и  $\sigma_y^2$  приведены вместо  $\log(\sigma z)$  и  $\log(\sigma y)$  для простоты интерпретации. Используемая полная модель генерации данных представлена в виде:

$$\log(\sigma_{z_k}) \sim N(0.5 + \gamma_1 T_k, 0.09), k = 1, \dots, 30$$

$$Z_{ik} \sim MVN_2(0, \sigma_{z_k}^2 I_2), i = 1, \dots, 20$$

$$p_{ij} \sim \frac{\exp(-|Z_{ik} - Z_{jk}|)}{1 + \exp(-|Z_{ik} - Z_{jk}|)}, i, j = 1, \dots, 20$$

$$A_{ijk} \sim \text{Bernoulli}(p_{ij}), i, j = 1, \dots, 20$$

$$\log(\sigma_{y_k}) \sim N(-0.45 + \theta_1 \log(\sigma_{z_k}) - 0.1T_k, 0.09)$$

$$Y_{ik} \sim N(0, \sigma_{y_k}^2) \tag{4}$$

где  $k$  индексирует 30 сетей, каждая из которых имеет 20 узлов. Независимая переменная  $T_k$  указывает, входит ли сеть  $k$  в обрабатываемую группу, так что 15 сетей обрабатываются, а 15 сетей – нет.

Таблица 1

Краткое изложение значений параметров по девяти ячейкам имитационного исследования вместе с приблизительными отклонениями выборки

Table 1

Summary of parameter values for the nine cells of the simulation study, along with approximate sampling deviations

Параметры	$\gamma_1$	$\theta_1$	$\sigma_{y_k}^2$ , контролируемый	$\sigma_{y_k}^2$ , обработанный
1	-0,2	0,5	0,67	0,45
2	-0,2	0,7	0,82	0,51
3	-0,2	0,9	1	0,57
4	-0,4	0,5	0,67	0,37
5	-0,4	0,7	0,82	0,38
6	-0,4	0,9	1	0,40
7	-0,6	0,5	0,67	0,30
8	-0,6	0,7	0,82	0,29
9	-0,6	0,9	1	0,29

Источник: составлено авторами

Source: compiled by the authors

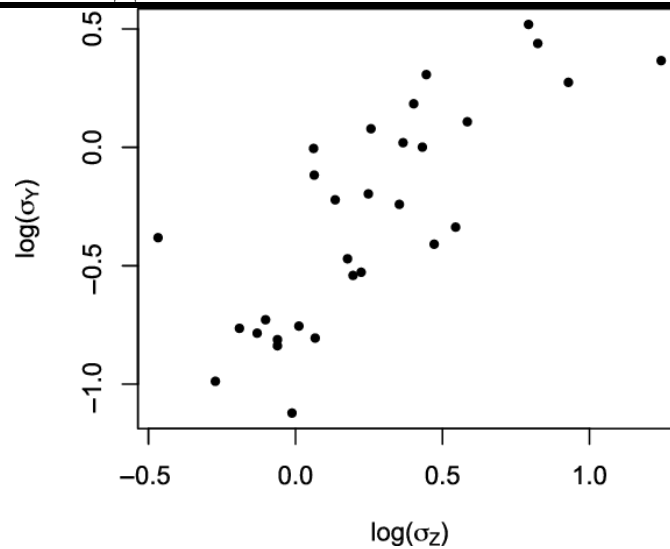
В уравнении (4) ожидаемое  $\log(\sigma z)$  для сетей управления и обработанных сетей определяется как  $\gamma_0$  и  $\gamma_0 + \gamma_1$ , соответственно. Таким образом, при выборе значений для каждого из них, целью было создание сетей, отражающих реальные данные. Ожидаемое значение  $\sigma_z^2$  при условии контроля составляет приблизительно 2,72, а при трех обработанных условиях ( $\gamma_1 = -0,2, -0,4, -0,6$ ) – 1,82, 1,22 и 0,82 соответственно.

На рисунке 3 показаны 30 сетей, созданных из уравнения (4), где  $\gamma_0 = 0,5$  и  $\gamma_1 = -0,4$ . Управляющие сети показаны в трех верхних строках графиков, а обработанные сети – в трех нижних строках. В целом, управляющие сети, как правило, имеют более изолированные узлы и менее плотные, чем обработанные сети. Таким образом,  $\gamma_1 = -0,2$

это приведет к менее заметным различиям между условиями и  $\gamma_1 = -0,6$  приведет к более заметным различиям между условиями.

Итак, были подобраны значения для  $\theta_1$  аналогичным образом, стремясь к  $\sigma_{\tau}$  тому, чтобы они были достаточно четкими, чтобы обнаружить различия. Опять же, выбирались отклонения ошибок ( $\tau = 0.09$ ), чтобы наблюдать адекватное разделение распределений  $\log(\sigma y_k)$  для обнаружения эффектов. Наконец, также было решено включить ненулевое значение для  $\nu = -0.1$  обозначения частичного посредничества. На рисунке 4 показан график  $\log(\sigma y_k)$  сравнения  $\log(\sigma y_z)$  для 30 сетей, сгенерированных из уравнения (4), где  $\gamma_0 = 0.5, \gamma_1 = -0.4, \theta_0 = -0.45, \theta_1 = 0.9$  и  $\nu = 0.1$ . Есть свидетельства положительного влияния  $\log(\sigma z)$  включая  $\log(\sigma y)$ .





Источник: составлено авторами

Рис. 3. Диаграмма рассеяния и  $\log(\sigma\gamma)$  «против»  $\log(\sigma z)$  показывает положительное влияние злоумышленника на результат

Source: compiled by the authors

Figure 3. Scatter diagram and  $\log(\sigma\gamma)$  "versus"  $\log(\sigma z)$  shows the positive influence of the intruder on the result

В рамках каждого условия моделирования, приведенного в таблице 1, моделировались данные из уравнения (4), и подгонялись к уравнению (3), используя следующие априорные значения:

$$\begin{aligned} \gamma_0, \theta_0 &\sim N(0, 100) \\ \gamma_1, \theta_1, \nu &\sim N(0, 9) \\ \tau_z, \tau_\gamma &\sim IG(5, 0.5) \end{aligned} \quad (5)$$

Для каждого соответствующей модели были запущены три цепочки длиной 10000; удалены первые 1000 розыгрышей и уменьшены каждые цепочки на 35, чтобы получить конечную апостериорную выборку из 774; эта длина обеспечила адекватную сходимость и автокорреляцию по всем параметрам. Этот процесс повторялся 100 раз для каждой ячейки моделирования (таблица 1). Однако в качестве иллюстрации можно продолжить этот анализ реальных данных, чтобы изучить степень соответствия. Обращая внимание, на исправления  $\beta_0$ , поскольку существует потенциальная проблема  $\beta_0 \sigma z_k$  между идентификациями, были выбраны несколько возможных значений для  $\beta_0 = (-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3)$ . Если зафиксировать перехват на слишком малом значении, общая

вероятность привязки не была бы хорошо восстановлена, потому что модель определяется путем вычитания расстояния между скрытыми позициями из перехвата. Вычитание числа из небольшого числа даст результаты в подобранной модели, которая предсказывает крайне мало связей. Аналогично, если выбрать слишком большой перехват, скрытые позиции должны были быть довольно далеко, и возможно, что предложенная модель создаст сети, не похожие на наблюдаемые данные. Предполагается, что  $\beta_0 = 1$  было бы идеально, и можно полагаться на проверки соответствия для подтверждения.

### Заключение

Рассмотренная модель представлена в сетевом виде и нацелена на изучение вмешательства в деятельность высокотехнологичных предприятий, она также использует дисперсию скрытых позиций для определения влияния устранения вмешательства на сетевом уровне.

Представленная модель не учитывает внутрисетевые взаимодействия, иначе из-

вестные как сетевые помехи или одноранговые эффекты. То, как отдельные лица в каждой сети влияют друг на друга и на их результаты – это ограничение модели и других многоуровневых сетевых моделей. Она рассматривает влияние вмешательства на сетевом уровне.

Таким образом, естественным следующим шагом будет изучение того, как вмешательства на уровне сети и посреднические переменные могут повлиять на результаты на уровне узла.

### Библиографический список

1. Таненбаум, Э., Уэзеролл, Д. Компьютерные сети / Э. Таненбаум, Д. Уэзеролл. — СПб.: Питер, 2017. – 960 с.
2. Рябко, Б., Фионов, А. Криптография в информационном мире / Б. Рябко, А. Фионов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2019. – 300 с.
3. Донован, А., Керниган, Б. Язык программирования Go / А.А. Донован, Б.У. Керниган. — М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2018. – 432 с.
4. Информатика: учебник, – 3-е переработанное издание./ Н.В. Макарова [ и др.]; под ред. Н.В. Макаровой.– М.: финансы и статистика, 2005.–786с.: ил.
5. Петров В.Н. Информационные системы: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В.Н. Петров.– СПб.: Питер, 2003.– 688с.: ил.
6. Ардашев Р. Г. Иррациональность общественного сознания // Гуманитарный вектор. 2020. Т. 15, № 2. С. 76–84.
7. Фромм Э. Психоанализ и этика. М. : Республика, 1993. 179 с. 10. Эриксон Э. Идентичность: юность и кризис. М. : Прогресс, 1996. 344 с.
8. Хальбвакс Морис. Социальные рамки памяти. М. : Новое изд-во, 2007.

9. Сорокин П. А. Социокультурная динамика. М. : Директ-Медиа, 2007. 344 с.
10. Кармадонов О. А., Кобжицкий В. В. Трансформация и адаптация: стратегии выживания в кризисном социуме. Иркутск : Изд-во ИГУ, 2009. 184 с.
11. Гидденс Энтони. Социология. М. : Эдиториал УРСС, 1999. С. 434–435
12. Мардарь И. Б. Трансформация сетевой деятельности некоммерческих организаций // Социологические исследования. 2009. № 5, С. 133–138
13. Чезборо Г. Открытые инновации. Создание прибыльных технологий. М. : Поколение, 2007. 336 с.
14. Мелюхин И. С. Информационное общество: истоки, проблемы, тенденции развития. М.: Изд-во МГУ, 1999. 208 с.
15. Свит, Т. М.(2019), «Моделирование социальных сетей в качестве посредников: стохастическая блочная модель смешанного членства для посредничества». Журнал образовательной и поведенческой статистики, 44, 210-240.
16. Вандервил, Т. Дж., & An, W. (2013). «Социальные сети и причинно-следственный вывод». ВМорган, С. (ред.), Справочник по причинно-следственному анализу для социальных исследований (стр. 353-374). Нью-Йорк.
17. Prasolov V.I., Kesego M. The concept and organisation of the functioning of an economic security system of an organization // Modern Economy Success. 2016. № 1. С. 58– 69.
18. Tolstykh T. The digital transformation laboratory as an integral part of the national university of science and technology «misis» development strategy/ T. Tolstykh, D. Savon, E. Shkarupeta, A. Safronov, O. Savelyeva // Proceedings of the 33rd International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2019: Education Excellence and Innovation Management through Vision 2020. – 2019. – P. 8443-8452.

Поступила в редакцию – 19 октября 2022 г.

Принята в печать – 02 ноября 2022 г.

### Bibliography

1. Tanenbaum, E., Uezeroll, D. Komp'yuternye seti / E. Tanenbaum, D. Uezeroll. — SPb.: Piter, 2017. – 960 s.
2. Ryabko, B., Fionov, A. Kriptografiya v informacionnom mire / B. Ryabko, A. Fionov. – M.: Goryachaya liniya – Telekom, 2019. – 300 s.

3. Donovan, A., Kernigan, B. YAzyk programmirovaniya Go / A.A. Donovan, B.U. Kernigan. — M.: ООО «I.D. Vil'yams», 2018. — 432 s.
4. Informatika: uchebnik,— 3-e pererabotannoe izdanie./ N.V. Makarova [ i dr.]; pod red. N.V. Makarovoj.— M.: finansy i statistika, 2005.-786s.: il.
5. Petrov V.N. Informacionnye sistemy: uchebnoe posobie dlya studentov vysshih uchebnyh zavedenij / V.N. Petrov.— SPb.: Piter, 2003.— 688s.:il.
6. Ardashev R. G. Irracional'nost' obshchestvennogo soznaniya // Gumanitarnyj vektor. 2020. T. 15, № 2. S. 76–84.
7. Fromm E. Psihoanaliz i etika. M. : Respublika, 1993. 179 s. 10. Erikson E. Identich-nost': yunost' i krizis. M. : Progress, 1996. 344 s.
8. Hal'bvaks Moris. Social'nye ramki pamyati. M. : Novoe izd-vo, 2007.
9. Sorokin P. A. Sociokul'turnaya dinamika. M. : Direkt-Media, 2007. 344 s.
10. Karmadonov O. A., Kobzhickij V. V. Transformaciya i adaptaciya: strategii vyzhi-vaniya v krizis-nom sociume. Irkutsk : Izd-vo IGU, 2009. 184 s.
11. Giddens Entoni. Sociologiya. M. : Editorial URSS, 1999. S. 434–435
12. Mardar' I. B. Transformaciya setевой deyatel'nosti nekommercheskih organizacij // Sociologicheskie issledovaniya. 2009. № 5, C. 133–138
13. CHezboro G. Otkrytye innovacii. Sozdanie pribyl'nyh tekhnologij. M. : Pokole-nie, 2007. 336 s.
14. Melyuhin I. S. Informacionnoe obshchestvo: istoki, problemy, tendencii razvi-tiya. M. : Izd-vo MGU, 1999. 208 s.
15. Svit, T. M.(2019), «Modelirovanie social'nyh setej v kachestve posrednikov: stohasticheskaya blochnaya model' smeshannogo chlenstva dlya posrednichestva». ZHurnal obrazova-tel'noj i povedencheskoj statistiki, 44, 210-240.
16. Vandervil, T. Dzh., & An, W. (2013). «Social'nye seti i prichinno-sledstvennyj vyvod». VMorgan, S. (red.), Spravochnik po prichinno-sledstvennomu analizu dlya social'nyh issledovanij (str. 353-374). N'yu-Jork.
17. Prasolov V.I., Kesego M. The concept and organisation of the functioning of an economic security system of an organization // Modern Economy Success. 2016. № 1. S. 58– 69.
18. Tolstykh T. The digital transformation laboratory as an integral part of the national uni-versity of science and technology «misis» development strategy/ T. Tolstykh, D. Savon, E. Shkarupeta, A. Safronov, O. Savelyeva // Proceedings of the 33rd International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2019: Education Excellence and Innovation Man-agement through Vision 2020. – 2019. – R. 8443-8452.

Received – 19 October 2022

Accepted for publication – 02 November 2022