

Цифровой переход промышленных предприятий в «smart» экосистему

К.С. Майорова , Е.С. Балашова 

Санкт-Петербургский государственный морской технический университет,
190008, Санкт-Петербург, ул. Лоцманская, д. 3, Российская Федерация

✉ Mayорова@smtu.ru

Аннотация. Цифровая трансформация является основой развития предприятий промышленной отрасли и неизбежно ведет к взаимосвязанным изменениям в продуктах, услугах, стратегиях, бизнес-процессах и отношениях между предприятиями и рыночными сегментами. «Smart» производства не могут эффективно развиваться в виде изолированных проектов, поскольку требуется развитие в контексте секторов рынка. Так промышленные предприятия расширяют свои экосистемы, а благодаря согласованно действующим инновациям начинается активное внедрение и распространение процессов их цифровой трансформации. В условиях цифровизации «smart» экосистема становится глобальной и растущей многоотраслевой средой не только для предприятий промышленной отрасли, но и для всех участников рынка – поставщиков, партнеров, общественных организаций, клиентов и др. Данные объединения способствуют более быстрому внедрению инновационных технологий, соединению ресурсов для получения максимальных результатов, гибкому реагированию на резкие изменения рынка, которые в условиях цифровой трансформации требуют от предприятий комплексных результатов деятельности. Целью данного исследования является выявление и определение особенностей цифрового перехода промышленных предприятий в «smart» экосистему. Автором определено, какие условия способствуют появлению принципиально новых экосистем предприятий промышленной отрасли, инициирующих активное развитие инновационных технологий и продуктов, а также появление новых возможностей расширения сферы деятельности. Проведен анализ этапов создания эффективной «smart» экосистемы промышленных предприятий и выявлены особенности каждого из них. Отмечено, что данный план развития такой экосистемы позволит промышленным предприятиям осуществить более эффективную подготовку к активному внешнему сотрудничеству даже в ограниченных условиях отрасли. В исследовании сформулированы шесть ключевых факторов, к которым относятся: 1) синхронизация жизненных циклов предприятия; 2) наполнение интеллектуальным программным обеспечением и обеспечение подключения к сети традиционных продуктов промышленных предприятий; 3) использование аналитики для подведения итогов производственной деятельности и принятия решений на основе данных из разных источников, включая продукты, подключенные к сети; 4) гибкость собственного производства; 5) осуществление перехода в «smart» экосистему следует начать с бизнес-модели «все как услуга»; 6) создание «smart» экосистем и управление ими. Данные факторы влияют на успешное и эффективное функционирование «smart» экосистемы предприятий промышленной отрасли в современных условиях, что впоследствии позволит оказывать персонализированные, контекстуальные, инновационные услуги, приносящие регулярные доходы.

Ключевые слова: экономика промышленности, экосистема промышленных предприятий, цифровизация, «smart» продукт, трансформация, Индустрия 4.0

Для цитирования: Майорова К.С., Балашова Е.С. Цифровой переход промышленных предприятий в «smart» экосистему. *Экономика промышленности*. 2021;14(4):433–444. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2021-4-433-444>

Digital transition of industrial enterprises into the “smart” ecosystem

K.S. Mayorova , E.S. Balashova 

State Marine Technical University,
3 Lotsmanskaya Str., St. Petersburg 190008, Russian Federation

✉ Mayorova@smtu.ru

Abstract. Digital transformation is the foundation for the development of industrial enterprises and inevitably leads to interconnected changes in products, services, strategies, business processes and relations between enterprises and market segments. Smart production cannot develop effectively in the form of isolated projects since development is required in the context of market sectors. So industrial enterprises expand their ecosystems, and thanks to coordinated innovations, the active introduction and dissemination of their digital transformation processes begins. In the context of digitalization, the “smart” ecosystem is becoming a global and growing multisectoral environment not only for industrial enterprises, but also for all market participants – suppliers, partners, public organizations, customers, etc. These associations contribute to faster adoption of innovative technologies, connecting resources for maximum results, flexible response to sharp changes in the market, which, in the context of digital transformation, require enterprises to achieve comprehensive results. The purpose of this study is to identify and identify the features of the digital transition of industrial enterprises to the smart ecosystem. The author determined what conditions contribute to the emergence of fundamentally new ecosystems of industrial enterprises that initiate the active development of innovative technologies and products, as well as the emergence of new opportunities for expanding the sphere of activity. An analysis of the stages of creating an effective “smart” ecosystem of industrial enterprises was carried out, and the characteristics of each of them were identified. It is noted that this smart ecosystem development plan will allow industrial enterprises to make more effective preparations for active external cooperation even in limited industry conditions. The study identifies six key factors, which include: synchronization of the life cycles of the enterprise; providing intelligent software and network connectivity for traditional industrial products; use analytics to take stock of production activities and make decisions based on data from a variety of sources, including products connected to the network; in-house production should be flexible; the transition to a smart ecosystem should start with an all-as-a-service business model; creating and managing smart ecosystems. These factors affect the successful and efficient functioning of the smart ecosystem of industrial enterprises in modern conditions, which will subsequently allow the provision of personalized, contextual, innovative services that generate regular revenues.

Keywords: industrial economics, transformation, ecosystem, digitalization, “smart” product, industry 4.0

For citation: Mayorova K.S., Balashova E.S. Digital transition of industrial enterprises into the “smart” ecosystem. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2021;14(4):433–444. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2021-4-433-444>

工业企业向 “smart” 生态系统的数字化转型

K.S. 马约罗娃, E.S. 巴拉绍娃

圣彼得堡国立海洋技术大学,
190008, 俄罗斯联邦, 圣彼得堡, 洛茨曼斯卡亚街3号

✉ Mayorova@smtu.ru

摘要：数字化转型是根本性的变革，不可避免地导致产品、服务、战略、业务流程以及企业与细分市场之间关系的相互关联的变化。»smart»产业不能作为孤立的项目有效发展，因为它需要在分块市场的背景下发展。比如，工业企业开始扩大其生态系统，并通过协同创新，积极实施和推进其数字化转型过程。随着数字化的发展，»smart»生态系统正在成为一个全球性的、不断增长的多行业环境，不仅适用于工业企业，而且适用于所有市场参与者——供应商、合作伙伴、社会组织、客户等。这些组合有助于更快地采用创新技术；链接资源以实现成果最大

化，并灵活应对数字化转型要求企业提供综合业务成果的巨大市场变化。本研究旨在识别和定义工业企业向»smart»生态系统数字化转型的特征。作者确定了哪些条件有助于建立全新的工业生态系统，启动创新技术和产品的积极开发，以及创造新的机会来扩大其业务范围。对创建有效的工业企业»smart»生态系统的阶段进行了分析，并揭示了每个阶段的特点。值得注意的是，这一»smart»生态系统发展计划将使工业企业即使在有限的行业环境中也能为积极的外部合作做好准备。该研究阐明了影响现代条件下工业企业»smart»生态系统成功和有效运作的六个关键因素，这些因素随后将能够提供个性化、情景化的创新服务，从而产生经常性收入。

关键词：生态系统、数字化、»smart»产品、工业经济、转型、工业4.0

Введение

В современных условиях развития цифровизации как феномена Индустрии 4.0 и активного внедрения цифровых технологий в производство для любого предприятия важно стать частью экосистемы промышленной отрасли. Для построения эффективной экосистемы руководители предприятий должны мыслить нестандартно, учитывать необходимость сотрудничества с самыми разнообразными партнерами и появление новых бизнес-возможностей, и все это в целях создания продуктов и услуг, ориентированных на результат [1]. Такая работа требует полного отказа от устаревших промышленных стратегий, ориентированных на продукт.

Руководители промышленных предприятий осознают, что корпоративные ценности, инновационная мощь и клиентская поддержка их компаний в итоге будут зависеть не только от собственных усилий, как складывалось десятилетиями, но и от коллективных амбиций экосистем, к которым они будут принадлежать. Данные партнерские экосистемы будут способствовать активному развитию инновационных технологий и продуктов, а также появлению новых возможностей расширения сферы деятельности. Только действующие модели, построенные вокруг многосторонних и многоплановых партнерств и открытых сетей сотрудничества, создадут достаточно ценности для выживания. Появление экосистем в промышленности неизбежно, их следует создавать как действующие партнерские сети, объединенные целью разработки новых клиент-ориентированных продуктов и услуг, направленных в первую очередь на результат.

Границы отраслей сформировались еще при старой экономической системе, но цифровая революция решительно смела их прочь. Сегодня под влиянием спроса возникают совершенно новые экосистемы предприятий. Цифровизация порождает принципиально новые »smart» экосистемы, которые обусловят грандиозный передел рынков. При этом она меняет и внутреннюю бизнес-архитектуру компании во всех ее аспектах, от ме-

тодов ведения маркетинга до цепочек создания стоимости [2]. «Smart» экосистемы часто являются открытыми сетями стратегических деловых партнеров, имеющих общую цель стимулирования роста и инноваций [6, 7]. С этой точки зрения экосистема – сеть, обеспечивающая конкурентоспособность компании. Кроме того, цифровая трансформация предъявляет абсолютно новые требования к фундаменту, на котором основывается бизнес-компания, – от ИТ-архитектуры до цифровой корпоративной культуры. Самые впечатляющие перемены наблюдаются при появлении новых »smart» экосистем, когда лидерам рынка приходится ставить на карту буквально все: свою репутацию, трудовые и производственные ресурсы, финансы. Границы между отраслями перекраиваются, прежние преимущества утрачивают значимость, внезапно возникают совершенно неожиданные симбиотические союзы [3].

Переход промышленных предприятий в »smart» экосистему

Принципиальная схема создания новых симбиотических союзов в условиях цифровизации представлена на **рисунке**.

На первом уровне – «новые экосистемы» – понадобится стратегическое мышление для создания и развития новых секторов и сегментов (**рисунк а**). Инновации появляются на стыках отраслей, и здесь речь идет в первую очередь о новых рынках, которые возникают благодаря технологическим возможностям. На втором уровне – «бизнес-архитектура» – основное внимание уделяется операционным вопросам (**рисунк б**). Прорывные цифровые игроки обладают преимуществами прежде всего в том, что касается клиентского опыта [4]. В рамках простых и надежных процессов они формируют стройную схему взаимодействия с клиентом на всех этапах – от первого контакта до выполнения заказа, и на их фоне традиционные предприятия нередко выглядят устаревшими. Кроме того, многие новые участники рынка успешно пользуются ИТ-архитектурой, тем самым ускоряя инновационное

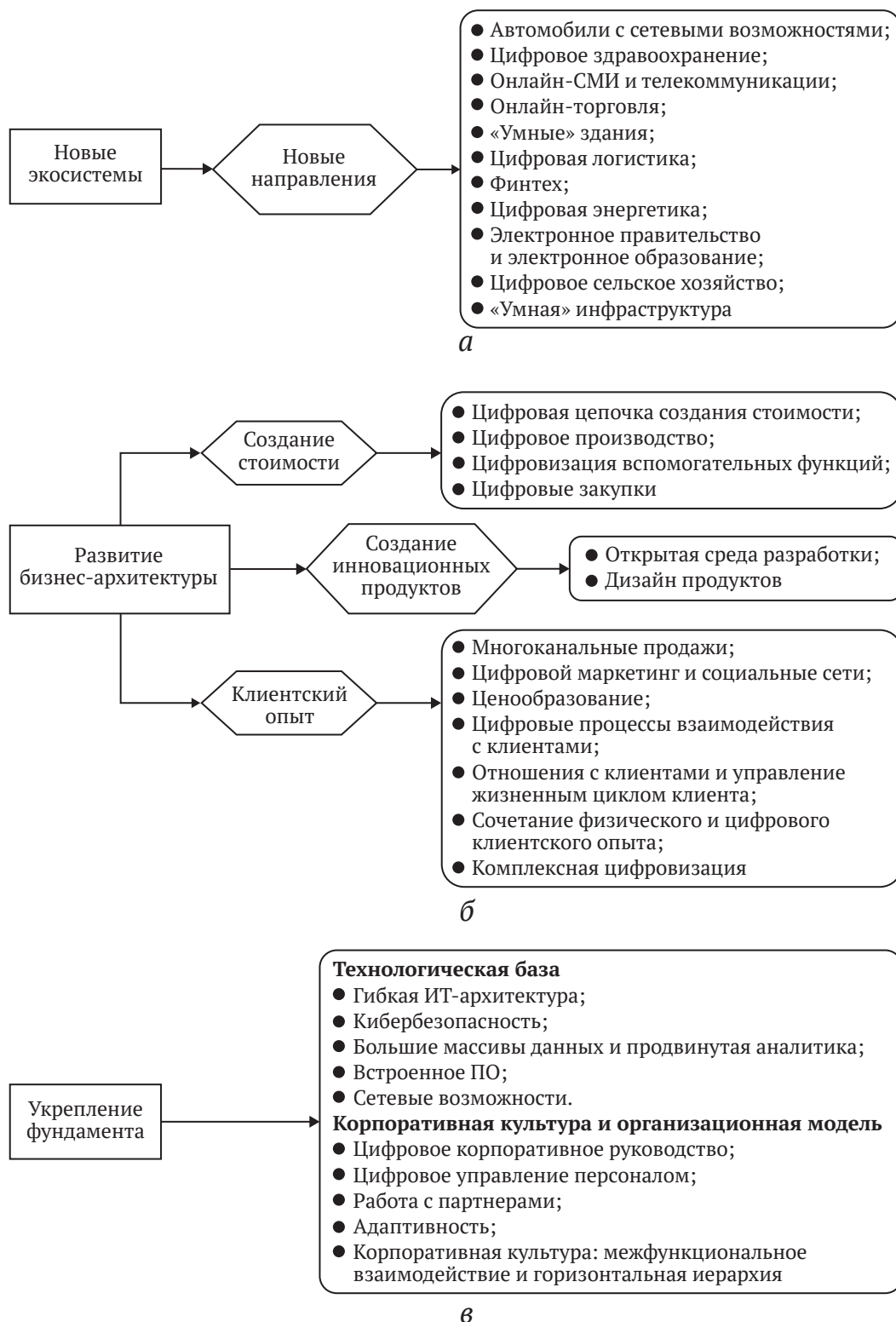


Рисунок. Создание новых симбиотических союзов в условиях цифровизации: новые экосистемы (а); развитие бизнес-архитектуры (б); укрепление фундамента (в)

Источник: составлено автором на основе [5]

Creation of new symbiotic alliances in the context of digitalization: new ecosystems (a); business architecture development (b); strengthening the foundation (c)

Source: compiled by the author based on [5]

развитие своих продуктов. Для построения цифровой цепочки создания стоимости передовые игроки рынка уже перевели в цифровой формат и техническую поддержку, и анализ данных. Однако цифровизация затрагивает не только производственные направления, она в корне меняет и административно-управленческие функции.

Третий уровень – «фундамент» – охватывает технологические и организационные модели (рисунк 6) [5]. Существующую ИТ-систему невозможно заменить в одночасье, поскольку для реализации цифровых проектов нужны совершенно новые навыки. Таким образом, возникает необходимость в создании отдельной гибкой и быстрой ИТ-системы. Для работы с ней понадобится привлечь новых цифровых специалистов, ориентированных на горизонтальную иерархию и межфункциональное взаимодействие. Таким образом, нужно будет пересмотреть как корпоративную культуру, так и организационную модель.

Исходя из вышеизложенного, целью исследования является выявление и определение особенностей цифрового перехода промышленных предприятий в «smart» экосистему.

Автором предложен комплекс этапов создания эффективной «smart» экосистемы промышленных предприятий и выявлены особенности каждого из них. Кроме того, были сформулированы шесть ключевых факторов, способствующих осуществить промышленным предприятиям плавный переход в «smart» экосистему, что в дальнейшем позволит им оказывать персонализированные и инновационные услуги, приносящие регулярные доходы в условиях цифровой трансформации отрасли.

В связи с установленной целью необходимо решить следующие задачи:

- определить, какие условия способствуют появлению принципиально новых экосистем;
- провести анализ этапов создания эффективной «smart» экосистемы промышленных предприятий и выявить их особенности;
- сформулировать ключевые факторы, оказывающие влияние на успешное и эффективное функционирование «smart» экосистемы предприятий промышленной отрасли в современных условиях.

Для своих участников – партнеров, поставщиков, общественных учреждений, клиентов и других заинтересованных сторон – экосистема становится глобальной и растущей многоотраслевой средой. Партнеры объединяются и сотрудничают для более быстрого внедрения инноваций, соединения ресурсов для достижения лучших результатов и более гибкого реаги-

рования на стремительные рыночные изменения, которые все чаще требуют не одномерных продуктов, а комплексных результатов.

Как правило, «smart» экосистемы строят вокруг интеллектуальной собственности, созданной одним основным партнером. Такую собственность объединяют с сервисным оборудованием и различными API-интерфейсами, а также предлагают на горизонтальном или вертикальном рынке «как услугу» [8]. Большинство существующих промышленных предприятий пришли из «старого мира» с ограниченными взглядами и иным менталитетом – мира, где предприятия должны следовать строгим отраслевым стандартам и производственным этапам, а данные отчетности и интеллектуальная собственность являются документами строгой секретности. Появление цифровых технологий сделало прежние ограничения излишними: теперь же для повышения эффективности промышленные предприятия обмениваются данными отчетности и интеллектуальной собственностью, а строгие отраслевые стандарты перекраиваются и становятся более гибкими. Кроме того, благодаря цифровым технологиям оказалось, что на рынок могут выходить любые неожиданные игроки, будь то стартапы или устоявшиеся конкуренты.

Повсеместное присутствие цифровых технологий означает, что теоретически компания из любой отрасли может в кратчайшие сроки и с небольшим бюджетом ворваться в отрасль и полностью ее трансформировать [9]. В этом смысле цифровые технологии размыли границы и радикально снизили барьер для входа на те рынки, где цифровые технологии дают преимущества, – и ухода с них. Для промышленных отраслей это означает, что никто больше не сможет жестко контролировать рынки – просто быть отличным производителем технически совершенного оборудования для той или иной рыночной ниши будет уже недостаточно. Потребуется большее: сервисы, построенные на оборудовании, обеспечивающем результат. С операционной точки зрения это означает, что потребуются наилучшие партнеры для разработки и маркетинга таких услуг.

У промышленных предприятий в итоге не останется выбора – крупные компании не смогут самостоятельно разрабатывать сложное аппаратное и программное обеспечение, обеспечивающее комплексные результаты, нужные завтра. На всем протяжении цепочки создания ценности для клиента предприятия должны будут использовать партнеров независимо от того, будут ли они независимыми поставщиками или даже кон-

курентами. Компаниям придется стать открытыми для таких связей, потому что те потенциально могут оказаться неожиданными источниками инноваций. Они должны оживить корпоративную культуру и сделать каждого сотрудника ответственным за сотрудничество и инновации [10]. Встраивание в такие партнерские сети и более широкие «smart» экосистемы может обеспечить темпы инноваций и достаточно средств для обновления основного бизнеса. И тогда основной бизнес станет трамплином для вхождения в новые виды деятельности.

«Smart» экосистемы могут быть достаточно сложными по структуре, и, как правило, со временем они эволюционируют [11, 12]. Следовательно, способность продумывать сценарии участия в экосистеме, развивать и внедрять модели такой работы, безопасно и прибыльно управлять компанией в нескольких экосистемах станет ключевой задачей. Самое большое преимущество «smart» экосистемы – ее инновационная сила. Внедрять

инновации вместе с узкоспециализированными партнерами, такими как стартапы, можно гораздо эффективнее, чем при помощи собственной внутренней структуры НИОКР. Схема шагов, которые предстоит выполнить для того, чтобы создать высокоэффективную «smart» экосистему, готовую к использованию в качестве инновационной платформы, представлена в **таблице**.

Ранее для обеспечения глобального роста предприятиям всегда приходилось строить глубокие вертикальные структуры – от стратегии до процессов. Теперь же им нужно готовиться к активнейшему внешнему сотрудничеству, часто на весьма ограниченных уровнях. С управленческой точки зрения это бывает проблематично, так как промышленным предприятиям придется создавать единые гибкие глобальные подразделения, более прозрачные и пластичные, изначально настроенные на сотрудничество. Это потребует изменений по всей организации – в людях, технологиях и стратегии.

Таблица / Table

Этапы создания эффективной «smart» экосистемы

Stages of creating an effective “smart” ecosystem

Номер этапа	Шаг	Описание
1	Выбор направления	Решающее значение для успешной инкубации имеет разработанная стратегия сроком на 4–5 лет
2	Поддержка руководства	Сильная и надежная поддержка руководства. Процесс быстрого принятия решений и преодоление проблем
3	Проектный комитет	Модель управления должна помогать в реализации стратегии партнерства в экосистеме: например, в выявлении других участников экосистемы и содействии им
4	Диверсификация KPI	Необходимо определить показатели и KPI, определяющие успех стратегического партнерства в экосистеме, не учитывая только объемы продаж
5	Роль коммуникаций	Активизация коммуникационных связей, разработка целостного подхода к проблемам клиентов, операционной группе
6	Дорожная карта решения	Для повышения рентабельности принимаемых решений производится проверка рабочих гипотез с клиентами, малыми и средними компаниями в отрасли и т.д. до начала разработки; далее идет доработка решений до начала полномасштабных инвестиций, затем проходит опытная эксплуатация
7	Управление глобальным охватом	Распределение приоритетов и настройка управления географическим охватом с помощью глобальных групп поддержки
8	Ранние победы и их возможности	Практика быстрых побед для создания и поддержания в компании нужного настроения
9	Гибкая операционная модель	Использование гибкой операционной модели рынка в целях оперативного реагирования на изменения рынка; регулярного наблюдения за уровнем эффективности инноваций и процессами управления программами
10	Управление инновациями и культурная адаптация	Использование философии «единой команды» для управления процессом, создания метрик и выработки отношений. Стратегическое партнерство в рамках «smart» экосистемы как недавно созданная бизнес-единица. Разработанная концепция, позволяющая стратегическому партнерству в «smart» экосистеме сосредоточиться на ключевых активностях, что способствует достижению максимального результата

Источник: составлено автором на основе [5]

Source: compiled by the author based on [5]

Поэтому руководители должны первыми положить начало изменениям, объявив, что из производителя одних только продуктов и услуг предприятие становится компанией, которая поможет клиентам добиваться наилучших результатов [13]. Для начала им придется признать, что сотрудники всех уровней располагают связями, полезными для экосистемной стратегии компании, поэтому потребуется внедрить технологии совместной работы, которые помогут сотрудникам общаться друг с другом, внешними организациями и клиентами.

Опросы показывают, что 78 % руководителей планируют добиться роста на новых направлениях при помощи гибких организационных форм сотрудничества, таких как стратегические альянсы, совместные предприятия или даже дружественные слияния и поглощения [14]. Концепция слияния и поглощения позволяет предприятиям укрепить свои позиции в отрасли, сформировать новые конкурентные преимущества, освоить новые рынки сбыта, улучшить свой системный каркас, изменив ключевые элементы своей деятельности. В условиях цифровой трансформации данная концепция становится наиболее эффективной для предприятий промышленной отрасли, поскольку она затрагивает в первую очередь их бизнес-процессы. Таким образом, концепция слияния и поглощения на цифровом рынке становится эффективной формой сотрудничества предприятий промышленной отрасли в целях кооперирования, получения доступа к данным, инновационным технологиям, кадровым ресурсам и повышения конкурентоспособности в условиях нового рынка. Две трети компаний, опередивших конкурентов за последние три года, утверждают, что поощряют сотрудников быть активными в построении отношений с внешними заинтересованными сторонами – в отличие от трети, оказавшейся в отставших [15].

Факторы, которые помогут осуществить переход в «smart» экосистему

Исходя из проведенного анализа, опыт успешно реализованных проектов таких компаний, как Bosch Siemens Hausgerate, Siemens, Caterpillar, Michelin, позволяет сформулировать шесть основных факторов, которые потенциально дадут другим промышленным предприятиям возможность оперативно получить целый комплекс преимуществ от цифровизации и плавно осуществить переход в «smart» экосистему. Объединение данных факторов составляет основу, на которой и будет в дальнейшем строиться подлинная цифровая «smart» экосистема про-

мышленности [16]. Однако в самом начале рекомендуется их реализовывать экспериментально, в соответствии с гибким мелкомасштабным подходом, т.е. каждую в отдельности, как недорогие пилотные проекты. Зарубежный опыт создания цифровых экосистем демонстрирует эффективность внедрения данных решений в действующие производства промышленной отрасли, поскольку это позволяет руководителям, сотрудникам и рабочим группам почувствовать эффективность и в полной мере оценить, как с их помощью создается ценность. Небольшой масштаб реализации вдохновит сотрудников на идеи для следующих шагов. Преимуществом данного формата реализации решений являются адекватные инвестиции.

Переход к «smart» экосистеме должен быть дифференцированным, поскольку все производства, корпоративные культуры и традиции отличаются друг от друга. Производственные модели промышленной отрасли весьма различны в разных отраслях, таких как автопром, фармацевтика, ЖКХ и промышленное машиностроение, поэтому у каждой из предложенных шести факторов есть своя отправная точка, своя скорость и свой бюджет для начального этапа перехода в цифровую экосистему.

1. Синхронизация жизненных циклов предприятия. Цифровые технологии быстро развиваются, рынки следуют их примеру, и в такой жесткой конкурентной среде важно развитие управления жизненным циклом продукта (PLM – *Product Lifecycle Management*). Ключ к этому – синхронизация управления жизненными циклами оборудования и программного обеспечения (ПО). По мере того как цифровизация последовательно внедряется в производства промышленной отрасли, оборудование, продукты, станки и другие производственные активы будут устаревать медленнее чем ПО, которое их контролирует [17]. Для разрешения данной дилеммы необходимо как можно раньше заняться интеграцией и синхронизацией циклов разработки аппаратного и ПО. Такого пока еще не произошло на большинстве промышленных предприятий, унаследовавших традиционные продукты, не подключенные к сети. Только синхронизация предотвратит разрывом аппаратных и программных функций на более позднем этапе развития производств.

2. Наполнение интеллектуальным ПО и обеспечение подключения к сети традиционных продуктов промышленных предприятий для их дальнейшего взаимодействия с окружающей средой – клиентами, другими предприятиями или продуктами. Данная тенденция уже формирует-

ся – не останется инструментов, машин или станков, которые являются источниками ценности «сами по себе», они исчезнут или станут просто носителями для интеллектуального ПО, которое и определит качество продукта или станка и прибыльность на соответствующем рынке. Некоторые компании это уже реализовали. Производитель бытовой техники Bosch Siemens Hausgerate стремится в ближайшие годы сделать все свои продукты «smart» и подключенными к сети. Создание подключенных продуктов и организация производственных процессов вокруг подключенных к сети машин означает, что ПО постепенно возьмет на себя роль своего рода мышечной ткани, которая будет приводить в действие все оборудование. Выгоды от такого подхода колоссальные. Например, в составе немецкого промышленного гиганта Siemens есть небольшой электротехнический завод на юге Германии, который в 1990 г. был автоматизирован на 25 %, а теперь достиг степени цифровизации 75 %. Его уровень брака теперь составляет менее 11,5 изделий на миллион, а объем производства увеличился в 8,5 раз при незначительном изменении числа сотрудников [18].

3. Использование аналитики для подведения итогов производственной деятельности и принятия решений на основе данных из разных источников, включая продукты, подключенные к сети. Бесперебойный поток данных, их сбор и аналитика в скором времени станут основой прибыльности цифровизованной промышленной отрасли [19]. Продукты предприятий смогут сообщать создателям о собственном местоположении, производительности и текущем состоянии. Информация, поступающая в режиме реального времени, может рассказать обо всем – от времяпрепровождения и предпочтений клиентов до текущих показателей эффективности, износа и нештатных ситуаций. Возможность получения подобных данных в будущем создаст огромную ценность для развития производств в условиях цифрового развития промышленной отрасли. Инвестирование независимых информационных и производственных технологий, реализованное ранее, в настоящее время не позволяет полностью использовать потенциал. Однако, когда продукты и основные средства разрабатываются для подключения к сети и могут передавать данные, новые аналитические методы позволяют изменить бизнес-модели или создавать совершенно новые предприятия. Предприятие, не использующее аналитику данных даже на уровне проектов, оказывается в проигрыше. Американский производитель тяжелого оборудования

Caterpillar признал это, создав решение, которое позволяет его клиентам контролировать свой автопарк в режиме реального времени, чтобы быстро оценить необходимость технологического обновления. Огромное количество данных, получаемое в реальном времени от машин, бесценно для оптимизации перевозок, расхода топлива и загрузки механиков-водителей [20].

4. Собственное производство должно быть гибким. Использование промышленной автоматизации повысит скорость и гибкость производства. Благодаря датчикам и контрольным устройствам, которые теперь встроены в большинство машин, автоматизация уже изменила автопром и производство индустриального оборудования. Все чаще такие устройства подключаются к системам управления и контроля производства, логистики и ERP-системам через облако, чтобы можно было использовать аналитику [21]. В результате производители получают невероятные возможности контроля и анализа производственных процессов и могут принимать различные меры для повышения эффективности. Они способны, например, выявлять и прогнозировать «узкие» места и пределы прочности оборудования, контролировать соответствие законодательным и техническим требованиям, минимизировать отходы, ускорять производственный цикл предприятия, запускать новые процессы с большей эффективностью и принимать более продуманные решения о том, как управлять подключенной к сети взаимодействующей рабочей силой. Интеграция производства с процессами управления жизненным циклом приложений и продуктов ускорит цепочку проектирования, разработки и производства, позволит использовать полученную аналитику в «smart» продуктах и сервисах.

5. Переход в «smart» экосистему следует начать с бизнес-модели «все как услуга». Эта бизнес-модель становится парадигмой будущей экономики результата в рамках активной цифровизации. В ней вместо того, чтобы приобретать продукты и услуги в собственность, их используют по мере необходимости. Становясь более интеллектуальными и подключаясь к сети, промышленные устройства создают все больше данных, что может стать основой целого ряда новых бизнес-моделей, основанных на данных и услугах. Разработав поддерживающую цифровую инфраструктуру, которую возможно перенастраивать для создания новых цепочек и сетей создания стоимости, за подключенными к сети продуктами последуют услуги на основе данных. Например, сетевые возможности и встроенный

интеллект позволили французскому производителю автомобильных колес Michelin сделать частью бизнеса поддержание надежности и безопасности шин по принципу «все как услуги». «Smart» датчики, встроенные в шины, контролируют и координируют их текущее состояние и пробег, обеспечивая при необходимости замену. Так, компания Michelin создала новое направление бизнеса, которое обеспечивает дополнительные доходы, не вредя основному бизнесу по продаже шин. Данное решение позволило компании адаптироваться к новой экономике, основанной на услугах, по мере ее развития [22].

6. Создание «smart» экосистем и управление ими. На развитой стадии экономики результата не останется компаний, целиком владеющих цифровыми цепочками создания стоимости. В мире промышленного Интернета вещей рассредоточенные по всему миру предприятия создадут собственные многомерные экосистемы поставщиков, клиентов, технологических партнеров, стартапов, научных организаций, конкурентов, подрядчиков, дилеров и дистрибьюторов, благодаря подключению к сети и различным платформам, и будут управлять ими. Они станут частью сосуществующих и взаимопроникающих производств, являясь, в свою очередь, ядром собственной «smart» экосистемы.

Заключение

В результате проведенного исследования автором сделаны следующие выводы:

1. Цифровизация в промышленной отрасли имеет решающее значение для трансформации производств и требует формирования понимания, что от продуктов, подключенных к сети, нужно перейти к подключенным сервисам. Промышленные предприятия должны прогнозировать возникающие потребности клиентов и использовать конвергенцию всех видов информации для того, чтобы не упустить потенциальную ценность. Это позволит оказывать персонализированные, контекстуальные, инновационные услуги, приносящие регулярные доходы. Другими словами, необходимо создать «максимально привлекательный продукт», и, следовательно, необходим набор бизнес-возможностей, способный обеспечить осмысленный клиентский опыт, который можно развивать дальше. Именно эти условия способствуют появлению «smart» экосистем промышленных предприятий в условиях цифровой трансформации отрасли.

2. Поскольку структура «smart» экосистем является достаточно сложной и продолжает постоянно развиваться и совершенствоваться, не-

обходим гибкий инструмент, способный прорабатывать разные сценария участия в экосистеме, развивать и внедрять модели данной работы. В качестве инструмента автором предложен комплекс, состоящий из десяти этапов создания высокоэффективной «smart» экосистемы: выбор направления, поддержка руководства, проектный комитет, диверсификация KPI, роль каналов, дорожная карта решения, управление глобальным охватом, ранние победы и возможности, которые появляются «на лету»; гибкая операционная модель, управление инновациями и культурная адаптация.

3. В ходе анализа реализованных проектов нескольких компаний и основываясь на изученных материалах по теме исследования автором были сформулированы шесть основных факторов, которые позволят промышленным предприятиям оперативно получить целый комплекс преимуществ от цифровизации и плавно осуществить переход в «smart» экосистему. Объединение данных факторов – это базис, на котором и будет в дальнейшем строиться подлинная цифровая «smart» экосистема: синхронизация жизненных циклов предприятия; наполнение интеллектуальным программным обеспечением и обеспечение подключения к сети традиционных продуктов промышленных предприятий; использование аналитики для подведения итогов производственной деятельности и принятия решений на основе данных из разных источников, включая продукты, подключенные к сети; гибкость собственного производства; переход в «smart» экосистему следует начать с бизнес-модели «все как услуга»; создание «smart» экосистем и управление ими.

Совместная задача руководителей – видеть картину в целом, создавать свою «smart» экосистему и объединять все составляющие. Сочетание собственных знаний о продуктах и клиентах с технологическим опытом индустриальных партнеров станет скорее нормой, чем исключением. На смену конкуренции между производствами придет конкуренция между динамическими цифровыми экосистемами и их центральными игроками [23]. Промышленным предприятиям больше не нужно будет самим обеспечить собственные цифровые возможности, но динамическое объединение таких возможностей станет важнейшим конкурентным преимуществом. Способности анализировать, разрабатывать варианты и внедрять в экосистемах партнерские модели окажутся новыми важными качествами для развития промышленной отрасли в новых условиях.

Стратегия перехода промышленных предприятий в «smart» экосистемы, подключенных к сети, основана на полном цикле преобразований – от генерации идей до перевода в серийное производство. Для достижения успеха предприятиям потребуется приобрести навыки как к соз-

данию продуктов с особым акцентом на партнерские отношения в модели открытого обмена цифровой информацией, так и к перестройке бизнес-мышления, что в свою очередь приведет к формированию новых цифровых бизнес-моделей на предприятиях промышленной отрасли.

Список литературы

1. Балашова Е.С., Красовская И.П., Майорова К.С., Малышев Е.А., Малышева Т.Е., Палкина Е.С., Барыкин С.Е., Счисляева Е.Р., Кох Л.В., Кох Ю.В., Семенов Н.А., Панова Е.А., Плис К.С., Русакова Т.Б., Сайченко О.А., Стрельникова Л.А. Актуальные технологии современной экономики и инфраструктуры: цифровая и инновационная экономика. СПб.: СПбМТУ; 2020. 375 с.
2. Кох Л.В., Кох Ю.В. Особенности цифровой и цифровизированной экономики. *Цифровая трансформация экономики и промышленности. Сборник трудов научно-практической конференции с зарубежным участием*. СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС; 2019. С. 166–173.
3. Demidenko D.S., Kulibanova V.V., Maruta V.G. Using the principles of “digital economy” in assessing the company’s capitalization. *Proceedings of the 31st International Business Information Management Association Conference (IBIMA)*. St. Petersburg: International Business Information Management Association; 2018. P. 6087–6091.
4. Балашова Е.С., Гнездилова О.И. Инновации в российской промышленности: государственная поддержка, ожидания и реальность. *Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета Петра Великого. Экономические науки*. 2017;10(2):33–43. URL: <https://economy.spbstu.ru/article/2017.64.3/> (дата обращения: 29.10.2021).
5. Роджерс Д.Л. Цифровая трансформация: практ. пособие / пер. с англ. М.: Точка; 2017. 344 с.
6. Акбердина В.В. Трансформация промышленного комплекса России в условиях цифровизации экономики. *Journal of New Economy*. 2018;19(3):82–99. <https://doi.org/10.29141/2073-1019-2018-19-3-8>
7. Малышев А.Е., Бабкин А.В. Основные тренды цифровизации развития «умных» мегаполисов. *Цифровая экономика и Индустрия 4.0: тенденции 2025. Сборник трудов научно-практической конференции с международным участием*. СПб.: СПбПУ; 2019. С. 269–275.
8. Gorovoy A.A., Mottaeva A., Bataev A.V. Evaluation of the future development of the digital economy in Russia. *Vision 2020: Sustainable Economic Development and Application of Innovation Management from Regional expansion to Global Growth. Proceedings of the 32nd International Business Information Management Association Conference (IBIMA)*. Seville, Spain; 2018. P. 88–101.
9. Accenture. Machine dreams making the most of the connected industrial workforce. URL: https://www.accenture.com/t20160506T052209__w__/us-en/_acnmedia/PDF-13/Accenture-Connected-Industrial-Workforce-Research.pdf (дата обращения: 29.10.2021).
10. Ozerov E.S., Pupentsova S.V., Leventsov V.A. Selecting the best use option for assets in a corporate management system. *Proceedings of the 6th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization: Trends and Future Directions (ICRITO)*. Noida, India: Excellent publishing house; 2017. P. 162–170. <https://doi.org/10.1109/ICRITO.2017.8342418>
11. Balashova E.S., Gromova E.A. Russian industrial sector in the conditions of the Fourth Industrial Revolution. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2018;404(1):012014. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/404/1/012014>
12. Deutschland.de. Цереvizация мира. URL: <https://www.deutschland.de/ru/topic/ekonomika/innovacii-tehnologii/setevizacia-mira> (дата обращения: 23.10.2021).
13. Балашова Е.С., Левина О.С., Гельфонд Д.В. Перспективы развития инвестиционной активности в промышленности России. *Неделя науки Санкт-Петербургского государственного морского технического университета*. 2020;2(4):2. https://doi.org/10.52899/9785883036063_52
14. Палкина Е.С. Анализ результативности формирования инновационной экономики в России. *Инновации*. 2020;1(255):58–65. URL: <https://maginnov.ru/ru/zhurnal/arhiv/2020/innovacii-n-1-2020/analiz-rezultativnosti-formirovaniya-innovacionnoj-ekonomiki-v-rossii> (дата обращения: 23.10.2021).
15. Джесутасан Р., Будро Дж. Реинжиниринг бизнеса. Как грамотно внедрить автоматизацию и искусственный интеллект. М.: Альпина Паблишер; 2019. 278 с.
16. Ильин И.В., Левина А.И., Дубгорн А.С. Цифровая трансформация как фактор формирования архитектуры и ИТ-архитектуры предприятия. *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия. Экономика и экологический менеджмент*. 2019;(3):50–55. <https://doi.org/10.17586/2310-1172-2019-12-3-50-55>
17. Шеффер Э. Индустрия X.0 Преимущества цифровых технологий для производства. М.: Точка; 2019. 320 с.
18. Бабкин А.В., Барышев В.А. Комплексная методика управления проектно-инвестиционной де-

тельностью промышленного предприятия. *Неделя науки СПбПУ. Сборник трудов научной конференции с международным участием*. СПб.: СПбПУ; 2016. С. 81–84.

19. Балашова Е.С., Майорова К.С., Гельфонд Д.В. Цифровая трансформация процессов создания стоимости автомобильной промышленности. *Неделя науки Санкт-Петербургского государственного морского технического университета*. 2020;2(4):16. https://doi.org/10.52899/9785883036063_57

20. Шваб К.М. Четвертая промышленная революция / пер. с англ. М.: Эксмо; 2017. 208 с.

21. Gassmann O., Frankenberger K., Csik M. The Business Model Navigator. Upper Saddle River, NJ: FT Press; 2015. 400 p.

22. Майорова К.С. Разработка индустриальных продуктов предприятий: цифровой жизненный цикл. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2021;(6-5(108)):43–53. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.108.6.144>

23. Кулагин В., Сухаревски А., Мефферт Ю. Digital@Scale: Настольная книга по диджитализации бизнеса. М.: Интеллектуальная Литература; 2020. 293 с.

References

1. Balashova E.S., Krasovskaya I.P., Mayorova K.S., Malyshev E.A., Malysheva T.E., Palkina E.S., Barykin S.E., Schislyaeva E.R., Koh L.V., Kokh Yu.V., Semenov N.A., Panova E.A., Plis K.S., Rusakova T.B., Saychenko O.A., Strelnikova L.A. Current technologies of modern economics and infrastructure: digital and innovative economics. St. Petersburg: SMTU; 2020. 375 p. (In Russ.)

2. Koch L.V., Koch Yu.V. Features of digital and digitalized economics. *Digital Transformation of Economy and Industry. Proceedings of the X Research-Practice Conference with Foreign Participation*. St. Petersburg: Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University-Press; 2019, pp. 166–173. (In Russ.)

3. Demidenko D.S., Kulibanova V.V., Maruta V.G. Using the principles of “digital economy” in assessing the company’s capitalization. *Proceedings of the 31st International Business Information Management Association Conference (IBIMA)*. St. Petersburg: International Business Information Management Association; 2018, pp. 6087–6091.

4. Balashova E.S., Gnezdilova O.I. Innovations in Russian industry: government support, expectations and reality. *St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics*. 2017;10(2):33–43. (In Russ.). URL: <https://economy.spbstu.ru/article/2017.64.3/> (accessed on 29.10.2021).

5. Rogers D.L. Digital transformation. Practical guide. Moscow: Tochka; 2017. 344 p. (In Russ.)

6. Akberdina V.V. The transformation of the Russian industrial complex under digitalisation. *Journal of New Economy*. 2018;19(3):82–99. (In Russ.). <https://doi.org/10.29141/2073-1019-2018-19-3-8>

7. Malyshev A.E., Babkin A.V. Main trends of digitalisation in smart-megalopolis development. *Digital economy and Industry 4.0: trends in 2025. Proceedings of the Scientific and Practical Conference with International Participation*. St. Petersburg: SPbPU; 2019, pp. 269–275. (In Russ.)

8. Gorovoy A.A., Mottaeva A., Bataev A.V. Evaluation of the future development of the digital economy in Russia. *Vision 2020: Sustainable Economic Development and Application of Innovation Management from Regional expansion to Global Growth. Proceedings of the*

32nd International Business Information Management Association Conference (IBIMA). Seville, Spain; 2018, pp. 88–101.

9. Accenture. Machine Dreams. Making the most of the Combined Workforce. URL: https://www.accenture.com/t20160506T052209__w__/us-en/_acnmedia/PDF-13/Accenture-Connected-Industrial-Workforce-Research.pdf (accessed on 29.10.2021).

10. Ozerov E.S., Pupentsova S.V., Leventsov V.A. Selecting the best use option for assets in a corporate management system. *Proceedings of the 6th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization: Trends and Future Directions (ICRITO)*. Noida, India: Excellent publishing house; 2017, pp. 162–170. <https://doi.org/10.1109/ICRITO.2017.8342418>

11. Balashova E.S., Gromova E.A. Russian industrial sector in the conditions of the Fourth Industrial Revolution. *IOP Conference Series: Materials science and engineering*. 2018;404(1):012014. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/404/1/012014>

12. Deutschland.de. Networking the world. URL: <https://www.deutschland.de/ru/topic/ekonomika/innovacii-tehnologii/setevizacia-mira> (accessed on 23.10.2021).

13. Balashova E.S., Levina O.S., Gelfond D.V. Prospects for the development of investment activity in the Russian industry. *Science Week of the SMTU*. 2020;2(4):2. (In Russ.). https://doi.org/10.52899/9785883036063_52

14. Palkina E.S. Analysis of effectiveness of innovative economy formation in Russia. *Innovations*. 2020;1(255):58–65. (In Russ.). URL: <https://maginnov.ru/ru/zhurnal/arhiv/2020/innovacii-n-1-2020/analiz-rezultativnosti-formirovaniya-innovacionnoj-ekonomiki-v-rossii> (accessed on 23.10.2021).

15. Jesutasan R., Boudreau J. Business reengineering. How to competently introduce automation and artificial intelligence. Moscow: Alpina Publisher; 2019. 278 p. (In Russ.)

16. Ilyin I.V., Levina A.I., Dubgorn A.S. Digital transformation as a factor of the enterprise architecture and IT architecture development. *Scientific Journal of NIU ITMO. Economics and Environmental*

Management. 2019;(3):50–55. (In Russ.). <https://doi.org/10.17586/2310-1172-2019-12-3-50-55>

17. Schaeffer E. Industry X.O. Advantages of Digital Technology for Production. Moscow: Tochka; 2019. 320 p. (In Russ.)

18. Babkin A.V., Baryshev V.A. Comprehensive methodology for managing the design and investment activities of an industrial enterprise. *Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University Science Week. Proceedings of a scientific conference with international participation*. St. Petersburg: Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University; 2016, pp. 81–84. (In Russ.)

19. Balashova E.S., Mayorova K.S., Gelfond D.V. Digital transformation of automotive value creation.

Science Week of the SMTU. 2020;2(4):16. (In Russ.). https://doi.org/10.52899/9785883036063_57

20. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution. Moscow: Eksmo; 2017. 208 p. (In Russ.)

21. Gassmann O., Frankenberger K., Csik M. The Business Model Navigator. Upper Saddle River, NJ: FT Press; 2015. 400 p.

22. Mayorova K.S. Development of industrial products of enterprises: a digital lifecycle. *International Research Journal*. 2021;(6-5(108)):43–53. (In Russ.). <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.108.6.144>

23. Kulagin V., Sukharevsky A., Meffert Yu. Digital @ Scale: Business digitalization handbook. Moscow: Intellectual literature; 2020. 293 p. (In Russ.)

Информация об авторе

Майорова Ксения Сергеевна – старший преподаватель кафедры инновационной экономики, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, 190008, Санкт-Петербург, ул. Лоцманская, д. 3, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7218-0221>; e-mail: mayorova@smtu.ru

Балашова Елена Сергеевна – д-р экон. наук, доцент, декан Инженерно-экономического факультета, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, 190008, Санкт-Петербург, ул. Лоцманская, д. 3, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0014-8040>; e-mail: elenabalashova@mail.ru

Information about authors

Ksenia S. Mayorova – Senior Lecturer at the Department of Innovative Economics, State Marine Technical University, 3 Lotsmanskaya Str., St. Petersburg 190008, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7218-0221>; e-mail: mayorova@smtu.ru

Elena S. Balashova – Dr.Sci. (Econ.), Associate Professor, Dean at the Faculty of Engineering and Economics, State Marine Technical University, 3 Lotsmanskaya Str., St. Petersburg 190008, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0014-8040>; e-mail: elenabalashova@mail.ru

Поступила в редакцию 01.11.2021; поступила после доработки 11.12.2021; принята к публикации 16.12.2021

Received 01.06.2021; Revised 11.12.2021; Accepted 16.12.2021