

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ*

Ольга Павловна СМЕРНОВА

кандидат экономических наук, научный сотрудник Института экономики Уральского отделения РАН, доцент кафедры региональной экономики, инновационного предпринимательства и безопасности,
Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (УрФУ),
Екатеринбург, Российская Федерация
olysmirnova95@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-6965-8028>
SPIN-код: 6704-3030

История статьи:

Рег. № 486/2019
Получена 16.07.2019
Получена
в доработанном виде
16.09.2019
Одобрена 09.10.2019
Доступна онлайн
28.02.2023

УДК 346.24(574)
JEL: C10, C12, C65

Ключевые слова:

промышленный
комплекс,
Индустрия 4.0,
экономическая
безопасность,
цифровизация
промышленности

Аннотация

Предмет. Достижение стабильного уровня экономической безопасности промышленного комплекса в условиях динамических трансформаций.

Цели. Анализ этапов цифровизации промышленного комплекса, разработка ее трехуровневой модели, оценка взаимодействия ее элементов, а также определение степени влияния цифровых технологий на экономическую безопасность промышленного комплекса РФ.

Методология. Использованы методы научного абстрагирования, формальная и диалектическая логика, дедукция и индукция, анализ и синтез, эмпирический анализ данных, компаративные и структурные методы анализа, экономико-статистический анализ данных, логический и системный подходы, методы сравнения.

Результаты. Проведен анализ факторов, оказавших негативное влияние на функционирование промышленного комплекса России. Выявлены последствия кризиса в промышленности, охарактеризованы современные тренды развития промышленного сектора России с учетом глобализации, социализации и глубокого проникновения цифровых технологий в материальный сектор экономики.

Выводы. Необходима оценка количественных ориентиров, позволяющих определить состояние промышленного комплекса с позиции стратегии безопасности. Появление цифровой промышленной технологии будет способствовать промышленному росту и изменению профиля рабочей силы, что повлияет на конкурентоспособность субъектов и повысит уровень экономической безопасности промышленного комплекса.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2019

Для цитирования: Смирнова О.П. Экономическая безопасность промышленного комплекса в условиях цифровой трансформации // *Финансы и кредит*. — 2023. — Т. 29, № 2. — С. 461 — 480. <https://doi.org/10.24891/fc.29.2.461>

* Статья подготовлена по материалам журнала «Региональная экономика: теория и практика». 2019. Т. 17. № 10. С. 2314—2327.

Статья подготовлена при финансовой поддержке РФФИ (проект №18-010-01156 «Моделирование технологической трансформации промышленного комплекса России в условиях цифровизации экономики»).

Введение

Актуальность исследования обусловлена тем, что промышленная политика, экологическое право, а также торговые инициативы должны быть «открыты» путем расширения практики разработки многоцелевой политики. Устойчивое развитие требует стимулирования революционных технологических и институциональных инноваций посредством регулирования окружающей среды, безопасности, экономики, рынка труда и торговли. Формулирование стратегических интересов играет существенную роль, но этого недостаточно для обеспечения экономической безопасности промышленного комплекса. Необходима оценка количественных ориентиров, позволяющих оценить состояние промышленного комплекса с позиции стратегии безопасности.

В условиях цифровой трансформации экономики стабильное промышленное развитие общества невозможно без интеллектуальных, научно-технологических и технических инноваций. Разработка и внедрение новых идей, коммерциализация и реализация их в виде технологий, используемых в реальном секторе экономики, становится основным фактором роста объемов производства, повышения занятости, увеличения реальных инвестиций в экономику и качества выпускаемой продукции. В 1990-е гг. экономические изменения были связаны в основном с появлением сети Интернет, и это остается основой для роста цифровой экономики. Но в 2000-е и 2010-е гг. стали распространяться новые информационно-коммуникационные технологии (ИКТ), что нашло отражение в экономике. Следует назвать такие факторы, как внедрение подключенных датчиков во все большее число объектов (Интернет вещей, Индустрия 4.0); применение новых устройств конечными пользователями (мобильные телефоны, смартфоны, планшеты, нетбуки, ноутбуки, 3D-принтеры); новые цифровые модели (облачные вычисления, цифровые платформы, цифровые услуги); рост интенсивности использования данных за счет распространения больших объемов информации и алгоритмического принятия решений; использование новых технологий автоматизации и робототехники¹. Ожидаемые выгоды представлены на *рис. 1*.

Новые разработки в области технологий вызвали промышленную революцию, которая может радикально изменить производство или продукт и, что более важно, условия промышленного труда и производства в целом. Последствия Индустрии 4.0 и вытекающей из нее цифровой трансформации экономики настолько разнообразны, что для обсуждения потенциальных угроз, выгод и решений важен акцент на промышленном производстве и его цепочке создания стоимости.

¹ Smart Manufacturing Leadership Coalition. The Infusion of Intelligence that Transforms the Way Industries Conceptualize, Design, and Operate the Manufacturing Enterprise.

URL: <https://smartmanufacturingcoalition.org/economicbenefit>; Manyika J., Chui M., Bisson P. et al. Internet of Things: Mapping the Value Beyond the Hype. URL: <https://docplayer.net/2599641-The-internet-of-things-mapping-the-value-beyond-the-hype.html>

Изменения в промышленном производстве, новые технологии и их влияние на экономическую безопасность промышленного комплекса не являются чем-то новым. Что отличает четвертую промышленную революцию, так это скорость, с которой она может оказать значительное и длительное воздействие на экономику, диспропорции между отраслями промышленного производства, рабочую силу, стоимость производимой продукции. Потенциально, когда процесс производства станет автоматизированным благодаря таким технологиям, как искусственный интеллект, произойдет ускорение изменений.

Процесс цифровизации концентрирует власть и богатство на платформах цифрового рынка, тем самым лишая все другие компании, участвующие в цепочке создания стоимости, возможности инвестировать, внедрять инновации и обеспечивать хорошую заработную плату и условия труда; это бросает вызов основам постоянных трудовых отношений, основанных на коллективных договорах, так как все функции этих отношений (включая контроль над задачей) могут быть выполнены индивидуально, автоматически и удаленно. Следовательно, рабочие включены во всемирную конкуренцию по цене. Неустойчивая работа с индивидуализированными условиями (фрилансеры, фиктивная самозанятость) открывает беспрецедентные возможности для асимметричного вертикального и одностороннего контроля над работниками, а также для симметричного, горизонтального, многостороннего и демократического сотрудничества между ними.

Краткосрочные, среднесрочные и долгосрочные последствия цифровизации обрабатывающей промышленности «Индустрия 4.0» не совсем ясны, но, безусловно, будут сильно варьироваться в зависимости от различных отраслей промышленности и степени возможности применения современных технологий. Помимо производства, важно учитывать влияние этих технологических изменений на другие участки работы.

Оценка экономической безопасности позволит предприятиям промышленного комплекса минимизировать угрозы финансовой нестабильности и повысить безопасность своего существования. Все сказанное, несомненно, является важным параметром в новой парадигме экономической безопасности.

Цифровая трансформация промышленного комплекса прежде всего связана с внедрением цифровых технологий в промышленном производстве. Она не только выгодна для компаний с экономической точки зрения, но и может иметь явные преимущества с точки зрения экономической безопасности. «Оцифрованное» производство позволяет компаниям эффективно использовать сырье, а также с помощью RFID-чипов сохранять информацию относительно того, какие материалы используются при формировании продукта и в каких пропорциях. Это является основой так называемой «циркулярной экономики», одним из ключевых

преимуществ с точки зрения экономической безопасности промышленного комплекса.

Концепция «Индустрия 4.0» представляет наибольший интерес и внимание экономистов. Индустрия 4.0 предполагает использование сетевого подхода, основанного на возможности создания интеллектуальных продуктов и компонентов [1–4]. По мнению исследователей, Индустрия 4.0 позволяет создавать новые области внедрения за счет потенциала таких технологий, как мощные, гибкие и доступные приложения киберфизических систем, а также на основе применения принципов бережливого производства в разных отраслях.

Авторы исследования [5] предположили, что решающий фактор влияния в конкуренции связан с Интернетом вещей (IoT). Это означает, что топ-менеджеры и члены компании должны действовать на системном уровне, чтобы иметь возможность решать проблемы, связанные с технологическим сбоем.

Применение технологий Индустрии 4.0 доказало свою эффективность с точки зрения увеличения конкурентных преимуществ европейских фирм не только в производственных секторах, но и в сфере услуг, таких как розничная торговля, здравоохранение, путешествия и финансовые услуги [6].

Следует отметить, что в зарубежной теории исследования сути цифровой экономики² и цифровизации восходят к концепциям, изложенным в трудах Д. Белла [7] и Э. Тоффлера [8] в 1960-е гг. В работах [9, 10] впервые использован термин «цифровая экономика».

Российские ученые А.П. Добрынин, К.Ю. Черных, В.П. Куприяновский [3], А.В. Бабкин, Д.Д. Буркальцева [10, 11] формируют основы построения цифровой экономики, дефинируют сущность, особенности и проблемы ее развития в России.

В настоящее время существует множество определений цифровой трансформации. Цифровая трансформация выступает как преобразование информации «с физических носителей на цифровые» и является направлением научно-технического прогресса, использующим саморегулирующиеся технические средства и математические методы с целью освобождения человека от участия в процессах получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов, продукции или информации.

Бостонская консалтинговая группа отмечает, что цифровая трансформация — это использование онлайн-возможностей и инновационных цифровых технологий всеми участниками экономической системы — от физических лиц до крупных компаний и государств. Социальные инновации и преобразования также

² Pfohl H.-C., Yahsi B., Kurnaz T. The Impact of Industry 4.0 on the Supply Chain. Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics (HICL) – 20, 2015. URL: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4906.2484>

необходимы, но сами по себе они недостаточны для обеспечения технической, финансовой и экономической безопасности.

Цифровая и интеллектуальная цепочка создания стоимости предлагает практически безграничные возможности. Решения, принятые в рамках Индустрии 4.0, улучшают эффективность деятельности, качество продукции, управления запасами, использования имущества, оптимизируют время выхода на рынок, обеспечивают безопасность рабочего места, экологическую устойчивость. В *табл. 1* представлены основные направления деятельности и технологии, которые охватывает четвертая промышленная революция.

Индустрия 4.0 изменит всю производственную систему от архитектуры и организационной структуры до продукции, услуг и бизнес-моделей. Разработка и внедрение этих решений будут частью долгосрочной тенденции. Компании, которые не смогут освоить эти новые технологии и инвестировать в пилотные проекты, потеряют свои конкурентные преимущества, снизят уровень экономической безопасности и упустят возможность возглавить преобразования, которые в настоящее время происходят, в частности, в добывающей и обрабатывающей промышленности.

Современный этап развития экономической науки требует переосмысления основных понятий цифровой трансформации через призму научно-технических изменений, как общих, так и конкретных, связанных с изменениями в поведении клиентов, конкуренции, инновациях и ценностях [12].

Исследователь В.В. Акбердина предлагает рассматривать пять этапов трансформации промышленного комплекса, представляя их в виде пирамиды. Первая ступень — информационно-коммуникационная цифровизация; вторая — электронный обмен данными с внешними сетевыми партнерами; третья — использование специального программного обеспечения; четвертая — производство информационно-коммуникационных технологий и оборудования; пятая — роботы, датчики [13].

В этом случае трансформация есть только результат предшествующих преобразований, момент преображения, а не процесс преобразования системы. Автором настоящего исследования предлагается трехуровневая модель «цифровизации» промышленного комплекса, представленная на *рис. 2*.

К числу показателей, характеризующих цифровизацию промышленного комплекса, относятся доли предприятий, использующих персональные компьютеры, серверы, локальные вычислительные сети, электронную почту, глобальные информационные сети, веб-сайты в сети Интернет, «облачные» сервисы, выделенные технические средства для мобильного доступа к Интернету, как в целом по промышленности, так и по отдельным отраслям [12].

Для изучения влияния цифровизации на уровень экономической безопасности промышленного комплекса построим уравнение линейной регрессии и определим коэффициенты детерминации R^2 .

Уравнение парной линейной регрессии имеет вид:

$$\bar{y} = ax + b, \quad (1)$$

где y — среднее значение эффективного показателя;

x — фактор, влияющий на коэффициенты a и b регрессии.

Если $a > 0$, то с увеличением коэффициента x фискальная защищенность увеличивается; если $a < 0$, то с увеличением коэффициента x уменьшается.

Для проверки адекватности уравнения определим коэффициент детерминации по формуле (2):

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (y_i - ax_i - b)^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2}, \quad (2)$$

где y_i — уровень социально-экономической безопасности в i году, x_i — факторная оценка в i году;

y — средний уровень социально-экономической безопасности за несколько лет. Чем ближе R^2 к 1, тем сильнее связь между x и y .

Для проверки адекватности использовался критерий Фишера. Его фактическое значение рассчитывается по формуле (3):

$$F = \frac{R^2}{1 - R^2} (n - 2), \quad (3)$$

где R^2 — коэффициент детерминации;

n — количество исходных данных.

Если результат превышает критическое значение по абсолютной величине, то уравнение адекватно.

Промышленный комплекс — системообразующая отрасль российской экономики. В настоящее время около 25% валового внутреннего продукта (ВВП) Российской Федерации создается в промышленности. В *табл. 2* приведена динамика цифровизации промышленного комплекса; отражено использование информационных и коммуникационных технологий в организациях (% от общего числа обследованных организаций соответствующего вида деятельности). Доля

организаций в сфере строительства, использующих персональные компьютеры, в 2017 г. составила 88,9%, а в обрабатывающей промышленности — 95,5%.

В нашей стране цифровая революция координируется национальной программой «Цифровая экономика Российской Федерации»³, которая направлена на создание «экосистемы» цифровой экономики Российской Федерации, формирование инфраструктурных условий для развития высокотехнологичного бизнеса и повышения конкурентоспособности.

По данным западных компаний, рентабельность цифровизации остается низкой, сохраняются высокие риски потери информационной безопасности⁴. Наряду с субъективным отношением к цифровизации существуют объективные факторы, ограничивающие ее продвижение в промышленности Российской Федерации.

Исследования показывают, что за последние 20 лет интенсивность рабочей силы в отрасли не снизилась, что в конечном итоге влияет на динамику конкурентоспособности большинства предприятий [14].

В отечественном промышленном комплексе на протяжении многих лет строительная база функционально слабо связана с производством. В условиях, когда нет крупного государственного заказа даже на оборонных предприятиях, многие машиностроительные предприятия вынуждены поддерживать технически несовершенное производство — оборудование морально и физически устарело. При инвестировании заготовка традиционно остается объектом второй категории, что приводит к негативным последствиям для оборудования и процесса рециркуляции, к передаче значительных материальных ресурсов на отходы, увеличению затрат [14–16].

Определим трендовую составляющую, описывающую влияние уровня экономической безопасности промышленного комплекса, путем построения парного уравнения линейной регрессии, описывающего рассматриваемый временной ряд основного растущего тренда (рис. 3–6). По оси *x* указаны значения объема отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами (млн руб.); по оси *y* — среднее значение эффективного показателя (использование информационных и коммуникационных технологий в организациях, % от общего числа обследованных организаций соответствующего вида деятельности).

Значение точного критерия Фишера — меньше критического. Принимается альтернативная гипотеза и делается вывод о наличии статистически значимых

³ Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 28.07.2017 № 1632-р).

URL: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf>

⁴ Industry 4.0 Making Your Business More Competitive.

URL: <https://www.cgi.com/sites/default/files/2019-07/industry-4-making-your-business-more-competitive.pdf>

различий частоты исхода в зависимости от воздействия фактора. Необходимо отметить сильную зависимость объемов производства продукции собственного производства от состояния производственной среды и ее IT-инфраструктуры в целом по промышленному комплексу.

В настоящее время, благодаря цифровым технологиям, гораздо легче достичь максимальной производительности во всем цикле добычи от карьера до порта и по всей цепочке поставок. В рамках цифровой трансформации горнодобывающие компании меняют свои стратегии и применяют новые операционные и бизнес-модели намного быстрее, чем когда-либо прежде. Нестабильность рынка (в частности, спроса), поиск месторождений в новых регионах, необходимость более широкого использования активов, ориентация на высокие стандарты в работе, а также повсеместные изменения в правилах добычи вносят огромные изменения в отрасль.

Доля валовой добавленной стоимости обрабатывающей промышленности России составляет всего 1,2% от общемирового значения. Несмотря на разработанные программы по диверсификации обрабатывающих отраслей, принятые меры явно недостаточны для реального прорыва в российской обрабатывающей промышленности. Важным ограничением цифрового проекта в РФ является его ресурсоемкость (цена), что определяет специфические требования к практическим планам его исполнения.

Специалисты отмечают низкую зависимость объемов строительной продукции от степени цифровизации отрасли: по уровню цифровизации строительная промышленность занимает одно из последних мест в мире, уступая только сельскому хозяйству. Решение проблемы цифровизации строительной отрасли может стать важным конкурентным преимуществом, мощным источником роста. Это «окно возможностей» для предприятий малого и среднего бизнеса, инновационных стартапов.

В российской промышленности главным тормозом цифровизации является дисбаланс, доминирует ручная «информатизация» промышленной среды. Причиной этого является отсутствие технологических средств массовой информатизации в производстве, инструментов контроля и автоматизации, восстановления данных о функциональном состоянии производственных систем.

Концепция Индустрии 4.0 является эталонной моделью развития предприятий промышленного комплекса, к которой следует стремиться в ходе преобразований, направленных на внедрение цифрового производства.

Доступность средств ИКТ является лишь предварительным условием перехода к цифровизированному обществу, в то время как уровень и качество использования этих технологий, а также условия, влияющие на расширение возможностей

цифровых технологий, играют более важную роль. Эконометрические данные подтверждают, что использование ИКТ и, главным образом, расширение возможностей в области цифровых технологий оказывают значительное экономическое воздействие на промышленный комплекс России.

В условиях стремительно развивающейся цифровой экономики остро встает вопрос обеспечения экономической безопасности предприятий промышленного комплекса. Масштабные научно-технологические преобразования уже оказывают значительное влияние на сферу финансов и формируют новые угрозы экономической безопасности. Умение результативно управлять рисками, сопряженными с применением современных электронных технологий и воздействующими на систему, является одним из существенных условий эффективного развития как отдельных компаний, так и индустриального комплекса в целом.

Таблица 1
Решения Индустрии 4.0 по бизнес-функциям

Table 1
Industry 4.0 solutions by business function

Бизнес-функции	Содержание		
Планирование	Метод прогноза	Совместная работа	Управление спросом
Развитие	Жизненный цикл продукта	Связанные продукты	Совместная разработка
Маркетинг и продажи	Интеллект клиента	Специальные акции	Цифровой маркетинг
Входящая логистика	Отслеживание происхождения	Интеллектуальные контейнеры	Сериализация
Производство	Оперативная разведка	Предварительное управление производственным процессом	Системы управления производством
Исходящая логистика	Планирование распределения	Управление запасами	Управление складом
Сервисные услуги	Техническое обслуживание, ремонт и капитальный ремонт	Управление активами предприятия	Диагностическое обслуживание

Продолжение

Бизнес-функции	Содержание	
Планирование	Интегрированное предприятие	Оптимизация запаса прочности
Развитие	Удаленный мониторинг	Удаленное обновление программного обеспечения. Совместная разработка 3D-модели продукта. Стимуляция процесса
Маркетинг и продажи	Решения для электронной коммерции	Аналитика торговых точек (POS). Потребительский опыт пользователя. Безопасные платежные системы. Сервитизация
Входящая логистика	Логистика точно в срок (JIT)	Сотрудничество с поставщиками. Управление запасами
Производство	Умные инструменты и машины	Энергетический менеджмент. Диагностическое обслуживание. Управление качеством. Умная упаковка
Исходящая логистика	Управление транспорта	Отслеживание происхождения
Сервисные услуги	Мобильное управление	Дополненная реальность. Мониторинг состояния. Дистанционное обслуживание

Источник: авторская разработка на основе: Industry 4.0 Making Your Business More Competitive.
 URL: <https://www.cgi.com/sites/default/files/2019-07/industry-4-making-your-business-more-competitive.pdf>

Source: Authoring, based on: Industry 4.0 Making Your Business More Competitive.
 URL: <https://www.cgi.com/sites/default/files/2019-07/industry-4-making-your-business-more-competitive.pdf>

Таблица 2**Динамика цифровизации промышленного комплекса в 2010–2017 гг., %****Table 2****Changes in the industrial complex digitalization over 2010–2017, percentage**

Отрасль	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
<i>Персональные компьютеры</i>								
Промышленный комплекс в целом	93,8	94,1	94	94	93,8	92,3	92,4	92,1
Добыча полезных ископаемых	93,9	94,6	93,7	95,6	95	93,1	93,9	90,7
Обрабатывающие производства	97	97,3	97	97,2	97,5	97,1	97	95,5
Строительство	96,6	96	94,7	94,3	94,1	92,9	93	88,9
<i>Серверы</i>								
Промышленный комплекс в целом	18,2	19,7	18,9	19,7	26,6	47,7	50,8	50,6
Добыча полезных ископаемых	31,7	30	31,4	30,4	37,7	69,9	71,9	69,1
Обрабатывающие производства	23,3	25,9	24,3	25,2	33,4	67,4	71,3	74,5
Строительство	18,4	20,7	18,9	19,4	30,5	61,2	61,6	58
<i>Локальные вычислительные сети</i>								
Промышленный комплекс в целом	68,4	71,3	71,7	73,4	67,2	63,5	62,3	61,1
Добыча полезных ископаемых	82,2	85,1	84,7	86,3	81,5	78,3	78,6	73,3
Обрабатывающие производства	81,8	84,2	84,1	85,2	79,8	76,6	75,5	76,2
Строительство	79,6	82,7	80,7	81,6	73,2	68,3	65	59,9
<i>Глобальные информационные сети</i>								
Промышленный комплекс в целом	83,4	85,6	87,5	88,7	89,8	89	89,6	89,7
Добыча полезных ископаемых	91	91,8	91,3	92,9	93,7	91,8	92,7	89
Обрабатывающие производства	93,5	94,3	94,9	95,2	96,1	96	96	94,5
Строительство	92,2	92,5	92,1	92,3	92,2	91,4	91,2	87,1
<i>Организации, открывшие web-сайт</i>								
Промышленный комплекс в целом	28,5	33	37,8	41,3	40,3	42,6	45,9	47,4
Добыча полезных ископаемых	27,9	30	33,2	36,8	34,5	37,2	41	39,7
Обрабатывающие производства	50,8	53,3	56,5	57,9	55,9	57,5	62,3	63,8
Строительство	31,2	34,3	37	38,7	37,1	40,1	41	38,7

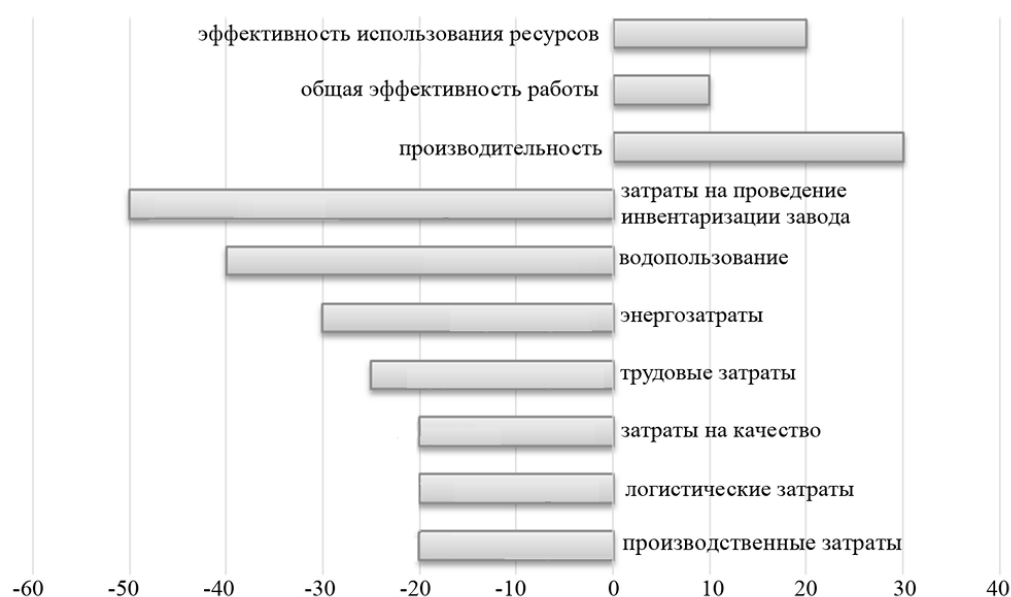
Источник: авторская разработка на основе данных Росстата*Source:* Authoring, based on the Rosstat data

Таблица 3**Вариативность уровня цифровизации промышленного комплекса России****Table 3****The variability of the level of digitalization of the industrial complex of Russia**

Отрасль	Уравнение парной линейной регрессии	Коэффициент детерминации	Критерий Фишера	Критическое значение критерия
Промышленный комплекс в целом	$y=0,0004x+48,38$	0,9739	2,1629	2,0048
Добыча полезных ископаемых	$y=0,0013x+56,358$	0,7043	0,8758	2,7764
Обрабатывающие производства	$y=0,0114x+69,106$	0,3537	0,3697	4,3026
Строительство	$y=0,0033x+51,231$	0,5519	0,6211	3,1824

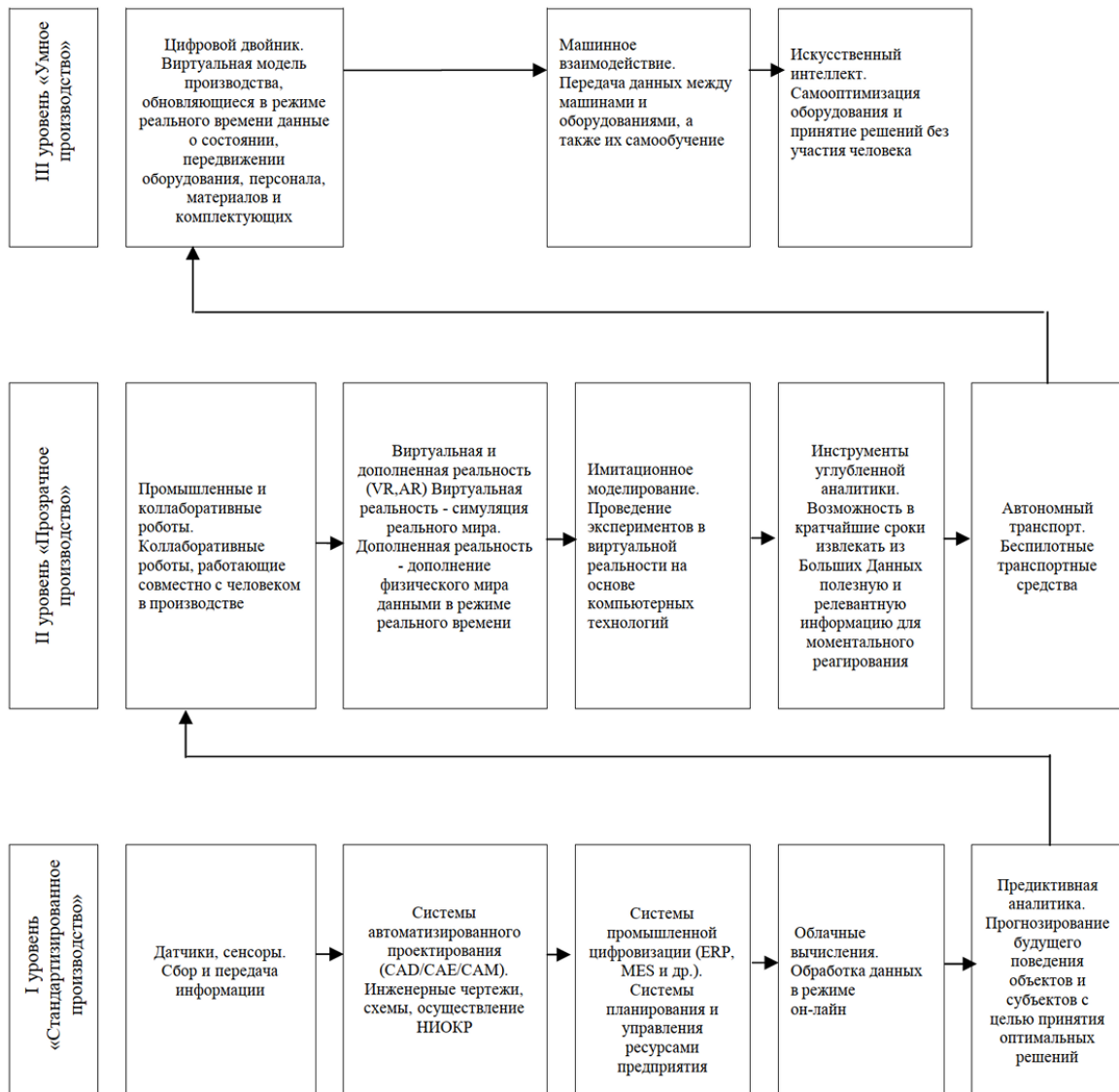
Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 1**Оценка бизнес-преимуществ для Индустрии 4.0. Рост и снижение отдельных показателей, %****Figure 1****Assessing business benefits for Industry 4.0: Growth and decline in individual indicators, percent point**

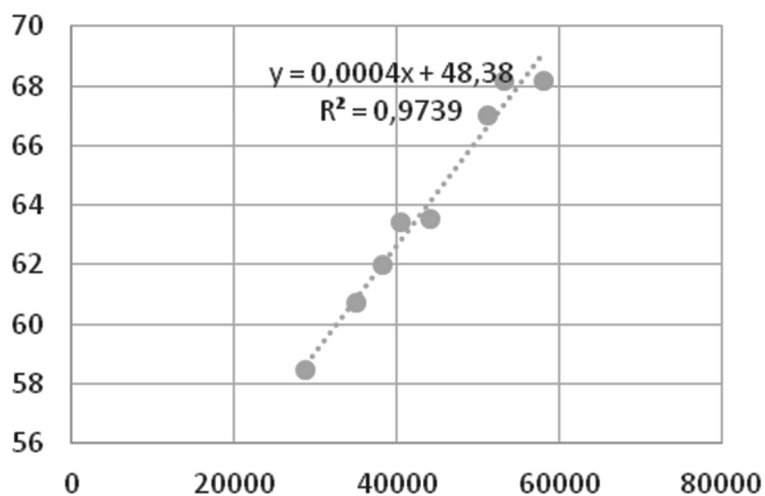
Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 2**Этапы цифровизации промышленного комплекса****Figure 2****Stages of the industrial complex digitalization**

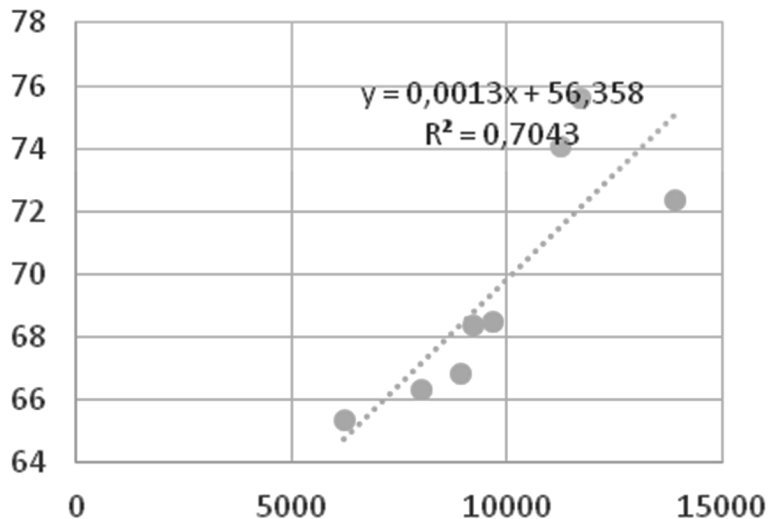
Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 3**Динамика тренда цифровизации. Промышленный комплекс в целом****Figure 3****Changes in the *Industrial Complex* digitalization trend**

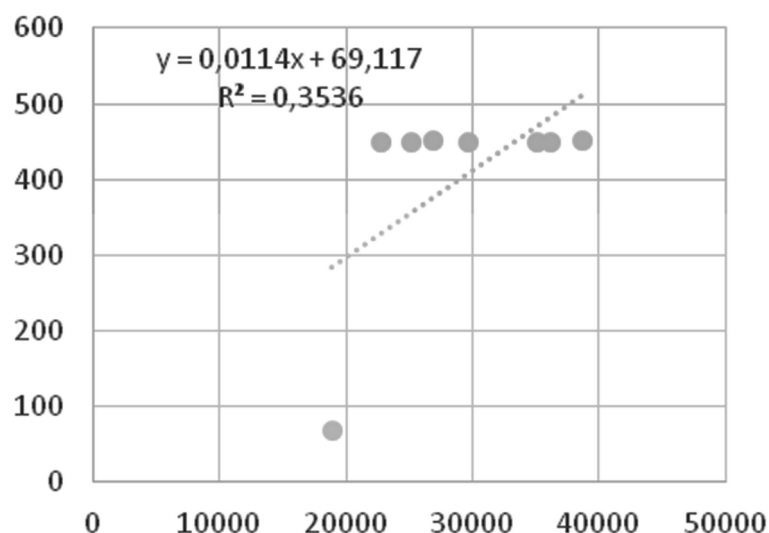
Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 4**Динамика тренда цифровизации. Добыча полезных ископаемых****Figure 4****Changes in the *Mining* digitalization trend**

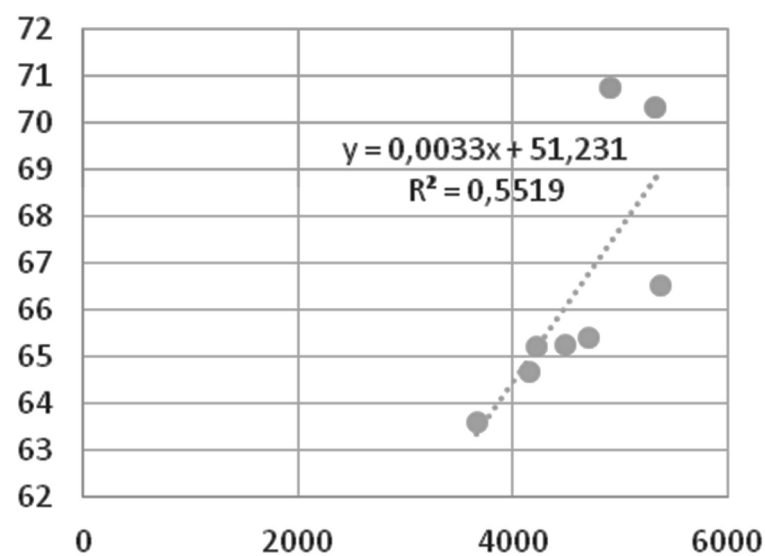
Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 5**Динамика тренда цифровизации. Обрабатывающая промышленность****Figure 5****Changes in the *Manufacturing* digitalization trend**

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 6**Динамика тренда цифровизации. Строительство****Figure 6****Changes in the *Construction* digitalization trend**

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. Татарских Б.Я. Технологические резервы повышения эффективности труда в отечественном машиностроении // *Экономические науки*. 2016. № 4. С. 55—59. URL: https://ecsn.ru/files/pdf/201604/201604_55.pdf
2. Грибанов Ю.И., Репин Н.В. Перспективы IT-аутсорсинга в цифровой экономике // *Российский экономический интернет-журнал*. 2018. № 1. URL: http://www.e-rej.ru/Articles/2018/Gribanov_Repin.pdf
3. Добрынин А.П., Черных К.Ю., Куприяновский В.П. и др. Цифровая экономика — различные пути к эффективному применению технологий (BIM, PLM, CAD, IOT, Smart City, BIG DATA и другие) // *International Journal of Open Information Technologies*. 2016. Т. 4. № 1. С. 4—11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/tsifrovaya-ekonomika-razlichnye-puti-k-effektivnomu-primeneniyu-tehnologiy-bim-plm-cad-iot-smart-city-big-data-i-drugie>
4. Kolberg D., Zühlke D. Lean Automation Enabled by Industry 4.0 Technologies. *IFAC-PapersOnLine*, 2015, vol. 48, iss. 3, pp. 1870–1875. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.359>
5. Bughin J., Chui M. The Internet of Things: Assessing its Potential and Identifying the Enablers Needed to Capture the Opportunity. In: *The Internet of Things in the Modern Business Environment*. New-York, McKinsey Global Institute, 2017, pp. 111–125. URL: <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-2104-4.ch006>
6. Piercy N., Rich N. The Implications of Lean Operations for Sales Strategy: From Sales-Force to Marketing-Force. *Journal of Strategic Marketing*, 2009, vol. 17, iss. 3-4, pp. 237–255. URL: <https://doi.org/10.1080/09652540903064738>
7. Bell D. The Coming of Post-Industrial Society: A Venture in Social Forecasting. New York, Basic Books Publ., 1973, 507 p.
8. Toffler A. The Third Wave. New York, William Morrow and Company, Inc., 1980, 600 p.
9. Tapscott D. Grown Up Digital: How the Net Generation Is Changing Your World. New York, McGraw-Hill Education, 2008, 368 p.
10. Qin J., Liu Y., Grosvenor R. A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond. *Procedia CIRP*, 2016, vol. 52, pp. 173–178. URL: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.08.005>
11. Бабкин А.В., Буркальцева Д.Д., Костень Д.Г., Воробьев Ю.Н. Формирование цифровой экономики в России: сущность, особенности, техническая нормализация, проблемы развития // *Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки*. 2017. Т. 10. Вып. 3. С. 9—25. URL: <https://doi.org/10.18721/JE.10301>
12. Алетдинова А.А., Амбарцумян А.Э., Бабкин А.В. и др. Методология развития экономики, промышленности и сферы услуг в условиях цифровизации:

монография. СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2018. 756 с.

13. Акбердина В.В. Трансформация промышленного комплекса России в условиях цифровизации экономики // Известия Уральского государственного экономического университета. 2018. Т. 19. № 3. С. 82 — 99. URL: <https://doi.org/10.29141/2073-1019-2018-19-3-8>
14. Куприяновский В.П., Синягов С.А., Лунатов С.И. и др. Цифровая экономика — «Умный способ работать» // International Journal of Open Information Technologies, 2016, vol. 4, no. 2, pp. 26–33. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/tsifrovaya-ekonomika-umnyy-sposob-rabotat>
15. Федоров О.В., Татарских Б.Я., Якушева А.М. Приоритетные отрасли новых технологических укладов. М.: КноРус, 2016. 279 с.
16. Акбердина В.В., Гребенкин А.В., Смирнова О.П. Комплексный инструментарий оценки экономической безопасности отраслей экономики: региональный аспект // Экономика региона. 2017. Т. 13. Вып. 4. С. 1264—1279. URL: <https://doi.org/10.17059/2017-4-23>

Информация о конфликте интересов

Я, автор данной статьи, со всей ответственностью заявляю о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

ECONOMIC SECURITY OF THE INDUSTRIAL COMPLEX IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANSFORMATION

Ol'ga P. SMIRNOVA

Institute of Economics, Ural Branch of Russian Academy of Sciences,
Yekaterinburg, Russian Federation
olysmirnova95@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-6965-8028>

Article history:

Article No. 486/2019
Received 16 July 2019
Received in revised form
16 September 2019
Accepted 9 October 2019
Available online
28 February 2023

JEL classification: C10,
C12, C65

Keywords: industrial
complex, Industry 4.0,
economic security,
industry digitalization

Abstract

Subject. This article examines the issues of achieving a stable level of economic security of the industrial complex under the conditions of dynamic transformation.

Objectives. The article aims to analyze the stages of the industrial complex digitalization, develop its three-tier model, and assess the impact of digital technology on the economic security of the industrial complex of Russia.

Methods. For the study, I used the methods of analysis and synthesis, deduction and induction, empirical, comparative, structural, economics and statistics analyses, the logical and systems approaches, abstraction, and comparison.

Results. Based on an analysis of the factors that have had a negative impact on the industrial complex of Russia, the article shows the consequences of the crisis in the Russian industry and describes the current trends in the development of the industrial sector of Russia, taking into account globalization, socialization and the real economy diversification through digital technology.

Conclusions. The article concludes that it is necessary to take into account quantitative benchmarks, that help assess the industrial complex' state from the security strategy point of view. The advent of digital industrial technology will contribute to industrial growth and labor force change, which will affect the competitiveness of the actors and add an extra layer of economic security of the industrial complex.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2019

Please cite this article as: Smirnova O.P. Economic Security of the Industrial Complex in the Context of Digital Transformation. *Finance and Credit*, 2022, vol. 29, iss. 2, pp. 461–480.
<https://doi.org/10.24891/fc.29.2.461>

Acknowledgments

The article was adapted from the *Regional Economics: Theory and Practice* journal, 2019, vol. 17, iss. 11, pp. 2096–2113.

The article was supported by the Russian Foundation for Basic Research (RFBR) within research project № 18-010-01156, *Modeling the Technological Transformation of Russia's Industrial Complex in the Context of the Digitalization of the Economy*.

References

1. Tatarskikh B.Ya. [Production capabilities improve work efficiency in domestic engineering]. *Ekonomicheskie nauki = Economic Sciences*, 2016, no. 4, pp. 55–59. URL: https://ecsn.ru/files/pdf/201604/201604_55.pdf (In Russ.)
2. Griбанov Yu.I., Repin N.V. [IT outsourcing perspectives in digital economy conditions]. *Rossiiskii ekonomicheskii internet-zhurnal*, 2018, no. 1. (In Russ.) URL: http://www.e-rej.ru/Articles/2018/Griбанov_Repin.pdf
3. Dobrynin A.P., Chernykh K.Yu., Kupriyanovsky V.P. et al. [The Digital Economy – the various ways to the effective use of technology (BIM, PLM, CAD, IOT, Smart City, BIG DATA, and others)]. *International Journal of Open Information Technologies*, 2016, vol. 4, no. 1, pp. 4–11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/tsifrovaya-ekonomika-razlichnye-puti-k-effektivnomu-primeneniyu-tehnologiy-bim-plm-cad-iot-smart-city-big-data-i-drugie> (In Russ.)
4. Kolberg D., Zühlke D. Lean Automation Enabled by Industry 4.0 Technologies. *IFAC-PapersOnLine*, 2015, vol. 48, iss. 3, pp. 1870–1875. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.359>
5. Bughin J., Chui M. The Internet of Things: Assessing its Potential and Identifying the Enablers Needed to Capture the Opportunity. In: *The Internet of Things in the Modern Business Environment*. New-York, McKinsey Global Institute, 2017, pp. 111–125. URL: <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-2104-4.ch006>
6. Piercy N., Rich N. The Implications of Lean Operations for Sales Strategy: From Sales-Force to Marketing-Force. *Journal of Strategic Marketing*, 2009, vol. 17, iss. 3-4, pp. 237–255. URL: <https://doi.org/10.1080/09652540903064738>
7. Bell D. *The Coming of Post-Industrial Society: A Venture in Social Forecasting*. New-York, Basic Books Publ., 1973, 507 p.
8. Toffler A. *The Third Wave*. New-York, William Morrow and Company, Inc., 1980, 600 p.
9. Tapscott D. *Grown Up Digital: How the Net Generation Is Changing Your World*. New York, McGraw-Hill Education, 2008, 368 p.
10. Qin J., Liu Y., Grosvenor R. A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond. *Procedia CIRP*, 2016, vol. 52, pp. 173–178. URL: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.08.005>
11. Babkin A.V., Burkaltseva D.D., Kosten Yu.N., Vorobyov D.G. [Formation of digital economy in Russia: essence, features, technical normalization, development problems]. *Nauchno-tehnicheskie vedomosti SPbGPU. Ekonomicheskie nauki = St. Petersburg State Polytechnic University Journal. Economics*, 2017, vol. 10, iss. 3, pp. 9–25. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.18721/JE.10301>
12. Aletdinova A.A., Ambartsumyan A.E., Babkin A.V. et al. *Metodologiya razvitiya ekonomiki, promyshlennosti i sfery uslug v usloviyakh tsifrovizatsii: monografiya*

[Methodology for the development of the economy, industry and services in the context of digitalization: a monograph]. St. Petersburg, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University Publ., 2018, 756 p.

13. Akberdina V.V. [The transformation of the Russian industrial complex under digitalization]. *Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta = Journal of Ural State University of Economics*, 2018, vol. 19, no. 3, pp. 82–99. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.29141/2073-1019-2018-19-3-8>
14. Kupriyanovsky V.P., Sinyagov S.A., Lipatov S.I. et al. [Digital Economy – Smart Working]. *International Journal of Open Information Technologies*, 2016, vol. 4, no. 2, pp. 26–33. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/tsifrovaya-ekonomika-umnyy-sposob-rabotat> (In Russ.)
15. Fedorov O.V., Tatarskikh B.Ya., Yakusheva A.M. *Prioritetnye otrasli novykh tekhnologicheskikh ukladov* [Priority sectors of new technological structures]. Moscow, KnoRus Publ., 2016, 279 p.
16. Akberdina V.V., Grebenkin A.V., Smirnova O.P. [Comprehensive assessment of industries economic security: regional aspect]. *Ekonomika regiona = Economy of Region*, 2017, vol. 13, iss. 4, pp. 1264–1279. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.17059/2017-4-23>

Conflict-of-interest notification

I, the author of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.