

Перспективы развития и интеграции станкостроения в экосистему цифровой промышленности

Б. М. Позднеев, Д. В. Никитин, Е. В. Бабенко

Рассмотрены перспективы развития и интеграции предприятий и продукции станкостроительной отрасли в формирующуюся экосистему цифровой промышленности. Аспекты обеспечения конкурентоспособности станкостроения рассмотрены во взаимосвязи с развитием процессов цифровой трансформации, интеграции и интероперабельности систем управления, формирования кооперационных связей и цепей добавленной стоимости на основе нового комплекса национальных стандартов «Цифровая промышленность».

Ключевые слова: станкостроение, машиностроение, промышленность, умное производство, цифровое предприятие, экосистема, стандарты, интеграция, цепи добавленной стоимости

УДК 004

DOI: 10.22184/2499-9407.2023.31.2.88.94

Введение

Отрасль станкостроения традиционно считается «сердцевиной машиностроения» и относится к ключевым отраслям отечественного машиностроительного комплекса. История развития станкостроения в советский период достаточно хорошо освещена в многочисленных публикациях, в которых отражены этапы становления отрасли в годы первых пятилеток (30-е годы прошлого века), включая создание новых станкостроительных предприятий, освоение выпуска новых моделей станков, прессов и других видов технологического оборудования, организацию отраслевых научно-исследовательских институтов и КБ, специализированных вузов, а также подготовку конструкторских, технологических и управленческих кадров для отрасли [1].

Следует особо отметить, что развитие станкостроения в этот период осуществлялось в приоритетном порядке по отношению к другим важным отраслям (тяжелое машиностроение, металлургия и др.), поскольку обеспечивало средствами производства промышленность и влияло на становление смежных отраслей.

Отрасль станкостроения внесла неоценимый вклад в укрепление обороноспособности СССР в предвоенный период и обеспечение выпуска огромного количества вооружения и боеприпасов во время Великой Отечественной войны. В послевоенный период руководство СССР уделяло исключительно важное внимание развитию станкостроения: в 1947 году было создано Министерство станкостроения СССР (в последующем до 1991 года оно существовало как Министерство станкостроительной

и инструментальной промышленности СССР), построено значительное число новых предприятий, расширена номенклатура выпускаемой продукции, развит экспорт высококачественного оборудования и комплектующих.

Постсоветский период, связанный не только с распадом СССР, но и нарушением сложившихся десятилетиями межотраслевых и межрегиональных связей, жесткими рыночными условиями и разрушением системы управления, обернулся для отрасли катастрофическими последствиями [1].

Целью настоящей статьи является не выявление причин нынешнего состояния отрасли, а попытка обосновать и сформулировать предложения по наиболее актуальным направлениям развития станкостроения с учетом перспективных потребностей машиностроения и смежных отраслей промышленности в инновационном технологическом оборудовании, необходимом для технологического перевооружения, кратного повышения производительности труда, выпуска высококачественной и конкурентоспособной продукции для внутреннего рынка и создания экспортного потенциала.

В этой связи важное значение имеет повышение конкурентоспособности ключевых предприятий станкостроения, обеспечивающих выпуск конечной продукции, формирование новых логистических цепочек на основе форм цифрового взаимодействия с поставщиками, цифровой трансформации и автоматизации процессов управления предприятиями на основе лучших отечественных ИТ-продуктов и платформ.

Особую актуальность приобретает необходимость обновления существующих и разработка новых стандартов,

содержащих требования к высококачественной и конкурентоспособной продукции для создания умных производств и интеграции станкостроения в формирующуюся экосистему цифровой промышленности [2–6].

Станкостроение в аспекте инновационного развития и обеспечения технологического суверенитета машиностроения и промышленности

Для повышения конкурентоспособности и восстановления утраченных позиций российской станкоинструментальной промышленностью, а также для последующего наращивания экспортного потенциала в 2020 году была разработана «Стратегия развития станкоинструментальной отрасли на период до 2035 года» (утверждена распоряжением правительства Российской Федерации от 5 ноября 2020 года № 2869-р) (далее – Стратегия).

В соответствии с определенными в Стратегии целями, в 2020–2035 годах в отрасли должен осуществляться рост производства продукции со средним темпом на уровне 5,7% в год, а общее потребление станкоинструментальной продукции гражданскими отраслями должно возрасти соответственно с 18 до 38–40%.

В Стратегии особо отмечено, что в условиях смены технологического уклада и индустриальной парадигмы в сторону комплексной автоматизации и цифровизации производства растет спрос отечественной промышленности на высокотехнологичное современное оборудование.

Станкостроение является ключевым компонентом технологического суверенитета национальной экономики



Рис. 1. Влияние станкостроения на инновационное развитие машиностроения и смежных отраслей в условиях формирования экосистемы цифровой промышленности

и создает основу для развития технологической среды металлообработки, ключевых отраслей машиностроения и других обрабатывающих отраслей, активно включившихся в процессы создания цифровой экономики.

В свою очередь машиностроение относится к группе обрабатывающих отраслей промышленности и является важной составляющей хозяйственного комплекса и промышленности Российской Федерации. Предприятия машиностроения производят широкую номенклатуру продукции (технологическое оборудование, машины и механизмы, детали и полуфабрикаты) и оказывают услуги по ремонту продукции в соответствии с потребностями хозяйственного комплекса страны, включая внешнюю экономическую деятельность. Машиностроение имеет важное значение для устойчивого развития и обеспечения конкурентоспособности отечественной промышленности на внутреннем и внешнем рынке продукции и услуг.

В своей основе отечественное машиностроение представляет крупный отраслевой комплекс, в котором объединены более 100 отраслей и подотраслей с различным профилем деятельности и ряд отдельных специализированных предприятий.

Ассортимент продукции машиностроения отличается большим разнообразием, что обуславливает глубокую дифференциацию его отраслей, подотраслей и отдельных предприятий. Традиционно, в зависимости от потребления материала, энергоресурсов и трудозатрат, в структуре машиностроительного комплекса выделяют сектора: тяжелое машиностроение; общее машиностроение; среднее машиностроение; точное машиностроение;

производство металлических изделий и заготовок. Очевидно, что в ближайшие 10–15 лет станкостроение будет развиваться с учетом перспективных потребностей машиностроения и процессов цифровой трансформации в промышленности и экономике [7–12].

Формирование экосистемы цифровой промышленности на основе стандартов

Концепция четвертой промышленной революции, которая получила свое название от инициативы 2011 года, возглавляемой бизнесменами, политиками и учеными, определившими ее как средство повышения конкурентоспособности обрабатывающей промышленности Германии через усиленную интеграцию «киберфизических систем» (CPS) в заводские процессы (собственно Industry 4.0), получила широкую поддержку на международном уровне и стала основой для развития международной кооперации в области Industry 4.0 [9–12]. В этой кооперации принимают активное участие Китай, Япония, США, Италия, Франция, Нидерланды, Австралия, Чехия, Швейцария, Австрия, Мексика и др. Взаимодействие осуществляется в рамках двухсторонних и многосторонних программ сотрудничества. В широком смысле, концепция Industry 4.0 характеризует новый этап индустриального развития, на котором материальный мир соединяется с виртуальным, в результате чего рождаются новые киберфизические компоненты, объединенные в цифровую экосистему [8]. На рис. 2 представлена структура четырех промышленных революций с учетом исторического аспекта и характерных признаков.

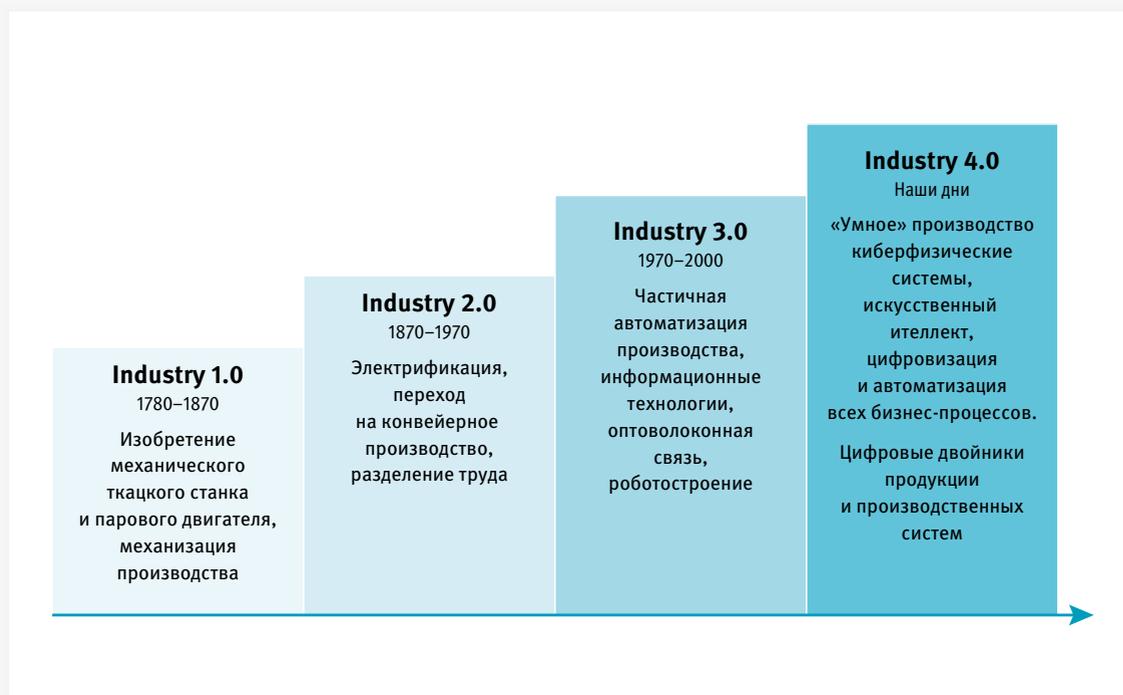


Рис. 2. Исторический аспект развития промышленных революций

При поддержке:



07-10 НОЯБРЯ 2023

МОСКВА, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

Место проведения:



Генеральный
информационный партнер:



Оборудование и технологии
для металлургии
и металлообработки
МеталлургМаш'2023



Металлопродукция
и металлоконструкции
для строительной отрасли
МеталлСтройФорум'2023



Транспортные
и логистические услуги
для предприятий ГМК
МеталлТрансЛогистик'2023

**29-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ
ПРОМЫШЛЕННАЯ
ВЫСТАВКА**

МЕТАЛЛ ЭКСПО 2023



Оргкомитет выставки:
тел./факс +7 (495) 734-99-66



www.metal-expo.ru

Необходимо указать, что практическая реализация этого нового подхода, основанного на процессах цифровой трансформации, потребует обеспечения интеграции и интероперабельности широкого класса информационных систем и телекоммуникационных сетей, взаимодействующих на региональном, национальном, отраслевом и нормативном уровнях. В этой связи деятельность в рамках международной кооперации в доминирующей степени ориентирована на унификацию и стандартизацию основополагающей терминологии, модели эталонной архитектуры, административной оболочки, семантической интероперабельности, совместимости, защиты целостности [7].

Одним из приоритетных направлений Industry 4.0 является создание и апробация новой модели эталонной архитектуры умного производства, первоначально определенной в стандарте DIN SPEC 91345-2016 Reference Architecture Model Industrie 4.0 (RAMI4.0) (Модель эталонной архитектуры Индустрии 4.0 (RAMI 4.0)), а в последующем принятой в международном стандарте IEC PAS 63088:2017 Smart manufacturing. Reference Architecture Model Industry 4.0. (Умное производство. Модель эталонной архитектуры Индустрии 4.0).

Благодаря определению модели эталонной архитектуры умного производства стало возможным обеспечить унификацию и взаимодействие различных компонентов цифровой экосистемы Industry 4.0:

- цифровые фабрики;
- цифровые двойники продукции и производственных площадок;
- промышленный Интернет вещей;
- киберфизические системы;
- искусственный интеллект и др.

Дальнейшее активное развитие стандартизации в этой области осуществляется с учетом результатов реализации пилотных проектов и целевых программ отраслевого, национального, межгосударственного и регионального уровня. На рис. 3 изображена эталонная архитектура для создания умного производства. В 2021 году введен в действие национальный стандарт ГОСТ Р 59799:2021 «Умное производство. Модель эталонной архитектуры Индустрии 4.0 (RAMI 4.0)», разработанный ТК 461 «Информационно-коммуникационные технологии в образовании (ИКТО)» [7–10].

Для обеспечения системного развития процессов цифровой трансформации и поэтапного формирования

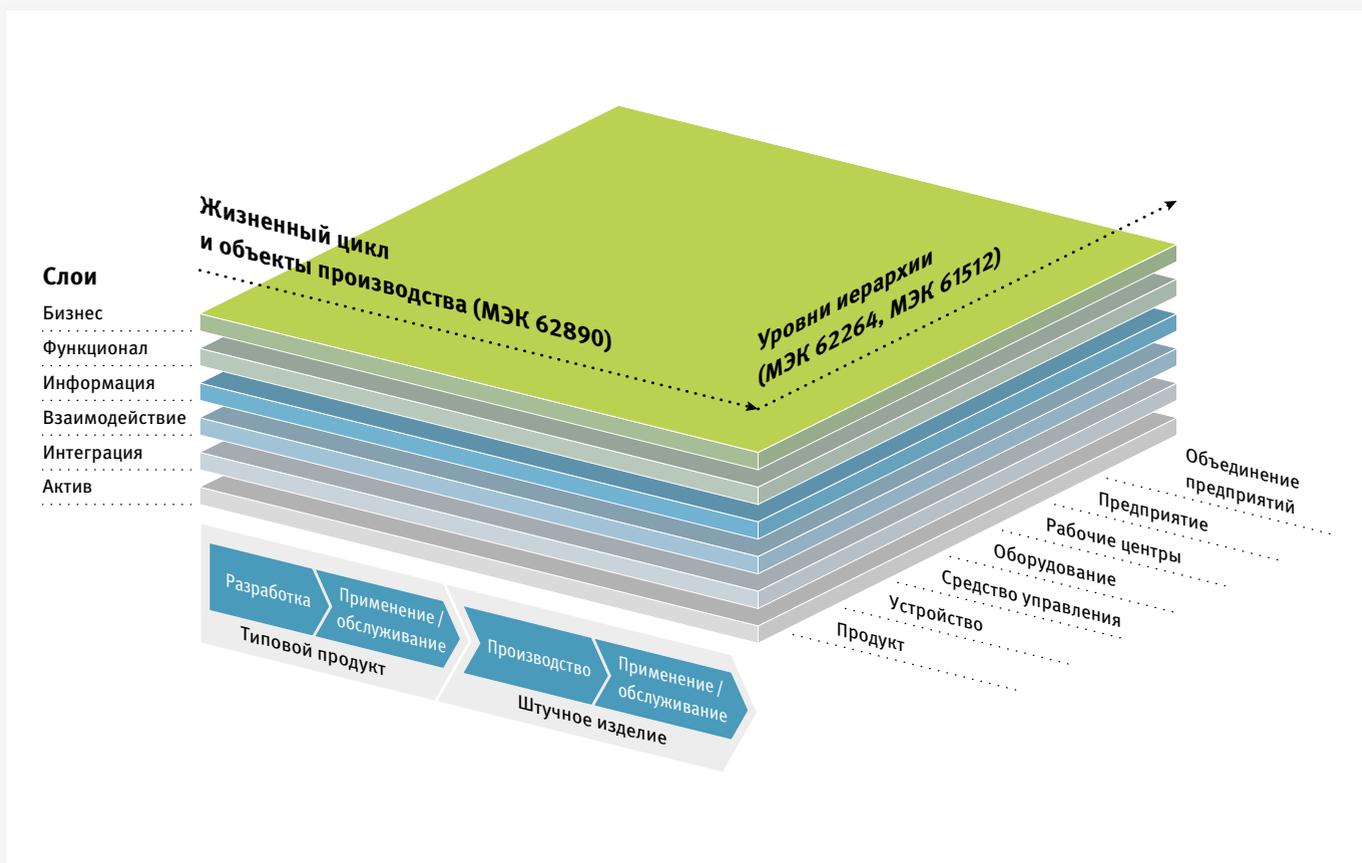


Рис. 3. Эталонная архитектура для создания умного производства

экосистемы цифровой промышленности по инициативе Росстандарта и при активной поддержке руководства РСПП в 2020 году был создан Координационный Совет председателей национальных и межгосударственных технических комитетов по стандартизации в области цифрового развития (КССЦР), в который в настоящее время входят 15 ключевых комитетов: ТК 005, ТК 022, ТК 032, ТК 058, ТК 100, ТК 141, ТК 142, ТК 164, ТК 165, ТК 182, ТК 306, ТК 459, ТК 461, ТК 480, ПТК 711.

В результате консолидации и активного взаимодействия технических комитетов в рамках КССЦР к настоящему моменту разработано более 35 национальных стандартов, гармонизированных с основополагающими международными стандартами и учитывающих состояние и перспективное развитие отечественной промышленности. Эта работа проводится при активном участии Экспертного совета Ассоциации «Цифровые инновации в машиностроении» (АЦИМ).

Опираясь на эти разработки и участие в работе ИСО и МЭК, экспертам КССЦР удалось создать и частично реализовать перспективную программу стандартизации в области развития цифровой промышленности на период 2021–2026 годов, в которую включены более 120 первоочередных стандартов. Поэтапная разработка и внедрение комплекса национальных стандартов под общим названием «Цифровая промышленность» должна стать не только катализатором развития процессов цифровой трансформации, но и создать методологическую базу для системного решения практических задач по созданию умных производств и цифровых предприятий на основе лучших отечественных решений [13–20].

Следует отметить, что в 2023 году в рамках указанной программы будет завершена разработка нескольких стандартов, имеющих важное значение для управления цифровизации промышленности. В их числе:

- ГОСТ Р XXXX «Цифровая промышленность. Основные положения. Общие требования к системе»;
- ГОСТ Р XXXX «Цифровая промышленность. Классификация и структура стандартов»;
- ГОСТ Р XXXX «Цифровая промышленность. Термины и определения»;
- ГОСТ Р XXXX «Цифровая промышленность. Руководство по применению модели эталонной архитектуры RAMI 4.0»;
- ГОСТ Р XXXX «Цифровая промышленность. Интеграция и интероперабельность систем. Термины и определения».

Стратегическое планирование развития и перспективы цифровой трансформации в станкостроении

В условиях беспрецедентного давления на Россию со стороны запада и обострения политической и экономической

ситуации в мире, вопросы обеспечения технологического суверенитета и укрепления обороноспособности страны напрямую связаны с необходимостью ускоренной модернизации и развития ключевых отраслей отечественной промышленности [15, 17]. В этой связи приоритетное развитие станкостроения можно рассматривать как один из действенных инструментов для обеспечения технологического суверенитета в условиях модернизации и цифровой трансформации промышленности.

В настоящее время существует целый ряд документов в области развития и цифровой трансформации различных отраслей отечественной промышленности, среди которых, в первую очередь, следует отметить «Стратегическое направление в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности» (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 6 ноября 2021 года № 3142) и «Стратегию развития станкоинструментальной промышленности на период до 2035 года».

В марте 2022 года Президент Российской Федерации издал Указ «О мерах по обеспечению технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации», наложивший запрет на использование иностранного программного обеспечения и ускоривший процесс импортозамещения. При этом необходимо отметить, что в сфере станкостроения наблюдается очень высокий уровень зависимости от поставок зарубежных комплектующих, и в первую очередь в отношении электронной компонентной базы (ЭКБ).

Исключительно позитивное значение имеет подготовка нового Федерального проекта по развитию станкоинструментальной промышленности на период до 2030 года, начатая в конце 2022 года и предусматривающая начало реализации проекта в первом полугодии 2023 года. Важно отметить, что в проект включены важные направления:

- разработка и производство основных групп металлообрабатывающего оборудования;
- разработка и производство критических комплектующих;
- создание новых производственных технологий, инструмента и оснастки;
- отраслевые и региональные меры поддержки;
- научное и кадровое обеспечение отрасли.

Также включены такие важные темы, как «Стандартизация и оценка соответствия» и «Цифровая трансформация производства».

В рамках выполнения мероприятий по указанным двум направлениям нового Федерального проекта может быть обеспечен значительный инновационный эффект в развитии станкостроения. Прежде всего, необходимо радикально обновить базу стандартов в сфере станкостроения, которая в настоящее время включает около 3000 национальных и межгосударственных стандартов (средний

возраст более 25 лет). В перспективе до 2030 года планируется разработка около 1000 стандартов, что потребует не только координации деятельности существующих ТК, но и создание новых комитетов по стандартизации.

В приоритетном порядке необходима разработка стандартов по следующим важным направлениям:

- цифровая инфраструктура отрасли и станкостроительного предприятия;
- эталонная архитектура процессов проектирования и производства продукции станкостроения;
- эталонная архитектура и интеграция системы ЧПУ в умном производстве;
- система сбора и обработки данных о технологическом оборудовании в реальном времени;
- создание цепей добавочной стоимости и кооперация в станкостроении;
- обеспечение кибербезопасности при эксплуатации металлообрабатывающего оборудования.

Литература

1. **Юденков Н. П.** Догнать и перегнать. Станкостроение СС-СР в условиях санкций // СТАНКОИНСТРУМЕНТ. 2022. № 394 (028). С. 86–91.
2. **Кузнецов А. П.** Основные задачи формирования импортонезависимой станкоинструментальной отрасли в России // СТАНКОИНСТРУМЕНТ. 2016. № 2. С. 16–25.
3. **Кузнецов А. П.** От состояния локализации к развитию станкостроения // СТАНКОИНСТРУМЕНТ. 2018. № 4 (013). С. 1–12.
4. **Кузнецов А. П.** Направления развития металлорежущих станков: системные принципы. Ч. 1 // СТАНКОИНСТРУМЕНТ. 2020. № 3 (020). С. 30–41.
5. **Пантюхин О., Васин С.** Цифровой двойник технологического процесса изготовления изделий специального назначения // СТАНКОИНСТРУМЕНТ. 2021. № 1 (022). С. 56–58.
6. **Серков Н. А., Пась О. В.** Перспективы повышения точности прецизионных многокоординатных машин с ЧПУ методами цифровой коррекции // СТАНКОИНСТРУМЕНТ. 2022. № 4 (029). С. 42–49.
7. German Standardization Roadmap Industrie 4.0. Version 4 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.din.de/en/innovation-and-research/industry-4-0/german-standardization-roadmap-on-industry-4-0-77392>, свободный.
8. **Мошелла Д.** Путеводитель по цифровому будущему: Отрасли, организации и профессии. М.: Альпина Паблишер, 2020. 215 с.
9. Внедрение и развитие Индустрии 4.0. Основы, моделирование и примеры из практики. М.: ТЕХНОСФЕРА, 2020. 302 с.
10. **Шваб К.** Четвертая промышленная революция. М.: Эксмо, 2016. 138 с.
11. Цифровая трансформация: ожидания и реальность: докл. к XXIII Ясинской (Апрельской) междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 2022 г. [Текст] / Г.И. Абдрахманова, С.А. Васильковский, К.О. Вишневский, М.А. Гершман, Л.М. Гохберг и др.; рук. авт. кол. П.Б. Рудник; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2022. 221 с.
12. Броницкий Т.Л., Вишневский К.О., Гохберг Л.М., и др. Развитие отдельных высокотехнологичных направлений. Белая книга. ООО «Типография ИРМ-1».
13. **Шалаев А. П.** Цифровому производству нужны умные стандарты // Connect. Мир информационных технологий. № 1–2, 2021. С. 4–10.
14. **Лоцманов А. Н.** Нужен межведомственный штаб по продвижению платформы «Промышленность РФ 4.0» // Connect. Мир информационных технологий. 2020. № 5–6. С. 4–10.
15. **Позднеев Б. М.** Цифровые инновации – основа формирования нового облика отечественного машиностроения // Стандарты и качество. 2021. № 3 (1005). С. 50–52.
16. **Головин С. А., Лоцманов А. Н., Позднеев Б. М.** Российско-германское сотрудничество и области Индустрии 4.0 // Стандарты и качество. 2020. № 8 (998). С. 26–29.
17. **Головин С. А., Лоцманов А. Н., Позднеев Б. М.** Стратегия информационного обеспечения эффективного вхождения промышленности России в современные условия // Стандарты и качество. 2020. № 7 (997). С. 68–73.
18. **Позднеев Б. М., Бушина Ф., Левченко А. Н., Шароватов В. И., Бабенко Е. В.** Интеграция и интероперабельность информационных систем в промышленности на основе стандартов // Сб.л трудов X Международной научной конференции «ИТ – СТАНДАРТ 2020». М.: Издательство «Проспект», 2020. С. 66–76.
19. **Позднеев Б. М., Бушина Ф., Бабенко Е. В. и др.** Международная и национальная стандартизация в сфере информатизации, информационных технологий и цифрового развития: учеб. пособие. М.: ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», 2020. 159 с.
20. **Позднеев Б. М., Бушина Ф., Бабенко Е. В. и др.** Цифровая промышленность и умное производство (концепция, стандарты, модели, основные понятия): учеб. пособие. М.: ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», 2022. 116 с.

Авторы

Позднеев Борис Михайлович – доктор технических наук, профессор, председатель Правления Ассоциации «Цифровые инновации в машиностроении»

Никитин Дмитрий Владимирович – председатель экспертного совета Ассоциации «Цифровые инновации в машиностроении»

Бабенко Евгения Васильевна – исполнительный директор Ассоциации «Цифровые инновации в машиностроении»



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ТЕХНОСФЕРА» ПРЕДСТАВЛЯЕТ КНИГУ:



Цена 2 600 руб.

Ян Гибсон, Давид Розен, Брент Стакер

ТЕХНОЛОГИИ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА. Трехмерная печать, быстрое прототипирование и прямое цифровое производство

Перевод с англ. книги издательства «Springer»
под ред. д.ф.-м.н., проф. И.В. Шишковского
М.: ТЕХНОСФЕРА, 2022. – 648 с. ISBN 978-5-94836-447-6

Предисловие к русскому изданию

Я был очень рад, когда услышал, что профессор Игорь Шишковский будет научным редактором русского издания нашей монографии. Обладая многолетним и богатым опытом в данной области, этот известный ученый и педагог сможет гарантировать как техническую точность, так и ясность изложения. Поскольку русский язык является одним из самых распространенных языков в мире, этот перевод позволит значительно расширить аудиторию, которая сможет впервые получить доступ к данной информации. Я надеюсь, что исследователи, студенты и преподаватели найдут эту книгу прекрасным дополнением к своей коллекции, и что она расширит их познания в быстро развивающихся областях аддитивных технологий.

Брент Стакер
профессор, университет Луисвилля (Кентукки, США)

Содержание

Предисловие

Глава 1. Введение и описание основных принципов

Глава 2. Развитие технологий АП

Глава 3. Общая последовательность процесса АП

Глава 4. Процесс фотополимеризации в ванне

Глава 5. Плавление порошков в сформированном слое

Глава 6. Экструзионные системы

Глава 7. Распыление материала методом струйной печати

Глава 8. Распыление связующего для струйной печати

Глава 9. Процессы ламинирования листовых (слоистых) материалов

Глава 10. Процессы направленного энерговклада

Глава 11. Технологии прямой записи

Глава 12. Преимущества бюджетных систем АП

Глава 13. Руководство по выбору процесса

Глава 14. Постобработка

Глава 15. Задачи программного обеспечения в АП

Глава 16. Прямое цифровое производство

Глава 17. Проектирование для АП

Глава 18. Быстрое изготовление инструмента

Глава 19. Применения АП

Глава 20. Возможности для бизнеса и будущее АП



**ИНФОРМАЦИЯ О НОВИНКАХ:
www.technosfera.ru**

Как заказать наши книги?

По почте: 125319, Москва, а/я 91
По телефону: (495) 234-01-10
E-mail: knigi@technosfera.ru
sales@technosfera.ru



ТЕХНОСФЕРА
РЕКЛАМНО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР

100% ГАРАНТИЯ
ПОЛУЧЕНИЯ ВСЕХ НОМЕРОВ



Стоимость 2200 р. за номер
Периодичность: 10 номеров в год
www.electronics.ru



Стоимость 1450 р. за номер
Периодичность: 8 номеров в год
www.photonics.ru



Стоимость 1450 р. за номер
Периодичность: 6 номеров в год
www.j-analytics.ru

ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛЫ

www.technosfera.ru



Стоимость 1300 р. за номер
Периодичность: 8 номеров в год
www.lastmile.ru



Стоимость 1300 р. за номер
Периодичность: 8 номеров в год
www.nanoindustry.ru



Стоимость 1800 р. за номер
Периодичность: 4 номера в год
www.stankoinstrument.ru