

## ТЕНДЕНЦИИ НОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

© 2021 А.И. Шинкевич, А.А. Лубнина, И.А. Райский

Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия

Статья поступила в редакцию 19.07.2021

Появление инновационных технологий в промышленности произвело революцию, которая способствовала изменению производственной и логистической инфраструктуры, структуры вспомогательных и обслуживающих подсистем. При этом инновационное и технологическое развитие происходит в рамках современных трендов и концепций, таких как «Индустрия 4.0» и цифровизация. Важным здесь является создание умных производств, которые формируют свою инновационную инфраструктуру, программу исследований и развитие технологий. Умные производства интегрируют в единую информационную систему всю цепь поставок, управление которой будет осуществляться при помощи интеллектуальных информационных технологий. Поэтому необходима оценка уровня инновационного развития отраслей промышленности в рамках концепции «Индустрия 4.0», которая включает показатели инновационной активности предприятий, разработки и внедрения производственных технологий, инвестиций в модернизацию и закупку нового оборудования. Целью статьи является выявление тенденций и прогнозирование инновационного и технологического развития предприятий обрабатывающих отраслей промышленности. Достижение данной цели предполагает решение следующих задач: изучение современного отечественного и зарубежного опыта инновационного развития промышленных предприятий; проведение диагностики показателей инновационного и технологического развития по отраслям; проведение группировки отраслей по уровню развития с применением методов кластерного анализа; прогнозирование тенденций развития обрабатывающих отраслей на будущий период. В статье использованы методы описательной статистики, применены методы кластерного анализа и методы прогнозирования. Создание инфраструктуры для инновационных, умных заводов и производств еще только предстоит. Потенциал и возможности для их создания в настоящий момент разный для каждого вида производственной деятельности. Оценка уровня инновационного развития для различных видов обрабатывающей промышленности может стать эффективным инструментом для принятия управленческих решений на государственном уровне.  
*Ключевые слова:* обрабатывающие производства, технологическое развитие, инновационное развитие, кластерный анализ, прогнозирование.

DOI: 10.37313/1990-5378-2021-23-4-51-56

*Исследование выполнено в рамках гранта Президента РФ  
по государственной поддержке ведущих научных школ РФ № НШ-2600.2020.6.*

### ВВЕДЕНИЕ

Оценке тенденций и перспектив развития предприятий обрабатывающих производств посвящено значительное число научных трудов. Будущее производственных систем в рамках концепции «Индустрия 4.0», развитие умных и интеллектуальных производств изложено в исследованиях Бугакова В.М., Федорова А., Шкодырева В., Зобнина С., Liao Y., Deschamps F., Loures E., Ramos L.F.P. Mittal S., Khan M. A., Romero D., Wuest Th. Qian F., Zhong W., Du W. [1, 24-29]. Проблемы кадрового обеспечения современных наукоемких производств раскрыты в работе Кравченко А.Е. [2]. Диагностика состояния и перспектив инновационного развития промышленных предприятий, в контексте привлечения инжиниринговых услуг является областью научных интересов Лифанова И.Д.,

*Шинкевич Алексей Иванович, доктор экономических наук, доктор технических наук, профессор.*

*E-mail: ashinkevich@mail.ru*

*Лубнина Алсу Амировна, кандидат экономических наук, доцент. E-mail: alsu@yandex.ru*

*Райский Игорь Андреевич, аспирант.*

*E-mail: raiskiyia@mail.ru*

Мисбаховой Ч.А., Галимулиной Ф.Ф. [3,6]. Совершенствованию вспомогательных и обслуживающих производств посвящали работы Малышева Т.В., Ганеева Г.А. [4]. Различные механизмы кооперации предприятий изложены в исследованиях Фомина Н. Ю., Дырдоновой А. Н., Андреевой Е. С. [8]. Важность предпринимательских инициатив для развития отрасли отражена в работах Шинкевича М.В., Барсебяна Н.В. [11]. Глубокая методологическая проработка вопросов организации ресурсосберегающих и экологических производственных систем и оценка их эффективности проведена в работах Мешалкина В.П., Шинкевича А.И., Кудрявцевой С.С. Бобкова В.И., Федулова А.С., Дли М.И., Моргунова Е.В. [5,9,10,23]. Таким образом, считаем важным выявление тенденций развития отраслей промышленности в рамках концепции «Индустрия 4.0», включая показатели инновационной активности предприятий, разработки и внедрения производственных технологий, инвестиций в модернизацию и закупку нового оборудования.

Целью статьи является выявление тенденций и прогнозирование инновационного и технологического развития предприятий обрабатывающих отраслей промышленности. Объектом исследования являются обрабатывающие

отрасли промышленности предметом – инновационное и технологическое развитие отраслей.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В статье использованы методы описательной статистики для оценки показателей инновационной активности предприятий обрабатывающих отраслей промышленности, разработки и внедрения производственных технологий, инвестиций в модернизацию и закупку нового оборудования в 2011-2020 гг. В исследовании применены методы кластерного анализа. Построена дендрограмма группировки крупных видов производственной деятельности (методом Уорда), которая позволила выделить два кластера отраслей по уровню технологического развития. При помощи графика средних значений для каждого кластера проведено сравнение уровня производственного развития различных отраслей промышленности. Кроме того, в работе построена полиномиальная линия тренда для прогнозирования показателя «Число используемых передовых технологий предприятиями обрабатывающих отраслей промышленности» на 2021 г.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Инновационное развитие обрабатывающих отраслей промышленности основано на современных трендах цифровизации и концепции «Индустрия 4.0» и ориентирована на использование и создание сквозных технологий, таких как передовые производственные технологии, промышленный интернет, искусственный интеллект, автоматизация, роботизация и тд. Данные технологии способны интегрироваться с основными, вспомогательными и обслуживающими производственными процессами для создания умных производств. Проведем оценку уровня инновационного и технологического развития различных отраслей производства для выявления потенциала и перспектив их развития в рамках современных трендов.

Исследование проведено по следующим видам обрабатывающих отраслей промышленности:

- 1) пищевые;
- 2) текстильные;
- 3) кожевенные;
- 4) древесные;
- 5) бумажные;
- 6) химические;
- 7) резиновых и пластмассовых изделий;
- 8) неметаллические минеральные;
- 9) металлургические;
- 10) металлические;
- 11) компьютерные;
- 12) машин и оборудования.

Оценку инновационного и технологического развития промышленных отраслей проведем по следующему кругу показателей:

- 1) разработанные передовые производственные технологии, единиц;
- 2) инновационная активность предприятий, %;
- 3) доля инновационной продукции, %;
- 4) используемые передовые производственные технологии, %;
- 5) доля инвестиций, направленных на реконструкцию и модернизацию, %;
- 6) доля инвестиций в машины, оборудование, транспортные средства, %;

7) индекс физического объема инвестиций в основной капитал, направленных на реконструкцию и модернизацию, %;

8) индекс физического объема инвестиций в машины, оборудование, транспортные средства, %.

Инновационное развитие должно обеспечивать скорость и гибкость производственных систем благодаря внедрению цифровых технологий, которые создают модель циркулярной экономики, способствуя разработке передовых аналитических и комплексных решений, образующих интеллектуальный операционный уровень между производственными операциями, бизнес-планированием и логистикой.

Проведем оценку инновационной активности в разрезе видов производств в 2020 г. (рис.1). Уровень инновационной активности организаций рассчитывается как удельный вес организаций, осуществлявших технологические, организационные, маркетинговые инновации, в общем числе обследованных организаций. В 2020 г. лидерами России по данному показателю стали предприятия производства компьютеров, почти половина из которых осуществляли различные виды инновационной деятельности. На втором месте предприятия производства готовых металлических изделий – 40,9%. Самую низкую инновационную активность демонстрируют предприятия вида деятельности «обработка древесины и производства изделий из дерева», на долю которых приходится лишь 7,2% инновационно активных организаций.

Однако по показателю «удельный вес инновационной продукции, %» лидерами являются следующие виды деятельности: производство металлических изделий (10,6%), производство машин и оборудования (10,6%), производство резиновых и пластмассовых изделий (10,3%). Наименьшие объемы производства инновационной продукции также отмечены на предприятиях обработки древесины – 1,7% отгруженной инновационной продукции в общем объеме производства.

Инновационное развитие подразумевает разработку и внедрение передовых производственных технологий, которые делают производство более автоматизированным и гибким, т.е. позволяют наладить новые, более продуктивные бизнес-процессы, с улучшенными возможностями контроля и управления, которые охватывают всю цепь производственного предприятия. Согласно диаграмме, представленной на рисунке 2, на первом месте по числу разработанных передовых технологий предприятия производства компьютеров, которые используют в своей деятельности 110 единиц передовых технологий, на втором месте предприятия производства готовых металлических изделий – 99 единиц передовых технологий. Наименьшую заинтересованность в разработке передовых производственных технологий демонстрируют предприятия производства текстильных изделий – 4 единицы передовых технологий.

Наибольшую активность по количеству используемых передовых технологий в 2020 г. проявили предприятия производства машин и оборудования – 21,2 тыс. единиц, на втором пищевые – 12,1 тыс. единиц, на третьем производство металлических изделий – 11,7 тыс. единиц. Меньше всех в своей деятельности используют передовые технологии текстильные предприятия – 0,7 тыс. единиц.

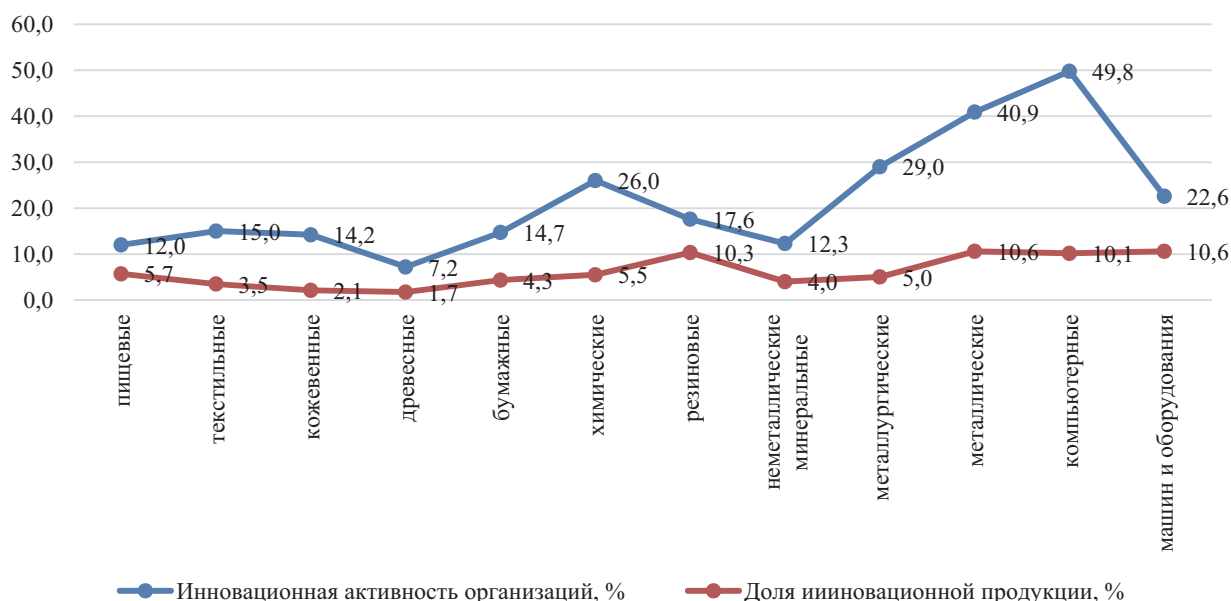


Рис. 1. Результаты инновационной деятельности в разрезе видов производств в 2020 г. [7]

Современные инновации в производстве включают Интернет вещей, современные технологии, работу с большими данными, интеграцию всех элементов цепи поставок, аддитивное производство, аналитику, искусственный интеллект, автоматизацию, роботизацию, что позволяют сократить издержки и увеличить производительность, с применением современных приложений. Все это требует крупных инвестиций в инфраструктуру производства, направленных на ее модернизацию, реконструкцию, закупку новых технологий, машин и оборудования.

Лидерами по доле инвестиций, направленных на реконструкцию и модернизацию основных фондов являются текстильные (29,8%) и бумажные производства (28,8%). Наибольшую долю инвестиций в обновление техники, машин и оборудования имели металлургические (77,1%) и машиностроительные предприятия (76,1%). Меньше всего инвестируют в эти на-

правления предприятия кожевенных производств (6,6% и 24,7% соответственно).

С целью классификации предприятий по уровню инновационного и технологического развития построена дендрограмма распределения промышленных отраслей в кластеры методом Уорда, который основан на использовании средних величин переменных внутри кластера и средних величин переменных, присоединяемых к нему (рисунок 4).

Графическое изображение результатов этого метода позволяет сделать вывод о том, что всю совокупность наблюдений по уровню развития можно разбить на два кластера. В первый кластер вошли текстильные, древесные, металлические, компьютерные производства. Второй кластер представлен следующими производствами: пищевые, кожевенные, бумажные, химические, резиновых и пластмассовых изделий, неметаллические минеральные, металлургические, машиностроительные производства.

Для удобства интерпретации полученных

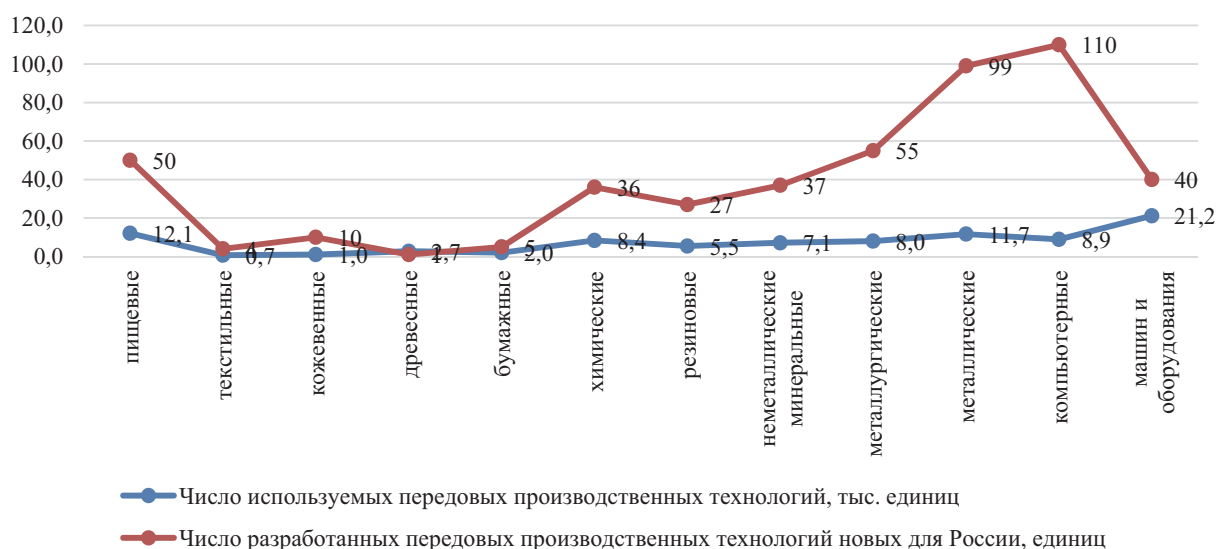


Рис. 2. Число разработанных и используемых передовых технологий в разрезе видов производств в 2020 г. [7]

результатов кластерного анализа методом К-средних построим график средних значений для каждого кластера (рисунок 5), согласно которому можно сделать следующие обобщения. Сильной стороной предприятий первого кластера являются высокие показатели индекса физического объема инвестиций на реконструкцию и модернизацию, %, а также индекса физического объема инвестиций в машины, оборудование, транспортные средства, %. По всем остальным показателям лидируют промышленные предприятия, вошедшие во второй кластер.

Согласно графику средних значений наиболее значимым показателем для выделенных групп является – число используемых передовых технологий, тыс. единиц. Рассмотрим данный показатель для оценки уровня и инновационного и технологического развития обрабатывающих отраслей промышленности.

Для прогнозирования данного показателя построим полиномиальную линию тренда третьей степени ( $R^2=0,97$ ). Таким образом, в 2020 г. ожидаемое «Число используемых передовых технологий предприятиями обрабатывающих отраслей промышленности, тыс. единиц» сократится до 138 тыс. единиц, что на 11% ниже уровня 2020 г. (рис.6). Данный негативный тренд говорит о том, что необходима зарработка эффективной государственной стратегии инновационного развития обрабатывающих отраслей промышленности, в рамках современной концепции «Индустрия 4.0», повышающую безопасность всех бизнес-процессов производства. Развитие инфраструктуры умных производств, значительно увеличит конкурентоспособность отечественной промышленности, однако это требует грамотной государственной политики и привлечения значительных объемов инвестиций.

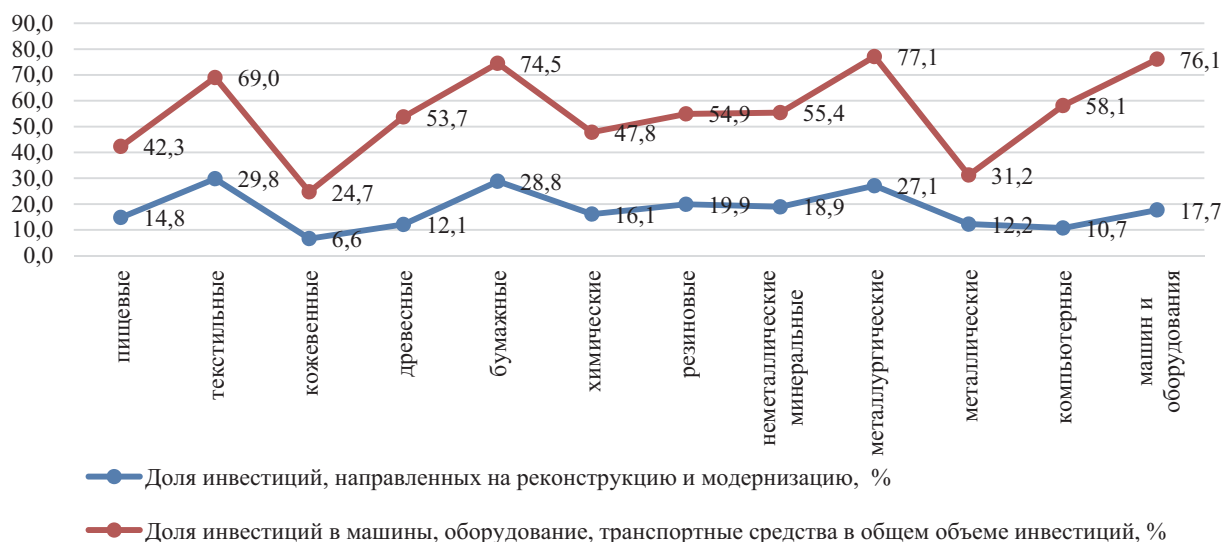


Рис. 3. Доля инвестиций в обновление инфраструктуры в разрезе видов производств 2020 г. [7]

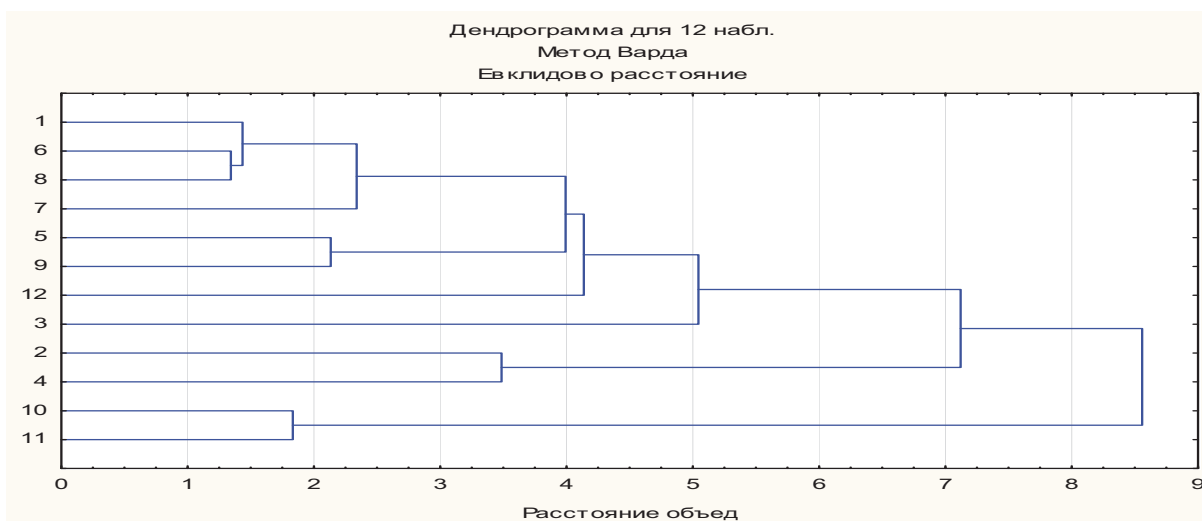


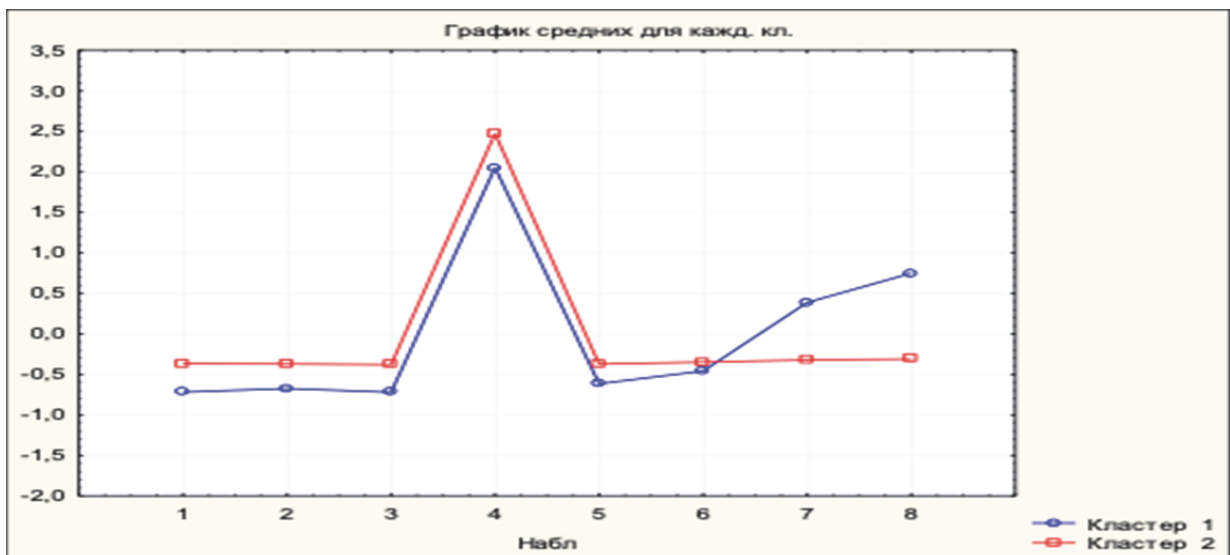
Рис. 4. Дендрограмма группировки по уровню технологического развития следующих производств: 1 – пищевых, 2 – текстильных, 3 – кожевенных, 4 – древесных, 5 – бумажных, 6 – химических, 7 – производство резиновых и пластмассовых изделий, 8 – неметаллических минеральных, 9 – металлургических, 10 – металлических, 11 – компьютерных, 12 – машин и оборудования

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Несмотря на научно-технический прогресс создание инновационной промышленной инфраструктуры в рамках концепции «Индустрия 4.0» потребует много времени и значительных инвестиций. Однако определение ключевых трендов в этом направлении со спецификой выявления проблем для каждого вида промышленной деятельности и понимание необходимости стратегии развития на государственном уровне позволит сократить этот путь. В статье систематизирован современный отечественный и зарубежный опыта инновационного развития промышленных предприятий; проведена диагностики показателей инновационного и технологического развития по различным видами производств. Выявлена негативная тенденция снижения разработки и внедрения передовых технологий, что требует создания эффективной государственной стратегии инновационного развития в рамках современных концепций.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Бугаков В.М. Системные связи показателей функционирования управляемой экономики промышленных предприятий // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2009. № 2 (150). С. 104-106.
2. Кравченко А.Е. Workforce training and management challenges in the contemporary smart manufacturing (SM) // Вопросы экономики и управления. 2019. № 4 (20). С. 29-32.
3. Лифанов И.Д., Шинкевич А.И. Специфика и перспективы развития инжиниринговых услуг в инновационной сфере // Российское предпринимательство. 2014. № 19 (265). С. 16-27.
4. Малышева Т.В., Ганеева Г.А. Организационно-экономические особенности распределительной логистики нефтехимических производств // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 21. С. 431-434.
5. Малышева Т.В., Шинкевич А.И. Проблемы организации ресурсосберегающих и экологических про-



**Рис. 5.** График средних значений для каждого кластера



**Рис. 6.** Полиномиальная линия тренда третьей степени для показателя «Число используемых передовых технологий предприятиями обрабатывающих отраслей промышленности, тыс. единиц»

- изводственных систем // Русский инженер. 2019. № 1 (62). С. 34-37.
6. Мисбахова Ч.А., Шинкевич А.И., Галимулина Ф.Ф. Состояние и перспективы развития инновационной деятельности в Республике Татарстан // Инновационная деятельность. 2015. № 3 (34). С. 44-51.
  7. Росстат [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.gks.ru>. (дата обращения: 19.05.2021).
  8. Фомин Н. Ю., Дырдонова А. Н., Андреева Е. С. Совершенствование механизма сетевой интеграции и кластеризации предприятий нефтегазохимического комплекса Республики Татарстан // Научное обозрение. - 2015. - № 18. - С. 250-252.
  9. Шинкевич А. И. Методическое обеспечение организации ресурсосберегающих производственных систем в условиях цифровизации нефтехимической отрасли: дисс. ... докт. техн. наук. Казань, 2019. 380с.
  10. Шинкевич А.И., Кудрявцева С.С. К вопросу об эффективности производственных процессов в системе ресурсосбережения нефтехимических предприятий // Менеджмент социальных и экономических систем. 2018. №3. С.11–18.
  11. Шинкевич М.В., Барсегян Н.В. Роль предпринимательских инициатив в совершенствовании организации производства предприятий нефтехимического комплекса // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права.- 2019.- №2.- С.358-369.
  12. Bobkov V.I., Fedulov A.S., Dli M.I., Meshalkin V.P., Morgunova E.V. Scientific basis of effective energy resource use and environmentally safe processing of phosphorus-containing manufacturing waste of ore-dressing barrows and processing enterprises // Clean Technologies and Environmental Policy, 2018. – 20(10), – 2209-2221.
  13. Fedorov A., Shkodyrev V., Zobnin S. Knowledge based planning framework for intelligent distributed manufacturing systems // Lecture Notes in Computer Science. 2015. Т. 9141. Pp. 300-307.
  14. Liao Y., Deschamps F., Loures E. and Ramos L.F.P. Past, present and future of Industry 4 – a systematic literature review and research agenda proposal // International Journal of Production Research, Taylor & Francis, 2017. – 55 (12), – 3609-3629.
  15. Meshalkin V.P., Gartman T.N., Kokhov T.A., Korelstein L.B. Heuristic topological decomposition algorithm for optimal energy-resource-efficient routing of complex process pipeline systems. // Doklady Chemistry, – 2018. – 482(2), – 246-250.
  16. Mittal S., Khan M. A., Romero D., Wuest Th. Smart manufacturing: Characteristics, technologies and enabling factors // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part B Journal of Engineering Manufacture. 2019. Vol. 233(5). Pp. 1342-1361.
  17. Qian F., Zhong W., Du W. Fundamental theories and key technologies for smart and optimal manufacturing in the process industry // Engineering. 2017. Т. 3. № 2. Pp. 154-160.
  18. Wollschlaeger M., Sauter T. and Jasperneite J. The future of industrial communication: Automation networks in the era of the internet of things and industry 4.0 // Industrial Electronics Magazine, 2017. – 11. – 132.

## TRENDS OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF PROCESSING INDUSTRIES

© 2021 A.I. Shinkevich, A.A. Lubnina, I.A. Raiskiy

Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

The emergence of innovative technologies in industry has made a revolution that has contributed to a change in the production and logistics infrastructure, the structure of auxiliary and service subsystems. At the same time, innovative and technological development takes place within the framework of modern trends and concepts, such as Industry 4.0 and digitalization. The important thing here is the creation of smart industries that form their own innovation infrastructure, research program and technology development. Smart factories will integrate the entire supply chain into a single information system, which will be managed using intelligent information technologies. In this connection, it is necessary to assess the level of innovative development of industries within the framework of the Industry 4.0 concept, which includes indicators of innovative activity of enterprises, development and implementation of production technologies, investments in modernization and the purchase of new equipment. The purpose of the article is to identify trends and predict the innovative and technological development of manufacturing enterprises. Achievement of this goal presupposes the solution of the following tasks: study of modern domestic and foreign experience in the innovative development of industrial enterprises; diagnostics of indicators of innovative and technological development by industry; grouping industries by level of development using cluster analysis methods; forecasting trends in the development of manufacturing industries for the future. The article uses methods of descriptive statistics, applied methods of cluster analysis and forecasting methods. The infrastructure for innovative, smart factories and industries is yet to be created. The potential and opportunities for their creation are currently different for each type of production activity. Assessment of the level of innovative development for various types of manufacturing industry can become an effective tool for making management decisions at the state level.

*Key words:* manufacturing, technological development, innovative development, cluster analysis, forecasting.

DOI: 10.37313/1990-5378-2021-23-4-51-56

*The research was carried out within the framework of the grant of the President of the Russian Federation for state support of leading scientific schools of the Russian Federation, project number NSh-2600.2020.6.*

Alexey Shinkevich, Doctor of Economics, Doctor of Technics, профессор. E-mail: [ashinkevich@mail.ru](mailto:ashinkevich@mail.ru)  
Alsu Lubnina, Candidate of Economics, Associate Professor. E-mail: [alsu@yandex.ru](mailto:alsu@yandex.ru)  
Igor Raiskiy, Graduate Student. E-mail: [raisikiya@mail.ru](mailto:raisikiya@mail.ru)