




## Методология устойчивого развития промышленных экосистем

Елена В. Шкарупета	<sup>1</sup>	9056591561@mail.ru	 0000-0003-3644-4239
Ольга В. Дударева	<sup>1</sup>	dudarevaov@mail.ru	 0000-0002-0919-2710
Марина В. Филатова	<sup>2</sup>	fltmrn@rambler.ru	 0000-0002-6056-8576
Азрет Ю. Беккиев	<sup>3</sup>	azret.bek@gmail.ru	

<sup>1</sup> Воронежский государственный технический университет, 20-летия Октября, 84, г. Воронеж, 394071, Россия



<sup>2</sup> Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

<sup>3</sup> АО «Объединённая приборостроительная корпорация», Варейкиса, 29, стр. 141, г. Москва, 121357, Россия

**Аннотация.** В статье сформированы методологические аспекты устойчивого развития промышленных экосистем. Актуальность исследования подтверждается тем, что стимулирование развития всеохватной и устойчивой промышленности и дальнейшие инвестиции в материальную инфраструктуру, инновации и научные исследования имеют принципиальное значение для долгосрочного экономического развития. Сделан вывод, что пандемия COVID-19 имеет настолько дестабилизирующие последствия, что они угрожают остановить или даже обратить вспять прогресс в достижении Целей устойчивого развития. Однако, достаточно быстрое восстановление промышленности после преодоления пандемии коронавируса возможно, в отличие от экономики в целом, на восстановление которой потребуется значительно больший период. В статье предложена архитектура методологии устойчивого развития промышленных экосистем, включающая пять уровней (парадигму, метазуровень, онтологию, смыслы и непосредственно уровень экосистемы). Парадигмой в исследовании выступает сверхзадача, ментальная модель перехода к новой экономике, к новому способу промышленного производства, к новому мышлению. Метауровень методологии представлен принципами устойчивого развития промышленных экосистем, теоретическими положениями (гипотезами, основополагающими подходами, базовыми теориями, законами развития). На онтологическом уровне методологии устойчивого развития промышленных экосистем используются цифровые двойники, базовые организационно-управленческие механизмы (процедуры, инструментарий, структуры). Смысловой уровень включает в себя понятийный аппарат (глоссарий), а также прикладные теории и концепции устойчивого развития промышленных экосистем. Экосистемный уровень методологии устойчивого развития промышленных экосистем объединяет концепции экономических, экологических и природно-биологических систем. Управление устойчивым развитием промышленной экосистемы предлагается осуществлять на шести уровнях (методологическом, идеологическом, концептуальном, уровне моделирования, прикладном уровне и на уровне технологий). В заключении сделан вывод, что в экономической модели, устроенной по экосистемному принципу, достигается наивысшая производственная эффективность в сравнении с моделью традиционной экономики, и цифровой моделью, устроенной по платформенному принципу.

**Ключевые слова:** методология, устойчивое развитие, промышленная экосистема, коронакризис

## Methodology for sustainable development of industrial ecosystems

Elena V. Shkarupeta	<sup>1</sup>	9056591561@mail.ru	 0000-0003-3644-4239
Olga V. Dudareva	<sup>1</sup>	dudarevaov@mail.ru	 0000-0002-0919-2710
Marina V. Filatova	<sup>2</sup>	fltmrn@rambler.ru	 0000-0002-6056-8576
Azret Yu. Bekkiev	<sup>3</sup>	azret.bek@gmail.ru	

<sup>1</sup> Voronezh State Technical University, 20th anniversary of October, 84, Voronezh, 394071, Russia

<sup>2</sup> Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

<sup>3</sup> Joint-stock Company "United Instrument-Making Corporation", Vareikisa, 29, p. 141, Moscow, 121357, Russia

**Abstract.** The article contains methodological aspects of sustainable development of industrial ecosystems. The relevance of the study is confirmed by the fact that the promotion of inclusive and sustainable industry and further investment in physical infrastructure, innovation and research are essential for long-term economic development. It has been concluded that the COVID-19 pandemic has such destabilizing consequences that it threatens to halt or even reverse progress towards the Sustainable Development Goals. However, a fairly rapid recovery of industry after coping with the coronavirus pandemic is possible, unlike the economy as a whole, which will require a much longer recovery period. The article proposes the architecture of the methodology for the sustainable development of industrial ecosystems, which includes five levels (paradigm, meta-level, ontology, meanings and directly ecosystem level). The paradigm in the study is the super task, the mental model of the transition to a new economy, to a new way of industrial production, to a new thinking. The meta-level of methodology is represented by the principles of sustainable development of industrial ecosystems, theoretical provisions (hypotheses, fundamental approaches, basic theories, laws of development). At the ontological level, the methodology for the sustainable development of industrial ecosystems uses digital twins, basic organizational and managerial mechanisms (procedures, tools, structures). The semantic level includes a conceptual apparatus (glossary), as well as applied theories and concepts of the sustainable development of industrial ecosystems. The ecosystem level of the methodology for sustainable development of industrial ecosystems combines the concepts of economic, ecological and natural-biological systems. The sustainable development of the industrial ecosystem is proposed to be managed at six levels (methodological, ideological, conceptual, modelling, application and technology). The conclusion concluded that an ecosystem-based economic model achieves the highest production efficiency compared to a traditional economy model and a platform-based digital model.

**Keywords:** methodology, sustainable development, industrial ecosystem, coronacrisis

Для цитирования

Шкарупета Е.В., Дударева О.В., Филатова М.В., Беккиев А.Ю. Методология устойчивого развития промышленных экосистем // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 4. С. 377–382. doi:10.20914/2310-1202-2020-4-377-382

For citation

Shkarupeta E.V., Dudareva O.V., Filatova M.V., Bekkiev A.Yu. Methodology for sustainable development of industrial ecosystems. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 4. pp. 377–382. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-4-377-382

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

## Введение

Наблюдаемые глобальные трансформации во многом обусловлены интенсивным научно-технологическим развитием, принципиально меняющим и качество жизни, и систему социально-экономических отношений. Мир переходит в стадию гуманитарно-технологической революции, в результате которой сформируется новый мировой уклад, в котором лидирующие позиции займут страны, обеспечивающие высокое качество жизни за счет создания принципиально новых видов продукции и услуг на основе передовых технологий, базирующихся на новых результатах фундаментальных научных исследований [1].

Практическое решение стратегических задач лежит в плоскости формирования целостной инновационной экосистемы, включающей проведение фундаментальных научных исследований, прикладных разработок, организацию производства.

Применительно к российским условиям национальная инновационная экосистема определяется как совокупность институтов, взаимодействующих в процессе получения, распространения и использования нового знания, направления и механизмы деятельности которой определяются соответствующей государственной политикой и нормативной правовой базой.

При этом применительно к российским условиям, которые характеризуются существенной дифференциацией территорий по уровню социально-экономического и научно-технологического развития, должна быть обеспечена целостность инновационной экосистемы, что достигается разработкой единой федерально-региональной научно-технологической и инновационной политики [1].

Состояние научно-технологического комплекса как основного фактора обеспечения конкурентоспособности и безопасности государства отражается на глобальных рейтингах России. Она занимает 46-е место среди развивающихся стран по показателям инновационного развития.

При этом наличие мощного оборонного потенциала, основу которого до настоящего времени в значительной степени составляют научно-технологические заделы, позволяют России поддерживать на мировой арене высокий военно-политический статус. При сохранении существующего состояния научно-технологического комплекса и тенденций его развития есть риск утраты и этих преимуществ [1].

## Исследование состояния промышленной экосистемы в условиях коронакризиса

В 2018 году темпы роста обрабатывающей промышленности по миру в целом снизились и в 2019 году продолжали снижаться из-за напряженности в отношениях между ведущими

экономиками мира в вопросах таможенных пошлин и торговли. Этот процесс затронул все регионы и группы стран. В НРС за период с 2010 по 2019 год доля обрабатывающей промышленности в ВВП возросла с 10,0 до 12,4%.

Такие темпы роста не позволяют выполнить к 2030 году задачу удвоения доли промышленного производства в ВВП. Кроме того, в 2019 году показатель добавленной стоимости, создаваемой в обрабатывающей промышленности, в расчете на душу населения составил в НРС лишь 132 долл. США, что намного меньше, чем в странах Европы и Северной Америки, где он равнялся 4856 долл. США [3].

В первом квартале 2020 года из-за введения жестких ограничений в экономике мировой объем промышленного производства резко сократился на 6,0% [3].

В крупнейшей промышленной стране мира – Китае – пандемия COVID-19 стала причиной беспрецедентного падения объемов промышленного производства в первом квартале года: на 14,1%.

Поскольку обрабатывающая промышленность считается локомотивом экономического роста, глобальный спад промышленного производства оказал серьезное воздействие на всю мировую экономику (рисунок 1) [3].

Мировая обрабатывающая промышленность, по данным UNIDO, снизилась во II квартале 2020 года по отношению к аналогичному периоду предыдущего года на 11,2%. При этом экономически развитые страны показали -16,4% прироста, развивающиеся – -22% прироста.

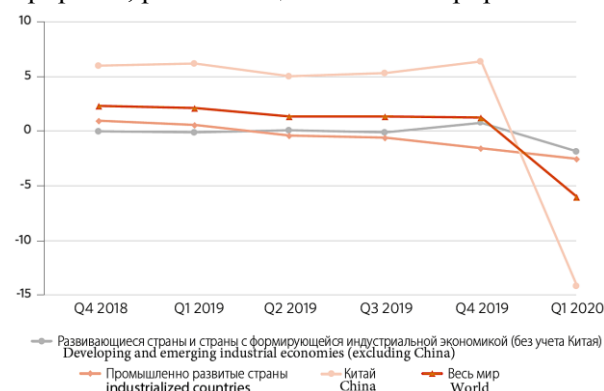


Рисунок 1. Поквартальная динамика объемов промышленного производства по сравнению с аналогичным периодом предыдущего года, с IV квартала 2018 года по I квартал 2020 года (в %) [3]

Figure 1. Quarterly dynamics of industrial production volumes compared to the same period of the previous year, from the IV quarter of 2018 to the I quarter of 2020 (in %) [3]

В региональном разрезе наблюдается подобная ситуация. Так, страны Европы показали – 19,3% прироста, страны Северной Америки – 16,5% прироста, Латинской Америки – 24,2% прироста, Азиатско-Тихоокеанского региона –

23,7% прироста, Африки – -8,2% прироста. В свою очередь, в Китае (выделен UNIDO в отдельную категорию, его показатели не учитываются при расчете значений по развивающимся странам и азиатским странам), первым из стран мира столкнувшимся с пандемией коронавируса, наоборот, по итогам II квартала текущего года наметилось восстановление промышленности. Если по итогам I квартала обрабатывающая промышленность Китая показала -14,1% прироста, то во II квартале Китай перешел к наращиванию объемов выпуска продукции обрабатывающей промышленности (+2,8% прироста). Таким образом, на примере Китая наглядно видно, что достаточно быстрое восстановление промышленности после преодоления пандемии коронавируса возможно, в отличие от экономики в целом, на восстановление которой потребуется значительно больший период [2].

### Материалы и методы

Авторы в своем исследовании используют терминологию экосистемного подхода, придерживаясь точки зрения Д.Г. Костеня, основателя Фонда Экономики Созидания, которую можно выразить следующим утверждением: «Переход на экономику, устроенную по принципу экосистема, является сверхзадачей Российской Федерации» [4]. Отвечая на вопрос, почему так важен переход на принцип экосистемы, Д.Г. Костень отмечает, что «в экономической модели, устроенной по принципу экосистема, достигается наивысшая эффективность в сравнении с моделью традиционной экономики с предприятиями закрытого типа, и моделью, устроенной по принципу платформа» [4]. «В экосистеме скачок в эффективности достигается в десятки и сотни раз за счет трех факторов:

1. Максимального взаимопользования производственных мощностей.
2. Перехода производства от конкуренции к кооперации.
3. Преобразования управления из субъективной в объективную деятельность, то есть, формирования более точного целеполагания не на благо одного, а на благо общества.

Экономическая модель, устроенная по принципу экосистема также является высшей формой социально экономической среды для развития человеческого разума» [4].

По мнению Д.Г. Костеня, «перевод экономики на принцип экосистемы означает, прежде всего:

- 1) формирование единого коллективного образа будущего;
- 2) построение картин мира, объединяемых в единый вектор развития;
- 3) формирование нового аксиоматического пространства на базе новых онтологий» [4].

Методологию формирования промышленных экосистем в своих исследованиях развивают Г.Б. Клейнер, Е.В. Попов, В.Л. Симонова, Р.И. Хабибуллин, А.Д. Тихонова, Л.А. Гамидуллаева, Т.О. Толстых, Н.В. Шмелева и др. [5–8].

На взгляд авторов, именно устойчивое развитие промышленных экосистем является мейнстримом на следующие пять-десять лет, когда схлынет волна интереса к цифровизации и цифровой трансформации, а цифровая экономика будет чем-то само собой разумеющимся, уже свершившимся фактом.

### Результаты и обсуждение

На взгляд авторов, методологию устойчивого развития промышленных экосистем можно представить наглядно в виде архитектуры, состоящей из пяти уровней (рисунок 2): парадигмального, метауровня, онтологического, смыслового и непосредственно экосистемного. Рассмотрим каждый уровень методологии устойчивого развития промышленных экосистем подробнее.

Парадигмой в нашем исследовании выступает сверхзадача, ментальная модель перехода к новой экономике, к новому способу промышленного производства, к новому мышлению. В качестве «новой экономики» могут выступать ее различные трактовки: Д.Г. Костень высшим проявлением принципиально новой экономической модели признает экономику созидания [9]; сотрудники Института нового индустриального развития им. С.Ю. Витте (С.Д. Бодрунов [10], С.Ю. Глазьев [11]) в качестве новой экономики выделяют ноономику.

Метауровень методологии представлен, в частности, принципами устойчивого развития промышленных экосистем [12, 13] (рисунок 3).

Помимо принципов на метауровне методологии устойчивого развития промышленных экосистем рассматриваются теоретические положения (базовые теоретические установки), такие как гипотезы, основополагающие подходы, базовые теории, законы развития.

На онтологическом уровне методологии устойчивого развития промышленных экосистем используются цифровые двойники [14], базовые организационно-управленческие механизмы (процедуры, инструментарий, структуры). Смысловой уровень включает в себя понятийный аппарат (гlossарий), а также прикладные теории и концепции устойчивого развития промышленных экосистем [15].

Экосистемный уровень методологии устойчивого развития промышленных экосистем объединяет «концепции экономических, экологических и природно-биологических систем, что позволяет реализовать междисциплинарные подходы и методы анализа» [5].

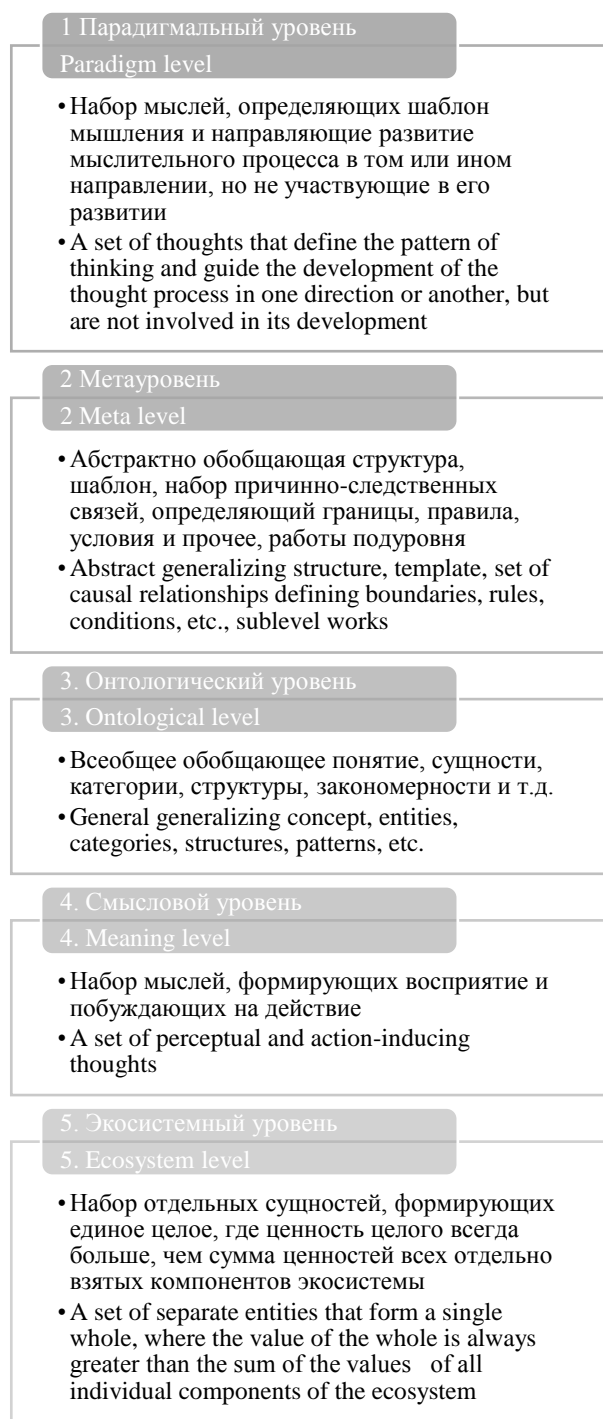


Рисунок 2. Методология устойчивого развития промышленных экосистем в разрезе пяти уровней  
Figure 2. Methodology for sustainable development of industrial ecosystems across five levels



Рисунок 3. Принципы развития промышленных экосистем

Figure 3. Principles for the development of industrial ecosystems

### Заключение

Достижение Целей устойчивого развития в 2020 году, как отмечено в исследовании состояния промышленной экосистемы, было осложнено глобальным коронакризисом. На взгляд авторов, можно выделить основные результаты по цели № 9 «Создание стойкой инфраструктуры, содействие всеохватной и устойчивой индустриализации и инновациям» [3, 16]:

1. Авиационная отрасль, одна из движущих сил экономического развития, переживает, по всей видимости, самый глубокий спад за всю свою историю.

2. В результате пандемии объем промышленного производства, рост которого и без того был медленным, резко сократился.

3. Для оживления мировой экономики необходимо срочно расширить доступ к финансовым услугам для малых предприятий.

4. Несмотря на успехи последних лет, инвестиции в НИОКР необходимо наращивать, в том числе для борьбы с COVID-19.

5. Мобильная связь доступна практически повсюду, но примерно половина населения мира – главным образом проживающая в наименее развитых странах – не пользуется интернетом.

### Литература


- 1 Материалы общего собрания членов Российской Академии наук 23 июня 2020 года. Москва, 2020. 438 с.
- 2 Развитие промышленных комплексов государств – членов ЕАЭС в январе-июне 2020 года. Москва, 2020. 42 с.
- 3 Доклад о Целях в области устойчивого развития. ООН, 2020. 68 с.
- 4 Костень Д.Г. Переход от предприятия закрытого типа к экосистеме // Проблемы развития финансовой системы государства в условиях глобализации: XXI межрег. науч.-прак. конф., Симферополь, 21-22 марта 2019 г. Симферополь, 2019. С. 108–110.
- 5 Клейнер Г.Б. Промышленные экосистемы: взгляд в будущее // Экономическое возрождение России. 2018. № 2 (56). С. 53–62.

- 6 Попов Е.В., Симонова В.Л., Тихонова А.Д. Структура промышленных "экосистем" в цифровой экономике // Менеджмент в России и за рубежом. 2019. №. 4. С. 3–11.
- 7 Гамидуллаева Л.А., Толстых Т.О., Шмелева Н.В. Методика комплексной оценки потенциала промышленной экосистемы в контексте устойчивого развития региона // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2020. №. 2(34). С. 29–48. doi: 10.21685/2227-8486-2020-2-3
- 8 Хабибуллин Р.И. Становление и развитие инновационно-промышленных экосистем: опыт Московского инновационного кластера // Экономика и предпринимательство. 2020. №. 10. С. 442–450.
- 9 Костень Д.Г. Смена парадигмы мышления: фундаментальные проблемы криптосферы // Экономический базис развития науки и технологий в России. 2018. С. 42–47.
- 10 Бодрунов С.Д. Ноономика: концептуальные основы новой парадигмы развития // Известия Уральского государственного экономического университета. 2019. Т.20. №1. С. 5–12. doi: 10.29141/2073-1019-2019-20-1-1
- 11 Глазьев С.Ю. Ноономика как стержень формирования нового технологического и мирохозяйственного укладов // Экономическое возрождение России. 2020. №. 2 (64). С.15-32.
- 12 Lowe E. A., Evans L. K. Industrial ecology and industrial ecosystems //Journal of cleaner production. 1995. V. 3. №. 1-2. P. 47-53.
- 13 Geng Y., Côté R. Diversity in industrial ecosystems //The International Journal of Sustainable Development & World Ecology. 2007. V. 14. №. 4. P. 329-335.
- 14 Sheng H. X. et al. Ecosystem intrinsic value and its application in decision-making for sustainable development //Journal for Nature Conservation. 2019. V. 49. P. 27-36.
- 15 Sachs J. D. et al. Six transformations to achieve the sustainable development goals // Nature Sustainability. 2019. V. 2. №. 9. P. 805-814.
- 16 Polasky S. et al. Role of economics in analyzing the environment and sustainable development // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2019. V. 116. №. 12. P. 5233-5238.


### References

- 1 Materials of the general meeting of members of the Russian Academy of Sciences 23 iyunya 2020 goda. Moscow, 2020. 438 p. (in Russian).
- 2 Development of industrial complexes of the EAEU member states in January-June 2020. Moscow, 2020. 42 p. (in Russian).
- 3 Sustainable Development Goals Report. UN, 2020. 68 p. (in Russian).
- 4 Kosten D.G. Transition from a closed enterprise to an ecosystem. Problems of the development of the financial system of the state in the context of globalization:: XXI mezhreg. scientific-practical Conf., Simferopol, March 21-22, 2019, Simferopol, 2019. pp. 108–110. (in Russian).
- 5 Kleiner G.B. Industrial ecosystems: a look into the future. Economic revival of Russia. 2018. no. 2 (56). pp. 53–62. (in Russian).
- 6 Popov E.V., Simonova V.L., Tihonova A.D. The structure of industrial "ecosystems" in the digital economy. Management in Russia and abroad. 2019. №. 4. pp. 3–11. (in Russian).
- 7 Gamidullaeva L.A., Tolstyh T.O., SHmeleva N.V. Methodology for a comprehensive assessment of the potential of an industrial ecosystem in the context of sustainable development of the region. Models, systems, networks in the economy, technology, nature and society. 2020. no. 2(34). pp. 29–48. doi: 10.21685/2227-8486-2020-2-3 (in Russian).
- 8 Habibullin R.I. Formation and development of innovative industrial ecosystems: the experience of the Moscow innovation cluster. Economy and Entrepreneurship. 2020. no. 10. pp. 442–450. (in Russian).
- 9 Kosten' D.G. Changing the paradigm of thinking: fundamental problems of the cryptosphere. Economic basis for the development of science and technology in Russia. 2018. pp. 42–47. (in Russian).
- 10 Bodrunov S.D. Noonomics: Conceptual Foundations of a New Development Paradigm. News of the Ural State Economic University. 2019. vol.20. no.1. pp. 5-12. doi: 10.29141 / 2073-1019-2019-20-1-1 (in Russian).
- 11 Glaz'ev S.YU. Noonomics as the core of the formation of a new technological and world economic order. Economic revival of Russia. 2020. no. 2 (64). pp.15-32. (in Russian).
- 12 Lowe E. A., Evans L. K. Industrial ecology and industrial ecosystems. Journal of cleaner production. 1995. vol. 3. no. 1-2. pp. 47-53.
- 13 Geng Y., Côté R. Diversity in industrial ecosystems. The International Journal of Sustainable Development & World Ecology. 2007. vol. 14. no. 4. pp. 329-335.
- 14 Sheng H. X. et al. Ecosystem intrinsic value and its application in decision-making for sustainable development. Journal for Nature Conservation. 2019. vol. 49. pp. 27-36.
- 15 Sachs J. D. et al. Six transformations to achieve the sustainable development goals. Nature Sustainability. 2019. vol. 2. no. 9. pp. 805-814.
- 16 Polasky S. et al. Role of economics in analyzing the environment and sustainable development. Proceedings of the National Academy of Sciences. 2019. vol. 116. no. 12. pp. 5233-5238

### Сведения об авторах


**Елена В. Шкарупета** д.э.н., профессор, кафедра цифровой и отраслевой экономики, Воронежский государственный технический университет, ул. 20-летия Октября, 84, г. Воронеж, 394071, Россия, 9056591561@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0003-3644-4239>

### Information about authors


**Elena V. Shkarupeta** Dr. Sci. (Econ.), professor, Department of Digital and Sectoral Economics, Voronezh State Technical University, st. 20th anniversary of October, 84, Voronezh, 394071, Russia, 9056591561@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0003-3644-4239>



**Ольга В. Дударева** к.э.н., доцент, кафедра экономической безопасности, Воронежский государственный технический университет, ул. 20-летия Октября, 84, г. Воронеж, 394071, Россия, dudarevaov@mail.ru


 <https://orcid.org/0000-0002-0919-2710>

**Марина В. Филатова** к.э.н., доцент, кафедра управления, организации производства и отраслевой экономики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, fltvmrn@rambler.ru


 <https://orcid.org/0000-0002-6056-8576>

**Азрет Ю. Беккиев** д.т.н., профессор, заместитель генерального директора, АО «Объединённая приборостроительная корпорация», Варейкиса, 29, стр. 141, г. Москва, 121357, Россия, azret.bek@gmail.ru

**Olga V. Dudareva** Cand. Sci. (Econ.), assistant professor, Department of Economic Security, Voronezh State Technical University, st. 20th anniversary of October, 84, Voronezh, 394071, Russia, dudarevaov@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-0919-2710>

**Marina V. Filatova** Cand. Sci. (Econ.), assistant professor, Department of Management, Organization of Production and Sectoral Economics, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, fltvmrn@rambler.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-6056-8576>

**Azret Yu. Bekkiev** Dr. Sci. (Tech.), professor, deputy general director, Joint-stock Company "United Instrument-Making Corporation", Vareikisa, 29, p. 141, Moscow, 121357, Russia

#### **Вклад авторов**

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

#### **Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### **Contribution**

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

#### **Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest.

<b>Поступила</b> 15/10/2020	<b>После редакции</b> 30/10/2020	<b>Принята в печать</b> 15/11/2020
<b>Received</b> 15/10/2020	<b>Accepted in revised</b> 30/10/2020	<b>Accepted</b> 15/11/2020