**К вопросу о совершенствовании системы статистических показателей безопасности применения цифровых технологий**

*Использование информационно-коммуникационных технологий в условиях современной реальности ведет не только к получению известных положительных социально-экономических эффектов, но и предполагает неизбежное возникновение связанных с этим негативных последствий.**С вопросами защиты интересов личности, общества и государства от внутренних и внешних информационных угроз связано понятие информационной безопасности. Расширение ее границ – от низкоуровневых технических мероприятий по защите информационных систем (компьютерной безопасности и кибербезопасности) до стратегического управления экономическим производством в данном контексте – привело к появлению более релевантной категории: цифровой безопасности* *– и диктует целесообразность объединения множества этих терминов в обобщающее понятие «безопасность применения цифровых технологий».*

*Вопросы безопасности применения цифровых технологий все чаще становятся предметом статистических исследований, научная и практическая ценность которых напрямую зависит от степени актуальности используемой системы показателей. Цель данной статьи состоит в том, чтобы* *проанализировать существующую систему статистических показателей и обозначить перспективы по ее совершенствованию. Для достижения поставленной цели в процессе анализа были использованы методы дескриптивной статистики, корреляционно-регрессионный анализ, а также методы машинного обучения (в частности, различные варианты алгоритмов классификации на основе деревьев решений).*

*Результаты обзора современных методологических разработок, применяемых на международном и национальном уровнях, позволили сделать вывод о том, что исчисляемые статистические показатели способны количественно оценивать самые разнообразные аспекты безопасности применения цифровых технологий. Вместе с тем, вполне объяснимая «автономность» этих методологий существенно затрудняет создание комплексного представления об измеряемых процессах, например, их позиции в общей структуре и роли в возможных причинно-следственных связях. С целью заполнения этого методологического проблема в работе предложен подход к формированию системы статистических показателей путем включения в нее новых индикаторов, фиксирующих состояние этапов процесса нарушения безопасности применения цифровых технологий. Сам процесс нарушения безопасности рассматривается при этом как последовательность «субъект – мотив – объект – метод – последствия» с подразделением по направлениям (технологическое, социальное, экономическое) и масштабу охвата (микро-, мезо-, макро-).*

*Поиск информационных и методических источников, имеющих опосредованное отношение к статистическим (инспектировалась широко известная веб-платформа Kaggle, объединяющая исследователей в области науки о данных и машинного обучения), предоставил возможность провести анализ результатов тематического опроса компаний. В итоге моделирования влияния безопасности применения цифровых технологий на эффективность экономической деятельности было установлено, что вариация фактора безопасности примерно на треть определяет уровень экономической эффективности компании в рамках представленной совокупности. Использование методов машинного обучения позволило получить приемлемые по качеству предсказательные модели классификации компаний по обобщенным видам экономической деятельности в том же факторном контексте.*

*С практической точки зрения предложенный в работе подход к формированию системы статистических показателей будет полезен при анализе и администрировании процессов нарушения безопасности применения цифровых технологий в масштабе предприятий, регионов и страны в целом.*

*Ключевые слова*: информационно-коммуникационные технологии, информационная безопасность, цифровая безопасность, безопасность применения цифровых технологий, система статистических показателей

**On Improving the System of Statistical Indicators of the Security of the Use of Digital Technologies**

*The use of information and communication technologies in the conditions of modern reality leads not only to obtaining known positive socio-economic effects, but also implies the inevitable occurrence of associated negative consequences. The concept of information security is connected with the issues of protecting the interests of the individual, society and the state from internal and external information threats. The expansion of its boundaries - from low-level technical measures for the protection of information systems (computer security and cybersecurity) to the strategic management of economic production in this context - has led to the emergence of a more relevant category: digital security - and dictates the expediency of combining many of these terms into a generalizing concept of the security of using digital technologies.*

*The issues of security in the use of digital technologies are increasingly becoming the subject of statistical research, the scientific and practical value of which directly depends on the degree of relevance of the system of indicators used. The purpose of this article is to analyze the existing system of statistical indicators and outline the prospects for its improvement. To achieve this goal, descriptive statistics methods, correlation-regression analysis, and machine learning methods (in particular, various variants of classification algorithms based on decision trees) were used in the analysis process.*

*The results of a review of modern methodological developments applied at the international and national levels led to the conclusion that the calculated statistical indicators are able to quantify the most diverse aspects of the security of the use of digital technologies. At the same time, the quite understandable "autonomy" of these methodologies makes it difficult to create a comprehensive understanding of the processes being measured, for example, their position in the overall structure and role in possible cause-and-effect relationships. In order to fill this methodological problem, the paper proposes an approach to the formation of a system of statistical indicators by including new indicators in it, fixing the state of the stages of the process of violating the security of the use of digital technologies. The process of security violation itself is considered as a sequence of "subject - motive - object - method - consequences" with subdivision according to areas (technological, social, economic) and scale of coverage (micro-, meso-, macro-).*

*The search for information and methodological sources indirectly related to statistics (the well-known web platform Kaggle, which brings together researchers in the field of data science and machine learning), provided an opportunity to analyze the results of a thematic survey of companies. As a result of modeling the impact of the security of using digital technologies on the efficiency of economic activity, it was found that the variation of the security factor by about a third determines the level of economic efficiency of the company within the presented set. The use of machine learning methods made it possible to obtain acceptable quality predictive models for classifying companies by generalized types of economic activity in the same factorial context.*

*From a practical point of view, the approach proposed in the paper to the formation of a system of statistical indicators will be useful in the analysis and administration of processes for violating the security of the use of digital technologies on the scale of enterprises, regions and the country as a whole.*

*Keywords:* information and communication technologies, information security, digital security, system of statistical indicators

**Обзор существующих методологий**

Цифровая трансформация, при всех ее уже претворенных в жизнь или еще только ожидаемых позитивных социально-экономических эффектах, неизбежно создает информационно-технологические неопределенности и уязвимости, способные представлять собой потенциальную угрозу интересам общества, бизнеса и государства, ставить под удар их информационную безопасность.

Система официальных взглядов и основные положения в этой сфере отражены в Доктрине информационной безопасности РФ, Федеральном законе «Об информации, информационных технологиях и о защите информации», семействе стандартов (например, ГОСТ Р ИСО/МЭК 27000-2012 «Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Системы менеджмента информационной безопасности») и других тематических источниках. На международном уровне изучением проблематики информационной безопасности занимается ряд международных организаций, каждая из которых действует в определенном профильном секторе: так, Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР, OECD) акцентирует внимание на социальных и экономических аспектах; разработка технических стандартов возложена, в частности, на Международную организацию по стандартизации (ИСО, ISO) и Международную электротехническую комиссию (МЭК, IEC); вопросами киберпреступности занимаются Совет Европы, Управление Организации Объединенных Наций по наркотикам и преступности (UNODC) и Интерпол.

Вопросы информационной безопасности в контексте развития информационного общества и цифровой трансформации экономики являются актуальным предметом статистических исследований, результативность проведения которых определяется в том числе и выбором используемой системы показателей, что обусловливает актуальность совершенствования системы статистических показателей путем анализа и преобразования существующих примеров таких систем международного и национального масштаба.

Проблематика обеспечения защиты информации в условиях цифровой экономики в той или иной степени отражена в целом ряде научных публикаций отечественных и зарубежных ученых. Исследуются как общее состояние сферы информационной безопасности (например, в работах [1, 2]), так и степень ее взаимосвязи с социально-экономическими процессами на основе анализа различных количественных индикаторов. В частности, обнаруженная авторами исследования [3] корреляция выбранных тематических показателей позволяет сделать вывод о том, что цифровая трансформация экономики и общества выступает ключевым драйвером экономического развития только при условии обеспечения информационной и кибербезопасности.

«Состояние информационного развития страны складывается из комплекса подсистем, которые образуют единую национальную базу и выводят единый дифференцированный показатель уровня обеспечения и развития информационной безопасности на территории страны. Ключевым фактором эффективности выступает своевременный учет и анализ основных (базовых) показателей информационной безопасности, который показывает сильные и слабые стороны развития информационной безопасности в разрезе субъектов страны» [4, с. 1162]. Авторы работы проводят анализ эффективности методики оценки информационной безопасности в разрезе субъектов страны и делают вывод о «необходимости внесения новых государственных поправок в оценку показателей развития информационной безопасности. Требуется создание новых методик расчета и систем мониторинга уровня информационной безопасности на территории страны» [там же].

В исследовании [5] критическому обзору подвернут состав индикаторов системы количественных критериев оценки эффективности национальной политики в области информационной безопасности и по результатам анализа разработана система показателей оценки эффективности государственной политики в сфере информационной безопасности. Выработаны рекомендации по расчету прогнозных значений показателей в предлагаемой системе и предложен метод расчета интегрального показателя оценки эффективности национальной политики в сфере информационной безопасности на базе авторской квалиметрической модели, предполагающей использование экспертных оценок.

Не только страны и регионы, но, в первую очередь, отдельные организации, руководствуясь своими экономическими целями, заинтересованы в мониторинге информационной безопасности своего бизнеса на основе расчета соответствующих показателей. Одно из таких решений представлено в работе [6] в виде модели измерения эффективности информационной безопасности: она включает в свой состав 10 критических факторов успеха, 100 ключевых показателей эффективности и 6 уровней производительности. При этом сформированный набор индикаторов, в силу единства методики расчета и способности разносторонне характеризовать исследуемый объект, вполне может рассматриваться в качестве системы статистических показателей.

Сегодня в мире отмечается четкая тенденция к инверсии – если ранее информационный контур безопасности ведения бизнеса очерчивали технические специалисты, то теперь политику информационной безопасности определяют представители высшего менеджмента исходя из оценки рисков, прежде всего, экономического характера. В этом контексте привычная категория «информационная безопасность» фактически трансформировалась в безопасность цифровую, что вполне явно прослеживается в тематических публикациях Организации экономического сотрудничества и развития: “OECD Guidelines for Information Security” (2002), “OECD Digital Security Risk Management” (2015), “OECD Policy Framework on Digital Security” (2022). Последняя из перечисленных публикаций содержит свод рекомендаций по управлению цифровой безопасностью применительно к разным уровням детализации: от базисного, интуитивно понятного, отражающего социально-экономические эффекты и до самого продвинутого, затрагивающего технические аспекты цифровых технологий. Структура политики такого управления пластична и в последней версии (2022 г.) представлена на рис. 1.



Рис. 1. **Уровни иерархической структуры политики цифровой безопасности OECD**

Источник: [7, p. 7].

Подготовленный ОЭСР и опубликованный в 2019 году отчет “OECD Measuring Digital Security Risk Management Practices in Business” [8] обобщает результаты деятельности этой организации в области разработки основ и набора статистических показателей, которые можно было бы использовать для оценки методов управления рисками информационной (в принятой OECD терминологии – цифровой) безопасности предприятий. В частности, был разработан и опробован инструмент проведения такого обследования.

Международный союз электросвязи (МСЭ, ITU) – одна из старейших в мире организаций, действующих сегодня под эгидой Организации объединенных наций – разработала (совместно с компанией ABI Research) Глобальный индекс кибербезопасности (Global Cybersecurity Index, GCI) и впервые опубликовала его в 2015 году [9]. Этот интегральный показатель отражает успехи стран мира на пути к достижению целей по основным направлениям кибербезопасности (см. таблицу 1).

Таблица 1

**Компоненты Глобального индекса кибербезопасности**

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование | Содержание |
| Правовые меры | Оценка наличия правовых институтов и структур, занимающихся вопросами кибербезопасности и киберпреступности |
| Технические меры | Оценка наличия технических институтов и платформ, занимающихся кибербезопасностью |
| Организационные меры | Оценка наличия институтов координации политики и стратегий развития кибербезопасности на национальном уровне |
| Меры по наращиванию потенциала | Оценка наличия программ исследований и разработок, образования и обучения, сертифицированных специалистов и агентств государственного сектора, способствующих наращиванию потенциала кибербезопасности |
| Меры сотрудничества | Оценка наличия партнерств, механизмов сотрудничества и сетей обмена информацией в области кибербезопасности |

В 2020 году (последняя публикация Индекса пришлась на 2021 г. [10], а следующая ожидается в 2023 г.) в состав проиндексированной совокупности вошло 169 государств, где Российская Федерация, набрав 98,06 балла из 100, разделила 5-е место с Объединенными Арабскими Эмиратами и Малайзией в общем рейтинге и единолично заняла 1-е место в рейтинге стран Содружества Независимых Государств. Специализированная анкета для построения Индекса включает ряд вопросов по каждой из сформулированных мер и предполагает получение ответов с использованием профильных компетенций в части законов и нормативных актов, деятельности общественных организаций, научных школ и центров разработок, а также других аспектов из области кибербезопасности. Полученные данные обобщаются в показатели, которым на основе оценок специально привлекаемых экспертов присваиваются определенные веса в зависимости от важности их вклада, после чего исчисляется сам Индекс путем осреднения показателей на арифметической или геометрической основе. К сожалению для статистики, Глобальный индекс кибербезопасности не несет в себе каких-либо данных о количественной стороне деятельности участников процесса создания киберугроз и их отражения, их мотивах и последствиях.

Результаты методологических разработок международных организаций в области информационной (цифровой, кибер-) безопасности получают свое логическое развитие в стандартах международных и национальных органов статистики. Учитывая значительный уровень гармонизации существующей статистической методологии в этой сфере и во избежание повторяемости, целесообразно будет в первом случае рассмотреть систему показателей, используемую при обследовании организаций (например, стран Евросоюза), а во втором – домохозяйств (применительно к населению Российской Федерации).

Статистическая служба Европейского союза (Евростат, Eurostat) ежегодно (с 2002 г.) проводит и публикует результаты опроса сообщества по теме использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и электронной коммерции на предприятиях. Наиболее актуальные статистические данные были получены в результате обследования предприятий, проведенных Национальными статистическими органами стран-членов Евросоюза в первые месяцы 2022 года: было опрошено около 150400 предприятий с 10 и более сотрудниками или самозанятыми лицами из 1,47 млн предприятий в ЕС.

Некоторые дескриптивные статистики совокупности стран ЕС по ряду показателей информационной безопасности предприятий [11] приведены в таблице 2. Как отмечают евростатистики, в 2022 году 92 % предприятий ЕС с 10 и более сотрудниками или самозанятыми лицами использовали хотя бы одну меру для обеспечения целостности, доступности и конфиденциальности данных и систем ИКТ. Более чем каждое третье предприятие (37 %) сообщило о наличии документов, устанавливающих меры, практику или процедуры по обеспечению безопасности ИКТ. На каждом четвертом предприятии (24 %) эти документы были определены или рассмотрены в течение последних 12 месяцев. Каждое четвертое предприятие (25 %) было застраховано от инцидентов безопасности ИКТ. Наконец, в 2022 году более чем каждое пятое предприятие (22 %) столкнулось с последствиями инцидентов безопасности, связанных с ИКТ. Следует отметить, что значения коэффициента вариации (*KV*) с его пороговым значением в 33 процента характеризуют совокупность стран Евросоюза как «пограничную» в оценке ее однородности по большинству показателей.

Таблица 2

**Информационная безопасность предприятий в странах Европейского союза**

(в процентах от обследуемых предприятий)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | *X min* |  | *X max* | *Медиана* | *KV, %* |
| Используют как минимум одну меру безопасности ИКТ | 62 | 88,0 | 98 | 90 | 8,6 |
| Информируют работников об их обязанностях в области безопасности ИКТ | 32 | 57,0 | 75 | 60 | 18,6 |
| Имеют разработанные инструкции по мерам, практикам или процедурам по безопасности ИКТ | 15 | 37,8 | 68 | 36 | 34,1 |
| Имеют страховку от инцидентов, связанных с ИКТ | 4 | 20,8 | 71 | 14 | 75,0 |
| Составили или проверили существующие инструкции по безопасности ИКТ предприятия в течение последних 12 месяцев | 7 | 24,9 | 43 | 21 | 38,2 |
| Пережили инциденты безопасности, связанные с ИКТ, имевшие некоторые последствия в отчетном (2021) году | 11 | 20,5 | 44 | 19 | 35,6 |

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ (Минцифры России) в рамках реализации федерального проекта «Информационная безопасность» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» осуществляет разработку методик расчета тематических показателей, находящих отражение в публикациях об использовании информационных технологий населением и организациями. Федеральная служба государственной статистики (Росстат) в сотрудничестве с Минцифры России и Национальным исследовательским университетом «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ) регулярно публикует статистические сборники, посвященные информационному обществу и цифровой экономике. Результаты проведенного Росстатом в 2022 г. Выборочного федерального статистического наблюдения по вопросам использования населением информационных технологий и информационно-телекоммуникационных сетей содержат, в частности, данные об инцидентах информационной безопасности и средствах защиты, применяемых для их предотвращения (табл. 3 и 4).

Явно прослеживаемая в таблицах высокая степень неоднородности совокупности регионов Российской Федерации по большинству показателей указывает на наличие типических региональных групп по признакам интенсивности и номенклатуры угроз информационной безопасности: где-то население постоянно сталкивается с такого рода инцидентами, где-то – лишь изредка (некоторое исключение здесь составляет та часть населения, что вообще не сталкивалась с проблемами информационной безопасности).

Таблица 3

**Население, столкнувшееся с проблемами информационной безопасности, по субъектам Российской Федерации**

(в процентах от обследуемых лиц в возрасте от 15 до 74 лет)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | *X min* |  | *X max* | *Медиана* | *KV, %* |
| *Сталкивались с такими проблемами:* |  |  |  |  |  |
| Заражение вирусом, что привело к потере информации и/или времени на их удаление | 0,7 | 5,1 | 22,0 | 4,6 | 76,3 |
| Несанкционированный доступ к компьютеру (информационным ресурсам, информационным системам) | 0,1 | 1,7 | 19,2 | 1,2 | 142,8 |
| Несанкционированная рассылка (спам) | 3,8 | 23,5 | 81,9 | 21,5 | 55,0 |
| Получение по электронной почте мошеннических писем с просьбой выслать персональные данные | 0,1 | 2,6 | 9,2 | 2,0 | 84,6 |
| Перенаправление на фальшивые сайты с просьбой указать персональные данные | 0,0 | 1,9 | 8,0 | 1,4 | 88,1 |
| Посещение детьми нежелательных сайтов, контакты детей с потенциально опасными людьми через сеть Интернет | 0,0 | 0,6 | 3,3 | 0,4 | 98,4 |
| Хищение денежных средств или персональных данных | 0,0 | 0,5 | 5,7 | 0,3 | 162,3 |
| Использование мобильного телефона неизвестными лицами | 0,0 | 1,7 | 39,2 | 0,4 | 320,3 |
| Использование электронной почты неизвестными лицами | 0,0 | 1,0 | 28,6 | 0,3 | 369,1 |
| Другие проблемы информационной безопасности | 0,2 | 3,5 | 2,4 | 20,8 | 111,4 |
| *Не сталкивались с проблемами информационной безопасности* | 12,8 | 69,4 | 92,2 | 70,9 | 20,5 |

Таблица 4

**Население, использовавшее средства защиты информации, по субъектам Российской Федерации**

(в процентах от обследуемых лиц в возрасте от 15 до 74 лет)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | *X min* |  | *X max* | *Медиана* | *KV, %* |
| *Использовали – всего:* | 36,1 | 71,7 | 98,8 | 73,0 | 16,1 |
| *из них:* |  |  |  |  |  |
| Антивирусные средства | 29,2 | 68,5 | 98,8 | 69,9 | 18,1 |
| Антиспамовые фильтры | 1,7 | 15,2 | 13,6 | 53,9 | 58,4 |
| Средства родительского контроля или фильтрации Интернет-ресурсов | 0, | 2,1 | 1,7 | 9,9 | 87,8 |
| Другие средства защиты | 0,1 | 2,1 | 1,1 | 12,4 | 121,4 |
| *Не используют средства защиты* | 0,4 | 18,3 | 16,9 | 60,0 | 52,0 |
| *Затруднились ответить* | 0,6 | 10,1 | 10,2 | 28,4 | 61,2 |

Проведенный обзор научных изысканий отечественных и зарубежных ученых, а также используемых в настоящее время официальных методологий профильных и статистических организаций выявил ряд проблем, среди которых следует отметить множественность самого понятия информационной безопасности и некоторую фрагментарность состава применяемых систем статистических показателей. Это обстоятельство в рамках дальнейшей работы требует выполнения ряда действий. Во-первых, во избежание несогласованности в дефинициях и для упрощения понимания предметной области будет логичным считать вышеуказанный набор понятий безопасности (информационная, информационно-коммуникационная, компьютерная, кибер-, цифровая) нестрогими синонимами и объединить их в общий термин «безопасность применения цифровых технологий», используя его наравне с обобщаемыми. Во-вторых, в целях совершенствования существующей системы статистических показателей представляется верным разработать новый подход к формированию структуры этой системы. Методологически такой подход должен быть основан на реализации количественного измерения отдельных этапов процесса нарушения безопасности применения цифровых технологий, что позволит обеспечить системность и гармонизацию отбираемых показателей.

**Концепция формирования системы показателей безопасности применения цифровых технологий**

Необходимым условием получения научно обоснованных результатов оценки и анализа объекта статистического исследования служит наличие соответствующей системы показателей, представляющей собой «комплекс взаимосвязанных и расположенных в логической последовательности показателей, всесторонне характеризующих состояние и развитие массовых явлений общественной жизни» [12, с. 21]. Большое значение теории статистических показателей придавала еще советская школа статистики: «Система, совокупность всегда более значима, чем сумма отдельных частей, так как помимо информации о частях она несет информацию о том новом, что появляется в результате взаимодействия частей, информацию о развитии системы в целом. Рассматриваемое положение математиками в общем виде формулируется так: функция системы больше суммы функций составляющих ее частей, т. е. *f(x, y) > f (x) + f(y)»* [13, с. 226]. При этом, согласно положениям диалектического материализма, справедливо отмечалось, что «системы статистических показателей нельзя представлять стабильными, они изменяются вслед за изменениями отражаемой ими действительности» [там же, с. 228].

Современными отечественными учеными-статистиками предлагается (например, в [14, c. 80]) осуществлять формирование системы статистических показателей, руководствуясь рядом принципов, среди которых фигурируют такие как: *принцип системного подхода* (в совокупности разнообразные статистические показатели полностью описывают объект исследования), *принцип информативности при минимизации числа статистических показателей* (показатели должны быть максимально информативны, при этом их количество должно быть минимально) и *принцип количественной определенности оценки* (для показателей должна быть определена количественная оценка, они должны иметь эталонное или нормативное значение, должен быть известен диапазон принимаемых значений).

Очевидно, что система статистических показателей безопасности применения цифровых технологий – в силу высокой степени динамики процессов в этой сфере – не может являться косной статичной структурой, а должна отражать развитие. Такой подход выражен на рис. 2, где концептуальная схема формирования системы показателей содержит два компонента, отображающих аспекты оценки и анализа: характерный, учитывающий особенности предметной области – «Процесс», и общий («Направление» и «Масштаб»), свойственный для логики построения систем в целом.



Рис. 2. **Концептуальная схема формирования системы статистических показателей безопасности применения цифровых технологий**

В результате состав показателей системы формируется динамически при сохранении общей структуры, основанной на логике взаимосвязи аспектов (пример практической реализации схемы представлен в таблице 5).

Таблица 5

**Примеры индикаторов-представителей системы статистических показателей безопасности применения цифровых технологий**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Направление | Показатели по этапам процесса | Масштаб |
|  | ***Субъект*** |  |
| Технологич. | Число инцидентов, характеризующих внутренние и внешние по отношению к деятельности организации источники киберугроз | Микро |
| Экономич. | Число сотрудников по информационной безопасности в штате организации | Микро |
| Социологич. | Доля домохозяйств, пострадавших от злонамеренных действий неизвестных лиц через социальные сети и онлайн-сервисы | Макро |
|  | ***Мотив*** |  |
| Технологич. | Доля инцидентов, связанных с кибермошенничеством | Микро |
| Технологич. | Число инцидентов, связанных с кибертерроризмом | Макро |
| Экономич. | Доля организаций, столкнувшихся с вымогательством посредством использования цифровых технологий | Мезо  Макро |
| Социологич. | Доля лиц в домохозяйстве, сталкивавшихся с угрозами разглашения личной информации с целью вымогательства | Микро |
|  | ***Объект*** |  |
| Технологич. | Число инцидентов, связанных с попытками проникновения внутрь периметра информационной системы организации | Микро |
| Технологич. | Доля инцидентов в центрах хранения данных, связанных с кибербезопасностью | Макро |
| Экономич. | Структура внутренних информационных ресурсов организации | Микро |
| Экономич. | Доля организаций, имеющих полнофункциональный сайт с административной частью | Мезо  Макро |
| Социологич. | Число учетных записей в социальных сетях в среднем на одного члена домохозяйства | Микро |
|  | ***Метод*** |  |
| Технологич. | Число инцидентов, связанных с отказом в обслуживании запросов клиентов сайта организации в связи с кибератаками | Микро |
| Технологич. | Число зарегистрированных вредоносных программ по видам | Макро |
| Экономич. | Доля организаций, подвергшихся кибератакам по видам | Макро |
| Социологич. | Доля домохозяйств, столкнувшихся с кибермошенничеством с использованием методов социальной инженерии | Макро |
|  | ***Последствия*** |  |
| Технологич. | Объем утраченных данных организации вследствие кибератаки | Микро |
| Экономич. | Величина ущерба по причине кибератаки на сайт организации | Микро |
| Экономич. | Величина финансовых потерь в результате кибератак | Макро |
| Социологич. | Периодичность потери контроля над учетными записями | Микро |
| Социологич. | Доля домохозяйств, отказавшихся от использования цифровых услуг правительства и бизнеса в целях защиты информации | Мезо  Макро |

Примечательным моментом перечня является ряд показателей, весьма репрезентативно представляющих технологический уровень предметной области и оперирующих термином «инцидент». Под инцидентом информационной безопасности (ИБ), согласно ГОСТ Р ИСО/МЭК 27000-2012, понимается одно или несколько нежелательных или неожиданных событий ИБ, которые со значительной степенью вероятности приводят к компрометации операций бизнеса и создают угрозы для ИБ. Инциденты имеют широкую классификацию, но, прежде всего, следует выделять две их основные группы: преднамеренные, включающие в себя весь набор способов и методов создания угроз ИБ (фишинг, брутфорс, программы-вымогатели, черви, трояны и т.п.), и случайные, вызванные ошибками пользователей, нелицензированным программным обеспечением и пр.

В этой связи оценку и анализ безопасности применения цифровых технологий весьма удобно представлять как последовательность этапов некоторого процесса отслеживания такого инцидента (субъект-мотив-объект-методы-последствия). Например, от его инициатора (злоумышленника) через мотив (хулиганство, мошенничество, терроризм) к объекту (информационный ресурс гражданина, корпорации, правительства) посредством всего спектра доступных методов и до результата в виде финансовых и репутационных потерь. При этом возможен и позитивный вариант такого процесса: например, субъект (инженер службы ИБ) – мотив (защита информационного ресурса) – объект (информационные системы и сети) – метод (алгоритм действий со стороны службы ИБ) – последствия (угроза конфиденциальности, целостности и доступности ресурса предотвращена).

Вполне ясно, что исчисление некоторых показателей такой системы, относящихся к мезо- (регион страны, вид экономической деятельности) и макро- (страна) уровням, требует проведения специальных выборочных обследований, что на практике трудно реализуемо в связи с массой ожидаемых проблем в решении программно-методологических и организационных вопросов.

**Анализ данных опроса о готовности компаний к киберугрозам**

В процессе поиска новых примеров систем показателей, пусть даже опосредованно относящихся к статистической методологии безопасности применения цифровых технологий, был проинспектирован целый ряд общедоступных информационных ресурсов, в частности, веб-платформа Kaggle – созданная в 2010 году и действующая под характерным лозунгом «Home of Data Science» система организации конкурсов по исследованию данных. Обнаруженный здесь набор данных, полученных по результатам исследования [15] «Готовность российских компаний к киберугрозам. Cyber risks readiness. Russia 2018-2020», по своей сути представляет не что иное, как результаты тематического конъюнктурного обследования. Данные, представленные в панельном виде, включают 1146 наблюдений за 3 года с 2018 по 2020 гг. для 382 российских компаний различных видов деятельности (информационные технологии и телекоммуникации, финансы, строительство, производство, энергетика, медицина и др.). Этот массив характеризуется как финансовыми показателями (среди которых, например, показатель собственного капитала (ROE), известный по модели Дюпон (DuPont model)), так и результатами экспертных оценок готовности компаний к киберугрозам.

В рамках изучения системы показателей набора данных был проведен анализ взаимосвязи индикаторов финансово-экономического состояния компаний и уровня их «готовности к киберугрозам». Из исходного пула индикаторов был отобран ряд показателей – их характеристики представлены в таблице 6. Типы этих величин определялись на основе следующей принятой (как статистиками, так и специалистами в области анализа данных) классификации: числовые (непрерывные и дискретные) и категориальные (номинальные, т.е. неупорядоченные и, собственно, порядковые или ординальные). Наряду с этим, в соответствии с логикой анализа, отобранные показатели в зависимости от своей роли были поделены на факторные и результативные.

Таблица 6

**Набор показателей результатов исследования готовности российских компаний к киберугрозам**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Метка | Роль | Тип | Определение |
| ROE | результат | непрерывный | *Показатель рентабельности собственного капитала компании* |
| ROA | результат | непрерывный | *Показатель рентабельности активов компании* |
| IND | фактор | номинальный | *Показатель принадлежности компании к определенному виду экономической деятельности.* Принимает значения от 1 (‘IT и Телеком компании’) до 7 (‘Другие’) |
| INFR | фактор | ординальный | *Показатель уровня готовности организации к киберугрозам с точки зрения инфраструктуры*.  Принимает полученные на основе экспертных оценок значения от 1 (‘низкий’) до 5 (‘высокий’) |
| PEOPLE | фактор | ординальный | *Показатель уровня готовности организации к киберугрозам с точки зрения менеджмента организации и уровня подготовленности сотрудников*.  Методика и диапазон оценок те же |
| PARTNERS | фактор | ординальный | *Показатель уровня готовности организации к киберугрозам с точки зрения взаимодействия организации с партнерами и поставщиками*. Методика и диапазон оценок те же |

Анализ значений матрицы коэффициентов парной корреляции (таблица 7) показал наличие тесных связей между некоторыми показателями, в итоге из их числа были исключены две величины – Показатель собственного капитала (ROA) и Показатель готовности персонала к киберугрозам (PEOPLE).

Таблица 7

**Коэффициенты парной корреляции набора показателей**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Метки | ROE | ROA | INFR | PEOPLE | PARTNERS |
| ROE | 1,000 | 0,008 | 0,117 | 0,0783 | 0,001 |
| ROA | 0,008 | 1,000 | 0,521 | 0,357 | 0,256 |
| INFR | 0,117 | 0,521 | 1,000 | 0,706 | 0,295 |
| PEOPLE | 0,078 | 0,357 | 0,706 | 1,000 | 0,229 |
| PARTNERS | 0,001 | 0,256 | 0,295 | 0,229 | 1,000 |

Моделирование обозначенной зависимости путем последовательного включения в уравнение множественной регрессии оставшихся факторов (8 показателей) привело к следующим результатам. Доля общей дисперсии определена на треть (значение скорректированного коэффициента детерминации составило 0,323). По величине коэффициентов при вошедших в модель регрессорах оказалось, что наибольшее влияние на эффективность экономической деятельности компаний оказывает «инфраструктурный» фактор (INFR: 11,497), далее следует сотрудничество с деловыми партнерами (PARTNERS: 1,316). Оба эти показателя, учитывая их ординальный характер, были введены в модель как дискретные числовые переменные. Исходный фактор (IND) в процессе моделирования был преобразован в шесть фиктивных переменных (седьмая, отражающая отраслевое значение «Другие», была исключена во избежание проявления мультиколлинеарности). Единственным из вошедших в уравнение регрессии «отраслевых» факторов стал индикатор принадлежности компании к сфере медицины (Medicine: -1,271). Показатель F-статистики, характеризующий качество модели, составил 140,8. Все коэффициенты при регрессорах значимы при 1%-ом уровне. В целом, можно утверждать, что, учитывая все же опосредованное влияние безопасности применения цифровых технологий на экономическую деятельность, модель выполнила свою функцию – четко показала вклад технологий в эффективность процесса экономического производства в размере 32,3 процента.

Однако настоящий набор данных предоставляет возможность расширить границы анализа, проводимого традиционными статистическими методами, в направлении алгоритмов машинного обучения, что вполне приемлемо: «В контексте предсказательного моделирования какова разница между машинным обучением и статистикой? Четкой разграничительной линии, которая разделяет эти две дисциплины, нет. Машинное обучение тяготеет к большему вниманию к разработке эффективных алгоритмов, которые масштабируются до больших данных в целях оптимизации предсказательной модели. Статистика обычно больше сосредоточена на теории вероятностей и опорной структуре модели» [16, с. 252]. В этой связи было решено осуществить построение и обучение модели классификации набора данных, где целевой переменной (выходом, output) является принадлежность компании к определенному классу, объединившему ряд видов деятельности, а факторами (предикторами, features) – полученные экспертным путем оценки степени готовности компании к киберугрозам. Для формирования таких классов, прежде всего, из совокупности в силу понятных причин были исключены компании информационно-технологической и телекоммуникационной сферы, после чего оставшиеся компании были распределены на два класса: «сервисные» (финансовые и медицинские) и «производственные» (промышленность, строительство, энергетика).

Классифицирование проводилось несколькими широко известными методами: от самого простого в вычислительном отношении «K ближайших соседей» (K Nearest Neighbors) и до основанных на алгоритме «Дерево решений» (собственно, сам Decision Tree, а также Random Forest и один из вариантов семейства методов Boosting). В качестве оценки использовалась метрика ROC AUC (aria under the curve), т. е. площадь под кривой, характеризующей скорость обучения модели, основанной на том или ином алгоритме классификации: чем больше площадь, чем выше качество обученной модели (результаты представлены на рис. 3).

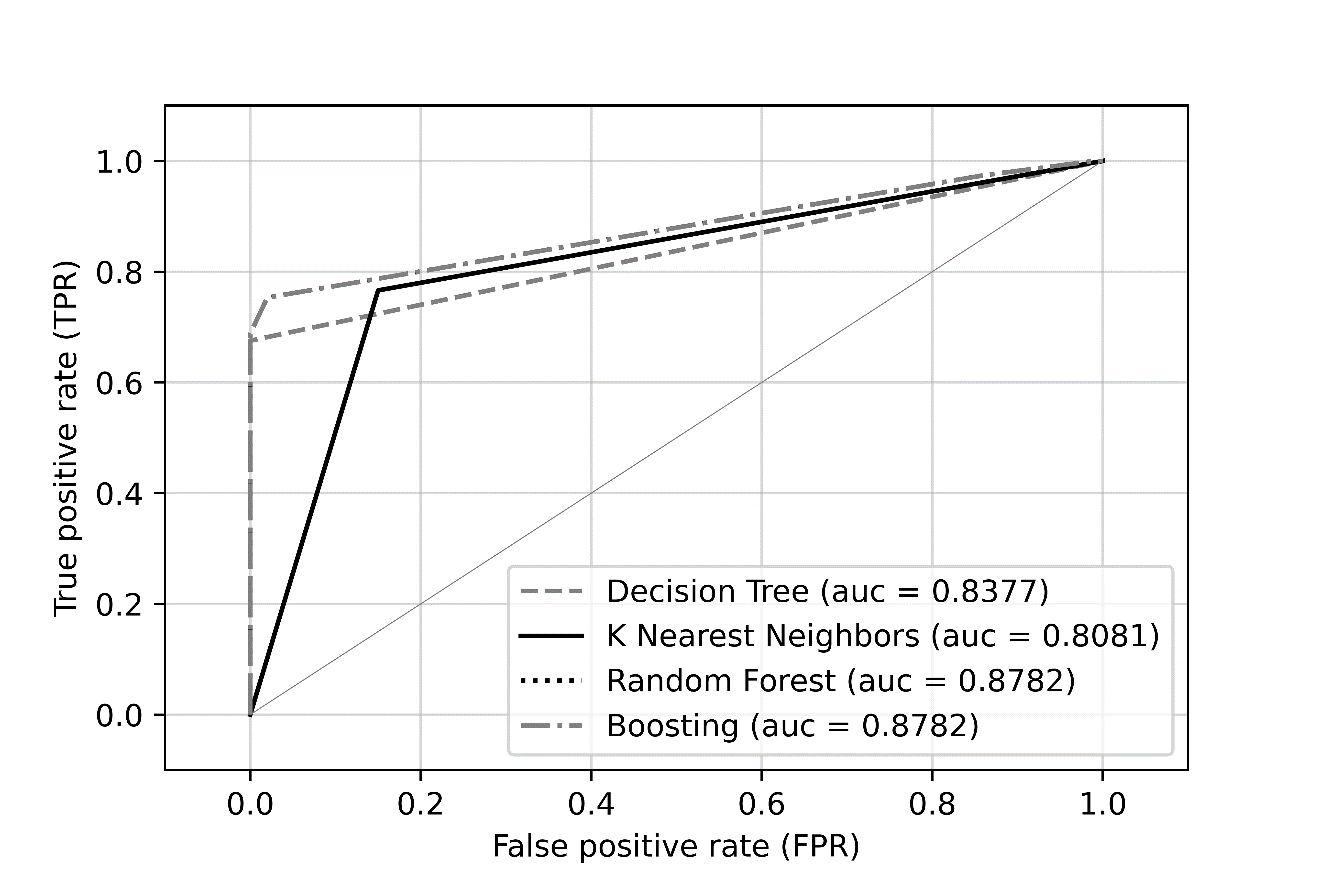


Рис. 3. **Графики ROC выбранного пула классификаторов**

Очевидно, что все три варианта применения деревьев решений начинают процесс классификации одинаково эффективно (их графики буквально сливаются в одну линию), но далее те из них, что используют не одно «дерево», а множество (Random Forest и Boosting), показывают лучший результат. Таким образом, с помощью методов машинного обучения удалось обобщить особенности отраслевой дифференциации компаний по степени их готовности к киберугрозам, что, в целом, подтверждает ценность сформированной авторами исследования системы показателей.

**Основные выводы**

Безопасность применения цифровых технологий, в силу их важности для жизни современного общества и функционирования экономики, является актуальной предметной областью для статистических исследований. Современные методологические разработки международных организаций способствуют решению задач по количественному измерению процессов безопасности применения цифровых технологий, но лишь фрагментарно.

Комплексный охват предмета исследования требует формирования профильной системы статистических показателей, для чего целесообразно использовать представление об исследуемом процессе как звеньях логической цепи: субъект – мотив – объект – метод – последствия. Подобный подход позволяет структурировать анализ процессов сферы безопасности применения цифровых технологий, проецировать их развитие по направлениям (социальное, экономическое, технологическое) и по масштабу (микро-, мезо-, макроуровни).

Проведенный анализ результатов тематического опроса компаний показал, что экономическая эффективность организаций-респондентов на треть зависела от их уверенности в способности противостоять киберугрозам. Выявлена отраслевая дифференциация уверенности респондентов в этом вопросе.

Практическая ценность предложенного в работе подхода к формированию системы статистических показателей заключается в том, что он может быть полезен при анализе и администрировании процессов нарушения безопасности применения цифровых технологий в масштабе предприятий различных видов экономической деятельности, регионов и страны в целом.

Материалы статьи, в т. ч. данные и программные скрипты, размещены в репозитории автора по адресу: https://github.com/karyshev63rus/it\_security.

**Литература**

1. **Хочуева Ф.А., Шугунов Т.Л., Жуков А.З., Ингушев Ч.Х.** Информационная безопасность сквозь призму цифровой экономики // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 11 (часть 1) С. 65–71.
2. **Schatz D., Bashroush R.** Economic valuation for information security investment: a systematic literature review // Inf Syst Front. 2017. 19. P. 1205–1228. doi: https://doi.org/10.1007/s10796-016-9648-8.
3. **Yerina A. M., Honchar I. A., Zaiets S. V.** Statistical indicators of cybersecurity Development in the context of Digital transformation of economy and Society // Sci. in nov. 2021. V. 17, no. 3. P. 3—13. doi: https:// doi.org/10.15407/scine17.03.003.
4. **Листопад М. Е., Коротченко С.Е.** Совершенствование методики оценки системы информационной безопасности в России // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2017. № 6(13). С. 1162–1175. doi: https://doi.org/10.24891/ni.13.6.1162.
5. **Прокопьев А.В., Прокопьева Т.А.** Теоретические аспекты разработки критериев эффективности национальной политики Российской Федерации в сфере информационной безопасности // Теория и практика общественного развития. 2021. № 12(166). С. 110-120. doi: https://doi.org/10.24158/tipor.2021.12.14.
6. **Bernik I., Prislan K.** (2016) Measuring Information Security Performance with 10 by 10 Model for Holistic State Evaluation // PLoS ONE. 11(9): e0163050. doi: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163050.
7. OECD Policy Framework on Digital Security: Cybersecurity for Prosperity. P.: OECD Publishing, 2022. 38 p. doi: https://doi.org/10.1787/a69df866-en.
8. OECD Measuring digital security risk management practices in business. P.: OECD Publishing, 2019. 63 p. doi: https://doi.org/10.1787/7b93c1f1-en.
9. ITU Publications. Global Cybersecurity Index 2015. URL: https://www.itu.int/pub/D-STR-SECU-2015.
10. ITU Publications. Global Cybersecurity Index 2020. URL: https://www.itu.int/epublications/publication/D-STR-GCI.01-2021-HTM-E.
11. Eurostat Statistics Explained. IT security in enterprises. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=ICT\_security\_in\_enterprises.
12. **Зарова Е. В., Проскурина Н. В.** Теоретические основы региональной статистики. Самара: Изд-во СГЭА, 2004. 62 с.
13. **Суслов И. П.** Теория статистических показателей. М.: Статистика, 1975. 264 c.
14. **Алетдинова А. А.** Формирование системы статистических показателей инновационного потенциала организации // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. №6(2), 2011 C. 78-81.
15. Готовность российских компаний к киберугрозам. URL: https://www.kaggle.com/datasets/stanislavkurovskiy/cybersecurity-russia2018-2020.
16. **Брюс П., Брюс Э., Гедек П.** Практическая статистика для специалистов Data Science. СПб.: БВХ-Петербург, 2021. 352 с.

**Информация об авторе**

Карышев Михаил Юрьевич – д-р экон. наук, доцент, профессор кафедры «Экономика и логистика на транспорте», Институт управления и экономики, Самарский государственный университет путей сообщения. 443066, г. Самара, ул. Свободы, д. 2 В. E-mail: m.karishev@samgups.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8648-7742.

**References**

1. **Khochueva F.A., Shugunov T.L., Zhukov A.Z., Ingushev Ch.Kh.** Information security through the prism of the digital economy // Modern high technologies. 2018. 11 (part 1) P. 65–71.
2. **Schatz D., Bashroush R.** Economic valuation for information security investment: a systematic literature review // Inf Syst Front. 2017. 19. P. 1205–1228. doi: https://doi.org/10.1007/s10796-016-9648-8.
3. **Yerina A. M., Honchar I. A., Zaiets S. V.** Statistical indicators of cybersecurity Development in the context of Digital transformation of economy and Society // Sci. in nov. 2021. V. 17, no. 3. P. 3—13. doi: https:// doi.org/10.15407/scine17.03.003.
4. **Listopad M. E., Korotchenko S. E.** Improving the method for evaluation of the information security system in Russia // National interests: priorities and security. 2017. 6(13). P. 1162–1175. doi: https://doi.org/10.24891/ni.13.6.1162.
5. **Prokopev A.V., Prokopeva T.A.** Theoretical aspects of the developing criteria for the effectiveness of the Russian national policy in the matter of information security // Theory and practice of social development. 2021. 12(166). P. 110-120. doi: https://doi.org/10.24158/tipor.2021.12.14.
6. **Bernik I., Prislan K.** (2016) Measuring Information Security Performance with 10 by 10 Model for Holistic State Evaluation // PLoS ONE. 11(9): e0163050. doi: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163050.
7. OECD Policy Framework on Digital Security: Cybersecurity for Prosperity. P.: OECD Publishing, 2022. 38 p. doi: https://doi.org/10.1787/a69df866-en.
8. OECD Measuring digital security risk management practices in business. P.: OECD Publishing, 2019. 63 p. doi: https://doi.org/10.1787/7b93c1f1-en.
9. ITU Publications. Global Cybersecurity Index 2015. URL: https://www.itu.int/pub/D-STR-SECU-2015.
10. ITU Publications. Global Cybersecurity Index 2020. URL: https://www.itu.int/epublications/publication/D-STR-GCI.01-2021-HTM-E.
11. Eurostat Statistics Explained. IT security in enterprises. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=ICT\_security\_in\_enterprises.
12. **Zarova E. V., Proskurina N. V.** Theoretical foundations of regional statistics. Samara: SGEA, 2004. 62 p.
13. **Suslov I. P.** Theory of statistical indicators. M.: Statistics, 1975. 264 p.
14. **Aletdinova A. A.** Formation of a system of statistical indicators of the organization's innovative potential // Economics, Statistics and Informatics. Vestnik UMO. №6(2), 2011 P. 78-81.
15. **Readiness of Russian companies for cyber threats**. URL: https://www.kaggle.com/datasets/stanislavkurovskiy/cybersecurity-russia2018-2020.
16. **Bruce P., Bruce E., Gedek P.** Practical Statistics for Data Science Specialists. St. Petersburg: BVH-Petersburg, 2021. 352 p.

**About the author**

Mikhail Yu. Karyshev – Dr. Sci. (Econ.), Associate Professor, Professor of the Department “Economics and Logistics in Transport”, Institute of Management and Economics, Samara State Transport University. 2 V Svoboda Str., Samara, 443066, Russia. E-mail: m.karishev@samgups.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8648-7742.