

УДК 330.47

**Принципы формирования архитектуры цифрового пространства
российского бизнеса**

Лёвина А.И., Ильин И.В., Дубгорн А.С., Калязина С.Е.

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра
Великого»

**The principles of the formation of the digital space architecture of Russian
business**

Levina A.I., Ilin I.V., Dubgorn A.S., Kalyazina S.E.

Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University

Аннотация: Успешная цифровая трансформация бизнеса требует правильного подхода к построению бизнес-архитектуры. Целью статьи является разработка методологии формирования цифровой архитектуры от уровня предприятий до государственного уровня. В статье решаются следующие задачи: описание подхода, при котором на основе определения основных заинтересованных сторон и драйверов цифровой трансформации российского бизнеса строится модель мотивационного расширения; разработка базовой методологии цифровой архитектуры на уровне предприятия; разработка методологии расширения базовой цифровой архитектуры. Методологической основой исследования является расширенный аналитический подход для интеграции метамоделей цифровой архитектуры. Результатом исследования явилась методология формирования цифровой архитектуры на уровне предприятия и ее распространения на уровень отраслей и регионов как архитектуры цифрового бизнес-пространства, приведены примеры.

Ключевые слова: цифровая трансформация, архитектура предприятия, архитектура цифрового пространства, мотивационное расширение

Summary: Successful digital business transformation requires the right approach to building a business architecture. The aim of the article is to develop a methodology for the formation of digital architecture from the enterprise level to the state level.

The following tasks are solved in the article: a description of the approach in which a model of motivational expansion is built on the basis of determining the main stakeholders and drivers of digital transformation of the Russian business; development of a basic methodology for digital architecture at the enterprise level; development of a methodology for expanding the basic digital architecture. The methodological basis of the study is an advanced analytical approach for the integration of digital architecture metamodels. The result of the study was a methodology for the formation of digital architecture at the enterprise level and its distribution to the level of industries and regions as the architecture of a digital business space, examples are given.

Key words: digital transformation, enterprise architecture, digital space architecture, motivational expansion

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №19-18-00452)

Введение

Цифровая трансформация — это процесс, который необходим бизнесу во всем мире для адаптации к новым условиям и предпочтениям общества цифровой экономики. Главным драйвером изменений выступает современный потребитель. Цифровая трансформация обеспечивает совокупность преобразований через изменения в бизнесе, внедрение инновационной культуры в компании, адаптацию бизнес-моделей, широкое использование данных, клиентоцентричность и управление ценностью [1]. Ключевыми направлениями цифровой трансформации можно считать клиентоцентричность, партнерство, использование данных, поиск и внедрение инноваций [2]. Бизнесу необходимо адаптироваться к стремительно меняющейся культуре потребления и коммуникаций. Продукт сейчас — это процесс взаимодействия с клиентом, в связи с чем требуется изучение, анализ и управление клиентским опытом, чтобы использовать это как платформу для

роста и создания новых продуктов и услуг. Цифровая трансформация базируется на принципе развития инфраструктуры как платформы или целой экосистемы компании. Важной составляющей в этой концепции является принцип открытого API и гибкой интеграции. Цифровое партнерство становится одним из важных факторов масштабирования. Залогом успешной трансформации бизнеса является правильное формирование структуры компании, подбор кадров с необходимой квалификацией и мотивацией, выбор правильного подхода к ведению деятельности и методологии управления. Соответственно, требуется построение релевантной задачам цифровой архитектуры.

Совокупность социальных и социотехнических механизмов, деятельности по организации и управлению цифровыми процессами, технологической среды (в т.ч. цифровой инфраструктуры, цифровых платформ), собственно цифровых процессов, цифровых данных и т.п. образует цифровое пространство [3]. Темпы изменений различных сфер жизни напрямую зависят от качества цифровой трансформации, в том числе от степени использования потоков данных (цифровых процессов). Плотность связей и отношений в социальном мире существенно возросла за счет использования техники и информационно-коммуникационных технологий, и будет нарастать далее до новых структурных изменений, которые получают свое оформление в социотехнических системах: цифровых инфраструктурах, цифровых платформах, хранилищах данных (информация или цифровые данные), виртуальных мирах и т.п. Формирование цифрового пространства необходимо начинать с уровня предприятия и распространять далее на уровень отрасли, региона и т.д. для включения в широкомасштабные процессы глобальной цифровой трансформации. При этом региональные и отраслевые стратегии должны согласовываться со стратегиями трансформаций в прорывной сфере.

Одним из основных принципов цифровой модернизации является использование архитектурного подхода при описании процессов, внедрение

цифровой системы управления архитектурой, от стратегического планирования и рисков до проектов, ведение на всех уровнях процессного проектного управления с персонализацией ответственности на всех участках от портфеля проекта до его элементов [4].

С целью разработки архитектуры цифрового пространства российского бизнеса было проведено исследование, в ходе которого были выявлены основные драйверы цифровой трансформации российского бизнеса. На этой основе построена модель мотивационного расширения.

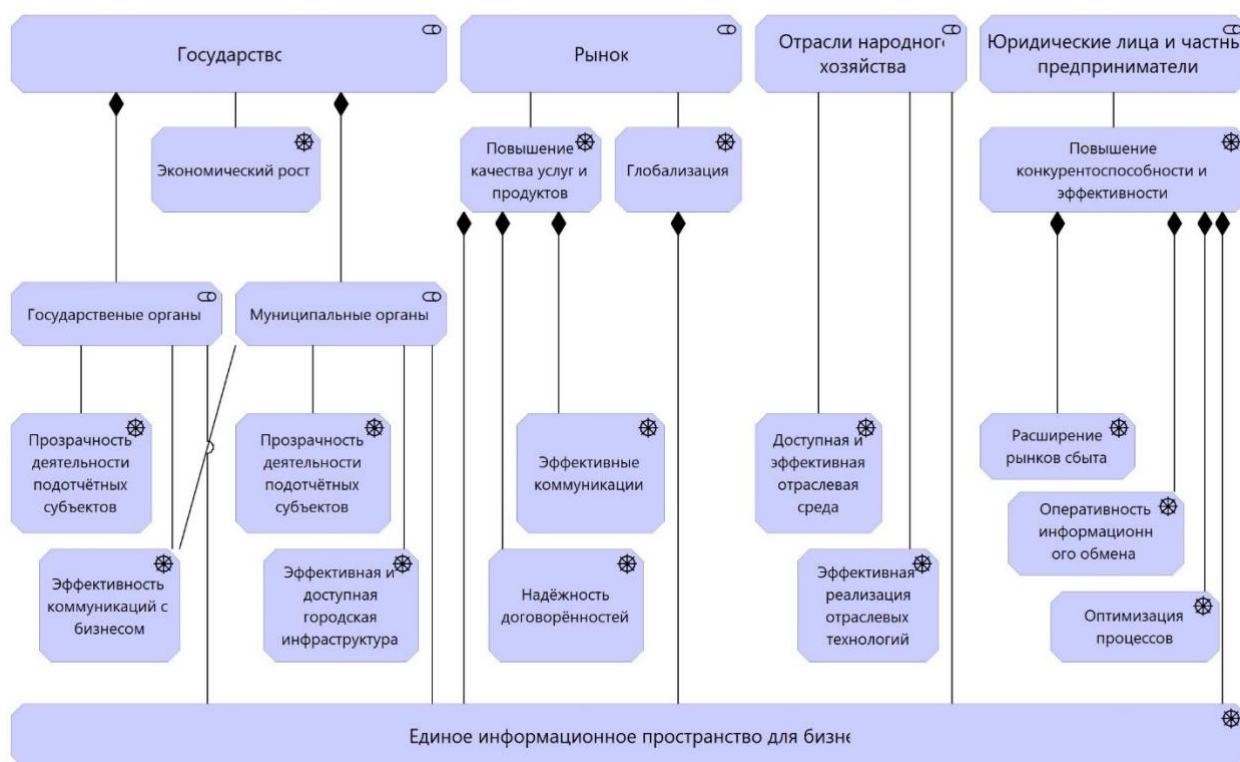


Рисунок 1 - Модель мотивационного расширения системы российского бизнеса при переходе к цифровой экономике.

Дальнейшие исследования посвящены разработке методологии формирования цифровой архитектуры от уровня предприятий к уровню отраслей и регионов.

Методология

Методологическая база исследований включает:

1. Архитектура предприятия как комплексный подход к интеграции разнородных элементов (бизнес-процессы, функциональная

структура, организационная структура, информационные системы и технологии, цифровые технологии, производственные технологии, активы) в эффективную бизнес-систему [5,6].

2. Сервис-ориентированный подход как средство согласования (выравнивания) требований и возможностей бизнес- и ИТ-элементов единой системы. Одна из основных функций сервис-ориентированной архитектуры это создание широкой архитектурной модели, определяющей цели приложений и подходы, которые помогут достичь этих целей [7].

Методологию исследования для целей построения методологии цифровой трансформации целесообразно рассматривать по уровням:

1. Уровень предприятия:

- 1.1.Формирование моделей бизнес-процессов и архитектуры ИТ-поддержки предприятий
- 1.2.Определение возможностей цифровых технологий и формирование архитектуры цифровых сервисов
- 1.3.Формирование подходов к внедрению цифровых технологий (на основе концепции ERP3)
- 1.4.Внедрение цифровых технологий на предприятиях

2. Уровень отрасли

- 2.1.Разработка референтных (тиражируемых) отраслевых моделей цифровой архитектуры
- 2.2.Определение сквозных цифровых технологий для отраслей
- 2.3.Формирование архитектуры отраслевой цифровой среды

3. Уровень региона

- 3.1.Интеграция региональных и корпоративных технологий
- 3.2.Формирование архитектуры региональной цифровой среды

Принципы формирования архитектуры цифрового пространства:

1. Взаимодействие субъектов по выделенным уровням
2. Единое информационное пространство.

Базовая модель цифровой архитектуры на уровне предприятия расширяется с помощью механизмов преобразования и адаптивных моделей. Применяется расширенный аналитический подход для систематической компоновки и интеграции архитектурных метамоделей, представлений в рамках корпоративной архитектуры.

Результаты

Как показало исследование, основными стейкхолдерами цифровой трансформации в России являются государство, рынок как институциональная среда, отрасли народного хозяйства, юридические лица и частные предприниматели. Эти стейкхолдеры заинтересованы в стабильном росте национальной экономики, в общем повышении качества оказываемых услуг и производимых продуктов, в конкурентоспособности национальных продуктов и услуг на глобальном рынке, в формировании единого информационного пространства, доступного всем участникам бизнес среды [8]. Основными драйверами к использованию технологий цифровизации можно считать экономические изменения, сокращение затрат при увеличении прибыли, установление стабильного бизнеса.

На этой основе разработана методология формирования цифровой архитектуры от уровня предприятий к уровню отраслей и регионов (вплоть до уровня государства). На каждом уровне учитываются основные заинтересованности ключевых участников.

В качестве примера можно привести сферу здравоохранения. Для организации здравоохранения в качестве основных стейкхолдеров цифровизации определены руководство организации, отраслевое министерство, поставщики медицинского оборудования и лекарств, страховые компании. Основными драйверами цифровизации для организаций здравоохранения являются старение населения и изменения характера заболеваемости (с тенденцией к превалированию хронических заболеваний), растущая стоимость оказания медицинских услуг, использование новых технологий. Анализ показывает, что требуется изменение архитектуры

медицинской организации для повышения эффективности ее работы при постоянном росте качества оказания медицинской помощи. Решением является модель Smart Hospital, реализованная на основе концепции Health 4.0 в сочетании с медицинскими принципами P4 [9]. Такая модель позволяет обеспечить оказание медицинских услуг предиктивно, превентивно, персонализированно и партисипаторно. Также реализация модели требует расширения компетенций медицинского и административного персонала. Внедрение архитектуры Smart Hospital позволяет автоматизировать деятельность, перейти к клиентоцентричным критериям эффективности, усилить положение организации на рынке. Таким образом, на уровне предприятия разработаны модели архитектуры и ИТ-архитектуры медицинской организации, реализующей концепцию Smart Hospital и определен порядок трансформации архитектуры медицинской организации при переходе к концепции Smart Health. На основании этого на уровне отрасли разработана референтная модель бизнес-процессов медицинской организации. На уровне региона:

- разработана референтная модель бизнес-процессов территориально-распределённой медицинской организации;
- определены требования к сервисам цифровых технологий для поддержки управления территориально-распределёнными медицинскими организациями;
- разработана архитектура телемедицинских сервисов на основе технологии Интернета вещей.

Для сферы морской логистики на уровне предприятия:

- сформирована бизнес-модель глобальной судоходной контейнерной линии в условиях цифровой трансформации;
- адаптирован метод анализа влияния цифровой трансформации на ключевые ресурсы и ключевые возможности глобальной судоходной контейнерной линии;

- адаптирован метод стратегического архитектурного выравнивания для согласования бизнес- и ИТ- архитектуры глобальной судоходной контейнерной линии;
- разработан метод формирования сбалансированной системы показателей для оценки эффективности цифровой трансформации глобальной судоходной контейнерной линии с учетом специфики отрасли.

Важное значение в данной бизнес модели имеют применение безбумажного электронного документооборота, технологии Интернета вещей [10,11]. На основании этого на уровне отрасли разработана референтная модель цифровой архитектуры глобальной судоходной контейнерной линии.

Для сферы ЖКХ и городской инфраструктуры на уровне предприятия:

- проанализированы требования ресурсоснабжающих организаций и потребителей ресурсоснабжающих организаций к системе мониторинга, контроля и управления распределением и потреблением энергоресурсов;
- внедрены и интегрированы программно-аппаратные комплексы по мониторингу и управлению объектами ЖКХ.

Например, для целей управления городской транспортной системой в качестве стейкхолдеров определены городские власти, население, бизнес сообщество, чрезвычайные службы и силовые ведомства. Основными целями управления являются информирование, эффективное и безопасное пользование объектами дорожной инфраструктуры, быстрая и качественная обратная связь. Сбор данных осуществляется с видеокамер, детекторов, GPS/ГЛОНАСС устройств. Передача данных в интеллектуальную систему осуществляется в том числе также с помощью мобильных телефонов, ТВ/радио, информационных экранов. Интеллектуальная транспортная система обрабатывает данные и передает результаты в центр управления городской транспортной системой. В данной архитектуре широко применяется технология Интернета вещей, сервис-ориентированная

архитектура (SOA) [12]. Бизнес модели в сфере ЖКХ ориентированы на использование принципов энергоэффективности. Например, разработана бизнес модель с использованием пьезоэлектрических материалов для освещения городских пространств. Стейкхолдерами в данной бизнес модели являются муниципальные власти, транспортные компании, население и производственные компании [13]. Подобные бизнес модели могут использоваться для прочих альтернативных возобновляемых источников энергии. Существуют проекты автоматизированной системы учета ресурсов в домах; по развитию инфраструктуры для электромобилей; по внедрению программно-аппаратного комплекса мониторинга и управления ресурсоснабжением, позволяющего осуществлять погодное регулирование поставки тепловой энергии, мониторинг перетопов/недотопов, оперативное информирование о сбоях работы в сетях ресурсоснабжения; по оборудованию уличных светильников радиоуправляемым реле для экономии энергии при освещении улиц [14]. В целом, подобные решения ориентированы на применение концепции Smart city, основными стейкхолдерами которой являются население, правительство, бизнес. На основании этого на уровне отрасли:

- разработана бизнес-модель взаимодействия участников рынка услуг ЖКХ;
- определены возможности разработки и внедрения в отрасли ЖКХ решений, использующих цифровые технологии (Интернет вещей, машинное обучение и предиктивная аналитика, обработка больших данных, облачные вычисления);
- разработана архитектура цифровых сервисов в области мониторинга, контроля и управления распределением и потреблением энергоресурсов с применением концепции Цифрового двойника и определены подходы по её внедрению на предприятиях;
- разработано типовое отраслевое решение (программно-аппаратный комплекс) по мониторингу и управлению объектами ЖКХ;

- разработан план продвижения и подход к интеграции разработанного решения в существующую ИТ-архитектуру предприятий.

Выводы

Выявление ожиданий заинтересованных сторон от цифровой трансформации и основных драйверов развития российских компаний позволяет сформулировать подход к формированию цифровой архитектуры предприятий, который позволяет распространить базовую цифровую архитектуру на уровень отрасли, региона, вплоть до уровня государства. Такой единый направленный подход позволяет формировать архитектуру цифрового пространства российского бизнеса в соответствии с заранее определенными принципами, методологией, с учетом интересов всех заинтересованных сторон. В результате эффективное цифровое преобразование обеспечит своевременное и адекватное реагирование на вызовы экономики и потребителей.

Список литературы

1. Gimpel, H., Röglinger, M., 2015. Digital transformation: changes and chances—insights based on an empirical study
2. De la Boutetière, H., Montagner, A., Reich, A., 2018. Unlocking Success in Digital Transformations. McKinsey Co. Oct. Available Online <https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/unlocking-success-in-digital-transformations> Accessed 10 May 2019.
3. De Smet, A., Lurie, M., St George, A., 2018. Leading agile transformation: The new capabilities leaders need to build 21st-century organizations. N. Y. McKinsey Co.
4. Bharadwaj, A., El Sawy, O.A., Pavlou, P.A., Venkatraman, N., 2013. Digital business strategy: toward a next generation of insights. MIS Q. 471–482.
5. Ilin, I., Levina, A., Abran, A., Iliashenko, O., 2017. Measurement of enterprise architecture (EA) from an IT perspective: research gaps and measurement avenues, in: Proceedings of the 27th International Workshop on Software Measurement and 12th International Conference on Software Process and Product Measurement. ACM, pp. 232–243.

6. Lankhorst, M.M., 2004. Enterprise architecture modelling—the issue of integration. *Adv. Eng. Inform.* 18, 205–216.
7. Papazoglou, M.P., Van Den Heuvel, W.-J., 2007. Service oriented architectures: approaches, technologies and research issues. *VLDB J.* 16, 389–415.
8. Ilin I.V., Levina A.I., Shirokova S.V., Ilyashenko O.Yu., Dubgorn A.S. Enterprise architecture: interdisciplinary case study. study guide / Санкт-Петербург, 2017.
9. Rambam Maimonides Med. J. 4, e0012. <https://doi.org/10.5041/RMMJ.10112>
10. Зайченко И.М., Смирнова А.М., Борреманс А.Д. Цифровая трансформация управления промышленными предприятиями: применение беспилотных летальных аппаратов // Научный вестник Южного института менеджмента. 2018. № 4. С. 76-81.
11. Воронова О.В., Харёва В.А., Хныкина Т.С. Современные тенденции развития рынка услуг российской федерации в условиях цифровой трансформации(на примере индустрии гостеприимства). *Международный научный журнал.* 2019. № 1. С. 19-25.
12. Левина А.И., Ильин И.В., Скрипнюк Д.Ф. Возможности цифровых технологий при реализации телемедицинских систем в Арктической зоне. *Глобальный научный потенциал.* 2018. № 2 (83). С. 47-50.
13. Нефедова Л.А., Лёвина А.И., Лепехин А.А. Цифровая трансформация предприятий с учётом автоматизации технологических процессов аддитивного производства. *Экономика и предпринимательство.* 2019. № 1 (102). С. 1206-1208.
14. Kalyazina, S., Borremans, A., Dubgorn, A., 2018. Participation of citizens in sustainable development of big cities. *MATEC Web Conf.* 193, 01029. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201819301029>

Список литературы (транслит)

1. Gimpel, H., Röglinger, M., 2015. Digital transformation: changes and chances—insights based on an empirical study

2. De la Boutetière, H., Montagner, A., Reich, A., 2018. Unlocking Success in Digital Transformations. McKinsey Co. Oct. Available Online <https://mck.co/2AzwoMG> Accessed 10 May 2019.
3. De Smet, A., Lurie, M., St George, A., 2018. Leading agile transformation: The new capabilities leaders need to build 21st-century organizations. N. Y. McKinsey Co.
4. Bharadwaj, A., El Sawy, O.A., Pavlou, P.A., Venkatraman, N., 2013. Digital business strategy: toward a next generation of insights. *MIS Q.* 471–482.
5. Ilin, I., Levina, A., Abran, A., Iliashenko, O., 2017. Measurement of enterprise architecture (EA) from an IT perspective: research gaps and measurement avenues, in: *Proceedings of the 27th International Workshop on Software Measurement and 12th International Conference on Software Process and Product Measurement*. ACM, pp. 232–243.
6. Lankhorst, M.M., 2004. Enterprise architecture modelling—the issue of integration. *Adv. Eng. Inform.* 18, 205–216.
7. Papazoglou, M.P., Van Den Heuvel, W.-J., 2007. Service oriented architectures: approaches, technologies and research issues. *VLDB J.* 16, 389–415.
8. Ilin I.V., Levina A.I., Shirokova S.V., Ilyashenko O.Yu., Dubgorn A.S. Enterprise architecture: interdisciplinary case study. study guide / Sankt-Peterburg, 2017.
9. Rambam Maimonides Med. J. 4, e0012.
<https://doi.org/10.5041/RMMJ.10112>
10. Zajchenko I.M., Smirnova A.M., Borremans A.D. Cifrovaya transformaciya upravleniya promyshlennymi predpriyatiyami: primeneniye bespilotnyh letal'nyh apparatov // *Nauchnyj vestnik YUzhnogo instituta menedzhmenta*. 2018. № 4. S. 76-81.
11. Voronova O.V., Haryova V.A., Hnykina T.S. Sovremennyye tendencii razvitiya rynka uslug rossijskoj federacii v usloviyah cifrovoj transformacii (na primere industrii gostepriimstva). *Mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal*. 2019. № 1. S. 19-25.

12. Levina A.I., Il'in I.V., Skripnyuk D.F. Vozmozhnosti cifrovyyh tekhnologiy pri realizacii telemedicinskih sistem v Arkticheskoj zone. Global'nyj nauchnyj potencial. 2018. № 2 (83). S. 47-50.
13. Nefedova L.A., Lyovina A.I., Lepekhin A.A. Cifrovaya transformaciya predpriyatij s uchyotom avtomatizacii tekhnologicheskikh processov additivnogo proizvodstva. Ekonomika i predprinimatel'stvo. 2019. № 1 (102). S. 1206-1208.
14. Kalyazina, S., Borremans, A., Dubgorn, A., 2018. Participation of citizens in sustainable development of big cities. MATEC Web Conf. 193, 01029.
<https://doi.org/10.1051/matecconf/201819301029>

Информация об авторах

ЛЁВИНА Анастасия Ивановна

- К.э.н., доцент Высшей школы управления и бизнеса, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
- Рабочий адрес: 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д.29, 3 учебный корпус, ауд. 409
- Электронная почта: alyovina@gmail.com

ИЛЬИН Игорь Васильевич

- Профессор, д.э.н., директор Высшей школы управления и бизнеса, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
- Рабочий адрес: 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д.29, 3 учебный корпус
- Электронная почта: ivi2475@gmail.com

ДУБГОРН Алиса Сергеевна

- Старший преподаватель Высшей школы управления и бизнеса, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
- Рабочий адрес: 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д.29, 3 учебный корпус, ауд. 409
- Электронная почта: alissa.dubgorn@gmail.com

КАЛЯЗИНА София Евгеньевна

- Ассистент Высшей школы управления и бизнеса, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
- Рабочий адрес: 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д.29, 3 учебный корпус, ауд. 409
- Электронная почта: kaliazina.s@gmail.com

Информация об авторах (английский)

Anastasia I. Levina

- PhD, Associated professor of the Higher School of Business and Management, Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University
- Address: 195251, Russia, St. Petersburg, Polytechnicheskaya str. 29, bld.3
- E-mail: alyovina@gmail.com

Igor V. Ilin

- DrSc, Prof., Head of the Higher School of Business and Management, Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University
- Address: 195251, Russia, St. Petersburg, Polytechnicheskaya str. 29, bld.3
- E-mail: ivi2475@gmail.com

Alissa S. Dubgorn

- Senior Lecturer of the Higher School of Business and Management, Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University
- Address: 195251, Russia, St. Petersburg, Polytechnicheskaya str. 29, bld.3
- E-mail: alissa.dubgorn@gmail.com

Sofia E. Kalyazina

- Assistant of the Higher School of Business and Management, Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University
- Address: 195251, Russia, St. Petersburg, Polytechnicheskaya str. 29, bld.3
- E-mail: kaliazina.s@gmail.com