

Вестник МИРБИС. 2021. № 2 (26): С. 97–108.

Vestnik MIRBIS. 2021; 2(26): 97–108.

Научная статья

УДК 334.7.021, 338.242.42, 339.13.012.42, 007.51

DOI: 10.25634/MIRBIS.2021.2.9

Цифровизация — технологический тренд современности

Инна Васильевна Кулалаева — Поволжский государственный технологический университет (Волгатех), Йошкар-Ола, Республика Марий Эл, Россия. inna.kulalaeva@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0812-3227>

Аннотация. Статья посвящена Программе цифровизации бизнеса и государства, как цифровой революции, влияющей на конкурентоспособность предпринимательских структур, себестоимость и качество используемых ресурсов, гибкость, адаптивность и стабильность производств при цифровой трансформации, всех сфер социально-экономических и общественно-политических сфер жизнедеятельности человеческого общества (социума). Научно обосновывается теоретико-методологический подход к содержанию потребительского поведения домохозяйств в условиях индустриальной революции, а также в разработке на основе полученных выводов методов воздействия на формирование стратегии поведения домохозяйств с учётом влияния динамики институциональной турбулентности. Рассматривается задача оптимального управления и принцип Максимума Понтрягина в модели Солоу и строится однопродуктовая модель оптимального развития макроэкономики. Перечисляются достоинства и недостатки, а также способы и меры предупреждения возможных вызовов и негативных последствий вследствие масштабного использования интернет-технологий на производстве при обеспечении эффективной экономической безопасности и инвестиционной привлекательности субъектов страны и её целостности при поддержании взаимовыгодного партнерского сотрудничества.

Ключевые слова: Индустрия 4.0, цифровизация, трансформация, стохастическое моделирование, цифровая стратегия, промышленная революция.

Для цитирования: Кулалаева И. В. Цифровизация — технологический тренд современности // И. В. Кулалаева // Вестник МИРБИС. 2021; 2(26): 97–108. DOI: 10.25634/MIRBIS.2021.2.9

JEL: O33, R58

Original article

Digitalization is a technological trend of our modern life

Inna V. Kulalaeva – Volga State University of Technology (Volgatech), Yoshkar-Ola, Mari El Republic, Russia. inna.kulalaeva@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0812-3227>

Abstract. The article is devoted to the State Program of business digitalization, which is considered as a digital revolution that affects the competitiveness of business organizations, the unit cost and the quality of the resources used, the flexibility, the adaptability and the stability of production during digital transformation, all of socio-economic and socio-political spheres. The theoretical and methodological approach to the content of consumer behavior of households in the conditions of the industrial revolution is scientifically justified, as well as in the development of methods of influence on the formation of household behavior strategy based on the findings, taking into account the influence of the dynamics of institutional turbulence. The optimal control task and the principle of Maximum Pontryagin in the Solow model is considered, and the single-product model of optimal development of macroeconomics is built. It also lists the advantages and disadvantages, as well as ways and measures, of how to prevent possible challenges and negative consequences while ensuring effective economic security and investment prospects of the federal states and providing guarantees for the country's territorial integrity with the support of mutually profitable cooperation.

Key words: Industry 4.0, digitalization, transformation, stochastic modeling, digital strategy, industrial revolution.

For citation: Kulalaeva I. V. Digitalization is a technological trend of our modern life. I. V. **Kulalaeva**. Vestnik MIRBIS. 2021; 2(26): 97–108. (In. Russ.). DOI: 10.25634/MIRBIS.2021.2.9

JEL: O33, R58

Введение

Исходя из теории общественного воспроизводства, как теоретико-методологического фундамента государственного регулирования инвестиционной деятельности и исследований механизмов инвестиционной деятельности на начальных этапах становления теории инвестиций, заложенного в трудах выдающихся классиков политической экономии и экономической теории: К. Маркс, А. Смит, Дж. М. Кейнс, М. Фридман, П. Э. Самуэльсон, А. Маршалл, В. Петти, Д. Рикардо, Ф. Кёэнэ, Г. Арнольд, Р. Брейли, Л. Дж. Гитман, М. Д. Джонк, Ч. Кант, Х. Леви, С. Майерс, С. Росс, У. Ф. Шарп, внесшими огромный вклад в науку и ставшими постулатом при системном изучении аспектов инвестиционного процесса его воспроизводства и механизмов стимулирования его активности, а также научных разработок, вариантов и способов решений современных экономистов основных задач исследований вышеперечисленных проблем, всё ещё имеются отдельные аспекты инвестиционной проблематики, которые не полностью раскрыты в области развития инвестиционной политики в направлении развития инвестиционной устойчивости в системе обеспечения экономической безопасности субъектов РФ в условиях институциональной турбулентности [Век глобальных трансформаций 2004; Блауг 2009; Кенэ 1960; Брейли 1997]. Статья посвящена научному обоснованию теоретико-методологического подхода к содержанию потребительского поведения домохозяйств в условиях индустриальной революции, а также в разработке на основе полученных выводов методов воздействия на формирование стратегии поведения домохозяйств с учётом влияния динамики институциональной турбулентности [Кулалаева 2011]. При этом цифровизацию бизнеса и государства следует рассматривать, как основополагающий этап цифровой революции — Индустрию 4.0. А само понятие Индустрия 4.0 (англ. Industry 4.0), как четвёртая промышленная революция (англ. The Fourth Industrial Revolution) появилось в 2011 году при инициативе представителей бизнеса, политики и науки на промышленной выставке в Ганновере при участии Federal Ministry for Economic Affairs and Energy и поддержке Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, где

правительство Германии поставило задачу расширить применение информационных технологий в производстве, сохраняя и приумножая при этом конкурентные преимущества своей страны. Таким образом, начался четвёртый этап промышленной революции, была запущена Программа Индустрия 4.0 и цифровая революция в среднем бизнесе (см. рисунки 1 и 2). Индустрия 4.0 актуальна не только для индустриальных стран, но и для стран-партнёров Программы, которые настойчиво стремятся выйти на глобальные рынки, где следует помогать именно малому и среднему бизнесу действовать в условиях будущей экономики [Мучлер 2016].

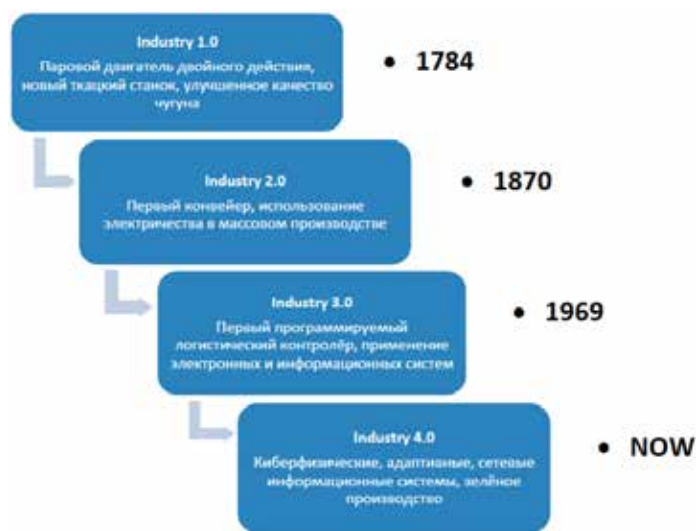


Рис. 1. Основные этапы формирования Industry 4.0
 Источник: рисунок автора по данным [Четвертая промышленная революция 2017]

Материалы и методы

Методологической основой, использованной в процессе исследования послужили фундаментальные труды и прикладные исследования отечественных и зарубежных учёных в области теории инвестиционной политики государств, регионов и предприятий, потребительского поведения, финансов домохозяйств, институтов и институциональных преобразований, денег и денежного регулирования и др., дополнительно изучены статьи в периодических изданиях, материалы научных конференций и семинаров по данной тематике, применены теоретические и эмпирические методы [Кулалаева 2020].

Направления широко и всесторонне исследованных сегментов обозначенной проблематики на отдельных этапах развития теории экономиче-

ской мысли отразились в работах следующих отечественных и зарубежных учёных изучающих методологию и инструментарий финансовых аспектов управления ими на уровне предприятия/корпорации, региона, муниципальных образований и государства для исследования процессов инвестиционной политики с учётом инноваций: во-первых развитие теории и взглядов на интерпретацию содержания и оценки основополагающих экономических категорий государственной и корпоративной инвестиционной политики, модернизация форм и методов хозяйствования в промышленном секторе экономики, а также аргументирование влияния государства на инвестиционную деятельность и особенности инвестиционных процессов в реформирующейся России в управлении инвестициями и институциональной теорией (Г. Александер, М. Ю. Алексеев, Б. И. Алёхин, В. Л. Андрианов, Л. В. Аникин, Л. Астапович, А. Афталион, Н. Байков, А. А. Бакулин, И. Т. Балабанов, В. С. Бард, Е. Бем-Баверк, С. Беренс, Н. Берзон, Г. Бирман, И. А. Бланк, Б. С. Большаков, С. В. Большаков, М. В. Бондар, С. М. Борисов, А. Боровкова, В. В. Бочаров, С. Брю, А. С. Булатов, Дж. М. Бьюкенен, П. И. Вахрин, Т. Веблен, О. В. Веретенникова, К. Виксель, А. А. Водянов, А. Воронина, Ф. Габайдулина, В. М. Гальперин, Дж. Гелбрейт, Н. П. Гибало, Л. Гитман, С. Ю. Глазьев, М. В. Глазырин, М. Глухова, И. В. Гришин, А. Г. Грязнова, В. К. Гуртов, В. Джевонс, М. Джонк, А. И. Добрынин, Д. Докучаева, О. А. Доничев, В. П. Жданов, К. Жюглар, Ю. Забродина, А. Ивантер, Л. Л. Игонина, Н. В. Игошина, А. Илларионов, Г. Кассель, Г. Касихина, Дж. Кейнс, Дж. Кларк, Г. Клейнер, Е. Козловский, В. В. Ковалев, А. Колганов, Н. В. Колчин, Дж. Коммонс, Н. Кондратьев, Р. Коуз, Д. Б. Кувалдин, Ю. Кудинова, В. Е. Леонтьев, Р. Лукас, А. Ляско, С. Е. Макаров, К. Макконнелл, Т. Мальтус, К. Маркс, А. Маршалл, В. Масленникова, Дж. Милльес, Дж. Милль, Я. М. Миркин, А. Некипелов, Ю. И. Новиков, Дж. Норт, А. Н. Олейник, Г. Б. Поляк, М. Портер, Д. Рикардо, В. М. Родионова, Е. А. Романец, М. В. Романовский, С. Самуэльсон, Т. Сарджент, А. Саруханова, И. В. Сергеев, А. Смит, Е. С. Стоянова, П. В. Тальмина, С. Тейлор, В. И. Тихомиров, М. Туган-Барановский, А. Б. Фельдман, П. Фишер, О. Уильямсон, Я. М. Уринсон, Э. А. Уткин, И. М. Усоскин, Э. Хансен, Р. Харрод, Т. С. Хачатуров, Дж. Хикс, Т. В. Чечелева, Е. М. Четыркин, В. Д. Шапиро, Е. В. Шатрова, У. Шарп, А. Шахназаров, В. В. Шерemet, А. Е. Шеститко, А. Шпитгоф, Й. Шумпетер, Я. Г. Ясин и другие); во-вторых анализ региональной инвестиционной политики и механизмов её инвестиционных процессов, включая управление процессами её формирования и реализации, оценка инвестиционного климата в регионе и стимулирование инвестиционной деятельности в нём, проблемы развития инвестиционной сферы регионов и трансформации промышленного комплекса региона, предложения новых инструментов и механизмов, а также путей решения и повышения их инвестиционной привлекательности с учётом регионального воспроизводства (И. В. Абросимова, Л. И. Абалкин, А. В. Аксянова, М. Акулич, Ю. П. Алексеева, А. Н. Алисова, Е. Н. Андреева, Н. Баранский, В. С. Бард, А. Бартенева, О. Э. Башина, Н. Берзон, И. А. Бланк, Ю. В. Богатин, О. В. Богачева, Е. Ф. Борисов, В. В. Бочаров, В. В. Бузырев, Е. М. Бухвальд, А. Я. Быстряков, С. Г. Бычкова, Б. Б. Веселовский, И. Витвер, А. Водянов, Н. А. Волгин, А. Л. Гапоненко, С. Ю. Глазьева, А. А. Горбунов, А. С. Горохолинский, К. Гусева, Г. В. Гутман, А. Г. Гранберг, В. П. Грицына, Е. А. Гришпун, М. А. Гусаков, Н. С. Гуськов, В. К. Докальская, О. А. Доничев, Ю. С. Дульщикова, Ю. С. Дульщикова, И. И. Елисеева, Д. А. Ендовицкий, В. П. Жданов, Е. Н. Жильцов, М. Ф. Замятина, Е. В. Зарова, И. А. Зимин, Б. К. Злобин, В. Г. Золотоголов, Н. В. Зубаревич, Л. А. Иванченко, Н. В. Игошин, А. Г. Игудин, А. Б. Идрисов, В. Карваев, М. В. Карманов, А. Е. Карлик, Н. П. Кетова, Н. И. Климова, Н. Колоссовский, В. В. Котилко, Ф. Котлер, К. Кравченко, О. Кузнецова, Л. П. Кураков, В. И. Кушлин, А. М. Лаврова, Ю. Латынина, В. Н. Лексин, М. А. Лимитовский, В. А. Мальцев, А. М. Марголин, С. А. Марков, А. А. Марченко, О. Мачульская, С. Б. Мельникова, П. А. Минакир, В. С. Мхитарян, Г. А. Морозова, Н. Мухетдинова, В. А. Николаева, Ю. И. Новиков, Т. М. Орлова, И. Т. Павлов, В. М. Павлюченко, А. П. Панкрухин, В. В. Перская, В. П. Полянский, А. И. Попов, С. В. Раевский, Б. А. Райзберг, Б. М. Рахаев, В. Г. Ревазов, Я. А. Рекитар, Н. И. Рисин, О. А. Романова, В. Е. Рохчин, А. А. Румянцев, Л. В. Сабельников, Ю. Саушкин, И. И. Сигов, А. С. Сурнин, А. Х. Тамбиев, И. Тихомирова, Ю. Трещевский, Ф. С. Тумусов, В. Ф. Уколов, В. Г. Фельзенбаум, А. Н. Фоломьев, А. И. Черкасов, Д. Г. Черников, В. П. Чичканов, Б. А. Чуб, С. Цакунов, А. Т. Шамрин, В. Д. Шапиро, В. А. Швандар, В. Шеин, А. Н. Швецов, В. В. Ше-

ремет, А. Шишкин, Р. И. Шнипер, А. Н. Фоломьев, В. И. Данилина, М. Д. Джонк, Я. А. Дерябина, В. Эйтингон, и др., в Германии, Швеции, Великобритании, США и Франции Ж.-Р. Будвиль, А. Вебер, Р. Вернон, Р. Гроц, Э. Гувер, С. Денисон, Х. Зиберт, Г. Камерон, В. Кристаллер, В. Лаунхардт, А. Лёш, Г. Мюрдаль, Т. Паллапдер, Ф. Перру, П. Мотьё, А. Предель, Х. Ричардсон, Э. Робинсон, Д. Смит, М. Сторпер, Э. Таафе, И. Г. фон Тюнен, Р. Уолкер, Дж. Фридман, Х. Хотеллинг, Т. Хэгерstrand и другие); в-третьих анализ проблем стимулирования инноваций и инвестиций, специфики российской рыночной экономики, управления и формирования региональной социально-экономической политикой, а также инвестиционной привлекательности предприятий, регионов и отраслей экономики (Л. И. Абалкин, С. И. Абрамов, А. Г. Агеенко, А. Дж. Александер, В. М. Архипова, А. Н. Асаул, В. С. Бард, С. Б. Барнес, Дж. Бейли, И. Я Блецхин, В. Беренс, Г. Бирман, Р. Брейли, В. А. Воротилов, Л. Дж. Гитман, С. Ю. Глазьев, В. А. Глазунов, В. Я Горфинкель, М. А. Гусаков, А. Г. Гранберг, Б. М. Гринчель, И. В. Гришина, В. С. Дада-

на, С. А. Жданов, Б. С. Жихаревич, В. А. Ильин, Н. А. Казакова, А. Е. Карлик, Б. Карлофф, Дж. М. Кейнс, Г. Б. Клейнер, А. Е. Когут, М. Н. Крейнина, А. Б. Крутик, С. В. Кузнецов, В. И. Кушлин, В. Н. Лаженцев, В. Н. Лексин, О. П. Литовка, Д. С. Львов, С. Майерс, Н. Манько, М. С. Минтаиров, В. С. Немчинов, Д. Норткотт, К. В. Павлов, Н. Я. Петраков, А. Н. Петров, В. Р. Полозов, Д. Порткотта, В. К. Потемкин, Н. Н. Райская, Б. А. Райзберг, В. Г. Ревазов, И. И. Ройзман, А. М. Руденко, В. Е. Рохчин, А. А. Румянцев, Ф. Ф. Рыбаков, Г. И. Савина, В. С. Селин, Д. Сигел, И. И. Сигов, Е. Г. Слуцкий, П. М. Советов, Д. Е. Сорокин, Е. С. Стоянова, С. А. Суспицын, М. Ф. Сычев, А. И. Татаркин, Е. В. Тишин, Е. М. Четыркина, П. Хавранек, Р. Холт, У. Ф. Шарп, Е. В. Шатрова, А. Г. Шахназарова, Д. Шим, А. И. Шишкин, А. Н. Швецов, С. Шмит, Д. В. Шопенко, Дж. О'Шонесс, Й. Шумпетер, Е. Г. Ясин и др.) [Акулич 2020; Марченко 2019; Экономическая безопасность 2019].



Рис. 2. Этапы всемирной промышленной революции

Источник: рисунок автора по данным [Четвертая промышленная революция 2017]

В Германии под интернет-технологиями на производстве понимают промышленный интернет или Industry 4.0, влияющих на конкурентоспособность предпринимательских структур, себесто-

имость и качество используемых ресурсов, гибкость, адаптивность и стабильность производств.

Программа модернизации промышленных предприятий Германии включала в себя внедрение киберфизических систем в производство и обслуживание человеческих потребностей в быту, труде и досуге всех сфер жизни человека и общества, начиная от автоматизации и роботизации производства легковых автомобилей Volkswagen AG до интеллигентного растениеводства AMAZONE:

1) Altländer Obsthof, г. Холлерн-Твиленфлет (традиционное выращивание фруктовых культур. URL: <https://www.altlaenderobsthof.de/altlaender-obsthof/>);

2) EMONS Multitransport, г. Гамбург (логистическая компания, специализирующаяся на автотранспортных и морских грузоперевозках в/из России и страны бывшего СНГ, а так же РО РО (ро-ро перевозках. URL: <https://www.emons.de/>);

3) CLAAS KGaA mbH, г. Харзевинкель (производство сельскохозяйственных машин. URL: <https://www.claas.de/>);

4) Phoenix Contact GmbH, г. Бад Пирмонт (семейное предприятие, является лидером и новатором в области электротехники. URL: <https://www.phoenixcontact.com/online/portal/ru/>);

5) EuroBlech 2016, Ганновер (международная выставка технологий обработки листовых металлов. URL: <https://www.euroblech.com/2020/english/>);

6) H. Butting GmbH, г. Кнесебек (производство труб и трубной продукции. URL: <https://www.butting.com/en/>);

7) Hafencity Hamburg, г. Гамбург (новый центр города, крупнейший проект внутригородского развития в Европе. URL: <https://www.hafencity.com/>);

8) DLA Piper UK LLP, г. Гамбург (международная юридическая фирма. URL: <https://www.dlapiper.com/en/global/locations/hamburg/>);

9) AVENTICS GmbH, г. Лаатцен (производитель пневматических систем и агрегатов для кораблей и комм. автотранспорта, бывшая дочерняя компания Bosch Rexroth-Tochter. URL: <https://www.emerson.com/de-de/automation/solenoids-pneumatics/aventics/>);

10) Wiemann Möbelfabrik GmbH, г. Георгсмаринхютте (производство мебели. URL: <https://www.wiemann-online.com/en/>);

11) Boge Kompressoren GmbH & Co. KG г. Билефельд (производство компрессоров и систем сжатого воздуха. URL: <https://www.boge.com/en/>);

12) Hildegard Braukmann Kosmetik GmbH, г. Бургведель (природная косметика. URL: <https://www.hildegard-braukmann.de/>);

13) Cornils GmbH, г. Берген (производство металлоконструкций. URL: <https://www.cornils.de/en/home/>);

14) AKH Celle, г. Целле (Городская больница города Целле. URL: <https://www.akh-celle.de/en/>);

15) Halberstädter Würstchen, г. Гальберштадт (производство мясных изделий. URL: <https://www.halberstaedter.de/>);

16) Volkswagen AG, г. Вольфсбург (производство легковых автомобилей. URL: <https://www.volkswagen.de/>) и т. д.

Результаты

Программа Федерального министерства экономики и энергетики по подготовке управленческих кадров (BMW) под девизом Fit for Partnership («Готовы к партнерству») целенаправленно готовит управленцев из Азии, Восточной Европы, Северной Африки и Латинской Америки к налаживанию деловых контактов и экономической кооперации с немецкими предприятиями в сфере внешнеэкономического сотрудничества. Она предоставила возможность ознакомиться с Германией как центром экономической активности, познакомиться с различными передовыми немецкими технологиями и установить деловые контакты с немецкими партнёрами, что также способствует повышению управленческих навыков, профессиональных знаний и межкультурных компетенций, установлению деловых контактов.

Странами-партнерами Программы на сегодняшний день являются: Азербайджан, Беларусь, Вьетнам, Грузия, Египет, Индия, Иран, Казахстан, Китай, Кыргызстан, Мексика, Молдова, Монголия, Россия, Тунис, Туркменистан, Узбекистан, Украина, Чили, Эфиопия, ЮАР.

Реализация Программы проходит децентрализованно в Германии в деловых образовательных центрах, выигравших тендер:

АНР International GmbH&Co. KG Берлин, Akademie für Führungskräfte der Wirtschaft GmbH Гамбург, Export-Akademie Baden-Württemberg GmbH Тюбинген, bbw Bildungswerk der Wirtschaft in Berlin und Brandenburg Берлин, bw-i Stuttgart, Carl Duisberg Centren gGmbH Кёльн, Commit

Берлин, Conoscope GmbH Лейпциг, Deutsche Management Akademie Niedersachsen Целле, GICON International Training and Business Development Дрезден, IMAP Дюссельдорф, IHK Akademie München und Oberbayern Мюнхен, IHK Region Stuttgart Штутгарт, Konsortium Neue Bundesländer Дрезден, Konsortium trAIDe GmbH und RWTH Aachen International Academy GmbH Аахен, TÜV Rheinland Akademie GmbH Кёльн, Wirtschaftsakademie Schleswig-Holstein GmbH Киль, ZEW Мангейм.

Программа состоит из практических и интерактивных семинаров с опытными тренерами и тьюторами, групповых и индивидуальных посещений немецких предприятий, встреч с топ менеджментом для решения корпоративных вопросов и установления бизнес-контактов с успешными немецкими компаниями различных отраслей, начиная с семейных предприятий малого и среднего бизнеса и заканчивая крупными корпорациями. Посещения выставок (международная выставка технологий обработки листового металла в Ганновере, выставка экспорта и инвестиций в Штутгарте, финансов и страхования в Дортмунде, международное бот-шоу Гамбурга), музеев, памятников архитектуры и экскурсии по историческим центрам дополняли образовательную программу.

Более 11 000 зарубежных предприятий с внешнеэкономическим потенциалом уже приняли участие в Программе и отправили своих менеджеров на стажировку в Германию. Со стороны немецкой экономики в Программе задействованы несколько тысяч предприятий, в основном – представители малого и среднего бизнеса [Готовы к партнерству... 2017].

Правительство Федеративной Республики Германия первым поддержало инициативу Президента России об организации переподготовки и повышения квалификации молодых управленцев российских предприятий за рубежом, рассматривая её как важный шаг, направленный на поддержку реформ и дальнейшего развития экономики Российской Федерации. Правительство ФРГ и немецкие фирмы выразили готовность принимать российских руководителей на немецких предприятиях.

Анализируя фактическую текущую и прошлую экономико-социально-политическую ситуацию и обстановку стран Европы начиная с двухтысяч-

ных годов на основе их основных экономических показателей, знакомясь и общаясь с коренными и приезжими жителями этих стран, включая переселенцев и беженцев, бизнесменов, ведущих топ-менеджеров всех посещаемых предприятий, организаций и производств и их сотрудников; изучая при этом сегмент малого и среднего бизнеса с преобладающим сектором семейных предприятий и производств, посещая предприятия и производства, выставки и фермы, организации и бизнес сообщества по Программе Федерального министерства экономики и энергетики Германии (нем. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, BMWi) по подготовке управленческих кадров с Россией и Беларусью», ориентированной на практику экономического сотрудничества, что является инструментом BMWi по стимулированию внешнеэкономического развития и служит поддержке германо-российских экономических отношений можно с уверенностью сказать о том, что Германия в 2011 году смело вступила на стадию производственно-экономического развития Industry 4.0, а в 2016 году прибывала на стадии её интенсивного внедрения.

Выводы: В Германии Industry 4.0 определили как средство повышения конкурентоспособности обрабатывающей промышленности страны через усиленную интеграцию «киберфизических систем» (CPS) в заводские процессы, политические системы, рынок труда, жизненную среду, технологический уклад, человеческую идентичность и т. д.

Однако несмотря на заинтересованность и активность внедрения «киберфизических систем» (CPS) в производство, системы и жизненную среду проявились преимущества и недостатки их внедрения. К достоинствам можно отнести:

- Экономия затрат.
- Себестоимость и качество используемых ресурсов.
- Организованная логистика.
- Повышение качества производства и выпускаемой продукции.
- Автоматизация, обслуживание и контроль всех стадий жизни выпускаемой продукции, включая постпродажное обслуживание.
- Постоянное саморазвитие.
- Гибкость и адаптивность производств.

Выявленными препятствиями прогресса внедрения Industry 4.0 стали:

- Дефицит квалифицированных кадров категории топ-менеджеров.
- Проблемы системы образования, социальной защиты и здравоохранения.
- Отсутствие коммуникационной инфраструктуры.
- Монополистическое влияние корпораций на развитие и конкуренцию малого и среднего бизнеса.
- Демпинг низкокачественных аналогичных товаров зарубежных производителей.
- Волатильность институционального развития.
- Турбулентность и нестабильность домашнего хозяйствования.
- Социальная нестабильность — расслоение общества, как следствие политической нестабильности.
- Профессионально-кадровая перезагрузка и обновление (замена старых профессий новыми).
- Простаивание мощностей из-за перепроизводства и резкого упадка спроса, безработица и т. д.

В Германии сформулировали четыре основных принципа построения четвертой промышленной революции, следование которым, способствует внедрению сценариев Industry 4.0 на своих предприятиях (см. рисунок 3).

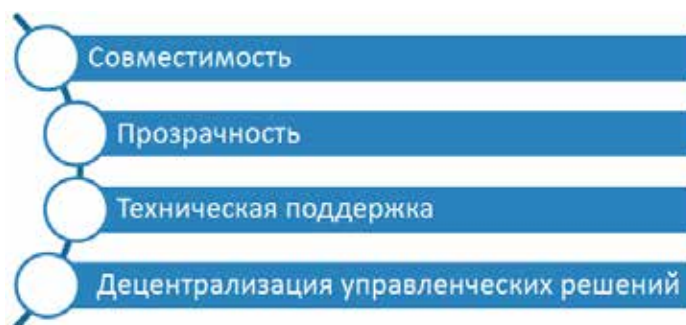


Рис. 3. Основные принципы построения Industry 4.0

Источник: рисунок автора по данным: Технологии «Индустрии 4.0» на пути к промышленной революции // ТехноПарки : [сайт]. URL: <https://t-parki.ru/stati/367-texnologii-%C2%ABindustrii-4.0%C2%BB-na-puti-k-promyshlennoj-revoljuczii.html>. Дата публикации 19.02.2020.

Индустрия 4.0 это не только автоматизация и роботизация производств и процессов, но и их цифровая трансформация.

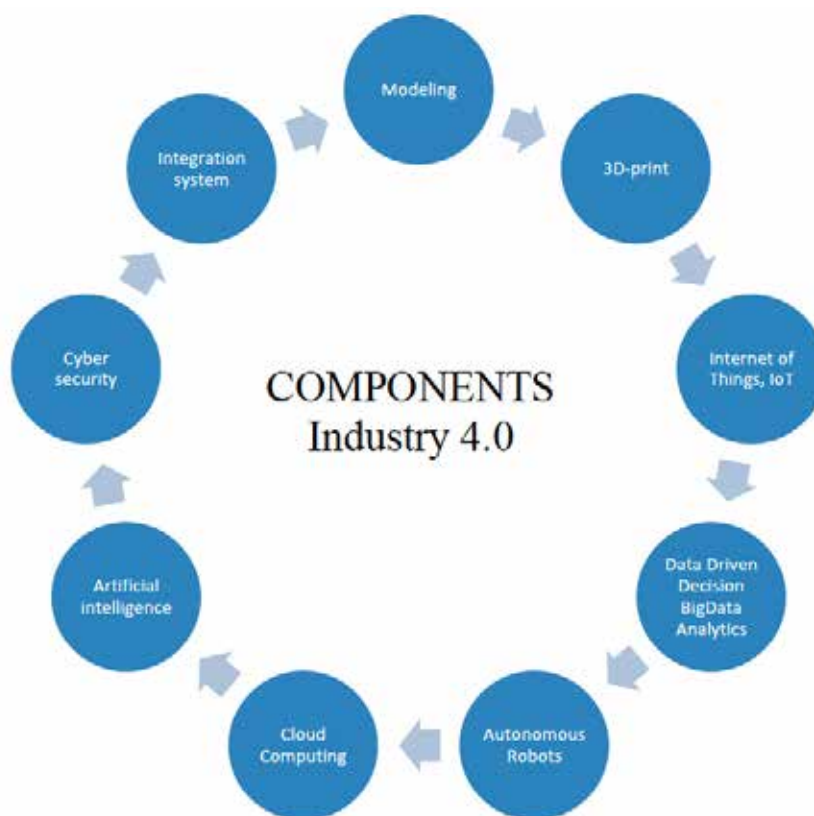


Рис. 4. Компоненты Industry 4.0

Источник: рисунок автора по данным [Четвертая промышленная революция 2017]

Математическое и стохастическое моделирование основа эволюции цифровой стратегии и цифровой трансформации в эпоху Индустрии 4.0 [Кулалаева 2016]. Анализ и прогнозирование социально-экономического развития регионов Российской Федерации является необходимым условием обеспечения успешного экономического развития России [Кокоткина 2017].

Синхронизация и сопряжение адаптивности, развития информационно-коммуникационных технологий и роботизации — гарант лиофильности основных атрибутов и компонентов Индустрии 4.0 (см. рисунок 4).

Программа предоставила теоретическое и практическое изучение на производстве систем, методов и технологий управления предприятием малого и среднего бизнеса, международными проектами и международной логистикой, эффективного управления предприятием и глобальными бизнес-процессами, менеджмента инноваций и развития, стратегического финансового планирования и эффективного производственного менеджмента, включая профессиональный современный менеджмент персонала, системы здравоохранения Германии, Industry 4.0, а также раскрытие вопросов участия в международных ярмарках, разработки и оформления международных договоров торгово-экономического сотрудничества.

Представителям бизнеса в Республике Марий Эл предоставляются услуги комплексного сопровождения реализации проектов, содействие выводу организаций и индивидуальных предпринимателей региона на зарубежные рынки, содействие в реализации инвестиционных проектов и их административное сопровождение в режиме «одного окна», предоставление услуг (в том числе сервисных) инвесторам, развитие внешнеэкономической деятельности и оказание помощи в установлении контактов не только с немецкими коллегами, но представителями иных стран и дружеств.

Ввиду многолетней дигитализации экономики и общества при масштабном использовании интернет-технологий на производстве возникают новые требования для предприятий, организаций и самого общества. В фокусе и всемирном тренде — новейшие и передовые технологии и инновации всех сфер индустриального общества, напрямую связанные с современными методами

эффективного управления предприятием. На основе приобретённого опыта внедрения Industry 4.0 Германией, её ярко выраженных достоинствах и преимуществах, двадцатилетнего успешного партнерства¹ по Программе BMWi под девизом *Fit for Partnership with Germany* и всех иных стран-партнёров, участниц данной программы, а также выявленных в процессе индустриальных революций ошибок и недостатках, в целях прорывного внедрения Industry 4.0, научно-технического и социально-экономического развития Российской Федерации недостаточно было отдать приказ об повсеместном применении передовых технологий. Необходимо было создать благоприятные условия ввиду специфики социально-экономического развития нашей страны с учётом её многонациональности и территориальной целостности. В преддверии применения востребованных всемирных глобальных изменений Владимиром Путиным был подписан Указ от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», Указ от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года»², а также Президентом Российской Федерации дан перечень поручений от 5 декабря 2016 г. № Пр 2347ГС по итогам совместного заседания президиума Государственного совета Российской Федерации и консультативной комиссии Государственного совета Российской Федерации, состоявшегося 12 ноября 2016 г., с целью обеспечения внедрения Стандарта деятельности органов исполнительной власти субъекта Российской Федерации по обеспечению благоприятного инвестиционного климата в регионе и целевых моделей по приоритетным направлениям улучшения инвестиционного климата в субъектах Российской Федерации и т. д. и т. п. для развития Национальной технологической инициативы и экономики будущего. Следовательно, Правительством Россий-

1 Барайс Т. Программа символизирует преемственность, динамичность, открытость // Journal. 2018; 13: 32–36. URL: <https://managerprogramm.de/flippingbook/journal/2018-13/ru/#p=34>.

2 О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года : Указ Президента Российской Федерации № 204 от 07.05.2018 // СПС КонсультантПлюс; О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года : Указ Президента Российской Федерации № 474 от 21.07.2020 // СПС КонсультантПлюс.

ской Федерации был выбран путь предупреждения возможных проблем и последствий, включая глобальные геополитические, экономические и социальные на национальном уровне путем внедрения приоритетных национальных проектов для повышения уровня жизни жителей и граждан, а также создания комфортных условий для их проживания, включая совершенствование законодательной базы с целью обеспечения инвестиционной привлекательности не только предприятий, регионов, субъектов, но и страны в целом, с учетом обеспечения экономической целостности и безопасности не только Российской Федерации, но и её партнёров, в следствие чего в России наблюдается:

- 1) наращивание производственных автоматизированных мощностей;
 - 2) развитие гибкого «умного» производства по индивидуальным заказам, управляемое локально или удалённо в режиме on-line;
 - 3) быстрая переориентация производств, их мобильность, гибкость, адаптивность и стабильность;
 - 4) повышение качества, производительности и безопасности выпускаемой продукции;
 - 5) самофинансирование и развитие собственных конкурентных производств;
 - 6) запуск заводов-роботов с IT-архитектурой, интегрированных решений на базе SAP;
 - 7) открытие первого в России интеллектуального завода ГК Черкизово в мясопереработке по технологии Индустрия 4.0;
 - 8) дифференцированный подход;
 - 9) интегрирование планирования;
 - 10) снижение затрат;
 - 11) конкурентоспособность предпринимательских структур;
 - 12) себестоимость выпускаемой, экспортируемой и импортируемой продукции и услуг;
 - 13) внедрение технологических трендов (Gartner): Toeal Experience, Intelligent composable business, Enterprise agility и т. д., как основополагающей платформы разрабатываемых национальных стандартов для умного производства и т. д. с целью профилактики и локализации возможных негативных последствий модернизации, цифровой трансформации и дигитализации экономики при институциональной турбулентности домохозяйств в эпоху внедрения Industry 4.0.
- Рассмотрим управляемый процесс, описываемый

дифференциальным уравнением с линейной зависимостью от управления:

$$\frac{dx}{dt} = P(t, x) + Q(t, x) \cdot u, \quad (1)$$

где $x = x(t)$ и $u = u(t)$ — скалярные функции, $t \in [0; T]$; $x(0) = x_0$ — начальное состояние, $x(T) = x_1$ — конечное состояние системы; $P(t, x)$ и $Q(t, x)$ — заданные непрерывные функции, $Q(t, x) \neq 0$ при $\forall t \in [0; T]$.

Оптимизируемый функционал системы определяется как

$$J = \int_0^T (P_0(t, x) + Q_0(t, x) \cdot u) dt \rightarrow \min, \quad (2)$$

где $P_0(t, x)$ и $Q_0(t, x)$ — заданные непрерывные функции.

Предположим сначала, что в данной задаче отсутствуют ограничения на $x(t)$ и $u(t)$, и для нахождения оптимального решения $(x^*(t), u^*(t))$ применим теорему о достаточных условиях оптимальности для непрерывных процессов [Лагоша 2008, 63]. Для этого необходимо составить функцию вида

$$R(t, x, u) = \frac{\partial \varphi(t, x)}{\partial t} + \frac{\partial \varphi(t, x)}{\partial x} (P(t, x) + Q(t, x) \cdot u) - P_0(t, x) - Q_0(t, x) \cdot u, \quad (3)$$

и подобрать функцию $\varphi(t, x)$ таким образом, чтобы процесс $(x^*(t), u^*(t))$, максимизирующий функцию (3) при каждом t был допустимым. Зададим функцию $\varphi(t, x)$ таким образом, чтобы функция (3) не зависела от u . Тогда можем получить:

$$R(t, x) = \frac{Q_0(t, x)P(t, x) - P_0(t, x)Q(t, x)}{Q(t, x)} + \int_0^x \frac{\partial Q_0(t, z)}{\partial t Q(t, z)} dz + C(t). \quad (4)$$

Искомое значение $x^*(t)$ максимизирующее функцию (4), не зависит от вида функции $C(t)$ так как она не зависит от x . Поэтому $C(t)$ можно считать равной любому постоянному числу, например, нулю.

Таким образом, в задаче (1) — (2) траектория $x^*(t)$ будет оптимальной, если она максимизирует функцию (4) и удовлетворяет краевым условиям и $x^*(0) = x_0$ и $x^*(T) = x_1$.

Оптимальное управление $u^*(t)$ соответствующее решению $x^*(t)$ можно получить из (1) как:

$$u^*(t) = \frac{\frac{dx^*(t)}{dt} - P(t, x^*(t))}{Q(t, x^*(t))},$$

и оно будет допустимым ввиду отсутствия ограничений на управление.

Предположим теперь, что в данной задаче присутствуют ограничения на $x(t)$ и $u(t)$ вида

$$\begin{aligned} \alpha_1(t) &\leq x(t) \leq \alpha_2(t), \\ u_1(t, x) &\leq u(t, x) \leq u_2(t, x). \end{aligned}$$

Тогда необходимо определить область возможных состояний оптимизируемой системы, которая определяется как множество траекторий, удовлетворяющих уравнению (1), краевым условиям и введенным выше ограничениям.

Для построения этой области необходимо рассмотреть четыре траектории, которые отвечают краевым условиям, и минимальному $u_1(t, x)$ и максимальному $u_2(t, x)$ значениям управления. Эти траектории (функции) определяются как решения уравнения (1), а именно:

- $\alpha_1(t)$ — решение уравнения (1) при $u = u_1(t, x)$ и $x(0) = x_0$;
- $\alpha_2(t)$ — решение уравнения (1) при $u = u_2(t, x)$ и $x(0) = x_0$;
- $\beta_1(t)$ — решение уравнения (1) при $u = u_1(t, x)$ и $x(T) = x_1$;
- $\beta_2(t)$ — решение уравнения (1) при $u = u_2(t, x)$ и $x(T) = x_1$;

Изобразим искомую допустимую область, ограниченную кривыми $\alpha_1(t)$, $\beta_1(t)$ и $\alpha_2(t)$ на рисунке 5.

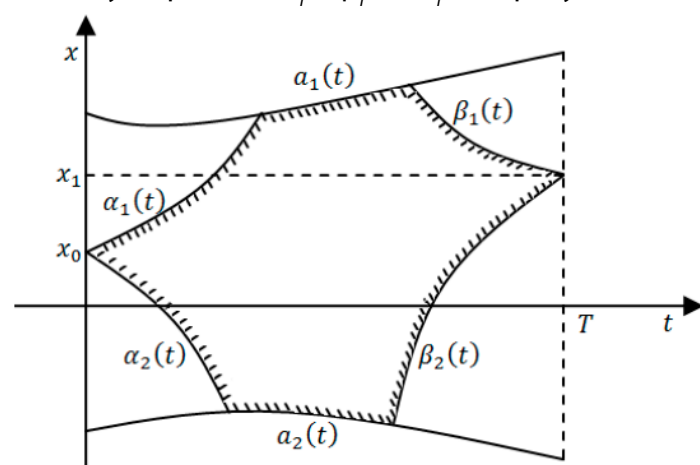


Рис. 5. Область возможных состояний оптимизируемой системы
Источник: рисунок автора по данным настоящего исследования

Оптимальная траектория в конкретных задачах управления состоит, как правило, из трех частей, например, в виде $\alpha_1(t) \Rightarrow x^*(t) \Rightarrow \beta_2(t)$, как показано на рисунке 6.

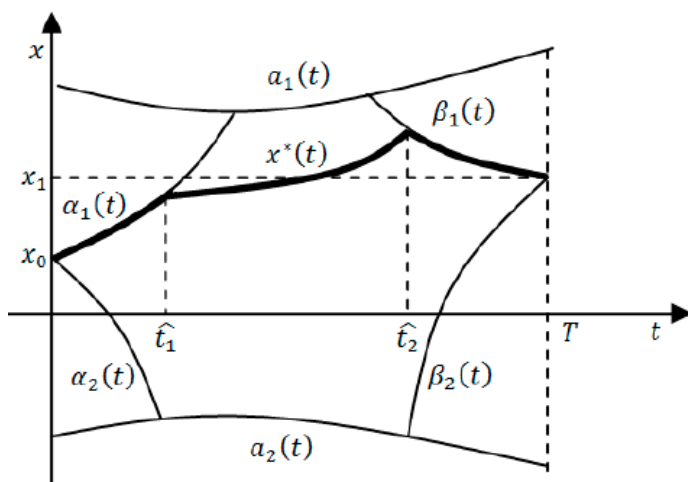


Рис. 6. Оптимальная траектория

Источник: рисунок автора по данным настоящего исследования

Аналитический вид оптимальной траектории, соответствующий рисунку, можно представить, как

$$x_{opt}(t) = \begin{cases} \alpha_1(t) & \text{при } 0 \leq t < \hat{t}_1, \\ x^*(t) & \text{при } \hat{t}_1 \leq t < \hat{t}_2, \\ \beta_2(t) & \text{при } \hat{t}_2 \leq t \leq T. \end{cases}$$

Хотя пока ещё существует устойчивое мнение о том, что теория оптимального управления для экономистов неактуальна и не нужна, это задачи математиков и иных представителей естественно-научных дисциплин. Однако в настоящее время от математики в экономике требуется не только инструментарий для вычислений при решении расчетных задач, а существенно возросла роль математики как аналитического средства в экономике для исследования и экономико-математического моделирования волатильности и турбулентности по мере становления в нашей стране рыночной экономики при цифровизации и трансформации всех её экономических процессов.

Следовательно, мягкость, лояльность и безучастность политических деятелей некоторых стран, а также их первых лиц — источник внутренних и внешних междоусобиц, вооруженных конфликтов и явно выраженной диктаторской тирании данных государств иницирующих или поддерживающих экономико-политическую санкционотерапию направленную против России,

как основной представительницы ряда самостоятельных держав, способных отстаивать не только своё мнение, позицию и интересы, заботясь о благополучии своих граждан, дружить с соседями, но и не забывать об иных окружающих странах, помогая нуждающимся в их защите и обеспечении, в надежде подрыва экономической целостности и экономической безопасности Российской Федерации и её партнёров, поддерживающих и разделяющих принципы, действия, интересы, убеждения и заинтересованность нашей страны во взаимовыгодном и честном партнёрстве в интересах своих жителей, а не корпораций и их отдельных руководителей демонстрируя новые возможности и эффективность предупреждения вызовов, связанных с внедрением Индустрии 4.0 как для нашей страны, так и для наших партнёров.

Список источников

1. Акулич 2020 — Акулич М. Инвестиционная привлекательность страны, региона, отрасли / М. Акулич. Москва : Издательские решения, 2020. 120 с. ISBN: 9785448360275.
2. Блауг 2008 — Блауг М. 100 великих экономистов после Кейнса / М. Блауг ; перевод с английского. Санкт-Петербург : Экономическая школа, 2008. 384 с. ISBN: 978-5-903816-03-3.
3. Брейли 1997 — Брейли Р. Принципы корпоративных финансов / Р. Брейли, С. Майерс. Москва : Олимп-бизнес, 1997. 1120 с. ISBN: 5-901028-01-5.
4. Экономическая безопасность 2019 — Экономическая безопасность : учебник для вузов / Л. П. Гончаренко [и др.] ; под общей редакцией Л. П. Гончаренко. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Юрайт, 2019. 340 с. ISBN 978-5-534-06090-4.
5. Готовы к партнёрству... 2017 — Готовы к партнёрству с Германией. Программа Федерального министерства экономики и энергетики по подготовке управленческих кадров / Федеральное министерство экономики и энергетики Германии. Берлин : MKL Druck GmbH & Co. KG, 2017. 8 с. URL: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/F/flyer-fit-for-partnership-with-germany-russisch.pdf?blob=publicationFile&v=7>.
6. Кенэ 1960 — Кенэ Ф. Избранные экономические произведения / Ф. Кенэ. Москва : Соцэкгиз, 1960.
7. Кокоткина 2017 — Кокоткина Т. Н. Математические модели в прогнозировании развития экономики региона : монография / Т. Н. Кокоткина [и др.]. Йошкар-Ола : Стринг, 2017. 178 с.
8. Кулалаева 2016 — Кулалаева И. В. Методика прогнозирования — ключ успеха / И. В. Кулалаева // Актуальные проблемы экономики современной России. 2016; 3: 78–82.
9. Кулалаева 2011 — Кулалаева И. В. Роль золота в финансовой системе и степень влияния волатильности курсов (USD, EUR) на обороты золота / И. В. Кулалаева // Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. 2011; 3–2: 295–303. ISSN: 2071-6184.
10. Лагоша 2020 — Лагоша Б. А. Оптимальное управление в экономике: теория и приложения : учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. / Б. А. Лагоша, Т. Г. Апалькова. Москва : Финансы и статистика, 2008. 224 с.
11. Марченко 2007 — Марченко А. А. Создание рыночной стоимости и инвестиционной привлекательности / А. А. Марченко, М. М. Куликов, А. С. Волков. Москва : Вершина, 2007. 304 с. ISBN: 5-9626-0125-4.
12. Век глобальных трансформаций 2004 — Век глобальных трансформаций // Мировая экономическая мысль. Сквозь призму веков. В 5 томах. Том 4. Москва : Мысль, 2004. 944 с. ISBN 5-244-01040-9; 5-244-01039-5.
13. Мучлер 2016 — Мучлер Й. В. «Индустрия 4.0» — быть лидером перемен / Й. Мучлер // Journal. 2016; 8: 58–44. URL: <https://managerprogramm.de/wp-content/uploads/2021/02/Journal-8-2016-ru-web-ES.pdf>.
14. Четвертая промышленная революция 2017 — Четвертая промышленная революция. Популярно о главном технологическом тренде XXI века // Tadviser : [сайт]. URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Четвертая_промышленная_революция_%28Industry_Индустрия_4.0%29. Дата публикации 17.10.2017.

References

1. Akulich M. *Investitsionnaya privlekatel'nost' strany, regiona, otrasli* [Investment attractiveness of the country, region, industry]. M. Akulich. Moscow : Izdatel'skiye resheniya Publ., 2020. 120 p. ISBN: 9785448360275 (in Russ.).

2. Blaug M. *100 velikikh ekonomistov posle Keynosa* [Great Economists since Keynes]. M. Blaug ; translation from English. St. Petersburg : Ekonomicheskaya shkola Publ., 2008. 384 p. ISBN: 978-5-903816-03-3 (in Russ.).
3. Brailey R. *Printsipy korporativnykh finansov* [Principles of corporate finance]. R. Brailey, S. Myers. Moscow : Olymp-business Publ., 1997. 1120 p. ISBN: 5-901028-01-5 (in Russ.).
4. *Ekonomicheskaya bezopasnost* [Economic security] : textbook for universities. L. P. Goncharenko [et al.] ; under the general editorship of L. P. Goncharenko. 2nd ed., Rev. and add. Moscow : Yurayt Publ., 2019. 340 p. ISBN 978-5-534-06090-4 (in Russ.).
5. *Gotovy k partnerstvu s Germaniyey* [We are ready for partnership with Germany]. Management Training Program of the Federal Ministry of Economics and Energy. Federal Ministry of Economics and Energy of Germany. Berlin : MKL Druck GmbH & Co. KG Publ., 2017. 8 p. URL: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/F/flyer-fit-for-partnership-with-germany-russisch.pdf?__blob=publicationFile&v=7 (in Russ.).
6. Quesnay F. *Izbrannyye ekonomicheskiye proizvedeniya* [Selected economic works]. F. Quesnay ; translation from English. Moscow : Sotsekgiz Publ., 1960 (in Russ.).
7. Kokotkina T. N. *Matematicheskiye modeli v prognozirovanii razvitiya ekonomiki regiona* [Mathematical models in forecasting the development of the region's economy]. T. N. Kokotkina [et al.]. Yoshkar-Ola : String Publ., 2017. 178 p. (in Russ.).
8. Kulalaeva I. V. *Metodika prognozirovaniya – klyuch uspekha* [Forecasting method – the key to success]. *Aktual'nyye problemy ekonomiki sovremennoy Rossii* [Actual problems of the economy of modern Russia]. 2016; 3: 78-82 (in Russ.).
9. Kulalaeva I. V. *Rol' zolota v finansovoy sisteme i stepen' vliyaniya volatil'nosti kursov (USD, EUR) na oboroty zolota* [The role of gold in the financial system and the impact of exchange rate volatility (USD, EUR) on gold turnover]. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomicheskiye i yuridicheskiye nauki* [Bulletin of the Tula State University. Economic and legal sciences]. 2011; 3-2: 295-303. ISSN: 2071-6184 (in Russ.).
10. Lagosha B. A. *Optimal'noye upravleniye v ekonomike: teoriya i prilozheniya* [Optimal control in economics: theory and applications] : textbook. 2nd ed., Rev. and add. B. A. Lagosha, T. G. Apalkova. Moscow : Finansy i statistika Publ., 2008. 224 p. (in Russ.).
11. Marchenko A. A. *Sozdaniye rynochnoy stoimosti i investitsionnoy privlekatel'nosti* [Creation of market value and investment attractiveness]. A. A. Marchenko, M. M. Kulikov, A. S. Volkov. Moscow : Vershina Publ., 2007. 304 p. ISBN: 5-9626-0125-4 (in Russ.).
12. *Vek global'nykh transformatsiy* [The Age of Global Transformations]. *Mirovaya ekonomicheskaya mysl'. Skvoz' prizmu vekov* [World Economic Thought. Through the prism of centuries]. In 5 volumes. Volume 4. Moscow: Mysl' Publ., 2004. 944 p. ISBN 5-244-01040-9; 5-244-01039-5 (in Russ.).
13. Muchler J. V. "Industriya 4.0" – byt' liderom peremen ["Industry 4.0" – to be a leader of change]. *Journal*. 2016; 8: 58-44. URL: <https://managerprogramm.de/wp-content/uploads/2021/02/Journal-8-2016-en-web-ES.pdf> (in Russ.).
14. *Chetvertaya promyshlennaya revolyutsiya. Populyarno o glavnom tekhnologicheskom trende XXI veka* [The fourth industrial revolution. Popularly about the main technological trend of the XXI century]. *Tadviser* : [website]. URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Article:Fourth_industrial_revolution_%28Industry_Industry_4.0%29. Date of publication 10/17/2017 (in Russ.).

Информация об авторе:

Кулалаева Инна Васильевна — кандидат экономических наук, Поволжский государственный технологический университет, пл. Ленина, 3, Йошкар-Ола 424000, Республика Марий Эл, Россия. РИНЦ AuthorID: 830229

Information about the author:

Kulalaeva Inna V. – Candidate of Economic Sciences, Volga State Technological University, 3 Lenina pl., Yoshkar-Ola 424000, Republic of Mari El, Russia. RSCI AuthorID: 830229.

Статья поступила в редакцию 30.03.2021; одобрена после рецензирования 28.04.2021; принята к публикации 28.04.2021. The article was submitted 03/30/2021; approved after reviewing 04/28/2021; accepted for publication 04/28/2021.