

# МОДЕЛИ, СИСТЕМЫ, СЕТИ В ЭКОНОМИКЕ, ТЕХНИКЕ, ПРИРОДЕ И ОБЩЕСТВЕ

НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЖУРНАЛ

№ 4 (44)

2022

---

## СОДЕРЖАНИЕ

### РАЗДЕЛ 1. МОДЕЛИ, СИСТЕМЫ, СЕТИ В ЭКОНОМИКЕ И УПРАВЛЕНИИ

<i>Гамидуллаева Л. А., Страхов Е. П., Ржевская Т. А.</i> СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ФАКТОРОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ХОЗЯЙСТВУЮЩИХ СУБЪЕКТОВ С ПОЗИЦИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА КЛАСТЕРА .....	5
<i>Голдина А. А., Бадеева Е. А., Малахова Ю. В.</i> ИНТЕГРИРОВАННАЯ ОТЧЕТНОСТЬ КАК СОВРЕМЕННЫЙ ВИД ОТЧЕТНОСТИ ДЛЯ БИЗНЕСА .....	32
<i>Каратаева О. Г., Яппарова И. В., Балахонова Е. В., Бахтеев Ю. Д.</i> ФОРСАЙТ И ИННОВАЦИОННЫЕ ТРЕНДЫ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ.....	46
<i>Сафронова О. Н.</i> ЗНАЧЕНИЕ И ФОРМИРОВАНИЕ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ОТЧЕТНОСТИ В КАЧЕСТВЕ ИННОВАЦИОННОГО ФОРМАТА КОРПОРАТИВНОЙ ОТЧЕТНОСТИ .....	58
<i>Гамидуллаева Л. А., Зинченко С. В.</i> АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ТУРИСТСКОГО ПРОДУКТА КАК ИНСТРУМЕНТА РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ.....	72

## РАЗДЕЛ 2. МОДЕЛИ, СИСТЕМЫ, СЕТИ В ТЕХНИКЕ

- Носков С. И., Бычков Ю. А.*  
ПРИМЕНЕНИЕ НЕПРЕРЫВНОЙ ФОРМЫ МЕТОДА  
МАКСИМАЛЬНОЙ СОГЛАСОВАННОСТИ  
ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ РЕГРЕССИОННОЙ  
МОДЕЛИ ОБЪЕМА ДОБЫЧИ ГАЗА .....94
- Деев М. В., Финогеев А. Г., Грушевский А. А.*  
РАЗВИТИЕ КОНЦЕПЦИИ КОНВЕРГЕНТНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ В РАМКАХ ЦИФРОВОЙ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА  
ТРЕБОВАНИЙ РЕГИОНАЛЬНЫХ РЫНКОВ ТРУДА .....104
- Безбородова О. Е.*  
ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА  
ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО  
БЛАГОПОЛУЧИЯ ЧЕЛОВЕКА .....124
- Лахвицкий Г. Н., Павликова М. Д., Бурлаченко К. Г., Репин С. В.*  
АНАЛИЗ ЛИЧНОСТНЫХ ФАКТОРОВ, ОКАЗЫВАЮЩИХ  
ВЛИЯНИЕ НА ТРУДОЗАТРАТЫ СОТРУДНИКОВ  
НАДЗОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЧС РОССИИ .....138
- Кузьмин А. В., Шлыков А. А., Краснов А. Е., Пушкарева А. В.*  
РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ  
ТОЧЕК ОТВЕДЕНИЙ ЭКГ НА 3D-МОДЕЛИ  
ГРУДНОЙ КЛЕТКИ ЧЕЛОВЕКА .....150
- Калевко В. В., Лагерева Д. Г.*  
УПРАВЛЕНИЕ КОМПЕТЕНТНОСТНЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ  
ПРОЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ  
СИСТЕМ В КОНТЕКСТЕ ПЛАНИРОВАНИЯ ИТ-ПРОЕКТОВ .....160

# MODELS, SYSTEMS, NETWORKS IN ECONOMICS, TECHNOLOGY, NATURE AND SOCIETY

SCIENTIFIC JOURNAL

№ 4 (44)

2022

---

## CONTENT

### SECTION 1. MODELS, SYSTEMS, NETWORKS IN ECONOMICS AND MANAGEMENT

<i>Gamidullaeva L.A., Strakhov E.P., Rzhetskaya T.A.</i> SYSTEMATIZATION OF CLUSTERING FACTORS OF ECONOMIC ENTITIES IN TERMS OF THE CLUSTER LIFE CYCLE.....	5
<i>Goldina A.A., Badeeva E.A., Malakhova Yu.V.</i> INTEGRATED REPORTING AS A MODERN TYPE OF REPORTING FOR BUSINESS .....	32
<i>Karataeva O.G., Yapparova I.V., Balakhonova E.V., Bakhteev Yu.D.</i> FORESIGHT AND RURAL DEVELOPMENT TRENDS .....	46
<i>Safronova O.N.</i> SIGNIFICANCE AND FORMATION OF INTEGRATED REPORTING AS AN INNOVATIVE CORPORATE REPORTING FORMAT .....	58
<i>Gamidullaeva L.A., Zinchenko S.V.</i> ASPECTS OF MANAGING THE LIFE CYCLE OF A TOURIST PRODUCT AS A TOOL FOR THE DEVELOPMENT OF THE TERRITORY .....	72

## SECTION 2. MODELS, SYSTEMS, NETWORKS IN THE TECHNIQUE

<i>Noskov S.I., Bychkov Yu.A.</i> APPLICATION OF THE CONTINUOUS FORM OF THE MAXIMUM CONSISTENCY METHOD FOR CONSTRUCTING A REGRESSION MODEL OF GAS PRODUCTION .....	94
<i>Deev M.V., Finogeev A.G., Grushevskiy A.A.</i> DEVELOPMENT OF THE CONCEPT OF CONVERGENT EDUCATION WITHIN THE DIGITAL EDUCATIONAL ENVIRONMENT BASED ON THE ANALYSIS OF THE REQUIREMENTS OF REGIONAL LABOR MARKETS .....	104
<i>Bezborodova O.E.</i> INFORMATION-MEASURING SYSTEM FOR ASSESSING HUMAN ENVIRONMENTAL WELL-BEING .....	124
<i>Lakhvitsky G.N., Pavlikova M.D., Burlachenko K.G., Repin S.V.</i> ANALYSIS OF PERSONAL FACTORS INFLUENCING THE LABOR COSTS OF EMPLOYEES OF THE SUPERVISORY ACTIVITIES OF THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS OF RUSSIA .....	138
<i>Kuzmin A.V., Shlykov A.A., Krasnov A.E., Pushkareva A.V.</i> GEOMETRIC PARAMETERS CALCULATION OF ECG LEAD POINTS ON A 3D-MODEL OF THE HUMAN CHEST .....	150
<i>Kalevko V.V., Lagerev D.G.</i> COMPETENCE MANAGEMENT OF PROJECT-ORIENTED ORGANIZATIONAL SYSTEMS IN THE CONTEXT OF IT PROJECT PLANNING .....	160

# Раздел 1 МОДЕЛИ, СИСТЕМЫ, СЕТИ В ЭКОНОМИКЕ И УПРАВЛЕНИИ

## Section 1 MODELS, SYSTEMS, NETWORKS IN ECONOMICS AND MANAGEMENT

---

УДК 338.2.2

doi:10.21685/2227-8486-2022-4-1

### СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ФАКТОРОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ХОЗЯЙСТВУЮЩИХ СУБЪЕКТОВ С ПОЗИЦИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА КЛАСТЕРА

Л. А. Гамидуллаева<sup>1</sup>, Е. П. Страхов<sup>2</sup>, Т. А. Ржевская<sup>3</sup>

<sup>1, 2</sup> Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

<sup>3</sup> Полесский государственный университет, Пинск, Республика Беларусь

<sup>1</sup> gamidullaeva@gmail.com, <sup>2</sup> gkarbat@mail.ru, <sup>3</sup> rzheuskaya.t@polessu.by

**Аннотация.** *Актуальность и цели.* Цель работы состоит в систематизации факторов кластеризации экономики с позиции стадий жизненного цикла кластера. *Материалы и методы.* Для решения поставленных задач использованы методы: анализ, сравнение, описание, группировка, дедукция, контент-анализ литературы и др. *Результаты.* Рассмотрены основные направления исследований в области кластеризации экономики. Проанализированы исследования, касающиеся факторов кластеризации хозяйствующих субъектов. Выделены и систематизированы факторы, характерные для определенного этапа жизненного цикла кластера. Предложена классификация факторов с точки зрения их регулируемости (условно нерегулируемые, условно регулируемые, регулируемые и предпринимательская культура). *Выводы.* Полученные результаты имеют как теоретическую, выраженную систематизацией отдельных положений кластерной концепции, так и практическую значимость, заключающуюся в возможности использования результатов для разработки точечных механизмов воздействия на процессы кластеризации экономических агентов.

**Ключевые слова:** кластерная теория, кластеризация, факторы кластеризации, классификация

**Благодарность:** исследование выполнено при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – докторов наук № МД-1823.2022.2.

**Для цитирования:** Гамидуллаева Л. А., Страхов Е. П., Ржевская Т. А. Систематизация факторов кластеризации хозяйствующих субъектов с позиции жизненного цикла кластера // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2022. № 4. С. 5–31. doi:10.21685/2227-8486-2022-4-1

---

© Гамидуллаева Л. А., Страхов Е. П., Ржевская Т. А., 2022. Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 License / This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

## SYSTEMATIZATION OF CLUSTERING FACTORS OF ECONOMIC ENTITIES IN TERMS OF THE CLUSTER LIFE CYCLE

L.A. Gamidullaeva<sup>1</sup>, E.P. Strakhov<sup>2</sup>, T.A. Rzhetskaya<sup>3</sup>

<sup>1, 2</sup> Penza State University, Penza, Russia

<sup>3</sup> Polesky State University, Pinsk, Republic of Belarus

<sup>1</sup> gamidullaeva@gmail.com, <sup>2</sup> gkarbat@mail.ru, <sup>3</sup> rzheuskaya.t@polessu.by

**Abstract.** *Background.* The goal of this study is to systematize the factors of economic clustering in terms of the cluster life cycle. *Materials and methods.* To solve the tasks set, the following methods were used: analysis, comparison, description, grouping, deduction, content-analysis of literature. *Results.* The main directions of research in the field of economic clustering are considered. Analyzed studies relating to the factors of clustering of economic entities. The factors specific to a certain stage of cluster life cycle are highlighted and systematized. A classification of factors in terms of adjustability is proposed (conditionally unregulated, conditionally regulated, regulated and entrepreneurial culture). *Conclusions.* The results obtained have both theoretical, expressed by the systematization of certain provisions of the cluster concept, and practical significance, which consists in the possibility of using the results to develop point mechanisms for influencing the clustering processes of economic agents.

**Keywords:** cluster theory, clustering, clustering factors, classification

**Acknowledgments:** the study was supported by the grant of the President of the Russian Federation for state support of young Russian scientists – Doctors of sciences № MD-1823.2022.2.

**For citation:** Gamidullaeva L.A., Strakhov E.P., Rzhetskaya T.A. Systematization of clustering factors of economic entities in terms of the cluster life cycle. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society.* 2022;(4):5–31. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2022-4-1

### Введение

Кластеризация хозяйствующих субъектов – одна из наиболее популярных тем исследований в области экономики. По данным, полученным с помощью сервиса научно-электронной библиотеки eLIBRARY.RU, только за 2021 г. по запросу «кластер» (тематика «Экономика») была опубликована 1121 работа. Несмотря на это, достаточно трудно выделить единый подход к классификации факторов кластеризации, учитывающий все множество взглядов на причины формирования и развития кластеров. По этой причине становится необходимым определить область исследования, выделить направления, касающиеся факторов кластеризации, для понимания процесса приращения научных знаний в данной области. Опираясь на полученные данные, необходимо систематизировать факторы кластеризации экономики.

Первичный анализ вышеупомянутых научных работ указывает на то, что проблематика настоящего исследования сформировалась достаточно давно. В частности, Л. С. Марков, Е. А. Исланкина и другие связывают зарождение кластерной теории с именем А. Маршалла [1, с. 14; 2]. Маршалл в работе «Принципы экономической науки» объяснил концентрацию специализированного производства наличием внешней экономии: доступность необходи-

мого квалифицированного труда; наличие поддерживающих и вспомогательных отраслей; специализация различных фирм на разных стадиях и сегментах производственного процесса [3]. Д. А. Кошечев, Е. А. Третьякова придерживаются аналогичной точки зрения, но считают формирование кластерной теории результатом влияния множества теорий, в частности, классической теории размещения производства (А. Вебер, В. Лаундхардт, В. Кристаллер и др.), агломерационной экономики (Ф. Перру, Ж. Будвиль, Дж. Якобс), теории промышленных округов (Дж. Бекатини) [4]. Е. И. Бахматова отталкивается от предположения, что работа И. Тюнена («Изолированное государство», 1826 г.) является отправной точкой зарождения кластерной концепции; взгляды А. Маршалла автор относит к очередному этапу ее развития, также выделяя труды Ч. Д. Хариса («Рынок сбыта как фактор локализации производства», 1954 г.) и А. Пред («Пространственная динамика промышленного роста городов США», 1966 г.), Р. К. Эстол и Р. О. Бученен («Промышленное производство и экономическая география», 1961 г.), Дж. Бекатини («Промышленные округа», 1979 г.) [5].

Несмотря на отсутствие единой точки зрения на процесс формирования кластерной концепции, все без исключения авторы связывают оформление данной концепции с именем М. Портера, а точнее, с его работой «Международная конкуренция: Конкурентные преимущества стран» 1990 г. Безусловно, было бы интересно более подробно рассмотреть эволюцию знания, послужившего основанием создания кластерной концепции, но цель настоящей работы обязывает нас выявить и классифицировать наиболее актуальные взгляды на проблему выделения факторов кластеризации хозяйствующих субъектов. В таком случае представляется целесообразным исходить из точки зрения, что факторы кластеризации экономических агентов были сформулированы М. Портером, а затем дополнены его последователями.

### ***Материалы и методы***

В процессе исследования применялись документальный анализ, базирующийся на обобщении результатов исследований различных авторов по заявленной проблематике, методы сравнительного анализа, классификации по признакам регулируемости и принадлежности выделенных характеристик этапам жизненного цикла кластера. Для представления полученных данных был использован инфографический метод.

В основе исследования материалы зарубежных и отечественных ученых. В частности, к зарубежным относятся труды авторов: А. Маршалла, М. Портера, М. Энрайта, С. Розенфельда, Ö. Solvell, M. Storper, J. Cortright, P. David, A. Markusen, G. Schrock, P. Krugman, A. Saxenian, M. Feldman, E. Glaeser, Е. И. Бахматовой. Были проанализированы работы отечественных авторов, среди которых Е. А. Исланкина, В. С. Сухович, Е. Б. Ленчук, Г. А. Власкин, Т. А. Забазнова, Е. С. Куценко, О. В. Костенко, О. А. Оленина, Д. А. Кошечев, Е. А. Третьякова, Т. С. Рассулов, Н. У. Махмасобирова.

### ***Анализ ключевых направлений исследований, посвященных факторам кластеризации***

Учитывая, что в качестве отправной точки исследования были выбраны научные результаты, полученные М. Портером, необходимо рассмотреть их в первую очередь.

По определению М. Портера, кластер – это группа географически соседствующих взаимосвязанных компаний и связанных с ними организаций, действующих в определенной сфере и характеризующихся общностью деятельности и взаимодополняющих друг друга [6, с. 205]. Данное определение было впервые сформулировано Портером в проведенном им исследовании глобальной конкурентоспособности стран, по результатам которого было установлено, что национальная конкурентоспособность находится в прямой зависимости от условий, сформировавшихся в границах определенной территории. Для описания «качества» территории автор вводит аналитический инструмент, названный им «алмаз конкурентоспособности», представляющий собой шестиугольник, грани которого заключают в себе факторы конкурентоспособности (по Портеру – детерминанты). В качестве таких факторов автор выделяет: прямые – детерминанты производства, детерминанты спроса, детерминанты родственных и поддерживающих отраслей, детерминанты стратегии фирм, их структуры и соперничества; косвенные – роль государства, случай. Страны и их бизнес конкурентоспособны в тех сферах и отраслях, где перечисленные детерминанты сбалансированы.

Кратко отметим суть, понимаемую под данными детерминантами:

– детерминанта факторов производства – предполагается наличие в стране, регионе, на территории не просто достаточного или избыточного количества необходимых факторов производства, но и их более высокий уровень развития по сравнению с другими странами мира. В качестве примера можно выделить более высокий уровень образования кадров;

– детерминанта спроса – предполагается наличие устойчивого местного спроса на продукцию резидентов территории.

В рамках описания следующих двух детерминант конкурентоспособности М. Портер говорит о кластерах как о прогрессивной форме организации производственной деятельности, заявляя, что страны и территории, где образуются кластеры, имеют конкурентные преимущества перед теми, где этого не происходит. Имеются в виду:

– детерминанта родственных и поддерживающих отраслей, она касается уровня локализации конкурентоспособных отраслей. Проще говоря, наличие в непосредственной близости всего множества компаний, состоящих в цепочке добавленной стоимости;

– детерминанта стратегии фирм, их структура и соперничество говорит о наличии в стране уникальных способов и методов ведения бизнеса.

Анализируя труды М. Портера, можно сделать вывод, что он рассматривает кластеры как свершившийся факт и необходимость для конкурентоспособности национальной экономики, прямо не указывая на конкретные причины их образования, лишь кратко рассуждая о географических условиях, исторической необходимости и воли случая [6, 7]. Хотя, на наш взгляд, перечисленные им детерминанты конкурентоспособности – не что иное, как факторы, влияющие на формирование кластеров. Логично предположить, что при низком спросе о концентрации компаний говорить не приходится, или в случае отсутствия в стране секторов производства, увязанных в создании конечного продукта, импорт сделает невыгодным конечное производство, в лучшем случае покрывая только внутренний спрос, естественно о росте количества предприятий не может быть и речи.



Необходимо отметить косвенные детерминанты, причем сам М. Портер не отводил им значительной роли в описании конкурентоспособности, но, на наш взгляд, они не менее важны, чем четыре основные.

К косвенным детерминантам относятся:

**1. Роль государства.** О роли этой детерминанты М. Портер пишет следующее: «Ведущая к успеху политика правительства – это та политика, которая создает среду, в которой компании могут достигать конкурентных преимуществ, а не та, при которой правительство непосредственно вовлекается в сам процесс, за исключением случаев, когда страна находится на раннем этапе развития» [7]. Тем самым автор допускает возможность «дирижирования» кластерной политики, хотя многие последователи убеждены в обратном. В этой связи следует отметить азиатский опыт кластерного развития, демонстрирующий ведущую роль государства в вопросах формирования и развития кластеров. Например, в Японии, как отмечает В. С. Расулов [8], отличительной чертой процесса кластеризации является ведущая роль крупных компаний, «которые реализуют внутреннюю экономию и находятся на передовом рубеже новых технологий». Разумеется, вовлечение крупного бизнеса происходит «под давлением», директивным или экономическим (субсидии, льготы, и т.п.). Более того, для интенсификации взаимодействия между наукой и промышленностью был создан «Кластер знаний», который управляется Министерством образования, культуры, спорта, науки и технологии Японии. Похожим образом процесс кластеризации происходит в Китае, Сингапуре и ряде других азиатских стран. Опираясь на данные об уровне экономического развития вышеперечисленных стран, можно сделать вывод о значительной роли и важности кластерной политики государства.

**2. Случай.** Данный фактор М. Портер считает незначительным, но имеющим место. Анализируя деятельность американских компаний, автор пришел к выводу, что некоторые из них сформировались благодаря случаю. Так, в качестве примера в работе «Конкуренция» приводится опыт компании Medtronic. В 1949 г. Эрл Баккен основал компанию по ремонту медицинского оборудования; к началу 1950-х гг. Medtronic занималась созданием обычного оборудования для медицинских учреждений. В середине 1950-х гг. компания установила деловые контакты с доктором С. В. Лиллехей, который первым начал проводить хирургические операции на открытом сердце в медицинском отделении университета в Миннесоте. Университет получил признание в масштабах страны как в сфере электроники, так и в хирургии. Инженеры Medtronic совместно с доктором Лиллехей работали над совершенствованием крупногабаритных и достаточно опасных приборов, которые использовались тогда для стимулирования сердечной деятельности. К 1957 г. технологический прорыв с созданием работающего на батарейке стимулятора привел к началу его использования. Следующий технологический прорыв в используемых электродах произошел в 1958 г. Он явился результатом совместной работы с доктором Самюэлем Хантером из госпиталя Святого Жозефа в Сант-Пауле. К 1960 г. Medtronic вошла в число признанных во всем мире конкурентоспособных фирм по производству стимуляторов сердечной деятельности [6, с. 247]. Сегодня компания является ядром медицинского кластера г. Минеаполиса, США.

Роль случая представляет собой предмет дискуссий с позиции теории «тройной спирали», согласно которой успех Medtronic вполне ожидаем, так как коллаборация науки и бизнеса принесла свои результаты.

Безусловно, случай является фактором, влияющим на формирование кластеров, но, на наш взгляд, М. Портер говорит вовсе не о случае, а о наличии инновационной среды.

М. Энрайт, ученик и последователь М. Портера, развивая кластерную теорию, вводит понятие регионального кластера. Это географическая агломерация фирм, действующих в одной или нескольких родственных отраслях экономики [9]. Особенностью его исследований является то, что он первым начал рассматривать кластер на локальном уровне; первое подобное исследование датируется 1996 г. [9]. Однако для нашего исследования наиболее любопытной представляется его более поздняя работа «Survey on the characterization of regional clusters» («Исследование характеристик региональных кластеров») 2000 г., в рамках которой с помощью экспертного метода приводится классификация региональных кластеров [10]. Исходя из приведенных характеристик, основанных на мнении 160 экспертов практически со всех уголков мира, можно сделать вывод о факторах, влияющих на формирование, укоренение и развитие кластеров. Приведем эти факторы и представим их характеристику:

**1. Географическая концентрация** – 95 из 160 экспертов отмечают высокий уровень локализации предприятий. По их заключениям, предприятия кластера, как правило, расположены в пределах одного города и его окрестностей. Оставшиеся 65 ограничивают территорию кластера административно-территориальными границами регионов. Таким образом, можно сделать вывод, что одним из главных факторов как формирования, так и развития кластеров является близость хозяйствующих субъектов.

**2. Характер связей.** Под данной категорией понимаются направления экономического взаимодействия хозяйствующих субъектов. В зависимости от характера связей М. Энрайт выделяет два типа кластеров:

– горизонтально-ориентированные. Предприятия одной или нескольких отраслей имеют общий рынок сбыта, рынок технологий, рынок труда. При этом автор теории региональных кластеров акцентирует внимание на том, что всего 7 из 160 экспертов заявляют о существовании кластеров, ограниченных отраслью. Как правило, в конгломерат горизонтально-ориентированного кластера входят несколько связанных отраслей [10];

– вертикально-интегрированные. Экономические связи строятся по направлению создания добавленной стоимости продукта. Как отмечает М. Энрайт, успех подобных кластеров зависит напрямую от присутствия в регионе всего множества предприятий, обеспечивающих технологический процесс. Крайне редко эксперты отмечают существование вертикально-ориентированных кластеров, технологический процесс которых зависит от компаний, находящихся далеко за пределами региона, еще реже за национальной границей.

В итоге можно сделать вывод, что в качестве еще одного условия формирования и развития кластеров выступает наличие общего рынка (сбыта, технологий, труда и т.д.) или всего множества компаний, связанных технологической цепочкой. Целесообразно обобщенно назвать эти факторы «наличие

общего рынка и технологическая независимость региона в определенной отрасли».

**3. Активность связей.** Автор теории региональных кластеров разделяет их по уровню активности. К активным, как следствие успешным, он относит кластеры, в которых основное взаимодействие между участниками строится по поводу продвижения, сбыта, проектирования продуктов или услуг [10]. Еще такие кластеры можно назвать развивающимися, поскольку подобная деловая активность направлена исключительно на поиск точек роста. Неактивные (или стагнирующие) предполагают взаимодействие только в рамках технологических операций.

Данная характеристика кластера никоим образом не может повлиять на его создание, однако ее можно назвать одним из самых важных условий развития любого кластера.

**4. Потенциал роста.** Выделяя данную характеристику кластеров, М. Энрайт оговаривается, что ее сложно оценить, между тем, основываясь на наблюдениях экспертов, утверждает, что рост кластера обусловлен двумя причинами:

– наличием в кластере компаний, область деятельности которых находится в пределах бурно растущей или уже хорошо развитой отрасли с высоким спросом;

– присутствием в кластере крупных конкурентоспособных компаний.

Вероятно, что под потенциалом роста М. Энрайтом понимается зависимость кластерного развития от конкурентоспособности якорной компании или нескольких компаний-лидеров.

**5. Инновационный потенциал.** Речь идет о характерной склонности кластеров к инновационной активности. Более 60 экспертов указали на наличие кластеров, в которых подавляющее большинство компаний относится к генераторам новых технологий. Около 60 экспертов заявляют об активных пользователях технологий, т.е. компаниях, работающих в высокотехнологичных отраслях; 50 экспертов говорят о кластерах, участники которых встраивают инновации в существующую хозяйственную деятельность [10].

Несмотря на характерные особенности инновационной деятельности кластеров, всех их объединяет наличие инновационной активности. Следовательно, обязательным условием как формирования, так и развития любого кластера, является наличие инновационно активных участников.

**6. Конкурентная позиция.** М. Энрайт анализирует структуру продаж различных кластеров. Данные, приведенные им, свидетельствуют о том, что большинство участников кластера являются экспортно ориентированными. Так, на вопрос «В каком географическом пространстве фирмы, входящей в кластер, имеют значительные объемы продаж?» более 90 экспертов ответили «на глобальном». Менее 40 указали на национальный уровень, оставшиеся в порядке убывания отметили «на региональном» и «на местном».

Исходя из вышесказанного, выделим фактор конкурентоспособности продукции кластеров на глобальном рынке как условие развития кластеров.

**7. Структура управления.** М. Энрайт отмечает, что под структурой управления кластера стоит понимать не конкретные формы, такие как советы, коллегии и т.п., а особенности внутрикластерного взаимодействия. Для понимания сути он приводит примеры организации управления кластеров, вы-

деляя доминирование крупных компаний, коалиции между участниками кластера, исторические взаимоотношения между компаниями, семейные взаимоотношения, этническую принадлежность и пр. М. Энрайт установил, что чаще всего управление кластера строится на долгосрочных партнерских отношениях между конкретными участниками кластера, зачастую корни данных взаимоотношений уходят глубоко в историю (практически 80 экспертов подтверждают данный факт). Краткосрочные коалиции и доминирование крупных фирм как форма управления кластера встречаются гораздо реже. Этническая и семейная принадлежность – крайне редко, не более 10 экспертов заявляют о существовании таких форм [10].

Таким образом, резонно предположить, что реальное управление в кластере строится не на формально созданных органах управления, а на наличии межличностных взаимосвязей между сотрудниками компании, их личном авторитете. Отсюда в качестве фактора, влияющего на формирование и развитие кластера, следует выделить наличие неформальных взаимоотношений между участниками кластера.

**8. Структура собственности.** В результате опроса автором установлено, что в структуре собственности кластеров преобладают местные компании. Практически 100 из 160 экспертов отмечают долю местных компаний в кластере на уровне более 80 % и менее 10 говорят, что местным владельцам принадлежат не более 20 % компаний, входящих в кластер [10]. Считаем, что, основываясь только на приведенных данных, можно сделать вывод о влиянии на формирование кластеров принадлежности участников к местной бизнес-среде.

Подводя промежуточный итог, отметим, что приведенная классификация не является исчерпывающей, М. Энрайт выделяет кластеры по уровню развития, заявляя о существовании «рабочего», «латентного», «перспективного», «политического» и, как дословно называет автор, «выдаваемые желательное за действительное». Однако, указывая на возможное состояние кластера, автор в описании не приводит причин данного состояния, лишая нас возможности сделать необходимые выводы.

Розенфельд был одним из первых, кто выделил ряд факторов, влияющих на развитие кластеров. В опубликованной в 1997 г. статье «Bringing business clusters into the mainstream of economic development», опираясь на данную М. Энрайтом классификацию уровня развития, автор выделяет причины подобного деления [11]:

**1. Инновационный потенциал.** Наиболее важным по С. Розенфельду фактором, определяющим уровень развитие кластеров, является инновационный потенциал. В отличие от М. Энрайта, под инновационным потенциалом понимается не склонность к инновациям, а наличие в ближайшем окружении инновационной среды (научно-исследовательских, образовательных, консалтинговых, проектных и прочих организаций) [11].

Выделяя один и тот же фактор, авторы вкладывают разную суть, при этом нельзя назвать какой-либо подход неправильным. Как склонность, так и организационная возможность генерировать инновации является важным критерием, влияющим на формирование и развитие кластеров. Наблюдается явный парадокс, так как без склонности бизнес-образований к нововведениям практически наверняка не будет инновационной среды, напротив, без среды

не будет инновационной ориентации компаний. Ситуация подобна всем известной проблеме: «Что раньше – курица или яйцо?». Биологи на данный вопрос отвечают: «Птицы являются эволюционными "потомками" динозавров, уже размножавшихся яйцами задолго до начала процесса эволюционной трансформации некоторой части динозавров в птиц. В условный исторический момент возникновения класса птиц было снесено яйцо, в результате мутации которого появилась "прото птица"» [12]. Условно можно сказать, что появление птицы связано с мутацией, вызванной внешним воздействием. Аналогично склонность некоторых компаний к инновациям в результате внешнего воздействия (спрос, государственное стимулирование, историческая необходимость и т.д.) может перерасти в формирование инновационной среды. Таким образом, склонность к инновациям можно отнести к факторам формирования кластеров, а наличие инновационной среды – к факторам развития.

**2. Знания и навыки.** Можно сказать, что С. Розенфельд одним из первых указал на необходимость наличия реальных, соответствующих потребностям кластера, знаний и навыков, оперируя тем, что большинство экономических моделей учитывают общий уровень образования, в противовес которому выступают «ремесленные» знания об особенностях производства. В качестве примера Розенфельд приводит интервью руководителя по производству чулочно-носочных изделий в Северной Каролине: «Кажущаяся простота производства противоречит значительным "ремесленным" знаниям сотрудников компании. Неочевидное знание о ремонте, настройке оборудования, потребностях клиентов, характеристик продукта находится в головах сотрудников, а не книгах. Кроме того, знание процессов изнутри придает уверенности сотрудникам начать собственный бизнес» [11]. Выделяемый С. Розенфельдом фактор равно можно отнести к условиям формирования и развития кластеров. В первом случае, при дефиците узкоспециализированных кадров, невозможна кластерная концентрация, второй связан с ростом компетенций в пределах «перелива знаний», после которого наступает интенсивный рост новых бизнес-структур.

**3. Развитие человеческого капитала.** Во многом С. Розенфельд повторяет выводы М. Портера о необходимости наличия специализированных образовательных учреждений в непосредственной близости. Новизна заключается в приближении объекта исследования к реальным потребностям кластера. На примере успешного опыта Стэнфордского и Калифорнийского университетов по организации курсов повышения квалификации инженеров в области полупроводников он говорит о необходимости тесного взаимодействия между образованием и бизнесом, указывая на необходимость адекватного реагирования на изменения технологий, спроса и т.д. [11].

Таким образом, в рамках данного фактора говорится не столько об уровне образования на определенной территории, сколько о необходимости взаимодействия образования и бизнеса. Данный фактор следует отнести к условиям, обеспечивающим развитие кластера.

**4. Близость поставщиков.** Идеи о влиянии близости поставщиков на развитие производства высказывались задолго до создания кластерной теории, еще А. Вебер говорил о минимизациях издержек, связанных с перевозкой сырья и материалов. С. Розенфельд приводит данный фактор скорее для

полноты классификации, хотя косвенно затрагивает синергетические эффекты взаимного сотрудничества по связке «поставщик – производитель», но без достаточной аргументации, приводя в качестве примера организацию поставщиками различных «промомероприятий», влияющих на установление неформальных связей между участниками [11].

Идеи, на которые натолкнулся С. Розенфельд, найдут отражение в более поздних исследованиях в области сетевой экономики, экосистем. Однако в рамках анализа данной работы можно сказать, что он повторяет многих до него, говоря о снижении логистических издержек, безусловно влияющих не только на формирование, но и на развитие кластеров.

**5. Наличие капитала.** Под данным фактором понимается не столько наличие производственных фондов и оборотных средств, принятое экономистами как классическое определение капитала предприятия, сколько наличие специальных финансовых инструментов, облегчающих доступ к нему. Передовым С. Розенфельд считает опыт Европы, где сформировалось большое количество отраслевых банков, консорциумов, лизингодателей, поручительских фондов и т.п. [11].

Наличие капитала, а точнее было бы сказать доступ к капиталу, в большей степени условие, обеспечивающее рост кластера, нежели формирование. Однако, если допускать дефицит финансовых инструментов, на определенной территории данный фактор может стать ограничением для кластерной инициативы.

**6. Доступ к специализированным услугам.** Без сомнения, данный фактор следует отнести к условиям роста кластера. Понимается под ним наличие в ближайшем окружении компаний, оказывающих узкоспециализированные услуги. На первый взгляд кажется, что автор повторяется, снова говоря об инновационной инфраструктуре, но приведенные им примеры вносят ясность в толкование. Он ссылается на итальянский опыт, где по инициативе и при финансировании агентства поддержки кластерных инициатив «Ervet» создаются компании в сферах потребностей кластера, где рынок не способен их удовлетворить, ввиду низкого спроса либо отсутствия компетенций. Это могут быть центры коллективного пользования, агентства поддержки экспорта, бизнес-навигаторы, инкубаторы и т.п. [11].

**7. Производители оборудования и инструмента.** Розенфельд считает, что в США это сильно недооцененный фактор, влияющий на развитие кластеров. Снова обращаясь к итальянскому опыту, автор заявляет, что успех в области производства керамики и одежды в определенной мере обусловлен тесными контактами с производителями оборудования и инструментов. Эффект от сотрудничества распространился за пределы керамики и одежды, итальянское оборудование и инструменты в данных областях стали конкурентоспособны на международных рынках [11].

Скорее всего, влияние данного фактора на формирование кластеров крайне незначительно. Наверняка существует определенная зависимость, но насколько сильная, определить затруднительно, успех показывают как кластеры, находящиеся в непосредственной близости к производителям оборудования, так и другие.

**8. Интенсивность нетворкинга (контактов).** С. Розенфельд, комментируя суть данного фактора, очевидно, мыслит похожими категориями, что

и М. Энрайт в рамках характеристики «активность связей». Оба автора говорят о зависимости успеха от активности связей, подчеркивая первостепенную значимость контактов в рамках исполнения организационных функций (сбыта, продвижения, снабжения) в противовес технологическим связям. Однако, в отличие от М. Энрайта, представлявшего подобное взаимодействие традиционным образом, посредством организации совещательных органов кластера, Розенфельд, опираясь на примеры, говорит о сетевых формах организации. В частности, он говорит об опыте Испании, где в целях поддержки кластерных инициатив правительство запустило курсы обучения онлайн-брокеров для упрощения капитализации участников кластера. В Северной Каролине развивается опыт совместного участия в государственном заказе посредством «тендер-агрегаторов» [11].

Не вызывает сомнений тот факт, что Розенфельд отходит от традиционного понимания организации коммуникаций кластера, указывая на потребность в информационных посредниках (агрегаторы, провайдеры, платформы и т.п.). С определенной долей условности можно сказать, что речь идет не столько об активности связей, сколько о наличии специализированных информационных посредников, отвечающих требованиям и задачам кластера. С подобной позиции фактор «интенсивность нетворкинга» можно отнести не только к влияющим на развитие, но и определяющим условием формирования кластера.

**9. Социальная инфраструктура.** Особенность взглядов С. Розенфельда такова, что под социальной инфраструктурой кластеров он понимает не наличие в регионе всего комплекса учреждений социального обслуживания (медицинские, культурные, общеобразовательные учреждения), а существование неформальных профессиональных объединений. В качестве примера автор приводит Homebrew Computer Club, существующий в Кремниевой долине с 1975 г., объединивший в себе представителей более чем 20 компаний [11]. Отчасти феномен Кремниевой долины он связывает с существованием данного клуба, объясняя это тем, что неформальное общение в профессиональной среде способствует распространению знаний [11].

Логично, что профессиональные хобби-клубы влияют на рост и развитие кластера. Во-первых, тесное сплетение хобби и профессиональной деятельности активизирует внутренний профессиональный рост. Во-вторых, неформальное общение способствует перетеканию знаний и в определенной степени генерации новых. Определенно данный фактор влияет на рост и развитие кластера, скорее всего, влияет и на формирование, так как многие связывают образование кластера микроэлектроники в Калифорнии именно с деятельностью данного клуба [11, 13, 14].

**10. Общее видение и лидерство.** На наш взгляд, крайне недооцененный фактор, выдвигаемый С. Розенфельдом практически в заключение работы. Суть довольно проста, а именно наличие в кластере явных лидеров, активно развивающихся, показывающих превосходящие по сравнению с другими финансовые, технологические результаты. Аргументация проводится на не очень удачных примерах. Так, Розенфельд отмечает опыт совместных действий лидеров розничной торговли Америки Mart, WalMart и Target по снижению закупочной цены в обход оптовых посредников, в конечном счете их действия позволили выдвинуть их с рынка полностью, обеспечив доступ менее развитым сетям к товарам производителей напрямую [11].

С позиции истории действительно назвать данный фактор основополагающим не представляется возможным. Пионеры как теории, так и практики США, развивались по модели, в которой главную роль играют мелкие компании и стартапы. Европейский опыт на тот момент времени был крайне скуден, Азия находилась на пути кластеризации экономики. Современные взгляды на данный фактор позволяют отнести его к основным, определяющим формирование кластера. Особенно данное утверждение касается Азии, где подавляющее большинство кластеров образовано вокруг промышленных гигантов; к слову, российская практика развивается по похожему сценарию.

**11. Инновации.** С. Розенфельд сознательно разделяет инновации и инновационный потенциал, понимая под последним склонность определенных отраслей к инновациям. Подобные идеи высказывались М. Энрайтом, который заявлял о необходимости наличия инновационно активных компаний в ближайшем окружении как условия развития кластеров. С. Розенфельд конкретизирует, говоря об отраслях, склонных к инновациям, как следствие, к кластеризации, в качестве которых выделяет ряд наукоемких отраслей, таких как авиастроение, атомная энергетика, медицинское оборудование, микроэлектроника и пр. [11].

Действительно, перечисленные отрасли в большей степени склонны к инновациям, еще в большей степени к кластеризации, так как наукоемкость требует кооперации множества хозяйствующих субъектов. Между тем однозначно назвать данный фактор условием формирования и развития кластеров не представляется обоснованным. Итальянский опыт, к которому часто прибегает С. Розенфельд, говорит о кластеризации отраслей легкой промышленности, строительных материалов, очевидно, не наукоемких, от того не менее инновационно активных. Осмелимся предположить, что склонность к инновациям – это характеристика, не находящаяся в прямой зависимости от отраслевой принадлежности.

**12. Предпринимательская энергия.** Под этой категорией понимается процесс развития кадров в самостоятельные бизнес-структуры. Во многом Розенфельд повторяется, говоря о росте знания и навыков; им уже было указано на эффект «инкубатора». В данном контексте он выдвигает утверждение о существовании некой социальной силы, которая определяет склонность коллектива к предпринимательству. Отрицать очевидное невозможно, действительно, исследователи в области психологии выделяют психотип предпринимателя. Но насколько наличие сотрудников с подобным устройством психики может повлиять на формирование кластера?

Отметим, что, несмотря на наличие спорных категорий, С. Розенфельд – один из немногих исследователей в области кластеризации экономики, наиболее полно описавших причины, а также условия формирования и развития кластеров.

М. Сторпер, объясняя процесс концентрации производства, в рамках исследования «Globalization, localization and trade» [15] акцентирует внимание на транзакционных издержках [15]. Посредством категории транзакционных издержек автор пытается объяснить не только издержки, связанные с заключением официальных контрактов, но и неформальных, вплоть до контактов между сотрудниками предприятия. Аксиомой работы служит тот факт, что снижение всего множества издержек контрактации является главной причиной концентрации предприятий, как следствие, их кластеризации.



В качестве такого множества автор выделяет транзакционные издержки, возникающие в процессе контрактации, по следующим направлениям бизнес-процесса:

1. Диверсификация рынка факторов производства. Под этой категорией М. Сторпером понимается наличие в непосредственной близости основной массы поставщиков товаров и услуг, необходимых в том или ином производстве. Притяжение в подобные локации производителей автор объясняет их стремлением снизить транзакционные издержки, что вписывается в классическое понимание термина.

Однако сама по себе идея о зависимости местоположения производителей от поставщиков не нова: задолго до М. Сторпера, И. Тюнен, А. Вебер, В. Кристаллер и другие объясняли эту зависимость стремлением снизить логистические издержки; Дж. Фридман, Ф. Перру относили поставщиков и соисполнителей к факторам притяжения агломерации, М. Портер определял наличие родственных и поддерживающих отраслей как условие национальной конкурентоспособности отрасли, С. Розенфельд выделял поставщиков инструментов и оборудования в качестве фактора, определяющего развитие кластера. Тем не менее М. Сторпер, взглянув на эту характерную черту кластера с позиции транзакционных издержек, заметно расширил классификацию причин его формирования и развития.

2. Организация производства. Под организацией производства автор подразумевает набор методов и инструментов ведения бизнес-деятельности, свойственные определенной территории [1]. Это может быть характерная склонность к кооперации (наукограды, территории опережающего развития и т.д.), ориентация на конкретный рынок или спрос, ориентация на конкретный продукт или технологический процесс, законодательные особенности территории (офшорные зоны, игорные зоны и пр.). Безусловно, концентрация по принципу «особенности ведения бизнес-деятельности» очевидна и высказывалась задолго до М. Сторпера. Тем не менее до него данную характеристику связывали с историческими особенностями территорий, географическим положением, М. Сторпер первым объяснил «притяжение» стремлением экономических агентов снизить характерные конкретной территории транзакционные издержки.

3. Знания, идеи, человеческие взаимоотношения – важность неформальных контактов, переливов знаний находилась и находится в центре внимания многих исследователей в области кластеризации экономики. М. Сторпер не является исключением, он также подчеркивает важность влияния данного фактора на развитие кластера. Новизной становится утверждение о том, что переливы знаний так или иначе сопровождаются транзакционными издержками, не такими явными, как в случаях с издержками контрактации, тем не менее существующими, которые можно выразить в рабочих часах, стоимости командировок и т.д. Близость к носителям знаний снижает издержки получения знаний, этим М. Сторпер и объясняет природу кластеризации хозяйствующих субъектов с позиции данного фактора [15].

4. Технологии «являются сильной структурной силой, стоящей за сделками, и сильным двигателем перемен» [15]. Проще говоря, технологии – это то, ради чего бизнес заключает сделки, то, что объединяет бизнес и является

одной из главных причин концентрации экономических агентов. Новизной, в отличие от предшественников автора, стало то, что М. Сторпер конкретизировал до уровня категории «технологии» обобщенные предшественниками факторы «инновационная активность» (М. Энрайт) и «инновационный потенциал» (С. Розенфельд). Такая конкретизация дополняет классификацию факторов, влияющих на формирование и развитие кластеров.

Подводя промежуточный итог, кратко отметим еще один фактор, выделяемый М. Сторпером в качестве причин концентрации хозяйствующих субъектов, который, по нашему мнению, не достаточно аргументирован, но необходим к рассмотрению для полноты исследования – «локальная и глобальная география мягких сделок». Речь идет о международном обмене знаниями в процессе глобальной специализации. М. Сторпер утверждает, что данный фактор оказывает важное влияние на технологическую эволюцию секторов и, следовательно, на их структуру размещения и торговлю [15]. Факт влияния бесспорен, но понятие настолько широко, что затрагивает и влияет практически на все сферы жизнедеятельности.

Исследование Дж. Кортрайта «Making sense of clusters: regional competitiveness and economic development» [16] интересно и актуально к рассмотрению, несмотря на возникающее чувство дежавю. Приращение научного знания заключается в подходе, предложенном Дж. Кортрайтом, который одним из первых связал известные факторы с причинами формирования кластеров, «доработав» конкурентоспособность М. Портера, классификацию кластеров М. Энрайта, факторов кластерного развития С. Розенфельда, издержек М. Сторпера и других авторов. Таким образом, можно предположить, что автор заложил основы методологии кластерного развития.

Значимость результатов обуславливает необходимость рассмотрения выделяемых Дж. Кортрайтом факторов или, как сам их называет автор, микроснов кластера:

1. Общий рынок труда. Чувство дежавю не случайно – рынок труда упоминается многими исследователями до Дж. Кортрайта. Впрочем, автор и не претендует на уникальность, ссылаясь на труд А. Маршалла как первоисточник. Примечательно другое: «Совсем недавно ряд авторов утверждали, что рынок труда сам по себе является формой кластеризации; работники со схожими профессиями, как правило, группируются в определенных городских районах» [16]. Таким образом, рынок труда воспринимался как взаимосвязанная отрасль, как ближайшее окружение кластера, специализированное на его задачах, а следовательно, узкопрофессиональный, к чему и тяготеют схожие предприятия. Дж. Кортрайт если не убежден в обратном, то придерживается иного взгляда, ссылаясь на исследование Маркусена о структуре занятости в двух крупных городских агломерациях: Минеаполис и Сент-Пол [17]. Результаты исследования показывают, что концентрация узких специалистов низкая, хотя и имеет место, тогда как концентрация занятых в одной или близких по характеру отраслей высокая [16]. Опираясь на результаты Маркусена, Дж. Кортрайт делает вывод о том, что узкоспециализированный рынок труда не оказывает решающего влияния на концентрацию предприятий, в большей степени они тяготеют к рабочей силе как таковой.

2. Специализация поставщиков. Не имеет смысла приводить конкретные источники, даже поверхностного знания проблематики достаточно для

того, чтобы утверждать о единстве мнений исследователей в выделении фактора «близость поставщиков» как определяющего кластеризацию. Однако взгляды Дж. Кортрайта на данный фактор несколько отличаются от классических, заложенных еще А. Маршаллом. Он говорит не просто о близости, как следствие, упрощенном доступе к ресурсам, а специализации на конкретных услугах или продуктах, которые невозможно было бы предоставить в условиях отсутствия в непосредственной близости схожих потребителей. Дж. Кортрайт приводит пример: «Юридическая фирма с большим количеством потенциальных бизнес-клиентов поблизости может специализироваться на узкой проблематике, касающейся слияния и поглощения компаний, в то время как фирма с низкой концентрацией предпринимателей в ближайшем окружении – на предпринимательском праве в целом» [16]. Логично, что количество юридических агентств со специализацией на слияниях и поглощениях будет ограничено для многих потенциальных клиентов, ввиду удаленности услуга будет несколько дороже, тогда как для кластера подобные издержки будут гораздо ниже.

3. Вторичные эффекты знаний. Как утверждает Дж. Кортрайт, «данный фактор, пожалуй, самый главный элемент в триаде причин кластеризации промышленности, предложенной Маршаллом» [16]. Дж. Кортрайт во многом согласен с А. Маршаллом, но опирается на более свежие данные, а конкретно на исследование Яффе, Трайтенберг и Хендерсон (1993). В данном исследовании авторы, анализируя данные о выданных патентах в США, обнаружили, что, как правило, новые патенты ссылаются на предыдущие патенты, причем разработанные в том же регионе или штате. Исходя из этого, они пришли к выводу, что знания относительно локализованы [16]. Отсюда следует, если знания локализованы, то логично, что это будет значимым фактором, подталкивающим предприятия к концентрации.

4. Предпринимательство. Нечто подобное выделял С. Розенфельд, называя этот фактор «предпринимательской энергией» и характеризуя его как процесс роста кадров предприятия в самостоятельные бизнес-структуры. Условно можно считать, что Дж. Кортрайт говорит о том же; подобный вывод следует из его высказывания: «Предпринимательство по своей сути является локальным. Частные лица создают компании на основе предыдущего опыта и интересов, опираясь на местные контакты и знания бизнеса» [16]. Если исходить от обратного и попытаться объяснить разницу между «предпринимательской энергией» и «предпринимательством», то можно было бы подвергнуть сомнению результаты С. Розенфельда. Поскольку опыт приобретается не только на работе, нередко бизнес «вырастает» из хобби. Однако, на наш взгляд, разница между взглядами авторов весьма условная. Таким образом, считаем правильным указать, что точки зрения авторов сходны.

5. Зависимость от предшествующего пути развития. Речь идет о так называемом «эффекте колеи», когда очевидно неэффективные процессы, продукты и прочее используются по инерции. В научный оборот термин ввел П. Дэвид в 1985 г.: на примере QWERTY-клавиатуры он объяснил, что зачастую технологическое, экономическое, развитие зависит от предшествующего пути, поясняя на примере, что использовать в клавиатуре раскладку аналогичной печатной машинки не было никаких оснований, так как она лишена

проблем последней, при этом сохранила неудобство набора [18]. Дж. Кортрайт убежден, что наличие QWERTY-эффекта является одной из причин кластеризации экономических агентов. В качестве аргумента он приводит пример из исследования П. Кругмана, который обратил внимание на феномен г. Далтона (штат Джорджия, США), который является мировым центром коврового производства. К слову, более 90 % функциональных ковров производится в г. Далтоне [19; 20]. Разница взглядов в том, что П. Кругман при помощи данного примера пытался объяснить роль случая в формировании кластеров, ссылаясь на факт, что зарождение и развитие коврового производства в Далтоне связывают с подарком в 1895 г. девочкой-подростком Кэтрин Уайтнер своему брату Генри Эвансу и его невесте Элизабет Кремер необычного куска ткани с ворсом, ставшего прообразом покрывала, впоследствии набравшего популярность как в США, так и во всем мире [19]. Вторым так называемым случаем стала разработка вскоре после окончания Второй мировой войны технологии механизированного ковроделия. Далтон стал центром новой отрасли, потому что требовались специализированные навыки тафтинга, и в городе был готовый пул рабочих с этими навыками [19]. Дж. Кортрайт не отрицает факт случая, но считает данные этапы развития не просто случаем, а чем-то большим, вписывающимся в понятие QWERTY-эффект. Он утверждает, что появление отрасли связано не столько с подарком, сколько с высоким уровнем развития рукоделия в Далтоне, а переход на ковровое производство и вовсе очевиден с позиции QWERTY [16].

6. Культура и традиции. Дж. Кортрайт отмечает: «Люди – это не просто рабочие или менеджеры; они также являются потребителями, гражданами, прихожанами церкви, родственниками и членами сообществ. Различные экономические системы поддерживают и порождают различные социальные механизмы. Различные социальные механизмы, в свою очередь, поддерживают разные типы экономик» [16]. Безусловно, культура и традиции накладывают отпечаток на все сферы жизнедеятельности человека, в том числе и на особенности ведения бизнеса. Очевидно, что данный фактор влияет и на образование кластеров. Разумеется, Дж. Кортрайт далеко не первым обратил на это внимание, но, на наш взгляд, сделал это наиболее убедительно. Главным аргументом выступает исследование А. Саксениан «Региональное преимущество: культура и конкуренция в Кремниевой долине и трасса 128» (1994) [21], в рамках которого показано изменение концентрации бизнеса по мере удаления трассы 128 от Сан-Франциско (штат Калифорния) в сторону Бостона (штат Массачусетс) [21]. В качестве причины такой явной поляризации А. Саксениан называет культуру открытости и терпимости к неудачам, принятой в Калифорнии, прямо противоположную модели поведения жителей штата Массачусетс [21]. Не менее убедительным подтверждением точки зрения Дж. Кортрайта выглядит приведенное им исследование М. Фельдман (2004) [22], в рамках которого объяснена слабость г. Балтимора в развитии биотехнологического кластера (несмотря на то, что Джонс Хопкинс является ведущим медицинским исследовательским учреждением страны) низкой культурой предпринимательства [22].

7. Локальный спрос. Трудно не согласиться, что спрос – одна из главных причин концентрации бизнеса. Однако речь не столько о спросе, сколько

о его особенностях в конкретной локации. Дж. Кортрайт убежден: «Именно характер местного спроса, а не размер местного рынка играет наиболее важную роль в кластеризации экономики» [16]. Сразу отметим, что заявление весьма спорное, скорее, это две взаимодополняющие причины кластеризации, чем исключают друг друга. Тем не менее, отстаивая собственную точку зрения, Дж. Кортрайт приводит ряд аргументов, в частности, ссылаясь на утверждение М. Портера: «Национальные пристрастия – будь то к скоростному вождению в Германии или моде в Италии – заставляют местных производителей модернизировать свою продукцию. Национальные страсти с поразительной регулярностью трансформируются в кластеры международной конкуренции» [16]. Опираясь на собственные наблюдения, Дж. Кортрайт приводит следующие доводы: «Различия во вкусах и предпочтениях между регионами могут быть одним из источников случайных событий, которые запускают формирование промышленных кластеров. Отметим Кластер спортивных товаров и одежды штата Орегон, включая такие фирмы, как Nike, Adidas America и Columbia Sportswear, компании берут свое начало с популярности бега трусцой в Юджине в 1960-х гг. Данные о потребителях показывают, что жители штата Орегон гораздо чаще, чем в среднем по США, занимаются практически всеми видами активного отдыха на свежем воздухе» [16].

Позиция Дж. Кортрайта убедительна, при этом не противоречит мнению других авторов, считающих общий спрос одним из факторов кластеризации. Скорее напротив, общий спрос формирует возможности для локального спроса. Таким образом, локальный спрос – в большей степени характеристика, описывающая особенности спроса, при этом не лишенная самостоятельности как фактор кластеризации, так как присуща не всем территориям.

Кратко характеризуя научные результаты Дж. Кортрайта, отметим, что радикально новых знаний о причинах кластеризации им не получено, между тем собранная им качественная исследовательская база позволила систематизировать ранее выделенные характеристики, причины кластеризации и говорить о них как об основах формирования кластеров. Новизной в этом случае является переход теоретических знаний в методологические аспекты.

Подводя итог обзора исследований в области выявления причин кластеризации экономики, отметим, что проблематика является широко изученной, причем фундаментальный задел сформировался достаточно давно. Анализ литературы показал, что знания, отличающиеся новизной исследуемой проблематики, получены на рубеже 1990–2000 гг., чем и обусловлен выбор литературы. Однако в настоящее время не существует классификации факторов кластеризации, которые можно было бы с уверенностью отнести к регулируемым, позволяющим научно обосновать прикладные решения в рамках управления процессами кластеризации территории и разработки конкретных мер кластерной политики.

При переходе к результирующей части исследования первоочередным становится представление полученных в результате обзора факторов кластеризации в наглядной форме, создание обобщенной классификации для перехода к выделению непосредственно регулируемых факторов (табл. 1).

Таблица 1

Результаты литературного обзора факторов кластеризации

Факторы кластеризации (обобщенная формулировка)	Авторы				
	М. Портер	М. Энрайт	С. Розенфельд	М. Сторпер	Дж. Кортрайт
Спрос	Спрос	Не отмечает	Не отмечает	Не отмечает	Локальный спрос
Концентрация факторов производства	Близость факторов производства (земля, труд, капитал)	Не отмечает	Не отмечает	Не отмечает	Рынок труда
Родственные и поддерживающие отрасли	Родственные и поддерживающие отрасли	Не отмечает	Наличие капитала*; близость поставщиков; доступ к специализированным услугам; инновационный потенциал*	Диверсификация рынка факторов производства	Специализация поставщиков
Особенности предпринимательской культуры	Стратегия фирм, их структура и соперничество	Структура управления; структура собственности	Предпринимательская энергия	Организация производства	Предпринимательство
Роль государства	Роль государства	Не отмечает	Не отмечает	Не отмечает	Не отмечает
Зависимость от предшествующего пути развития	Случай	Не отмечает	Не отмечает	Не отмечает	Зависимость от предшествующего пути развития
Культура и традиции	Не отмечает	Не отмечает	Социальная инфраструктура*	Не отмечает	Культура и традиции
Компетенции	Не отмечает	Не отмечает	Знания и навыки	Знания, идеи, человеческие отношения	Вторичные эффекты знаний
Инновационная среда	Не отмечает	Инновационный потенциал	Инновации	Технологии	Не отмечает
Активность связей	Не отмечает	Активность связей	Интенсивность нетворкинга	Не отмечает	Не отмечает
Образование	Не отмечает	Не отмечает	Развитие человеческого капитала	Не отмечает	Не отмечает

■ – факторы, отмеченные большинством авторов; \* – обращаться к обзору.

Комментируя данные, представленные в таблице, отметим, что в результате систематизации факторов кластеризации большинство авторов едины в выделении четырех факторов (родственные и поддерживающие отрасли, особенности предпринимательской культуры, компетенции, инновационная среда), не менее двух из пяти авторов сходятся в выделении следующих пяти факторов, и имеются два фактора, которые упоминаются лишь их авторами. Очевидная иерархия указывает на наличие определенной классификации факторов кластеризации экономики.

### *Систематизация факторов кластеризации с позиции жизненного цикла кластера*

Целесообразно предлагаемую классификацию (см. табл. 1) проанализировать на предмет соответствия выделенных групп факторов конкретному этапу жизненного цикла кластера.

О. В. Костенко, О. А. Оленина выделяют пять этапов жизненного цикла кластера: агломерация (концентрация экономических агентов), зарождение или протокластер, развивающийся, зрелый, трансформация [23]. Целесообразно было бы проанализировать выделенные факторы последовательно от агломерации к трансформации. Но логика исследования требует следовать «от большого к меньшему», т.е. в зависимости от частоты упоминания факторов различными авторами в данной области исследований:

1. Первая группа факторов – родственные и поддерживающие отрасли; компетенции; инновационная среда; предпринимательская культура. Эти факторы, на наш взгляд, влияют в большей степени на уже существующий, оформленный кластер. Вызывает определенные сомнения, что наличие родственных и поддерживающих отраслей будет главным критерием при выборе места размещения бизнеса предпринимателем (этап концентрации экономических агентов). Вероятнее собственника будет интересовать наличие спроса на его продукцию, природно-климатические условия (особенно важно для сельского хозяйства, туризма и т.п.), близость ресурсных баз (металлургия, газонефтедобыча и переработка и т.п.), культурные и исторические особенности территории (традиционные производства: для Костромы – ювелирное дело, для Нижнекамска – нефтехимия, для Тольятти – автокомпоненты и т.п.). Решающего значения не будет иметь данный фактор для зрелого кластера, потому что такое окружение у него уже будет за счет возросшего потребления.

Аналогично можно объяснить степень влияния других факторов из выделенной группы, за исключением особенности предпринимательской культуры, речь о которой пойдет чуть позже.

Подобный перечень факторов, влияющих на существование и развитие кластера, выделяет Е. С. Куценко, отмечая, что главным стимулом существования кластера и его развития выступает внешняя экономия от совместной деятельности, под которой он понимает MAR-эффекты (по первым буквам фамилий ученых Marshall, Arrow, Romer) [24]:

- доступность специализированной рабочей силы;
- концентрация фирм в общей сфере деятельности: прежде всего, специализированных поставщиков, покупателей, фирм, связанных производственными цепочками;

– интенсификация и углубление информационных обменов (в том числе, обмена инновациями) [25].

Очевидно, что выделенные нами факторы и Е. С. Куценко категории, определяющие существование и развитие кластера, аналогичны.

2. Вторая группа факторов – спрос, территориальный капитал, зависимость от предшествующего пути развития, культура и традиции, активность связей.

Ранее, кратко рассуждая о мотивах выбора места размещения предпринимательской деятельности, мы затронули факторы, входящие в данную группу (культура, традиции, зависимость от предшествующего пути), как условия эффективного размещения производительных сил. Сознательно разделяя факторы кластеризации и факторы размещения производительных сил, несмотря на то, что это производные категории, хотим указать, что последние имеют несколько иную природу. В первом случае мы говорили о факторах, влияющих на развитие кластера, по умолчанию принимая факт существования географической концентрации аналогичных предприятий. Справедливо напрашивается вопрос: «Что создало условия для концентрации предприятий в определенной географической локации?». Полагаем, что особенности бизнес-среды, сложившейся на определенной территории в определенный момент времени, наиболее полно отвечающей потребностям конкретного бизнеса. Под бизнес-средой понимается набор политических, экономических, социальных и технологических сил, которые находятся главным образом вне зоны контроля и влияния бизнеса и могут иметь как положительное, так и отрицательное влияние на бизнес [26].

Подробнее хотелось бы раскрыть содержание экономических, социальных сил бизнес-среды. Полагаем, они близки по содержанию ко второй группе факторов кластеризации:

– социокультурные силы включают в себя изменение демографической ситуации, образовательного уровня, системы здравоохранения и социального обеспечения, (трудовой) мобильности, привычек и увлечений людей, образа жизни, приоритетов поколений (ценностей людей), традиций и т.п.;

– экономические силы включают динамику уровня инфляции, процентной ставки (ставки дисконта), налоговых ставок, валютных курсов, уровня доходов населения, общей структуры расходов людей, эластичности спроса и предложения, привлекательности рынка для иностранных инвесторов, а также изменение объемов золотовалютных резервов страны [26].

Во многом силы бизнес-среды и выделенные выше факторы кластеризации похожи, за исключением фактора «активность связей». Их действие напоминает магнит, вместо металла притягивающий субъекты бизнес-деятельности с похожими характеристиками (форма организации, направление деятельности и т.д.). Опираясь на данные о жизненном цикле кластера, становится возможным утверждать, что выделенные нами в качестве второй группы факторы относятся к факторам, влияющим на концентрацию экономических агентов или первый этап кластеризации, еще их можно назвать факторами среды. Причем, как выяснилось, факторы нерегулируемы, но с определенной долей условности. Условно потому, что среда подвижна, политика, глобальная конъюнктура, экологические вызовы и многое другое изменяют показатели факторов среды, с одной стороны, сдерживая экономическое развитие, с другой – открывая новые возможности для бизнеса.



3. Третья группа факторов – роль государства и образования. Их выделяют наименьшее количество авторов.

Полагаем, что образование следует отнести к факторам среды, поскольку высокий уровень образования в структуре рынка труда станет далеко не последним аргументом при выборе места размещения предпринимательской деятельности.

Роль государства отчасти можно отнести к факторам среды. М. Портер указывал: «Ведущая к успеху политика правительства – это та политика, которая создает среду, в которой компании могут достигать конкурентных преимуществ, а не та, при которой правительство непосредственно вовлекается в сам процесс, за исключением случаев, когда страна находится на раннем этапе развития» [7]. Из этого можно сделать вывод, что М. Портер относит роль государства к факторам среды, при этом допуская прямое участие государства в формировании кластеров.

Отечественные исследователи более категоричны в данном вопросе, в большинстве своем они уверены в ведущей роли государства при реализации кластерных инициатив.

Например, О. В. Несмачных, В. В. Литовченко отмечают: «При реализации кластерных инициатив большое значение имеет участие государства с точки зрения организации, инициации и финансирования проектов создания и развития кластеров» [27].

Г. Б. Ленчук, Г. А. Власкин, анализируя программы кластерного развития ряда Европейских государств, пришли к выводу: «Если первоначально кластеры образовывались исключительно благодаря "невидимой руке рынка", прежде всего при модернизации ТНК, то в последнее время правительства многих стран стали "выращивать" их по собственной инициативе в рамках государственно-частного партнерства, оказывая этому процессу ощутимое материальное и моральное содействие» [28].

Подобная позиция отечественных исследователей, с которой мы согласны, нисколько не противоречит выводам М. Портера, политический и экономический кризис 1990-х гг. запустил процесс, который можно назвать ранним этапом развития. В российских реалиях без активного участия государства на формирование кластеров уйдет не один десяток лет. Принимая во внимание, что государство является стороной кластерной инициативы, разумным было бы отнести данный фактор к факторам, влияющим на зарождение кластера.

Государство способно создать условия, но не в состоянии заставить сотрудничать и взаимодействовать. В то же время без активных контактов между предприятиями и другими стейкхолдерами кластерная инициатива обречена. К слову, именно поэтому частью научного сообщества критикуется дирижирование кластерного развития. Отсюда вторым слагаемым успеха является уровень активности связей – фактор, выделенный нами ранее.

4. Четвертый фактор – предпринимательская культура. Пожалуй, один из наиболее важных факторов, влияющих на формирование и развитие кластера, выделяемый всеми анализируемыми авторами, что говорит о его высокой значимости и обоснованности. Называя по-разному, все без исключения авторы понимают под данным фактором особенности ведения бизнеса на определенной территории, готовность локального бизнес-сообщества к риску, сотрудничеству, совместному развитию. Разумеется, это важно на любом

этапе жизненного цикла кластера, но, как справедливо заметил С. Розенфельд, «чаще всего молодые квалифицированные и предприимчивые сотрудники захватывают инновации компании, занимая новые рыночные ниши, выступая конкурентами, поставщиками». Большинство основателей чулочносочных фирм долины Кваба штата Северная Каролина были сотрудниками компаний с аналогичным видом деятельности, находившихся там же [11]. Тем самым С. Розенфельд подводит к мысли, что подходящая предпринимательская культура формируется там, где сформировалось определенное бизнес-сообщество, обладающее признаками кластера или непосредственно в кластере.

Интересно одно из положений методических рекомендаций по разработке стратегий кластерного развития США: «В кластеры тщательно вплетены, как нить в ткань, кадры активных предпринимателей и новаторов, которые видят и не упускают возможности добавить стоимость к существующему набору регионального достатка. Этим дополнением может быть новый элемент в существующей цепочке создания стоимости, способ быть более конкурентоспособным на существующих рынках или цепочках поставок, новые подходящие ниши или новое применение какой-либо технологии кластера. Многие предприниматели уже работают в кластерах, некоторые приходят непосредственно из кластера, а некоторых привлекают из других мест [29].

Очевидно, сила предпринимательской культуры определена наличием группы активно взаимодействующих компаний; чем эта группа шире, тем больше видов деятельности захватывает, трансформируясь в новые системы (кластеры). Таким образом, предпринимательскую культуру следует отнести к факторам, определяющим трансформацию кластера.

Кратко комментируя рис. 1, добавим, что в нем собраны результаты анализа факторов кластеризации с позиции жизненного цикла кластера, успешная реализация этапов которого зависит от определенного набора факторов.

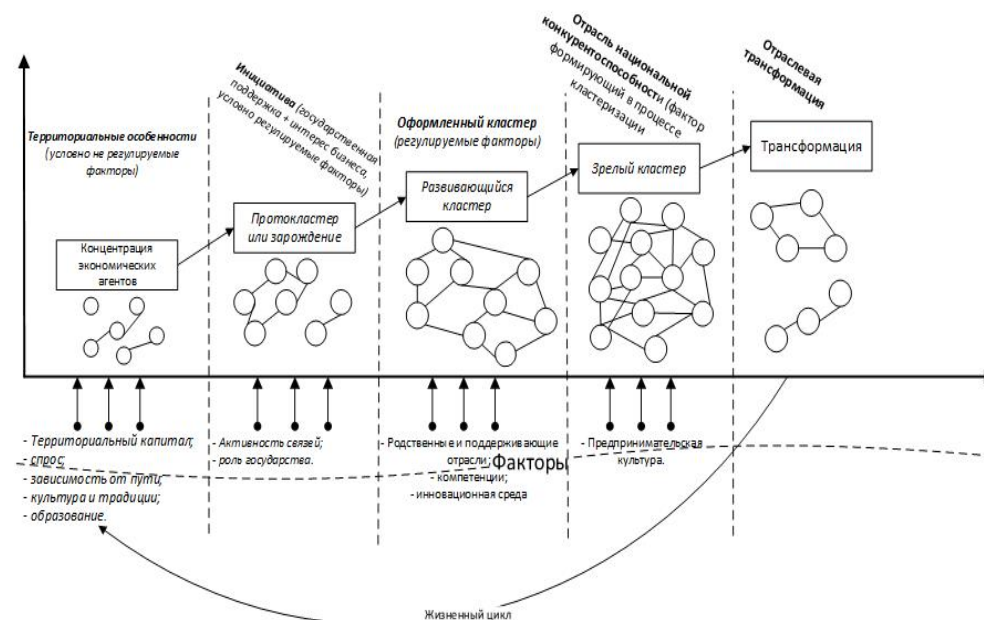


Рис. 1. Классификация факторов кластеризации с позиции жизненного цикла кластера (разработано авторами)

В свою очередь наборы факторов могут быть разделены по признаку регулируемости:

1) условно нерегулируемые – факторы и условия, зависящие в основном от предыстории функционирования анализируемого объекта в исследуемом периоде, с трудом или частично поддающиеся воздействию со стороны рассматриваемого субъекта управления [30, с. 15]. В нашем случае субъектом управления является кластер, а точнее коллегиальный орган, образованный представителями компаний, входящих в него. Очевидно, воздействовать на культуру, образование и другие факторы из выделенной группы кластерная структура не может, во всяком случае в периоде, позволяющем оценить управленческое воздействие. Безусловно, это не означает, что эти факторы не поддаются воздействию вообще, по этой причине они были названы условно нерегулируемыми;

2) условно регулируемые связаны с непосредственной жизнедеятельностью фирмы и в основе своей подвергаются влиянию человеческого фактора [30, с. 15]. Активность связей, в том числе с государственными институтами, находится в прямой зависимости от сторон взаимодействия, но появление взаимоотношений, приводящих к созданию кластера, чаще всего является результатом случая, что и подтолкнуло назвать эти факторы условно регулируемыми;

3) регулируемые – это факторы, которые находятся в прямой зависимости от действий субъекта управления (кластера). Компетенции, инновационная среда, родственные и поддерживающие отрасли формируются под влиянием участников кластера;

4) предпринимательская культура – фактор, который, с одной стороны, нерегулируем, так как невозможно в обозримой перспективе оценить влияние управленческих решений на изменение его характеристик, с другой – регулируем ввиду того, что кластер по сути и является механизмом его развития.

### *Заключение*

Как отмечалось ранее, вопросы кластеризации экономических агентов являются популярной темой исследования как в России, так и за рубежом. Однако, несмотря на достаточную разработанность тематики, существующие классификации факторов, влияющих на процесс зарождения и развития кластеров, имеют много пробелов и недостатков. Это затрудняет создание адекватной процессам кластеризации экономики методологии управления развитием кластерных образований, что позволило бы вывести экономику российских регионов на сбалансированную траекторию развития [31]. Обращение к первоисточникам, сравнительный анализ мнений авторов, касающихся причин кластеризации экономики, обобщение полученных результатов и их классификация по принадлежности определенному этапу жизненного цикла кластера, на наш взгляд, позволили в определенной мере внести вклад в устранение обозначенных пробелов кластерной концепции.

### *Список литературы*

1. Марков Л. С. Теоретико-методологические основы кластерного подхода. Новосибирск : ИЭОПП СО РАН, 2015. 300 с.
2. Исланкина Е. А. Кластерный подход в экономике: концептуальные основы, история и современность // Научная дискуссия: вопросы экономики и управления :

- сб. ст. по материалам XXIII Междунар. заоч. науч.-практ. конф. М. : Международный центр науки и образования, 2014. 140 с.
3. Маршалл А. Принципы экономической наук. URL: <http://www.library.fa.ru/files/Marshall.pdf> (дата обращения: 08.11.2022).
  4. Кошечев Д. А., Третьякова Е. А. Феномен индустриального кластера: системно-агломерационный подход // Журнал экономической теории. 2020. Т. 17, № 2. С. 451–465. doi:10.31063/2073-6517/2020.17-2.17
  5. Бахматова Е. И. Актуальные аспекты становления и развития теории кластеров в экономике // Экономическая наука сегодня : сб. науч. ст. / под ред. С. Ю. Солодовникова. Минск : БНТУ, 2015. Вып. 3. С. 190–198.
  6. Портер М. Э. Конкуренция / под ред. Я. В. Заблочно. М. : Вильямс, 2000. 495 с.
  7. Porter M. The competitive Advantage of Nations // Competitive Intelligence Review. 1990. Vol. 1 (1). P. 14. doi:10.1002/cir.3880010112
  8. Расулов Т. С., Махмасобинова Н. У. Японский опыт кластеризации национальной экономики // Вестник Дагестанского государственного университета. Серия 3: Общественные науки. 2017. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/yaponskiy-opyt-klasterizatsii-natsionalnoy-ekonomiki-1> (дата обращения: 07.01.2023).
  9. Enright M. J. Regional Clusters and Economic Development: A Research Agenda // Business Networks: Prospects for Regional Development / ed. by U. H. Staber, N. V. Schaefer, B. Sharma. Berlin ; New York : De Gruyter, 1996. P. 190–214.
  10. Enright M. J. Survey on the characterization of regional clusters: initial results. Working Paper / Institute of Economics and Business Strategy. Hong Kong ; Barcelona, Spain : The Competitiveness Institute, 2000. 22 p.
  11. Rosenfeld S. Bringing business clusters into the mainstream of economic development // European Planning Studies. 1997. Vol. 5 (1). P. 3–23.
  12. Проблема курицы и яйца. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B0\\_%D0%BA%D1%83%D1%80%D0%B8%D1%86%D1%8B\\_%D0%B8\\_%D1%8F%D0%B9%D1%86%D0%B0](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B0_%D0%BA%D1%83%D1%80%D0%B8%D1%86%D1%8B_%D0%B8_%D1%8F%D0%B9%D1%86%D0%B0) (дата обращения: 20.11.2022).
  13. Sölvell Ö. Cluster – Balancing Evolutionary and Constructive Forces. Stockholm : Ivory Tower Publisher, 2008. P. 131.
  14. Клуб самодельных компьютеров: все, что вам нужно знать. URL: <https://history-computer.com/homebrew-computer-club/> (дата обращения: 20.11.2022).
  15. Storper M. Globalization, Localization, and Trade // The Oxford Handbook of Economic Geography. Oxford : University Press, 2000. P. 83–107.
  16. Cortright J. Making sense of clusters: Regional competitiveness and economic development // Metropolitan policy program. Washington : The Brookings Institution, 2006. P. 59.
  17. Markusen A., Schrock G. Occupational Advantage: Detecting and Enhancing Occupational Mix in Regional Development. Working paper. Minneapolis, 2001.
  18. David P. A. Clio and Economics of Qwerty // American Economic Review. 1985. Vol. 75, № 2. P. 332–337.
  19. Krugman P. Geography and Trade. MIT Press, 1991.
  20. Dalton, Georgia. URL: [https://translated.turbopages.org/proxy\\_u/en-ru.ru.ebea637f-63aaf0a4-665582dd-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Dalton,\\_Georgia](https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.ebea637f-63aaf0a4-665582dd-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Dalton,_Georgia) (дата обращения: 05.12.2022).
  21. Saxenian A. Regional Advantage: Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128. Cambridge : Harvard University Press, 1994. 226 p.
  22. Feldman M. Truth for its Own Sake: Academic Culture and Technology Transfer at Johns Hopkins University // Minerva. 2004. Vol. 42, № 2. P. 105–126.
  23. Костенко О. В., Оленина О. А. Жизненный цикл экономического кластера: Критерии развития // Фундаментальные исследования. 2018. № 4. С. 92–97.
  24. Glaeser E., Kallal H. D., Scheinkman J. A., Shleifer A. Growth in Cities // Journal of Political Economy. 1992. Vol. 100, № 6. P. 1126–1152.

25. Куденко Е. С. Экономическая логика формирования, развития и упадка кластера. URL: <https://publications.hse.ru/mirror/pubs/share/folder/ruf43z4u82/direct/147007521> (дата обращения: 02.12.2022).
26. Забазнова Т. А. Сущность бизнес-среды и предпринимательской среды в сельских территориях // Экономический вестник Ростовского государственного университета. 2009. Т. 7, № 2. С. 118–124.
27. Несмачных О. В., Литовченко В. В. Кластерная политика в стратегии инновационного развития России и зарубежных стран // Фундаментальные исследования. 2014. № 4, ч. 1. С. 162–165.
28. Ленчук Е. Б., Власкин Г. А. Кластерный подход в стратегии инновационного развития России // Проблемы прогнозирования. 2010. № 6. С. 45–57.
29. Кластерные стратегии для растущих экономик штатов. URL: <https://profrisk.ru/wp-content/uploads/2018/01/INNOVATION-CLUSTERS1.pdf> (дата обращения: 02.12.2022).
30. Сухович В. С. Управление финансовыми рисками при осуществлении коммерческих сделок : монография. СПб. : Изд-во Санкт Петербургского университета экономики и управления, 2011. С. 134.
31. Гамидуллаева Л. А., Грошева Е. С., Белоградова О. А., Шевченко Д. Н. Сбалансированное развитие территории: подходы к определению и оценке // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2022. № 3. С. 25–41.

### References

1. Markov L.S. *Teoretiko-metodologicheskie osnovy klasterного podkhoda = Theoretical and methodological foundations of the cluster approach*. Novosibirsk: IEOPP SO RAN, 2015:300. (In Russ.)
2. Islankina E.A. Cluster approach in economics: conceptual foundations, history and modernity. *Nauchnaya diskussiya: voprosy ekonomiki i upravleniya: sb. st. po materialam XXIII Mezhdunar. zaoch. nauch.-prakt. konf. = Scientific discussion: issues of economics and management : collection of articles based on the materials of the XXIII International correspondence scientific and practical conf.* Moscow: Mezhdunarodnyy tsentr nauki i obrazovaniya, 2014:140. (In Russ.)
3. Marshall A. *Printsipy ekonomicheskoy nauk = Principles of economic sciences*. (In Russ.). Available at: <http://www.library.fa.ru/files/Marshall.pdf> (accessed 08.11.2022).
4. Koshcheev D.A., Tret'yakova E.A. The phenomenon of an industrial cluster: a system-agglomeration approach. *Zhurnal ekonomicheskoy teorii = Journal of Economic Theory*. 2020;17(2):451–465. (In Russ.). doi:10.31063/2073-6517/2020.17-2.17
5. Bakhmatova E.I. Actual aspects of the formation and development of the theory of clusters in economics. *Ekonomicheskaya nauka segodnya: sb. nauch. st. = Economic science today : collection of scientific articles*. Minsk: BNTU, 2015;(3):190–198. (In Russ.)
6. Porter M.E. *Konkurentsiya = Competition*. Moscow: Vil'yams, 2000:495. (In Russ.)
7. Porter M. The competitive Advantage of Nations. *Competitive Intelligence Review*. 1990;1(1):14. doi:10.1002/cir.3880010112
8. Rasulov T.S., Makhmasobirova N.U. The Japanese experience of clustering the national economy. *Vestnik Dagestanskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 3: Obshchestvennye nauki = Bulletin of Dagestan State University. Series 3: Social sciences*. 2017;(3). (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/yaponskiy-opyt-klasterizatsii-natsionalnoy-ekonomiki-1> (accessed 07.01.2023).
9. Enright M.J. Regional Clusters and Economic Development: A Research Agenda. *Business Networks: Prospects for Regional Development* / ed. by U.H. Staber, N.V. Schaefer, B. Sharma. Berlin; New York: De Gruyter, 1996:190–214.

10. Enright M.J. *Survey on the characterization of regional clusters: initial results. Working Paper* / Institute of Economics and Business Strategy. Hong Kong; Barcelona, Spain: The Competitiveness Institute, 2000:22.
11. Rosenfeld S. Bringing business clusters into the mainstream of economic development. *European Planning Studies*. 1997;5(1):3–23.
12. *Problema kuritsy i yaytsa = The chicken and egg problem*. (In Russ.). Available at: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B0\\_%D0%BA%D1%83%D1%80%D0%B8%D1%86%D1%8B\\_%D0%B8\\_%D1%8F%D0%B9%D1%86%D0%B0](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B0_%D0%BA%D1%83%D1%80%D0%B8%D1%86%D1%8B_%D0%B8_%D1%8F%D0%B9%D1%86%D0%B0) (accessed 20.11.2022).
13. Sölvell Ö. *Cluster – Balancing Evolutionary and Constructive Forces*. Stockholm: Ivory Tower Publisher, 2008:131.
14. *Klub samodel'nykh komp'yuterov: vse, chto vam nuzhno znat' = Club of homemade computers: everything you need to know*. (In Russ.). Available at: <https://history-computer.com/homebrew-computer-club/> (accessed 20.11.2022).
15. Storper M. Globalization, Localization, and Trade. *The Oxford Handbook of Economic Geography*. Oxford: University Press, 2000:83–107.
16. Cortright J. Making sense of clusters: Regional competitiveness and economic development. *Metropolitan policy program*. Washington: The Brookings Institution, 2006:59.
17. Markusen A., Schrock G. *Occupational Advantage: Detecting and Enhancing Occupational Mix in Regional Development. Working paper*. Minneapolis, 2001.
18. David P.A. Clio and Economics of Qwerty. *American Economic Review*. 1985;75(2):332–337.
19. Krugman P. *Geography and Trade*. MIT Press, 1991.
20. *Dalton, Georgia*. Available at: [https://translated.turbopages.org/proxy\\_u/en-ru.ru.ebea637f-63aaf0a4-665582dd-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Dalton,\\_Georgia](https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.ebea637f-63aaf0a4-665582dd-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Dalton,_Georgia) (accessed 05.12.2022).
21. Saxenian A. *Regional Advantage: Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128*. Cambridge: Harvard University Press, 1994:226.
22. Feldman M. Truth for its Own Sake: Academic Culture and Technology Transfer at Johns Hopkins University. *Minerva*. 2004;42(2):105–126.
23. Kostenko O.V., Olenina O.A. The life cycle of an economic cluster: Criteria of development. *Fundamental'nye issledovaniya = Fundamental research*. 2018;(4):92–97. (In Russ.)
24. Glaeser E., Kallal H.D., Scheinkman J.A., Shleifer A. Growth in Cities. *Journal of Political Economy*. 1992;100(6):1126–1152.
25. Kutsenko E.S. *Ekonomicheskaya logika formirovaniya, razvitiya i upadka klastera = Economic logic of formation, development and decline of the cluster*. (In Russ.). Available at: <https://publications.hse.ru/mirror/pubs/share/folder/ruf43z4u82/direct/147007521> (accessed 02.12.2022).
26. Zabaznova T.A. The essence of the business environment and the entrepreneurial environment in rural areas. *Ekonomicheskii vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta = Economic Bulletin of Rostov State University*. 2009;7(2):118–124. (In Russ.)
27. Nesmachnykh O.V., Litovchenko V.V. Cluster policy in the strategy of innovative development of Russia and foreign countries. *Fundamental'nye issledovaniya = Fundamental Research*. 2014;(4),1:162–165. (In Russ.)
28. Lenchuk E.B., Vlaskin G.A. Cluster approach in the strategy of innovative development of Russia. *Problemy prognozirovaniya = Problems of forecasting*. 2010;(6): 45–57. (In Russ.)
29. *Klasternye strategii dlya rastushchikh ekonomik shtatov = Cluster strategies for the growing economies of the states*. (In Russ.). Available at: <https://profrisk.ru/wp-content/uploads/2018/01/INNOVATION-CLUSTERS1.pdf> (accessed 02.12.2022).

30. Sukhovich V.S. *Upravlenie finansovymi riskami pri osushchestvlenii kommercheskikh sdelok: monografiya = Financial risk management in commercial transactions : monograph*. Saint Petersburg: Izd-vo Sankt Peterburgskogo universiteta ekonomiki i upravleniya, 2011:134. (In Russ.)
31. Gamidullaeva L.A., Grosheva E.S., Belogradova O.A., Shevchenko D.N. Balanced development of the territory: approaches to definition and evaluation. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2022;(3):25–41. (In Russ.)

***Информация об авторах / Information about the authors***

**Лейла Айваровна Гамидуллаева**

доктор экономических наук,  
заведующий кафедрой маркетинга,  
коммерции и сферы обслуживания,  
Пензенский государственный университет  
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)  
E-mail: gamidullaeva@gmail.com

**Leyla A. Gamidullaeva**

Doctor of economical sciences,  
head of the sub-department of marketing,  
commerce and service sector,  
Penza State University  
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

**Евгений Петрович Страхов**

аспирант,  
Пензенский государственный университет  
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)  
E-mail: gkarbat@mail.ru

**Evgeniy P. Strakhov**

Postgraduate student,  
Penza State University  
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

**Татьяна Александровна Ржевская**

кандидат экономических наук, доцент,  
декан факультета экономики и финансов,  
Полесский государственный университет  
(Республика Беларусь, г. Пинск,  
ул. Кирова, 24)  
E-mail: rzheuskaya.t@polessu.by

**Tatyana A. Rzhetskaya**

Candidate of economical sciences,  
associate professor,  
dean of the faculty of economics and finance,  
Polessky State University  
(24 Kirova street, Pinsk,  
Republic of Belarus)

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /  
The authors declare no conflicts of interests.**

**Поступила в редакцию/Received 20.08.2022**

**Поступила после рецензирования/Revised 18.09.2022**

**Принята к публикации/Accepted 30.09.2022**

## ИНТЕГРИРОВАННАЯ ОТЧЕТНОСТЬ КАК СОВРЕМЕННЫЙ ВИД ОТЧЕТНОСТИ ДЛЯ БИЗНЕСА

А. А. Голдина<sup>1</sup>, Е. А. Бадеева<sup>2</sup>, Ю. В. Малахова<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Пензенский государственный университет, Пенза, Россия  
<sup>1</sup>anna3103@rambler.ru, <sup>2</sup>badeeva\_elena@mail.ru, <sup>3</sup>borisylka@mail.ru

**Аннотация.** *Актуальность и цели.* Интегрированная отчетность позволит объединить в себе не только показатели, отражающие результативность ведения бизнеса, но и показатели, отражающие социальную, кадровую, экологическую и иные ее стороны. Отсутствие на законодательном уровне требований к составу интегрированной отчетности и порядку ее формирования свидетельствует об актуальности исследования данного вопроса. Целью работы является оценка существующих в мировой и отечественной практике подходов, методов и принципов составления интегрированной отчетности для определения степени существенности информации, содержащейся в ней, с точки зрения возможности и перспектив формирования ее показателей и последующего их использования в управленческих целях. *Материалы и методы.* В процессе исследования авторы прибегали к системному комплексному подходу к изучению предмета с использованием методов: анализа, синтеза, сравнения и обобщения. *Результаты.* Приводятся основные факторы, оказывающие влияние на формирование показателей в интегрированной отчетности. Рассмотрены базовые составные части интегрированного отчета, предлагаемые Международными основами интегрированной отчетности, а также зарубежными финансистами и управленцами. Выделены основные составляющие интегрированной отчетности, которые позволят в достаточном объеме удовлетворить информационные запросы различных групп пользователей. На основании того, что организации вправе самостоятельно определять состав и уровень существенности данных, которые используются для оценки ее способности создавать и наращивать свою стоимость, предложены составляющие интегрированной отчетности для использования в российской практике ведения бизнеса. *Выводы.* Формирование набора необходимых элементов интегрированной отчетности, позволяющих в полном объеме отобразить текущее состояние компании, позволит оценить степень их значимости для целей управления бизнесом.

**Ключевые слова:** интегрированная отчетность, формирование, структура, принципы, финансовые и нефинансовые показатели, система данных, бизнес-процессы, факторы, заинтересованные стороны, управленческие решения

**Для цитирования:** Голдина А. А., Бадеева Е. А., Малахова Ю. В. Интегрированная отчетность как современный вид отчетности для бизнеса // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2022. № 4. С. 32–45. doi:10.21685/2227-8486-2022-4-2

## INTEGRATED REPORTING AS A MODERN TYPE OF REPORTING FOR BUSINESS

A.A. Goldina<sup>1</sup>, E.A. Badeeva<sup>2</sup>, Yu.V. Malakhova<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Penza State University, Penza, Russia  
<sup>1</sup>anna3103@rambler.ru, <sup>2</sup>badeeva\_elena@mail.ru, <sup>3</sup>borisylka@mail.ru



**Abstract.** *Background.* Integrated reporting will combine not only indicators that reflect the performance of business, but also indicators that reflect social, personnel, environmental and other aspects of it. The absence at the legislative level of requirements for the composition of integrated reporting and the procedure for its formation indicates the relevance of the study of this issue. The aim of the work is to evaluate the approaches, methods and principles of integrated reporting existing in world and domestic practice in order to determine the degree of materiality of the information contained in it, in terms of the possibility and prospects for the formation of its indicators and their subsequent use for management purposes. *Materials and methods.* In the process of research, the authors resorted to a systematic integrated approach to the study of the subject using methods: analysis, synthesis, comparison and generalization. *Results.* The main factors influencing the formation of indicators in integrated reporting are given. The basic components of the integrated report, offered by the International Foundations of IO, as well as foreign financiers and managers, are considered. The main components of integrated reporting are identified, which will sufficiently satisfy the information needs of various user groups. And based on the fact that organizations have the right to independently determine the composition and level of materiality of data that are used to assess its ability to create and increase its value, the components of integrated reporting are proposed for use in Russian business practice. *Conclusions.* Formation of a set of necessary elements of integrated reporting, allowing to fully display the current state of the company, will allow assessing the degree of their significance for business management purposes.

**Keywords:** integrated reporting, formation, structure, principles, financial and non-financial indicators, data system, business processes, factors, stakeholders, management decisions

**For citation:** Goldina A.A., Badeeva E.A., Malakhova Yu.V. Integrated reporting as a modern type of reporting for business. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society.* 2022;(4):32–45. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2022-4-2

### **Введение**

Эффективное управление бизнесом в современных кризисных условиях хозяйствования мирового масштаба играет важнейшую роль для достижения поставленных целей ее деятельности, которое в значительной степени определяется уровнем организации процесса управления и качественными характеристиками его информационно-аналитического обеспечения. Изложение текущего, будущего состояния деятельности организации по информационным запросам лиц, принимающих управленческие решения, разъяснение инвесторам и учредителям, являющимся поставщиками финансового капитала, позволяет показать интегрированная отчетность (ИО).

Большое количество научных публикаций последних 10 лет посвящено раскрытию данного инструментария новой экономической интегрированной учетно-аналитической информационной системы, объединяющей показатели бухгалтерского финансового учета и отчетности, финансового анализа, данных управленческого учета, отчетности и анализа, а также налогового учета и анализа, требования к корпоративной социальной ответственности бизнеса.

Проблемы формирования и использования интегрированной отчетности в России затронуты в работах многих теоретиков и практиков. Так, вопросы, раскрывающие методологию и структуру интегрированной отчетности, а также порядок раскрытия в ней отдельных элементов, рассматриваются, например, в работах Н. В. Малиновской, Т. П. Сацук, О. В. Ефимовой,

Л. И. Проняевой и О. А. Федотенковой; Е. И. Волошиной, Л. В. Гусаровой, Л. Б. Шабановой, Е. А. Петровой и Е. С. Андроновой [1–12].

Вопросы формирования показателей интегрированной отчетности и ее внедрения рассматриваются и зарубежными учеными, такими как Ali Khalaf Gatea Al-Jubouri, Haider Ali Jarad Al Masoudi, Swapan Sarkar, N. L. E. Abeywardana, S. M. Ferdous Azam, Kevin Low L. T., Arie Pratama, Winwin Yadiati, Nanny Dewi Tanzil, Jadi Suprijadi, Madalina Dumitru, Voicu Dragomir, José Navarrete-Oyarce, Juan Alejandro Gallegos, Hugo Moraga-Flores, José Luis Gallizo [13–18].

Анализируя мировые и отечественные взгляды на методологические подходы к формированию интегрированной отчетности, можно констатировать, что исследования в области обсуждаемого вопроса за последнее десятилетие являются активными. В большинстве научных исследований говорится о том, что состав интегрированной отчетности не является строго регламентированным и основная цель ее составления заключается в предоставлении всесторонней картины деятельности компании.

### ***Материалы и методы***

Целью настоящего исследования стала оценка существующих в мировой и отечественной практике подходов, методов и принципов составления интегрированной отчетности для определения степени существенности информации, содержащейся в ней, с точки зрения возможности и перспектив ее использования в управленческих целях различными пользователями. Задачами исследования явились: изучение базовых принципов формирования интегрированной отчетности; исследование структуры интегрированного отчета; рассмотрение информационных запросов пользователей интегрированной отчетности; раскрытие основных характеристик, в том числе и недостатков, присущих процессу формирования интегрированного отчета; разработка алгоритма формирования интегрированной отчетности. При решении поставленных задач были применены общенаучные методы исследования: анализ, синтез и обобщение. С помощью библиометрического и наукометрического анализа проведен структурированный обзор и критический анализ научных публикаций отечественных и зарубежных ученых, посвященных тематике исследования. Синтезированы основные знания и практики формирования интегрированной отчетности, обобщение которых позволило сделать обоснованные выводы.

### ***Обсуждение и результаты***

Интегрированная отчетность организаций в последние годы является трендом развития корпоративного управления. Финансовая отчетность в том виде, в котором она формируется российскими компаниями в соответствии с законодательными требованиями, позволяет получить только информацию финансового характера, что, безусловно, существенно для принятия управленческих решений. Однако в сегодняшних условиях этих данных оказывается недостаточно. Деятельность организаций подвержена влиянию целого ряда многочисленных факторов, как внутренних, так и внешних (рис. 1) [19].



Рис. 1. Факторы, определяющие эффективность деятельности организации

Воздействие множества факторов невозможно учесть и оценить, основываясь на показателях финансовой отчетности, которые позволяют пользователю сформировать информацию только о финансовом состоянии организации и оценить вероятность и значимость только финансовых рисков. Как следствие, управленческие решения, ориентированные на долгосрочную перспективу, носят неточный, вероятностный характер, поскольку остаются без внимания такие значимые для управления факторы, как состояние и динамика внешней среды, формирование и развитие социального потенциала организации, влияние деятельности компании на экологическую безопасность региона и др. В то же время проблема представления и анализа указанных факторов успешно решается через формирование интегрированной отчетности, которая содержит соответствующие разделы и показатели.

Еще одним существенным недостатком действующего формата финансовой отчетности является его ретроспективность. Показатели, формируемые

в отчетности, отражаются за два-три прошедших периода. Это, безусловно, усложняет процесс прогнозирования, поскольку построение даже простейших трендов требует более длительного периода для анализа. Более того, прогнозирование не может основываться на системе данных, характеризующих только одну, финансовую, сторону вопроса. В этом случае велик фактор неопределенности и риски реализации управленческого решения будут чрезмерно высокими.

Таким образом, необходимость появления отчета, охватывающего анализ условий деятельности организации, учитывающего ее особенности и возможности, отражающего оценку возможных направлений развития, является очевидной. Решение данной проблемы в полной мере может быть реализовано через систему интегрированной отчетности.

Последние десять лет активно обсуждаются понятие, порядок формирования и структура интегрированной отчетности. В 2010 г. был создан Международный совет по интегрированной отчетности, итогом работы которого стало принятие в декабре 2013 г. Международных основ интегрированной отчетности, которые определили основные понятия и принципы формирования интегрированной отчетности. В 2020 г. указанный документ подвергся пересмотру и актуализации с учетом динамики экономических процессов и рыночных условий.

Международными основами ИО определяют интегрированную отчетность как краткий отчет о том, как стратегия, корпоративное управление, результаты деятельности и перспективы развития организации с учетом факторов внешней среды способствуют формированию, ответственному использованию и сохранению/утрате стоимости организации в кратко-, средне- и долгосрочной перспективе [20].

Интегрированная отчетность ориентирована на различные группы пользователей, которые заинтересованы в деятельности организации как непосредственно, так и опосредовано: работники организации, контрагенты и бизнес-партнеры, сообщества различной целевой направленности (профсоюзы, фонды и пр.), законодательные, регулирующие и директивные органы.

Ключевым моментом в определении интегрированной отчетности является процесс создания, сохранения или утраты стоимости организации. При этом в соответствии с Международными основами ИО стоимость организации можно охарактеризовать как совокупность различных видов капитала (рис. 2).

Иными словами, интегрированная отчетность должна формировать у пользователей понимание не только совокупности факторов, определяющих условия и особенности функционирования организации, но и эволюцию стоимости компании посредством оценки процессов формирования и развития разных видов капиталов.

В связи с этим нам представляется необходимым рассмотреть структуру интегрированного отчета, предлагаемую Международными основами ИО. Но прежде следует отметить, что на сегодняшний день не существует стандартной, единой для всех формы отчета, также как и перечня показателей и вопросов, которые должны быть в него включены. Организация должна самостоятельно определить состав и уровень существенности данных, которые

используются для оценки ее способности создавать и наращивать свою стоимость, и, следовательно, которая подлежит включению в интегрированную отчетность.

Финансовый капитал	Имеющиеся и привлекаемые средства, для финансирования производственной и инвестиционной деятельности
Производственный капитал	Наличные произведенные объекты, имеющие материально-вещественную форму и долгосрочное целевое в производстве товаров или для оказания услуг
Интеллектуальный капитал	Нематериальные ресурсы организации, к которым относят интеллектуальную собственность, а также «организационный капитал» (неявные знания, системы, процедуры и правила)
Человеческий капитал	Компетенции, способность, опыт работников организации с учетом их мотивации не только к выполнению работы, но и к совершенствованию своего трудового функционала и деятельности организации
Социально-репутационный капитал	Имидж организации, отношение к ее бренду и деловой репутации; корпоративные ценности и модели поведения; отношения с внешними заинтересованными сторонами
Природный капитал	Все возобновляемые и невозобновляемые природные ресурсы и процессы, используемые в деятельности организации, а также на которые организация оказывает влияние вследствие осуществления своей деятельности

} СТОИМОСТЬ КОМПАНИИ

Рис. 2. Классификация капитала организации

Международные основы ИО определяют восемь базовых составных частей интегрированной отчетности (табл. 1) [20].

Таблица 1

Базовые составные части интегрированной отчетности согласно международным требованиям

Элемент ИО	Степень значимости для целей управления организацией
1	2
Обзор организации и внешняя среда	Организационно-правовая основа деятельности организации; виды деятельности; анализ рыночной активности (конкурентная среда, сегментация, позиционирование и т.п.); экономические условия хозяйствования (экономическая стабильность, глобализация и отраслевые тенденции); степень вовлечения в технологический прогресс и готовность к внедрению его достижений; корпоративные ценности и существенные правила модели поведения и построения отношений; сравнительный анализ основных количественно измеряемых индикаторов (численность работников, показатели доходов и расходов и т.д.); оценка потребностей и предпочтений заинтересованных сторон; общесоциальные проблемы (демографические изменения, криминогенная обстановка, политическая нестабильность и т.п.)

Продолжение табл. 1

1	2
Корпоративное управление	Организационно-управленческая структура организации с указанием информации о лицах, занимающих должности высшего руководства в системе корпоративного управления; перечень ключевых процессов, реализуемых для реализации стратегических целей и задач организации; отношение руководства организации к инновационной деятельности, степень его ответственности за реализацию мероприятий по совершенствованию продуктов и процессов; оценка влияния корпоративной культуры, ценностей и культуры поведения на процесс создания и наращивания капиталов как составных элементов стоимости организации; анализ системы мониторинга и управления рисками с указанием конкретных мероприятий, предпринимаемых для минимизации рисков и негативного влияния релевантных факторов
Бизнес-модель	Используемые ресурсы (достаточность ресурсов для воспроизводства капиталов); виды коммерческой деятельности (позиционирование организации на рынке, зависимость бизнес-модели от создания выручки после первоначального момента продажи, подход организации к необходимости инноваций, способность бизнес-модели к быстрой адаптации к изменениям; продукты деятельности (ключевые продукты и услуги организации с указанием их жизненных циклов); итоги деятельности (отрицательная и положительная динамика капиталов вследствие влияния на них коммерческой деятельности организации и продуктов ее деятельности)
Риски и возможности	Перечень внутренних и внешних источников рисков и/или возможностей, связанных с использованием капиталов организации; анализ вероятности возникновения риска и/или возможности и степени их влияния; мероприятия, проводимые для минимизации наиболее вероятных рисков или управления ими, а также для увеличения стоимости организации на основе выявленных возможностей
Стратегия и распределение ресурсов	Обозначение стратегических целей организации и способов их достижения; анализ имеющегося ресурсного потенциала и оценка его достаточности для осуществления мероприятий по достижению целевых стратегических показателей; система показателей для измерения итогов деятельности в краткосрочном, среднесрочном и долгосрочном периодах
Результаты деятельности	Система количественных показателей, отражающих оценку достижения целевых индикаторов с пояснением их значимости, последствий, а также раскрытие методов их формирования; оценка влияния деятельности организации на величину капиталов; анализ реакции организации на изменение потребностей и предпочтений заинтересованных сторон; анализ динамики и взаимосвязи между результатами деятельности за ряд предыдущих периодов, а также между текущими и перспективными (прогнозируемыми) результатами деятельности; оценка финансовых последствий значительного влияния на различные виды капиталов

1	2
Взгляды на будущее	Реалистичная оценка способности организации использовать имеющиеся у нее возможности и ресурсный потенциал для достижения стратегических целей; прогноз изменений внешней среды и степени их влияния на стоимость организации; оценка гибкости организации в части реагирования на изменения окружающей среды
Основа подготовки и представления	Краткое изложение процесса определения существенности, применяемого организацией (краткое описание методов определения релевантных факторов, оценки их важности и определения уровня существенности); описание периметра отчетности и того, как он был определен (организации, включенные в состав отчитывающейся организации, и раскрытие информации о существенных рисках, возможностях и итогах деятельности, связанных с деятельностью указанных организаций); характеристика методологического аппарата оценки факторов, раскрытых в отчетности

Указанные составляющие ИО позволяют в достаточном объеме удовлетворить информационные запросы различных групп пользователей (рис. 3).



Рис. 3. Информационные запросы пользователей ИО

Таким образом, анализ проведенного исследования подтверждает необходимость проработки информационного наполнения интегрированной отчетности с учетом принципов, заложенных международными стандартами интегрированной отчетности; рационального наполнения релевантной информацией; удовлетворения ожиданий заинтересованных сторон для разработки механизмов корпоративного управления.

### **Выводы**

Основываясь на достигнутых в ходе исследования результатах, а также учитывая подходы и оценки, изложенные и обоснованные различными исследователями, представляется целесообразным обозначить основные этапы подготовки и анализа интегрированной отчетности и соответствующие им задачи и тем самым обобщить процедуру ее формирования.

Этап 1. Формирование системы локальных нормативных актов (ЛНА), регламентирующих процедуру формирования и использования интегрированной отчетности. Основной задачей данного этапа является определение наполнения состава отчетности, распределение полномочий и обязанностей по формированию ее разделов и элементов, закрепление ответственности за представление данных. По сути, данный этап подразумевает разработку внутренней концепции формирования интегрированной отчетности. В табл. 2 предложена структура содержания разделов интегрированной отчетности.

Таблица 2

Рекомендуемая структура содержания разделов интегрированной отчетности

Наименование раздела	Содержание элементов раздела
Корпоративное управление	Миссия Стратегическая цель SWOT-анализ внешней и внутренней среды Конкурентоспособность Цели и ключевые показатели развития видов деятельности компании Управление проектами
Финансовые показатели	Операционные и финансовые результаты Годовая отчетность Отчетность по МСФО
Социализация и кадры	Кадровая политика Развитие персонала Система мотивации и вознаграждения
Экология и безопасность	Экологическая ответственность Охрана труда и промышленная безопасность
Корпоративный контроль	Управление рисками Аудит

Этап 2. Разработка системы ключевых факторов и показателей, подлежащих включению в отчетность. Задача: отбор наиболее информативных показателей, описание методики их определения и порядка интерпретации, обоснование уровня существенности каждого индикатора. На данном этапе



рекомендуется привлечение заинтересованных сторон с целью учета их интересов и потребностей.

Этап 3. Сбор и обработка информации для формирования отчета. На данном этапе реализуется задача сбора данных о формировании, использовании различных видов капитала организации в соответствии с регламентом ответственности, определенным ЛНА. Существенным моментом здесь является обеспечение достоверности и надежности данных.

Этап 4. Формирование наполнения (контента) отчета, что предполагает обобщение собранной на предыдущем этапе информации через представление ее в виде таблиц, диаграмм, графиков и т.д., т.е. в формах, удобных для понимания и использования не только для внутренних, но и для внешних пользователей.

Этап 5. Создание аналитической части отчета. Задача – представить свое видение текущего и перспективного состояния организации. Это, во-первых, упростит процесс определения стратегических целей деятельности организации и разработки мероприятий по их достижению, во-вторых, позволит оценить риски, которые определяют и/или будут определять условия хозяйствования, и в-третьих, даст возможность повлиять на формирование у заинтересованных сторон ясного представления о направлениях развития организации.

Этап 6. Утверждение отчета. Данный этап предполагает согласование содержания и наполнения отчета в первую очередь с руководством организации. Однако к согласованию целесообразно привлечь и других пользователей с целью определения полноты учета их интересов и потребностей.

Этап 7. Публикация отчета, т.е. его визуализация и представление посредством использования доступных информационных источников, осуществляется, как правило, через официальный сайт организации.

### *Заключение*

Учитывая все вышесказанное, отмечаем несомненное преимущество интегрированной отчетности перед традиционными формами (финансовая, налоговая, статистическая, управленческая и другая отчетность). Тем не менее нельзя не отметить и ряд недостатков, которые присущи процессу формирования интегрированного отчета:

- сложность и трудоемкость перехода от стандартной отчетности к интегрированной;
- существенные первоначальные затраты для осуществления перехода (доработка или приобретение программного обеспечения, подготовка или найм специалистов и пр.);
- отсутствие стандартизированной формы интегрированного отчета и универсальной системы показателей и вопросов, подлежащих включению в нее;
- сложности в оценке ряда нефинансовых активов из-за отсутствия единых методик;
- большой объем отчета.

Однако, несмотря на указанные недостатки, интегрированная отчетность является одним из наиболее оптимальных способов представления информации о деятельности организации, поскольку позволяет объединить

в одном документе информацию финансового и нефинансового характера. Данные отчетности позволяют сформировать у пользователей понимание реального положения организации по отношению к прошлым периодам работы и организациям-конкурентам, а также спрогнозировать перспективы развития бизнеса на основе детального анализа факторов, условий и рисков, определяющих особенности его функционирования.

Интегрированная отчетность является результатом новой экономической интегрированной учетно-аналитической информационной системы, объединяющей показатели различных видов регламентированного учета, содержащей в себе требования к социальной ответственности при ведении бизнеса, способствующей росту качества управления и корпоративной культуры, инвестиционной и потребительской привлекательности организации.

В связи с этим в качестве направлений дальнейших исследований по данной тематике можно обозначить подготовку и определение унифицированного формата содержания интегрированной отчетности с детальной проработкой ключевых показателей каждого из ее разделов с учетом специфики видов осуществляемой экономической деятельности и бизнес-процессов компании. С целью повышения эффективности управления хозяйствующим субъектом и раскрытия достоверной информации для заинтересованных сторон на основании данных интегрированной отчетности рекомендуется разработка методических указаний на корпоративном уровне, раскрывающих не только порядок формирования интегрированной отчетности, но и ее состав.

#### **Список литературы**

1. Малиновская Н. В. Интегрированная отчетность: исторический аспект // Международный бухгалтерский учет. 2015. № 32. С. 41–50.
2. Малиновская Н. В. Анализ корпоративной отчетности российских компаний на соответствие принципам интегрированной отчетности // Экономический анализ: теория и практика. 2015. № 45. С. 36–48.
3. Малиновская Н. В. Методика формирования интегрированной отчетности // Бухучет в строительных организациях. 2016. № 4. С. 58–68.
4. Малиновская Н. В. Концепция множественности капиталов в интегрированной отчетности // Международный бухгалтерский учет. 2018. Т. 21, вып. 6. С. 700–713.
5. Малиновская Н. В., Малиновский М. Д. Международные тенденции развития интегрированной отчетности // Международный бухгалтерский учет. 2018. Т. 21, вып. 3. С. 332–343.
6. Сацук Т. П. Структура интегрированной отчетности корпорации // Бюллетень результатов научных исследований. 2020. № 4. С. 101–110.
7. Ефимова О. В. Матричный подход к формированию и раскрытию информации о ресурсах в интегрированной отчетности организации // Аудиторские ведомости. 2017. № 3. С. 23–34.
8. Ефимова О. В. Нефинансовая отчетность в России: возможности и перспективы развития // Аудиторские ведомости. 2017. № 9. С. 30–39.
9. Проняева Л. И., Федотенкова О. А. Методические аспекты формирования интегрированной отчетности в кластерных объединениях // Международный бухгалтерский учет. 2017. № 16. С. 918–931.
10. Волошина Е. И. Интегрированная отчетность – ответ на потребности участников рынка капитала // Научный вестник: финансы, банки, инвестиции. 2019. № 1. С. 188–195.

11. Гусарова Л. В., Шабанова Л. Б., Петрова Е. А., Андропова Е. С. Концептуальные основы интегрированной отчетности в системе бухгалтерского учета // Управление экономическими системами. 2019. № 12. С. 21.
12. Голдина А. А. Способы раскрытия информации в интегрированной отчетности // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2021. № 3. С. 16–25.
13. Al-Jubouri A. K. G., Al-Masoudi H. A. J. The effect culture dimensions on quality of integrated reporting from the perspective of stakeholders // Technium Sustainability. 2021. Vol. 1, iss. 1. P. 34–47.
14. Sarkar S. Implementing integrated reporting in India – issues and challenges // Emerging Issues and Debates in Accounting and Finance. 2021. P. 165–184.
15. Abeywardana N. L. E., Azam S. M. F., Low K. L. T. Theoretical review on integrated reporting // International journal of scientific & technology research. 2021. Vol. 10, iss. 05. P. 99–111.
16. Pratama A., Yadiati W., Tanzil N. D., Suprijadi J. Integrated reporting in Southeast Asia: does value creation work? // Academic Journal of Interdisciplinary Studies. 2021. Vol. 10, № 5. P. 57–68.
17. Dumitru M., Dragomir V. The factors of integrated reporting quality: a meta-analysis. 2021. 77 p. URL: [https://www.researchgate.net/publication/355173859\\_The\\_Factors\\_of\\_Integrated\\_Reporting\\_Quality\\_A\\_Meta-Analysis](https://www.researchgate.net/publication/355173859_The_Factors_of_Integrated_Reporting_Quality_A_Meta-Analysis) (дата обращения: 07.07.2022).
18. Navarrete-Oyarce J., Gallegos J. A., Moraga-Flores H., Gallizo J. L. Integrated reporting as an academic research concept in the area of business // Sustainability. 2021. Vol. 13. P. 7741. doi:10.3390/su13147741
19. Яковец Ю. В. Экономические кризисы: неизбежная реальность // Экономические стратегии. 2004. № 1. С. 32–37.
20. Международные основы ИО. URL: <https://integratedreporting.org/wp-content/uploads/2021/05/International-Integrated-Reporting-Framework-January-2021-Russian.pdf> (дата обращения: 07.07.2022).

### References

1. Malinovskaya N.V. Integrated reporting: historical aspect. *Mezhdunarodnyy bukhgalterskiy uchet = International accounting*. 2015;(32):41–50. (In Russ.)
2. Malinovskaya N.V. Analysis of corporate reporting of Russian companies for compliance with the principles of integrated reporting. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic analysis: theory and practice*. 2015;(45):36–48. (In Russ.)
3. Malinovskaya N.V. Methodology for the formation of integrated reporting. *Bukhuchet v stroitel'nykh organizatsiyakh = Accounting in construction organizations*. 2016;(4): 58–68. (In Russ.)
4. Malinovskaya N.V. The concept of multiple capitals in integrated reporting. *Mezhdunarodnyy bukhgalterskiy uchet = International accounting*. 2018;21(6):700–713. (In Russ.)
5. Malinovskaya N.V., Malinovskiy M.D. International trends in the development of integrated reporting. *Mezhdunarodnyy bukhgalterskiy uchet = International accounting*. 2018;21(3):332–343. (In Russ.)
6. Satsuk T.P. Structure of integrated corporate reporting. *Byulleten' rezul'tatov nauchnykh issledovaniy = Bulletin of scientific research results*. 2020;(4):101–110. (In Russ.)
7. Efimova O.V. Matrix approach to the formation and disclosure of information about resources in the integrated reporting of the organization. *Auditorskie vedomosti = Audit statements*. 2017;(3):23–34. (In Russ.)
8. Efimova O.V. Non-financial reporting in Russia: opportunities and prospects for development. *Auditorskie vedomosti = Audit statements*. 2017;(9):30–39. (In Russ.)

9. Pronyaeva L.I., Fedotenkova O.A. Methodological aspects of the formation of integrated reporting in cluster associations. *Mezhdunarodnyy bukhgalterskiy uchet = International accounting*. 2017;(16):918–931. (In Russ.)
10. Voloshina E.I. Integrated reporting – a response to the needs of capital market participants. *Nauchnyy vestnik: finansy, banki, investitsii = Scientific Bulletin: finance, banks, investments*. 2019;(1):188–195. (In Russ.)
11. Gusarova L.V., Shabanova L.B., Petrova E.A., Andronova E.S. Conceptual foundations of integrated reporting in the accounting system. *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami = Management of economic systems*. 2019;(12):21. (In Russ.)
12. Goldina A.A. Methods of information disclosure in integrated reporting. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2021;(3):16–25. (In Russ.)
13. Al-Jubouri A.K.G., Al-Masoudi H.A.J. The effect culture dimensions on quality of integrated reporting from the perspective of stakeholders. *Technium Sustainability*. 2021;1(1):34–47.
14. Sarkar S. Implementing integrated reporting in India – issues and challenges. *Emerging Issues and Debates in Accounting and Finance*. 2021:165–184.
15. Abeywardana N.L.E., Azam S.M.F., Low K.L.T. Theoretical review on integrated reporting. *International journal of scientific & technology research*. 2021;10(05):99–111.
16. Pratama A., Yadiati W., Tanzil N.D., Suprijadi J. Integrated reporting in Southeast Asia: does value creation work? *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*. 2021;10(5):57–68.
17. Dumitru M., Dragomir V. *The factors of integrated reporting quality: a meta-analysis*. 2021:77. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/355173859\\_The\\_Factors\\_of\\_Integrated\\_Reporting\\_Quality\\_A\\_Meta-Analysis](https://www.researchgate.net/publication/355173859_The_Factors_of_Integrated_Reporting_Quality_A_Meta-Analysis) (accessed 07.07.2022).
18. Navarrete-Oyarce J., Gallegos J.A., Moraga-Flores H., Gallizo J.L. Integrated reporting as an academic research concept in the area of business. *Sustainability*. 2021;13:7741. doi:10.3390/su13147741
19. Yakovets Yu.V. Economic crises: the inevitable reality. *Ekonomicheskie strategii = Economic strategies*. 2004;(1):32–37. (In Russ.)
20. *Mezhdunarodnye osnovy IO = International foundations of IO*. (In Russ.). Available at: <https://integratedreporting.org/wp-content/uploads/2021/05/International-Integrated-Reporting-Framework-January-2021-Russian.pdf> (accessed 07.07.2022).

#### **Информация об авторах / Information about the authors**

**Анна Александровна Голдина**

кандидат экономических наук, доцент  
кафедры бухгалтерского учета,  
налогообложения и аудита,  
Пензенский государственный университет  
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)  
E-mail: anna3103@rambler.ru

**Anna A. Goldina**

Candidate of economical sciences,  
associate professor of the sub-department  
of accounting, taxation and audit,  
Penza State University  
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

**Елена Александровна Бадеева**

доктор технических наук, профессор  
кафедры бухгалтерского учета,  
налогообложения и аудита,  
Пензенский государственный университет  
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)  
E-mail: badeeva\_elena@mail.ru

**Elena A. Badeeva**

Doctor of technical sciences,  
professor of the sub-department  
of accounting, taxation and audit,  
Penza State University  
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

**Юлия Владимировна Малахова**

кандидат экономических наук, доцент  
кафедры бухгалтерского учета,  
налогообложения и аудита,  
Пензенский государственный университет  
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)  
E-mail: borisyuka@mail.ru

**Yulia V. Malakhova**

Candidate of economical sciences,  
associate professor of the sub-department  
of accounting, taxation and audit,  
Penza State University  
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /**

**The authors declare no conflicts of interests.**

**Поступила в редакцию/Received 20.08.2022**

**Поступила после рецензирования/Revised 18.09.2022**

**Принята к публикации/Accepted 30.09.2022**

## ФОРСАЙТ И ИННОВАЦИОННЫЕ ТРЕНДЫ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

**О. Г. Каратаева<sup>1</sup>, И. В. Яппарова<sup>2</sup>,  
Е. В. Балахонова<sup>3</sup>, Ю. Д. Бахтеев<sup>4</sup>**

<sup>1, 2</sup> Российский государственный аграрный университет –  
МСХА имени К. А. Тимирязева, Москва, Россия  
<sup>3, 4</sup> Пензенский государственный университет, Пенза, Россия  
<sup>1</sup> okarataeva@rgau-msha.ru, <sup>2</sup> ingallery@mail.ru,  
<sup>3</sup> m-a-r-t-a2005@yandex.ru, <sup>4</sup> udbahteev@yandex.ru

**Аннотация.** *Актуальность и цели.* Представлена ведущая для Чувашии отрасль народного хозяйства – хмелеводство, являющееся в последние годы ключевым трендом развития сельских территорий этой республики. Используются теоретико-методологические подходы к оценке важности данной отрасли, представлены практические рекомендации по формированию агроэкосистемы в этом регионе Российской Федерации. *Материалы и методы.* Использовались общенаучные (диалектический метод), частные (анализ, наблюдение, гипотеза, научная абстракция) и экономические, в том числе абстрактно-логические, монографические и статистические (методы факторного анализа, метод группировок, а также графические и табличные приемы визуализации статистических данных) методы исследования. *Результаты.* В ходе проведенного исследования было выявлено, что форсайт-прогнозирование является ключевым элементом организации агроэкосистемы, на формирование которой существенно влияют инновационные тренды развития сельских территорий, а также были разработаны теоретико-методологические положения и практические рекомендации для развития сельского хозяйства Чувашской Республики. Предложены тренды для развития сельских территорий Чувашской Республики в рамках Agriculture 4.0, являющиеся новым подходом к управлению сельским хозяйством, который обеспечивается за счет форсайт-прогнозирования посредством внедрения инновационных технологий в отрасли сельского хозяйства. *Выводы.* Одним из приоритетных направлений развития сельских территорий является развитие сельского предпринимательства и восстановление традиционного сельскохозяйственного производства в ключевых отраслях с целью повышения уровня и качества жизни населения.

**Ключевые слова:** форсайт, тренды Agriculture 4.0, агроэкосистема, сельские территории, традиционное сельское хозяйство

**Для цитирования:** Каратаева О. Г., Яппарова И. В., Балахонова Е. В., Бахтеев Ю. Д. Форсайт и инновационные тренды развития сельских территорий // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2022. № 4. С. 46–57. doi:10.21685/2227-8486-2022-4-3

## FORESIGHT AND RURAL DEVELOPMENT TRENDS

**O.G. Karataeva<sup>1</sup>, I.V. Yapparova<sup>2</sup>,  
E.V. Balakhonova<sup>3</sup>, Yu.D. Bakhteev<sup>4</sup>**

<sup>1,2</sup> Russian Timiryazev State Agrarian University, Moscow, Russia

<sup>3,4</sup> Penza State University, Penza, Russia

<sup>1</sup> okarataeva@rgau-msha.ru, <sup>2</sup> ingallery@mail.ru,

<sup>3</sup> m-a-r-t-a2005@yandex.ru, <sup>4</sup> udbahteev@yandex.ru

**Abstract. Background.** The article presents the leading branch of the national economy for Chuvashia – hop growing, which has been a key trend in the development of rural areas of this republic in recent years. The authors use theoretical and methodological approaches to assessing the importance of this industry, they present practical recommendations for the formation of an agroecosystem in this region of the Russian Federation. *Materials and methods.* General scientific (dialectical method), private (analysis, observation, hypothesis, scientific abstraction) and economic, including abstract-logical, monographic and statistical (methods of factor analysis, grouping method, as well as graphical and tabular methods of visualization of statistical data) research methods were used in the work. *Results.* In the course of the study, it was revealed that foresight forecasting is a key element of the organization of the agroecosystem, the formation of which is significantly influenced by innovative trends in rural development, and theoretical and methodological provisions and practical recommendations for the development of agriculture of the Chuvash Republic were developed. The trends for the development of rural areas of the Chuvash Republic within the framework of Agriculture 4.0 are proposed, which are a new approach to agriculture management, which is provided through foresight forecasting through the introduction of innovative technologies in agriculture. *Conclusions.* One of the priority areas of rural development is the development of rural entrepreneurship and the restoration of traditional agricultural production in key industries in order to improve the level and quality of life of the population.

**Keywords:** foresight, Agriculture 4.0 trends, agroecosystem, rural areas, traditional agriculture

**For citation:** Karataeva O.G., Yapparova I.V., Balakhonova E.V., Bakhteev Yu.D. Foresight and rural development trends. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society.* 2022;(4):46–57. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2022-4-3

### *Введение*

Произошедшие на рубеже XX и XXI вв. фундаментальные научно-технические преобразования создали предпосылки для перехода мирового сельского хозяйства на принципиально новую ступень развития: роль агропромышленного комплекса больше не ограничивается функцией производства продовольствия.

Сельское хозяйство 4.0 (АПК 4.0, Agriculture 4.0, AgroTech 4.0) является новым этапом эволюции концепции точного земледелия, который используется для определения целевых и эффективных мероприятий в области сельского хозяйства для кардинальной перестройки отраслей национальной экономики [1]. Точное земледелие представляет собой стратегию управления, которая основана на внедрении умных решений и активно использует информационные технологии, извлекая необходимые для принятия эффективных управленческих решений данные из множественных источников. Идущая на современном этапе *цифровая трансформация* сельского хозяйства

является драйвером его устойчивого развития. Критически важным с точки зрения обеспечения устойчивости дальнейшего развития российского агропромышленного комплекса становится развитие научного потенциала и внедрение инновационных решений.

Новой эпохой в развитии сельских территорий с учетом ключевых трендов развития сельскохозяйственного производства в регионах стал также форсайт (в переводе с английского – предвидение) – основанный на экспертных оценках стратегических направлений социально-экономического и инновационного развития, а также выявлении технологических прорывов прогноз на средне- и долгосрочную перспективу. Задачей форсайта как научного направления является не только обеспечение точности стратегического прогноза, но и объединение в процессе определения перспектив всех заинтересованных сторон. В современном динамично и радикально меняющемся мире в условиях неопределенности методология форсайта используется как надежный исследовательский инструмент, позволяющий достоверно прогнозировать сценарии развития общества в целом и отдельных областей его жизнедеятельности, формировать будущее с учетом возможных изменений. Форсайт позволяет регулировать ход процесса принятия решений, управлять выбором используемых технологий, создавать альтернативные варианты будущего развития, повышать качество обучения и готовность к непредвиденным обстоятельствам, мотивировать к изменениям, повышать научно-технический уровень использующих его предприятий и организаций [2].

Современная геополитическая ситуация, оказывающая существенное влияние на экономику, в том числе ее аграрный сектор, характеризуется множеством негативных тенденций, которые препятствуют устойчивому развитию сельских территорий и внедрению в сельскохозяйственное производство инновационных технологий. Развитие научного потенциала и внедрение инновационных решений становятся критически важными, только современные тренды науки и техники, цифровые решения и информационные технологии способны обеспечить конкурентоспособность и дальнейшее развитие агропромышленного комплекса России, помочь отечественным сельскохозяйственным организациям остаться на глобальном рынке. В противном случае в ближайшие пять – десять лет может критически увеличиться разрыв с развитыми странами, и отечественная сельскохозяйственная продукция потеряет доступ на многие зарубежные рынки.

В связи с этим в число приоритетных задач государственной политики вошло обеспечение на федеральном уровне управляемости сельских территорий регионов России с целью обеспечения их устойчивого развития. На решение этой задачи нацелена определившая основные тренды развития сельскохозяйственных регионов Государственная программа «Комплексное развитие сельских территорий» (утверждена в 2019 г.) с финансовым обеспечением на период пять лет (с 2020 до 2025 г.) в размере около 2,3 трлн руб., в том числе 1 трлн руб. за счет федерального бюджета.

Целью государственной ориентации на поддержку аграрного бизнеса является повышение эффективности развития сельских территорий, расположенной там социальной и инженерной инфраструктуры, а также создание рациональной сельскохозяйственной экосистемы.

Достижение этой цели требует решения поставленных программой задач [3]:



- 1) сохранение доли сельского населения в общей численности населения России на уровне не менее 25,3 %;
- 2) достижение соотношения среднемесячных располагаемых ресурсов сельского и городского домохозяйств до 80 %;
- 3) повышение доли общей площади благоустроенных жилых помещений в сельских населенных пунктах до 50 %.

Госпрограмма состоит из процессной и проектной частей, пяти ведомственных проектов («Развитие жилищного строительства на сельских территориях и повышение уровня благоустройства домовладений», «Содействие занятости сельского населения», «Развитие инженерной инфраструктуры на сельских территориях», «Развитие транспортной инфраструктуры на сельских территориях» и «Благоустройство сельских территорий») и трех ведомственных целевых программ («Обеспечение государственного мониторинга сельских территорий», «Аналитическая и информационная поддержка комплексного развития сельских территорий», «Современный облик сельских территорий»).

Реализация Государственной программы «Комплексное развитие сельских территорий» подразумевает технологические инновации, комплексный и системный подход к переходу агропромышленного комплекса России к Agriculture 4.0.

Научная значимость и актуальность проведенного исследования состоят в реализации проектов по восстановлению традиционного сельского хозяйства Чувашской Республики в условиях формирования сельскохозяйственной экосистемы и выявлении путей решения проблем, препятствующих развитию сельских территорий в данном регионе. Теоретические основы устойчивого развития сельских территорий позволили определить не только проблемы развития отдельных отраслей аграрного сектора экономики, но и основные векторы их организационно-экономического развития.

Исходя из этого, разработка практических рекомендаций и теоретико-методологических подходов к формированию агроэкосистемы Чувашской Республики и восстановлению ключевых направлений традиционного сельского хозяйства на региональном и муниципальных уровнях является актуальной и имеет первостепенную значимость.

### ***Методы исследования***

Некоторые концепции проблемы социо-эколого-экономического развития сельских территорий в разные периоды становления и развития сельского хозяйства рассматривались многими исследователями. Обоснование и анализ необходимости государственного регулирования экономических процессов легли в основу научных концепций Ф. Листа, К. Маркса, А. Смита, Ф. Энгельса и других экономистов. Среди российских ученых наиболее значимый вклад в исследование обозначенной проблемы внесли: Л. И. Абалкин, А. А. Исаев, В. М. Соколинский, М. И. Туган-Барановский, А. И. Чупров.

С. Г. Важенин, Б. М. Ишмуратов, Ю. Б. Рандалов и Ж. Т. Тощенко стояли у истоков исследования проблем формирования сельской инфраструктуры и выявления проблем развития отдельных экономических регионов. В научных трудах В. М. Баутина, В. Т. Водяникова, Л. В. Бондаренко, В. В. Козлова, К. П. Личко, А. В. Мерзлова, Л. А. Овчинцевой, А. П. Огаркова, А. В. Петрикова, Д. И. Торопова, И. Г. Ушачева и И. Т. Шаяхметова де-

тально проработаны вопросы непосредственного влияния социально-экономической инфраструктуры на развитие сельских территорий.

При разработке и обосновании положений программы развития «Сельское хозяйство 4.0» использовалась совокупность следующих методов: абстрактно-логического, статистического, экономико-статистического, расчетно-конструктивного, монографического [4].

Информационную базу исследования составили нормативно-справочные, статистические официальные материалы Чувашской Республики [5], публикуемые Федеральной службой государственной статистики РФ, а также актуальные данные периодической печати, монографическая научная литература по рассматриваемой теме, маркетинговые базы данных и пакеты прикладных программ.

Предпосылки трансформации российского агропромышленного комплекса и глобальные тренды в этой области были представлены в докладе Института аграрных исследований НИУ ВШЭ совместно с Национальной ассоциацией трансфера технологий и Фондом «Сколково» на пленарном заседании Апрельской конференции НИУ ВШЭ по инновационному развитию АПК России. В нем были рассмотрены ключевые вызовы и перспективные направления развития российского агропромышленного комплекса, а также предпосылки, факторы роста и барьеры его глобальной конкурентоспособности [6].

Методологической основой исследования по развитию сельских территорий явились общенаучные, аналитические и экономические методы исследования, а также применение монографического, абстрактно-логического и статистического исследования.

В качестве статистического инструментария применялись методы факторного анализа, метод группировок, табличные и графические приемы визуализации статистических данных для формирования системы социально-экономических показателей, позволяющих диагностировать уровень диверсификации сельской экономики и дать рекомендации по ее развитию. Для обработки полученной информации использовались статистические пакеты прикладных программ MS Excel, STATISTIKA, Eviews и STATA. Основными методами исследования стали: аналитический, абстрактно-логический и расчетно-конструктивный. При обработке полученной в ходе анализа документации исходной информации применялись: сравнительный анализ экспертных оценок, экономико-статистический, корреляционный, ретроспективный, регрессионный, социологический методы исследований. При обосновании результатов и доказательстве значимости и актуальности теоретических и экспериментальных исследований будут использованы системный анализ, кластерный и контент-анализ, экономико-математическое и имитационное моделирование, прогнозирование, прогнозный сценарий.

### ***Результаты***

Анализ современного развития сельских территорий Чувашской Республики, включая реализацию программ их развития, должен осуществляться не на основе директивного планирования «сверху вниз», а с учетом реальных возможностей, приоритетов и перспектив развития муниципальных образований и сельских территорий в условиях формирования цифровой и зеленой экономики. Данный подход позволяет сделать следующие выводы:

- 1) нерациональное использование ресурсного потенциала и непропорциональное развитие сельскохозяйственных предприятий;
- 2) цифровизация отрасли и «зеленое» предпринимательство в рамках реализации стратегических программ и антикризисных мероприятий;
- 3) разработка алгоритма форсайт-исследования реорганизации на региональном и муниципальном уровнях сельских территорий и возрождение традиций сельского хозяйства в Чувашской Республике;
- 4) повышение социально-экономического уровня сельских территорий Чувашской Республики при формировании агроэкосистемы, определение трендов и создание синергетического эффекта;
- 5) создание образовательного центра «Форсайт-Образование» в Чувашской сельскохозяйственной академии для адаптации регионального сельского хозяйства к мировым трендам и обеспечения современного и технологического образования будущего.

Внедрение и развитие форсайт-прогнозирования по модернизации сельских территорий Российской Федерации предполагает реализацию имеющихся в этой области глобальных трендов [7]:

- 1) автоматизация и роботизация агропромышленного комплекса;
- 2) рост производства и потребления органических продуктов местных производителей;
- 3) разумное использование наиболее востребованных природных ресурсов;
- 4) развитие экологического и сельского туризма, переход деревни от аграрно-производственной функции к рекреационной;
- 5) увеличение площадей, пригодных для ведения сельского хозяйства и проживания;
- 6) повышение требований к уровню образования сельских жителей.

Результаты форсайт-прогнозирования развития сельских территорий Чувашской Республики представлены на рис. 1.



Рис. 1. Форсайт-прогнозирование развития сельских территорий Чувашской Республики

В условиях жестких санкций и произошедшего на фоне острого геополитического кризиса 2022 г. разрушения отлаженных логистических цепочек отечественные аграрии столкнулись с нехваткой хмеля. В связи с тем, что импорт хмеля из поставлявших его на российский рынок в последние десятилетия недружественных стран в любой момент может быть остановлен, стала очевидна необходимость создания самодостаточного хмелеводства (а хмель издавна является национальным достоянием и символом Чувашии) и хмелепереработки. Это обстоятельство является особенно важным для сохранения отечественной пивоваренной отрасли, поскольку практически весь необходимый объем хмеля (98 %) закупался у зарубежных производителей (преимущественно из Германии (1912 т в 2021 г.), Чехии (315 т в 2021 г.) и США (337 т в 2021 г.)), а на российское сырье приходилось лишь 2 % от общего объема. Ежегодно Россия импортировала хмеля на сумму более 20 млн долл. По оценке экспертов, на сегодня потребность в хмеле в России составляет 9 тыс. т [4] при собственном производстве (преимущественно на территории Чувашской Республики) не более 150 т.

По результатам исследования авторы обосновали необходимость возрождения традиционной отрасли сельского хозяйства – хмелеводства Чувашской Республики как стратегического направления агропромышленного комплекса страны [8]. С учетом важности решаемой проблемы и длительности необходимого для этого периода времени необходима серьезная государственная поддержка, в первую очередь на законодательном уровне, что осознается и представителями отрасли. Весной 2022 г. председатель совета Союза российских пивоваров Д. Бриман обратился к главе Министерства сельского хозяйства Д. Патрушеву с просьбой разработать федеральный закон о возрождении хмелеводства в Российской Федерации и программу государственной поддержки отечественного производства хмеля. С аналогичным предложением (поддержать целевую программу развития отечественного хмелеводства в рамках импортозамещения) обратилась к правительству Ассоциация производителей пива. Не обойтись отрасли и без серьезной финансовой поддержки: Ассоциация хмелеводов России оценила необходимые для увеличения к 2030 г. производства хмеля до 1 тыс. т ежегодные (в течение 3–5 лет) субсидии со стороны государства в 500 млн руб. Чтобы обеспечить внутренний рынок хмелем собственного производства, требуется увеличить количество хмельников в 50 раз, в первую очередь в наиболее приспособленных для выращивания этой культуры регионах: Чувашской Республике, Краснодарском и Алтайском краях.

Произошедшее в 2014 г. введение эмбарго на продовольствие и идущие в российской экономике процессы импортозамещения значительно оживили инновационные системы отечественного производства. Однако, несмотря на объективно выросшую инновационную активность отечественных сельхозпроизводителей, агропромышленный комплекс в целом продолжает существенно отставать по этому показателю не только от лидирующих стран (так, доля цифровизации в российском животноводстве по состоянию на 2022 г. составляла 24 %, в растениеводстве чуть меньше – 21 % [9]), тогда как в США порядка 80 % фермеров используют умное земледелие, отслеживая с помощью геоинформационных систем урожайность, тестируя почву и внося удобрения (в наибольшей степени эти технологии применяются при выращивании

кукурузы, сои и пшеницы) [10]), но и от средних показателей по промышленному сектору российской экономики. Однако можно констатировать тот факт, что темпы цифровизации сельского хозяйства все еще недостаточны, притом что, как отмечают практики, дальнейшее интенсивное развитие сельхозпредприятий уже недостижимо без комплексного внедрения цифровых технологий, роботизации и искусственного интеллекта. Их использование в аграрной сфере позволит рационально использовать природные ресурсы, приведет к росту урожайности и производительности труда, повышению качества продукции при одновременном значительном снижении ее себестоимости.

Среди причин, тормозящих инновационную трансформацию сельскохозяйственной отрасли, в частности ее цифровизацию, можно выделить следующие [6]:

1) несовершенство нормативно-правовой базы (с одной стороны, устаревшей, с другой – быстро, но недостаточно продуманно меняющейся) и неэффективная работа чиновников профильных министерств и ведомств (недостаточный уровень компетентности и отставание в принятии актуальных решений);

2) отсутствие полноценного диалога между бизнесом и наукой (в силу низкого уровня оснащения профильных НИИ, дефицита квалифицированных кадров и разного видения целей и результатов);

3) неэффективность сложившейся системы поддержки трансфера технологий (отсутствие у существующих мер поддержки ориентации на прорывные инновационные направления).

В основу концепции «Сельское хозяйство 4.0» положены особенные подходы к управлению в аграрном секторе, такие как автоматизация и цифровизация бизнес-процессов (например, наблюдения за культурами, измерения различных показателей и реагирования на изменения).

Современный вектор технологичности позволит аграриям оптимизировать сельскохозяйственные угодья, обновить парк машин и оборудования, модернизировать материальные ресурсы в разрезе условных природных зон и территориальных рынков. Дальнейшее развитие в этом направлении приведет к индивидуальному обслуживанию каждого культивируемого растения [11].

Данное исследование позволит разработать алгоритм форсайт-планирования в Чувашской Республике и сформировать синергетический эффект для внедрения технологических инноваций, цифровых технологий и платформ в сферу агропромышленного комплекса, повысить социально-экономический уровень и качество жизни сельского населения, развить экологическое и органическое производство и потребление сельскохозяйственной продукции для создания современной сельскохозяйственной экосистемы [12, 13].

Преобразования, произошедшие на уровне одной из отраслей сельского хозяйства, повлекут за собой изменения и в других: технологичность растениеводства существенно повлияет и на развитие животноводства, которое, в свою очередь, также использует современные цифровые тренды и инновационные технологии.

### ***Заключение***

На основе полученных в ходе проведения исследования в области развития сельских территорий и анализа состояния традиционного сельского хозяйства результатов были сделаны следующие выводы и предложения:

1. Раскрыто и определено понятие «агрозкосистема» – кооперация объектов инфраструктуры, диджитализация общества, модернизация традиционного сельского хозяйства, подготовка специалистов нового формата, экологизация сельских территорий.

2. Обоснована необходимость проведения форсайт-исследований и форсайт-планирования с учетом особенностей развития отдельных регионов Российской Федерации, а также выделения районов для восстановления традиционных отраслей сельского хозяйства. В секторе хмелеводства это Урмарский и Мариинско-Посадский районы Чувашской Республики.

3. Повышение уровня жизни сельского населения вследствие увеличения занятости в сфере традиционного сельского хозяйства, а также развитие предпринимательства за счет повышения доходов сельскохозяйственных товаропроизводителей [4].

4. Разработка правового и организационно-экономического механизмов взаимодействия товаропроизводителей и потребителей хмелесырья (принятие закона «О хмелеводстве») и закрепление его на законодательном уровне.

5. Создание многофункционального образовательного центра «Форсайт-Образование», который позволит адаптировать внедрение цифровых технологий в агропромышленный комплекс путем подготовки кадров нового формата с универсальными компетенциями *hardsoftskills*, а также информационно-консультационного, экспертного и научного сопровождения бизнеса.

#### *Список литературы*

1. Каратаева О. Г., Ковалева Е. В., Хомутова А. А., Кукушкина Т. С. Развитие регионального АПК в контексте AGRICULTURE 4.0 // Наука, образование и бизнес: новый взгляд или стратегия интеграционного взаимодействия : сб. науч. трудов. Нальчик, 2021. С. 203–206.
2. Волкова И. А. Форсайт-исследование в реализации стратегии технологического развития сельского хозяйства региона // Региональная экономика: теория и практика. 2012. № 38. С. 26–31.
3. Государственная программа «Комплексное развитие сельских территорий» (утв. постановлением Правительства от 31 мая 2019 г. № 696).
4. Каратаева О. Г. Повышение эффективности производства и переработки хмеля (на материалах Чувашской Республики) : дис. ... канд. экон. наук. М. : Московский государственный агроинженерный университет им. В. П. Горячкина, 2011. 172 с.
5. Пушкаренко Н. Н., Смирнов П. А., Корнилова А. М. [и др.]. Инженерно-технологические резервы в интенсификации возделывания хмеля в Чувашской Республике : монография. Чебоксары, 2018. 357 с.
6. Орлова Н. В., Серова Е. С., Николаев Д. В. [и др.]. Инновационное развитие агропромышленного комплекса в России. Agriculture 4.0 : докл. к XXI Агр. Международ. научн. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 2020 г. / под ред. Н. В. Орловой. М. : Изд. дом Высшей школы экономики, 2020. 128 с.
7. Каратаева О. Г., Рябчикова В. Г. Экосистема – тренд в развитии сельских территорий // Развитие агропромышленного комплекса в условиях цифровой экономики : сб. науч. тр. IV Национальной науч.-практ. конф. Кинель, 2022. С. 194–198.
8. Самыгин Д. Ю. Принципы стратегического планирования сельского хозяйства с учетом задач и вызовов продовольственной безопасности // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2021. № 1. С. 42–53. doi:10.21685/2227-8486-2021-1-4

9. Романовская К. Сельское хозяйство будущего: глобальные тренды // Инвест-Форсайт. URL: <https://www.if24.ru/selskoe-hozyajstvo-budushhego-globalnye-trendy/> (дата обращения: 20.09.2022).
10. Грешонков А. М. Стратегия модернизации сельского хозяйства в условиях перехода к цифровой экономике // Организатор производства. 2022. Т. 30, № 1. С. 13–119.
11. Сергеева Н. В., Кухарь В. С., Каратаева О. Г., Энкина Е. В. Инновационное развитие сельского хозяйства на современном этапе AGRICULTURE 4.0 // Известия Международной академии аграрного образования. 2021. № S55. С. 96–101.
12. Сасаев Н. И. Теоретико-методологические основы стратегического анализа трендов в отраслевом стратегировании // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2021. № 4. С. 5–15. doi:10.21685/2227-8486-2021-4-1
13. Каратаева О. Г. Формирование эффективной системы обеспечения продовольственной безопасности в Российской Федерации на основе модернизации хмелеводства в Чувашской Республике // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2021. № 2. С. 70–78. doi:10.21685/2227-8486-2021-2-4

### References

1. Karataeva O.G., Kovaleva E.V., Khomutova A.A., Kukushkina T.S. Development of regional agro-industrial complex in the context of AGRICULTURE 4.0. *Nauka, obrazovanie i biznes: novyy vzglyad ili strategiya integratsionnogo vzaimodeystviya: sb. nauch. trudov = Science, education and business: a new view or strategy of integration interaction : collection of scientific works*. Nal'chik, 2021:203–206. (In Russ.)
2. Volkova I.A. Foresight-research in the implementation of the strategy of technological development of agriculture in the region. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika = Regional economy: theory and practice*. 2012;(38):26–31. (In Russ.)
3. *Gosudarstvennaya programma «Kompleksnoe razvitie sel'skikh territoriy» (utv. postanovleniem Pravitel'stva ot 31 maya 2019 g. № 696) = The State Program "Integrated Development of Rural Areas" (approved by Government Decree No. 696 of May 31, 2019)*. (In Russ.)
4. Karataeva O.G. *Improving the efficiency of production and processing of hops (based on the materials of the Chuvash Republic)*. PhD dissertation. Moscow: Moskovskiy gosudarstvennyy agroinzhenernyy universitet im. V.P. Goryachkina, 2011:172. (In Russ.)
5. Pushkarenko N.N., Smirnov P.A., Kornilova A.M. et al. *Inzhenerno-tehnologicheskie rezervy v intensivatsii vozdeleyvaniya khmelya v Chuvashskoy Respublike: monografiya = Engineering and technological reserves in the intensification of hop cultivation in the Chuvash Republic : monograph*. Cheboksary, 2018:357. (In Russ.)
6. Orlova N.V., Serova E.S., Nikolaev D.V. et al. *Innovatsionnoe razvitie agropromyshlennogo kompleksa v Rossii. Agriculture 4.0: dokl. k XXI Apr. Mezhdunar. nauchn. konf. po problemam razvitiya ekonomiki i obshchestva, Moskva, 2020 g. = Report to the XXI Apr. International Scientific Conference on problems of economic and Social development, Moscow, 2020*. Moscow: Izd. dom Vysshey shkoly ekonomiki, 2020:128. (In Russ.)
7. Karataeva O.G., Ryabchikova V.G. Ecosystem – trend in the development of rural territories. *Razvitie agropromyshlennogo kompleksa v usloviyakh tsifrovoy ekonomiki: sb. nauch. tr. IV Natsional'noy nauch.-prakt. konf. = Development of the agro-industrial complex in the digital economy : collection of scientific tr. IV National scientific-practical conference*. Kinel', 2022:194–198. (In Russ.)
8. Samygin D.Yu. Principles of strategic planning of agriculture taking into account the tasks and challenges of food security. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike,*

- prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2021;(1):42–53. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2021-1-4
9. Romanovskaya K. Agriculture of the future: global trends. *Invest-Forsayt = Agriculture of the future: global trends. Invest-Forsayt* (In Russ.). Available at: <https://www.if24.ru/selskoe-hozyajstvo-budushhego-globalnye-trendy/> (accessed 20.09.2022).
  10. Greshonkov A.M. Strategy of modernization of agriculture in the conditions of transition to digital economy. *Organizator proizvodstva = Organizer of production*. 2022;30(1):13–119. (In Russ.)
  11. Sergeeva N.V., Kukhar' V.S., Karataeva O.G., Enkina E.V. Innovative development of agriculture at the present stage of AGRICULTURE 4.0. *Izvestiya Mezhdunarodnoy akademii agrarnogo obrazovaniya = Proceedings of the International Academy of Agrarian Education*. 2021;(S55):96–101. (In Russ.)
  12. Sasaev N.I. Theoretical and methodological foundations of strategic analysis of trends in industry strategizing. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2021;(4):5–15. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2021-4-1
  13. Karataeva O.G. Formation of an effective system for ensuring food security in the Russian Federation based on the modernization of hop growing in the Chuvash Republic. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2021;(2):70–78. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2021-2-4

#### ***Информация об авторах / Information about the authors***

##### **Оксана Григорьевна Каратаева**

кандидат экономических наук, доцент  
кафедры организации производства,  
Российский государственный  
аграрный университет –  
МСХА имени К. А. Тимирязева  
(Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49)  
E-mail: okarataeva@rgau-msha.ru

##### **Oksana G. Karataeva**

Candidate of economical sciences,  
associate professor of the sub-department  
of production management,  
Russian Timiryazev State  
Agrarian University  
(49 Timiryazevskaya street, Moscow, Russia)

##### **Инга Вячеславовна Яппарова**

соискатель,  
Российский государственный  
аграрный университет –  
МСХА имени К. А. Тимирязева  
(Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49)  
E-mail: ingallery@mail.ru

##### **Inga V. Yapparova**

Applicant,  
Russian Timiryazev State  
Agrarian University  
(49 Timiryazevskaya street, Moscow, Russia)

##### **Елена Викторовна Балахонова**

кандидат экономических наук,  
доцент кафедры маркетинга,  
коммерции и сферы обслуживания,  
Пензенский государственный университет  
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)  
E-mail: m-a-r-t-a2005@yandex.ru

##### **Elena V. Balakhonova**

Candidate of economical sciences,  
associate professor of the sub-department  
of marketing, commerce and service sector,  
Penza State University  
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)



**Юсеф Джафярович Бахтеев**

доктор экономических наук,  
профессор кафедры менеджмента  
и экономической безопасности,  
Пензенский государственный университет  
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)  
E-mail: udbahteev@yandex.ru

**Yusef D. Bakhteev**

Doctor of economical sciences,  
professor of the sub-department  
of management and economic security,  
Penza State University  
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /**

**The authors declare no conflicts of interests.**

**Поступила в редакцию/Received 21.09.2022**

**Поступила после рецензирования/Revised 14.10.2022**

**Принята к публикации/Accepted 26.10.2022**

## ЗНАЧЕНИЕ И ФОРМИРОВАНИЕ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ОТЧЕТНОСТИ В КАЧЕСТВЕ ИННОВАЦИОННОГО ФОРМАТА КОРПОРАТИВНОЙ ОТЧЕТНОСТИ

О. Н. Сафронова

Пензенский государственный университет, Пенза, Россия  
sav.lesia0104@mail.ru

**Аннотация.** *Актуальность и цели.* Проблема формирования интегрированной отчетности в качестве инновационного формата корпоративной отчетности в современных условиях имеет большое значение, что связано с особым интересом инвесторов, бизнес-партнеров, клиентов к проблемам стабильного и устойчивого развития бизнес-процессов компаний, которые в настоящее время происходят в сложной обстановке, вызванной возникновением новых проблем в стране, обострением межгосударственных отношений, непредсказуемым распространением пандемии коронавируса, колебанием мировых цен на энергоносители, неуклонным ростом цен. Качественные факторы формирования интегрированной отчетности компаний способствуют удовлетворению заинтересованных лиц в углубленной и концентрированной информации о деятельности субъектов хозяйствования, так как возможности традиционной бухгалтерской отчетности являются недостаточными для того, чтобы обеспечить удовлетворение интересов различных групп пользователей по заинтересованной информации, которые на ее основе могут принимать управленческие решения, поэтому значение корпоративной отчетности компаний имеет большое значение, что связано с инвестиционной привлекательностью и конкурентоспособностью организаций. Рассматривается проблема формирования интегрированной отчетности в качестве инновационного формата корпоративной отчетности. *Материалы и методы.* В процессе исследования использовались методы обобщения, систематизации и критической оценки условий, применяемых в российской практике формирования интегрированной отчетности компаний. *Результаты.* Обоснованы комплекс факторов для составления интегрированной отчетности в организациях, существенная экономическая и управленческая информация, отражены взаимосвязи между результатами деятельности организации и их последствиями, ориентиры на перспективное развитие. *Выводы.* На основе анализа и оценки сделан вывод о проблемах формирования интегрированной отчетности субъектов малого и среднего бизнеса, принципы и цели ее формирования, а также положительные и отрицательные стороны.

**Ключевые слова:** корпоративная отчетность, формирование, инновационный формат, интегрированная отчетность, экономическая и управленческая информация, бизнес, взаимосвязи, инвестиционная привлекательность, перспективное развитие

**Для цитирования:** Сафронова О. Н. Значение и формирование интегрированной отчетности в качестве инновационного формата корпоративной отчетности // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2022. № 4. С. 58–71. doi:10.21685/2227-8486-2022-4-4

## SIGNIFICANCE AND FORMATION OF INTEGRATED REPORTING AS AN INNOVATIVE CORPORATE REPORTING FORMAT

O.N. Safronova

Penza State University, Penza, Russia  
sav.lesia0104@mail.ru

**Abstract.** *Background.* The problem of forming integrated reporting as an innovative corporate reporting format in modern conditions is of great importance, which is associated with the special interest of investors, business partners, clients in the problems of stable and sustainable development of business processes of companies that are currently taking place in a difficult environment caused by the emergence new problems in the country, the aggravation of interstate relations, the unpredictable spread of the coronavirus pandemic, fluctuations in world energy prices, and the steady rise in prices. High-quality mechanisms for the formation of integrated reporting of companies contribute to the satisfaction of stakeholders in in-depth and concentrated information about the activities of business entities, since the capabilities of traditional financial statements are insufficient to ensure the satisfaction of the interests of various user groups for interested information, which, on its basis, can take management decisions, so the importance of corporate reporting of companies is of great importance, which is associated with the investment attractiveness and competitiveness of organizations. The aim of the work was the problem of the formation of integrated reporting as an innovative format for corporate reporting. *Materials and methods.* The tasks are related to the generalization, systematization and critical assessment of the conditions used in the Russian practice of forming integrated reporting of companies. *Results.* A set of factors for the preparation of integrated reporting in organizations, essential economic and managerial information are substantiated, the relationship between the results of the organization's activities and their consequences, and guidelines for long-term development are reflected. *Conclusions.* Based on the analysis and evaluation, a conclusion was made about the problems of forming integrated reporting of small and medium-sized businesses, the principles and goals of its formation, as well as its positive and negative sides.

**Keywords:** corporate reporting, formation, innovative format, integrated reporting, economic and management information, business, relationships, investment attractiveness, prospective development

**For citation:** Safronova O.N. Significance and formation of integrated reporting as an innovative corporate reporting format. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society.* 2022;(4):58–71. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2022-4-4

### *Введение*

Развитие корпоративной отчетности компаний имеет большое значение, что связано с особым интересом к проблемам стабильного и устойчивого развития бизнес-процессов, с инвестиционной привлекательностью и конкурентоспособностью организаций. Качественные факторы формирования интегрированной отчетности компаний способствуют удовлетворению заинтересованных лиц в углубленной и концентрированной информации о деятельности субъектов хозяйствования, так как возможности традиционной бухгалтерской отчетности являются недостаточными для того, чтобы обеспечить удовлетворение интересов различных групп пользователей по заинтере-

сованной информации, которые на ее основе могут принимать управленческие решения, поэтому значение корпоративной отчетности компаний имеет большое значение, что связано с инвестиционной привлекательностью и конкурентоспособностью организаций.

Научное решение проблемы формирования интегрированной отчетности в качестве инновационного формата корпоративной отчетности в нашей стране пока еще на достаточном уровне не проработано, так как механизм формирования данной отчетности присущ только крупным российским компаниям, субъекты малого и среднего бизнеса не составляют данный вид отчетности. В последние годы у множества организаций возникает необходимость в интегрированной отчетности нефинансового характера, которой интересуются различные пользователи отчетности для того, чтобы принимать решения в области качества производимой продукции, ассортимента, инвестиций и т.п., так как та информация, которая представлена в финансовой отчетности, составленная по традиционному формату, бывает недостаточна для принятия решений. Именно на возникшие новые потребности нацелена новая форма корпоративной отчетности – интегрированная отчетность, так как многие вопросы в силу разных причин по-прежнему остаются нерешенными. Интегрированная отчетность рассчитана на инвесторов, чтобы помочь им в оценке распределения финансового капитала, он интересен таким категориям лиц, как бизнес-партнеры, клиенты, законодатели, непосредственно работники самой организации.

В связи с этим все более весомой становится роль использования эффективных условий формирования интегрированной отчетности в качестве инновационного формата корпоративной отчетности, которая определяется тем, что они способствуют оптимальному использованию комплекса факторов организационно-экономического, инновационного и инвестиционного характера, дающих положительный и быстрый эффект.

### *Материалы и методы*

Задачи научной работы вытекают из гипотезы исследования, которая заключается в следующем: порой возможности традиционной бухгалтерской отчетности являются недостаточными для того, чтобы обеспечить удовлетворение интересов по заинтересованной информации различных групп пользователей, которые могут на ее основе принимать управленческие решения и стратегические действия. Решением проблемы может послужить одно из современных перспективных направлений, такое как формирование и развитие интегрированной отчетности, с помощью которой организация может актуализировать самые актуальные свои тенденции как во внутренней, так и внешней среде, удовлетворить потребности деловых партнеров. Интегрированная отчетность показывает взаимосвязь между финансовым и нефинансовым капиталом организации, дает партнерам, поставщикам, потребителям объективное представление об аспектах деятельности, возможностях, стратегии развития и других важнейших аспектах.

В процессе подготовки статьи были использованы современные методы познания, выявленные и разработанные современной наукой и апробированные практикой. Из специальных методов в ходе исследования применялись системный, структурно-функциональный, а также законы диалектики: един-

ства исторического и логического, абстрактного и конкретного, общего и особенного.

Научное обобщение методологических подходов позволяет заключить, что в практике основным условием формирования интегрированной отчетности является выполнение таких принципов, как: однозначность, связность, достоверность информационных данных, стратегическая направленность на перспективу развития, краткость, надежность, существенность. Нами обоснованы положительные и отрицательные стороны формирования интегрированной отчетности, ее основополагающие концепции, структура содержательной части.

На основе анализа и оценки сделан вывод о недостаточности сложившихся качественных факторов формирования и развития интегрированной отчетности, способствующих оптимальному использованию комплекса условий организации. В целом можно отметить, что факторы перспектив формирования интегрированной отчетности в качестве инновационного формата корпоративной отчетности относятся к инструментам оценки возможных последствий от проводимой в России экономической политики, идеология практического применения данного вида отчетности направлена на разработку сценариев изменения корпоративных условий, которая свидетельствует, в первую очередь, об их роли и значении в ведении бизнеса и перспективном развитии.

### *Результаты и обсуждение*

В современных условиях хозяйствования развитие корпоративной отчетности компаний имеет высокое значение, что связано с особым интересом к проблемам стабильного и устойчивого развития бизнес-процессов, с инвестиционной привлекательностью и конкурентоспособностью организаций. Интегрированный отчет, в первую очередь, рассчитан на инвесторов, чтобы помочь им в оценке распределения финансового капитала, он интересен и другим категориям лиц, а именно бизнес-партнерам, клиентам, законодателям, самим работникам организаций.

Глобальные вызовы, которые связаны с пандемией COVID-19, способствовали мировому финансовому кризису, повлекшему увеличение рисков в бизнесе, росту конкуренции во всех ее проявлениях и ухудшению финансового положения. Все это вызывает потребность заинтересованных лиц в углубленной, качественной и концентрированной информации о деятельности субъектов хозяйствования. Порой возможности традиционной бухгалтерской отчетности являются недостаточными для того, чтобы обеспечить удовлетворение интересов по информации различных групп пользователей, которые могут на ее основе принимать управленческие решения и стратегические действия. Решением проблемы может послужить одно из современных перспективных направлений, а именно формирование и развитие интегрированной отчетности. С ее помощью современная организация может аккумулировать самые актуальные тенденции как внутренней, так и внешней ее среды, а также удовлетворить потребности деловых партнеров. Особо значимыми факторами для формирования интегрированной отчетности являются существенная экономическая и управленческая информация, информация об имидже и ценностях организации, о взаимосвязях между партнерами, по-

ставщиками, конкурентами, результатами финансово-хозяйственной деятельности, их последствиями, ориентиры на перспективное развитие, стратегические задачи и оптимальные модели ведения бизнеса [1].

Интегрированная отчетность показывает взаимосвязь между финансовым и нефинансовым капиталом организации, объединяет финансовую и нефинансовую информацию организации, дает партнерам, поставщикам, потребителям объективное представление об аспектах деятельности, возможностях, стратегии развития и других важнейших аспектах.

На сегодняшний день в России практика формирования интегрированной отчетности присуща только для крупных российских компаний, субъекты малого и среднего бизнеса не составляют данный вид отчетности, так как механизм формирования данной отчетности в нашей стране пока еще на достаточном уровне не проработан. Эта информация порой оказывает решающее влияние на принимаемые решения со стороны инвесторов, аналитиков и т.п. В связи с этим формирование интегрированной отчетности субъектов малого и среднего бизнеса в современной действительности становится все более реальным и актуальным [3].

Интегрированная отчетность должна содержать информацию, которая позволит сравнить и оценить возможности организации создавать капитал и ценности на протяжении длительного периода времени. В интегрированном отчете комплексно раскрывается финансовая и нефинансовая информация о деятельности организации, это отчетность будущего, информация в которой оказывает решающее влияние на принимаемые решения со стороны инвесторов и аналитиков [2].

В табл. 1 обоснована систематизация взглядов разных авторов на состав корпоративной отчетности.

Таблица 1

Систематизация взглядов авторов на состав корпоративной отчетности

Автор	Взгляд авторов на определение понятия отчетности, отражающей данные нефинансового характера, и состав корпоративной отчетности
1	2
1-й подход: отражение существующих на практике видов отчетности	
И. В. Алексеева, Р. Г. Осипова	Помимо бухгалтерской (финансовой) отчетности возникает потребность формирования дополнительной отчетности, содержащей нефинансовые и финансовые данные, а именно отчета в области устойчивого развития, в сфере корпоративного управления и корпоративной социальной ответственности, интегрированной отчетности
2-й подход: сравнение финансовой, социальной и интегрированной отчетности	
М. А. Вахрушина, Н. В. Малиновская	Авторы сравнивают данные виды отчетности по различным критериям. Цель финансовой отчетности – раскрытие сведений о финансовом положении, финансовых результатах и движении денежных средств. Социальная отчетность нацелена на раскрытие информации о существенных воздействиях организации на окружающую среду, общество и экономику. Цель интегрированной отчетности состоит в объяснении того, как компания создает ценность в течение долгового времени

1	2
3-й подход: сравнение интегрированной отчетности с традиционной, при этом в последнюю авторы вкладывают разный смысл	
В. Г. Гетьман	Интегрированная отчетность обособляется от обычной, т.е. финансовой. Поскольку такая отчетность включает сведения, важные для управления как финансовым, так и иными формами капитала, обладает большей степенью прозрачности, предоставляет сведения, имеющие отношение к среднесрочной и долгосрочной деятельности
О. В. Соловьева	Интегрированная отчетность – новое средство информирования стейкхолдеров о деятельности компаний, которое предположительно придет взамен традиционной финансовой отчетности. Следовательно, произойдет смена финансовой отчетности в узком смысле к интегрированной, состоящей из финансовой отчетности в широком смысле отчетности об устойчивости
В. Г. Когденко, М. В. Мельник	Выделяют основные отличия традиционной финансовой и интегрированной отчетности. Отмечают, что первой было достаточно в ситуации, когда компании были нацелены на извлечение краткосрочной прибыли, так как она показывает способность организации генерировать прибыль в отчетном периоде. Корпоративная отчетность будущего – это интегрированная отчетность, поскольку на современном этапе развития экономики главной целью бизнеса становится создание ценности для всех заинтересованных лиц
О. А. Кузьменко, М. В. Абросимова	Выделяют отличия интегрированного отчета от комбинированного (традиционного), который включает в себя финансовые и нефинансовые данные. Особенность интегрированной отчетности заключается в интеграции в единое целое финансовой отчетности, обращения и примечаний руководства компании, данных о вознаграждениях и корпоративном управлении, отчетов в области устойчивого развития так, чтобы информация была краткой, связанной и т.д.

Классификация основных составляющих корпоративной отчетности в нашей стране представлена на рис. 1.

В последние годы у множества организаций возникает необходимость в интегрированной отчетности нефинансового характера, которой интересуются различные пользователи отчетности для того, чтобы принимать решения в области качества производимой продукции, ассортимента, инвестиционных решений и т.п., так как та информация, которая представлена в финансовой отчетности, составленная по традиционному формату, бывает недостаточна для принятия решений. Именно на возникшие новые потребности нацелена новая форма корпоративной отчетности – интегрированная отчетность.

Одним из условий, обеспечивающих рост стоимости бизнеса, является достоверность, под этим подразумевают своевременное раскрытие необходимой информации не только финансового, но и нефинансового характера, так или иначе связанной с деятельностью экономического субъекта. Эта информация порой оказывает решающее влияние на принимаемые решения со

стороны инвесторов, аналитиков и т.п., в связи с этим формирование интегрированной отчетности субъектов малого и среднего бизнеса становится все более реальным и актуальным. Интегрированная отчетность – это относительно новое понятие в сфере разработки отчетности, которое появилось согласно с новыми потребностями, которые все чаще и чаще возникают у пользователей информации, потребителей, кредиторов, других заинтересованных лиц, которых традиционная финансовая отчетность в полной степени не может удовлетворить [6].

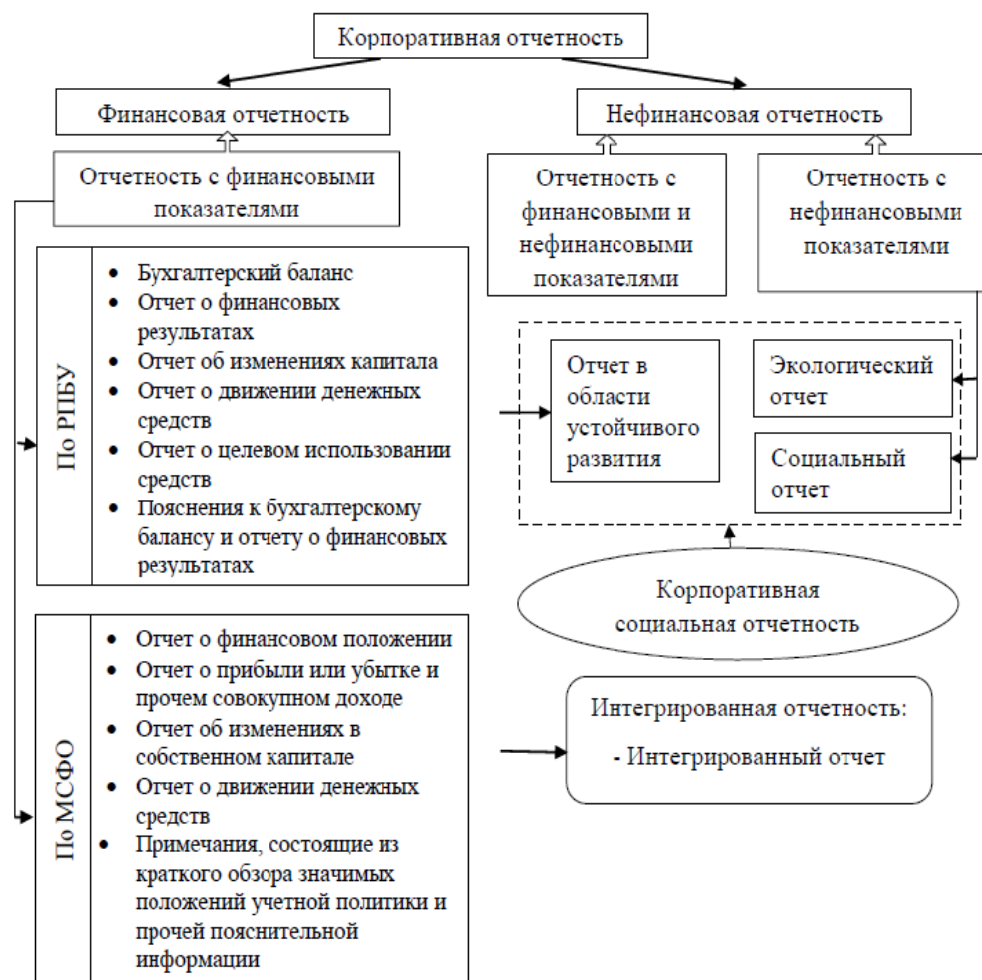


Рис. 1. Основные составляющие корпоративной отчетности в России

Положительные и отрицательные стороны формирования интегрированной отчетности рассмотрены на рис. 2. Как видно из рис. 2, положительных сторон формирования интегрированной отчетности больше. Одной из отрицательных сторон является отсутствие официального стандарта (нормативного акта) по подготовке и формированию данного вида отчетности. Разработка интегрированного отчета в нашей стране законодательно не закреплена, но, несмотря на это, интегрированный отчет необходимо составлять, придерживаясь следующих принципов: однозначность, связность и достовер-



ность информационных данных; реагирование и вовлеченность пользователей; стратегическая направленность на перспективу развития; краткость, надежность и существенность.



Рис. 2. Положительные и отрицательные стороны интегрированной отчетности

В основе интегрированной отчетности лежат три основополагающие концепции (рис. 3).



Рис. 3. Основополагающие концепции интегрированной отчетности

Суть концепции капитала заключается в том, что капиталы – это источники и ресурсы, которые вкладываются в бизнес-модель организации. В ходе осуществления бизнес-деятельности осуществляется постоянное движение капиталов. Модель капиталов в интегрированной отчетности в основном используется для ориентира при воздействии организации на капиталы [7].

Бизнес-модель – это модель системы ресурсов организации, состоящая в доступности значимых капиталов, способности организации достигать своих стратегических целей, создании ценностей как в краткосрочных, так долгосрочных периодах, будущей ее результативности. Также в бизнес-модели интегрированной отчетности подробно обосновывается, какие ресурсы используются в организации, каким образом связаны с капиталами, рисками, с финансовыми возможностями и результатами [8].

Особо значимыми факторами для формирования интегрированной отчетности является существенная экономическая и управленческая информация, информация о создании имиджа и ценностях организации, отражение взаимосвязей между результатами деятельности и их последствиями, ориентиры на перспективное развитие, стратегические задачи и оптимальные модели ведения бизнеса. В основе содержательной части интегрированной отчетности лежат компоненты, представленные на рис. 4.



Рис. 4. Структура содержательной части интегрированной отчетности

Таким образом, составление интегрированной отчетности организации поможет аккумулировать самые актуальные тенденции как внутренней, так и внешней среды организации, удовлетворить потребности деловых партнеров в необходимой информации. Особо значимыми факторами для составления интегрированной отчетности в организациях является существенная эко-

номическая и управленческая информация, информация о создании имиджа и ценностях организации, отражение взаимосвязей между результатами деятельности и их последствиями, ориентиры на перспективное развитие, стратегические задачи и оптимальные модели ведения бизнеса.

Значимыми факторами формирования интегрированной отчетности являются: механизмы управления материальными и нематериальными активами организации; достоверность отчетной информации; управленческая информация; использование инфраструктуры поддержки интегрированной отчетности; привлечение представителей заинтересованных сторон в процесс формирования отчетности и другая существенная информация [9].

Практика формирования интегрированной отчетности в современной России присуща крупному бизнесу, субъекты малого и среднего бизнеса не составляют данный вид отчетности, так как механизм составления интегрированной отчетности не проработан. Однако в современной действительности именно нефинансовая составляющая оказывает решающее влияние на принимаемые решения со стороны инвесторов, аналитиков и т.п., поэтому формирование интегрированной отчетности субъектов малого и среднего бизнеса становится все более реальным и актуальным. Эта информация порой оказывает определяющее влияние на принимаемые решения со стороны инвесторов, аналитиков и т.п. В связи с этим формирование интегрированной отчетности субъектов малого и среднего бизнеса в современной действительности становится актуальным явлением, так как анализируются и оцениваются основные составляющие факторы о стратегических планах развития, качестве выпускаемой продукции, результатах финансово-хозяйственной деятельности, процессах управления, именно эти составляющие отражают политическое, экономическое, социальное и экологическое окружение бизнеса [10].

В настоящее время значительно увеличились объемы информационных ресурсов как внутри самой организации, так и за ее пределами. Внедрение современных информационных технологий позволило передать все функции счетоводства бухгалтерскому учету, у которого помимо учета появились такие функции, как аналитическая, оценочная, прогнозная, обоснование принятия управленческих решений и т.д. При обосновании управленческих решений руководству организаций необходимо сопоставлять, оценивать, взвешивать последствия принятых решений, что ведет к зависимости от учетной информации, ее анализа и оценки. В принятой Концепции формирования и развития публичной нефинансовой отчетности определена потребность российских организаций в открытости и прозрачности информационных данных. Целями, прописанными в Концепции, являются: повышение информационной открытости и прозрачности финансово-хозяйственных результатов деятельности организаций; внедрение нефинансовой отчетности в практику управления и развития организаций и ее систематизация; повышение доверия к деловой активности российских организаций как внутри страны, так и за ее пределами [5].

Перспективы развития корпоративной отчетности в России обоснованы на рис. 5.

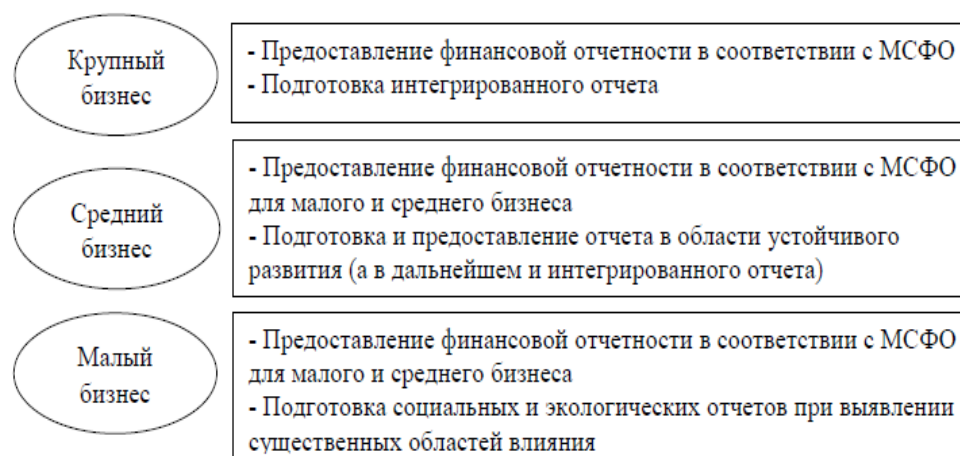


Рис. 5. Перспективы развития корпоративной отчетности в России

С целью разработки понятия «интегрированная отчетность» обоснованы и сгруппированы те черты отчетности, которые наиболее часто встречаются в определениях этого понятия, а именно:

- направленность на предоставление данных о бизнес-процессах организации, стратегии развития, взаимодействия со стейкхолдерами;
- инновационный, эволюционный вид отчетности, новый подход, инструмент или даже философия развития предприятия;
- совокупность фрагментов и отдельных показателей отчетов финансовых, организаторских, трудовых, управленческих решений в сфере устойчивого развития организации;
- формат корпоративной отчетности или вид социального отчета;
- логическая последовательность и взаимосвязь с интегрированным мышлением.

В современных условиях хозяйствования развитие корпоративной отчетности компаний имеет высокое значение, что связано с особым интересом к проблемам стабильного и устойчивого развития бизнеса, с конкурентоспособностью и инвестиционной привлекательностью. Все это вызывает потребность заинтересованных лиц в углубленной, качественной и концентрированной информации о деятельности субъектов хозяйствования.

Решением данной проблемы служит развитие концепции интегрированной отчетности, с помощью которой современная организация может аккумулировать самые актуальные тенденции как внутренней, так и внешней ее среды, а также удовлетворить потребности деловых партнеров.

### *Заключение*

Таким образом, проведенные исследования позволяют утверждать, что качественные факторы формирования интегрированной отчетности компаний способствуют удовлетворению заинтересованных лиц в углубленной и концентрированной информации о деятельности субъектов хозяйствования, так как возможности традиционной бухгалтерской отчетности являются недостаточными для того, чтобы обеспечить удовлетворение интересов различных групп пользователей по заинтересованной информации, которые на ее основе могут принимать управленческие решения.

Сегодня в нашей стране наблюдается слабая научная проработанность факторов и условий формирования интегрированной отчетности компаний, которые не отвечают современным требованиям и стандартам, не способствуют подготовке стратегических действенных рекомендаций для принятия хозяйствующими субъектами оптимальных решений. В связи с этим вопросы обоснования эффективных факторов формирования интегрированной отчетности в качестве инновационного формата корпоративной остаются актуальными, открытыми, требуют не только теоретических, методологических исследований, но и эффективных практических решений.

Первостепенное отличие разработанного в исследовании комплекса авторских решений заключается в том, что в совокупности они позволяют оценить возможности и перспективы формирования и развития интегрированной отчетности компаний с учетом достигнутого уровня развития, интересов к проблемам стабильного и устойчивого развития бизнеса, конкурентоспособностью и инвестиционной привлекательностью.

Полученные результаты исследования на основе разработанных рекомендаций позволяют заключить, что при разработке научных подходов к устойчивому развитию отечественных компаний необходимо учитывать все условия, обеспечивающие эффективные партнерские отношения, поэтому реализовать экономические интересы всех участников можно только на основе эффективного взаимодействия между ними.

Теоретическая и методологическая значимость результатов исследования заключается в том, что полученные новые знания о формировании интегрированной отчетности компаний в совокупности с основными факторами, взаимосвязями, результатами деятельности и их последствиями, ориентирами на перспективное развитие и моделями ведения бизнеса позволят современным организациям в перспективном развитии использовать их при обосновании оптимальных параметров развития ресурсного обеспечения. Внедрение в практику предложений по формированию интегрированной отчетности компаний будет способствовать эффективному использованию всех средств, повышению устойчивости и стабильности инновационного и инвестиционного климата, усилению направленности ресурсов на конечный результат.

### *Список литературы*

1. Гетьман В. Г. О концептуальных основах и структуре международного стандарта по интегрированной отчетности // *Международный бухгалтерский учет*. 2021. № 1. С. 74–85.
2. Глушко Д. А. Интегрированная отчетность и перспективы ее внедрения в Российской Федерации // *Учет. Анализ. Аудит*. 2020. № 1. С. 126–130.
3. Жилина Я. П. Интегрированная отчетность как инновационный подход к формированию отчетности и необходимость ее аудита // *Управление инвестициями и инновациями*. 2017. № 1. С. 43–56.
4. Агеев А. И., Галушкина М. В., Копкова Е. С. [и др.]. *Интегрированная отчетность: вызов менеджменту*. М. : Институт экономических стратегий, Национальный центр научно-технической информации, 2017. 212 с.
5. Калабихина И. Е., Досиков В. С., Волошин Д. А. Интегрированная отчетность как новый уровень развития корпоративной отчетности // *Международный бухгалтерский учет*. 2019. № 31. С. 47–57.
6. Калабихина И. Е., Досиков В. С., Волошин Д. А. Интегрированная отчетность – новый уровень прозрачности современной корпоративной отчетности // *Проблемы рыночной экономики*. 2020. № 2. С. 45–50.

7. Малиновская Н. В. Интегрированная отчетность: теория, методология и практика : дис. ... д-ра экон. наук. М. : Финансовый университет при правительстве РФ, 2020. С. 181.
8. Международный стандарт интегрированной отчетности // Международный Совет по интегрированной отчетности. URL: [http://integratedreporting.org/wp-content/uploads/2015/03/13-12-08-THE-INTERNATIONAL-IR-FRAMEWORK.docx\\_en-US\\_ru-RU.pdf](http://integratedreporting.org/wp-content/uploads/2015/03/13-12-08-THE-INTERNATIONAL-IR-FRAMEWORK.docx_en-US_ru-RU.pdf) (дата обращения: 20.08.2022).
9. Рошчектаева У. Ю. Интегрированная отчетность – современная отчетность для бизнеса // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 130. С. 11–23.
10. Рудакова Т. А., Семиколенова М. Н. Интегрированная отчетность как результат информационных ожиданий пользователей // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Экономика и менеджмент». 2017. № 3. С. 101–107.
11. Семь вопросов о нефинансовой отчетности, на которые руководители компаний должны иметь ответ. URL: [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Seven-things-CEOs-boards-should-ask-about-reporting-RU/\\$FILE/Seven-things-CEOs-boards-should-ask-about-reporting-RU.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Seven-things-CEOs-boards-should-ask-about-reporting-RU/$FILE/Seven-things-CEOs-boards-should-ask-about-reporting-RU.pdf) (дата обращения: 20.08.2022).

### References

1. Get'man V.G. On the conceptual foundations and structure of the international standard on Integrated reporting. *Mezhdunarodnyy bukhgalterskiy uchet = International accounting*. 2021;(1):74–85. (In Russ.)
2. Glushko D.A. Integrated reporting and prospects for its implementation in the Russian Federation. *Uchet. Analiz. Audit = Accounting. Analysis. Audit*. 2020;(1):126–130. (In Russ.)
3. Zhilina Ya.P. Integrated reporting as an innovative approach to the formation of reporting and the need for its audit. *Upravlenie investitsiyami i innovatsiyami = Investment and Innovation Management*. 2017;(1):43–56. (In Russ.)
4. Ageev A.I., Galushkina M.V., Koptkova E.S. et al. *Integrirovannaya otchetnost': vyzov menedzhmentu = Integrated reporting: a challenge to management*. Moscow: Institut ekonomicheskikh strategiy, Natsional'nyy tsentr nauchno-tekhnicheskoy informatsii, 2017:212. (In Russ.)
5. Kalabikhina I.E., Dosikov V.S., Voloshin D.A. Integrated reporting as a new level of corporate reporting development. *Mezhdunarodnyy bukhgalterskiy uchet = International accounting*. 2019;(31):47–57. (In Russ.)
6. Kalabikhina I.E., Dosikov V.S., Voloshin D.A. Integrated reporting – a new level of transparency of modern corporate reporting. *Problemy rynochnoy ekonomiki = Problems of market economy*. 2020;(2):45–50. (In Russ.)
7. Malinovskaya N.V. *Integrated reporting: theory, methodology and practice*. PhD dissertation. Moscow: Finansovyy universitet pri pravitel'stve RF, 2020:181. (In Russ.)
8. International Standard of Integrated Reporting. *Mezhdunarodnyy Sovet po integrirovannoy otchetnosti = International Council for Integrated Reporting*. (In Russ.). Available at: [http://integratedreporting.org/wp-content/uploads/2015/03/13-12-08-THE-INTERNATIONAL-IR-FRAMEWORK.docx\\_en-US\\_ru-RU.pdf](http://integratedreporting.org/wp-content/uploads/2015/03/13-12-08-THE-INTERNATIONAL-IR-FRAMEWORK.docx_en-US_ru-RU.pdf) (accessed 20.08.2022).
9. Roshchektaeva U.Yu. Integrated reporting – modern reporting for business. *Politematicheskiy setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University*. 2017;(130):11–23. (In Russ.)
10. Rudakova T.A., Semikolenova M.N. Integrated reporting as a result of users' information expectations. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya*

ya «*Ekonomika i menedzhment*» = *Bulletin of the South Ural State University. The series "Economics and Management"*. 2017;(3):101–107. (In Russ.)

11. *Sem' voprosov o nefinansovoy otchetnosti, na kotorye rukovoditeli kompaniy dolzhny imet' otvet* = *Seven questions about non-financial reporting that company executives should have an answer to.* (In Russ.). Available at: [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Seven-things-CEOs-boards-should-ask-about-reporting-RU/\\$FILE/Seven-things-CEOs-boards-should-ask-about-reporting-RU.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Seven-things-CEOs-boards-should-ask-about-reporting-RU/$FILE/Seven-things-CEOs-boards-should-ask-about-reporting-RU.pdf) (accessed 20.08.2022).

### ***Информация об авторах / Information about the authors***

**Олеся Николаевна Сафронова**

кандидат экономических наук,  
доцент кафедры бухгалтерского учета,  
налогообложения и аудита,  
Пензенский государственный университет  
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)  
E-mail: sav.lesia0104@mail.ru

**Olesya N. Safronova**

Candidate of economical sciences,  
associate professor of the sub-department  
of accounting, taxation and audit,  
Penza State University  
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /  
The authors declare no conflicts of interests.**

**Поступила в редакцию/Received 22.04.2022**

**Поступила после рецензирования/Revised 31.07.2022**

**Принята к публикации/Accepted 04.08.2022**

## АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ТУРИСТСКОГО ПРОДУКТА КАК ИНСТРУМЕНТА РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ

Л. А. Гамидуллаева<sup>1</sup>, С. В. Зинченко<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup> Пензенский государственный университет, Пенза, Россия  
<sup>1</sup> gamidullaeva@gmail.com, <sup>2</sup> penzamarketing@mail.ru

**Аннотация.** *Актуальность и цели.* Представлены результаты исследования по проблеме управления жизненным циклом туристского продукта. Обосновывается актуальность выстраивания процесса управления жизненным циклом туристского продукта, состоящего из отдельных туристских услуг, с целью развития туризма на территории. В настоящее время в РФ отсутствует единый подход к управлению жизненным циклом туристского продукта территории, существующие исследования в основном касаются описания стадий жизненного цикла и подходов к управлению ими на уровне отдельных туристских компаний, практически не рассматривают управление жизненным циклом в контексте территориальной привязки услуг, входящих в него. Цель исследования – выявить аспекты управления жизненным циклом туристского продукта в контексте территориального развития туризма. *Материалы и методы.* Методологической основой исследования выступили общенаучные и специальные методы экономического анализа, положения туристского маркетинга и маркетинга услуг, стратегического планирования и прогнозирования. *Результаты.* Выделены следующие аспекты управления жизненным циклом туристского продукта: прохождение туристским продуктом разных стадий, требующих определенного подхода к управлению и согласования интересов разных участников туристской индустрии; взаимосвязь и взаимозависимость жизненного цикла туристского продукта с жизненными циклами туристских услуг и территорий; важность участия туристских администраций в процессе управления; необходимость ориентации туристского продукта на потребности туристов, рыночные тенденции; необходимость использования цифровых технологий в процессе управления. *Выводы.* Требуется разработка модели и механизма управления жизненным циклом туристского продукта, учитывающих вклад различных участников туристской индустрии в разработку, реализацию и продвижение туристского продукта, оказание туристских услуг.

**Ключевые слова:** туристская индустрия, туристский продукт, жизненный цикл туристского продукта, управление туристской индустрией

**Финансирование:** исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда № 22-28-20524. URL: <https://rscf.ru/project/22-28-20524>

**Для цитирования:** Гамидуллаева Л. А., Зинченко С. В. Аспекты управления жизненным циклом туристского продукта как инструмента развития территории // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2022. № 4. С. 72–93. doi:10.21685/2227-8486-2022-4-5



## ASPECTS OF MANAGING THE LIFE CYCLE OF A TOURIST PRODUCT AS A TOOL FOR THE DEVELOPMENT OF THE TERRITORY

L.A. Gamidullaeva<sup>1</sup>, S.V. Zinchenko<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup> Penza State University, Penza, Russia

<sup>1</sup> gamidullaeva@gmail.com, <sup>2</sup> penzamarketing@mail.ru

**Abstract.** *Background.* The article presents the results of a study on the problem of managing the life cycle of a tourist product. The relevance of building the process of managing the life cycle of a tourist product, consisting of individual tourist services, is substantiated in order to develop tourism in the territory. Currently, in the Russian Federation there is no unified approach to managing the life cycle of the tourist product of the territory, the existing research works mainly relate to the description of the stages of the life cycle and approaches to managing them at the level of individual tourism companies, practically do not consider life cycle management in the context of the territorial binding of services included into it. The purpose of the study is to identify aspects of managing the life cycle of a tourist product in the context of the territorial development of tourism. *Materials and methods.* The methodological basis of the study was general scientific and special methods of economic analysis, the provisions of tourism marketing and marketing of services, strategic planning and forecasting. *Results.* The following aspects of managing the life cycle of a tourism product have been identified: the passage of a tourism product through different stages that require a certain approach to management and coordination of interests of different participants in the tourism industry; the relationship and interdependence of the life cycle of a tourism product with the life cycles of tourism services and territories; the importance of participation of tourism administrations in the management process; the need to focus the tourist product on the needs of tourists, market trends; the need to use digital technologies in the management process. *Conclusions.* The authors argue that it is necessary to develop a model and mechanism for managing the life cycle of a tourism product, taking into account the contribution of various participants in the tourism industry to the development, implementation and promotion of a tourism product, the provision of tourism services.

**Keywords:** tourism industry, tourism product, tourism product life cycle, tourism industry management

**Acknowledgments:** the research was supported by a grant from the Russian Science Foundation № 22-28-20524. URL: <https://rscf.ru/project/22-28-20524>

**For citation:** Gamidullaeva L.A., Zinchenko S.V. Aspects of managing the life cycle of a tourist product as a tool for the development of the territory. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society.* 2022;(4):72–93. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2022-4-5

### Введение

В настоящее время все более актуальными становятся вопросы управления туристской индустрией в РФ, определения приоритетных направлений ее развития на долгосрочную перспективу, выявления существующих проблем и путей их решения. Одним из важных направлений работы является выстраивание системы управления жизненным циклом туристского продукта (далее – ЖЦП) с целью формирования ассортимента конкурентоспособных международных, межрегиональных и региональных туристских продуктов на основе имеющихся факторов, средств и технологий производства территорий. При управлении ЖЦП необходимо ориентиро-

ваться на потребительские предпочтения, учитывать интересы отдельных участников туристской индустрии, понимать вклад туризма в развитие конкретных территорий.

Вопросы управления ЖЦТП требуют более глубокого изучения в силу следующих обстоятельств. Во-первых, в РФ ведется активная работа как на государственном уровне, так и на уровне отдельных регионов в направлении разработки ассортимента международных, межрегиональных и региональных туристских продуктов. Одним из приоритетных направлений Стратегии развития туризма в РФ до 2035 г. является создание условий для проектирования и продвижения качественного, конкурентоспособного на внутреннем и мировом рынках туристского продукта с учетом культурного, этнического, природного разнообразия регионов России [1]. В рамках национального проекта «Туризм и индустрия гостеприимства» также предусмотрено создание качественных туристских продуктов [2].

Во-вторых, с целью формирования ассортимента конкурентоспособных туристских продуктов существует необходимость построения модели и разработки механизма управления ЖЦТП на разных уровнях – макро-, мезо- и микроуровне с учетом ролей и интересов всех участников туристской индустрии. Недостаточно просто разработать туристский продукт и начать его реализацию, важно системно работать с ним на протяжении всего жизненного цикла.

В-третьих, постоянно меняющиеся условия функционирования туристской индустрии влияют на изменение потребительских предпочтений и усложняют процесс управления ЖЦТП. Современная геополитическая ситуация, предшествующая ей пандемия COVID-19 привели к росту спроса на внутренние туристские продукты у российских туристов. Чтобы сохранить спрос, важно предлагать рынку продукты, соответствующие запросам потребителей и формирующие их удовлетворенность и лояльность.

В-четвертых, в настоящее время идет активное внедрение цифровых технологий в деятельность предприятий туристской индустрии, происходит цифровая трансформация клиентского опыта. Использование цифровых технологий, в том числе технологий «Индустрии 4.0» (блокчейн-технологий, технологий интернета вещей, искусственного интеллекта, роботизации процессов и обработки больших массивов данных, виртуальной и дополненной реальности и др.) может упростить процесс управления ЖЦТП, учесть интересы всех участников. Одним из направлений Стратегии развития туризма в РФ до 2035 года является внедрение цифровых технологий в индустрию [1].

Все вышесказанное определяет актуальность и практическую значимость исследования аспектов управления ЖЦТП как инструмента развития туризма территории.

В рамках исследования нами были изучены нормативно-правовые документы, регулирующие туристскую деятельность в РФ (Федеральный закон «Об основах туристской деятельности в РФ», 1996; Правила оказания услуг по реализации туристского продукта, 2020), позволяющие определить место и роль участников туристской индустрии в процессах разработки, реализации и продвижения туристского продукта на протяжении всего его жизненного цикла [3; 4]; национальные стандарты в сфере туризма, включающие требования и рекомендации к процессам разработки, реализации и продвижения туристского продукта на всех этапах его жизненного цикла, а также оказанию услуг [5–10]. Согласно Федеральному закону «Об основах туристской деятельности в РФ», туристский продукт определяется как «комплекс услуг по

перевозке и размещению, оказываемых за общую цену по договору о реализации туристского продукта». Данное определение актуально с позиции государственного регулирования деятельности туроператоров – туроператоров (компаний, разрабатывающих и реализующих туристские продукты) и турагентов (компаний, реализующих туристские продукты). Оно подразумевает, что под туристским продуктом в практической деятельности понимается комплекс туристских услуг, реализуемых туристам в одном турпакете. В законе закрепляется право разработки туристского продукта за туроператором, что демонстрирует его важную роль в проектировании продукта и управлении ЖЦП [3]. Особое внимание было уделено изучению Стратегии развития туризма в РФ на период до 2035 года, положениям национального проекта «Туризм и индустрия гостеприимства», стратегиям, программам и дорожным картам развития туризма в разных регионах страны, в которых процесс создания конкурентоспособного туристского продукта рассматривается как один из инструментов развития туризма [1, 2, 11–14].

Были проанализированы работы российских и зарубежных авторов, касающиеся изучения сущности понятия «туристский продукт» и создания моделей туристских продуктов. Некоторые авторы (Е. Л. Драчева, Ю. В. Забаева, Д. К. Исмаев и др., 2010) под туристским продуктом понимают услугу или комплекс услуг (не менее двух), которые связаны между собой, но являются разными по функциональным особенностям [15, с. 486–493]. Такое определение подчеркивает, что смысл разработки туристского продукта состоит в объединении разных туристских услуг. Другие исследователи (Е. А. Джанджугазова, 2014; А. С. Кусков, А. Л. Голубева, 2009; Е. Н. Ильина, 2008; А. С. Кусков, Ю. А. Джаладян, 2010) рассматривают туристский продукт как сложный и неосязаемый продукт, состоящий из вещественных и не вещественных элементов – товаров, работ, услуг, нематериальных благ, информации, интеллектуальной собственности и других, необходимых для удовлетворения потребностей туристов в период путешествия [16, с. 76; 17, с. 69; 18, с. 43; 19, с. 315–343], что актуально в контексте территориального развития туризма.

Особого интереса заслуживают работы авторов (А. Ю. Александрова, 2013; Д. С. Ушаков, 2006; Н. Н. Малахова, 2010), рассматривающих процесс разработки туристского продукта с уровня отдельных туристских услуг, основываясь на факторах (туристские ресурсы, трудовые ресурсы, капитал), средствах (инфраструктура и супраструктура туристской индустрии) и технологиях производства (совокупность знаний, опыта и методик) [20, с. 173–259; 21, с. 23–46; 22, с. 80–96]. Такой подход отражает процесс разработки туристского продукта на нескольких уровнях – уровне предприятий общественного питания, средств размещения, транспортных предприятий, учреждений культуры (далее – поставщики туристских услуг), туроператорском, агентском и территориальном уровнях.

С позиции потребителей актуальным является маркетинговое определение туристского продукта, которого придерживаются Ф. Котлер, Д. Боуэн, Д. Мейкенз и А. Ю. Александрова [20, с. 173–259; 23]. Согласно такому подходу, туристским продуктом считается все, что может удовлетворить потребности клиентов и предлагается рынку – туры (комплекс туристских услуг, объединенных главной целью путешественника), отдельные туристские услуги и товары туристско-сувенирного назначения. Этот подход поз-

воляет рассматривать туристский продукт с позиции его потребительских свойств.

Отдельное внимание уделено изучению работ, посвященных описанию моделей ЖЦТП и жизненного цикла туристской территории (далее – ЖЦТТ). Ряд исследователей (А. С. Кусков, Ю. А. Джаладян, 2010; Е. А. Джанджугазова, 2014; Е. Л. Драчева, Ю. В. Забаев, Д. К. Исмаев, 2010; А. Ю. Александрова, 2013; Н. В. Колесникова, Н. Г. Колесников, О. Н. Красновская, 2016; В. А. Квартальнова, 1999) отмечает, что на протяжении всего жизненного цикла туристский продукт проходит в своем развитии такие стадии, как внедрение, рост, зрелость и спад, каждая из которых характеризуется колебаниями объема продаж продукта и прибыли, а переход с одной стадии на другую обозначает изменение спроса на продукт во времени [19, с. 315–343; 16, с. 76; 15, с. 486–493; 20, с. 173–259; 24, с. 50–57; 28]. Каждая стадия отличается целями и задачами управления. В рассмотренных исследованиях часто отсутствует такая стадия ЖЦТП, как стадия разработки. Однако в работах известных маркетологов, в том числе Ф. Котлера, Д. Боуэна, Д. Мейкенза, касающихся ЖЦТП, такая стадия присутствует и считается одной из важнейших, от которой зависит успех будущих продаж продукта на рынке [23].

В исследованиях Л. А. Овчаренко и Э. М. Лебезова, Д. И. Абидовой и Б. Б. Хошимова, Т. И. Григорьевой отмечается, что в условиях формирования цифрового пространства появляется новая модель покупательского поведения, которая отражает смену желания купить готовый туристский продукт как комплекс услуг на желание осуществлять самостоятельное пакетирование тура из услуг, приобретаемых в режиме реального времени в зависимости от потребностей [29–31].

В работах зарубежных авторов также рассматривается концепция ЖЦТП и вопросы управления им. Анализу подходов к моделированию ЖЦТП посвящены работы S. Rusu и F. Sabau, V. F. da Conceição Gonçalves, P. M. R. Águas [32, 33], где отмечается, что концепция ЖЦТП помогает понять эволюцию продукта и использовать разные инструменты управления им в зависимости от стадии.

В изученных работах российских и зарубежных исследователей концепция ЖЦТП рассматривается, как правило, как один из инструментов маркетингового управления продуктом и часто не затрагивает особенности самого туристского продукта, состоящего из комплекса туристских услуг, имеющих территориальную принадлежность.

Рассматривая концепцию ЖЦТП в контексте территориальной принадлежности туристских услуг, входящих в него, стоит обратить внимание на исследования ЖЦТТ. В работе А. Ю. Александровой отмечается, что туристская территория проходит в своем развитии такие стадии, как разведка, вовлечение, развитие, укрепление, стагнация, упадок [20, с. 173–259]. В исследовании Э. Н. Латыповой концепция ЖЦТТ рассматривается совместно с ЖЦТП, отмечается важность определения стадии ЖЦТТ для оценки рисков инвестиционных вложений в ее развитие и разработку туристских продуктов [35].

Что касается аспектов управления ЖЦТТ, то Л. А. Гончаровой, Л. Г. Кирьяновой отмечается, что необходимо создавать условия устойчивого развития территории как туристской дестинации [34], Д. Ю. Дудецкой, М. А. Морозовой, М. Н. Войт подчеркивается, что разработка качественного туристского продукта лежит в основе управления конкурентоспособностью и привлекательностью туристской территории, а большинство решений по управлению

туристской территорией в итоге имеют конечной целью создание туристских продуктов [36, 37]. Д. Н. Радионовой рассматривается жизненный цикл туристской услуги (далее – ЖЦТУ) и ЖЦТТ, отмечается, что для успешной работы и развития туристской компании важно учитывать развитие туристского направления как основного аттрактора для туристов [38]. Вопросы исследования ЖЦТТ в работах зарубежных исследователей затрагиваются в контексте определения стадии жизненного цикла конкретных территорий и управления ими в соответствии с ней [40–48].

Отличия в восприятии понятия «туристский продукт» туристскими администрациями, производителями и потребителями, а также исследователями, разные цели участников туристской индустрии в процессе управления ЖЦТП осложняют исследования и создание механизма управления ЖЦТП. Продукты, появляющиеся на рынке, не всегда соответствуют потребностям конечных потребителей. Потребителями же туристский продукт воспринимается как единое целое, соответствующее конкретной цели путешествия и удовлетворяющее потребности, в контексте принадлежности туристских услуг, входящих в него, к конкретной туристской территории.

Таким образом, несмотря на наличие большого количества исследований и работ по рассматриваемой тематике, на данном этапе изучения аспектов управления ЖЦТП отсутствует единый подход к управлению ЖЦТП в контексте его территориальной принадлежности. Недостаточно подробно изучены аспекты управления разными стадиями ЖЦТП во взаимосвязи с ЖЦТУ и ЖЦТТ. Это обусловило выбор темы исследования, определило его цель и задачи. В качестве объекта исследования выступает ЖЦТП, предметом исследования являются существующие подходы к управлению ЖЦТП, а также взаимоотношения участников туристской индустрии в процессе разработки, реализации и продвижения туристского продукта, оказания туристских услуг.

### ***Материалы и методы***

Цель исследования – выявить аспекты управления ЖЦТП в контексте территориального развития туризма.

Задачи исследования:

– исследовать понимание термина «туристский продукт» на рынке и роль участников туристской индустрии в процессах разработки, реализации, продвижения туристского продукта и оказания туристских услуг;

– доказать, что концепция ЖЦТП имеет прикладное значение и используется для принятия управленческих решений при разработке, реализации и продвижении туристского продукта, оказания туристских услуг;

– доказать взаимозависимость ЖЦТТ, ЖЦТП и ЖЦТУ;

– доказать, что управление ЖЦТП является важным инструментом развития туризма на туристской территории;

– проанализировать существующие подходы к управлению ЖЦТП, выявить проблемы и современные тенденции осуществления процесса управления.

Гипотеза исследования базируется на научном предположении о том, что управление ЖЦТП является инструментом развития туризма на конкретной территории.

Методологической основой исследования выступают общенаучные и специальные методы экономического анализа, положения туристского мар-

кетинга и маркетинга услуг, а также маркетинговых исследований, стратегического планирования и прогнозирования.

Информационной базой исследования послужили нормативно-правовые акты, регулирующие деятельность участников индустрии туризма и гостеприимства в РФ; официальные материалы Правительства Российской Федерации; материалы научных конференций, статьи отечественных и зарубежных ученых по вопросам управления ЖЦТП и ЖЦТТ; а также исследования авторов.

### Результаты

От эффективности процесса управления разработкой, продвижением и реализацией туристских продуктов, формирования их ассортимента зависит развитие туризма на конкретной территории. В рамках данного исследования под туристским продуктом будем понимать комплекс туристских услуг, которые объединены и подчиняются главной цели и потребностям туристов, рассчитаны не менее чем на 24 часа путешествия и имеют территориальную принадлежность.

Каждый туристский продукт на протяжении своего существования имеет неповторимый жизненный цикл, т.е. проходит в своем развитии несколько стадий, отражающих динамику пребывания продукта на рынке и показывающих реакцию рынка на продуктивное предложение туристской компании, территории. Характер ЖЦТП, с одной стороны, подчиняется общим закономерностям развития типичного жизненного цикла продукта, с другой – имеет ряд отличий, вызванных особенностями проектирования туристского продукта и функционирования туристской индустрии, а также территориальной принадлежностью продукта.

Авторы придерживаются подхода, что ЖЦТП проходит такие стадии, как разработка, внедрение, рост, зрелость и упадок (рис. 1).

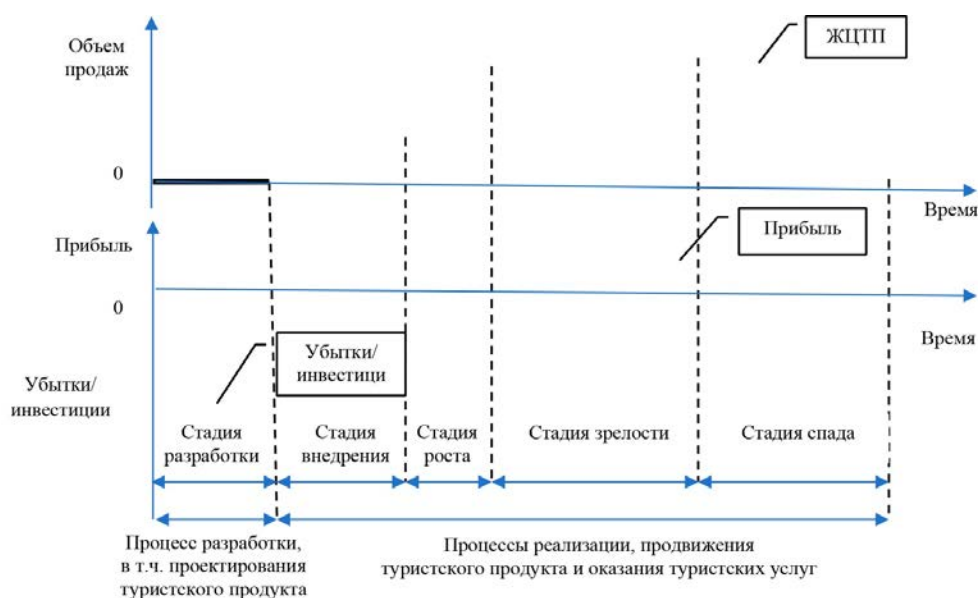


Рис. 1. Изменение объема продаж и прибыли на протяжении типичного ЖЦТП (изменено и дополнено авторами)

На стадии разработки воплощается в жизнь идея нового туристского продукта, объем продаж равен нулю, объемы инвестиций в разработку продукта растут по мере приближения к заключительным этапам процесса. Цель разработчика продукта – создание конкурентоспособного, отвечающего потребностям целевых туристов туристского продукта при одновременном стремлении к сокращению продолжительности стадии и уменьшению инвестиций в разработку. На этой стадии задействовано большое количество участников туристской индустрии, выполняющих разные роли:

- туроператорские компании инициируют разработку туристских продуктов, выбирают поставщиков туристских услуг для сотрудничества и формируют ассортимент продуктов в системах бронирования;

- турагентские компании подбирают туристские продукты на основе запросов туристов, включая в них конкретные туристские услуги с использованием систем бронирования туроператоров, косвенно участвуя в процессе разработки продукта;

- поставщики туристских услуг выступают в качестве партнеров туроператоров в процессе разработки туристского продукта, предлагая ассортимент туристских услуг для включения в продукт.

Стадия внедрения, когда туристский продукт впервые появляется на рынке, характеризуется медленным увеличением объема продаж, небольшим и неравномерным рынком сбыта, отсутствием или ничтожно малой прибылью и, как правило, отсутствующей конкуренцией. Цель субъекта предпринимательства – расширение рынка сбыта и продвижение туристского продукта для повышения осведомленности потребителей о нем и соответственно увеличения объема продаж и прибыли при одновременном сокращении продолжительности этой стадии с целью снижения издержек. Реализуется базовый туристский продукт.

Стадия роста характеризуется стремительным увеличением объема продаж туристского продукта, быстрорастущим рынком сбыта, значительным увеличением прибыли, и, как правило, невысокой конкуренцией. К этой стадии жизненного цикла продукт переходит, если пользуется спросом. Цель субъекта предпринимательства – проникновение вглубь рынка за счет продвижения продукта, его улучшения, модификации в соответствии с потребительскими запросами и поиска новых потребителей.

Стадия зрелости характеризуется замедлением или стабилизацией роста объема продаж туристского продукта, медленно растущим или не растущим рынком сбыта, стабилизацией или снижением прибыли и, как правило, усиливающейся конкуренцией. Переход к этой стадии обусловлен изменением потребностей клиентов или появлением на рынке новых, более привлекательных для клиентов туристских продуктов. Цель субъекта предпринимательства – максимальное продление стадии зрелости, сохранение рыночной доли за счет модификации, дифференциации или даже перезапуска продукта, поиска новых потребителей и удержания старых.

Стадия спада характеризуется сокращающимся рынком сбыта, резким снижением объемов продаж туристского продукта, а затем и прибыли. Переход к этой стадии обусловлен или исчезновением потребности в продукте, или появлением на рынке новых, более привлекательных для клиентов туристских продуктов. Цель субъекта предпринимательства – препятствовать падению спроса на продукт за счет модификации, дифференциации продукта, поиска новых потребителей, удержания старых или уход с рынка.

На стадиях внедрения, роста, зрелости и спада осуществляется процесс реализации и продвижения туристского продукта, а также процесс оказания туристских услуг, в которых задействовано большое количество участников туристской индустрии, выполняющих разные роли:

– туроператорские компании участвуют в процессе реализации и продвижения туристского продукта, делая это самостоятельно или с помощью партнеров, работают по подбору продуктов в соответствии с заявками турагентов и туристов, контролируют качество исполнения туристских услуг поставщиками, продвигают туристские продукты и услуги, туристские территории;

– турагентские компании контактируют с туристами, подбирая туристские продукты согласно их запросам в системах бронирования туроператоров, а также оказывают информационные услуги туристам по продукту; косвенно могут участвовать в продвижении туристских продуктов и территорий;

– поставщики туристских услуг участвуют в процессе их оказания, являясь исполнителями; косвенно могут участвовать в продвижении туристского продукта и территорий;

– потребители изучают туристские продукты и принимают решение о покупке, контактируя с туроператорскими и турагентскими компаниями, получают клиентский опыт в процессе потребления туристских услуг, взаимодействуют с их поставщиками.

Несмотря на то, что в процессе реализации туристского продукта и исполнения отдельных туристских услуг задействовано много участников, на российском рынке на законодательном уровне закреплено, что туроператор несет основную ответственность за оказание туристских услуг, входящих в продукт [3, 4].

На протяжении всего ЖЦП задействовано большое количество разных поставщиков туристских услуг, поэтому, по мнению авторов, актуально рассматривать ЖЦП в сочетании с жизненными циклами туристских услуг отдельных поставщиков (рис. 2).

В модели на рис. 2 условно было принято начало процесса разработки туристского продукта в момент, когда на рынке других продуктов не существует, но присутствуют отдельные туристские услуги. Данная ситуация может быть лишь смоделирована и в реальных условиях на рынке одновременно существует много туристских продуктов и услуг, находящихся на разных стадиях жизненного цикла, стадии отдельных продуктов и услуг могут сдвигаться относительно друг друга, одни и те же услуги могут быть задействованы в производстве различных продуктов. Подобная модель позволяет отразить взаимосвязь и взаимозависимость ЖЦП и жизненных циклов отдельных туристских услуг, входящих в него, и выявить следующие закономерности:

1) начало разработки туристского продукта возможно лишь при наличии требуемых туристских услуг;

2) в процессе разработки туристского продукта осуществляется выбор туристских услуг, которые будут входить в него, определять его успешность на рынке, влиять на ЖЦП и которых на рынке присутствует достаточно много от разных поставщиков;

3) за счет включения в туристский продукт туристских услуг, известных на рынке и находящихся на более поздних стадиях жизненного цикла, можно ускорить прохождение им стадии внедрения и упростить процесс его



популяризации; в то же время включение вновь разработанных туристских услуг в туристский продукт, находящийся на стадии зрелости, ускорит прохождение ими стадии внедрения и упростит процесс их популяризации;

4) продление стадии зрелости и замедление стадии спада туристского продукта возможно за счет включения в него новых туристских услуг; в то же время включение туристских услуг в новый туристский продукт позволит продлить их стадии спада и замедлить стадии зрелости;

5) на продолжительность ЖЦТП и каждой его стадии влияет деятельность различных участников туристской индустрии;

6) туристский продукт имеет конечной целью удовлетворение потребностей туристов, поэтому из отдельных туристских услуг необходимо формировать ценностное предложение, позволяющее создать максимально положительный клиентский опыт.

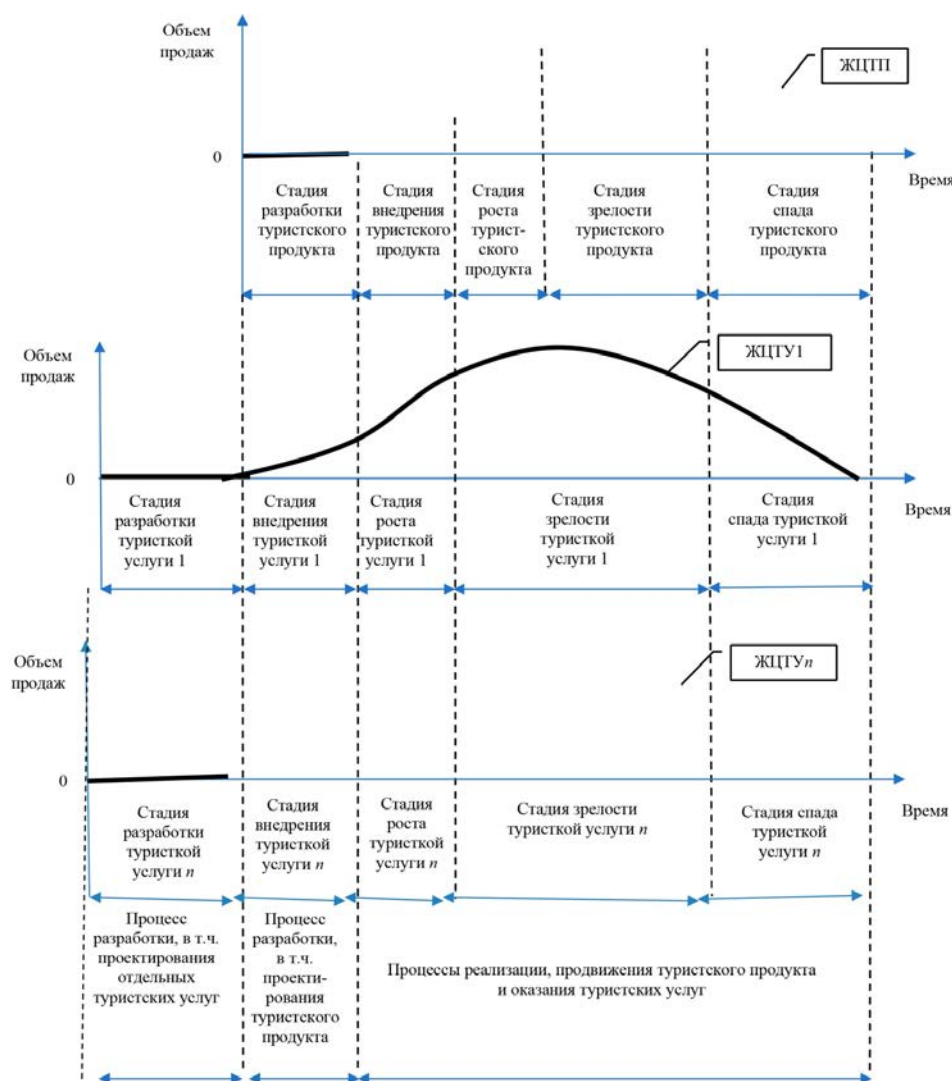


Рис. 2. Модель, отражающая взаимосвязь ЖЦТП и жизненных циклов отдельных туристских услуг в контексте разработки, реализации, продвижения туристского продукта и оказания туристских услуг (составлено авторами)

Учитывая, что туристский продукт включает в себя отдельные туристские услуги, имеющие территориальную привязку, на взгляд авторов, актуально рассматривать развитие ЖЦТП параллельно с развитием ЖЦТТ (рис. 3).

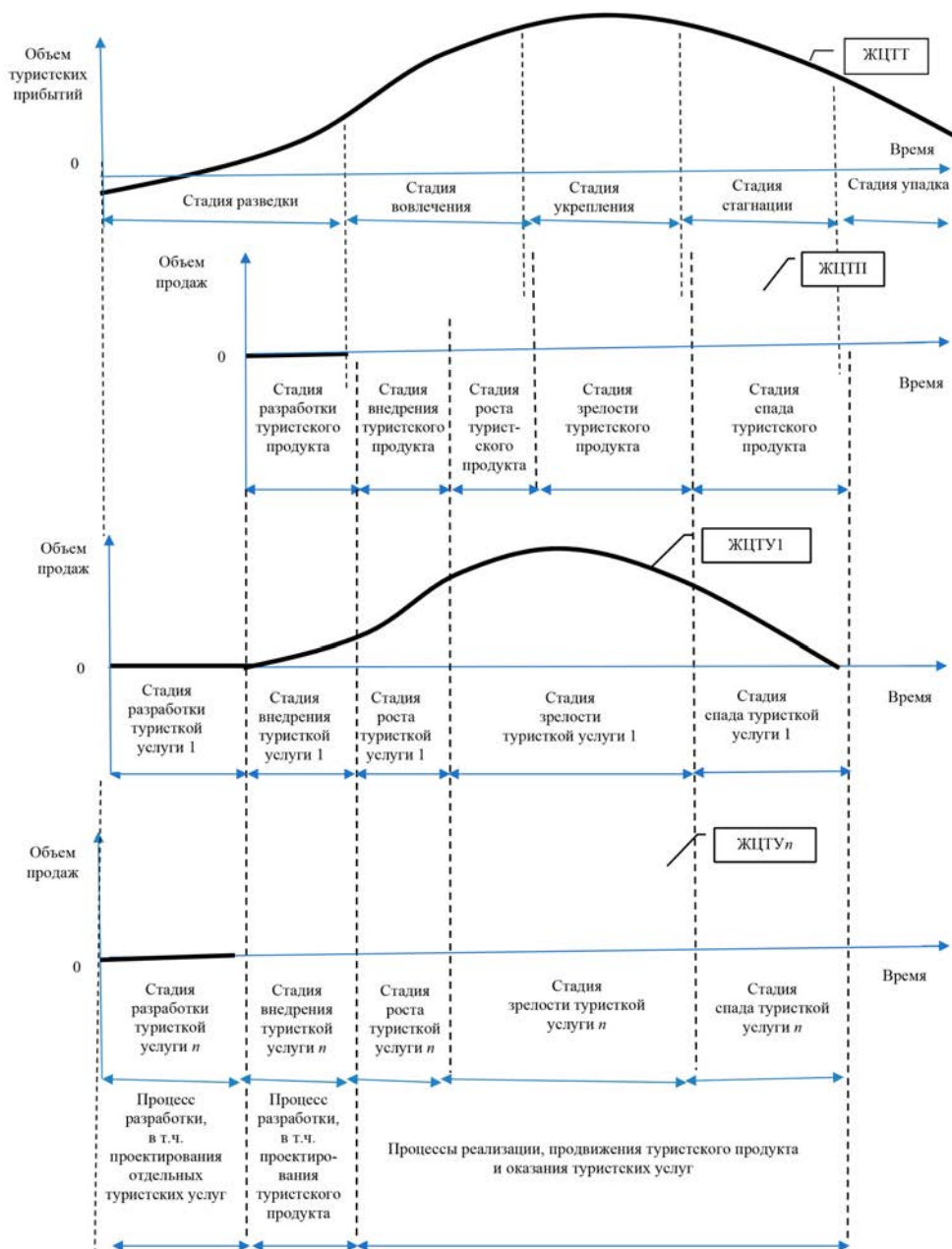


Рис. 3. Модель, отражающая взаимозависимость ЖЦТТ, ЖЦТП и жизненных циклов туристских (составлено авторами)

В контексте данной работы авторы придерживаются подхода, что ЖЦТТ проходит следующие стадии:

1) стадия разведки, характеризующаяся небольшим количеством прибытий туристов на территорию, что может быть связано с разными причинами

ми – отсутствием факторов и/или средств производства, туристских продуктов и/или услуг, неизвестностью территории на рынке и другими;

2) стадия вовлечения, характеризующаяся стремительным увеличением количества прибытий туристов, появлением туристских услуг и разработкой туристских продуктов, развитием туризма на территории;

3) стадия укрепления, характеризующаяся замедлением темпов роста количества прибытий туристов, формированием зрелого рынка туризма на территории;

4) стадия стагнации, характеризующаяся спадом количества прибытий туристов, что вызвано потерей интереса к территории по разным причинам;

5) стадия упадка, характеризующаяся минимальным количеством прибытий туристов, что вызвано отсутствием интереса к территории.

В модели на рис. 3 условно было принято, что стадия разведки ЖЦТТ начинается в момент, когда на туристском рынке только разрабатываются туристские услуги и продукты, что возможно за счет въезда туристов в рамках неорганизованного туризма. Стадия вовлечения начинается, когда на рынке кроме туристских услуг присутствуют туристские продукты. Следующие стадии ЖЦТТ, ЖЦТП и жизненных циклов туристских услуг условно соотнесены. Данная ситуация может быть лишь смоделирована, в реальных условиях на рынке одновременно существует много туристских продуктов и услуг, находящихся на разных стадиях жизненного цикла, и позиции этих стадий относительно друг друга могут смещаться. Подобная модель позволяет отразить взаимосвязь и взаимозависимость ЖЦТТ, ЖЦТП и жизненных циклов отдельных туристских услуг и выявить следующие закономерности:

1) на туристской территории одновременно могут находиться разные туристские продукты и услуги на разных стадиях своего жизненного цикла; формируя ассортимент из новых, растущих и зрелых продуктов и услуг, управляя ЖЦТП или ЖЦТУ, можно влиять на развитие туризма на конкретной территории, ее жизненный цикл;

2) на ЖЦТП и начало процесса разработки туристского продукта влияет наличие факторов, средств и технологий производства на территории, в том числе наличие туристских услуг, а также популярность туристской территории на рынке туризма;

3) появление на туристской территории новых туристских услуг и продуктов стимулирует спрос туристов и переход территории с одной стадии жизненного цикла на другую; в то же время появление вновь разработанных туристских услуг и продуктов на уже популярной территории ускорит их внедрение на рынок;

4) продление стадии зрелости и замедление стадии спада туристских услуг и продуктов, а также появление новых позволит продлить стадию укрепления туристской территории, замедлить наступление стадий стагнации и упадка;

5) на продолжительность ЖЦТТ и продолжительность каждой ее стадии влияет деятельность различных участников туристской индустрии, которые вступают в определенные взаимоотношения по поводу управления ЖЦТП и ЖЦТУ территории, формирования ассортимента конкурентоспособных туристских продуктов и услуг, и здесь важную роль начинают играть

туристские администрации, стремящиеся к развитию туризма на территории и получению от этого социально-экономических эффектов;

б) если рассматривать ситуацию, что туристские услуги принадлежат разным туристским территориям, то речь пойдет о совместном управлении ЖЦТП участниками туристских индустрий разных территорий, что усложняет процесс управления.

Взаимосвязь ЖЦТТ, ЖЦТП и ЖЦТУ демонстрирует, что управление ЖЦТП является важным инструментом развития туризма территории. В таком контексте для развития туризма в РФ актуальным становится процесс формирования ассортимента региональных, межрегиональных и международных туристских продуктов, среди которых для государства особое значение приобретают национальные туристские продукты [49; 50].

Таким образом, управление ЖЦТП включает управление процессами разработки, реализации, продвижения туристского продукта, а также оказания туристских услуг, входящих в него. Эффективность управления ЖЦТП зависит от эффективности управления ЖЦТТ и ЖЦТУ и наоборот. В целом управление ЖЦТП может осуществляться на следующих уровнях:

1. Макроэкономический уровень – управление жизненными циклами международных и национальных туристских продуктов, осуществляющееся верховными органами власти, отраслевыми министерствами и ведомствами.

2. Мезоэкономический уровень – управление жизненными циклами межрегиональных и региональных туристских продуктов.

3. Микроэкономический уровень (уровень субъектов предпринимательства) – управление жизненными циклами туристских продуктов отдельных предприятий туристской индустрии.

Результат управления ЖЦТП отражается на характере кривой ЖЦТП на всех стадиях (величине убытков, прибыли, объема продаж), продолжительности ЖЦТП и его отдельных стадий.

В настоящее время в условиях VUCA-мира процесс управления ЖЦТП усложняется и зависит от внешних экономических, социальных, политических факторов и компонентов (природные катаклизмы, мировая политика, эпидемии, вооруженные конфликты, санкции и др.), вызывающих нестабильное поведение кривой ЖЦТП. Отслеживание мировых тенденций, прогнозирование и планирование позволят подстраиваться под изменяющуюся высокими темпами среду и принимать управленческие решения для сохранения позиций туристского продукта на рынке.

Особую роль в управлении ЖЦТП играют цифровые технологии, с помощью которых можно создать единое интеграционное пространство для участников процесса разработки, реализации, продвижения туристского продукта и оказания туристских услуг, упростить их взаимодействие и оптимизировать процесс принятия управленческих решений. Речь идет о формировании туристской экосистемы, когда все участники туристской индустрии объединяются на одной онлайн-платформе с целью создания клиентского опыта. Составляющими платформы могут быть различные блоки и сервисы, функционирование которых основано на использовании технологий «Индустрии 4.0».

В заключение отметим, что выявленные авторами аспекты управления ЖЦТП имеют прикладное значение для участников туристской индустрии

с целью формирования конкурентоспособных продуктов, а проблема отсутствия модели и механизма управления ЖЦТП требует незамедлительного решения, что позволит более эффективно осуществлять управление туризмом на конкретной территории.

### *Заключение*

Концепция ЖЦТП отражает позицию, что любой продукт находится на рынке в течение ограниченного периода времени, а затем вытесняется другим. Кривая ЖЦТП представляет собой модель реакции потребителей рынка на продуктивное предложение, показывает изменение объема продаж и получаемой прибыли во времени. Управление ЖЦТП – процесс анализа, прогнозирования, планирования, организации, мотивации, координации и контроля в условиях постоянных изменений, является важным инструментом развития туризма на конкретной территории. В процессе управления ЖЦТП необходимо учитывать следующие аспекты:

1. На протяжении жизненного цикла туристский продукт проходит разные стадии: разработки, внедрения, роста, зрелости и спада, каждая из которых требует принятия определенных управленческих решений.

2. Осуществлять управление ЖЦТП важно с учетом знаний о цикличности развития туристского направления и туристских услуг, входящих в продукт, т.е. взаимосвязи и взаимозависимости ЖЦТП, ЖЦТТ и жизненных циклов туристских услуг.

3. Управление ЖЦТП должно осуществляться на разных уровнях – макро-, мезо- и микроуровне. Управленческие решения на макро- и мезоуровнях, как правило, касаются формирования ассортимента туристских продуктов применительно к конкретной территории с целью развития на ней туризма.

4. Главная роль в процессе управления ЖЦТП принадлежит туроператорским компаниям, за которыми закреплено законодательное право осуществлять разработку туристского продукта и нести ответственность за его реализацию на рынке, а также туристским администрациям территории.

5. В процессе управления ЖЦТП задействованы разные участники туристской индустрии, выполняющие свои роли. Их действия должны быть согласованы и направлены на создание ценностного предложения для туристов с целью максимизации их клиентского опыта на конкретной территории.

6. В современных условиях процесс управления ЖЦТП усложняется, что вызвано высокой скоростью изменений, влиянием геополитических, социально-экономических и биологических факторов. Необходимо постоянно отслеживать эти изменения и принимать управленческие решения для сохранения позиций туристского продукта на рынке.

7. Осуществлять управление ЖЦТП необходимо с использованием цифровых технологий, что обусловлено процессами цифровой трансформации государства, бизнеса, клиентского опыта.

Результатом управления ЖЦТП является управление продолжительностью его стадий. Как правило, в процессе управления стремятся к сокращению стадии разработки и внедрения туристского продукта на рынок, ускорению процесса роста, пролонгации стадии зрелости, а также замедлению стадии спада.

Авторы пришли к выводу, что управление ЖЦТП является важным инструментом развития туризма на конкретной территории. Формирование ассортимента конкурентоспособных туристских продуктов на территории, управление их жизненными циклами позволит создать условия для развития устойчивого туризма на территории. Авторы считают, что в настоящее время в РФ отсутствует единый механизм управления ЖЦТП.

Представленный в данной работе концептуальный подход к управлению ЖЦТП, учитывающий различные аспекты, требует подтверждения со стороны эмпирических исследований. Дальнейшие исследования в этой области позволят разработать модель и механизм управления ЖЦТП, которые будут способствовать формированию ассортимента конкурентоспособных туристских продуктов в стране и развитию туризма.

### *Список литературы*

1. Стратегия развития туризма в Российской Федерации до 2035 года (утв. распоряжением Правительства РФ от 20 сентября 2019 года № 2129-р).
2. Национальный проект «Туризм и индустрия гостеприимства». 2021.
3. Об основах туристской деятельности в Российской Федерации : федер. закон № 132-ФЗ от 24 ноября 1996 г.
4. Правила оказания услуг по реализации туристского продукта (утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 18 ноября 2020 г. № 1852).
5. ГОСТ Р 50681-2010. Туристские услуги. Проектирование туристских услуг (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 30.11.2010 № 580-ст).
6. ГОСТ Р 50690-2017. Туристские услуги. Общие требования (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 31.10.2017 № 1561-ст).
7. ГОСТ Р ЕН 13809-2012. Туристские услуги. Туроператоры и турагенты. Терминология (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 29.11.2012 № 1609-ст).
8. ГОСТ Р 54600-2011. Туристские услуги. Услуги турагентств. Общие требования (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 18.12.2011 № 734-ст).
9. ГОСТ 32612-2014. Туристские услуги. Информация для потребителей. Общие требования (введен в действие Приказом Росстандарта от 26.03.2014 № 229-ст).
10. ГОСТ Р 56197-2014 (ИСО 14785:2014). Туристские информационные центры. Туристская информация и услуги приема. Требования (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 30.10.2014 № 1457-ст).
11. Стратегия развития внутреннего и въездного туризма в Свердловской области на период до 2030 года. URL: [https://mir.midural.ru/sites/default/files/documents/rpso\\_strategiya.docx](https://mir.midural.ru/sites/default/files/documents/rpso_strategiya.docx) (дата обращения: 25.10.2022).
12. Дорожная карта для развития «Наследие и туризм: оказание содействия устойчивому развитию в коридорах наследия Шелкового пути». 2013. URL: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000226408\\_rus](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000226408_rus) (дата обращения: 25.10.2022).
13. Стратегия развития туризма в Пензенской области на период до 2035 года // Министерство культуры и туризма Пензенской области. URL: <https://minkult.pnzreg.ru/taill/turizm-> (дата обращения: 25.10.2022).
14. Государственная программа Приморского края «Развитие туризма в Приморском крае» на 2020–2027 годы, 2019. URL: <https://invest.primorsky.ru/uploads/attachments/10-gp-razvitie-turizma-903-pa-primorskogo-kraia.5e3a8cf045471.docx> (дата обращения: 25.10.2022).
15. Драчева Е. Л., Забаева Ю. В., Исмаев Д. К. [и др.] Экономика и организация туризма: международный туризм : учеб. пособие / под ред. И. А. Рябовой, Ю. В. Забаева, Е. Л. Драчевой. 4-е изд., испр. и доп. М. : КноРус, 2010. С. 486–493.
16. Джанджугазова Е. А. Туристско-рекреационное проектирование : учебник. М. : Академия, 2014. С. 76.

17. Кусков А. С., Голубева А. Л. Туроперейтинг : учебник. СПб. : Форум, 2009. С. 69.
18. Ильина Е. Н. Туроперейтинг: организация деятельности : учебник. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Финансы и статистика, 2008. С. 43, 52–64.
19. Кусков А. С., Джаладян Ю. А. Основы туризма : учебник. 2-е изд., перераб. и доп. М. : КноРус, 2010. С. 315–343.
20. Александрова А. Ю. Международный туризм : учебник. 2-е изд., перераб. и доп. М. : КноРус, 2013. С. 173–259.
21. Ушаков Д. С. Технологии въездного туризма. М. ; Ростов н/Д : МарТ, 2006. С. 23–46, 152–207.
22. Малахова Н. Н., Ушаков Д. С. Инновации в туризме и сервисе. 2-е изд., доп. и перераб. Ростов н/Д. : МарТ ; Феникс, 2010. С. 80–96.
23. Маркетинг. Гостеприимство. Туризм : учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2005.
24. Колесникова Н. В., Колесников Н. Г., Красновская О. Н. Жизненный цикл и повышение конкурентоспособности туристского продукта (на примере компании «Интурист–Петрозаводск») // Сервис в России и за рубежом. 2016. Т. 10, вып. 09 (70). С. 50–57. doi:10.22412/1995-042X-10-9-6
25. Косолапов А. Б. Менеджмент в туристической фирме : учеб. пособие. М. : КноРус, 2009. С. 53–83.
26. Быстров С. А. Организация туристской деятельности. Управление турфирмой : учеб. пособие. М. : ФОРУМ, 2013. С. 274–295.
27. Веткин В. А., Винтайкина Е. В. Технология создания турпродукта: пакетные туры : учеб.-метод. пособие. М. : Финансы и статистика, 2010. С. 59–87.
28. Квартальнов В. А. Стратегический менеджмент в туризме. М. : Финансы и статистика, 1999. 496 с. URL: [https://tourlib.net/books\\_tourism/kvartalnov5.htm](https://tourlib.net/books_tourism/kvartalnov5.htm) (дата обращения: 25.10.2022).
29. Овчаренко Л. А., Лебезова Э. М. Цифровизация как новая парадигма управления развитием туризма // Век качества. 2021. № 4. С. 106–126. URL: <http://www.agequal.ru/pdf/2021/421006.pdf> (дата обращения: 28.10.2022).
30. Абидова Д. И., Хошимов Б. Б. Цифровизация в туризме шаг в новую эпоху развития отрасли // Iqtisodiyot va innovatsion texnologiyalar. 2021. № 1 (00051). С. 342–353. URL: <http://iqtisodiyot.tsue.uz> (дата обращения: 29.10.2022).
31. Григорьева Т. И. Современные тенденции спроса на рынке туристских услуг в условиях цифровой экономики // Сервис в России и за рубежом. 2019. № 4. С. 18–29. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyye-tendentsii-sprosa-na-rynke-turistskih-uslug-v-usloviyah-tsifrovoy-ekonomiki> (дата обращения: 15.10.2022).
32. Rusu S., Sabau F. The tourist product life cycle // Entrepreneurship in Tourism. 2008. P. 185–191. URL: [https://www.researchgate.net/publication/237445899\\_THE\\_TOURIST\\_PRODUCT\\_LIFE\\_CYCLE](https://www.researchgate.net/publication/237445899_THE_TOURIST_PRODUCT_LIFE_CYCLE) (дата обращения: 25.10.2022).
33. da Conceição Gonçalves V. F., Águas P. M. R. The Concept of Life Cycle: An Application to the Tourist Product // Journal of Travel Research. 1997. Vol. 36 (2). P. 12–22. URL: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/004728759703600203?journalCode=jtrb> (дата обращения: 15.10.2022).
34. Гончарова Н. А., Кирьянова Л. Г. Управление жизненным циклом дестинации // Известия Томского политехнического университета. 2011. № 6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-zhiznennym-tsiklom-destinatsii> (дата обращения: 15.10.2022).
35. Латыпова Э. Н. Жизненный цикл туристических направлений и их конкурентоспособность // Управление экономическими системами. 2011. № 32. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zhiznenny-tsikl-turisticheskikh-napravleniy-i-ih-konkurentosposobnost> (дата обращения: 25.10.2022).
36. Дудецкий Д. Ю. Концепция развития туристской дестинации и пути повышения ее конкурентоспособности (на примере Пермского края) // Научное обозрение.

2014. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-razvitiya-turistskoy-destinatsii-i-puti-povysheniya-ee-konkurentosposobnosti-na-primere-permskogo-kraja> (дата обращения: 25.10.2022).
37. Морозов М. А., Войт М. Н. Конкурентоспособность туристской дестинации, анализ ее основных конкурентных преимуществ // Современная конкуренция. 2013. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/konkurentosposobnost-turistskoy-destinatsii-analiz-ee-osnovnyh-konkurentnyh-preimuschestv-1> (дата обращения: 25.10.2022).
38. Родионова Д. Н. Этапы жизненного цикла туристской услуги и маркетинговые мероприятия, способствующие его увеличению // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 2. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2016/02/63143> (дата обращения: 25.10.2022).
39. Alvares D., Lourenco J. Life cycle modelling for tourism area // Universidade do Minho: RepositoriUM. 2020. URL: <https://core.ac.uk/reader/55605769> (дата обращения: 25.10.2022).
40. Sahli E. Tourism Destination Development An Application of Butler's (1980) Tourism Area Life Cycle Model to Hammamet, Tunisia. 2020. URL: [https://www.researchgate.net/publication/341804244\\_Tourism\\_Destination\\_Development\\_An\\_Application\\_of\\_Butler's\\_1980\\_Tourism\\_Area\\_Life\\_Cycle\\_Model\\_to\\_Hammamet\\_Tunisia](https://www.researchgate.net/publication/341804244_Tourism_Destination_Development_An_Application_of_Butler's_1980_Tourism_Area_Life_Cycle_Model_to_Hammamet_Tunisia) (дата обращения: 25.10.2022).
41. Kruczek Z., Kruczek M., Szromek A. R. Possibilities of Using the Tourism Area Life Cycle Model to Understand and Provide Sustainable Solution for Tourism Development in the Antarctic Region // Sustainability. 2018. Vol. 10. P. 89. URL: <https://doi.org/10.3390/su10010089> (дата обращения: 25.10.2022).
42. Michailidou A. V., Vlachokostas Ch., Moussiopoulos N., Maleka D. Life Cycle Thinking used for assessing the environmental impacts of tourism activity for a Greek tourism destination // Journal of Cleaner Production. 2016. Vol. 111. P. 499–510. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095965261501327X> (дата обращения: 25.10.2022).
43. Mazilu M., Sitnikov C. Responsibilities in management of tourist destination // Management & Marketing. VIII(2). January 2010. URL: [https://www.researchgate.net/publication/49597188\\_RESPONSIBILITIES\\_IN\\_MANAGEMENT\\_OF\\_TOURIST\\_DESTINATIONS](https://www.researchgate.net/publication/49597188_RESPONSIBILITIES_IN_MANAGEMENT_OF_TOURIST_DESTINATIONS) (дата обращения: 25.10.2022).
44. Sonda-De La Rosa R., Ruiz-Lanuza A., Alcodia-Rocha J. Tourism area life cycle analysis in San Miguel de Allende Guanajuato // ECORFAN Journal-Republic of Peru. 2021. Vol. 7, № 12. P. 7–21. URL: [https://www.ecorfan.org/repUBLICOFPERU/journal/vol7num12/ECORFAN\\_Journal\\_Peru\\_V7\\_N12\\_2.pdf](https://www.ecorfan.org/repUBLICOFPERU/journal/vol7num12/ECORFAN_Journal_Peru_V7_N12_2.pdf) (дата обращения: 25.10.2022).
45. Omar S. I., Othman A. G., Mohamed B., Bahauddin A. Coastal Resort Life Cycle: An Overview of Tioman Island, Malaysia // Tourism Planning & Development. 2015. Vol. 12. P. 266–28. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21568316.2014.947438> (дата обращения: 25.10.2022).
46. Soratana K., Landis A. E., Jing F., Suto H. The Role of Life Cycle Approaches in Sustainable Development of Tourism // Supply Chain Management of Tourism Towards Sustainability. SpringerBriefs in Environmental Science. 2021. P. 13–29. URL: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-58225-8\\_2](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-58225-8_2) (дата обращения: 25.10.2022).
47. Gülenç Birsen A., Bilim Y. A Comparative Life Cycle Analysis of Two Mass Tourism Destinations in Turkey // Journal of Tourism and Gastronomy Studies. 2019. Vol. 7. P. 1290–1313. URL: <https://doi.org/10.21325/JOTAGS.2019.421> (дата обращения: 25.10.2022).
48. Zehrera A., Raich F. Applying a lifecycle perspective to explain tourism network development // Service Industries Journal. 2010. Vol. 30, № 10. P. 1683–1705. URL:



- [https://www.researchgate.net/publication/247506826\\_Applying\\_a\\_lifecycle\\_perspective\\_to\\_explain\\_tourism\\_network\\_development](https://www.researchgate.net/publication/247506826_Applying_a_lifecycle_perspective_to_explain_tourism_network_development) (дата обращения: 25.10.2022).
49. Проект постановления Правительства РФ «Об утверждении Положения о порядке определения национальных туристских маршрутов». 2022.
  50. Утвердили с боем. Количество национальных туристических маршрутов в России выросло до 21 // Ассоциация туроператоров России. 2022. URL: <https://www.atorus.ru/news/press-centre/new/58729.html> (дата обращения: 15.10.2022).
  51. Swan J. E., Rink D. R. Fitting Market Strategy to Varying Product Life Cycles // *Business Horizons*. 1982. P. 72–76.
  52. Ламбен Ж. Ж. Менеджмент, ориентированный на рынок : пер. с англ. / под ред. В. Б. Колчанова. СПб. : Питер, 2005. С. 350.
  53. Юрин А. В., Уткина Н. В. Туристско-рекреационный комплекс Пензенской области: основные показатели и прогноз развития // *Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе*. 2017. № 3. С. 94–109.

### References

1. *Strategiya razvitiya turizma v Rossiyskoy Federatsii do 2035 goda (utv. rasporyazheniem Pravitel'stva RF ot 20 sentyabrya 2019 goda № 2129-r) = The strategy of tourism development in the Russian Federation until 2035 (approved by the Decree of the Government of the Russian Federation No. 2129-r dated September 20, 2019)*. (In Russ.)
2. *Natsional'nyy projekt «Turizm i industriya gostepriimstva» = The National project "Tourism and the hospitality industry"*. 2021. (In Russ.)
3. *Ob osnovakh turistskoy deyatel'nosti v Rossiyskoy Federatsii: feder. zakon № 132-FZ ot 24 noyabrya 1996 g. = About the basics of tourist activity in the Russian Federation: feder. Law No. 132-FZ of November 24, 1996*. (In Russ.)
4. *Pravila okazaniya uslug po realizatsii turistskogo produkta (utv. postanovleniem Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 18 noyabrya 2020 g. № 1852) = Rules for the provision of services for the sale of a tourist product (approved by Decree of the Government of the Russian Federation No. 1852 of November 18, 2020)*. (In Russ.)
5. *GOST R 50681-2010. Turistskie uslugi. Proektirovanie turistskikh uslug (utv. i vveden v deystvie Prikazom Rosstandarta ot 30.11.2010 № 580-st) = GOST R 50681-2010. Tourist services. Design of tourist services (approved and put into effect by Rosstandart Order No. 580-st dated 30.11.2010)*. (In Russ.)
6. *GOST R 50690-2017. Turistskie uslugi. Obshchie trebovaniya (utv. i vveden v deystvie Prikazom Rosstandarta ot 31.10.2017 № 1561-st) = GOST R 50690-2017. Tourist services. General requirements (approved and put into effect by Rosstandart Order No. 1561-st dated 31.10.2017)*. (In Russ.)
7. *GOST R EN 13809-2012. Turistskie uslugi. Turoperatory i turagenty. Terminologiya (utv. i vveden v deystvie Prikazom Rosstandarta ot 29.11.2012 № 1609-st) = GOST R EN 13809-2012. Tourist services. Tour operators and travel agents. Terminology (approved and put into effect by Rosstandart Order No. 1609-st dated 29.11.2012)*. (In Russ.)
8. *GOST R 54600-2011. Turistskie uslugi. Uslugi turagentstv. Obshchie trebovaniya (utv. i vveden v deystvie Prikazom Rosstandarta ot 18.12.2011 № 734-st) = GOST R 54600-2011. Tourist services. Travel agency services. General requirements (approved and put into effect by Rosstandart Order No. 734-st dated 18.12.2011)*. (In Russ.)
9. *GOST 32612-2014. Turistskie uslugi. Informatsiya dlya potrebiteley. Obshchie trebovaniya (vveden v deystvie Prikazom Rosstandarta ot 26.03.2014 № 229-st) = GOST 32612-2014. Tourist services. Information for consumers. General requirements (put into effect by Rosstandart Order No. 229-st dated 26.03.2014)*. (In Russ.)

10. GOST R 56197-2014 (ISO 14785:2014). *Turistskie informatsionnye tsentry. Turistskaya informatsiya i uslugi priema. Trebovaniya (utv. i vveden v deystvie Prikazom Rosstandarta ot 30.10.2014 № 1457-st) = GOST R 56197-2014 (ISO 14785:2014). Tourist information centers. Tourist information and reception services. Requirements (approved and put into effect by Rosstandart Order No. 1457-st dated 30.10.2014).* (In Russ.)
11. *Strategiya razvitiya vnutrennego i v"ezdnoogo turizma v Sverdlovskoy oblasti na period do 2030 goda = Strategy for the development of domestic and inbound tourism in the Sverdlovsk region for the period up to 2030.* (In Russ.). Available at: [https://mir.midural.ru/sites/default/files/documents/ppso\\_strategiya.docx](https://mir.midural.ru/sites/default/files/documents/ppso_strategiya.docx) (accessed 25.10.2022).
12. *Dorozhnaya karta dlya razvitiya «Nasledie i turizm: okazanie sodeystviya ustoychivomu razvitiyu v koridorakh naslediya Shelkovogo puti» = Roadmap for Development "Heritage and Tourism: Promoting Sustainable Development in the Silk Road Heritage Corridors".* 2013. (In Russ.). Available at: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000226408\\_rus](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000226408_rus) (accessed 25.10.2022).
13. *Strategy of tourism development in the Penza region for the period up to 2035. Ministerstvo kul'tury i turizma Penzenskoy oblasti = Ministry of Culture and Tourism of the Penza region.* (In Russ.). Available at: <https://minkult.pnzreg.ru/taill/turizm-> (accessed 25.10.2022).
14. *Gosudarstvennaya programma Primorskogo kraja «Razvitie turizma v Primorskom krae» na 2020–2027 gody = The State program of Primorsky Krai "Tourism development in Primorsky Krai" for 2020–2027.* 2019. (In Russ.). Available at: <https://invest.primorsky.ru/uploads/attachments/10-gp-razvitie-turizma-903-pa-primorskogo-kraia.5e3a8cf045471.docx> (accessed 25.10.2022).
15. Dracheva E.L., Zabaeva Yu.V., Ismaev D.K. et al. *Ekonomika i organizatsiya turizma: mezhdunarodnyy turizm: ucheb. posobie. 4-e izd., ispr. i dop. = Economics and organization of tourism: international tourism : textbook. 4th ed., corrected and supplemented.* Moscow: KnoRus, 2010:486–493.
16. Dzhandzhugazova E.A. *Turistsko-rekreatsionnoe proektirovanie: uchebnik = Tourist and recreational design : textbook.* Moscow: Akademiya, 2014:76. (In Russ.)
17. Kuskov A.S., Golubeva A.L. *Tuopereyting: uchebnik = Tour operating : textbook.* Saint Petersburg: Forum, 2009:69. (In Russ.)
18. Il'ina E.N. *Tuopereyting: organizatsiya deyatelnosti: uchebnik. 2-e izd., pererab. i dop. = Tour operating: organization of activities : textbook. 2nd ed., reprint. and additional.* Moscow: Finansy i statistika, 2008:43, 52–64. (In Russ.)
19. Kuskov A.S., Dzhaladyan Yu.A. *Osnovy turizma: uchebnik. 2-e izd., pererab. i dop. = Fundamentals of tourism : textbook. 2nd ed., reprint. and additional.* Moscow: KnoRus, 2010:315–343. (In Russ.)
20. Aleksandrova A.Yu. *Mezhdunarodnyy turizm: uchebnik. 2-e izd., pererab. i dop. = International tourism : textbook. 2nd ed., reprint. and additional.* Moscow: KnoRus, 2013:173–259. (In Russ.)
21. Ushakov D.S. *Tekhnologii v"ezdnoogo turizma = Technologies of inbound tourism.* Moscow; Rostov on Don: MarT, 2006:23–46, 152–207. (In Russ.)
22. Malakhova N.N., Ushakov D.S. *Innovatsii v turizme i servise. 2-e izd., dop. i pererab. = Innovations in tourism and service. 2nd ed., supplement and revision.* Rostov on Don: MarT; Feniks, 2010:80–96. (In Russ.)
23. *Marketing. Gostepriimstvo. Turizm: uchebnik dlya vuzov. 2-e izd., pererab. i dop. = Tourism : textbook for universities. 2nd ed., reprint. and additional.* Moscow: YuNITI-DANA, 2005. (In Russ.)
24. Kolesnikova N.V., Kolesnikov N.G., Krasnovskaya O.N. The life cycle and increasing the competitiveness of a tourist product (on the example of the Intourist–Petrozavodsk company). *Servis v Rossii i za rubezhom = Service in Russia and abroad.* 2016;10(09):50–57. (In Russ.). doi:10.22412/1995-042X-10-9-6

25. Kosolapov A.B. *Menedzhment v turistichekoy firme: ucheb. posobie = Management in a travel company : textbook*. Moscow: KnoRus, 2009:53–83. (In Russ.)
26. Bystrov S.A. *Organizatsiya turistskoy deyatelnosti. Upravlenie turfirmoy: ucheb. posobie = Organization of tourist activities. Travel agency management : textbook*. Moscow: FORUM, 2013:274–295. (In Russ.)
27. Vetkin V.A., Vintaykina E.V. *Tekhnologiya sozdaniya turprodukta: paketnye tury: ucheb.-metod. posobie = Technology of tourist product creation: package tours: educational and methodical manual*. Moscow: Finansy i statistika, 2010:59–87. (In Russ.)
28. Kvartal'nov V.A. *Strategicheskii menedzhment v turizme = Strategic management in tourism*. Moscow: Finansy i statistika, 1999:496. (In Russ.). Available at: [https://tourlib.net/books\\_tourism/kvartalnov5.htm](https://tourlib.net/books_tourism/kvartalnov5.htm) (accessed 25.10.2022).
29. Ovcharenko L.A., Lebezova E.M. Digitalization as a new paradigm of tourism development management. *Vek kachestva = The age of quality*. 2021;(4):106–126. (In Russ.). Available at: <http://www.agequal.ru/pdf/2021/421006.pdf> (accessed 28.10.2022).
30. Abidova D.I., Khoshimov B.B. Digitalization in tourism a step into a new era of industry development. *Iqtisodiyot va innovatsion texnologiyalar*. 2021;(1):342–353. (In Russ.). Available at: <http://iqtisodiyot.tsue.uz> (accessed 29.10.2022).
31. Grigor'eva T.I. Current trends in demand in the market of tourist services in the digital economy. *Servis v Rossii i za rubezhom = Service in Russia and abroad*. 2019;(4):18–29. (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tendentsii-sprosa-na-rynke-turistskih-uslug-v-usloviyah-tsifrovoy-ekonomiki> (accessed 15.10.2022).
32. Rusu S., Sabau F. The tourist product life cycle. *Entrepreneurship in Tourism*. 2008:185–191. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/237445899\\_THE\\_TOURIST\\_PRODUCT\\_LIFE\\_CYCLE](https://www.researchgate.net/publication/237445899_THE_TOURIST_PRODUCT_LIFE_CYCLE) (accessed 25.10.2022).
33. da Conceição Gonçalves V.F., Águas P.M.R. The Concept of Life Cycle: An Application to the Tourist Product. *Journal of Travel Research*. 1997;36(2):12–22. Available at: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/004728759703600203?journal-Code=jtrb> (accessed 15.10.2022).
34. Goncharova N.A., Kir'yanova L.G. Destination lifecycle management. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta = Izvestiya Tomsk Polytechnic University*. 2011;(6). (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-zhiznennym-tsiklom-destinatsii> (accessed 15.10.2022).
35. Latypova E.N. The life cycle of tourist destinations and their competitiveness. *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami = Management of economic systems*. 2011;(32). (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/zhiznenny-tsikl-turisticheskikh-napravleniy-i-ih-konkurentosposobnost> (accessed 25.10.2022).
36. Dudetskiy D.Yu. The concept of the development of a tourist destination and ways to increase its competitiveness (on the example of the Perm Region). *Nauchnoe obozrenie = Scientific Review*. 2014;(1). (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-razvitiya-turistskoy-destinatsii-i-puti-povysheniya-ee-konkurentosposobnosti-na-primere-permskogo-kрая> (accessed 25.10.2022).
37. Morozov M.A., Voyt M.N. Competitiveness of a tourist destination, analysis of its main competitive advantages. *Sovremennaya konkurenciya = Modern competition*. 2013;(3). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/konkurentosposobnost-turistskoy-destinatsii-analiz-ee-osnovnyh-konkurentnyh-preimuschestv-1> (accessed 25.10.2022).
38. Rodionova D.N. Stages of the life cycle of a tourist service and marketing activities that contribute to its increase. *Sovremennye nauchnye issledovaniya i innovatsii = Modern scientific research and innovation*. 2016;(2). (In Russ.). Available at: <https://web.snauka.ru/issues/2016/02/63143> (accessed 25.10.2022).
39. Alvares D., Lourenco J. Life cycle modelling for tourism area. *Universidade do Minho: RepositoriUM*. 2020. Available at: <https://core.ac.uk/reader/55605769> (accessed 25.10.2022).

40. Sahli E. *Tourism Destination Development An Application of Butler's (1980) Tourism Area Life Cycle Model to Hammamet, Tunisia*. 2020. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/341804244\\_Tourism\\_Destination\\_Development\\_An\\_Application\\_of\\_Butler's\\_1980\\_Tourism\\_Area\\_Life\\_Cycle\\_Model\\_to\\_Hammamet\\_Tunisia](https://www.researchgate.net/publication/341804244_Tourism_Destination_Development_An_Application_of_Butler's_1980_Tourism_Area_Life_Cycle_Model_to_Hammamet_Tunisia) (accessed 25.10.2022).
41. Kruczek Z., Kruczek M., Szromek A.R. Possibilities of Using the Tourism Area Life Cycle Model to Understand and Provide Sustainable Solution for Tourism Development in the Antarctic Region. *Sustainability*. 2018;10:89. Available at: <https://doi.org/10.3390/su10010089> (accessed 25.10.2022).
42. Michailidou A.V., Vlachokostas Ch., Moussiopoulos N., Maleka D. Life Cycle Thinking used for assessing the environmental impacts of tourism activity for a Greek tourism destination. *Journal of Cleaner Production*. 2016;111:499–510. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095965261501327X> (accessed 25.10.2022).
43. Mazilu M., Sitnikov C. Responsibilities in management of tourist destination. *Management & Marketing*. VIII(2). January 2010. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/49597188\\_RESPONSIBILITIES\\_IN\\_MANAGEMENT\\_OF\\_TOURIST\\_DESTINATIONS](https://www.researchgate.net/publication/49597188_RESPONSIBILITIES_IN_MANAGEMENT_OF_TOURIST_DESTINATIONS) (accessed 25.10.2022).
44. Sonda-De La Rosa R., Ruiz-Lanuza A., Alcodia-Rocha J. Tourism area life cycle analysis in San Miguel de Allende Guanajuato. *ECORFAN Journal-Republic of Peru*. 2021;7(12):7–21. Available at: [https://www.ecorfan.org/repUBLICOFPERU/journal/vol7num12/ECORFAN\\_Journal\\_Peru\\_V7\\_N12\\_2.pdf](https://www.ecorfan.org/repUBLICOFPERU/journal/vol7num12/ECORFAN_Journal_Peru_V7_N12_2.pdf) (accessed 25.10.2022).
45. Omar S.I., Othman A.G., Mohamed B., Bahauddin A. Coastal Resort Life Cycle: An Overview of Tioman Island, Malaysia. *Tourism Planning & Development*. 2015;12:266–28. Available at: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21568316.2014.947438> (accessed 25.10.2022).
46. Soratana K., Landis A.E., Jing F., Suto H. The Role of Life Cycle Approaches in Sustainable Development of Tourism. *Supply Chain Management of Tourism Towards Sustainability. SpringerBriefs in Environmental Science*. 2021:13–29. Available at: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-58225-8\\_2](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-58225-8_2) (accessed 25.10.2022).
47. Gülenç Birsen A., Bilim Y. A Comparative Life Cycle Analysis of Two Mass Tourism Destinations in Turkey. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*. 2019;7:1290–1313. Available at: <https://doi.org/10.21325/JOTAGS.2019.421> (accessed 25.10.2022).
48. Zehrera A., Raich F. Applying a lifecycle perspective to explain tourism network development. *Service Industries Journal*. 2010;30(10):1683–1705. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/247506826\\_Applying\\_a\\_lifecycle\\_perspective\\_to\\_explain\\_tourism\\_network\\_development](https://www.researchgate.net/publication/247506826_Applying_a_lifecycle_perspective_to_explain_tourism_network_development) (accessed 25.10.2022).
49. *Proekt postanovleniya Pravitel'stva RF «Ob utverzhdenii Polozheniya o poryadke opredeleniya natsional'nykh turistskikh marshrutov» = Draft Resolution of the Government of the Russian Federation "On approval of the Regulations on the procedure for determining national tourist routes"*. 2022. (In Russ.)
50. Approved with a fight. The number of national tourist routes in Russia has grown to 21. *Assotsiatsiya tuoperatorov Rossii = Association of Tour Operators of Russia*. 2022. (In Russ.). Available at: <https://www.atorus.ru/news/press-centre/new/58729.html> (accessed 15.10.2022).
51. Swan J.E., Rink D.R. Fitting Market Strategy to Varying Product Life Cycles. *Business Horizons*. 1982:72–76.
52. Lamben Zh.Zh. *Menedzhment, orientirovanny na rynek: per. s angl. = Market-oriented management : translated from English*. Saint Petersburg: Piter, 2005:350. (In Russ.)
53. Yurin A.V., Utkina N.V. Tourist and recreational complex of the Penza region: main indicators and forecast of development. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2017;(3):94–109. (In Russ.)

***Информация об авторах / Information about the authors***

**Лейла Айваровна Гамидуллаева**  
доктор экономических наук, доцент,  
заведующий кафедрой маркетинга,  
коммерции и сферы обслуживания,  
Пензенский государственный университет  
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)  
E-mail: gamidullaeva@gmail.com

**Leyla A. Gamidullaeva**  
Doctor of economical sciences,  
associate professor,  
head of the sub-department of marketing,  
commerce and service sector,  
Penza State University  
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

**Светлана Владимировна Зинченко**  
кандидат экономических наук, доцент,  
доцент кафедры маркетинга, коммерции  
и сферы обслуживания,  
Пензенский государственный университет  
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)  
E-mail: slatynova@mail.ru

**Svetlana V. Zinchenko**  
Candidate of economical sciences,  
associate professor, associate professor  
of the sub-department of marketing,  
commerce and service sector,  
Penza State University  
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /  
The authors declare no conflicts of interests.**

**Поступила в редакцию/Received 26.09.2022**

**Поступила после рецензирования/Revised 24.10.2022**

**Принята к публикации/Accepted 14.11.2022**

## Раздел 2 МОДЕЛИ, СИСТЕМЫ, СЕТИ В ТЕХНИКЕ

### Section 2 MODELS, SYSTEMS, NETWORKS IN THE TECHNIQUE

---

УДК 519.862.6  
doi:10.21685/2227-8486-2022-4-6

#### ПРИМЕНЕНИЕ НЕПРЕРЫВНОЙ ФОРМЫ МЕТОДА МАКСИМАЛЬНОЙ СОГЛАСОВАННОСТИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ РЕГРЕССИОННОЙ МОДЕЛИ ОБЪЕМА ДОБЫЧИ ГАЗА

С. И. Носков<sup>1</sup>, Ю. А. Бычков<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup> Иркутский государственный университет путей сообщения, Иркутск, Россия  
<sup>1</sup>sergey.noskov.57@mail.ru, <sup>2</sup>bychkov\_ya@mail.ru

**Аннотация.** *Актуальность и цели.* Методы регрессионного анализа – эффективный инструмент изучения закономерностей функционирования и развития сложных систем различной природы. Цель исследования состоит в выявлении модельной зависимости объема добычи газа от перечисленных технологических характеристик. *Материалы и методы.* Для достижения поставленной цели применялся математический аппарат решения задач линейного программирования. *Результаты.* Приведена краткая характеристика технологического объекта, эксплуатируемого в газовой отрасли топливно-энергетического комплекса Иркутской области. Определены зависимая и независимые переменные регрессионной модели добычи газа. При помощи модифицированного метода максимальной согласованности в непрерывной форме и метода наименьших модулей построены регрессионные модели, описывающие процесс добычи газа на исследуемом объекте. *Выводы.* Определены некоторые направления практического применения построенной регрессионной модели.

**Ключевые слова:** регрессионная модель, задача линейного программирования, критерии адекватности, добыча газа, технологический процесс

**Для цитирования:** Носков С. И., Бычков Ю. А. Применение непрерывной формы метода максимальной согласованности для построения регрессионной модели объема добычи газа // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2022. № 4. С. 94–103. doi:10.21685/2227-8486-2022-4-6

## APPLICATION OF THE CONTINUOUS FORM OF THE MAXIMUM CONSISTENCY METHOD FOR CONSTRUCTING A REGRESSION MODEL OF GAS PRODUCTION

S.I. Noskov<sup>1</sup>, Yu.A. Bychkov<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russia

<sup>1</sup>sergey.noskov.57@mail.ru, <sup>2</sup>bychkov\_ya@mail.ru

**Abstract.** *Background.* Regression analysis methods are an effective tool for studying the patterns of functioning and development of complex systems of various nature. The purpose of the study is to identify the model dependence of the volume of gas production on the listed technological characteristics. *Materials and methods.* To achieve this goal, a mathematical apparatus for solving linear programming problems was used. *Results.* The paper provides a brief description of the technological facility operated in the gas industry of the fuel and energy complex of the Irkutsk region. The dependent and independent variables of the regression model of gas production are determined. Using the modified method of maximum consistency in continuous form and the method of least modules, regression models were constructed that describe the process of gas production at the object under study. *Conclusions.* Some directions of practical application of the constructed regression model are determined.

**Keywords:** regression model, linear programming problem, adequacy criteria, gas production, technological process

**For citation:** Noskov S.I., Bychkov Yu.A. Application of the continuous form of the maximum consistency method for constructing a regression model of gas production. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society.* 2022;(4):94–103. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2022-4-6

### *Введение*

Методы регрессионного анализа являются эффективным инструментом исследования закономерностей функционирования и развития сложных систем различной природы. Так, в работе [1] исследуется возможность построения регрессионной модели для определения зависимости скорости движения проводника с током в рельсотроне от приложенного к нему напряжения. В [2] инструментарий регрессионного моделирования применяется для выявления особенностей роста сибирской кедровой сосны в бассейне реки Голоустная. На основе модели сделан вывод о том, что при увеличении диаметра дерева на 1 см его высота возрастет на 0,4 метра. В статье [3] регрессионные модели применяются при тестировании уровня экологической безопасности г. Москвы. В [4] при помощи линейных корреляционно-регрессионных моделей анализируются связи между показателями успеха проекта и качеством внутривнутрипроектных коммуникаций с одной стороны и количественными параметрами структуры внутривнутрипроектных коммуникаций с другой. В [5] предложена модель прогнозирования доходов предприятия санаторно-курортной сферы «Пансионаты Севастополя». В работе [6] построена регрессионная модель для расчета влияния некоторых факторов на процесс алкилирования ор-

токрезола соолигомером бутадиен-стирола. В [7] методы регрессионного анализа используются для расчета характеристик процесса зимнего бетонирования. В [8] построена конечно-элементарная модель ударно-волновой чувствительности взрывчатых веществ, которая обладает высокой точностью при проведении экспериментов с так называемыми тонкими преградами и возрастающей погрешностью – с толстыми.

В настоящей работе объектом исследования является технологический процесс добычи и подготовки газа с использованием опытно-промышленной установки УПГ-102 Ковыктинского газоконденсатного месторождения. Установка расположена на территории Средне-Сибирского плоскогорья на Лено-Ангарском плато в центральной части Ковыктинского месторождения. Рельеф площадки пологий с разностью отметок от 1047 до 1088 м. Уклон площадки определяется направлением на юго-запад, в сторону реки Тюкахта. Застроенная часть площадки УПГ-102 спланирована и свободна от лесной растительности. Газопроводы-шлейфы и метанолопроводы располагаются вдоль внутрипромысловых дорог от технологических площадок кустов скважин до площадки УПГ-102. Основная функция установки состоит в отработке оптимальных технологических режимов эксплуатации скважин, которые необходимы для дальнейшего проектирования промышленной разработки месторождения.

Установка УПГ-102 предназначена для обеспечения следующих процессов:

- осушки газа методом низкотемпературной сепарации;
- компримирования и подачи газа на опытно-промышленную мембранную установку выделения гелия из природного газа высокого давления;
- стабилизации, хранения и отгрузки стабильного конденсата;
- получения, хранения и отгрузки пропан-бутановой фракции (ПБФ);
- учета газа, конденсата, ПБФ;
- подачи газа на электростанцию обеспечения собственных нужд.

Важными агрегатами установки УПГ-102 являются сепараторы С101 и С102б, служащие соответственно для разделения газа, капельной жидкости, водометанольного раствора (так называемой метанольной воды) и отделения остатков влаги и жидких углеводородов, а также глубокой осушки газа. Для газодобывающей организации важно с помощью модели установить сложившиеся в ходе эксплуатации установки пропорции в результатах функционирования указанных сепараторов и при необходимости внести коррективы в эти пропорции.

Цель работы состоит в выявлении модельной зависимости объема добычи газа от перечисленных технологических характеристик.

### ***Материалы и методы***

Разработку собственно анонсированной математической модели следует начать с выделения круга задействованных переменных. В качестве эндогенной переменной модели добычи газа у примем общий объем добычи газа, тыс. м<sup>3</sup>/сут, а экзогенными будем считать: приход водометанольного раствора  $x_1$  (т), рабочее давление сепаратора С101  $x_2$  (МПа), рабочее давление сепаратора С102б  $x_3$  (Р МПа).



Математическую модель объема добычи газа будем строить в виде линейной регрессии:

$$y_k = \alpha_0 + \sum_{i=1}^3 \alpha_i x_{ki} + \varepsilon_k, \quad k = \overline{1, n}, \quad (1)$$

где  $k$  – номер наблюдения выборки;  $n$  – длина выборки (количество наблюдений);  $\varepsilon_k$  – ошибки аппроксимации.

Отметим, что, если в процессе моделирования линейная модель (1) окажется неадекватной исследуемому процессу, можно будет использовать вместо нее более гибкие, в том числе нелинейные конструкции, описанные, в частности, в [9].

Для оценивания параметров модели (1) воспользуемся непрерывной формой метода максимальной согласованности (далее – НММС), предложенного в [10] и примененного в [11, 12], а также методом наименьших модулей (МНМ). Такой выбор методов объясняется следующими их свойствами. ММС предполагает максимизацию числа совпадений знаков приращений расчетных и наблюдаемых значений зависимой переменной на всех парах наблюдений выборки данных и сводится к задаче линейно-булевого программирования. Непрерывная же форма ММС представима существенно более простой в вычислительном отношении задачей линейного программирования. Достоинством МНМ является то, что с его помощью можно эффективно выявлять так называемые выбросы в данных – наблюдения, не согласующиеся с выборкой в целом. Отметим, что ММС уже успешно использовался при исследовании сложных социально-экономических объектов [13, 14].

Реализация НММС сводится к решению задачи:

$$L = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{s=k+1}^n l_{ks} \rightarrow \min ,$$

где  $l_{ks} = \begin{cases} |\hat{y}_k - \hat{y}_s|, & (y_k - y_s)(\hat{y}_k - \hat{y}_s) < 0 \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases}$ ;  $\hat{y}_k = \sum_{i=1}^3 \alpha_i x_{ki}$  – расчетные значения

зависимой переменной.

Реализация МНМ состоит в решении следующей задачи:

$$M = \sum_{k=1}^n |\varepsilon_k| \rightarrow \min .$$

Обе приведенные выше задачи сводятся к задачам линейного программирования (см, например, [15]).

Наряду со значениями  $L$  и  $M$  для оценки качества построенных регрессионных моделей будем использовать также среднюю относительную ошибку аппроксимации  $E$ :

$$E = 100 \% \sum_{k=1}^n |\varepsilon_k / y_k| .$$

В качестве информационной базы исследования используем статистическую информацию о функционировании УПГ-102 за один календарный месяц 2021 г. (табл. 1).

Таблица 1

Исходные данные для моделирования

Дни	Объем добычи газа (общий), тыс. м <sup>3</sup> /сут	Приход ВМР, т	Рабочее давление сепаратора С101, МПа	Рабочее давление сепаратора С102б, МПа
№	$y$	$x_1$	$x_2$	$x_3$
1	542,919	4,8548	12,04	3,72
2	439,391	1,2824	12,12	3,67
3	438,736	1,16332	12,67	3,68
4	437,829	1,16332	12,18	3,78
5	440,427	1,3282	12,38	3,73
6	440,844	1,42896	12,37	3,68
7	439,334	1,11752	12,34	3,74
8	441,89	1,1908	12,37	3,69
9	441,118	1,2824	12,38	3,74
10	442,114	1,1908	12,37	3,75
11	454,17	1,1908	12,05	3,76
12	454,537	1,0992	12,18	3,77
13	455,273	1,374	12,13	3,79
14	452,982	1,0076	11,99	3,85
15	450,391	0,8244	11,89	3,86
16	457,937	1,5572	12,2	3,85
17	451,738	1,0992	12,23	3,8
18	446,666	1,0992	12,3	3,82
19	455,544	1,1908	12,24	3,87
20	454,769	1,2824	12,31	3,86
21	448,521	1,0076	12,37	3,77

Всего выборка содержит 21 наблюдение. Это обусловлено тем, что в течение девяти дней месяца УПГ-102 работала в режиме резервной сепарации.

**Результаты**

Воспользуемся программным комплексом [16] для оценивания параметров модели (1). Полученные оценки и сопутствующие результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты моделирования

$r$	$E$	$M$	$L$	$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$
0,45	1,425	141,180	62,290	347,578	12,623	-4,298	37,177
0,5	1,117	110,248	89,361	313,990	18,047	-6,825	51,716
0,6	0,940	89,617	113,898	301,038	23,885	-8,751	59,801
0,7	0,868	81,252	127,686	308,800	26,198	-11,214	65,039
0,8	0,787	73,692	153,666	309,160	26,393	-16,367	81,366
0,9	0,766	71,789	162,510	311,425	26,597	-17,936	85,571
1	0,765	71,752	165,040	254,591	26,838	-16,073	94,504

Оговоримся, что значения критериев адекватности всех построенных семи альтернативных вариантов линейной модели (1) указывают на их вполне приемлемое качество, следовательно, ее возможное усложнение, как это допускалось выше, нецелесообразно.

Входящий в нее параметр  $r \in (r^*, 1]$  представляет собой заранее заданное число, которое является мерой компромисса между НММС- и МНМ-оценками, а число  $r^*$  устанавливает нижнюю границу для получения нетривиальных решений при минимизации функции

$$r \sum_{k=1}^n |\varepsilon_k| + (1-r) \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{s=k+1}^n l_{ks}.$$

Заметим, что при  $r = 1$  НММС- и МНМ-оценки совпадают.

Из табл. 2 следует, что для всех  $r \in (r^*, 1]$  средняя относительная ошибка аппроксимации весьма мала, это указывает на высокую точность построенных вариантов модели, а значит, на их адекватность исследуемому объекту.

Для выбора из всех семи альтернативных вариантов модели (1) лучше всего воспользуемся часто применяемым в теории принятия решений методом идеальной точки [17]. Этот вариант соответствует значению  $r = 0,7$ , следовательно, модель (1) при использовании НММС принимает вид

$$y = 254,591 + 26,198 x_1 - 11,214 x_2 + 65,039 x_3. \quad (2)$$

Соответствующий МНМ (при  $r = 1$ ) вариант модели несколько отличается от предыдущего:

$$y = 308,8 + 26,838 x_1 - 16,073 x_2 + 94,504 x_3. \quad (3)$$

Заметим, что модель (2) предпочтительнее своей альтернативы (3), поскольку соответствует, как показано в [11], своего рода компромиссу между методами наименьших модулей и максимальной согласованности. Отличительной его характеристикой является то, что он обеспечивает некий баланс между уровнем согласованности в поведении расчетных и наблюдаемых значений выходной переменной модели и ее реакцией на выбросы в данных. Она может подлежать практическому применению для решения задач, связанных с более глубоким анализом проблем добычи газа и ее вариантным прогнозированием – последнее относится к традиционным сферам использования регрессионных моделей. К таким задачам может быть отнесена возможность контроля складывающихся в ходе эксплуатации установки УПГ-102 пропорций между рабочими давлениями сепараторов С101 и С102б. Это может быть сделано в том числе с помощью анализа вкладов факторов в правую часть модели (соответствующая методика изложена в работе [18]). Его результатом может быть внесение соответствующих корректив в технологический процесс добычи газа.

На рис. 1 представлены фактические и вычисленные по моделям значения зависимой переменной.

Из рис. 1 следует, что обе построенные модели обладают высокой точностью, а соответствующие им расчетные траектории, несмотря на отличия в оценках параметров, близки между собой.

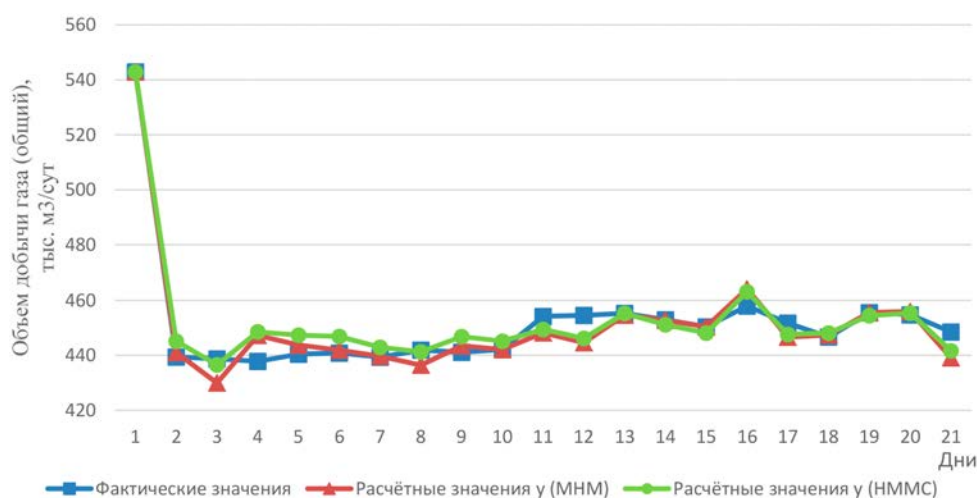


Рис. 1. Фактические и вычисленные по моделям значения переменной  $y$

### Обсуждение

Важным практическим выводом, следующим из анализа рис. 1, является то, что наблюдения 4, 5, 12, 21 характеризуются существенной рассогласованностью между расчетными и фактическими значениями зависимой переменной, что требует дополнительного анализа всех обстоятельств, сложившихся в эти дни, с привлечением соответствующих методик.

Разумеется, прямое применение описанной модели для другого объекта невозможно. Оно потребовало бы соответствующей ее адаптации, состоящей в пересчете параметров по новым исходным данным с сохранением разработанной модельной спецификации (набора переменных и формы модели).

### Заключение

В работе дана краткая характеристика технологического объекта добычи газа на севере Иркутской области. Проведено его моделирование при помощи методов наименьших модулей и максимальной согласованности в непрерывной форме. В качестве независимых переменных использованы: приход водометанольного раствора, рабочее давление сепаратора С101, рабочее давление сепаратора С102б. Сделаны выводы о возможности практического применения полученной модели для решения некоторых практических задач.

### Список литературы

1. Ланкин М. В., Таменцева К. О., Квашук Д. Е. Построение регрессионной модели скорости движения плазмы в рельсотроне // Теория, методы и средства измерений, контроля и диагностики : материалы XV Междунар. науч.-практ. конф. (г. Новочеркасск, 26 сентября 2014 г.). Новочеркасск : Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова, 2014. С. 22–27.
2. Кутателадзе И. В., Леонтьев Д. Ф. К изучению хода роста кедровых молодячков на месте промышленных рубок // Актуальные вопросы аграрной науки. 2014. № 10. С. 19–22.

3. Кузовкина Т. В. Экологическая оценка города на модели энергоэкологической эффективности // Вестник Московского государственного строительного университета. 2014. № 12. С. 172–181.
4. Титов С. А. Исследование взаимосвязи структуры внутрисекторных коммуникаций и результативности инновационных проектов с помощью анализа социальных сетей // Cloud of Science. 2014. Т. 1, № 4. С. 665–695.
5. Матушевская Е. А., Яковлева Ю. К. Использование стохастического анализа для прогнозирования доходов предприятий санаторно-курортной сферы // Экономика и бизнес: теория и практика. 2021. № 6-1. С. 158–161. doi:10.24412/2411-0450-2021-6-1-158-161
6. Гулиева С. Н. Кинетические исследования процесса алкилирования соолигомера бутадииен-стирола ортокрезолом // Интеграция наук. 2018. № 5. С. 32–34.
7. Хубаев А. О. Описание эксперимента при расчете потенциала производства зимнего бетонирования // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2020. № 2. С. 247–252.
8. Ахмадиев И. Д., Базотов В. Я., Анисимов А. Н., Бадретдинова Л. Х. Моделирование испытаний чувствительности взрывчатых веществ к ударной волне // Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т. 15, № 15. С. 28–30.
9. Носков С. И., Базилевский М. П. Построение регрессионных моделей с использованием аппарата линейно-булевого программирования. Иркутск : Иркутский государственный университет путей сообщения, 2018. 176 с.
10. Носков С. И. Метод максимальной согласованности в регрессионном анализе // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2021. № 10. С. 380–385.
11. Носков С. И., Бычков Ю. А. Вычислительные эксперименты с непрерывной формой метода максимальной согласованности в регрессионном анализе // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2022. Т. 18, № 2. С. 7–12. doi:10.36622/VSTU.2022.18.2.001
12. Носков С. И., Бычков Ю. А. Модификация непрерывной формы метода максимальной согласованности при построении линейной регрессии // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2022. № 5. С. 88–94. doi:10.24412/2071-6168-2022-5-88-95
13. Носков С. И., Бычков Ю. А. Построение регрессионной модели валового регионального продукта Ставропольского края на основе применения методов наименьших модулей и максимальной согласованности // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. 2022. № 2. С. 113–120.
14. Носков С. И., Бычков Ю. А. Применение метода максимальной согласованности для построения многофакторной регрессионной модели ввода жилья на региональном уровне // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2022. № 2. С. 141–145. doi:10.52684/2312-3702-2022-39-1-141-145
15. Носков С. И. Применение непрерывного критерия согласованности поведения при построении регрессионных моделей // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2021. № 6. С. 74–78.
16. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022618082 РФ. Программа оптимизации непрерывного критерия согласованности поведения при построении регрессионных моделей / Носков С. И., Бычков Ю. А. ; опубл. 28.04.2022.
17. Растринин Л. А. Системы экстремального управления. М. : Наука, 1974. 632 с.
18. Носков С. И. Оценка динамики вкладов факторов в линейной регрессионной модели // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2021. Т. 17, № 5. С. 15–19.

### References

1. Lankin M.V., Tamentseva K.O., Kvashuk D.E. Construction of a regression model of plasma velocity in a railgun. *Teoriya, metody i sredstva izmereniy, kontrolya i diagnostiki : materialy XV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (g. Novocherkassk, 26 sentyabrya 2014 g.) = Theory, methods and means of measurement, control and diagnostics : materials of the XV International Scientific and Practical Conference (Novo-cherkassk, September 26, 2014)*. Novocherkassk: Yuzhno-Rossiyskiy gosudarstvennyy politekhnicheskiy universitet (NPI) imeni M.I. Platova, 2014:22–27. (In Russ.)
2. Kutateladze I.V., Leont'ev D.F. To the study of the course of growth of cedar young trees on the site of industrial logging. *Aktual'nye voprosy agrarnoy nauki = Actual issues of agrarian science*. 2014;(10):19–22. (In Russ.)
3. Kuzovkina T.V. Ecological assessment of the city on the model of energy-ecological efficiency. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo stroitel'nogo universiteta = Bulletin of the Moscow State University of Civil Engineering*. 2014;(12):172–181. (In Russ.)
4. Titov S.A. Investigation of the relationship between the structure of intra-project communications and the effectiveness of innovative projects using the analysis of social networks. *Cloud of Science*. 2014;1(4):665–695. (In Russ.)
5. Matushevskaya E.A., Yakovleva Yu.K. The use of stochastic analysis for forecasting the incomes of enterprises of the sanatorium-resort sphere. *Ekonomika i biznes: teoriya i praktika = Economics and Business: theory and practice*. 2021;(6-1):158–161. (In Russ.). doi:10.24412/2411-0450-2021-6-1-158-161
6. Gulieva S.N. Kinetic studies of the process of alkylation of the butadiene-styrene cooligomer with orthocresol. *Integratsiya nauk = Integration of sciences*. 2018;(5):32–34. (In Russ.)
7. Khubaev A.O. Description of the experiment in calculating the production potential of winter concreting. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki = Proceedings of Tula State University. Technical sciences*. 2020;(2):247–252. (In Russ.)
8. Akhmadiev I.D., Bazotov V.Ya., Anisimov A.N., Badretdinova L.Kh. Modeling tests of explosives sensitivity to shock wave. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta = Bulletin of Kazan Technological University*. 2012;15(15):28–30. (In Russ.)
9. Noskov S.I., Bazilevskiy M.P. *Postroenie regressionnykh modeley s ispol'zovaniem apparata lineynno-bulevogo programmirovaniya = Construction of regression models using linear-Boolean programming apparatus*. Irkutsk: Irkutskiy gosudarstvennyy universitet putey soobshcheniya, 2018:176. (In Russ.)
10. Noskov S.I. The method of maximum consistency in regression analysis. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki = Izvestiya Tula State University. Technical sciences*. 2021;(10):380–385. (In Russ.)
11. Noskov S.I., Bychkov Yu.A. Computational experiments with the continuous form of the maximum consistency method in regression analysis. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Bulletin of the Voronezh State Technical University*. 2022;18(2):7–12. (In Russ.). doi:10.36622/VSTU.2022.18.2.001
12. Noskov S.I., Bychkov Yu.A. Modification of the continuous form of the maximum consistency method in the construction of linear regression. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki = Izvestiya Tula State University. Technical sciences*. 2022;(5):88–94. (In Russ.). doi:10.24412/2071-6168-2022-5-88-95
13. Noskov S.I., Bychkov Yu.A. Constructing a regression model of the gross regional product of the Stavropol Territory based on the application of the methods of the smallest modules and maximum consistency. *Nauchnye trudy Kubanskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta = Scientific works of the Kuban State Technological University*. 2022;(2):113–120. (In Russ.)
14. Noskov S.I., Bychkov Yu.A. Application of the maximum consistency method for constructing a multifactorial regression model of housing commissioning at the re-

- gional level. *Inzhenerno-stroitel'nyy vestnik Prikaspiya = Engineering and Construction Bulletin of the Caspian Sea*. 2022;(2):141–145. (In Russ.). doi:10.52684/2312-3702-2022-39-1-141-145
15. Noskov S.I. Application of the continuous criterion of consistency of behavior in the construction of regression models. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki = Proceedings of Tula State University. Technical sciences*. 2021;(6):74–78. (In Russ.)
16. *Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM № 2022618082 RF. Programma optimizatsii nepreryvnogo kriteriya soglasovannosti povedeniya pri postroenii regressionnykh modeley = Certificate of state registration of the computer program No. 2022618082 of the Russian Federation. Program for optimization of the continuous criterion of consistency of behavior in the construction of regression models*. Noskov S.I., Bychkov Yu.A.; publ. 28.04.2022. (In Russ.)
17. Rastrigin L.A. *Sistemy ekstremal'nogo upravleniya = Systems of extreme control*. Moscow: Nauka, 1974:632. (In Russ.)
18. Noskov S.I. Evaluation of the dynamics of factor contributions in a linear regression model. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Bulletin of the Voronezh State Technical University*. 2021;17(5):15–19. (In Russ.)

#### **Информация об авторах / Information about the authors**

##### **Сергей Иванович Носков**

доктор технических наук, профессор,  
профессор кафедры информационных  
систем и защиты информации,  
Иркутский государственный  
университет путей сообщения  
(Россия, г. Иркутск,  
ул. Чернышевского, 15)  
E-mail: sergey.noskov.57@mail.ru

##### **Sergey I. Noskov**

Doctor of technical sciences, professor,  
professor of the sub-department  
of information systems  
and information protection,  
Irkutsk State Transport University  
(15 Chernyshevskogo street, Irkutsk, Russia)

##### **Юрий Александрович Бычков**

аспирант,  
Иркутский государственный  
университет путей сообщения  
(Россия, г. Иркутск,  
ул. Чернышевского, 15)  
E-mail: bychkov\_ya@mail.ru

##### **Yuriy A. Bychkov**

Postgraduate student,  
Irkutsk State Transport University  
(15 Chernyshevskogo street, Irkutsk, Russia)

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /  
The authors declare no conflicts of interests.**

**Поступила в редакцию/Received 15.06.2022**

**Поступила после рецензирования/Revised 06.09.2022**

**Принята к публикации/Accepted 21.10.2022**

## РАЗВИТИЕ КОНЦЕПЦИИ КОНВЕРГЕНТНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РАМКАХ ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ТРЕБОВАНИЙ РЕГИОНАЛЬНЫХ РЫНКОВ ТРУДА

М. В. Деев<sup>1</sup>, А. Г. Финогеев<sup>2</sup>, А. А. Грушевский<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Пензенский государственный университет, Пенза, Россия  
<sup>1</sup> miqz@yandex.ru, <sup>2</sup> alexeyfinozeev@gmail.com, <sup>3</sup> sgrushevskii@mail.ru

**Аннотация.** *Актуальность и цели.* Проникновение информационных технологий во все сферы жизни, внедрение методов дистанционного образования, открытого доступа к информационным и образовательным ресурсам привело к необходимости внедрения и развития модели конвергентного образования на основе сближения и взаимовлияния разных направлений подготовки специалистов и цифровых технологий. Рассмотрены вопросы модернизации образовательного процесса, связанные с внедрением и развитием концепции и модели конвергентного образования. *Материалы и методы.* Представлена разработанная модель конвергенции образовательных программ и вакансий работодателей в виде взвешенного графа. Разработан алгоритм кластеризации графа на основе модернизированного Лувенского метода. *Результаты.* Рассмотрены практические вопросы синтеза и развития концепции конвергентного образования. *Выводы.* Для реализации концепции разработаны модели и методы управления конвергентными процессами на основе синхронизации образовательных программ, электронных образовательных ресурсов и требований работодателей на региональных рынках труда.

**Ключевые слова:** конвергентный подход, адаптация, актуализация, образовательные программы, образовательный контент, интеллектуальная образовательная среда

**Благодарности:** результаты исследований получены при финансовой поддержке Российского научного фонда (РНФ) и Пензенской области (проект № 22-21-20100).

**Для цитирования:** Деев М. В., Финогеев А. Г., Грушевский А. А. Развитие концепции конвергентного образования в рамках цифровой образовательной среды на основе анализа требований региональных рынков труда // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2022. № 4. С. 104–123. doi:10.21685/2227-8486-2022-4-7

## DEVELOPMENT OF THE CONCEPT OF CONVERGENT EDUCATION WITHIN THE DIGITAL EDUCATIONAL ENVIRONMENT BASED ON THE ANALYSIS OF THE REQUIREMENTS OF REGIONAL LABOR MARKETS

M.V. Deev<sup>1</sup>, A.G. Finogeev<sup>2</sup>, A.A. Grushevskiy<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Penza State University, Penza, Russia  
<sup>1</sup> miqz@yandex.ru, <sup>2</sup> alexeyfinozeev@gmail.com, <sup>3</sup> sgrushevskii@mail.ru



**Abstract.** *Background.* The penetration of information technologies into all spheres of life, the introduction of distance education methods, open access to information and educational resources has led to the need to introduce and develop a model of convergent education based on the convergence and mutual influence of different areas of training and digital technologies. The article deals with the issues of modernization of the educational process related to the introduction and development of the concept and model of convergent education. *Materials and methods.* The developed model of convergence of educational programs and vacancies of employers in the form of a weighted graph is presented. A graph clustering algorithm based on the modernized Louvain method has been developed. *Results.* The article deals with practical issues of synthesis and development of the concept of convergent education. *Conclusions.* To implement the concept, models and methods for managing convergent processes have been developed based on the synchronization of educational programs, electronic educational resources and the requirements of employers in regional labor markets.

**Keywords:** convergent approach, adaptation, actualization, educational programs, educational content, intelligent educational environment

**Acknowledgements:** the research results were obtained with the financial support of the Russian Science Foundation (RGNF) and the Penza Region (project № 22-21-20100).

**For citation:** Deev M.V., Finogeev A.G., Grushevskiy A.A. Development of the concept of convergent education within the digital educational environment based on the analysis of the requirements of regional labor markets. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society.* 2022;(4):104–123. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2022-4-7

### **Введение**

В связи с возникновением и внедрением концепции четвертой промышленной революции получила широкое распространение цифровизация всех сфер деятельности человека, что стало фактором разработки и развития технологий мобильной, дистанционной, смешанной и электронной подготовки специалистов.

Особенностью современного образовательного процесса является активное применение новых подходов к синтезу и адаптации элементов концепции конвергентного образования.

В настоящий момент основными факторами, определяющими сферы и направления эволюции образования, являются:

а) свободный доступ к информационным и образовательным ресурсам сети Интернет;

б) наличие постоянного и открытого информационного контакта между людьми и сообществами по различным темам;

в) географическая распределенность и анонимность пользователей в сети Интернет;

г) предоставление разнообразных видов консультаций (аудио, видео, презентации) в процессе обучения по программам подготовки;

д) использование платных услуг по выполнению лабораторных, практических, курсовых работ и проектов и т.п.;

е) широкое распространение систем управления обучением, позволяющих проводить обучение, тестирование и аттестацию обучаемых в дистанционном формате;

ж) применение элементов виртуальной и расширенной реальности в образовательном процессе;

з) смещение вектора обучения с восприятия и заучивания информации, отображаемой через вербальные стимулы (текст), на получение и извлечение информации через невербальные стимулы (графический материал);

и) эволюция разработки и применения образовательных ресурсов в плане перехода от бумажных носителей к электронному контенту в образовательной среде;

к) внедрение информационно-телекоммуникационных технологий и средств в образовательный процесс по программам подготовки любых специальностей и направлений;

л) интеллектуализация и цифровизация образования в рамках использования новых информационных и мобильных технологий, виртуальных, расширенных и мультимедийных форм отображения учебного материала и т.д.

Широкое распространение информационно-телекоммуникационных средств в повседневной жизни, активное использование технологий дистанционного образования и открытого доступа к электронным образовательным ресурсам привело к потребности включения компьютерных дисциплин в учебные планы всех направлений подготовки.

Модернизация сферы образования в результате цифровизации является фактором возникновения цифровой трансформации образования [1]. Изменения прежде всего касаются следующих процессов:

а) обеспечения реализации образовательных услуг;

б) создания электронных образовательных ресурсов (ЭОР);

в) синтеза информационно-образовательной среды;

г) внедрения механизмов и технологий дистанционного обучения и тестирования;

д) автоматического управления учебной, административной и организационной формами деятельности учебных заведений;

е) способов взаимодействия преподавательского состава и слушателей;

ж) защиты информации всех субъектов и элементов образовательного процесса и т.д.

Необходимость внедрения и развития концепции конвергентного образования на основе сближения и взаимовлияния педагогических наук и цифровых решений и технологий вызвана актуальными процессами цифровой трансформации в современном обществе, обусловленными, в свою очередь, научно-технологическим прогрессом и потребностями реального сектора экономики в интеллектуальных профессиях.

Таким образом, можно считать процессы сближения учебных программ и ресурсов в информационно-образовательной среде следствием цифровизации образовательного процесса и других сфер жизнедеятельности человека с учетом влияния ранее указанных факторов.

Следует отметить, что методологические и педагогические основания развития конвергентного подхода в образовании базируются на использовании особенностей современного образования, связанных с широким внедрением новых методов и технологий цифровизации и информатизации [2].

С нашей точки зрения, на первый план сегодня должны выходить практические аспекты разработки инструментария для реализации концепции конвергентного образования.

В данном смысле конвергенция обозначает сходимость образовательных программ и компетентностных матриц, электронных учебных материалов, индивидуальных траекторий обучения в информационно-образовательной среде

посредством синхронизации и согласования их жизненных циклов, динамической актуализации согласно требованиям профессиональных и образовательных стандартов, а также работодателей на региональных рынках труда.

В состав модели конвергентного образования входят три базовых компонента:

- 1) модернизация и актуализация;
- 2) синхронизация;
- 3) персонализация.

Для ее реализации требуется открытая образовательная среда, обеспечивающая поддержку управления процессами обучения на основе анализа требований региональных вакансий и стандартов с целью адаптации и актуализации образовательных программ и ресурсов, построения персонализированных траекторий обучения и программ переподготовки и повышения квалификации специалистов.

Информационно-образовательная среда также включает облачное хранилище с поддержкой web-технологий для доступа к ресурсам, систему управления образовательным контентом, систему управления образовательным процессом, мобильное приложение (интеллектуальный ассистент) и т.д. Компоненты среды используются для реализации образовательного процесса, разработки и модернизации программ обучения и электронного образовательного контента. Интеллектуальные механизмы управления процессами конвергенции обеспечивают реакцию системы обучения на меняющиеся требования региональной экономики и позволяют реализовать инновационные подходы для интенсификации процесса подготовки специалистов, например, технологию иммерсионного обучения путем погружения в искусственно созданное образовательное пространство, где можно виртуально воссоздать различные физические объекты и среды, к которым нельзя получить доступ в аудиториях. Такие технологии открывают возможности повышения эффективности процесса обучения и обусловлены следующими факторами:

1. Применение мобильных и web-технологий для обеспечения открытого доступа к образовательному контенту и возможности работы с ним.
2. Использование облачного репозитория электронных образовательных ресурсов.
3. Мониторинг региональных вакансий, требований работодателей и стандартов с целью актуализации и адаптации образовательных программ и материалов.
4. Применение методик и технологий персонализированного образования с возможностью построения индивидуальных траекторий обучения под определенные требования конкретных работодателей.
5. Распространение и развитие технологий самообучения слушателей с применением дистанционных форм обучения, массовых онлайн-курсов, открытых электронных ресурсов, проведением консультаций и аттестаций в режиме онлайн в сети Интернет.
6. Использование средств виртуальной и дополненной реальности в процессе обучения специалистов.

Ранее была предложена иерархическая структура конвергентной модели образования, которая включает пять уровней в зависимости от сферы приложения [3]:

- а) образовательно-технологический уровень для синхронизации технологий обучения и методик преподавания;
- б) учебно-методический уровень для синхронизации образовательных программ и учебно-методического контента;
- в) профессиональный уровень для синхронизации компетентностных моделей различных профессий;
- г) организационный уровень для синхронизации систем управления образовательным процессом в едином информационном пространстве;
- д) социально-когнитивный уровень для синхронизации когнитивных и социальных технологий в целях стимулирования и мотивации обучающихся для самостоятельного обучения в открытой образовательной среде.

### ***Применение модели конвергентного образования в процессе подготовки специалистов***

Причиной перехода к конвергентным моделям образования является научный прогресс с внедрением технологий информатизации, интеллектуализации и цифровизации во все сферы жизни, что добавляет множество возможностей и проблем для системы образования.

В статьях [4, 5] представлены результаты цифровой трансформации образования в плане изменений, произошедших в образовании при использовании цифровых технологий в образовательных целях, с позитивными и негативными последствиями этого процесса. Автор вводит понятие аксиологического подхода к развитию образования в период цифровой трансформации и рассматривает направления развития информатизации образования в данных условиях.

В работе [6] авторы представляют инновационные методы на основе цифровых игр и мобильных технологий, которые интегрируются в традиционную образовательную среду и имеют как положительные аспекты, так и ограничения применимости в традиционном обучении. Разрыв между поколениями преподавателей и обучаемых, вызванный информационной революцией, изменяющимися учебными планами и требованиями инновационной экономики, заставляет разрабатывать новые альтернативные подходы. Основными факторами обучения становятся способность учащихся читать и понимать, а также толерантность к выполнению заданий, а на первый план выходят вопросы, касающиеся внимания, концентрации и мотивации. Новое поколение обучающихся с потребностями в виртуальном и мобильном обучении представляет собой проблему для существующей системы образования, что требует развития новых эффективных методов и форм обучения.

Адаптивный программируемый подход к обучению на основе использования интеллектуального и интерактивного контента с настройкой параметров персонализации для поддержки пользователей рассмотрен в работе [7]. Результаты выполненных эмпирических исследований показали, что обучаемые считают адаптивные системы обучения необходимыми в плане внедрения и распространения прогрессивных и рефлексивных обучающих практик, наличия обратной связи с преподавателями для понимания технологий персонализированного обучения и своих действий в образовательной среде.

Национальный научный фонд США определяет конвергенцию как интеграцию знаний, методов и опыта из разных областей знаний для формиро-

вания инновационных подходов в решении научных задач и социальных проблем. Например, в статьях [8, 9] показано, что так называемая третья революция в области медицины связана прежде всего с конвергенцией наук о жизни, физическо-математических наук, инженерных наук и медицины. В известном журнале *Lancet* опубликована статья [10], в которой отмечается необходимость переосмысления подходов к улучшению здоровья населения с точки зрения конвергенции исследований в различных областях. Авторы исследования показывают, что прогресс в области здоровья населения не может зависеть только от медицинских достижений. Требуется конвергенция научных и методических подходов для оценки влияния на здоровье множества факторов из сфер образования, социальных услуг, экономического развития, окружающей среды, питания, урбанистики, транспорта, энергетики и т.п. Основным выводом статьи является то, что университеты и академические центры должны создать культуру, экосистему и стимулы в плане интеграции соответствующих секторов и создания структур, объединяющих знания из многих дисциплин, для принятия мер по продвижению конвергенции научной и образовательной деятельности.

В настоящее время исследования процессов конвергенции в различных областях развиваются достаточно быстрыми темпами, что создаст ряд проблем и возможностей для образования. В работе [11] рассмотрены вопросы исследования ключевых действий, которые необходимы для развития конвергентного образования, поднятые на семинаре, организованном рядом организаций, таких как Национальный научный фонд США, Организация экономического сотрудничества и развития, Национальные академии наук, инженерии и медицины США и т.д.

В отечественной среде проблемам конвергенции компонент образовательной среды посвящено небольшое число публикаций в отличие от большого количества научных работ за рубежом. Результаты исследований в большинстве публикаций направлены на решение частных практических задач, а концепция конвергенции рассматривается в общетеоретическом концептуальном плане, что подчеркивает актуальность и необходимость исследований в данной области. При этом единого определения концепции конвергентного образования в настоящее время нет.

Например, в работе [12] процесс конвергенции в образовании рассматривается с точки зрения непрерывности перехода от среднего к высшему образованию и перехода от «закрытого» состояния в «открытое». В статье [2] рассмотрены факторы, влияющие на развитие конвергентного образования и обусловленные достижениями, вызовами и рисками современного общества. Обоснованы и представлены теоретико-методологические и научно-педагогические основания становления и развития конвергентного образования, базирующегося на реализации особенностей современного образования, определяющие существенные изменения, происходящие в нем, которые частично и спонтанно уже осуществляются, но практически не имеют позитивных научных решений. Обосновано и сформулировано с научно-педагогической точки зрения определение конвергентного образования. Описаны методологическая, научно-методическая и педагогико-технологическая базы развития конвергентного образования и предложены перспективные фундаментальные исследования его реализации.

В работе [13] конвергенция в образовании определяется как содержание и технологии, несущие признаки сходности со средами, способствующими развитию ребенка. Принципами конвергентности автор считает соответствие природной и социальной сущности человека, адаптации детей к условиям существования в природно-ноосферных и социальных средах. В статьях [14, 15] конвергентный подход рассматривается как интеграция научных знаний в единую систему взглядов и умений и способность применения различных дисциплин при решении практических задач, а также как воспитание целостного и многостороннего специалиста, который способен находить взаимосвязи в разнообразных явлениях. В работе [16] конвергенция представлена в виде проекта, суть которого состоит в формировании междисциплинарной образовательной среды, в которой школьники воспринимают мир как единое целое.

В целом во всех статьях методологическим основанием конвергентного подхода в образовании считается междисциплинарность, в рамках решения научно-практических задач реализуется на пересечении предметных полей различных дисциплин. Междисциплинарность представлена в виде преодоления барьеров, разделяющих разные науки по объекту, предмету и методу, а конвергентная образовательная модель определяется как процесс синтеза комплексных учебных дисциплин, которые объединяют научные знания и технологические достижения на основе общих закономерностей развития естественных наук и NBIC-технологий (нанотехнологий, биотехнологий, информационных и когнитивных технологий).

Конвергенция образовательных систем все чаще становится необходимостью во многих аспектах повседневной жизни. Общее и профессиональное образование должно стремиться к эффективным модальностям конвергенции между традиционно различными дисциплинами. Согласование учебных программ на основе системного мировоззрения стирает барьеры между различными академическими дисциплинами и профессиональными областями. В работах [17–19] процесс конвергенции в образовании представлен как процесс интеграции традиционно различных дисциплин для достижения инновационных целей подготовки специалистов в разных предметных областях. Интеграционные процессы являются реальностью на рынке труда, в профессиональных организациях, занимающихся исследованиями и разработками, а также на университетских факультетах. Для образования предлагается концепция дифференциальной конвергенции с пятью модальностями, которые могут быть реализованы в любой образовательной среде. Модальности определяются посредством теоретических и практических критериев и включают:

- а) внутридисциплинарность, когда при обучении используется комплекс образовательных ресурсов (ОР) одной дисциплины;
- б) мультидисциплинарность, когда используется комплекс ОР из смежных дисциплин;
- в) кроссдисциплинарность, когда используется комплекс схожих частей ОР изучаемой и других дисциплин;
- г) междисциплинарность, когда объединяются комплексы ОР разных дисциплин и методов обучения;
- д) трансдисциплинарность, когда для обучения используется единое образовательное пространство с комплексами ОР дисциплин разных предметных областей.

В работах представлена попытка практической реализации конвергентного подхода в естественнонаучном образовании, представлены инструменты согласования разных дисциплин в рамках модели, показаны преимущества подхода. Конвергенцию моделей обеспечивают предлагаемые системные средства и методы для разработки согласованных учебных планов и использования образовательных материалов.

В отчете [20] авторы утверждают, что конвергенция естественнонаучных дисциплин с математическими, вычислительными, инженерными и социальными является ключевой стратегией для решения сложных задач, поиска инновационных решений в практической сфере жизнедеятельности человека. Однако авторы отмечают, что учебные заведения сталкиваются с отсутствием методических руководств о том, как создавать программы конвергентного образования. Практически нет стратегий решения возникающих проблем при переходе к конвергентной модели и отсутствуют единые механизмы поддержки исследований в области конвергенции образования. В отчете обобщаются подходы разных учебных заведений и предлагаются стратегии для решения практических задач и проблем реализации конвергентного подхода в таких областях, как инфраструктура, подготовка специалистов, повышение квалификации преподавателей и межвузовское партнерство.

В процессе обзора ряда российских и зарубежных публикаций по исследованию проблемы конвергентного образования можно сделать следующий вывод. В основном статьи российских исследователей рассматривают процесс конвергенции в образовании в философском и концептуальном плане, а исследования зарубежных авторов направлены на практические аспекты синтеза конвергентной модели. При этом в практическом плане конвергентный подход рассматривается с точки зрения:

- а) реализации нескольких программ разного содержания при подготовке разностороннего специалиста;
- б) синтеза комплексных программ обучения, соединяющих содержание двух и более дисциплин в рамках новых специальностей;
- в) создания информационно-образовательной среды для реализации программ конвергентного обучения.

### ***Концепция процесса конвергенции в образовании***

Процесс конвергенции в образовании определяется как сходимость образовательных программ, ресурсов, социальных и когнитивных технологий, применяемых для подготовки специалистов разных предметных областей знаний. Когнитивные и социальные технологии представляют систему методов, усиливающих познавательные способности обучаемых при решении практических задач.

Сходимость образовательных программ и учебно-методических материалов разных специальностей обеспечивается сближающимися требованиями профессиональных и образовательных стандартов. В настоящий момент для специалистов различных сфер деятельности требуются знания в области информационных технологий. Сближение программ подготовки определяет необходимость преобразования рабочих программ дисциплин, учебного контента, фондов оценочных средств. Для разных направлений и специальностей выделяются общие разделы и темы, используются схожие модели, методики и технологии обучения. Таким образом, метод конвергенции в плане реализации учебного процесса определяет сближение компетентностных матриц,

получаемых знаний, умений и навыков с учетом потребностей реального сектора экономики и требований работодателей.

Согласно государственным образовательным стандартам по программам высшего образования специалисты получают универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции. Профессиональные компетенции делятся на обязательные и рекомендуемые и определяются на основе государственных профстандартов путем анализа требований рынка труда. Такие требования консолидируют на основе обобщения опыта трудовой деятельности и проведения консультаций с работодателями. Несмотря на большую работу по формированию таких компетенций при составлении государственных образовательных стандартов, существует проблема отставания зафиксированных в стандарте компетенций от актуальных реалий инновационной экономики, когда с появлением новых технологий, оборудования, принципов работы и т.п. появляются новые компетентностные требования, которые не отражены в принятых стандартах.

Поиск новых требований работодателей, выборка и анализ новых компетенций должен происходить в оперативном режиме и оказывать влияние на модернизацию и актуализацию образовательных программ на уровне профессиональной подготовки специалистов. Таким образом, на наш взгляд, государственные образовательные стандарты должны определять только универсальные и общепрофессиональные компетенции и не должны включать профессиональные компетенции. Профессиональные компетенции в модели конвергентного образования должны подбираться не из быстро устаревающих профессиональных стандартов, а добавляться в оперативном режиме по результатам работы системы поиска и анализа требований работодателей на региональных рынках труда. Кроме того, следует учитывать множество факторов, влияющих на требуемые компетенции специалиста, например, появление новых технологий, приборов и материалов, изменение трудовых функций, появление новых специальностей, появление новых и модернизация старых предприятий и т.п. Фактически требуется постоянная актуализация компетентностных требований на региональных рынках труда. Получение актуализированных компетенций приводит к актуализации образовательных программ, далее к актуализации образовательных ресурсов, что определяет жизненные циклы компетентностных моделей, образовательных программ и образовательных ресурсов.

Таким образом, для развития конвергентной модели образования необходим комплекс методов управления жизненными циклами компетентностных требований, образовательных программ и образовательных ресурсов, целью которых является синхронизация и согласование процессов конвергенции, актуализации и персонализации подготовки специалистов на уровне профессиональной подготовки по программам специалитета и магистратуры.

Согласно процессу конвергенции в ходе жизненного цикла (ЖЦ) компетентностных требований образовательных стандартов и работодателей происходит сближение требуемых знаний, умений и навыков, приобретаемых специалистами в рамках собственных уровней квалификации. Анализ государственных стандартов разных поколений подтверждает происходящую конвергенцию образовательных программ, так как число схожих наборов компетенций растет каждый год. ЖЦ компетентностных требований со стороны работодателей в последнее время оказывает все большее влияние на конвергенцию и актуализацию образовательной программы в ходе ее соб-



ственного жизненного цикла. В рамках конвергентного подхода на этапах ЖЦ программы происходит ее актуализация в соответствии с фиксируемыми изменениями компетентностных требований работодателей, включая умения, знания и навыки. На актуализацию ОП в ходе ее ЖЦ кроме требований работодателей оказывают влияние:

- 1) внедрение новых материалов, принципов работы, технологий, оборудования и т.п.;
- 2) появление новых и закрытие устаревших производств и предприятий;
- 3) размещение на рынке труда новых и исчезновение старых профессий, вакансий и рабочих мест;
- 4) недостаток или избыток специалистов конкретных профессий, производств, отраслей в регионе;
- 5) обозначенные в ходе анализа недостатки и недочеты используемых образовательных программ по отношению к региональным особенностям и т.д.

Конвергенция также связана с тем, что для получения требуемых компетенций специалисту часто приходится осваивать дополнительные образовательные программы в рамках своей, смежных или совсем других специальностей. Например, терапевт для приема пациентов в дистанционном формате должен получить компетенции в рамках информационно-телекоммуникационных специальностей. Естественно, что дополнительные программы должны быть синхронизированы и согласованы с программами основной специальности, а также скорректированы с учетом уровня подготовки специалиста и с требованиями работодателей. Для синхронизации и согласования таких образовательных программ была разработана и реализована следующая методика [21, 22] (рис. 1).

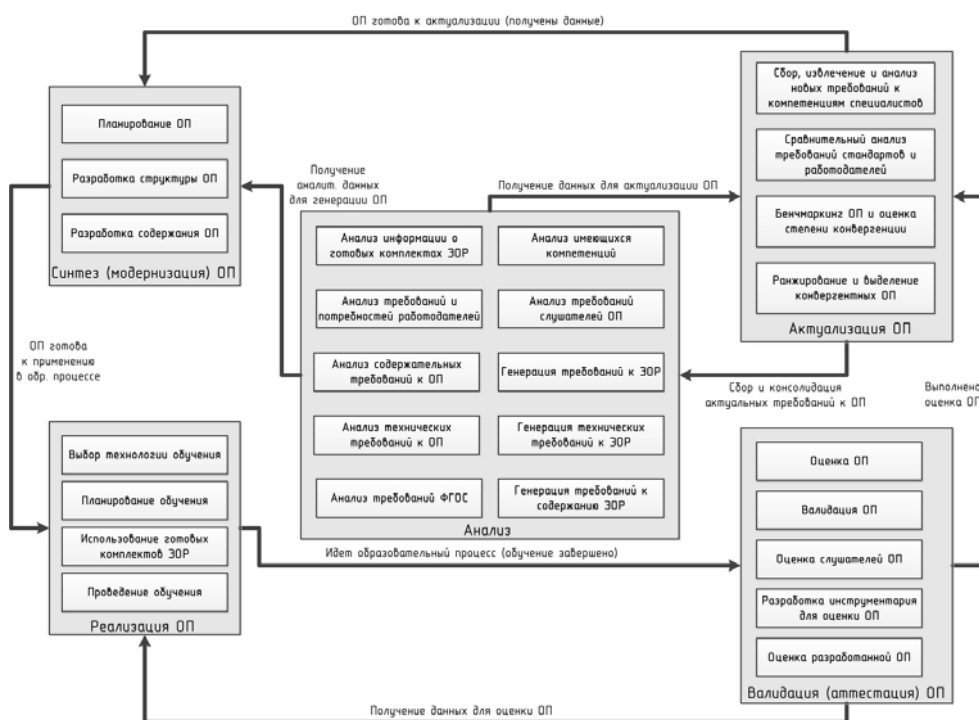


Рис. 1. Методика синхронизации и согласования образовательных программ

### *Графовая модель конвергенции образовательных программ и вакансий работодателей*

Модель конвергенции определяет взаимосвязь между программами подготовки, используемыми учебными заведениями, и актуальными региональными требованиями работодателей к специалистам. Для анализа взаимосвязей и поддержки возможностей обучения квалифицированных и востребованных на рынке труда специалистов разработаны программно-инструментальные средства поиска, сбора и консолидации вакансий из открытых источников сети Интернет для актуализации, адаптации и персонализации образовательных программ [23].

Процесс поиска и анализа объявлений о трудоустройстве в открытых источниках Интернета (сайты поиска работы, биржи труда, фирм и компаний, доски объявлений, базы данных вакансий, соответствующие группы в социальных сетях и мессенджерах, форумы поиска работы и т.п.) выполняется поисковыми роботами. Данные о требованиях работодателей и компетенциях специалистов с геопространственными метками извлекаются из разных источников и консолидируются в хранилище. Для создания модели конвергенции предложен механизм синтеза векторных моделей ключевых слов на основе анализа описания вакансий, содержащих информацию о требуемых компетенциях [24, 25]. Векторная модель описывает компетенции множеством семантически связанных ключевых слов. В работе [22] рассмотрен метод синтеза векторных моделей на основе модифицированного алгоритма Word2Vec с вычислением семплированной логистической функцией потерь в процессе прогнозирования и оптимизации модели обучения. В ходе формирования векторных представлений также используются временные и геопространственные метки с целью задания географической зоны и временных рамок отбора вакансий для анализа. Выбор географической зоны показывает распределение компетенций востребованных специалистов в регионах и позволяет найти ОП учебных заведений в регионах, которые в той или иной степени соответствуют требованиям работодателей, или подтвердить их отсутствие. Анализ временных рамок необходим для оценки целесообразности создания новых или адаптации существующих ОП и ресурсов в выбранном регионе или подготовки специалистов в соседних регионах с учетом прогноза потребностей в специалистах на региональном рынке труда.

Разработанный метод и инструментальные средства также применяются для извлечения данных о компетенциях из образовательных программ, выставленных на сайтах учебных заведений в регионе. В образовательных программах и рабочих программах изучаемых дисциплин представлены готовые компетенции, которые рекомендованы федеральными государственными образовательными стандартами. Однако анализ показал, что большинство таких компетенций имеют обобщенный и неконкретизируемый характер или не вполне соответствующий содержанию программы, в отличие от компетенций, представленных в вакансиях работодателей. В связи с этим для полноты векторной модели компетенций ОП реализована процедура анализа содержания разделов рабочих программ дисциплин, составляющих ОП, и извлечения ключевых слов.

Далее взаимосвязь между векторами слов, полученных из компетентностных требований образовательных программ и вакансий востребованных

специалистов можно представить в виде взвешенного графа с двумя подграфами  $G = (V_1, V_2, E)$ , где  $V_1$  – множество вершин, которые представляют вектора слов компетентностных требований ОП;  $V_2$  – вектора слов работодателей;  $E = \{ \langle \mu(v_i, v_j) / (v_i, v_j) \rangle \}$  – множество ребер с весами  $\mu \in [0, 5; 1]$  (рис. 2).

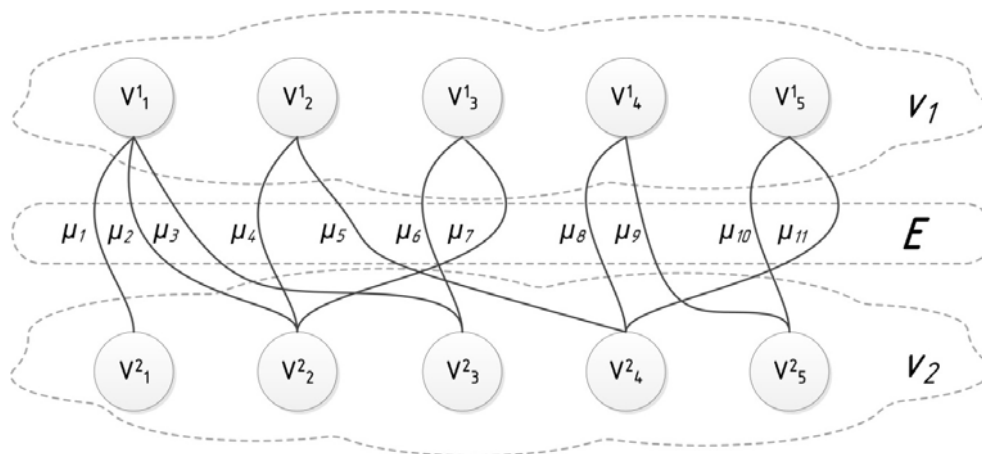


Рис. 2. Взвешенный граф векторов слов

Ребра с весами меньше 0,5 исключаются при синтезе графа, так как на начальном этапе не интересуют образовательные программы, которые готовят специалистов с компетенциями, слабовостребованными в текущий момент времени в выбранном регионе. Однако эти программы могут быть востребованы при новом поиске, при отборе вакансий для другого региона, при разработке новой ОП. Веса ребер представляют нормированную оценку степени сходимости векторов ключевых слов, полученных из компетентностных требований. Подмножество вершин подграфа  $V_1$  формируется посредством извлечения описаний компетенций из ОП и профессиональных стандартов, а также извлечения наборов ключевых слов из содержания тем и разделов рабочих программ дисциплин в составе ОП. Это необходимо, так как обычно описания компетенций, которые добавляются ОП, берутся из федеральных государственных стандартов, где они излагаются обобщенно без конкретизации. А в вакансиях на рынке труда требуемые компетенции чаще всего описаны более подробно и конкретно, что не позволяет установить необходимое соответствие между обобщенными компетенциями ОП и компетенциями востребованного специалиста. Однако это можно сделать, если проанализировать содержание рабочих программ и понять, какие знания, умения и навыки приобретаются специалистом в ходе своего обучения в учебном заведении.

Для синтеза конвергентной модели образовательного процесса необходимо преобразовать граф с целью выделения схожих (конвергентных) образовательных программ и похожих вакансий на региональном рынке труда. Необходимо установить и оценить взаимосвязи между предлагаемыми учебными заведениями ОП и требуемыми вакансиями. Далее в случае наличия сильных связей перейти к рекомендациям по выбору существующей образовательной программы, отбору образовательных ресурсов и синтезу персонализированной траектории по подготовке востребованного специалиста.

В случае отсутствия ОП в регионе необходимо либо расширить зону поиска учебных заведений, которые могут подготовить специалиста требуемой вакансии, либо перейти к разработке новой дополнительной ОП согласно требованиям работодателей.

Для достижения цели на первом этапе необходимо выполнить алгоритм кластеризации графа. По условию задачи входными и выходными данными будет граф, представленный в виде матрицы смежности, с элементами в виде весов ребер. Для кластеризации вершин также задается «критерий схожести», метрическое пространство и функция метрики для каждой пары вершин графа.

Алгоритм кластеризации графа представляет функцию  $F : V \rightarrow V'$ , которая вершинам подграфов  $V_{1i}$  и  $V_{2i}$  ставит в соответствие кластеры  $V'_1$  и  $V'_2$ . Веса ребер  $\mu$  будем считать метрикой расстояния между вершинами. Результатом кластеризации считается граф  $G' = (V'_1, V'_2, E')$ , где  $V'_1$  и  $V'_2$  – подмножества множества кластеров векторов компетенций ОП и векторов компетенций работодателей, связанных ребрами  $E'$  с интегральными весами  $\mu'$ . С математической точки зрения вершины, объединяемые в кластер, должны иметь минимальное среднее внутрикластерное расстояние и максимальное межкластерное. Так как в нашем случае в кластер объединяются вершины с максимальной степенью сходства векторов ключевых слов, процедура минимизации/максимизации расстояний состоит в выборе порогового значения веса  $\mu$  ребра  $e_i$ . При этом ребра с весом больше порогового значения будут объединять вершины одного кластера. В общем случае вершины могут одновременно принадлежать нескольким кластерам, так как разные ОП могут иметь схожие компетентностные вектора.

В качестве базового алгоритма кластеризации в нашем случае был выбран достаточно популярный Лувенский метод (Louvain) [26, 27], который показывает большую точность и превосходит существующие аналоги по вычислительной скорости на сетях с известной структурой, к которым относятся большие графовые модели, как в нашем случае.

В основе алгоритма лежит определение оптимизации коэффициента модульности кластеров вершин. Коэффициент модульности в оригинальном алгоритме представляет собой плотность ребер внутри кластера в диапазоне  $[-1, 1]$  в сравнении с количеством межкластерных ребер. Фактически модульность – это сумма весов ребер, инцидентных вершине внутри кластера, за минусом суммы весов ребер вершины, связанных с вершинами других кластеров. В нашем случае при определении коэффициента модульности учитываются только веса ребер, которые больше заданного порогового значения. Ребра с меньшими весами, чем пороговое значение, не учитываются при кластеризации. При этом величина порога подбирается итерационно, в зависимости от размеров получаемых кластеров. Первоначально задается величина 0,75 и, если в результате получается большее число вырожденных кластеров (вырожденными считаются кластеры с одной вершиной), то порог снижается на 0,05, и, наоборот, если все вершины попадают в один кластер, то порог увеличивается на 0,05 и процесс кластеризации повторяется. Алгоритм заканчивает работу при нахождении оптимального числа невырожденных кластеров.

Значение коэффициента модульности рассчитывается как

$$M = \frac{1}{2r} \sum_{i,j} \left[ \mu_{i,j} - \frac{\sum \mu_{e_i} \sum \mu_{e_j}}{2r} \right] \delta(c_i, c_j), \quad (1)$$

где  $M$  – модульность;  $r$  – сумма весов ребер подграфа ( $r > p$ ), которые имеют веса больше заданного порога  $p$ ;  $\mu_{i,j}$  – вес ребра между вершинами  $i$  и  $j$ , которые могут объединиться в кластер ( $\mu_{i,j} > p$ ),  $\mu_{e_i}$  и  $\mu_{e_j}$  – веса ребер  $e_i$  и  $e_j$ , инцидентных вершинам  $i$  и  $j$  ( $\mu_{e_i} > p, \mu_{e_j} > p$ ),  $c_i, c_j$  – кластеры с вершинами  $i$  и  $j$ ,  $\delta(c_i, c_j)$  – дельта Кронекера – индикатор равенства кластеров ( $\delta(c_i, c_j) = 1$ , если  $c_i = c_j$ , если нет – 0).

Коэффициент модульности отдельного кластера определяется как

$$M_c = \frac{\sum_{i=1}^n \mu_i^c}{2r} - \left( \frac{\sum_{i=1}^k (\mu_i^c + \mu_i^o)}{2r} \right)^2, \quad (2)$$

где  $M_c$  – модульность кластера;  $\mu_i^c$  – вес внутрикластерного ребра, больший порога ( $\mu > p$ );  $\mu_i^o$  – вес межкластерного ребра, больший порога ( $\mu > p$ );  $n$  – число внутрикластерных ребер;  $k$  – общее число ребер, инцидентных всем вершинам кластера.

В алгоритме можно выделить основные стадии:

1. На первой стадии выполняется поиск локальных кластеров минимальных размеров с оптимальным значением функции модульности. Каждой вершине присваивается номер своего кластера и рассчитывается модульность кластеров.

2. Выбирается произвольный кластер, из которого вершина переставляется по очереди в каждый соседний кластер. После перестановки подсчитывается изменение коэффициента модульности  $\Delta M$  до и после перестановки вершины и выбирается кластер с наибольшим изменением модульности  $\max \Delta M > 0$ , в котором закрепляется переставленная вершина. Если ни одна из перестановок не увеличивает модулярность, то вершина остается в том же кластере. Данный пункт повторяется, пока изменения коэффициента не останутся неизменными.

3. Граф с кластерами преобразуется в мультиграф. Вершины кластеров объединяются в одну с преобразованием ребер между ними в петли, а кратные ребра между полученными вершинами заменяются одним. Новые веса петель и ребер пересчитываются как среднее арифметическое из весов старых ребер.

4. Пункты 2 и 3 повторяются, пока не будет достигнута оптимальная величина коэффициента модульности (когда изменений модульности больше не будет происходить).

Алгоритм Лувена использован в нашем случае в качестве функции оптимизации при определении сходимости компетентностных матриц образовательных программ и работодателей на региональных рынках труда. Математическая процедура объединения вершин графа демонстрирует процесс конвергенции образовательных программ разных специальностей и существующих вакансий на рынках труда, что позволяет выполнять оперативный мониторинг списка востребованных профессий и квалификаций специалистов. При этом число кластеров векторов компетенций образовательных программ и векторов компетенций из вакансий заранее жестко не определяется

и может меняться в процессе кластеризации. Ограничениями в нашем случае являются величины весов ребер, которыми можно варьировать, изменяя тем самым количество конвергентных ОП и вакансий работодателей.

### **Выводы**

Проникновение цифровизации во все виды деятельности человека и широкое внедрение интеллектуальных технологий в производственной сфере приводят к использованию и развитию конвергентной модели образования, что означает применение механизмов управления процессами конвергенции, включающих методы, методики и средства актуализации, адаптации, синхронизации образовательных программ и контента с требованиями стандартов, работодателей и условий региональных рынков труда.

В статье рассмотрены практические вопросы синтеза и развития концепции конвергентного образования. Для реализации концепции разработаны модели и методы управления конвергентными процессами на основе синхронизации образовательных программ, электронных образовательных ресурсов и требований работодателей на региональных рынках труда. Отличительной чертой конвергентного подхода является способность образовательных программ и ресурсов к адаптивной настройке под требования стандартов и работодателей.

Аналитический обзор российских и зарубежных публикаций по проблеме конвергентного образования показал, что исследования российских авторов в основном касаются методологических, педагогических, философских и концептуальных вопросов, в то время как исследования зарубежных авторов направлены на практические аспекты синтеза и использования конвергентной модели. Данные аспекты касаются:

- а) реализации нескольких программ разного содержания при подготовке разностороннего специалиста;
- б) синтеза комплексных программ обучения, объединяющих несколько дисциплин для подготовки специалистов в разных предметных областях;
- в) создания информационно-образовательной среды для реализации программ конвергентного обучения.

Это подтверждает актуальность представленных в статье исследований, так как они представляют научно-методический подход к реализации концепции конвергентного образования. Разработанные модели и методы можно оценить с точки зрения ряда следующих критериев:

- а) актуальность и применимость для предметной области. Исследования показали актуальность и применимость модели конвергентного образования с использованием разработанных моделей и методов для анализа компетентностных матриц ОП и работодателей и синтеза актуализированных программ подготовки специалистов и консолидированного образовательного контента на базе решения задач кластеризации взвешенных нечетких графов;
- б) реализуемость метода на практике. Функциональность разработанных методов позволяет их реализовать на базе языка Python, где уже есть разработанные соответствующие библиотеки с рабочими модулями кластеризации и выделения изоморфных подграфов;
- в) эффективность предложенного метода кластеризации. Преимуществами разработанного метода являются снижение размерности за счет пред-

варительного исключения ребер, показывающих «слабую» взаимосвязь вершин, кластеризацию вершин только с «сильными» связями и весами больше порогового значения. При этом величина порога может динамически меняться в зависимости от результата кластеризации. Также предложенный метод не требует четкого задания количества кластеров на начальном этапе;

г) производительность. Представленные алгоритмы являются эффективными с вычислительной сложностью в лучшем случае  $O(n)$  затрат и в худшем случае со сложностью порядка  $O(m \log(n))$ , где  $n$  – число вершин и  $m$  – число ребер в графе. Есть ряд недостатков, например, проблемой при работе алгоритма кластеризации являются попытки объединения кластеров с минимальным числом вершин в один даже при неоптимальном коэффициенте модульности.

В процессе исследований разработан подход к синтезу механизмов управления конвергентными процессами в открытой образовательной среде. Для сбора и консолидации исходных данных реализован метод мониторинга региональных рынков труда и предоставляемых образовательных услуг в регионах. Мониторинг регионального рынка труда базируется на автоматизированном сборе и консолидации информации о существующих вакансиях в регионах, извлечения данных о востребованных компетенциях специалистов. Далее применяются технологии интеллектуального анализа полученных данных для моделирования изменений в требуемых компетенциях с целью актуализации и синхронизации образовательных программ и ресурсов, адаптации персонализированных траекторий подготовки специалистов.

Использование персонализированного подхода к обучению в конвергентной образовательной среде обеспечивает возможность подготовки квалифицированных и востребованных на рынке труда специалистов.

Результаты исследования применяются для разработки и построения интеллектуальной информационно-образовательной среды (Smart Education Environment) с механизмами поддержки процессов обучения на основе анализа региональных вакансий с целью актуализации образовательного контента и программ обучения, согласования моделей их жизненных циклов, настройки и персонализации траекторий обучения специалистов. В состав архитектуры цифровой образовательной среды входит комплекс программно-инструментальных средств управления компонентами информационным пространством вуза, обеспечивается поддержка технологий мобильного, облачного и смешанного обучения.

### *Список литературы*

1. Роберт И. В. Развитие информатизации образования в условиях цифровой трансформации // Педагогика. 2022. Т. 86, № 1. С. 40–50.
2. Роберт И. В. Конвергентное образование: истоки и перспективы // Наука о человеке: гуманитарные исследования. 2018. № 2. С. 64–76. URL: <https://rucont.ru/efd/661257> (дата обращения: 14.07.2022).
3. Деев М. В., Гамидуллаева Л. А., Финогеев А. Г., Финогеев А. А. Конвергентный подход к актуализации образовательных программ и контента для развития экосистемы образования в условиях перехода к цифровой экономике // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2020. № 3. С. 84–101. doi:10.21685/2227-8486-2020-3-8

4. Роберт И. В. Развитие аксиологии образования периода цифровой трансформации // Человеческий капитал. 2021. Т. 2, № 12. С. 9–14.
5. Роберт И. В. Развитие образования в условиях цифровой парадигмы в контексте аксиологического подхода // Мир психологии. 2021. № 1-2. С. 89–103.
6. Sipos K., Karoly B. The opportunities of the digital education. 2021. P. 224–229.
7. Vesin B., Mangaroska K., Giannakos M. Learning in smart environments: user-centered design and analytics of an adaptive learning system // Smart Learning Environments. 2018. Vol. 5. doi:10.1186/s40561-018-0071-0
8. Chang J., Wong S., Newcomb R., Hafliger P. The Third Revolution in Medicine—the Convergence of Life Sciences with Physical Sciences, Mathematics, and Engineering // IEEE Circuits and Systems Magazine. 2012. № 12. P. 4–7. doi:10.1109/MCAS.2012.2206989
9. Sharp P., Hockfield S. Convergence: The future of health // Science. 2017. Vol. 355. P. 589. doi:10.1126/science.aam8563
10. Dzau V. J., Balatbat C. A. Reimagining population health as convergence science // Lancet. 2018. Vol. 392. P. 367–368. doi:10.1016/S0140-6736(18)31372-2
11. Herr D., Akbar B., Brummet J. [et al.]. Convergence education—an international perspective // Journal of Nanoparticle Research. 2019. Vol. 21. doi:10.1007/s11051-019-4638-7
12. Борисенко О. А., Джу С. The convergence of system in Russian education modernization // Политика, государство и право. 2014. № 12. URL: <https://politika.snauka.ru/2014/12/2134> (дата обращения: 26.01.2022).
13. Куркин Е. И. Современным детям – конвергентное образование // Образовательная политика. 2011. № 3. С. 45–52.
14. Свечкарев В. П. Конвергентное образование на основе когнитивных технологий // Инженерный вестник Дона. 2015. № 1. URL: [www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1p2y2015/2887](http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1p2y2015/2887) (дата обращения: 09.07.2022).
15. Свечкарев В. П., Фролова А. С., Гура О. Р., Рязанова Я. Я. Конвергентное образование: социальный аспект // Инженерный вестник Дона. 2015. № 1. URL: [www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3543](http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3543) (дата обращения: 09.07.2022).
16. Капранов В. К., Капранова М. Н. Конвергенция образования // Все для администратора школы! 2016. № 3. С. 2–3.
17. Halloun I. Differential Convergence Education from Pluridisciplinarity to Transdisciplinarity. 2020.
18. Halloun I. Model-based convergence in science education in the framework of Systemic Cognition and Education. 2020.
19. Deev M., Gamidullaeva L., Finogeev A. [et al.]. The Convergence Model of Education for Sustainability in the Transition to Digital Economy // Sustainability. 2021. Vol. 13, № 20. P. 11441. doi:10.3390/su132011441
20. DeSimone J., Galitski T., Gentile J. [et al.]. Convergence: Facilitating Transdisciplinary Integration of Life Sciences, Physical Sciences, Engineering, and Beyond. 2014. doi:10.17226/18722
21. Деев М. В., Финогеев А. Г., Финогеев А. А., Гамидуллаева Л. А. Модели и методики актуализации образовательных программ и контента в рамках построения интеллектуальных образовательных систем // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2020. № 4. С. 9–20.
22. Деев М. В., Финогеев А. Г., Финогеев А. А., Гамидуллаева Л. А. Методика оценки сходимости образовательного контента для конвергентной модели обучения // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 11-2. С. 360–364. URL: <http://top-technologies.ru/ru/article/view?id=38388> (дата обращения: 09.07.2022).
23. Deev M., Finogeev A., Gamidullaeva L. [et al.]. Tools for Convergence, Actualization and Personalizing Educational Programs and Content // Creativity in Intelligent Technologies and Data Science / ed. by A. G. Kravets, M. Shcherbakov, D. Parygin, P. P. Groumpos. Springer, Cham, 2021. Vol. 1448. doi:10.1007/978-3-030-87034-8\_35



24. Dwivedi V., Shrivastava M. Beyond Word2Vec: Embedding Words and Phrases in Same Vector Space // Conference: International Conference on Natural Language Processing (ICON). Kolkata, India, 2017.
25. Mikolov T., Sutskever I., Chen K. [et al.]. Distributed Representations of Words and Phrases and their Compositionality // Neural Information Processing Systems. 2013. Vol. 29.
26. Blondel V. D., Guillaume J.-L., Lambiotte R., Lefebvre E. Fast unfolding of communities in large networks // Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment. 2008. Vol. 10. P. 10008. doi:10.1088/1742-5468/2008/10/P10008
27. Lancichinetti A., Fortunato S. Benchmarks for testing community detection algorithms on directed and weighted graphs with overlapping communities // Physical Review. 2009. Vol. 80 (1).

### *References*

1. Robert I.V. Development of informatization of education in the conditions of digital transformation. *Pedagogika = Pedagogy*. 2022;86(1):40–50. (In Russ.)
2. Robert I.V. Convergent education: origins and prospects. *Nauka o cheloveke: gumanitarnye issledovaniya = Science of man: Humanitarian studies*. 2018;(2):64–76. (In Russ.). Available at: <https://rucont.ru/efd/661257> (accessed 14.07.2022).
3. Deev M.V., Gamidullaeva L.A., Finogeev A.G., Finogeev A.A. Convergent approach to updating educational programs and content for the development of the ecosystem of education in the transition to the digital economy. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2020;(3):84–101. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2020-3-8
4. Robert I.V. Development of the axiology of education in the period of digital transformation. *Chelovecheskiy kapital = Human capital*. 2021;2(12):9–14.
5. Robert I.V. The development of education in the digital paradigm in the context of the axiological approach. *Mir psikhologii = The world of psychology*. 2021;(1-2):89–103. (In Russ.)
6. Sipos K., Karoly B. *The opportunities of the digital education*. 2021:224–229.
7. Vesin B., Mangaroska K., Giannakos M. Learning in smart environments: user-centered design and analytics of an adaptive learning system. *Smart Learning Environments*. 2018;5. doi:10.1186/s40561-018-0071-0
8. Chang J., Wong S., Newcomb R., Hafliger P. The Third Revolution in Medicine—the Convergence of Life Sciences with Physical Sciences, Mathematics, and Engineering. *IEEE Circuits and Systems Magazine*. 2012;(12):4–7. doi:10.1109/MCAS.2012.2206989
9. Sharp P., Hockfield S. Convergence: The future of health. *Science*. 2017;355:589. doi:10.1126/science.aam8563
10. Dzau V.J., Balatbat C.A. Reimagining population health as convergence science. *Lancet*. 2018;392:367–368. doi:10.1016/S0140-6736(18)31372-2
11. Herr D., Akbar B., Brummet J. et al. Convergence education—an international perspective. *Journal of Nanoparticle Research*. 2019;21. doi:10.1007/s11051-019-4638-7
12. Borisenko O.A., Dzhu S. The convergence of system in Russian education modernization. *Politika, gosudarstvo i pravo = Politics, state and law*. 2014;(12). Available at: <https://politika.snauka.ru/2014/12/2134> (accessed 26.01.2022).
13. Kurkin E.I. Modern children – convergent education. *Obrazovatel'naya politika = Educational policy*. 2011;(3):45–52. (In Russ.)
14. Svechkarev V.P. Convergent education based on cognitive technologies. *Inzhenernyy vestnik Dona = Engineering Bulletin of the Don*. 2015;(1). (In Russ.). Available at: [www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1p2y2015/2887](http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1p2y2015/2887) (accessed 09.07.2022).

15. Svechkarev V.P., Frolova A.S., Gura O.R., Ryazanova Ya.Ya. Convergent education: social aspect. *Inzhenernyy vestnik Dona = Engineering Bulletin of the Don*. 2015;(1). (In Russ.). Available at: [www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3543](http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3543) (accessed 09.07.2022).
16. Kapranov V.K., Kapranova M.N. Convergence of education. *Vse dlya administratora shkoly! = Everything for the school administrator!* 2016;(3):2–3. (In Russ.)
17. Halloun I. *Differential Convergence Education from Pluridisciplinarity to Transdisciplinarity*. 2020.
18. Halloun I. *Model-based convergence in science education in the framework of Systemic Cognition and Education*. 2020.
19. Deev M., Gamidullaeva L., Finogeev A. et al. The Convergence Model of Education for Sustainability in the Transition to Digital Economy. *Sustainability*. 2021;13(20):11441. doi:10.3390/su132011441
20. DeSimone J., Galitski T., Gentile J. et al. *Convergence: Facilitating Transdisciplinary Integration of Life Sciences, Physical Sciences, Engineering, and Beyond*. 2014. doi:10.17226/18722
21. Deev M.V., Finogeev A.G., Finogeev A.A., Gamidullaeva L.A. Models and methods of updating educational programs and content within the framework of building intelligent educational systems. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii = Caspian Journal: management and high technologies*. 2020;(4):9–20. (In Russ.)
22. Deev M.V., Finogeev A.G., Finogeev A.A., Gamidullaeva L.A. Methodology for assessing the convergence of educational content for a convergent learning model. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii = Modern high-tech technologies*. 2020; (11-2):360–364. (In Russ.). Available at: <http://top-technologies.ru/ru/article/view?id=38388> (accessed 09.07.2022).
23. Deev M., Finogeev A., Gamidullaeva L. et al. Tools for Convergence, Actualization and Personalizing Educational Programs and Content. *Creativity in Intelligent Technologies and Data Science / ed. by A.G. Kravets, M. Shcherbakov, D. Parygin, P.P. Groumpos*. Springer, Cham, 2021;1448. doi:10.1007/978-3-030-87034-8\_35
24. Dwivedi V., Shrivastava M. Beyond Word2Vec: Embedding Words and Phrases in Same Vector Space. *Conference: International Conference on Natural Language Processing (ICON)*. Kolkata, India, 2017.
25. Mikolov T., Sutskever I., Chen K. et al. Distributed Representations of Words and Phrases and their Compositionality. *Neural Information Processing Systems*. 2013;29.
26. Blondel V.D., Guillaume J.-L., Lambiotte R., Lefebvre E. Fast unfolding of communities in large networks. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*. 2008;10:10008. doi:10.1088/1742-5468/2008/10/P10008
27. Lancichinetti A., Fortunato S. Benchmarks for testing community detection algorithms on directed and weighted graphs with overlapping communities. *Physical Review*. 2009;80(1).

#### *Информация об авторах / Information about the authors*

**Михаил Викторович Деев**

кандидат технических наук,  
заместитель начальника отдела  
программирования и администрирования  
образовательных ресурсов  
Центра мультимедийных технологий  
и онлайн-обучения,  
Пензенский государственный университет  
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)  
E-mail: miqz@yandex.ru

**Mikhail V. Deev**

Candidate of technical sciences,  
deputy head of the department  
of programming and administration  
of educational resources  
of the center for multimedia technologies  
and online learning,  
Penza State University  
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

**Алексей Германович Финогеев**

доктор технических наук, профессор,  
профессор кафедры систем  
автоматизированного проектирования,  
Пензенский государственный университет  
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)  
E-mail: alexeyfinogeev@gmail.com

**Aleksey G. Finogeev**

Doctor of technical sciences, professor,  
professor of the sub-department  
of computer-aided design systems,  
Penza State University  
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

**Александр Анатольевич Грушевский**

программист отдела программирования  
и администрирования образовательных  
ресурсов Центра мультимедийных  
технологий и онлайн-обучения,  
Пензенский государственный университет  
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)  
E-mail: sgrushevskii@mail.ru

**Aleksandr A. Grushevskiy**

Programmer of the department  
of programming and administration  
of educational resources  
of the center for multimedia technologies  
and online learning,  
Penza State University  
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /  
The authors declare no conflicts of interests.**

**Поступила в редакцию/Received 31.08.2022**

**Поступила после рецензирования/Revised 27.10.2022**

**Принята к публикации/Accepted 30.11.2022**

## ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ ЧЕЛОВЕКА

**О. Е. Безбородова**

Пензенский государственный университет, Пенза, Россия  
oxana243@yandex.ru

**Аннотация.** *Актуальность и цели.* Связь между состоянием территориальной техносферы и экологическим благополучием человека уже очевидна для всех. Чем интенсивнее воздействие объектов территориальной техносферы на биосферу, тем больше угроза экологическому благополучию человека. Но большинство современных исследований направлены на изучение влияния загрязняющих веществ на отдельные природные системы и не учитывают синергический эффект их комплексного воздействия. *Материалы и методы.* Предлагаются система и способ обработки измерительной информации для оценки состояния территориальной техносферы как многопараметрического объекта, позволяющий оценить вклад каждого воздействия в итоговый индекс свертывания. *Результаты.* Результаты такого анализа важны для установления приоритетов осуществления природоохранных мероприятий и обеспечения экологического благополучия человека. *Выводы.* Предложенный способ обработки измерительной информации позволяет провести анализ состояния территориальной техносферы по совокупности экологических аспектов и характеризующих их критериев и по итоговому индексу свертывания оценить экологическое благополучие человека, а также на основе метода анализа иерархий выявить наиболее значимые экологические аспекты для осуществления природоохранных мероприятий.

**Ключевые слова:** экологический мониторинг, методы контроля, управление безопасностью, измеряемые параметры, весовые коэффициенты

**Для цитирования:** Безбородова О. Е. Информационно-измерительная система для оценки экологического благополучия человека // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2022. № 4. С. 124–137. doi:10.21685/2227-8486-2022-4-8

## INFORMATION-MEASURING SYSTEM FOR ASSESSING HUMAN ENVIRONMENTAL WELL-BEING

**O.E. Bezborodova**

Penza State University, Penza, Russia  
oxana243@yandex.ru

**Abstract.** *Background.* The connection between the state of the territorial technosphere and the ecological well-being of a person is already obvious to everyone. The more intense the impact of the objects of the territorial technosphere on the biosphere, the greater the threat to the ecological well-being of man. But most of the current studies are aimed at studying the impact of pollutants on individual natural systems and do not take into account the synergistic effect of their complex impact. *Materials and methods.* A system and a

© Безбородова О. Е., 2022. Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 License / This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

method for processing measurement information are proposed to assess the state of the territorial technosphere as a multi-parameter object, which makes it possible to evaluate the contribution of each impact to the final coagulation index. *Results.* The results of such an analysis are important for setting priorities for the implementation of environmental protection measures and ensuring the ecological well-being of a person. *Conclusions.* The proposed method for processing measurement information makes it possible to analyze the state of the territorial technosphere by the totality of environmental aspects and the criteria characterizing them and by the final coagulation index to assess the environmental well-being of a person, as well as, based on the method of analyzing hierarchies, to identify the most significant environmental aspects for the implementation of environmental protection measures.

**Keywords:** environmental monitoring, control methods, safety management, measured parameters, weight coefficients

**For citation:** Bezborodova O.E. Information-measuring system for assessing human environmental well-being. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society.* 2022;(4):124–137. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2022-4-8

### **Введение**

Необходимость контроля и оценки состояния территориальной техносферы как совокупности подсистем различных уровней: биосферы, социума и техногенных объектов [1], сегодня не вызывает сомнений. Под оценкой состояния территориальной техносферы или входящих в ее состав подсистем автор понимает оценку степени опасности измененной биосферы для нормальной жизнедеятельности человека.

Состояние территориальной техносферы как многопараметрического объекта может быть оценено через воздействующие на ее подсистемы аспекты. Интенсивность аспектов сейчас чрезвычайно высока. Причем воздействие каждого из них может быть меньше предельно допустимого значения (ПДЗ), но их синергический эффект может быть значительным. Доказанным синергическим эффектом суммации обладают загрязняющие вещества (ЗВ), например, ацетон и фенол, сернистый газ и фенол, сернистый газ и сероводород. В связи с этим для оценки состояния территориальной техносферы необходимо использовать не просто ПДЗ отдельных аспектов, а вводить параметры, учитывающие их синергическое взаимодействие в биосфере. Такое воздействие в настоящее время учитывается при гигиеническом нормировании только ЗВ отдельно по подсистемам биосферы (атмосфера, гидросфера, литосфера), что не позволяет комплексно оценивать воздействие измененной биосферы на человека.

Автором предлагается система оценки состояния территориальной техносферы как многопараметрического объекта на основе измерительной информации, позволяющей учесть вклад каждого воздействия в итоговый индекс свертывания. Этот индекс характеризует состояние территориальной техносферы с учетом действующих аспектов и анализируемых критериев и позволяет, используя метод анализа иерархий, определить весовые коэффициенты для каждого аспекта. Предлагаемая система позволит расширить функциональные возможности существующих информационно-измерительных систем за счет применения цифровых методов интегральных сверток чисел.

Исследование проведено с использованием комплексного экосистемного подхода и методов анализа и синтеза, группировки и обобщения.

### ***Материалы и методы***

Обзор методов контроля и показателей комплексной оценки природных многопараметрических объектов приведен в [2]. В работе проведен анализ и классификация показателей комплексной оценки природных многопараметрических объектов, указаны противоречия и недостатки существующих концепций комплексной оценки. Особо отмечено, что оценка проводится либо по отдельным подсистемам биосферы, либо по отдельным природным объектам.

В ряде работ [3–9] для каждой исследуемой подсистемы биосферы используют обобщающие коэффициенты – индексы качества, отражающие ее состояние. При объединении частных параметров в обобщенный индекс каждому из них присваивается вес, соответствующий значимости ЗВ (класс опасности в среде, объем образования).

В работах [10, 11] один многопараметрический объект характеризуют несколько индексов, что неудобно для однозначного принятия решения. В связи с этим очевидно, что для практического применения в новых информационно-измерительных системах необходимо разрабатывать и внедрять новые методы более глубокого свертывания информации, учитывающие комплексное техногенное воздействие. Такие методы целесообразно разрабатывать и для свертывания совокупности параметров, характеризующих территориальную техносферу, и для системы индексов, отражающих состояние исследуемого объекта через общие для различных многопараметрических объектов параметры.

Примерами таких работ являются [12–14]. В них предложены способы осуществления комплексного мониторинга состояния многопараметрического объекта, процессов и систем по разнородной измерительной информации. Недостатками указанных работ являются значительные затраты времени на фиксацию изменения состояния многопараметрического объекта по отклонениям его параметров от допусков, невозможность его использования при одновременном возникновении чрезвычайной ситуации более чем на одном структурном элементе, не обеспечивается одновременное отображение результатов допусковой оценки значений каждого из всей совокупности контролируемых разнородных параметров многопараметрического объекта, что приводит к недостаточной точности оценки состояния многопараметрического объекта. В свою очередь, недостаточная точность оценки состояния многопараметрического объекта приводит к ошибочному выбору управляющих воздействий на параметры объекта. Анализ показал почти полное отсутствие теоретического и практического материала, содержащего комплексные исследования и многопараметрический анализ и оценку состояния территориальной техносферы.

В предлагаемой автором системе использован алгоритм обработки информации (измерительной, нормативно-правовой и пр.) для оценки состояния территориальной техносферы, представленный на рис. 1.

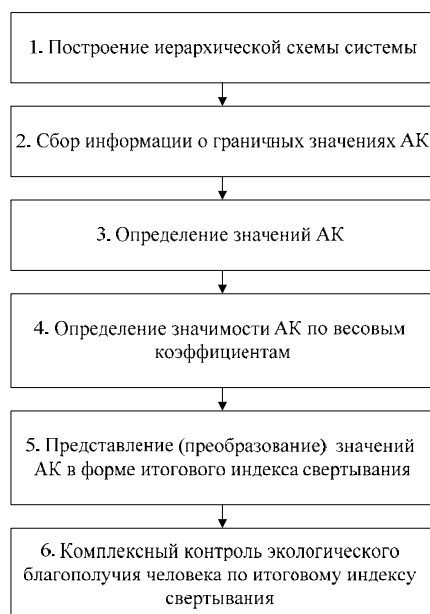


Рис. 1. Алгоритм оценки экологического благополучия человека

Алгоритм включает построение иерархической схемы территориальной техносферы, сбор информации о граничных значениях анализируемых критериев для каждого экологического аспекта, определение значений анализируемых критериев и их значимости по весовым коэффициентам (ВК), преобразование значений анализируемых критериев в итоговый индекс свертывания, комплексный контроль экологического благополучия человека по итоговому индексу свертывания. Такой алгоритм может быть реализован с использованием агентных технологий [15].

Для определения фактических значений анализируемых критериев автором предложена информационно-измерительная система для экологического благополучия человека – система комплексного контроля состояния многопараметрического объекта по разнородной информации [16] (рис. 2).

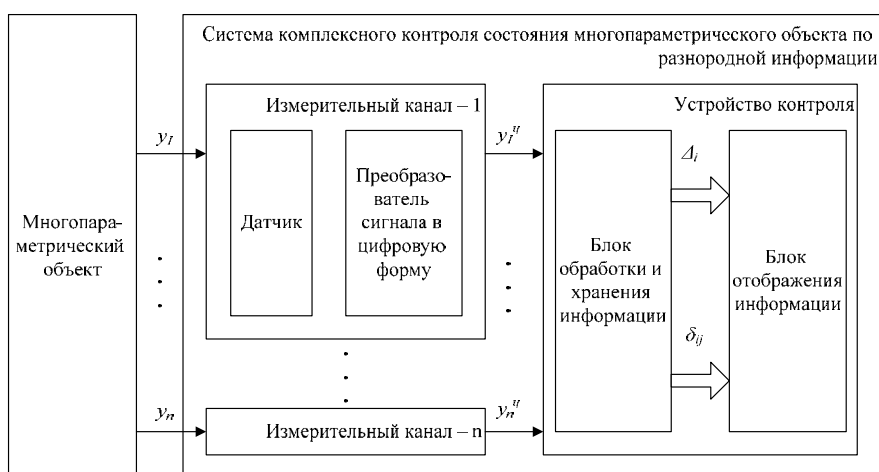


Рис. 2. Система комплексного контроля состояния многопараметрического объекта по разнородной информации

Территориальная техносфера – это система, которую по определенным признакам можно разделить на подсистемы. В свою очередь, эти подсистемы состоят из более мелких подсистем одного уровня. При дальнейшем делении получаем подсистемы более низкого уровня. Иерархия системы – это структура с наличием подчиненности, т.е. связей, имеющих различный вес между подсистемами. Число уровней, число подсистем каждого уровня может быть различным, но подсистемы, входящие в одну систему, должны выполнять все функции этой системы.

Иерархическая структура системы – это графическое представление системы в виде перевернутого дерева, где каждая подсистема зависит от одной или более выше расположенных подсистем. Древовидная структура иерархии наиболее проста для анализа и реализации. В ней удобно выделять иерархические уровни: подсистемы  $n$ -х уровней, формируемые ими аспекты и критерии, характеризующие эти аспекты. Вершиной иерархии в иерархической структуре системы является главная цель или проблема, требующая детального исследования; элементы самого нижнего уровня – совокупность разнородных критериев, от значений которых зависит достижение цели (решение проблемы); элементы промежуточных уровней соответствуют аспектам, которые связывают цель (решение проблемы) с критериями.

После построения иерархии определяют приоритеты (значимость) критериев и аспектов в структуре системы и подсистемы. Приоритеты – это ВК элементов на каждом уровне. Чем больше приоритет, тем более значимым является соответствующий ему аспект или критерий.

Иерархическая структура территориальной техносферы основана на предположении, что территориальную техносферу можно разделить на подсистемы нескольких уровней, которые взаимосвязаны между собой. Каждая подсистема находится под влиянием соседних и оказывает влияние на них. Это влияние описывается аспектами, в данном случае экологическими, являющимися результатами функционирования подсистем, взаимодействующих с подсистемой-биосферой и изменяющих ее состояние.

Влияние экологического аспекта на подсистему-биосферу оценивается по разнородным анализируемым критериям, различным по природе происхождения (физические, химические, биологические и пр.), но способным к проявлению синергии.

Для каждого экологического аспекта формируют перечень анализируемых критериев, каждый из которых должен быть необходим, а все анализируемые критерии вместе должны быть достаточны для описания состояния биосферы.

Подсистемами первого уровня в территориальной техносфере являются биосфера, объект техносферы и человек как часть социума. При оценке степени опасности измененной биосферы для нормальной жизнедеятельности человека анализируем подсистемы второго уровня, атмосферу, гидросферу и литосферу по совокупности экологических аспектов и анализируемых критериев.

Иерархическая структура системы территориальной техносферы для анализа экологического благополучия человека приведена на рис. 3.



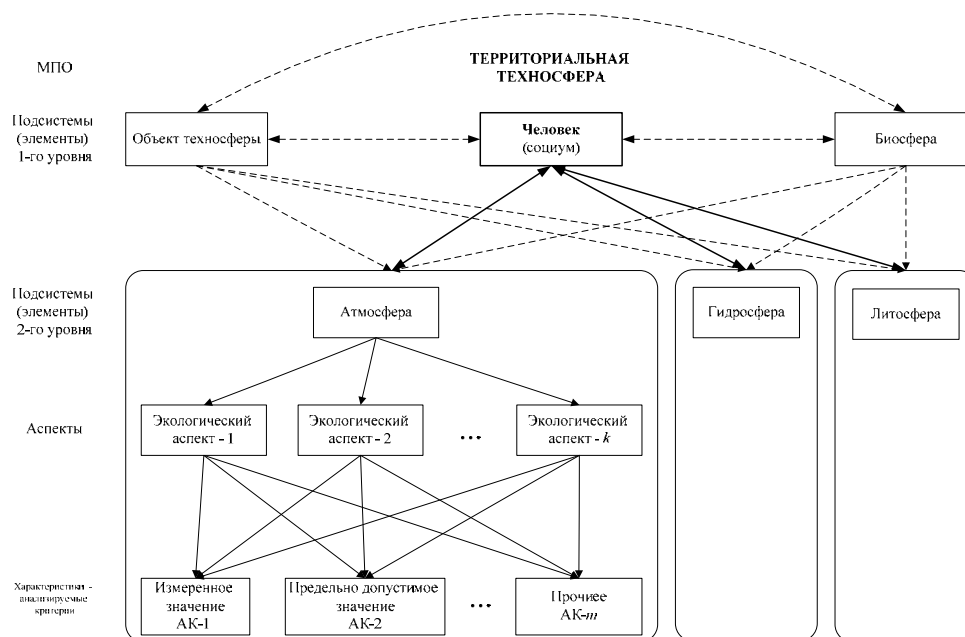


Рис. 3. Иерархическая структурная схема экологического благополучия человека

Результатом иерархического анализа является перечень анализируемых критериев, которые по воздействию на подсистемы можно разделить на группы:

- анализируемые критерии, увеличение значений которых приводит к улучшению состояния подсистем (нормируется минимально допустимое значение, например, содержание кислорода в воде);
- анализируемые критерии, увеличение значений которых приводит к его ухудшению (нормируется максимально допустимое значение, например, содержание ЗВ в среде).

Для оценки значимости экологического аспекта по нормативным правовым актам определяют количественные характеристики анализируемых критериев, характеризующие воздействие анализируемого экологического аспекта на человека, среду, особенности взаимодействия с другими экологическими аспектами, и устанавливают граничные значения.

Так как анализируемые критерии имеют различные единицы измерения, для дальнейшего анализа и сравнения их необходимо перевести в безразмерные единицы. Для этого введем понятие «признак соответствия допустимым значениям  $\delta_i$ », т.е. условие и параметр его отражающий, по которому можно судить о соответствии объекта требованиям нормативных правовых актов. Признаки соответствия допустимым значениям для каждой группы анализируемых критериев устанавливаются следующим образом.

Для анализируемых критериев нормируемым:

- по минимально допустимым значениям:

$$\delta_m = \frac{C_{m \min PV}}{C_{m \text{ act}}}; \quad (1)$$

– по максимально допустимым значениям:

$$\delta_m = \frac{C_{m \text{ act}}}{C_{m \text{ max PV}}}, \quad (2)$$

где  $C_{m \text{ act}}$  – измеренное или рассчитанное значение анализируемого критерия;  $C_{m \text{ min PV}}$  – значение нижней границы анализируемого критерия при нормировании по минимально допустимым значениям;  $C_{m \text{ max PV}}$  – значение верхней границы анализируемого критерия при нормировании по максимально допустимым значениям, установленным по нормативным правовым актам или исходя из иных требований.

Исходя из формул (1) и (2), если признак соответствия допустимым значениям  $\delta_m \geq 1$ , то фактическое значение анализируемого критерия не соответствует норме; если признак соответствия допустимым значениям  $\delta_m < 1$ , то фактическое значение анализируемого критерия соответствует норме. Графическое представление признаков соответствия допустимым значениям для различных анализируемых критериев приведено на рис. 4.

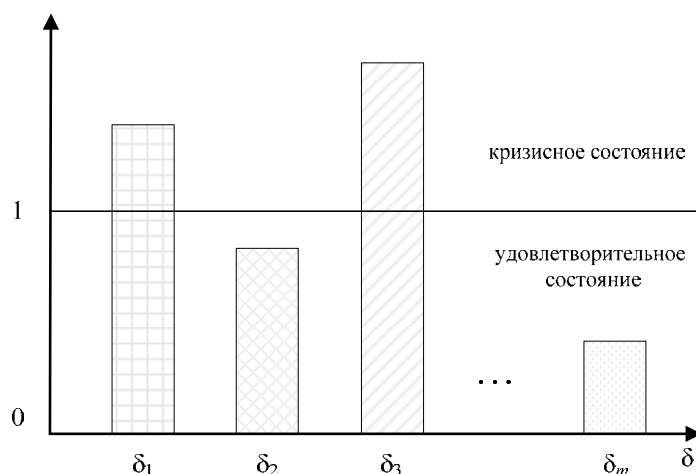


Рис. 4. Результаты анализа признаков соответствия допустимым значениям для различных анализируемых критериев

Преодоление «проклятия размерности» с использованием формул (1) и (2) позволяет сравнивать различные по природе происхождения экологические аспекты относительно ПДЗ, но не позволяет учесть их физико-химические особенности. Для этого определяют значимость каждого экологического аспекта в форме весового коэффициента методом анализа иерархий. Метод анализа иерархий эффективен при оценке многопараметрического объекта, когда количество анализируемых критериев более 5 ( $m > 5$ ) [17].

Сущность метода анализа иерархий применительно к оценке территориальной техносферы состоит в следующем.

Имеется цель – оценить состояние территориальной техносферы в данный момент времени и совокупность экологических аспектов и анализируемых критериев, которые характеризуют это состояние.

Для каждого  $k$ -го экологического аспекта значения анализируемых критериев, определенные по формулам (1) или (2), попарно сравниваются

между собой, и определяется относительная степень важности каждого анализируемого критерия в паре:

$$a_{ij}^m = \frac{a_i^m}{a_j^m}, \quad (3)$$

где  $a_i^m$  – значения анализируемых критериев записанные в строке матрицы  $n$ -го уровня;  $a_j^m$  – значения анализируемых критериев записанные в столбце матрицы  $n$ -го уровня.

Результаты представляют в форме матрицы  $n$ -го уровня. Элементами такой матрицы являются коэффициенты попарного сравнения значений  $m$ -го анализируемого критерия, причем  $i$  – номер анализируемого критерия в строке матрицы, а  $j$  – номер анализируемого критерия в строке матрицы в столбце матрицы:

$$A_m^k = \begin{bmatrix} 1 & a_{12}^m & \cdots & a_{1j}^m \\ 1/a_{12}^m & 1 & \cdots & a_{2j}^m \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ 1/a_{1j}^m & 1/a_{2j}^m & \cdots & 1 \end{bmatrix}. \quad (4)$$

Для каждой строки матрицы определяем среднее геометрическое значение по формуле:

$$B_i^m = \sqrt[k]{\prod_{i=1}^k a_{ij}^m}, \quad (5)$$

которые затем суммируем:

$$B_{\Sigma}^m = \sum_{i=1}^k B_i^m. \quad (6)$$

Затем вычисляем весовой коэффициент по  $m$ -му анализируемому критерию:

$$W_i^m = \frac{B_i^m}{B_{\Sigma}^m}. \quad (7)$$

Аналогичным способом, путем попарного сравнения, для каждого анализируемого критерия рассчитывают и формируют матрицы  $n+1$  значений весовых коэффициентов, на основе которых определяется степень соответствия каждого весового коэффициента каждому из анализируемых критериев.

На основе полученных весовых коэффициентов строим матрицу уровня  $n+1$ , в которой размещаем для каждого экологического аспекта весовые коэффициенты, рассчитанные для каждого анализируемого критерия.

Определяя среднее арифметическое значение весовых коэффициентов по строкам, получаем весовой коэффициент экологического аспекта для цели анализа:

$$W_k = \frac{\sum_{i=1}^m W_i^m}{m}. \quad (8)$$

В дальнейшем с учетом весового коэффициента каждого анализируемого критерия определяется его вклад в формирование текущего состояния территориальной техносферы через итоговый индекс свертывания  $\Delta$  :

$$\Delta = \sqrt{\sum_{i=1}^k W_k \delta_i^2} . \quad (9)$$

Оценку экологического благополучия человека на основе итогового индекса свертывания проводим по шкале экологического благополучия человека с учетом итогового индекса свертывания, определенного по формулам (1)–(9) (табл. 1).

Таблица 1

Шкала экологического благополучия человека

Подсистема/состояние		Удовлетворительное	Кризисное
Человек, его экологическое благополучие	Качественное описание	Угроза жизни и здоровью отсутствует	Возникает угроза жизни и здоровью
	Итоговый индекс свертывания	0–1	более 1

### Результаты

По приведенной методике проведена оценка экологического благополучия человека в территориальной техносфере, в состав которой входит промышленное предприятие, где постоянно ведется комплексный мониторинг. Среди экологических аспектов наибольший интерес представляют содержание аммиака, водорода хлористого, кислоты уксусной в воздухе населенного пункта и уровень шума на границе жилой застройки. Для каждого из экологического аспекта (ЭА) определены фактические значения анализируемых критериев (АК) и по данным нормативных правовых актов установлены ПДЗ для воздуха населенного пункта, значения которых приведены в табл. 2.

Таблица 2

Исходные данные

АК/ЭА	Шум ( $X_1$ )	Аммиак ( $X_2$ )	Водород хлористый ( $X_3$ )	Кислота уксусная ( $X_4$ )
Фактические значения АК в среде, $C_{mact}$ , (дБА <sup>*</sup> , мг/м <sup>3**</sup> )	54 <sup>*</sup>	0,16 <sup>**</sup>	0,05 <sup>**</sup>	0,07 <sup>**</sup>
Предельно допустимые значения АК в среде (ПДУ <sup>*</sup> , ПДК <sub>с.сут.</sub> <sup>**</sup> ), $C_{mPV}$ , (дБА <sup>*</sup> , мг/м <sup>3**</sup> )	50 <sup>*</sup> [18]	0,04 <sup>**</sup> [19]	0,02 <sup>**</sup> [19]	0,06 <sup>**</sup> [19]
$\delta_m$	1,08	4	2,5	1,17
Класс (условий труда <sup>*</sup> , опасности ЗВ в среде <sup>**</sup> (I, II, III, IV)), $K_k$	III <sup>*</sup> [20]	IV <sup>**</sup> [19]	II <sup>**</sup> [19]	III <sup>**</sup> [19]
Значение верхней границы АК, $C_{mmaxPV}$ , (дБА <sup>*</sup> , мг/м <sup>3**</sup> )	35	0,028	0,014	0,042
Значение нижней границы АК, $C_{minPV}$ , (дБА <sup>*</sup> , мг/м <sup>3**</sup> )	0	0	0	0

Значения верхней границы для всех анализируемых критериев установлены на уровне 70 % от ПДЗ (см. табл. 2).

На основании данных табл. 2 и в соответствии с формулами (1) и (2) определяем значения показателя соответствия  $\delta_i$  для каждого анализируемого критерия (табл. 3).

Таблица 3

## Результаты расчетов

АК	Шум ( $X_1$ )	Аммиак ( $X_2$ )	Водород хлористый ( $X_3$ )	Кислота уксусная ( $X_4$ )
$W_i^1$	0,13	0,53	0,31	0,03
$W_i^2$	0,19	0,59	0,03	0,19
$W_k$	0,16	0,56	0,17	0,11
Приоритет по ВК	3	1	2	4

Проведя расчет по формулам (1), (2), (5)–(7), строим матрицу 1-го уровня для АК-1 «Признак соответствия допустимым значениям» (табл. 4).

Таблица 4

## Результаты расчета для АК-1. Признак соответствия допустимым значениям

АК-1	$\delta_1$	$\delta_2$	$\delta_3$	$\delta_4$	$B_i^1$	$W_i^1$
$\delta_1$	1	0,27	0,43	0,92	0,027	0,005
$\delta_2$	3,7	1	1,6	3,42	5,06	0,86
$\delta_3$	2,31	0,63	1	2,14	0,78	0,13
$\delta_4$	1,08	0,29	0,47	1	0,036	0,006
$B_{\Sigma j}^1$					5,903	1

Строим матрицу так же для АК-2 «Класс условий труда (опасности ЗВ в среде) (I, II, III, IV)» (табл 5).

Таблица 5

## Результаты расчета для АК-2.

## Класс (условий труда, опасности ЗВ в среде (I, II, III, IV))

АК-2	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$B_i^2$	$W_i^2$
$K_1$	1	0,75	1,5	1	0,28	0,19
$K_2$	1,33	1	2	1,33	0,88	0,59
$K_3$	0,66	0,5	1	0,66	0,05	0,03
$K_4$	1	0,75	1,5	1	0,28	0,19
$B_{\Sigma j}^2$					1,49	1

Далее на основании табл. 4 и 5 заполняется «Итоговая матрица 2-го уровня» и по формуле (8) проводится расчет весовых коэффициентов для каждого экологического аспекта (табл. 6).

Таблица 6

Итоговая матрица 2-го уровня

ЭА/ВК	$W_i^1$	$W_i^2$	$W_k$	Приоритет по ВК
$X_1$	0,005	0,19	0,0975	3
$X_2$	0,86	0,59	0,725	1
$X_3$	0,13	0,03	0,08	4
$X_4$	0,006	0,19	0,098	2
$\Sigma$	1	1	1	–

Далее по формуле (9) определяем итоговый индекс свертывания:

$$\Delta = \sqrt{0,0975 \cdot 1,08^2 + 0,725 \cdot 4^2 + 0,08 \cdot 2,5^2 + 0,098 \cdot 1,17^2} = 3,51.$$

### **Обсуждение результатов**

Полученные весовые коэффициенты и рассчитанный итоговый индекс свертывания позволяют сделать вывод, что значимость экологических аспектов распределяется следующим образом: наиболее опасным является аммиак (и далее по убыванию опасности), кислота уксусная, шум, водород хлористый. При установке приоритетов для разработки, финансирования и осуществления мероприятий, направленных на обеспечение экологического благополучия человека, необходимо, прежде всего, обратить внимание на источники выбросов аммиака.

### **Выводы**

Таким образом, предложенная информационно-измерительная система позволяет провести анализ состояния территориальной техносферы по совокупности экологических аспектов и характеризующих их критериев и по итоговому индексу свертывания оценить экологическое благополучие человека, а также выявить наиболее значимые экологические аспекты для осуществления природоохранных мероприятий.

### **Список литературы**

1. Bezborodova O., Bodin O., Polosin V. Territorial Technosphere as Managed Dynamic System // IOP Conference Series Materials Science and Engineering. 2018. № 451 (1). doi:10.1088/1757-899X/451/1/012189
2. Дмитриев В. В. Определение интегрального показателя состояния природного объекта как сложной системы // Общество. Среда. Развитие (Terra Humana). 2009. № 4. С. 146–165.
3. Shull D. R., Smith Z. M., Selckmann G. M. Development of a benthic multimetric index for large semi-recoverable rivers in the Mid-Atlantic region of the United States // Environ Monitoring and Assess. 2019. Vol. 191. P. 22. doi:10.1007/s10661-018-7153-x

4. Sarupria M., Manjare S. D., Girap M. Environmental impact assessment studies for the mining industry in Goa, India, using a new approach // *Environ Monitoring and Assess.* 2019. Vol. 191. P. 18. doi:10.1007/s10661-018-7135-z
5. Pandey L. K., Lavoie I., Morin S. [et al.]. To multimediaphoto index to assess the toxicity of fluvial water // *Environ Monitoring and Assess.* 2019. Vol. 191. P. 112. doi:10.1007/s10661-019-7234-5
6. Kükreer S., Mutlu E. Surface water quality assessment using water quality index and multivariate statistical analysis in lake Saraiduzu, Turkey // *Environ Monitoring and Assess.* 2019. Vol. 191. P. 71. doi:10.1007/s10661-019-7197-6
7. Dutta S., Dwivedi A., Suresh K. M. Use of water quality index and multivariate statistical methods to estimate spatial changes in the water quality of a small river // *Environ Monitoring and Assess.* 2018. Vol. 190. P. 718. doi:10.1007/s10661-018-7100-x
8. Eguren G., Rivas-Rivera N., García C. [et al.]. Water quality index for agricultural systems in North-West Uruguay // *Environ Monitoring and Assess.* 2018. Vol. 190. P. 710. doi:10.1007/s10661-018-7090-8
9. Monforte P., Ragusa M. A. Air pollution assessment in the Mediterranean region by air quality index // *Environ Monitoring and Assess.* 2018. Vol. 190. P. 625. doi:10.1007/s10661-018-7006-7
10. Емельянова В. П., Данилова Г. Н., Колесникова Т. Ч. Обзор методов оценки качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям // *Гидрохимические материалы.* 1982. Т. 81. С. 121–131.
11. Пинигин М. А. О понятии «характер комбинированного действия» как основе гигиенической оценки // *Гигиена и санитария.* 1986. № 1. С. 48–50.
12. Патент 2459245 РФ. Способ комплексного управления состоянием многопараметрического объекта на основе различной информации / Джундигов Е. Т. ; заяв. № 2011106222/08 ; утв. 17.02.2011 ; опубл. 20.08.2012, Бюл. № 23.
13. Патент 2574083 РФ. Комплексный мониторинг состояния динамических объектов и систем / Белов А. Н. ; заяв. № 2014108537/03 ; утв. 06.03.2014 ; опубл. 20.09.2015, Бюл. № 26.
14. Порошин А. А., Искалин В. И., Сорокин В. А., Козырев Е. В. Метод оценки деятельности организации (на примере органов государственного пожарного надзора МЧС России) // *Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе.* 2022. № 3. С. 126–139. doi:10.21685/2227-8486-2022-3-8
15. Кислицын Е. В., Гоголин В. В. Имитационное моделирование экологической ситуации в мегаполисе // *Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе.* 2021. № 1. С. 92–106. doi:10.21685/2227-8486-2021-1-8
16. Патент 2719467 РФ. Способ и система комплексного контроля состояния многопараметрического объекта по разнородной информации / Баранов В. А., Безбородова О. Е., Бодин О. Н. [и др.] ; заявл. 11.11.2019 ; опубл. 17.04.2020, Бюл. № 11. 44 с.
17. Саати Т. Принятие решений. Метод иерархического анализа. М. : Радио и связь, 1999. 278 с.
18. Санитарные нормативы СБ 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» (утв. постановлением Госсанэпиднадзора РФ от 31.10.1996 № 36).
19. Санитарные нормативы ГС 2.1.6.3492-17 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в воздухе городских и сельских населенных пунктов» (утв. постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 22.12.2017 № 165).
20. Классификатор вредных и (или) опасных производственных факторов (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 24.12.2014 № 33т).

### References

1. Bezborodova O., Bodin O., Polosin V. Territorial Technosphere as Managed Dynamic System. *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*. 2018;(451). doi:10.1088/1757-899X/451/1/012189
2. Dmitriev V.V. Definition of an integral indicator of the state of a natural object as a complex system. *Obshchestvo. Sreda. Razvitie (Terra Humana) = Society. Wednesday. Development (Terra Humana)*. 2009;(4):146–165. (In Russ.)
3. Shull D.R., Smith Z.M., Selckmann G.M. Development of a benthic multimetric index for large semi-recoverable rivers in the Mid-Atlantic region of the United States. *Environ Monitoring and Assess.* 2019;191:22. doi:10.1007/s10661-018-7153-x
4. Sarupria M., Manjare S.D., Girap M. Environmental impact assessment studies for the mining industry in Goa, India, using a new approach. *Environ Monitoring and Assess.* 2019;191:18. doi:10.1007/s10661-018-7135-z
5. Pandey L.K., Lavoie I., Morin S. et al. To multimediaphoto index to assess the toxicity of fluvial water. *Environ Monitoring and Assess.* 2019;191:112. doi:10.1007/s10661-019-7234-5
6. Kükrer S., Mutlu E. Surface water quality assessment using water quality index and multivariate statistical analysis in lake Saraiduzu, Turkey. *Environ Monitoring and Assess.* 2019;191:71. doi:10.1007/s10661-019-7197-6
7. Dutta S., Dwivedi A., Suresh K.M. Use of water quality index and multivariate statistical methods to estimate spatial changes in the water quality of a small river. *Environ Monitoring and Assess.* 2018;190:718. doi:10.1007/s10661-018-7100-x
8. Eguren G., Rivas-Rivera N., García C. et al. Water quality index for agricultural systems in North-West Uruguay. *Environ Monitoring and Assess.* 2018;190:710. doi:10.1007/s10661-018-7090-8
9. Monforte P., Ragusa M.A. Air pollution assessment in the Mediterranean region by air quality index. *Environ Monitoring and Assess.* 2018;190:625. doi:10.1007/s10661-018-7006-7
10. Emel'yanova V.P., Danilova G.N., Kolesnikova T.Ch. Review of methods for assessing the quality of surface waters by hydrochemical indicators. *Gidrokhimicheskie materialy = Hydrochemical materials*. 1982;81:121–131. (In Russ.)
11. Pinigin M.A. On the concept of "character of combined action" as the basis of hygienic assessment. *Gigiena i sanitariya = Hygiene and sanitation*. 1986;(1):48–50. (In Russ.)
12. Patent 2459245 Russian Federation. *Sposob kompleksnogo upravleniya sostoyaniem mnogoparametricheskogo ob"ekta na osnove razlichnoy informatsii = A method of complex control of the state of a multiparametric object based on various information*. Dzhundikov E.T.; appl. № 2011106222/08; appr. 17.02.2011; publ. 20.08.2012, Bull. № 23. (In Russ.)
13. Patent 2574083 Russian Federation. *Kompleksnyy monitoring sostoyaniya dinamicheskikh ob"ektov i sistem = Comprehensive monitoring of the state of dynamic objects and systems*. Belov A.N.; appl. № 2014108537/03; appr. 06.03.2014; publ. 20.09.2015, Bull. № 26. (In Russ.)
14. Poroshin A.A., Iskalin V.I., Sorokin V.A., Kozyrev E.V. Method of assessing the activity of an organization (on the example of state fire supervision bodies of the Ministry of Emergency Situations of Russia). *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2022;(3):126–139. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2022-3-8
15. Kislitsyn E.V., Gogulin V.V. Simulation modeling of ecological situation in megapolis. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2021;(1):92–106. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2021-1-8



16. Patent 2719467 Russian Federation. *Sposob i sistema kompleksnogo kontrolya sostoyaniya mnogoparametricheskogo ob"ekta po raznorodnoy informatsii = Method and system of complex control of the state of a multiparametric object based on heterogeneous information*. Baranov V.A., Bezborodova O.E., Bodin O.N. et al.; appl. 11.11.2019; publ. 17.04.2020, Bull. № 11. 44 p. (In Russ.)
17. Saati T. *Prinyatie resheniy. Metod ierarkhicheskogo analiza = Decision-making. Method of hierarchical analysis*. Moscow: Radio i svyaz', 1999:278. (In Russ.)
18. *Sanitarnye normativy SB 2.2.4/2.1.8.562-96 «Shum na rabochikh mestakh, v pomeshcheniyakh zhilykh, obshchestvennykh zdaniy i na territorii zhiloy zastroyki» (utv. postanovleniem Gossanepidnadzora RF ot 31.10.1996 № 36) = Sanitary standards of the SB 2.2.4/2.1.8.562-96 "Noise at workplaces, in the premises of residential, public buildings and on the territory of residential development" (approved by Resolution of the State Sanitary and Epidemiological Supervision of the Russian Federation No. 36 dated 31.10.1996)*. (In Russ.)
19. *Sanitarnye normativy GS 2.1.6.3492-17 «Predel'no dopustimye kontsentratsii (PDK) zagryaznyayushchikh veshchestv v vozdukh gorodskikh i sel'skikh naseleennykh punktov» (utv. postanovleniem Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha Rossiyskoy Federatsii ot 22.12.2017 № 165) = Sanitary Standards GS 2.1.6.3492-17 "Maximum permissible concentrations (MPC) of pollutants in the air of urban and rural settlements" (approved by Resolution No. 165 of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation dated 22.12.2017)*. (In Russ.)
20. *Klassifikator vrednykh i (ili) opasnykh proizvodstvennykh faktorov (utv. prikazom Ministerstva truda i sotsial'noy zashchity Rossiyskoy Federatsii ot 24.12.2014 № 33t) = Classifier of harmful and (or) hazardous production factors (approved by the Ministry of Labor and Social protection of the Russian Federation dated December 24, 2014 No. 33t)*. (In Russ.)

#### ***Информация об авторах / Information about the authors***

**Оксана Евгеньевна Безбородова**

кандидат технических наук, доцент,  
заведующий кафедрой  
техносферной безопасности,  
Пензенский государственный университет  
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)  
E-mail: oxana243@yandex.ru

**Oksana E. Bezborodova**

Candidate of technical sciences,  
associate professor,  
head of the sub-department  
of technosphere safety,  
Penza State University  
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /  
The authors declare no conflicts of interests.**

**Поступила в редакцию/Received 27.05.2022**

**Поступила после рецензирования/Revised 26.09.2022**

**Принята к публикации/Accepted 21.10.2022**

## АНАЛИЗ ЛИЧНОСТНЫХ ФАКТОРОВ, ОКАЗЫВАЮЩИХ ВЛИЯНИЕ НА ТРУДОЗАТРАТЫ СОТРУДНИКОВ НАДЗОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЧС РОССИИ

**Г. Н. Лахвицкий<sup>1</sup>, М. Д. Павликова<sup>2</sup>,  
К. Г. Бурлаченко<sup>3</sup>, С. В. Репин<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Главное управление МЧС России по Нижегородской области,  
Нижний Новгород, Россия

<sup>2</sup> Волжский государственный университет водного транспорта,  
Нижний Новгород, Россия

<sup>3, 4</sup> Академия государственной противопожарной службы Министерства  
Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям  
и ликвидации последствий стихийных бедствий, Москва, Россия

<sup>1</sup> egor70288@mail.ru, <sup>2</sup> pavlikova9797@mail.ru,

<sup>3</sup> ksenia\_burlachenko@mail.ru, <sup>4</sup> repin52@yandex.ru

**Аннотация.** *Актуальность и цели.* В работе поднимается проблема недостаточной обеспеченности подразделений надзорной деятельности МЧС России инспекторским составом, а также личностные факторы, оказывающие влияние на трудозатраты. *Материалы и методы.* Для определения уровня влияния личностных факторов на трудозатраты при проведении плановых проверок применены эконометрические методы (опрос, дисперсионный и корреляционный анализ). *Результаты.* Определены уровень корреляции между временем проведения контрольного (надзорного) мероприятия и такими личностными факторами, как: специальность, количество высших образований и стаж службы в органах федерального государственного пожарного надзора. *Выводы.* Результаты исследования позволят прогнозировать трудозатраты на проведение проверок различными категориями сотрудников, а также могут быть положены в основу методики расчета оптимального количества контрольных (надзорных) мероприятий.

**Ключевые слова:** пожарный надзор, контроль, трудозатраты, проверки, факторы трудозатрат

**Для цитирования:** Лахвицкий Г. Н., Павликова М. Д., Бурлаченко К. Г., Репин С. В. Анализ личностных факторов, оказывающих влияние на трудозатраты сотрудников надзорной деятельности МЧС России // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2022. № 4. С. 138–149. doi:10.21685/2227-8486-2022-4-9

## ANALYSIS OF PERSONAL FACTORS INFLUENCING THE LABOR COSTS OF EMPLOYEES OF THE SUPERVISORY ACTIVITIES OF THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS OF RUSSIA

**G.N. Lakhvitsky<sup>1</sup>, M.D. Pavlikova<sup>2</sup>,  
K.G. Burlachenko<sup>3</sup>, S.V. Repin<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Main Directorate of the Ministry of Emergency Situations of Russia  
for the Nizhny Novgorod region, Nizhny Novgorod, Russia

<sup>2</sup> Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

<sup>3, 4</sup> State Fire Academy of the Ministry of Russian Federation for Civil Defense,  
Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, Moscow, Russia

<sup>1</sup> egor70288@mail.ru, <sup>2</sup> pavlikova9797@mail.ru,

<sup>3</sup> ksenia\_burlachenko@mail.ru, <sup>4</sup> repin52@yandex.ru

**Abstract.** *Background.* The paper raises the problem of insufficient provision of supervision units of the Ministry of Emergency Situations of Russia with an inspection staff, as well as personal factors that affect labor costs. *Materials and methods.* Econometric methods (survey, variance and correlation analysis) were used to determine the level of influence of personal factors on labor costs during routine inspections. *Results.* The level of correlation between the time of the control (supervisory) event and such personal factors as: specialty, number of higher educations and service experience in the federal state fire supervision bodies is determined. *Conclusions.* The results of the study will make it possible to predict the labor costs for conducting inspections by various categories of employees, and can also be used as the basis for calculating the optimal number of control (supervisory) measures.

**Keywords:** fire supervision, control, labor costs, inspections, labor cost factors

**For citation:** Lakhvitsky G.N., Pavlikova M.D., Burlachenko K.G., Repin S.V. Analysis of personal factors influencing the labor costs of employees of the supervisory activities of the Ministry of Emergency Situations of Russia. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society.* 2022;(4):138–149. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2022-4-9

### **Введение**

Контрольная (надзорная) деятельность призвана обеспечивать необходимый уровень безопасности граждан, а также повышение качества продукции, не оказывая чрезмерного давления на производителей<sup>1</sup>. В конечном итоге от эффективности надзора зависит уровень жизни (за счет снижения контролируемых рисков) и экономическое благосостояние общества (за счет снижения административного давления и снижения издержек).

Реформа контрольно-надзорной деятельности<sup>2</sup>, декларирующая в качестве основных целей снижение уровня ущерба жизни и здоровью граждан и административной нагрузки на 50 %, снижение уровня материального ущерба по контролируемым видам риска на 30 % и рост индекса качества администрирования контрольно-надзорных функций в два раза, привела к тому, что количество проводимых контрольных (надзорных) мероприятий никак не связано с количеством контролируемых лиц и их распределением по категориям риска.

Реализация программы предусматривает в том числе разработку показателей результативности и эффективности. В последние годы опубликовано множество работ, формулирующих методы определения эффективности надзора с точки зрения бизнеса [1, 2] и граждан [3]. Несмотря на комплексный подход в формулировках оценки в указанных работах не оценивается состояние самих надзорных органов, а именно их обеспеченность инспекторским составом, во взаимосвязи с количеством поднадзорных субъектов.

Динамика изменения количества объектов надзора (находящихся в ведении надзорных органов МЧС России), оптимального<sup>3</sup> числа плановых про-

<sup>1</sup> О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации : федер. закон № 248-ФЗ от 31.07.2020. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_358750/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358750/) (дата обращения: 07.06.2022).

<sup>2</sup> Паспорт приоритетной программы «Реформа контрольной и надзорной деятельности» (приложение к протоколу президиума Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и приоритетным проектам от 21.12.2016 № 12). URL: <https://base.garant.ru/71682144/> (дата обращения: 15.06.2022).

<sup>3</sup> Под оптимальным количеством плановых проверок понимается их равномерное распределение по годам, рассчитываемое до введения риск-ориентированного подхода (2011–2016) делением общего количества объектов на 3 (периодичность плановых проверок 1 раз в 3 года); после введения риск-ориентированного подхода (с 2017 г. по настоящее время) – делением количества объектов каждой категории риска на установленную периодичность.

верок (далее – ПП), количества фактически проведенных плановых проверок представлена на рис. 1. Анализ данных диаграммы позволяет выдвинуть предположение о наличии тенденции к снижению количества проверок при внедрении риск-ориентированного подхода.

Так, оптимальное число плановых проверок в 2017 г. по сравнению с 2016 г. уменьшилось на 169 тыс. проверок, а к 2021 г. снижено на 304 тыс. При этом уровень корреляции между числом объектов надзора и количеством проведенных ПП за период с 2011 по 2016 г. находится на низком уровне (0,268), а с 2017 г. по настоящее время (исключая статистические данные 2020 г. в связи с мораторием на проведение проверок) – на высоком (0,911).

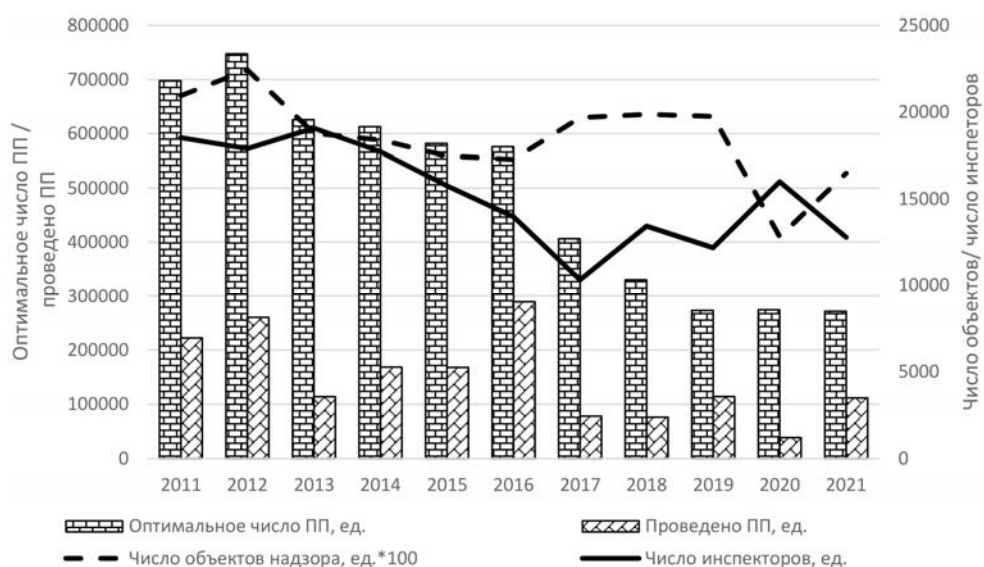


Рис. 1. Динамика числа объектов, инспекторов, оптимального числа ПП и проведенных ПП<sup>1</sup>

Однако следует обратить внимание, что имеющаяся штатная численность инспекторского состава подразделений надзорной деятельности МЧС России, несмотря на внешние и внутренние факторы, в среднем проводила лишь около 30 % проверок от их оптимального числа, что негативно отражается на состоянии обеспечения пожарной безопасности и приводит к росту пожаров [4].

Наличие тенденции к росту численности инспекторского состава (начиная с 2017 г.) и относительная стабильность количества проводимых проверок свидетельствует об усложнении процедуры проведения проверки.

Для обеспечения проведения необходимого количества плановых проверок необходимо кратное увеличение численности персонала надзорного ведомства. Но наращивание численности сотрудников пропорционально росту нагрузки не всегда является рациональным и оптимальным решением.

Вопросам определения оптимальной штатной численности подразделений надзорной деятельности, в частности органов государственного пожар-

<sup>1</sup> Составлено по данным ГАИС «Управление» раздел «Мониторинг контрольно-надзорной деятельности», строки 50, 59 (<https://gasu.gov.ru/infopanel?id=11824>)

ного надзора, посвящено множество исследований [4–8]. Современные методики [9, 10] основаны на многофакторной оценке трудозатрат, учитывающей каждый вид типовых операций, выполняемых инспекторским составом, а также коэффициенты сложности и количество объектов надзора. Основным показателем является соотношение фактического (имеющегося) и требуемого фондов рабочего времени.

При этом исследованию личностных факторов инспекторского состава, оказывающих влияние на трудозатраты, в научных работах внимания не уделялось.

Определение степени влияния личностных факторов, оказывающих влияние на трудозатраты, является предметом настоящей статьи.

### *Материалы и методы*

Анализ нормативных правовых актов, регламентирующих деятельность органов федерального государственного пожарного надзора (ФГПН)<sup>1,2</sup>, позволил разработать анкету определения трудозатрат сотрудника подразделения надзорной деятельности [10], содержащую данные о личностных характеристиках должностного лица и сведения о трудозатратах на выполнение различных стандартизированных и формализованных задач.

Опрос проведен в 2021 г. на территории Нижегородской области. В опросе принимали участие 194 действующих сотрудника управления надзорной деятельности и профилактической работы, состав респондентов представлен в табл. 1.

Таблица 1

Число респондентов по критериям стажа и образования

Стаж службы в ФГПН	Всего, чел.	Специальность <sup>3</sup> , чел.			
		Пожарная безопасность	Техносферная безопасность	Юриспруденция	Иное
От 0 до 5 лет	67	20	15	29	3
От 6 до 10 лет	48	41	0	6	1
От 11 до 15 лет	46	42	0	4	0
От 16 до 20 лет	29	17	3	7	2
Более 20 лет	4	3	0	1	0

Данная выборка сформирована исходя из предельной численности инспекторского состава управления надзорной деятельности и профилактиче-

<sup>1</sup> О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля : федер. закон № 294-ФЗ от 26.12.2008. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_83079/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_83079/) (дата обращения: 21.06.2022).

<sup>2</sup> О федеральном государственном пожарном надзоре : Постановление Правительства РФ № 290 от 12.04.2012. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_128492/19bd36e5d9b937659a8fe25e7d9265c503dfd027/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_128492/19bd36e5d9b937659a8fe25e7d9265c503dfd027/) (дата обращения: 13.03.2022).

<sup>3</sup> При наличии у сотрудника двух и более образований, приоритет отдан специальности «Пожарная безопасность».

ской работы Главного управления МЧС России по Нижегородской области – 313 единиц. Размер выборки обеспечивает доверительную вероятность («надежность»), равную 97 %, при ошибке оценки доверительного интервала 5 %. Таким образом, полученные результаты могут применяться в регионах со схожими социально-экономическими параметрами.

Основной целью настоящей статьи является установление степени влияния личностных факторов (стаж службы, уровень (количество) образования и специальность) инспектора на трудозатраты при проведении контрольных (надзорных) мероприятий.

### Результаты

Результаты опроса обрабатывались при помощи программного обеспечения MS Excel.

В исследовании влияния личностных факторов рассмотрим организацию федерального государственного пожарного надзора как основного и самого трудозатратного вида деятельности.

Проверим наличие влияния на трудозатраты специальности должностного лица. Диаграмма рассеяния, представленная на рис. 2, свидетельствует о том, что различия между средними арифметическими показателями трудозатрат и медианами имеются.

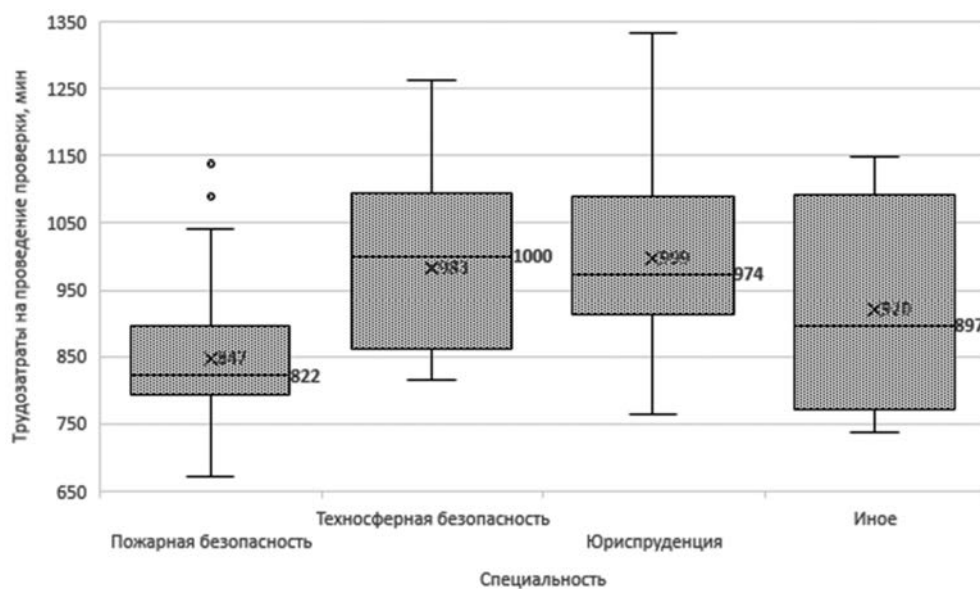


Рис. 2. Диаграмма рассеяния трудозатрат в зависимости от специальности

Проверим наличие различий в средних методом дисперсионного анализа. В качестве нулевой гипотезы принимается утверждение: «Среднее время проведения проверки не зависит от специальности должностного лица».

Результаты дисперсионного анализа, проведенного при помощи программного обеспечения MS Excel, представлены в табл. 2.

## Дисперсионный анализ

Группы	Счет	Сумма	Среднее	Дисперсия
Пожарная безопасность	123	95 215	774,1057	12 290,13
Техносферная безопасность	18	16 799	933,2778	29 243,62
Юриспруденция	47	43 903	934,1064	28 819,05
Иная	6	5028	838	33 895,2

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-значение	F критическое
Между группами	1 086 014	3	362 004,8	19,698	3,67E-11	2,6528
Внутри групп	3 491 690	190	18 377,31	–	–	–
Итого	4 577 704	193	–	–	–	–

Поскольку вероятность достоверности (P-Значение) нулевой гипотезы значительно ниже предельного значения допустимой ошибки (0,05), нулевая гипотеза отвергается. Кроме того, поскольку F-статистика больше критического значения, соответствующего выбранному уровню значимости, дисперсии случайных величин признаются не одинаковыми. Таким образом, различия в средних показателях являются статистически значимыми.

Уровень корреляции между временем проведения проверки и специальностью является «умеренным» (0,446) по качественной шкале Чеддока.

Далее рассмотрим взаимосвязь между стажем службы в органах ФГПН и временем проведения проверки по аналогичному алгоритму. Диаграмма рассеяния, представленная на рис. 3, свидетельствует о том, что различия между средними арифметическими показателями трудозатрат и медианами имеются.

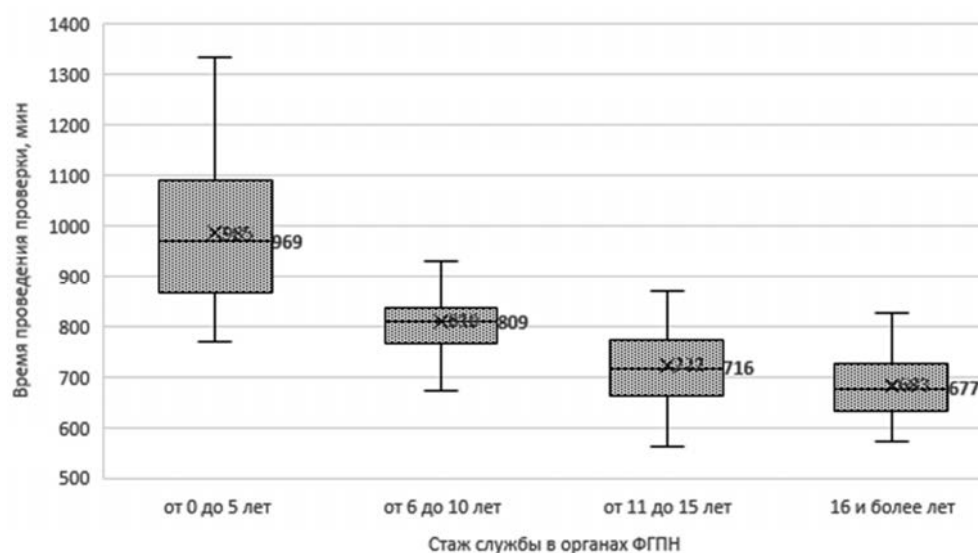


Рис. 3. Диаграмма рассеяния трудозатрат в зависимости от стажа службы в органах ФГПН

Дисперсионный анализ, представленный в табл. 3, подтверждает первоначальный вывод о наличии статистически значимых различий в средних между группами.

Таблица 3

Дисперсионный анализ

Группы	Счет	Сумма	Среднее	Дисперсия
От 0 до 5 лет	68	67 002	985,3235	17 023,98
От 6 до 10 лет	48	38 901	810,4375	3429,23
От 11 до 15 лет	45	32 498	722,1778	5578,74
16 и более лет	33	22 544	683,1515	4275,32

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-значение	F критическое
Между группами	2 893 648	3	964 549,5	108,8233	4,86E-11	2,652138
Внутри групп	1 684 056	190	8863,45	–	–	–
Итого	4 577 704	193	–	–	–	–

Уровень корреляции между временем проведения проверки и стажем является «высоким» ( $-0,764$ ) по качественной шкале Чеддока, при этом наблюдается обратная корреляционная зависимость, т.е. при увеличении стажа службы трудозатраты снижаются.

Далее рассмотрим, в какой степени влияет на трудозатраты специальность в разных группах по стажу службы. Анализ диаграммы рассеяния, представленной на рис. 4, и результатов двухфакторного дисперсионного анализа (табл. 4), показывает, что статистически значимые различия в средних имеются.

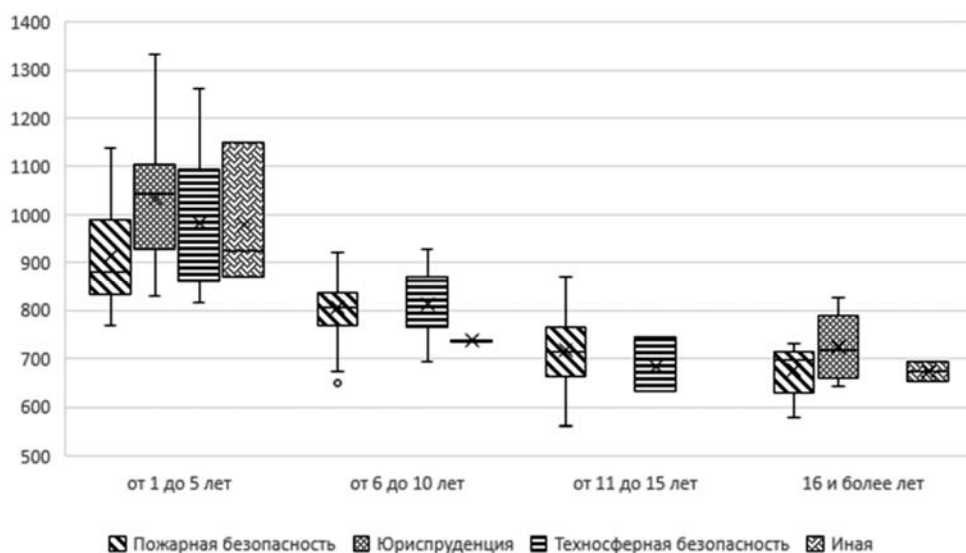


Рис. 4. Диаграмма рассеяния двухфакторного дисперсионного анализа



Таблица 4

## Двухфакторный дисперсионный анализ

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-значение	F критическое
Строки	2 307 710,082	193,000	11 957,047	1,016	0,455	1,268
Столбцы	66 433 769,330	1,000	66 433 769,330	5647,397	0,000	3,890
Погрешность	2 270 376,670	193,000	11 763,610	–	–	–
Итого	71 011 856,082	387,000	–	–	–	–

Для уточнения уровня взаимосвязи проведем корреляционный анализ с разбивкой на группы по стажу. Результаты корреляционного анализа представлены в табл. 5.

Таблица 5

## Уровень корреляции времени проведения проверки в группах по стажу

Время	От 0 до 10 лет	Более 11 лет
Корреляция	0,489	0,152

Данные результатов корреляционного анализа показывают, что для сотрудников со стажем службы в органах ФГПН более 11 лет наличие пожарно-технического образования не оказывает статистически значимого влияния на время проведения проверки, корреляция по качественной шкале Чеддока находится на слабом уровне, следовательно, в данном случае опыт сотрудника оказывает преобладающее влияние над его специальностью.

Аналогичные результаты наблюдаются при проверке уровня корреляции между специальностью и количеством нарушений, выявляемых сотрудником за 1 контрольное (надзорное) мероприятие. Так, для сотрудников со стажем от 0 до 10 лет находится на заметном уровне (0,416), а для сотрудников со стажем более 11 лет корреляция наблюдается на уровне статистической погрешности (0,046).

Проверим, оказывает ли влияние количество высших образований сотрудника на время проведения проверки. Анализ диаграммы рассеяния, представленной на рис. 5, и результатов дисперсионного анализа (табл. 6), показывает, что статистически значимые различия в средних имеются.

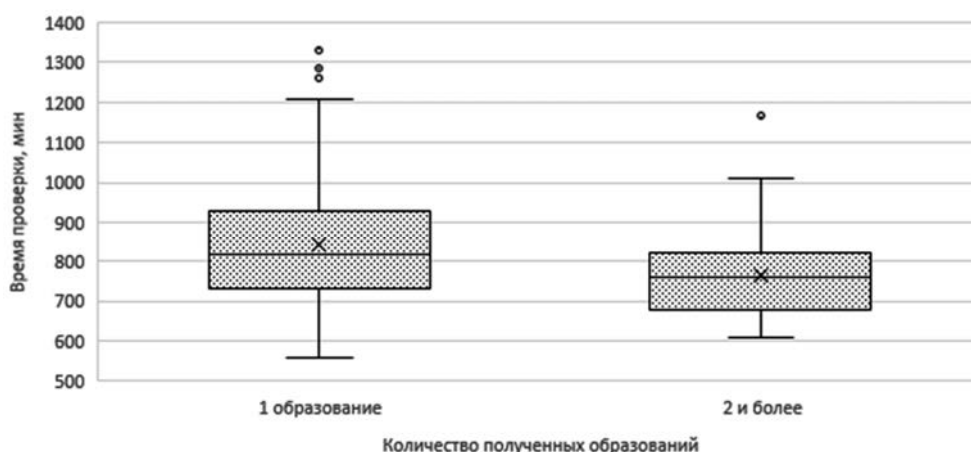


Рис. 5. Диаграмма рассеяния трудозатрат в зависимости от количества образований

Дисперсионный анализ

Группы	Счет	Сумма	Среднее	Дисперсия		
Всего	194	160 945	829,6134	23 718,67		
Диплом	194	229	1,180412	0,14863		
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-значение	F критическое
Между группами	66 571 218	1	66 571 218	5613,366	4,5682E-232	3,865662
Внутри групп	4 577 733	386	11 859,41	–	–	–
Итого	71 148 951	387	–	–	–	–

При этом корреляция находится на слабом уровне и составляет всего 0,204. Однако при исключении из выборки лиц, имеющих пожарно-техническое образование, уровень корреляции возрастает до умеренного и составляет 0,384.

**Выводы**

Результаты исследования показали, что на трудозатраты инспектора оказывают влияние как стаж службы в органах федерального государственного пожарного надзора, так и специальность, полученная в учебном заведении высшего образования. При этом наличие пожарно-технического образования оказывает статистически значимое влияние на время проведения проверки лишь для сотрудников со стажем до 11 лет, у старших сотрудников опыт превалирует над направлением подготовки.

Количество полученных высших образований также влияет на время проведения контрольных (надзорных) мероприятий. Однако в данном случае существенное влияние наблюдается у сотрудников, не имеющих пожарно-технического образования, вне зависимости от стажа службы.

Таким образом, полученные данные позволят прогнозировать трудозатраты на проведение проверок различными категориями сотрудников. Кроме того, результаты исследования могут быть положены в основу методики расчета оптимального количества контрольных (надзорных) мероприятий на год, а также при планировании профессионального развития сотрудников и формировании планов комплектования учебных заведений МЧС России.

**Список литературы**

1. Добролюбова Е. И., Зыбуновская Н. В., Покида А. Н., Южаков В. Н. Оценка влияния государственного контроля (надзора) на деятельность хозяйствующих субъектов // Вопросы государственного и муниципального управления. 2017. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-vliyaniya-gosudarstvennogo-kontrolya-nadzora-na-deyatelnost-hozyaystvuyuschih-subektov> (дата обращения: 05.03.2022).
2. Добролюбова Е. И., Южаков В. Н., Покида А. Н., Зыбуновская Н. В. Оценка результативности и эффективности контрольно-надзорной деятельности с точки зрения бизнеса // Экономическое развитие России. 2018. Т. 25, № 8. URL:

- <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-rezultativnosti-i-effektivnosti-kontrolno-nadzornoj-deyatelnosti-s-tochki-zreniya-biznesa> (дата обращения: 05.03.2022).
3. Южаков В. Н., Добролюбова Е. И., Покида А. Н., Зыбуновская Н. В. Результативность контрольно-надзорной деятельности государства с позиции граждан // Экономическая политика. 2019. Т. 14, № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rezultativnost-kontrolno-nadzornoj-deyatelnosti-gosudarstva-s-pozitsii-grazhdan> (дата обращения: 05.03.2022).
  4. Кистанова Л. А., Репин С. В., Болдыревский П. Б., Лахвицкий Г. Н. Математико-статистическая модель прогнозирования количества пожаров для использования в системе МЧС России // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2022. № 10 (2). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1091> (дата обращения: 05.03.2022).
  5. Гаврилей В. М., Монахов В. Т. К вопросу обоснования численности работников пожарной профилактики // Вопросы экономики в пожарной охране : сб. ст. М. : ВНИИПО, 1973. С. 79–95.
  6. Гаврилей В. М. Использование расчетных методов для комплексной оценки пожарной опасности // Пожарная наука и техника : сб. ст. М. : ВНИИПО, 1977. С. 53–64.
  7. Мешалкин Е. А., Кокушкин В. А., Шлепнев М. М., Бойко С. И. Методология обоснования численности подразделений госпожнадзора сельских административных районов // Организация работ по профилактике и тушению пожаров : сб. ст. М. : ВНИИПО, 1987. С. 71–79.
  8. Порошин А. А., Маштаков В. А., Матюшин Ю. А. Определение численности личного состава пожарной охраны, необходимого для проведения пожарно-профилактической работы на предприятии // Пожарная безопасность. 2013. № 3. С. 71–78.
  9. Плешаков В. В., Лобаев И. А., Волошенко А. А., Данилов А. М. О расчете оптимальной численности сотрудников испытательных пожарных лабораторий служебно-экспертных учреждений // Технологии техносферной безопасности. 2013. № 6 (52). URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2013-6/15-06-13.ttb.pdf> (дата обращения: 29.10.2022).
  10. Репин С. В., Лахвицкий Г. Н. О разработке метода определения фактических трудозатрат инспекторского состава и описание упрощенной математической модели определения штатной численности подразделений надзорной деятельности МЧС России // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. 2021. № 39. doi:10.15593/2224-9397/2021.3.09

### References

1. Dobrolyubova E.I., Zybunovskaya N.V., Pokida A.N., Yuzhakov V.N. Assessment of the influence of state control (supervision) on the activities of economic entities. *Voprosy gosudarstvennogo i munitsipal'nogo upravleniya = Issues of state and municipal management*. 2017;(2). (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-vliyaniya-gosudarstvennogo-kontrolya-nadzora-na-deyatelnost-hozyaystvuyuschih-subektov> (accessed 05.03.2022).
2. Dobrolyubova E.I., Yuzhakov V.N., Pokida A.N., Zybunovskaya N.V. Evaluation of the effectiveness and efficiency of control and supervisory activities from the point of view of business. *Ekonomicheskoe razvitie Rossii = Economic development of Russia*. 2018;25(8). (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-rezultativnosti-i-effektivnosti-kontrolno-nadzornoj-deyatelnosti-s-tochki-zreniya-biznesa> (accessed 05.03.2022).
3. Yuzhakov V.N., Dobrolyubova E.I., Pokida A.N., Zybunovskaya N.V. Effectiveness of control and supervisory activities of the state from the position of citizens.

- Ekonomicheskaya politika = Economic policy*. 2019;14(1). (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/rezultativnost-kontrolno-nadzornoj-deyatelnosti-gosudarstva-s-pozitsii-grazhdan> (accessed 05.03.2022).
4. Kistanova L.A., Repin S.V., Boldyrevskiy P.B., Lakhvitskiy G.N. Mathematical and statistical model of forecasting the number of fires for use in the EMERCOM system of Russia. *Modelirovanie, optimizatsiya i informatsionnye tekhnologii = Modeling, optimization and information technology*. 2022;(10). (In Russ.). Available at: <https://moitvivi.ru/ru/journal/pdf?id=1091> (accessed 05.03.2022).
  5. Gavriley V.M., Monakhov V.T. On the issue of substantiating the number of fire prevention workers. *Voprosy ekonomiki v pozharной okhrane: sb. st. = Questions of economics in fire protection : collection of articles*. Moscow: VNIPO, 1973:79–95. (In Russ.)
  6. Gavriley V.M. The use of computational methods for a comprehensive assessment of fire danger. *Pozharnaya nauka i tekhnika: sb. st. = Fire science and technology : collection of articles*. Moscow: VNIPO, 1977:53–64. (In Russ.)
  7. Meshalkin E.A., Kokushkin V.A., Shlepnev M.M., Boyko S.I. Methodology of substantiation of the number of units of state supervision of rural administrative districts. *Organizatsiya rabot po profilaktike i tusheniyu pozharov: sb. st. = Organization of works on fire prevention and extinguishing : collection of articles*. Moscow: VNIPO, 1987:71–79. (In Russ.)
  8. Poroshin A.A., Mashtakov V.A., Matyushin Yu.A. Definition the number of fire protection personnel required to carry out fire prevention work at the enterprise. *Pozharnaya bezopasnost' = Fire safety*. 2013;(3):71–78. (In Russ.)
  9. Pleshakov V.V., Lobaev I.A., Voloshenko A.A., Danilov A.M. On calculating the optimal number of employees of fire testing laboratories of service and expert institutions. *Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti = Technosphere safety technologies*. 2013;(6). (In Russ.). Available at: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2013-6/15-06-13.ttb.pdf> (accessed 29.10.2022).
  10. Repin S.V., Lakhvitskiy G.N. On the development of a method for determining the actual labor costs of the inspection staff and a description of a simplified mathematical model for determining the staffing of the supervisory activity units of the Ministry of Emergency Situations of Russia. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Elektrotekhnika, informatsionnye tekhnologii, sistemy upravleniya = Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University. Electrical engineering, information technology, control systems*. 2021;(39). (In Russ.). doi:10.15593/2224-9397/2021.3.09

#### **Информация об авторах / Information about the authors**

**Георгий Николаевич Лахвицкий**  
заместитель начальника отдела  
надзорных мероприятий в области  
гражданской обороны,  
защиты населения и территорий  
от чрезвычайных ситуаций управления  
надзорной деятельности  
и профилактической работы,  
Главное управление МЧС России  
по Нижегородской области  
(Россия, г. Нижний Новгород,  
Окский съезд, 6)  
E-mail: egor70288@mail.ru

**Georgy N. Lakhvitsky**  
Deputy head of the department  
of supervision measures in the field  
of civil defense, protection  
of the population and territories  
from emergency situations  
of the department of supervision  
and preventive work,  
Main Directorate of the Ministry  
of Emergency Situations of Russia  
in the Nizhny Novgorod region  
(6 Oksky street, Nizhny Novgorod, Russia)

**Мария Дмитриевна Павликова**

аспирант,  
Волжский государственный  
университет водного транспорта  
(Россия, г. Нижний Новгород,  
ул. Нестерова, 5)  
E-mail: pavlikova9797@mail.ru

**Maria D. Pavlikova**

Postgraduate student,  
Volga State University of Water Transport  
(5 Nesterova street, Nizhny Novgorod,  
Russia)

**Ксения Григорьевна Бурлаченко**

адъюнкт,  
Академия государственной  
противопожарной службы  
Министерства Российской Федерации  
по делам гражданской обороны,  
чрезвычайным ситуациям и ликвидации  
последствий стихийных бедствий  
(Россия, г. Москва, ул. Бориса  
Галушкина, 4)  
E-mail: ksenia\_burlachenko@mail.ru

**Ksenia G. Burlachenko**

Adjunct,  
State Fire Academy of the Ministry  
of Russian Federation for Civil Defense,  
Emergencies and Elimination  
of Consequences of Natural Disasters  
(4 Boris Galushkin street, Moscow, Russia)

**Сергей Викторович Репин**

адъюнкт,  
Академия государственной  
противопожарной службы  
Министерства Российской Федерации  
по делам гражданской обороны,  
чрезвычайным ситуациям и ликвидации  
последствий стихийных бедствий  
(Россия, г. Москва, ул. Бориса  
Галушкина, 4)  
E-mail: repin52@yandex.ru

**Sergey V. Repin**

Adjunct,  
State Fire Academy of the Ministry  
of Russian Federation for Civil Defense,  
Emergencies and Elimination  
of Consequences of Natural Disasters  
(4 Boris Galushkin street, Moscow, Russia)

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /  
The authors declare no conflicts of interests.**

**Поступила в редакцию/Received 18.08.2022**

**Поступила после рецензирования/Revised 25.11.2022**

**Принята к публикации/Accepted 12.12.2022**

## РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТОЧЕК ОТВЕДЕНИЙ ЭКГ НА 3D-МОДЕЛИ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ ЧЕЛОВЕКА

**А. В. Кузьмин<sup>1</sup>, А. А. Шлыков<sup>2</sup>,  
А. Е. Краснов<sup>3</sup>, А. В. Пушкарева<sup>4</sup>**

<sup>1, 2, 3</sup> Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

<sup>4</sup> Пензенский государственный технологический университет, Пенза, Россия

**Аннотация.** *Актуальность и цели.* Исследование относится к направлению персонализированного медицинского обслуживания и посвящено определению геометрических параметров отведений ЭКГ при моделировании электрической активности сердца. Целью работы является разработка программного обеспечения для расчета геометрических параметров точек отведений ЭКГ и визуализации грудной клетки человека с использованием 3D-модели. *Материалы и методы.* В работе использована трехмерная модель грудной клетки человека, созданная в среде Blender. При разработке программного обеспечения применялись графические библиотеки OpenGL и GLUT, среда разработки Microsoft Visual Studio 2017, язык программирования C++. *Результаты.* Разработанное программное обеспечение позволяет определять пересечения векторов отведений (от сердца до точки отведения на поверхности грудной клетки) с объектами внутри грудной клетки и рассчитывать соответствующие геометрические параметры. Работоспособность продемонстрирована на трех различных примерах. *Выводы.* Разработанная программа реализует отображение поверхности грудной клетки человека, ребер и легких, расчет геометрических параметров точек отведений. Полученные параметры могут использоваться в процессе персонализированной диагностики на основе и модели электрической активности сердца.

**Ключевые слова:** отведения ЭКГ, геометрические параметры, 3D-модель грудной клетки человека, электрическая активность сердца

**Для цитирования:** Кузьмин А. В., Шлыков А. А., Краснов А. Е., Пушкарева А. В. Расчет геометрических параметров точек отведений ЭКГ на 3D-модели грудной клетки человека // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2022. № 4. С. 150–159. doi:10.21685/2227-8486-2022-4-10

## GEOMETRIC PARAMETERS CALCULATION OF ECG LEAD POINTS ON A 3D-MODEL OF THE HUMAN CHEST

**A.V. Kuzmin<sup>1</sup>, A.A. Shlykov<sup>2</sup>,  
A.E. Krasnov<sup>3</sup>, A.V. Pushkareva<sup>4</sup>**

<sup>1, 2, 3</sup> Penza State University, Penza, Russia

<sup>4</sup> Penza State Technological University, Penza, Russia

**Abstract.** *Background.* The study belongs to the direction of personalized medical care and is devoted to determining the geometric parameters of ECG leads in modeling the electrical activity of the heart. The aim of the work is to develop software for calculating the geometric parameters of ECG lead points and visualizing the human chest using a 3D model.

© Кузьмин А. В., Шлыков А. А., Краснов А. Е., Пушкарева А. В., 2022. Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 License / This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

*Materials and methods.* The work uses a three-dimensional model of the human chest, created in the Blender environment. When developing the software, the OpenGL and GLUT graphic libraries, the Microsoft Visual Studio 2017 development environment, and the C++ programming language were used. *Results.* The developed software makes it possible to determine the intersections of the lead vectors (from the heart to the lead point on the surface of the chest) with objects inside the chest and calculate the corresponding geometric parameters. The performance is demonstrated on 3 different examples. *Conclusions.* The developed program implements the display of the surface of the human chest, ribs and lungs, the calculation of the geometric parameters of the lead points. The obtained parameters can be used in the process of personalized diagnostics based on the model of the electrical activity of the heart.

**Keywords:** ECG leads, geometric parameters, 3D model of the chest, electrical activity of the heart

**For citation:** Kuzmin A.V., Shlykov A.A., Krasnov A.E., Pushkareva A.V. Geometric parameters calculation of ECG lead points on a 3D-model of the human chest. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society.* 2022;(4):150–159. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2022-4-10

### ***Введение***

Электрокардиографический метод исследования сердца является одним из наиболее распространенных в кардиологии. Электрокардиограмма (ЭКГ) отражает функционирование электрически активных клеток миокарда, каждое отведение ЭКГ характеризуется точкой на поверхности тела, в которой регистрируется биопотенциал, или более сложной комбинацией потенциалов. Для извлечения диагностической информации о функционировании сердца и своевременной диагностики, а также в рамках научных исследований используются различные модели электрической активности сердца (ЭАС), позволяющие так или иначе связать процессы, происходящие внутри сердца, с зарегистрированными на поверхности тела данными ЭКГ.

Модель, разработанная Л. И. Титомиром, связывает электрическую активность сердца и значения потенциалов в точках отведений с учетом геометрических параметров, отражающих взаимное расположение электрических генераторов – диполей и точек отведений [1]. В этом смысле построение модели грудной клетки пациента с возможностью персонализации основных параметров и разработка программных средств для расчета геометрических параметров отведений позволят снизить общее число допущений, неизбежно принимаемых при моделировании, и открыть возможности для исследования применения данной модели ЭАС в высокоточных системах диагностики состояния сердца.

### ***Материалы и методы***

Для разработки программы решения поставленной задачи решения поставленной задачи выбрана среда разработки Microsoft Visual Studio 2017 [2], предоставляющая программисту широкий набор инструментов разработки на различных языках высокого уровня, в том числе на C++ [3].

В качестве основы для расчета геометрических параметров отведений используется 3D-модель поверхности человеческого торса, а также модели

ребер и легких. Модели созданы в Blender [4] – среде разработки рендера/анимации/игр, являющейся свободно распространяемой и широко используемой для 3D-дизайна и создания моделей [5]. В рамках данной работы все 3D-модели созданы авторами на основе средних геометрических параметров без учета персональных особенностей конкретного пациента. В 3D-модель человеческого торса объекты добавлены из среды. Созданные модели приведены на рис. 1.

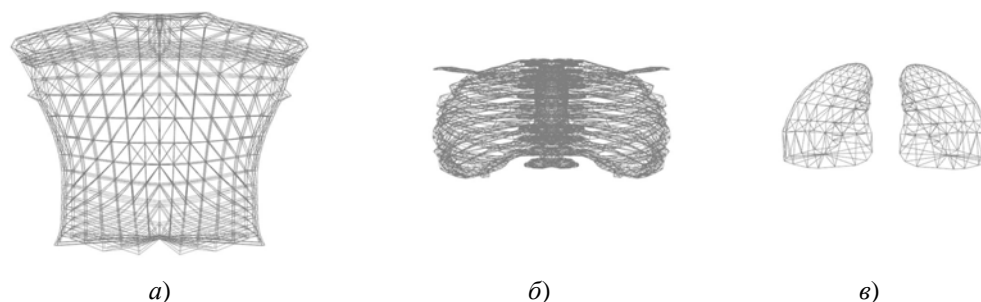


Рис. 1. 3D-модели: *а* – грудная клетка (2 слоя); *б* – кости; *в* – легкие

Для добавления 3D-модели человеческого торса и объектов внутри него из среды Blender в приложение была создана вспомогательная программа-парсер, позволяющая преобразовывать \*.obj файлы, созданные в Blender, для их последующего использования в программе. Парсер дает возможность в правильной последовательности соединить точки между собой, а также сохраняет в памяти векторы нормалей для возможности использования текстур и света. В качестве внутренних объектов были созданы модели ребер и легких. Все модели являются поверхностными, поверхности формируются множеством треугольников. Такое представление достаточно широко используется и позволяет добиваться достаточной реалистичности модели и обеспечивать довольно простое с алгоритмической точки зрения выполнение геометрических операций, необходимых при работе с моделями [6]. Применение более сложных методов моделирования поверхностей, например сплайновых поверхностей [7] или радиально-базисных функций [8], позволит получить более качественный с визуальной точки зрения результат, но усложнит расчеты.

Для визуализации трехмерных объектов используются методы и средства компьютерной графики [7], которая является эффективным инструментом визуализации объектов и процессов и активно применяется в различных областях, включая медицину. В частности, в программе используются графические библиотеки OpenGL [9] и GLUT [10].

В программе реализованы такие дополнительные возможности визуализации, как поворот изображения, выбор варианта просмотра моделей (модель торса с внутренними структурами, модель без визуализации ребер). При визуализации использован каркасный режим рисования OpenGL.

Основной технической задачей, подлежащей решению, является поиск пересечений векторов отведений с объектами грудной клетки, а именно определение координат точек пересечений, определение длин отрезков в границах пересекаемых объектов. Общая схема алгоритма приведена на рис. 2.



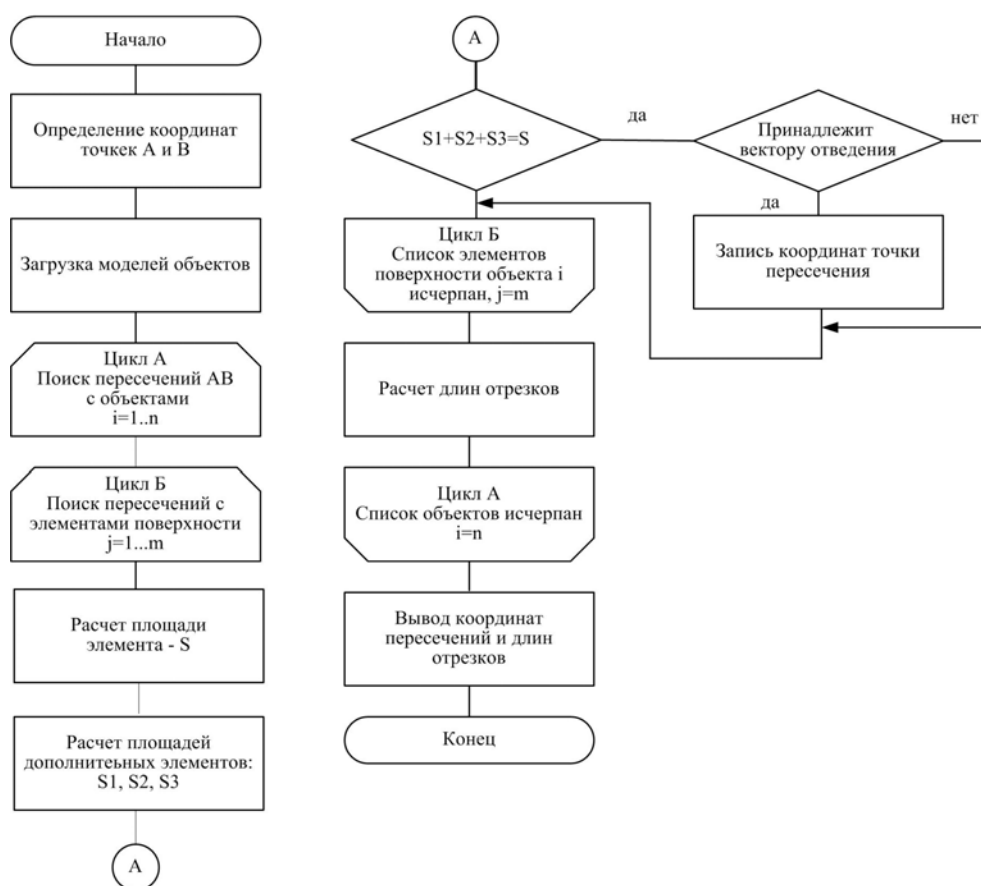


Рис. 2. Алгоритм поиска пересечений

В качестве входных данных задаются значения координат двух точек поверхности  $(x_1, y_1, z_1)$  и  $(x_2, y_2, z_2)$  относительно координатных осей, создавая луч. Далее проверяется условие, пересекает ли луч какой-либо из 3D-объектов (например, легкие, ребра), для чего все плоскости объекта проверяются на пересечение с лучом, и если луч пересекает плоскость объекта, то происходит вывод точек входа и выхода из объекта, а также длины получившегося отрезка. Также соблюдается условие ограничения внешним слоем 3D-модели торса, чтобы вектор отведения «попадал» в соответствующую точку отведения на поверхности модели грудной клетки.

Для проверки пересечений было использовано условие:

$$S_1 + S_2 + S_3 - S > 0,$$

где  $S$  – площадь треугольника плоскости;  $S_1, S_2, S_3$  – площади треугольников, где две точки принадлежат плоскости, а третья принадлежит плоскости и прямой.

Следовательно, если сумма площадей треугольников  $S_1, S_2, S_3$  будет равна площади треугольника  $S$ , то прямая пересечет плоскость именно в треугольнике, а если сумма площадей треугольников  $S_1, S_2, S_3$  больше, чем площадь треугольника  $S$ , то точка пересечения будет за границами треугольника.

Поскольку для поиска пересечений используется уравнение прямой, то необходимо анализировать принадлежность найденной точки пересечения заданному вектору отведения (в данном случае отрезок от точки на сердце до точки на поверхности грудной клетки). Для этого находят разность заданных точек и координат точек пересечения, и если скалярное произведение получившихся координат больше либо равно нулю, то точка пересечения отбрасывается, так как находится за пределами заданного отрезка (вектора отведения).

### Результаты

В результате на основе алгоритма, приведенного на рис. 1, было разработано программное обеспечение, позволяющее визуализировать модель грудной клетки и вектор отведения, а также рассчитывать пересечения вектора отведения с объектами внутри грудной клетки. Результаты расчета точек пересечения и длин получившихся отрезков выводятся на экран в текстовой форме и сохраняются в текстовый файл.

Для демонстрации работоспособности созданной программы предлагается три примера, представляющих собой три набора входных данных. Исходные данные и полученные результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Тестовые данные

Координаты точек отрезка (начало, конец)	Пересечение с легкими (Точка входа, Точка выхода, Длина отрезка)	Пересечение с ребрами (Точка входа, Точка выхода, Длина отрезка)	Пересечение с грудной клеткой (Точка входа, Точка выхода, Длина отрезка)
(0, 0, 0) (50, 0, 0)	–	–	(27.7, 0, 0) (28.5, 0, 0) 0.8
(0, 0, 0) (600, 900, 300)	–	(16.9, 25.3, 8.4) (17.3, 26, 8.6) 0.8	(22.3, 33.4, 11.1) (23, 34.4, 11.5) 1.2
(0, 0, 0) (70, 70, 0)	(13.6, 13.6, 0) (24, 24, 0) 14.7	(26.6, 26.6, 0) и (27, 27, 0) 0.4	(37, 37, 0) (38, 38, 0) 1.5

В табл. 1 данные представлены в относительных единицах. Точка входа в объект – это точка, которую отрезок встречает первой на пути прохождения от своей первой заданной точки до второй. Если прямая, проходящая через две заданные точки, несколько раз входит и выходит из объекта, то точками входа всегда будут являться нечетные попадания, тогда как точками выхода – четные [11]. Длина получившегося вектора – это длина вектора от точки входа в плоскость до точки выхода из него. В случае с грудной клеткой учитывается то, что модель имеет два слоя – внутренний и внешний, чтобы придать некоторую толщину. Аналогично во внутреннем слое устанавливается точка входа, а во внешнем – точка выхода.

Пример экранной формы приведен на рис. 3.

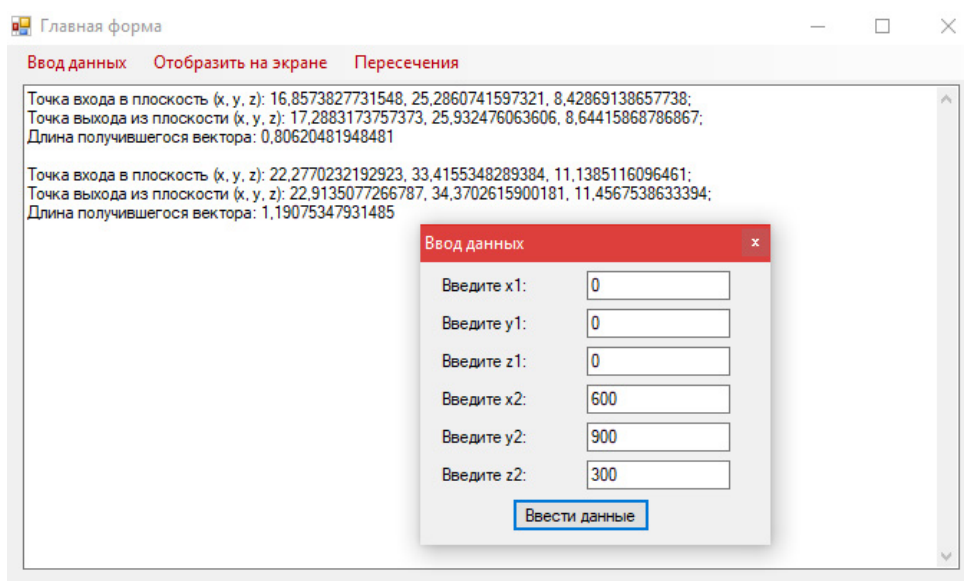


Рис. 3. Пример окна расчета параметров пересечения для примера 3 (см. табл. 1)

### Обсуждение

Для оценки полученных результатов необходимо обратиться к рис. 4, на котором приведены изображения полученных векторов отведений на сценах с моделями торса, легких и костей. Сразу следует оговориться, что тестовые примеры, приведенные в табл. 1 и на рис. 4, не соответствуют каким-либо реальным точкам отведений ЭКГ, а подобраны специальным образом для подтверждения работоспособности разработки. Красный отрезок, соединяющий начало координат грудной клетки (0, 0, 0) и точку на поверхности грудной клетки, представляет собой отображение вектора отведения.

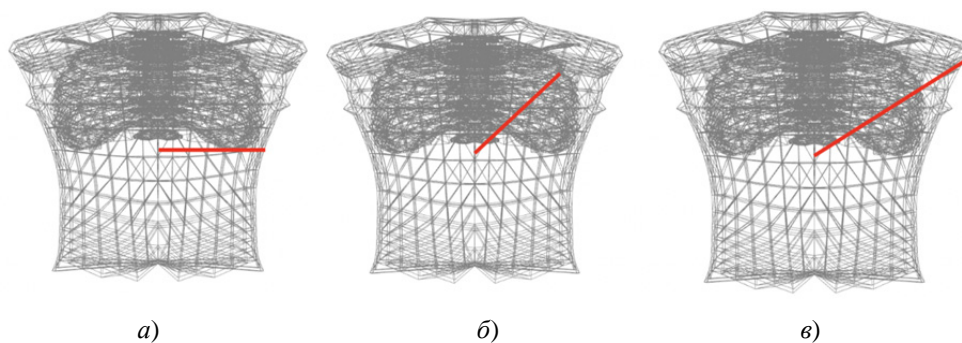


Рис. 4. Отображение вектора отведения на 3D-модели для примеров из табл. 1:  
 а – пример 1; б – пример 2; в – пример 3

В первом случае отрезок пересекает только торс, не входя в ребра или легкие. Во втором случае отрезок сначала пересекает ребро, а затем торс. В третьем случае отрезок пересекает легкое, после ребро, которое на рисунке скрыто для большей видимости пересечения легкого, а затем торс.

Данные анализа рис. 4 соответствуют данным, приведенным в табл. 1 в части пересекаемых объектов. Таким образом, можно заключить, что разработанное программное обеспечение выполняет свои функции по вводу исходных данных, отображению моделей, расчету параметров пересечения вектором отведения внутренних объектов грудной клетки.

Дальнейшее развитие данной работы предполагается в двух направлениях. Первое направление предполагает использование персонализированных моделей для расчетов. Корректировка 3D-моделей может выполняться по данными компьютерной томографии или флюорографии. Для достижения этой цели может быть использован, например, способ, предложенный в [12].

Другим направлением является использование полученных геометрических параметров в модели ЭАС. Определение геометрических характеристик, таких как расстояния, координаты точек пересечения с объектами, позволит выполнять более детальные расчеты с использованием многодипольной модели ЭАС и снизить погрешность, связанную с геометрическими параметрами [13]. Она учитывает среднее удельное сопротивление тела, отнесенное к расстоянию от диполя до точки отведения. С использованием результатов работы предложенного программного обеспечения может быть исследована возможность индивидуального расчета сопротивления для каждого вектора отведения. Это потенциально позволит повысить детальность и точность модели, но также усложнит ее. В этом случае модель может использоваться как компонент систем мониторинга ЭКГ с анализом и корректировкой изменений биоимпеданса [14]. Данное направление является темой отдельного исследования. Реализованные в данной работе средства визуализации 3D-моделей и векторов отведений являются важными инструментами для исследования.

Развитие моделей ЭАС, повышение их точности и практической применимости являются важными шагами, направленными на извлечение дополнительной информации о работе сердца на основе неинвазивного электрокардиографического метода исследования. Результаты могут служить основой для создания современных методов и средств персонализированной диагностики состояния сердца.

### *Заключение*

Настоящее исследование посвящено разработке алгоритмического и программного обеспечения для расчета геометрических параметров точек отведений ЭКГ и визуализации грудной клетки человека с использованием 3D-модели.

В ходе работы авторами создана двухслойная модель грудной клетки с внутренними объектами (ребра, легкие) с использованием среды Blender.

Разработан алгоритм и программное обеспечение для определения геометрических параметров пересечений векторов отведений с объектами внутри грудной клетки и ее поверхностью. Использована среда разработки Microsoft Visual Studio 2017, язык программирования C++. Для визуализации 3D-моделей использованы графические библиотеки OpenGL и GLUT. Работоспособность программы продемонстрирована на трех различных примерах.

Полученные параметры могут использоваться в дальнейших исследованиях моделей электрической активности сердца, в частности многодиполь-

ной модели, предложенной Л. И. Титомиром, связывающей потенциал в точке отведения на поверхности торса с параметрами диполей на поверхности сердца уравнением, включающим геометрические параметры.

В перспективе использование в разработанной программе 3D-моделей грудной клетки и внутренних объектов с персонализированными параметрами позволит перейти к персонализированной диагностике состояния сердца.

### Список литературы

1. Титомир Л. И., Кнеппо П. Математическое моделирование биоэлектрического генератора сердца. М. : Наука ; Физматлит, 1999. 447 с.
2. Visual Studio – это способ разработки программного обеспечения // Официальный сайт компании Microsoft. URL: <https://visualstudio.microsoft.com> (дата обращения: 15.11.2022).
3. Бадюкина Т. Е., Каменев Е. Е., Каменева И. О. Основы программирования на C++ : учеб. пособие. Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2019. С. 6–7.
4. Blender. URL: <https://www.blender.org> (дата обращения: 15.11.2022).
5. Шишкин В. В., Гераськина С. Т., Шишкина О. Ю. Трехмерное моделирование в среде Blender : учеб. пособие. Ульяновск : УлГТУ, 2010. С. 15.
6. Бодин О. Н., Кузьмин А. В. Синтез реалистичной поверхности модели сердца // Медицинская техника. 2006. № 6. С. 15–18.
7. Херн Д., Бейкер М. П. Компьютерная графика и стандарт OpenGL : пер. с англ. 3-е изд. М. : Вильямс, 2005. 1168 с.
8. Косников Ю. Н. Особенности применения радиальных базисных функций для повышения производительности и качества визуализации трехмерных объектов // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2021. № 1. С. 78–91.
9. OpenGL. URL: <https://www.opengl.org/> (дата обращения: 15.11.2022).
10. GLUT – инструментальный утилиты OpenGL. URL: [https://www.opengl.org/resources/libraries/glut/glut\\_downloads.php](https://www.opengl.org/resources/libraries/glut/glut_downloads.php) (дата обращения: 15.11.2022).
11. Farin G., Hoschek J., Kim M.-S. Handbook of computer aided geometric design. Amsterdam : Elsevier Science Publishers, 2002. 820 с.
12. Патент 2372844 РФ. Способ автоматического определения размеров и положения сердца пациента по флюорографическим снимкам / О. Н. Бодин, А. В. Кузьмин, М. А. Семенкин, А. Е. Моисеев ; заявл. 16.06.2008 ; опубл. 20.11.2009.
13. Кузьмин А. В. Исследование влияния геометрических параметров модели на ошибку определения параметров электрической активности сердца // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2018. № 4. С. 103–112.
14. Сафронов М. И. Снижение некардиальной составляющей электрокардиосигнала в системах долгосрочного амбулаторного мониторинга состояния сердца // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2022. № 3. С. 179–186.

### References

1. Titomir L.I., Kneppo P. *Matematicheskoe modelirovanie bioelektricheskogo generatora serdtsa* = *Mathematical modeling of the bioelectric generator of the heart*. Moscow: Nauka; Fizmatlit, 1999:447. (In Russ.)
2. Visual Studio is a way of software development. *Ofitsial'nyy sayt kompanii Microsoft* = *Official website of Microsoft*. (In Russ.). Available at: <https://visualstudio.microsoft.com> (accessed 15.11.2022).
3. Badokina T.E., Kamenev E.E., Kameneva I.O. *Osnovy programmirovaniya na C++: ucheb. posobie* = *Fundamentals of programming in C++ : a textbook*. Saransk: Izd-vo Mordov. un-ta, 2019:6–7. (In Russ.)

4. *Blender*. Available at: <https://www.blender.org> (accessed 15.11.2022).
5. Shishkin V.V., Geras'kina S.T., Shishkina O.Yu. *Trekhmernoe modelirovanie v srede Blender: ucheb. posobie = Three-dimensional modeling in the Blender environment : textbook*. Ul'yankovsk: UIGTU, 2010:15. (In Russ.)
6. Bodin O.N., Kuz'min A.V. Synthesis of a realistic surface of the heart model. *Meditsinskaya tekhnika = Medical equipment*. 2006;(6):15–18. (In Russ.)
7. Khern D., Beyker M.P. *Komp'yuternaya grafika i standart OpenGL: per. s angl. 3-e izd. = Computer graphics and the OpenGL standard : translated from English. 3rd ed.* Moscow: Vil'yams, 2005:1168. (In Russ.)
8. Kosnikov Yu.N. Features of the use of radial basis functions to improve the productivity and quality of visualization of three-dimensional objects. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2021;(1):78–91. (In Russ.)
9. *OpenGL*. Available at: <https://www.opengl.org/> (accessed 15.11.2022).
10. *GLUT – instrumentariy utility OpenGL = GLUT – OpenGL utility toolkit*. (In Russ.). Available at: [https://www.opengl.org/resources/libraries/glut/glut\\_downloads.php](https://www.opengl.org/resources/libraries/glut/glut_downloads.php) (accessed 15.11.2022).
11. Farin G., Hoschek J., Kim M.-S. *Handbook of computer aided geometric design*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 2002:820.
12. Patent 2372844 Russian Federation. *Sposob avtomaticheskogo opredeleniya razmerov i polozheniya serdtsa patsienta po flyuorograficheskim snimkam = A method for automatically determining the size and position of the patient's heart from fluorographic images*. O.N. Bodin, A.V. Kuz'min, M.A. Semenkin, A.E. Moiseev; appl. 16.06.2008; publ. 20.11.2009. (In Russ.)
13. Kuz'min A.V. Investigation of the influence of geometric parameters of the model on the error of determining the parameters of electrical activity of the heart. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2018;(4):103–112. (In Russ.)
14. Safronov M.I. Reduction of the non-cardiac component of the electrocardiosignal in systems of long-term outpatient monitoring of the heart condition. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2022;(3):179–186. (In Russ.)

#### **Информация об авторах / Information about the authors**

**Андрей Викторович Кузьмин**

доктор технических наук, профессор,  
 профессор кафедры информационно-  
 вычислительных систем,  
 Пензенский государственный университет  
 (Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)  
 E-mail: a.v.kuzmin@pnzgu.ru

**Andrey V. Kuzmin**

Doctor of technical sciences, professor,  
 professor of the sub-department  
 of information and computing systems,  
 Penza State University  
 (40 Krasnaya street, Penza, Russia)

**Андрей Александрович Шлыков**

студент,  
 Пензенский государственный университет  
 (Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)  
 E-mail: 69shlykov\_andrew96@mail.ru

**Andrey A. Shlykov**

Student,  
 Penza State University  
 (40 Krasnaya street, Penza, Russia)

**Андрей Евгеньевич Краснов**

студент,  
 Пензенский государственный университет  
 (Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)  
 E-mail: traktjrist3568@mail.ru

**Andrey E. Krasnov**

Student,  
 Penza State University  
 (40 Krasnaya street, Penza, Russia)

**Анастасия Валерьевна Пушкарева**

кандидат технических наук,  
доцент кафедры биомедицинской  
инженерии,  
Пензенский государственный  
технологический университет  
(Россия, г. Пенза, пр-д Байдукова, 1а)  
E-mail: a.v.push89@gmail.com

**Anastasiya V. Pushkareva**

Candidate of technical sciences,  
associate professor of the sub-department  
of biomedical engineering,  
Penza State Technological University  
(1a Baidukova passage, Penza, Russia)

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /  
The authors declare no conflicts of interests.**

**Поступила в редакцию/Received 21.07.2022**

**Поступила после рецензирования/Revised 11.11.2022**

**Принята к публикации/Accepted 30.11.2022**

## УПРАВЛЕНИЕ КОМПЕТЕНТНОСТНЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ ПРОЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМ В КОНТЕКСТЕ ПЛАНИРОВАНИЯ ИТ-ПРОЕКТОВ

**В. В. Калевко<sup>1</sup>, Д. Г. Лагерев<sup>2</sup>**

<sup>1, 2</sup> Брянский государственный технический университет, Брянск, Россия  
<sup>1</sup>kalevko\_victor@inbox.ru, <sup>2</sup>LagerevDG@yandex.ru

**Аннотация.** *Актуальность и цели.* Рассматриваются особенности функционирования проектно-ориентированных организационных систем в конкурентной среде. Описывается специфика проектов, в которых основной категорией ресурсов являются специалисты, а не материально-технические средства. При этом достаточно часто определяющим критерием выполнимости проекта является наличие достаточного количества специалистов, имеющих необходимые навыки и знания для выполнения задач планируемого проекта. В свою очередь возможность выполнять проекты с достаточной или более высокой ценностью значительно влияет на эффективность функционирования проектно-ориентированной организационной системы и ее конкурентоспособность. *Материалы и методы.* Используются генетические алгоритмы, вычислительный эксперимент. Введено понятие компетентностного потенциала, раскрыта его роль в функционировании проектно-ориентированной организационной системы. Описан общий метод управления компетентностным потенциалом проектно-ориентированной организационной системы, позволяющий определить целесообразность развития конкретных компетенций сотрудников с учетом портфеля проектов, индивидуальных предпочтений сотрудников и стратегических целей организации. Описан метод определения целевого состояния компетентностного потенциала при анализе проекта для частного случая. *Результаты.* Продемонстрировано применение предложенного метода определения целевого состояния компетентностного потенциала при анализе ИТ-проекта. Сделаны выводы о применимости предложенного метода управления компетентностным потенциалом в контексте управления портфелем ИТ-проектов. *Выводы.* Представлены дальнейшие планы и направления развития общего метода управления компетентностным потенциалом.

**Ключевые слова:** управление знаниями, компетентностный потенциал, планирование проектов, теория расписаний, ограниченные ресурсы, генетические алгоритмы, ИТ-проекты

**Для цитирования:** Калевко В. В., Лагерев Д. Г. Управление компетентностным потенциалом проектно-ориентированных организационных систем в контексте планирования ИТ-проектов // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2022. № 4. С. 160–180. doi:10.21685/2227-8486-2022-4-11



## COMPETENCE MANAGEMENT OF PROJECT-ORIENTED ORGANIZATIONAL SYSTEMS IN THE CONTEXT OF IT PROJECT PLANNING

V.V. Kalevko<sup>1</sup>, D.G. Lagerev<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup> Bryansk State Technical University, Bryansk, Russia

<sup>1</sup>kalevko\_victor@inbox.ru, <sup>2</sup>lagerevdg@mail.ru

**Abstract.** *Background.* The article discusses the features of the functioning of project-oriented organizations in a competitive environment. The specifics of projects is described in which the main category of resources is specialists, and not material and technical means. At the same time, quite often the determining criterion for the feasibility of a project is the availability of a sufficient number of specialists with the necessary skills and knowledge to perform the tasks of the planned project. In turn, the ability to carry out projects with sufficient or higher value significantly affects the effectiveness of the functioning of a project-oriented organization and its competitiveness. *Materials and methods.* Genetic algorithms, computational experiment. The article introduces the concept of competence potential and its role in the functioning of a project-oriented organization. A general method for managing the competence potential of a project-oriented organization is described, which makes it possible to determine the feasibility of developing specific competencies of employees, taking into account the portfolio of projects, individual preferences of employees and the strategic goals of the organization. The method for determining the target state of the competence potential in the analysis of the project for a particular case is described. *Results.* The application of the proposed method for determining the target state of the competence potential in the analysis of an IT project is demonstrated. Conclusions are drawn about the applicability of the proposed method of managing the CP in the context of managing a portfolio of IT projects. *Conclusions.* Further plans and directions for the development of the proposed competence management general method are presented.

**Keywords:** knowledge management, competence potential, project planning, scheduling theory, limited resources, genetic algorithms, IT projects

**For citation:** Kalevko V.V., Lagerev D.G. Competence management of project-oriented organizational systems in the context of IT project planning. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society.* 2022;(4):160–180. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2022-4-11

### *Введение*

Достаточно часто целевую деятельность организации можно рассматривать как выполнение проектов, т.е. выполнение комплексов взаимосвязанных мероприятий, направленных на создание уникальных результатов в условиях временных и ресурсных ограничений. Такие проекты могут иметь разную степень формализации – как вполне конкретную, так и менее явную. При этом в конкретный момент времени совокупность таких проектов можно рассматривать как портфель проектов, что позволяет применить соответствующую методологическую базу по управлению портфелем проектов [1–4].

Организации, основная деятельность которых связана с выполнением проектов, принято называть *проектно-ориентированными* [5]. Полноценное управление проектно-ориентированными организационными системами требует учета большого количества аспектов, касающихся как управления непо-

средственно портфелем проектов, так и управления необходимым окружением для обеспечения выполнения проектов (человеческими и материальными ресурсами, бизнес-процессами и др.) [6].

При управлении реальной проектно-ориентированной организационной системой руководству весьма сложно и трудоемко охватить все аспекты управления в равной степени, поэтому на практике управление обычно сосредоточено на направлениях, являющихся наиболее значимыми для организации в данный момент.

При проработке и анализе потенциального проекта оценивается ожидаемая ценность проекта, возможные сроки выполнения, набор задач, риски, а также необходимые ресурсы для выполнения проекта, в том числе человеческие. На раннем этапе работы над проектом этими параметрами в определенной степени можно варьировать – например, скорректировать задачи и цели проекта, увеличить срок проекта, если не удастся обеспечить выполнение проекта имеющимися специалистами. Часто значимым фактором принятия решения об участии в проекте будет наличие достаточного количества специалистов с необходимыми знаниями и навыками для выполнения проекта в условиях указанных ограничений [7]. Отсутствие необходимых знаний, навыков или компетенций в свою очередь может привести к снижению эффективности функционирования и конкурентоспособности проектной организации из-за невозможности выполнять проекты с достаточной или более высокой ценностью, чем раньше.

Таким образом, управление персоналом проектных организаций должно быть организовано с учетом существующих и ожидаемых потребностей в навыках и знаниях специалистов. Это особенно актуально для ИТ-компаний, разрабатывающих большое количество программных проектов, вследствие чего нужно обращать особое внимание на управление компетенциями сотрудников, чтобы была возможность достигать поставленных целей и соответствовать потребностям со стороны заказчиков проектов. Гибкие (agile) подходы к разработке программного обеспечения, которые достаточно распространены в ИТ-компаниях и не требуют жесткого распределения ресурсов перед началом проекта [8], не снимают задачи оценки трудоемкости проекта, стоимости и сроков реализации с учетом имеющихся возможностей. При планировании этапов критичных проектов с большим бюджетом, как правило, используются классические методологии (например, водопад) [9]. При этом в процессе выполнения этапов разработки могут использоваться гибкие методологии.

Это актуально для вузов, осуществляющих подготовку ИТ-специалистов, при разработке образовательных программ, поскольку для обеспечения конкурентоспособности выпускников информационных направлений подготовки необходимо регулярно актуализировать образовательные программы подготовки с учетом изменения трендов развития информационных технологий и прогноза потребности в различных специалистах на рынке труда. Для этого требуется получение и развитие новых компетенций преподавателями. Можно предположить, что эта задача является актуальной и в других предметных областях, имеющих подобные черты.

Для управления персоналом в проектно-ориентированных организационных системах можно использовать методы на базе компетентностного под-

хода [10], однако применение их в чистом виде без учета специфики планирования проектов не позволяет в полной мере решить проблему повышения эффективности функционирования проектно-ориентированной организационной системы.

### ***Компетентностный подход к управлению персоналом***

Для эффективного и конкурентоспособного функционирования таких организационных систем, как, например, организации или предприятия, в условиях рыночной экономики важен кадровый потенциал. Кадровый потенциал – это возможности определенной категории рабочих, специалистов, управленцев, которые могут быть приведены в действие в процессе трудовой деятельности на определенном этапе развития. Кадровый потенциал работника – это совокупность физических и духовных качеств человека, определяющих возможность и границы его участия в трудовой деятельности, способность достигать в заданных условиях определенных результатов, а также совершенствоваться в процессе труда. Кадровый потенциал организации – это знания, умения, способности, реализуемые в процессе трудовой деятельности, работниками, формирующими кадровый состав предприятия, а также те, которыми работники объективно обладают, но пока еще не востребованные процессом производства [10, 11].

Для определения кадрового потенциала необходимо оценивать различные количественные и качественные показатели (численность промышленно-производственного персонала и персонала непромышленных подразделений, физического и психологического потенциала работников предприятия, объема общих и специальных знаний, трудовых навыков, образовательного и квалификационного уровня и др.).

В процессе функционирования предприятия (организации) на кадровый потенциал неизбежно будут оказывать влияние объективные факторы и управленческие решения, такие как:

- изменение кадрового состава организации;
- повышение квалификации или переквалификация сотрудников;
- опыт и знания, полученные сотрудниками в результате выполнения профессиональной деятельности.

При оценке характеристик для управления кадровым потенциалом удобно использовать *компетентностный подход* [12, 13]. Компетенция – это комплексное понятие, и его разные определения дополняют друг друга:

- базовая характеристика человека, которая причинно связана с оцениваемым на основе критериев эффективным и/или наилучшим исполнением в работе или ситуациях вообще;
- типичная и измеряемая модель поведения, знаний и навыков, способствующих наивысшей эффективности работы.

Применение компетентностного подхода при управлении проектами особенно эффективно в случаях, если применяемая в организации модель компетенций позволяет отождествлять компетенции с разными видами ресурсов, которые требуются для решения задач проектов, на которых специализируется организация [14–16]. Так, с помощью модели компетенций сотрудников можно определить пул соответствующих возобновляемых ресурсов и учитывать их при календарном планировании работ проектов.

Данный пул ресурсов будет определять *компетентностный потенциал предприятия (КП) (организации)* – совокупность компетенций, реализуемых в процессе трудовой деятельности работниками, формирующими кадровый состав предприятия (организации), а также те, которыми работники объективно обладают, но пока еще не востребованные процессом производства.

### ***Специфика управления компетентностным потенциалом в проектно-ориентированных организационных системах***

В условиях динамической конкурентной среды проектно-ориентированная организационная система должна оперативно подстраиваться под изменяющиеся условия на рынке, чтобы оставаться конкурентоспособной и устойчивой [17]. Изменяющиеся потребности заказчиков (инициаторов) проектов будут требовать дополнительного состава и объема компетенций сотрудников организации. Иначе выполнение значимых для организации проектов может быть затруднено или даже невозможно, если организация не сможет обеспечить выполнение проекта в надлежащий срок или выполнить ряд проектных задач из-за отсутствия необходимых компетенций сотрудников или их загруженности на других проектах.

В процессе формирования портфеля проектов возникает задача определения целевого состояния компетентностного потенциала, которое позволит выполнить проекты с более высокой ценностью, но повышенными требованиями к исполнителям. Для этого требуется определить, каким сотрудникам какие компетенции необходимо развить до начала выполнения работ по проекту, которые им назначены. Далее требуется запланировать необходимые мероприятия по обучению или развитию имеющихся сотрудников или найму новых, уже обладающих необходимыми компетенциями.

Рассматривая вариант с повышением квалификации для получения необходимых компетенций (например, через обучение) важно отметить, что этот процесс потребует определенного времени, а не произойдет мгновенно. Найм нового сотрудника, особенно обладающего редкими или новыми для ИТ-компании компетенциями является дорогостоящим и слабопрогнозируемым.

Таким образом, эффективное управление КП должно иметь опережающий характер [18, 19]. Данная задача особенно актуальна для организаций, которые управляют большим количеством проектов с участием большого количества специалистов (более нескольких десятков).

Рассмотренные авторами подходы к управлению компетенциями сотрудников не учитывают в достаточной степени проектную специфику [20–22]. Часто управление КП выполняется неявно, вручную, за счет опыта и интуиции руководителя организации и отдела кадров. Однако для эффективного управления КП необходим учет большого количества входных данных, таких как:

- информация о сотрудниках организации, включая текущие уровни компетенции, предпочтения по возможным траекториям развития, пожелания к получению новых компетенций и др;

- доступные варианты повышения квалификации (внутриорганизационное обучение, тренинги, семинары, наставничество, коучинг и пр.) и поддержки, связанные с ними (финансовые, временные, и пр.);

- текущую оценку и прогноз востребованности отдельных компетенций в будущем с учетом ситуации на рынке и прогнозируемого портфеля проектов в организации.

Недостаточный учет вышеперечисленных факторов негативно сказывается на качестве управления компетентностным потенциалом, а при большом количестве сотрудников и проектов без использования специальных моделей и алгоритмов сложно учесть все необходимые факторы и быстро найти оптимальное управленческое решение.

Таким образом, разработка метода управления компетентностным потенциалом с учетом специфики проектно-ориентированной организационной системы представляется актуальной задачей.

**Общий метод управления компетентностным потенциалом в проектно-ориентированных организационных системах**

Анализ предметной области показал, что в процессе управления можно выделить два основных контура управления – контур управления КП и контур управления портфелем проектов. На рис. 1 представлены эти контуры управления (зеленым выделены основные исходные данные, желтым – этапы в контуре управления КП).

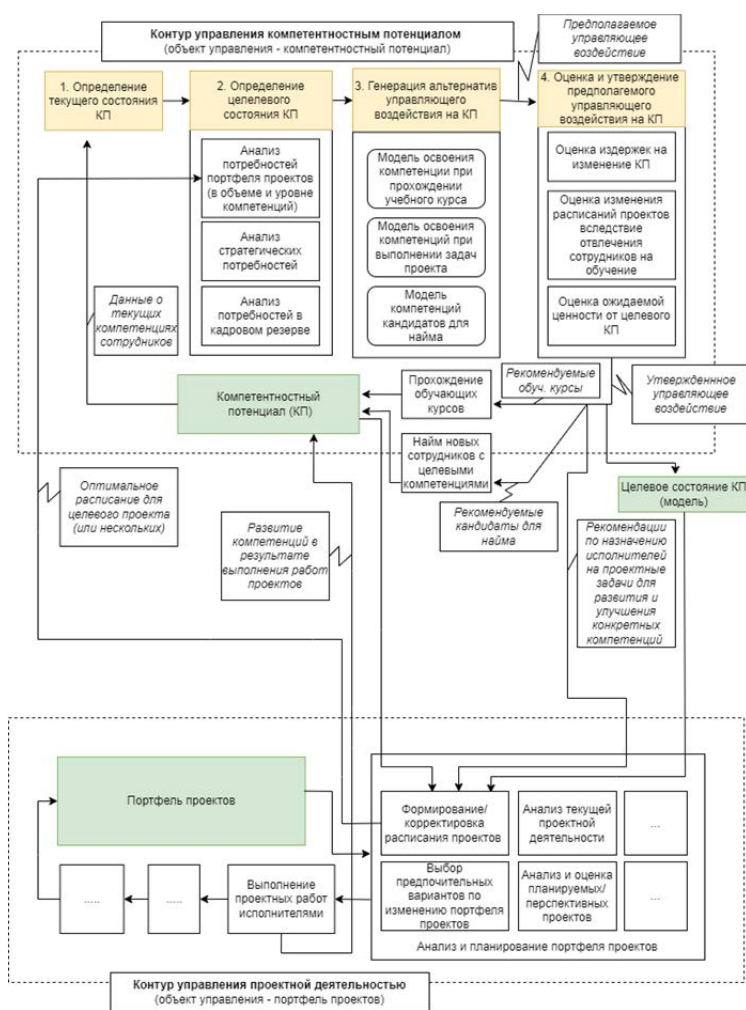


Рис. 1. Модель процесса управления компетентностным потенциалом проектно-ориентированной организационной системы

В контуре управления КП выделены ключевые этапы:

### **1. Определение текущего состояния КП.**

Для идентификации и определения уровней компетенций у сотрудников необходимо разработать соответствующие методики оценки. Для каждой организации могут быть свои критерии оценки компетенций, но можно ожидать, что эти критерии будут опираться на опыт применения и использования определенных знаний и технологий в процессе профессиональной деятельности или прохождения курсов повышения квалификации. Также стоит отметить, что уровень компетенций может снижаться в случае, если сотрудники не будут применять свои профессиональные компетенции в течение некоторого времени.

### **2. Определение целевого состояния КП.**

Ключевой вопрос при управлении КП – это определение целевого состояния КП. Для решения этой задачи предполагается выполнить:

- анализ потребностей в объеме и уровне компетенций для выполнения портфеля проектов;
- анализ стратегических потребностей организации;
- анализ потребностей в кадровом резерве и предпочтений сотрудников.

В результате комплексного анализа можно сформировать целевое состояние КП к конкретному временному моменту.

Рассмотрим подробнее специфику определения потребностей портфеля проектов в объеме и уровне компетенций исполнителей. Как отмечалось ранее, при планировании проекта важной задачей является построение расписания проекта с учетом доступных ресурсов (фактически исполнителей), которые могут быть назначены на конкретный проект с учетом общей занятости сотрудников. При этом в соответствии с этим расписанием проект должен быть выполнен в обозначенный срок. В ряде случаев это может быть неосуществимо из-за отсутствия нужных компетенций у доступных исполнителей как таковых или недостатка необходимого количества исполнителей. В связи с этим целесообразно рассчитать *оптимальное расписание для проекта с учетом необходимого и достаточного состава доступных исполнителей проекта, обладающих необходимым набором и объемом компетенций*. Таким образом для проекта будет определен целевой КП.

### **3. Генерация альтернатив управляющего воздействия на КП.**

Для достижения целевого состояния КП рассматриваются возможные варианты на базе моделей учебных курсов, освоения компетенций при выполнении задач проектов для развития текущих сотрудников, а также найма новых сотрудников с целевыми компетенциями. При оценке развития вариантов предполагается учитывать индивидуальные предпочтения сотрудников. Соответственно, комбинация вариантов отдельных воздействий позволит достичь целевого состояния КП. В случае, если рассматривается несколько проектов одновременно, задача значительно усложнится.

### **4. Оценка и утверждение предполагаемого управляющего воздействия на КП.**

Процесс воздействия на КП может повлечь различные издержки – прямые материальные и временные издержки. Отвлечение сотрудников на обучение может повлечь отставание по текущим проектам. Изменение структуры команды проекта или перераспределение задач с целью развития компетенций у целевых сотрудников может также негативно сказаться на выполнении

текущих проектов – увеличится длительность выполнения и появятся дополнительные связанные с этим риски.

Если лицо, принимающее решения (ЛПР), устраивает предложенное решение, т.е. управляющее воздействие на КП, получаемые издержки и особенности влияния на работу над текущими проектами. При этом предполагаемое целевое состояние КП, которое планируется достичь, уже может учитываться при управлении портфелем. Таким образом, в портфель проекта могут быть включены проекты с достаточно высокой ценностью, но которые не могут быть выполнены с текущим состоянием КП.

Отметим, что на контур управления КП может влиять большее количество данных, чем отражено на рис. 1, однако в контексте текущей проблемы эти параметры намерено опущены.

**Формализуем общий метод управления КП с учетом вышесказанного:**

$$Z = \langle R_{\text{тек}}, R_{\text{стр}}, P_{\text{тек}}, P_{\text{план}}, N \rangle,$$

где  $R_{\text{тек}}$  – текущие компетенции сотрудников;  $R_{\text{стр}}$  – стратегические компетенций;  $P_{\text{тек}}$  – текущие проекты;  $P_{\text{план}}$  – планируемые проекты;  $N$  – предпочтения сотрудников по развитию компетенций.

Планируемые проекты характеризуются

$$P_{\text{план}} = \langle U, T, V, X, Y \rangle,$$

где  $U$  – полезность проекта;  $T$  – сетевой график проекта;  $V$  – временные ограничения проекта;  $X$  – риски проекта;  $Y$  – штрафы проекта. При этом сетевой график характеризуется множеством задач:

$$T = \langle D, K, W_{\text{пред}} \rangle,$$

где  $D$  – оценка длительности задач;  $K$  – необходимые уровни компетенций для решения задачи;  $W_{\text{пред}}$  – предшествующие задачи в соответствии с графиком.

Текущие проекты характеризуются

$$P_{\text{тек}} = \langle P_{\text{план}}, S \rangle,$$

где  $P_{\text{план}}$  – данные планирования проекта;  $S$  – расписание проекта, включающее распределение задач по исполнителям.

Определим процедуру формирования расписания проекта как

$$S = \text{schedule}(T, V, R, P_{\text{тек}}),$$

где  $T$  – сетевой график проекта;  $V$  – временные ограничения проекта;  $R$  – компетенции сотрудников (текущие или целевые, в зависимости от постановки задачи);  $P_{\text{тек}}$  – текущие проекты, обобщенные данные которых позволяют показать текущую (и запланированную) занятость сотрудников.

Расписание проекта определяет порядок исполнения задач и распределение исполнителей между задачами [23]. Такое расписание существует, если  $R$  содержит все необходимые уровни компетенций для выполнения задач проекта, а также удовлетворяет временным ограничениям проекта.

Можно рассматривать различные возможные проекты  $P_{\text{план}}$  и их альтернативные конфигурации  $p_i$ , которые могут отличаться структурой задач и, как следствие, совокупностью требований к команде исполнителей (*варианты проекта*). Для таких вариантов проектов должны быть определены ценность, временные рамки и другие значимые параметры, однако это позволит более гибко подойти к решению.

Если расписание не удастся построить для  $i$  варианта проекта, то возникает задача определения целевого состояния  $R_i'$ , при котором расписание будет существовать.

Для поиска подходящего целевого состояния КП формализуем:

–  $E$  – совокупность возможных мероприятий по развитию компетенций, которые характеризуются ожидаемым вкладом в уровень компетенции сотрудника и издержками (материальными, временными или другими);

–  $A$  – возможных кандидатов для найма с определенными компетенциями;

–  $Q$  – множество текущих проектов, в рамках которых есть возможность скорректировать состав исполнителей так, чтобы целевые сотрудники улучшили свои компетенции в процессе выполнения задач.

Предполагается, что для достижения целевого состояния  $R_i'$  необходимо определить набор конкретных мероприятий  $E_i'$ , кандидатов  $A_i'$  и текущих проектов  $Q_i'$ :

$$R_i' = \text{apply}(R_{\text{мек}}, E_i', A_i', Q_i').$$

При этом целевые параметры оптимизационной задачи будут следующие:

$$\begin{cases} U_i \rightarrow \max, \\ l(E_i') \rightarrow \min, \\ n(E_i') \rightarrow \max, \\ a(A_i') \rightarrow \min, \\ q(Q_i') \rightarrow \min, \end{cases} \quad (1)$$

где  $U_i$  – ожидаемая ценность варианта проекта  $i$ ;  $l$  – совокупные издержки на изменение КП;  $n$  – оценка соответствия изменений компетенций предпочтениям участников;  $a$  – совокупные издержки на найм новых сотрудников;  $q$  – издержки и штрафы, связанные с изменением состава исполнителей текущих проектов. В таком виде задача может быть достаточно сложной, поскольку потребуются предварительная подготовка большого количества данных.

### ***Метод определения целевого состояния КП при анализе проекта для частного случая***

Рассмотрим частный случай поиска целевого состояния, когда не требуется учитывать параметры  $A$  и  $Q$ :



$$R_i' = \text{apply}(R_{\text{mek}}, E_i').$$

Определим целевые показатели оптимизационной задачи:

$$\begin{cases} U_i \rightarrow \max, \\ l(E_i') \rightarrow \min, \\ n(E_i') \rightarrow \max, \end{cases} \quad (2)$$

где  $U_i$  – ожидаемая ценность варианта проекта  $i$  (данный показатель имеет лексикографический приоритет перед группой из следующих двух);  $l$  – совокупные издержки на изменение КП;  $n$  – оценка соответствия изменений компетенций предпочтениям участников

**Задачу поиска целевого состояния КП** можно рассматривать в контексте определения оптимального варианта проекта, так, чтобы среди возможных вариантов и альтернатив проектов выбрать достаточно ценный вариант с учетом (2). Данная задача относится к классу задач многокритериальной оптимизации и является NP-сложной.

Для решения подобных задач можно использовать различные подходы – динамическое программирование, поиск с возвратом, жадные или градиентные методы или эволюционные алгоритмы. В данном случае дополнительную вычислительную сложность создает тот факт, что в процессе поиска будет решаться задача поиска расписания проекта, которая также является NP-полной (это будет указано ниже). В связи с этим выбрано использование генетического алгоритма, который может позволить получить субоптимальные варианты решений за фиксированное количество времени [24]. Применение генетических алгоритмов не гарантировано найти оптимальное решение, но позволяет получить достаточно хороший вариант, который удовлетворяет условиям и ограничениям задачи.

Для поиска целевого состояния КП предложен генетический алгоритм на базе Strong Pareto Evolutionary Algorithm 2 (SPEA 2) [25], особенностями которого являются следующие:

1. **Кодирование гена** выполняется на основе выбранных мероприятий для развития конкретного сотрудника (рис. 2). Совокупность выбранных мероприятий для всех сотрудников  $E'$  как множества таких генов образует хромосому (рис. 3).

Выбранные мероприятия для развития компетенций сотрудника $j$													
Комп. 1				Комп. 2		Комп. 3			Комп. 4				
ур. 1		ур. 2		ур. 1	ур. 2	ур. 1	ур. 2	ур. 3		ур. 1		ур. 2	
мероприятия E	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

Рис. 2. Кодирование выбранных мероприятий для конкретного сотрудника в виде гена: 1 – мероприятие выбрано; 0 – мероприятие не выбрано

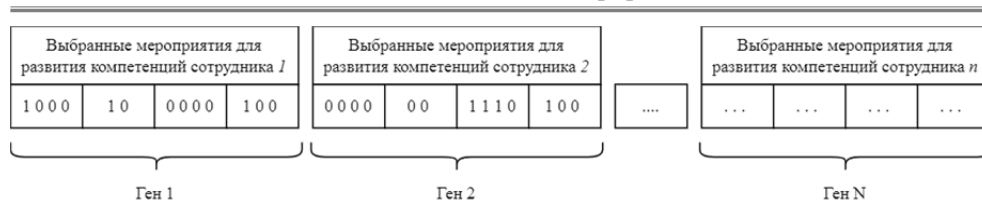


Рис. 3. Кодирование хромосомы особи как множества генов, количество генов соответствует количеству сотрудников

2. **Функция приспособленности** реализована через определение параметров значений общих издержек и общих предпочтений для состояния  $E'$  особи:

$$f(E_j') = \begin{cases} \{l(E_i'), n(E_i')\}, \exists S_i \\ \{l(E_i'), n(E_i'), U_i\}, \exists S_i \end{cases} \quad (3)$$

где  $l$  – общие издержки, которые определяются как сумма издержек, связанных с приобретением новых компетенций;  $n$  – общие предпочтения, которые определяются как среднее значение предпочтений сотрудников к освоению выбранных компетенций;  $S$  – расписание проекта, которое может быть построено после изменения КП с помощью выбранных мероприятий. Важно отметить, что результатом функции является кортеж параметров, к которым можно применить (2), что позволит выполнить сравнение разных значений и выявить лучшие.

3. **Генетические операторы** скрещивания и мутации реализованы следующим образом:

3.1. **Мутация особи** осуществляется с помощью добавления случайного количества мероприятий в  $E'$  (или удаления из  $E'$  добавленных ранее мероприятий), при этом параметром алгоритма задано максимальное количество добавляемых (удаляемых) мероприятий. Вероятность применения – 5 %.

3.2. Для скрещивания особей используется типовой **одноточечный кроссинговер**, когда часть мероприятий берется из первой особи и остальные значения из второй. Вероятность применения – 70 %.

3.3. На формирование генов особи **установлены ограничения**, учитывающие последовательность освоения уровней компетенции. Мероприятия, позволяющие освоить более высокий уровень, могут быть добавлены только если среди выбранных мероприятий уже есть мероприятия, позволяющие освоить предыдущий уровень компетенции (или этот уровень компетенции уже освоен сотрудником). Запрещено исключать мероприятия, позволяющие освоить более низкий уровень компетенции, если среди выбранных мероприятий остаются те, которые позволяют освоить более высокий уровень компетенции. Также запрещено выбирать несколько мероприятий, которые позволяют получить один и тот же уровень компетенции. Перечисленные ограничения формирования особей исключают возможность образования недоступных хромосом.

4. После формирования новой популяции определяются особи, значение  $E'$  которых позволяет получить значение  $R'$ , которое в свою очередь позволяет построить расписание проекта. Такие особи считаются **элитой по-**

пуляции и сохраняются отдельно в ограниченном количестве заданным параметром алгоритма. Для отбора остальных особей используется **турнирная селекция**.

### *Применение метода поиска целевого состояния КП при планировании ИТ-проекта*

Для иллюстрации предложенного метода определения целевого состояния КП рассмотрим задачу анализа и планирования небольшого проекта. Подобная задача анализа реализуемости проекта по своей постановке может считаться достаточно типовой в сфере ИТ-проектов, поскольку требует сопоставления требований к исполнителям задач с компетенциями сотрудников, из которых потенциально можно сформировать команду проекта. В качестве примера возьмем проект по разработке программного сервиса анализа работы системы электронного документооборота (ЭДО) на основе данных, содержащихся в файлах системных журналов. Данный сервис должен предоставлять метрики использования ЭДО: активность пользователей, нагрузку на отдельные подсистемы и др. Взаимодействие с сервисом должно быть организовано через веб-интерфейс – должна быть возможность авторизоваться и просмотреть данные анализа на соответствующей форме.

Рассмотрим этап разработки проекта  $P$ , на который определено ограничение в 35 дней (в табл. 1 приведено множество задач  $T$ , включая оценку длительности  $D$ , необходимые уровни компетенции  $K$  и предшествующие задачи  $W_{\text{пред}}$ ). Компетентностный потенциал  $R_{\text{тек}}$  определен в табл. 2. Отметим, что в табл. 2 указаны сотрудники, которые могут быть задействованы в выполнении проекта с учетом общей занятости в проектной деятельности. Исполнители проекта определены как ресурсы, имеющие определенные компетенции с указанным уровнем, при этом в данную таблицу включены только необходимые для выполнения проекта компетенции.

Таблица 1

Сетевой график проекта и требования к исполнителям задач

Задача	Номера предш. задач	Длительность	Требуемые компетенции (уровень)
1	2	3	4
Разработать модуль обработки log-файлов статистики работы	–	6	Python (уровень компетенции 1)
Разработать модуль авторизации в системе анализа с усиленной защитой	–	8	PHP (уровень компетенции 3)
Разработать модуль для проверки подозрительной авторизации	2	3	Python (уровень компетенции 1)
Реализовать модуль для работы с базой данных для хранения данных аналитики	–	7	Python (уровень компетенции 3)
Разработать веб-форму для работы регистрации в системе	–	4	JavaScript (уровень компетенции 3)
Разработать модуль конфигурации сервиса	–	3	Python (уровень компетенции 2)

Окончание табл. 1

1	2	3	4
Разработать модуль для REST-API получения данных аналитики	–	8	PHP (уровень компетенции 1)
Разработать модуль анализа ошибок работы сервиса	4	6	Python (уровень компетенции 3)
Разработать форму личного кабинета	–	5	JavaScript (уровень компетенции 2)
Разработать подсистему анализа статистики активности пользователей	1, 7	5	Python (уровень компетенции 3)
Разработать веб-интерфейс для управления панелью анализа статистики	10	8	JavaScript (уровень компетенции 3)
Разработать набор скриптов для развертывания сервиса	–	3	Python (уровень компетенции 3)

Таблица 2

Текущие уровни компетенций исполнителей задач проекта

Сотрудники	Компетенции		
	Знание языка PHP (компетенция 1)	Знание языка JavaScript (компетенция 2)	Знание языка Python (компетенция 3)
Сотрудник 1	2	0	2
Сотрудник 2	3	1	0
Сотрудник 3	0	3	3
Сотрудник 4	0	1	0

Для определения расписания проекта используем алгоритм, решающий задачу планирования проекта с ограниченными ресурсами для нескольких навыков (Multi-Skill Resource Constrained Project Scheduling Problem, MS-RCPSP) [25–28].

Это NP-полная задача построения расписания: для заданного множества сотрудников (рассматриваемых как ресурсы), каждый из которых обладает определенным набором навыков (или компетенций) на определенных уровнях, и для набора задач, для которых определены продолжительности, требования к навыкам исполнителей и зависимости от других задач, требуется определить последовательность выполнения задач конкретными исполнителями, при этом минимизировав общее время выполнения всех задач.

Для получения решения задачи MS-RCPSP использовалось программное обеспечение, реализующее генетический алгоритм [27, 28] с учетом следующих особенностей:

- над каждой задачей может работать только один исполнитель;
- работа над задачей не может быть начата, пока не будут выполнены все предшествующие задачи;
- исполнитель может выполнять только одну задачу одновременно;
- исполнитель должен обладать необходимыми навыками (не ниже необходимого уровня), чтобы выполнить задачу;
- в рамках алгоритма особи – это варианты расписаний, а гены – это распределение исполнителей задач.

В результате было получено решение с длительностью **38 дней** (рис. 4). Данное решение не удовлетворяет ограничению в **35 дней**, поэтому определим, как можно изменить КП для выполнения этого условия.

Сотрудники / длительность проекта в днях	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	
Сотрудник 1	Задача 7 (8 дн.)								Задача 6 (3 дн.)																														
Сотрудник 2	Задача 2 (8 дн.)																																						
Сотрудник 3	Задача 5 (4 дн.)		Задача 12 (3 дн.)			Задача 4 (7 дн.)							Задача 8 (6 дн.)						Задача 9 (5 дн.)					Задача 10 (5 дн.)			Задача 11 (8 дн.)												
Сотрудник 4	Задача 1 (6 дн.)				Задача 3 (3 дн.)																																		

Рис. 4. Расписание проекта с текущим состоянием КП

В соответствии с рис. 4 в установленный срок не получается успеть выполнить задачу 11 (по расписанию остальные задачи будут выполнены на 30-й день работы над проектом), поэтому менеджер проекта может предложить в качестве альтернативы исключить эту задачу из плана. Такой вариант может оказаться неприемлемым для заказчика (инициатора) проекта, поскольку данное изменение плана может войти в противоречие с целями проекта. Тем не менее рассмотрим такой вариант, в котором задача 11 исключается из задач проекта, при этом снижается ценность проекта (табл. 3).

Таблица 3

Варианты конфигурации проекта с разной ценностью и набором задач

Вариант конфигурации проекта	Ценность варианта ( $U_i$ )	Набор задач
$p_1$	100	1–12
$p_2$	85	1–10, 12

Для того чтобы обеспечить выполнение варианта 1 с большей ценностью, целесообразно рассмотреть возможность улучшения компетентностного потенциала. Определим множество мероприятий  $E$  для получения компетенций сотрудниками. В табл. 4 определены пары значений – нормированная оценка предпочтения (где 0 – не интересно, 1 – средняя заинтересованность, 2 – высокая заинтересованность) и издержки на получение необходимого уровня компетенции.

Таблица 4

Фрагмент множества мероприятий  $E$  для получения новых компетенций с учетом издержек и предпочтений сотрудников

Сотрудники	Мероприятия								
	Изучение языка PHP (компетенция 1)			Изучение языка JavaScript (компетенция 2)			Изучение языка Python (компетенция 3)		
	Ур. 1	Ур. 2	Ур. 3	Ур. 1	Ур. 2	Ур. 3	Ур. 1	Ур. 2	Ур. 3
Сотрудник 1	–	–	{3,10}	{0,4}	{0,6}	{0,10}	–	–	{2,15}
Сотрудник 2	–	–	–	–	{2,6}	{1,10}	{2,4}	{2,8}	–
Сотрудник 3	{3,4}	{2,6}	{2,10}	–	–	–	–	–	–
Сотрудник 4	{2,4}	{2,6}	{2,10}	{2,4}	{2,6}	{2,10}	–	{2,8}	{2,15}

Для решения данной задачи использовался разработанный авторами программный комплекс, реализующий предложенный генетический алгоритм для поиска подходящего управляющего воздействия на компетентностный потенциал. В результате выполнения генетического алгоритма было получено множество решений, часть из которых представлена в табл. 5.

На рис. 5–7 представлены расписания проекта, которые получилось построить в результате изменения компетентностного потенциала в соответствии с указанными в табл. 5 вариантами.

Таблица 5

Пример определения множеств мероприятий для достижения целевого состояния КП, позволяющего выполнить проект в установленный срок

Воздействие на комп. потенциал $E'$	Общие предпочтения ( $n$ )	Общие издержки ( $l$ )	Длительность выполнения проекта
Сотрудник 1: комп. 3 (ур. 3)	2	15	22
Сотрудник 2: комп. 2 (ур. 2)	1	6	33
Сотрудник 4: комп. 2 (ур. 2)	2	6	33

Сотрудники / длительность проекта в днях	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
Сотрудник 1	Задача 4 (7 дн.)				Задача 8 (6 дн.)				Задача 6 (3 дн.)			Задача 3 (3 дн.)			Задача 12 (3 дн.)									
Сотрудник 2	Задача 7 (8 дн.)						Задача 2 (8 дн.)																	
Сотрудник 3	Задача 9 (5 дн.)			Задача 5 (4 дн.)			Задача 10 (5 дн.)			Задача 11 (8 дн.)														
Сотрудник 4	Задача 1 (6 дн.)																							

Рис. 5. Расписание проекта для варианта 1

Сотрудники / длительность проекта в днях	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33		
Сотрудник 1	Задача 1 (6 дн.)			Задача 7 (8 дн.)																															
Сотрудник 2	Задача 2 (8 дн.)				Задача 3 (3 дн.)			Задача 6 (3 дн.)																											
Сотрудник 3	Задача 5 (4 дн.)		Задача 4 (7 дн.)				Задача 8 (6 дн.)				Задача 10 (5 дн.)			Задача 12 (3 дн.)		Задача 11 (8 дн.)																			
Сотрудник 4	Задача 9 (5 дн.)																																		

Рис. 6. Расписание проекта для варианта 2

Сотрудники / длительность проекта в днях	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	
Сотрудник 1	Задача 6 (3 дн.)		Задача 7 (8 дн.)						Задача 3 (3 дн.)																									
Сотрудник 2	Задача 2 (8 дн.)				Задача 9 (5 дн.)																													
Сотрудник 3	Задача 12 (3 дн.)		Задача 4 (7 дн.)				Задача 8 (6 дн.)				Задача 5 (4 дн.)		Задача 10 (5 дн.)			Задача 11 (8 дн.)																		
Сотрудник 4	Задача 1 (6 дн.)																																	

Рис. 7. Расписание проекта для варианта 3

С точки зрения изначального условия, все три варианта изменений КП позволяют выполнить проект быстрее, чем за 35 дней. Однако параметры вариантов отличаются так, что среди них нельзя однозначно выбрать наиболее предпочтительный, для окончательного выбора ЛПР рекомендуется использовать какой-либо из многокритериальных методов принятия решений:

– вариант 1 лучше, чем варианты 2 и 3 с точки зрения длительности, и может быть более предпочтительным, если ЛПР считает необходимым иметь больший запас времени на выполнение проекта в случае дополнительных рисков;

– варианты 2 и 3 лучше варианта 1, поскольку требуют меньшие издержки;

– вариант 3 лучше варианта 2, поскольку учитывает предпочтения сотрудника.

В соответствии с выбранным вариантом 3 целевое состояние компетентностного потенциала представлено в табл. 6.

Таблица 6

## Целевое состояние уровней компетенций сотрудников

Сотрудники	Компетенции		
	Знание языка PHP (компетенция 1)	Знание языка JavaScript (компетенция 2)	Знание языка Python (компетенция 3)
Сотрудник 1	2	0	2
Сотрудник 2	3	1	0
Сотрудник 3	0	3	3
Сотрудник 4	0	2	0

Для небольших проектов подобные задачи обычно решаются на основе опыта и интуиции ЛПР. Например, при решении вышеописанной задачи ЛПР могло бы вручную подобрать вариант воздействия на компетентностный потенциал или предпочел бы менее ценный вариант конфигурации проекта  $p_2$ . Однако при управлении крупными проектами с большим количеством задач и исполнителей это было бы гораздо сложнее сделать без использования специальных методов и подходов. В ряде случаев ЛПР может выбирать между несколькими возможными проектами, отдавая предпочтение тому, который будет можно реализовать текущими силами, либо наоборот – проекту, который принесет более высокую ценность, но для выполнения которого потребуется значительное изменение КП с соответствующими издержками.

**Заключение**

Управление компетентностным потенциалом важно для эффективного функционирования проектно-ориентированных организационных систем. Формализация данной задачи в рамках проектного подхода показала, что для ее решения необходимо оперировать большим количеством разнородной информации.

Предложенный авторами общий метод управления КП позволяет определить направление развития сотрудников с учетом потребностей проектной деятельности организации и при этом учесть основные виды связанных с этим издержек. В свою очередь такое развитие позволит реализовывать

проекты с более высокой ценностью и повысит конкурентоспособность организации. Для определения целевого состояния КП предложен авторский метод, использующий генетический алгоритм.

Представленный общий метод управления КП целесообразно применять в ситуациях, когда есть возможность заранее подготовиться к выполнению проекта, т.е. имеется временное окно, в течение которого можно повысить квалификацию сотрудников за счет обучения, практики или нанять дополнительных сотрудников с необходимыми компетенциями.

Применение предложенного метода определения целевого состояния КП продемонстрировано на примере анализа ИТ-проекта, для которого рассмотрены альтернативные конфигурации с разной ценностью и определение управляющего воздействия на КП.

Отметим, что предложенный общий метод управления КП не представляет в текущем виде формализацию всех требуемых данных (изменение команд исполнителей проекта, изменение длительности выполнения проекта, учет штрафов или рисков проектов и др.) и не позволяет учитывать стратегические планы развития организации [29, 30].

В дальнейшем в рамках развития предложенного метода планируется использовать методики идентификации компетенций у сотрудников организации, что позволит снизить трудоемкость применения метода управления КП. Дополнительно планируется разработать информационную технологию, которая позволит автоматизировать получение всей необходимой информации из существующих информационных систем организации, что существенно повысит удобство использования разработанного программного комплекса. В результате это должно позволить выполнить апробацию на реальном портфеле проектов.

#### *Список литературы*

1. Новиков Д. А. Управление проектами: организационные механизмы. М. : ПМСОФТ, 2007. Т. 140. С. 15.
2. Новиков Д. А., Нижегородцев Р. М., Гонгарева И. В. Управление проектами. М. : URSS, 2018.
3. Матвеев А. А., Новиков Д. А., Цветков А. В. Модели и методы управления портфелями проектов. 2005.
4. Евсеева М. В. Управление портфелем проектов и программ: современные требования // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Экономика. Управление. Право. 2019. Т. 19, № 2. С. 165–171.
5. Добрякова К. В., Ляхович Д. Г. Планирование реализации проектов в проектно-ориентированной организации: система и алгоритм внедрения // Вопросы инновационной экономики. 2020. Т. 10, № 3. С. 1179–1192.
6. Савина А. Г., Малявкина Л. И., Савин Д. А. Теоретико-методологические основы ИТ-обеспечения корпоративной системы управления проектами в проектно-ориентированных организациях // Вестник Орловского государственного университета экономики и торговли. 2020. № 3. С. 26–32. doi:10.36683/2076-5347-2020-3-53-26-32
7. Порядина В. Л., Пшеничникова И. В. Специфика управления человеческими ресурсами в проектно-ориентированных организациях // Управление строительством. 2018. № 4. С. 134–139.
8. Wsocki R. Effective project management: Traditional, agile, extreme. 7th ed. Wiley, 2014.



9. Agile, Waterfall или «гибрид»: какая модель управления проектами самая популярная в мире. URL: <https://probusiness.io/management/3621-agile-waterfall-ili-gibrid-kakaya-model-upravleniya-proektami-samaya-populyarnaya-v-mire.html> (дата обращения: 23.06.2022).
10. Кречетников К. Г. Использование модели компетенций в управлении персоналом // Наука и современность. 2015. № 35.
11. Кречетников К. Г. Смысл и содержание понятия «кадровый потенциал» // Современные тенденции в экономике и управлении: новый взгляд. 2014. № 27.
12. Кречетников К. Г., Смолякова Ю. А. Управление кадровым потенциалом в интересах развития организации // Экономика и управление: анализ тенденций и перспектив развития. 2013. № 8.
13. Терновский О. А., Шумская Е. Н. Управление человеческими ресурсами как современная концепция управления персоналом на предприятии // Вестник Российского нового университета. Серия: Человек и общество. 2020. № 2. С. 39–44.
14. Сидоренко В. В. Модель компетенций как инструмент повышения эффективности управления персоналом // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2013. № 1 (1).
15. Флек М. Б., Угнич Е. А. Управление трудовыми ресурсами и управление персоналом предприятия: взаимосвязь и отличия // Современные технологии управления. 2020. № 2 (92). С. 19.
16. Лытнева Н. А., Кыштымова Е. А., Парушина Н. В. Современные концепции управления трудовыми ресурсами предприятий // Вестник Орловского государственного университета экономики и торговли. 2015. № 4. С. 49–55.
17. Ананьин В. И., Зимин К. В., Лугачев М. И., Гимранов Р. Д. Статистическая устойчивость цифровой организации // Бизнес-информатика. 2021. Т. 15, № 1. С. 47–58.
18. Cedzich M., Jochem R. Proactive Competence Management for Employees: A Bottom-Up Process Model for Developing Target Competence Profiles Based on the Employees' Tasks // Human Interaction, Emerging Technologies and Future Systems / ed. by T. Ahram, R. Taiar. 2022. Vol. 319. doi:10.1007/978-3-030-85540-6\_144
19. Wikarek J., Sitek P. Proactive and reactive approach to employee competence configuration problem in planning and scheduling processes // Applied Intelligence. 2021. doi:10.1007/s10489-021-02594-x
20. Кибанов А. Я., Митрофанова Е. А., Коновалова В. Г., Чуланова О. Л. Концепция компетентностного подхода в управлении персоналом. 2016.
21. Слободской А. Л. Модели компетенций в системе управления персоналом организаций // Актуальные проблемы социологии и управления. 2018. С. 36–40.
22. Афанасьева Л. А., Коптева К. В. Разработка инвариантной модели компетенций как элемент кадровой политики компании // Auditorium. 2015. № 1 (5). URL: <https://api.semanticscholar.org/v1/paper/CorpusID:107593516> (дата обращения: 23.06.2022).
23. Лазарев А. А., Гафаров Е. Р. Теория расписаний. Задачи и алгоритмы. М. : Изд-во МГУ, 2011.
24. Gen M., Cheng R., Lin L. Network models and optimization: Multiobjective genetic algorithm approach. Springer Science & Business Media, 2008.
25. Zitzler E., Laumanns M., Thiele L. SPEA2: Improving the strength Pareto evolutionary algorithm // TIK-report. 2001. Vol. 103.
26. Mendes J. J., Gonçalves J. F., Resende M. G. A random key based genetic algorithm for the resource constrained project scheduling problem // Computers & operations research. 2009. Vol. 36. P. 92–109. doi:10.1016/j.cor.2007.07.001
27. Myszkowski P. B., Skowronski M. Specialized genetic operators for multi skill resource-constrained project scheduling problem // 19th international conference on soft computing mendel. 2013. P. 57–62.

28. Myszkowski P. B., Skowroński M. E., Olech Ł. P. [et al.]. Hybrid ant colony optimization in solving multi-skill resource-constrained project scheduling problem // *Soft Computing*. 2015. Vol. 19. P. 3599–3619. doi:10.1007/s00500-014-1455-x
29. Трейтьякова Е. В. Модель оценки трудовых ресурсов в системе стратегического управления предприятием // *Вестник Гомельского государственного технического университета им. П. О. Сухого*. 2013. № 3. С. 110–116.
30. Караев Р. А. О. Когнитивный анализ и выбор стратегических целей предприятия // *Бизнес-информатика*. 2019. Т. 13, № 4.

### References

1. Novikov D.A. *Upravlenie proektami: organizatsionnye mekhanizmy = Project management: organizational mechanisms*. Moscow: PMSOFT, 2007;140:15. (In Russ.)
2. Novikov D.A., Nizhegorodtsev R.M., Gontareva I.V. *Upravlenie proektami = Project management*. Moscow: URSS, 2018. (In Russ.)
3. Matveev A.A., Novikov D.A., Tsvetkov A.V. *Modeli i metody upravleniya portfelyami proektov = Models and methods of project portfolio management*. 2005. (In Russ.)
4. Evseeva M.V. Project and program portfolio management: modern requirements. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya Ekonomika. Upravlenie. Pravo = News of Saratov University. A new series. Economics series. Management. Right*. 2019;19(2):165–171. (In Russ.)
5. Dobryakova K.V., Lyakhovich D.G. Project implementation planning in a project-oriented organization: system and implementation algorithm. *Voprosy innovatsionnoy ekonomiki = Issues of innovative economy*. 2020;10(3):1179–1192. (In Russ.)
6. Savina A.G., Malyavkina L.I., Savin D.A. Theoretical and methodological foundations of IT support for a corporate project management system in project-oriented organizations. *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo universiteta ekonomiki i trgovli = Bulletin of the Orel State University of Economics and Trade*. 2020;(3):26–32. (In Russ.). doi:10.36683/2076-5347-2020-3-53-26-32
7. Poryadina V.L., Pshenichnikova I.V. Specifics of human resource management in project-oriented organizations. *Upravlenie stroitel'stvom = Construction management*. 2018;(4):134–139. (In Russ.)
8. Wysocki R. *Effective project management: Traditional, agile, extreme. 7th ed.* Wiley, 2014.
9. *Agile, Waterfall ili «gibrid»: kakaya model' upravleniya proektami samaya populyarnaya v mire = Agile, Waterfall or "hybrid": which project management model is the most popular in the world.* (In Russ.). Available at: <https://probusiness.io/management/3621-agile-waterfall-ili-gibrid-kakaya-model-upravleniya-proektami-samaya-populyarnaya-v-mire.html> (accessed 23.06.2022).
10. Krechetnikov K.G. Using the competence model in personnel management. *Nauka i sovremennost' = Science and modernity*. 2015;(35). (In Russ.)
11. Krechetnikov K.G. The meaning and content of the concept of "personnel potential". *Sovremennye tendentsii v ekonomike i upravlenii: novyy vzglyad = Modern trends in economics and management: a new look*. 2014;(27). (In Russ.)
12. Krechetnikov K.G., Smolyakova Yu.A. Human resources management in the interests of the development of the organization. *Ekonomika i upravlenie: analiz tendentsiy i perspektiv razvitiya = Economics and management: analysis of trends and development prospects*. 2013;(8). (In Russ.)
13. Ternovskiy O.A., Shumskaya E.N. Human resource management as a modern concept of personnel management at an enterprise. *Vestnik Rossiyskogo novogo universiteta. Seriya: Chelovek i obshchestvo = Bulletin of the Russian New University. Series: Man and Society*. 2020;(2):39–44. (In Russ.)

14. Sidorenko V.V. Model of competencies as a tool for improving the efficiency of personnel management. *Innovatsionnaya ekonomika: perspektivy razvitiya i sovershenstvovaniya = Innovative economics: prospects for development and improvement*. 2013;(1). (In Russ.)
15. Flek M.B., Ugnich E.A. Human resource management and personnel management of the enterprise: interrelation and differences. *Sovremennye tekhnologii upravleniya = Modern management technologies*. 2020;(2):19. (In Russ.)
16. Lytneva N.A., Kyshtymova E.A., Parushina N.V. Modern concepts of management of labor resources of enterprises. *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo universiteta ekonomiki i torgovli = Bulletin of the Orel State University of Economics and Trade*. 2015;(4):49–55. (In Russ.)
17. Anan'in V.I., Zimin K.V., Lugachev M.I., Gimranov R.D. Statistical stability of a digital organization. *Biznes-informatika = Business Informatics*. 2021;15(1):47–58. (In Russ.)
18. Cedzich M., Jochem R. Proactive Competence Management for Employees: A Bottom-Up Process Model for Developing Target Competence Profiles Based on the Employees' Tasks. *Human Interaction, Emerging Technologies and Future Systems* / ed. by T. Ahram, R. Taiar. 2022;319. doi:10.1007/978-3-030-85540-6\_144
19. Wikarek J., Sitek P. Proactive and reactive approach to employee competence configuration problem in planning and scheduling processes. *Applied Intelligence*. 2021. doi:10.1007/s10489-021-02594-x
20. Kibanov A.Ya., Mitrofanova E.A., Konovalova V.G., Chulanova O.L. *Kontseptsiya kompetentnostnogo podkhoda v upravlenii personalom = The concept of competence approach in personnel management*. 2016. (In Russ.)
21. Slobodskoy A.L. Models of competencies in the personnel management system of organizations. *Aktual'nye problemy sotsiologii i upravleniya = Actual problems of sociology and management*. 2018:36–40. (In Russ.)
22. Afanas'eva L.A., Kopteva, K.V. Development of an invariant model of competencies as an element of the company's personnel policy. *Auditorium*. 2015;(1). (In Russ.). Available at: <https://api.semanticscholar.org/v1/paper/CorpusID:107593516> (accessed 23.06.2022).
23. Lazarev A.A., Gafarov E.R. *Teoriya raspisaniy. Zadachi i algoritmy = Theory of schedules. Tasks and algorithms*. Moscow: Izd-vo MGU, 2011. (In Russ.)
24. Gen M., Cheng R., Lin L. *Network models and optimization: Multiobjective genetic algorithm approach*. Springer Science & Business Media, 2008.
25. Zitzler E., Laumanns M., Thiele L. SPEA2: Improving the strength Pareto evolutionary algorithm. *TIK-report*. 2001;103.
26. Mendes J.J., Gonçalves J.F., Resende M.G. A random key based genetic algorithm for the resource constrained project scheduling problem. *Computers & operations research*. 2009;36:92–109. doi:10.1016/j.cor.2007.07.001
27. Myszkowski P.B., Skowronski M. Specialized genetic operators for multi skill resource-constrained project scheduling problem. *19th international conference on soft computing mendel*. 2013:57–62.
28. Myszkowski P.B., Skowroński M.E., Olech Ł.P. et al. Hybrid ant colony optimization in solving multi-skill resource-constrained project scheduling problem. *Soft Computing*. 2015;19:3599–3619. doi:10.1007/s00500-014-1455-x
29. Treyt'yakova E.V. Model of labor resources assessment in the system of strategic enterprise management. *Vestnik Gomel'skogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. P.O. Sukhogo = Bulletin of the Gomel State Technical University named after P.O. Sukhoi*. 2013;(3):110–116.
30. Karaev R.A.O. Cognitive analysis and the choice of strategic goals of the enterprise. *Biznes-informatika = Business Informatics*. 2019;13(4). (In Russ.)

***Информация об авторах / Information about the authors***

**Виктор Васильевич Калевко**

ассистент преподавателя  
кафедры информатики  
и программного обеспечения,  
Брянский государственный  
технический университет  
(Россия, г. Брянск, б-р 50 лет Октября, 7)  
E-mail: kalevko\_victor@inbox.ru

**Viktor V. Kalevko**

Teaching assistant of the sub-department  
of computer science and software,  
Bryansk State Technical University  
(7 50 years of October boulevard,  
Bryansk, Russia)

**Дмитрий Григорьевич Лагерев**

кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры информатики  
и программного обеспечения,  
Брянский государственный  
технический университет  
(Россия, г. Брянск, б-р 50 лет Октября, 7)  
E-mail: LagerevDG@yandex.ru

**Dmitriy G. Lagerev**

Candidate of technical sciences,  
associate professor,  
associate professor of the sub-department  
of computer science and software,  
Bryansk State Technical University  
(7 50 years of October boulevard,  
Bryansk, Russia)

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /  
The authors declare no conflicts of interests.**

**Поступила в редакцию/Received 14.09.2022**

**Поступила после рецензирования/Revised 06.12.2022**

**Принята к публикации/Accepted 12.12.2022**