

УДК 330.42

08.00.13 - Математические и инструментальные методы экономики (экономические науки)

ИНТЕГРАЦИОННАЯ И ЭЛЕМЕНТАРНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ СЕТЕВОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ¹

Ефанова Наталья Владимировна
к.э.н, доцент, РИНЦ SPIN-код: 9977-2499
Efanova.nv@gmail.com

Слесаренко Иван Владимирович
магистр информационных систем и технологий,
аспирант
one.concealed.light@gmail.com
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Краснодар, Россия

Проблема обеспечения экономической устойчивости предприятий особенно актуальна для сетевых предприятий малого и среднего бизнеса. Здесь, как правило, недоступны методы диверсификации, широко используемые крупным бизнесом, поэтому малый и средний бизнес наиболее кризисно уязвим. Любое предприятие на стадии становления и развития осуществляет переход от малого бизнеса к среднему и крупному. Этот переход, как правило, осуществляется за счет интеграционных процессов, обеспечивая, таким образом, формирование сетевых бизнес-структур. Сетевые предприятия нуждаются в современном научно-практическом инструментарии оценки их экономической устойчивости с целью разработки стратегии развития и обеспечения эффективности управления. Понятие устойчивости предприятия является комплексным. В данной статье представлена математическая модель для оценки интеграционной устойчивости сетевой экономической системы. В основе модели лежит представление внутренней структуры отдельного элемента сети в виде трехуровневого графа, узлами которого выступают показатели деятельности, их критерии эффективности и стабильности. Показаны варианты оценки устойчивости центрального элемента сети. Научная и практическая значимость проведенного исследования обусловлена формированием методологии оценки сетевых экономических структур

Ключевые слова: СЕТЕВАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА, ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ, УСТОЙЧИВОСТЬ, МОДЕЛЬ, ГРАФ

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-164-029>

UDC 330.42

08.00.13-Mathematical and instrumental methods of Economics (economic sciences)

THE INTEGRATION SUSTAINABILITY AND ELEMENTARY SUSTAINABILITY OF THE NETWORK ECONOMIC STRUCTURE

Efanova Natalia Vladimirovna
Cand.Econ.Sci., associate professor
RSCI SPIN-code: 9977-2499

Slesarenko Ivan Vladimirovich
Master of Information Systems and Technologies,
postgraduate student
one.concealed.light@gmail.com
FSBEI HE "Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin", Krasnodar, Russia,

The problem of ensuring the economic sustainability of enterprises is especially relevant for networked enterprises of small and medium-sized businesses. Here, as a rule, diversification methods widely used by big business are not available, so small and medium-sized businesses are most vulnerable to crisis. Any enterprise at the stage of formation and development makes the transition from small business to medium and large. This transition, as a rule, is carried out through integration processes, thus ensuring the formation of networked business structures. Network enterprises need modern scientific and practical tools for assessing their economic sustainability in order to develop a development strategy and ensure management efficiency. The enterprise sustainability is a complex concept. This article presents a mathematical model for assessing the integration sustainability of a networked economic system. The model is based on the representation of the internal structure of an individual network element in the form of a three-level graph, the nodes of which are performance indicators, their criteria for efficiency and stability. The options for assessing the sustainability of the network central element are shown. The scientific and practical significance of the study is due to the formation of the current methodology for assessing network economic structures

Keywords: NETWORK ECONOMIC STRUCTURE, CENTRAL ELEMENT, SUSTAINABILITY, MODEL, GRAPH

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 20-010-00108 А).

Кризисные явления последнего времени показали, что малый и средний бизнес – сектор МСП – наиболее уязвим. С одной стороны, многие предприятия вынуждены были закрыться, объявить себя банкротами. С другой стороны, это послужило более динамичному развитию интеграционных процессов и связей, что обусловило стремительный переход к сетевой форме организации, которая на сегодняшний день по праву считается наиболее перспективной в плане обеспечения устойчивости и поступательного развития предприятий. Использование сетевых принципов организации становится ведущим направлением в практике функционирования многих предприятий сектора МСП. Использование принципов сетизации способствует быстрой адаптации предприятий к изменениям во внешней и внутренней среде. Назрел переход к современным методам управления сетевыми экономическими структурами, где идет отказ от жесткой вертикальной иерархии, повышается роль отдельных звеньев сети. При этом для всей сети наблюдается синергетический эффект.

Сетизация позволяет по-новому подойти к исследованию устойчивости предприятия. Необходимо рассматривать устойчивость всей сети в целом, а также устойчивость отдельных ее элементов. Успех в повышении или хотя бы в удержании приемлемого уровня устойчивости обеспечит «выживаемость» компании.

Понятие устойчивости предприятия является комплексным. Исследование проблем, связанных с оценкой и обеспечением устойчивости предприятий, отражено в научной литературе, в работах как отечественных, так и зарубежных ученых. Однако мало исследований относительно сетевых предприятий. При этом предпринимались успешные попытки исследования устойчивости для корпоративного сектора, который относится к крупному бизнесу, но результаты не очень подходят для сетевых предприятий сектора МСП. Таким образом, задача исследования

устойчивости актуальна в разрезе сетевой формы организации предприятий малого и среднего бизнеса.

На рисунке 1 представлена графовая модель сетевого предприятия с выделением центрального элемента (Ц) и отдельных элементов (Э_і). Возможно наличие подсетей с локальным центром (ЛЦ), которые в целом повторяют общую структуру. Часто формирование сети начинается вокруг компании-инициатора интеграционного взаимодействия. Это и есть центральный элемент.

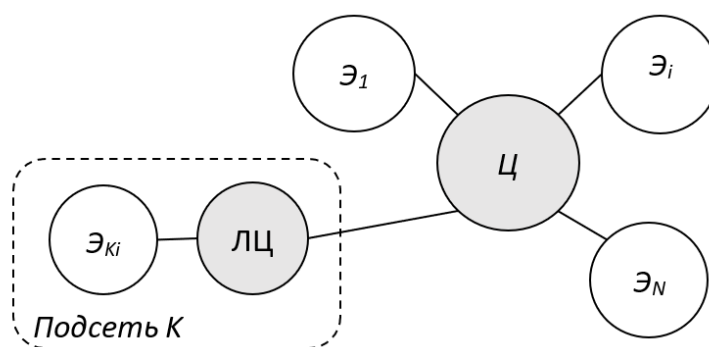


Рисунок 1 – Граф сети

Сетевое предприятие устойчиво в том случае, когда оно имеет достаточно ресурсов для поддержания каждого аспекта своей деятельности в оптимальном состоянии, в условиях противодействия неблагоприятным изменениям внешней среды. Каждый аспект важен, так как от него зависит устойчивость сети в целом. В зависимости от аспекта выделяют различные виды устойчивости.

Одним из первых шагов в исследовании любой проблемы является изучение и актуализация терминологического словаря предметной области с целью создания единого информационного пространства. В статье [1] был предложен вариант актуализации ряда понятий для описания сетевой бизнес-структуры. В статье [2] введены понятия интеграционной и элементарной устойчивости. Данная работа является продолжением исследований.

Для оценки интеграционной устойчивости предлагается использовать интегральный показатель S_{int} :

$$S_{int} = f(S_{el}, S_c) \quad (1)$$

где S_{el} – это показатель «элементарной устойчивости» отдельного бизнес-элемента сети;

S_c – совокупный показатель устойчивости центрального элемента;

f – функционал, позволяющий определить значение для отдельных показателей устойчивости S_{el} и S_c .

В самом простом выражении в качестве функционала f можно обозначить весовую сумму по всем S_{el} и S_c , формирующим сеть, тогда формула (1) принимает вид:

$$S_{int} = \sum_i^n w \cdot S_{el} + w_c \cdot S_c, \quad (2)$$

где w – вес i -го бизнес-элемента, для которого рассчитана элементарная устойчивость S_{el} ; w_c – вес центрального элемента, для которого уже известна S_c . Сумма весов в (2) равна единице. Относительно S_{el} веса распределяются пропорционально своей доле влияния.

Центральный элемент играет роль основного стратегического управленческого элемента. Поэтому для вычисления его устойчивости используется отдельный показатель S_c , отличный от S_{el} . Так S_c представляет собой совокупный показатель для оценки именно управленческого аспекта, в то время как S_{el} служит для оценки операционного или исполнительского аспекта. От этого зависит формирование набора критериев оценки.

Если представить центральный элемент или любой другой элемент сети не просто как абстрактную сущность, а как объект со своей внутренней структурой, то его устойчивость зависит, в основном, от элементов, эту структуру формирующих. Далее рассматриваем на примере центрального элемента, внутренняя структура отдельного элемента

аналогична, разница заключается в управленческом или исполнительском аспекте при формировании набора критериев оценки.

Представим центральный элемент в виде взвешенного графа (рисунок 2), идея построения такого графа взята из [3]:

$$G = (V, R),$$

где $V = \langle S, D, A \rangle$ – набор узлов графа:

$S = \{S_c\}$ – устойчивость ЦЭ, S_c ;

$D = \{d_i\}$ – департаменты, $i = 1..N_D$;

$A = \{a_{ij}\}$ – показатели деятельности департаментов; $i = 1..N_D, j = 1..N_A$;

$R = \{\{r_{ci}\} \cup \{r_{ij}\} \cup \{r_{cij}\} \cup \{\bar{r}_{(\bar{i};ij)}\}\}$ – набор ребер, соединяющих узлы графа.

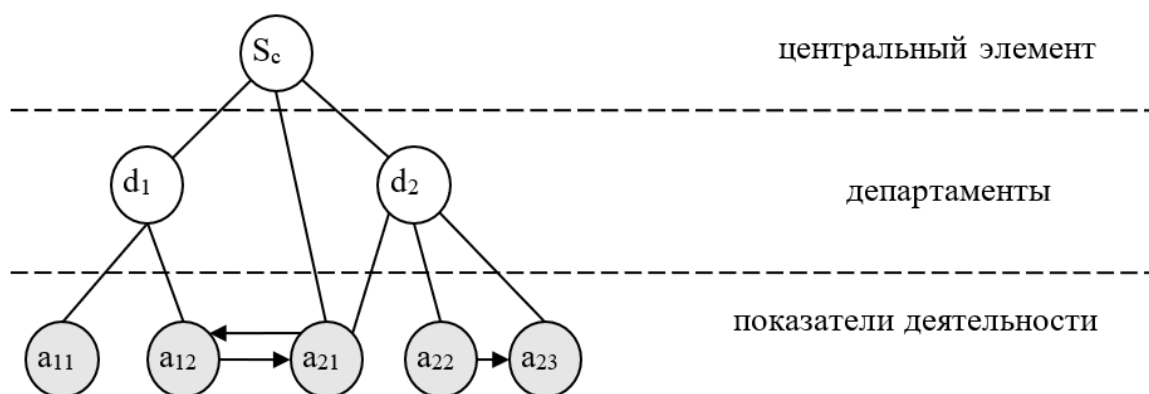


Рисунок 2 – Графовая модель центрального элемента сети

Узлами графа на рисунке 2 являются показатели устойчивости компонентов центрального элемента: департаментов и их показателей деятельности. Вертикальные связи между узлами имеют вес, который характеризует, насколько устойчивость отдельного показателя влияет на департамент, а департамента, в свою очередь, – на центральный элемент. Эти связи однонаправленные снизу-вверх.

Устойчивость департамента определим как:

$$d_i = f(\{a_{ij}, w_{ij}\}), \quad (3)$$

где: d_i – устойчивость i -го департамента; a_{ij} – устойчивость j -й активности (деятельности) i -го департамента; w_{ij} – вес ребра r_{ij} .

Горизонтальные связи отражают влияние показателей деятельности друг на друга (рисунок 2). Они определяют то, как устойчивость одной деятельности влияет на устойчивость другой. Иными словами, если компонент А устойчив, но полностью зависим от неустойчивого компонента В, то его устойчивость снижается. Горизонтальные связи односторонние: зависимость необязательно может быть взаимной.

Соответственно, устойчивость центрального элемента базируется на устойчивости департаментов и ключевых показателей деятельности:

$$S_c = f_c(\{f_{cd}\{d_{ci}, w_{ci}\}, f_{ca}\{a_{ij}, w_{cij}\}\}), \quad (4)$$

где: d_i – устойчивость i -го департамента центра; w_i – вес ребра r_{ci} ; a_{ij} – устойчивость j -й активности i -го департамента; w_{ij} – вес ребра r_{ij} ; f_{cd} – функционал, определяющий зависимость устойчивости центра от департамента; f_{ca} – функционал, определяющий зависимость устойчивости ЦЭ от деятельности.

С учетом того, что расчет d_i может базироваться на показателях функциональной деятельности департамента, необходимо определить принцип расчета устойчивости деятельности на основании ее показателей. В качестве таких показателей возможно использование КРІ и т.п. При этом также стоит учитывать, что на устойчивость может влиять не только текущее состояние деятельности, но и ее стабильность.

Показатель стабильности предполагает уверенность в сохранении состояния деятельности на протяжении определенного периода времени. Другими словами, высокий показатель эффективности деятельности при низкой стабильности не будет автоматически сигнализировать и о ее устойчивости. Таким образом, для расчета устойчивости j -й деятельности

i -го департамента центра (a_{ij}) используется двумерная модель, где первым измерением является уровень эффективности, а вторым – его стабильность:

$$a_{ij} = f_{ae}(e_{lij}, e_{sij}), \quad (5)$$

где: e_{lij} – уровень эффективности деятельности a_{ij} , e_{sij} – стабильность уровня деятельности a_{ij} .

С учетом структуры графа добавляется также функциональная зависимость от иной деятельности, благодаря чему формула (5) приобретает вид:

$$a_{ij} = f_a(f_{ae}(e_{li}, e_{si}), \{f_{aa}(a_{\bar{ij}}, w_{(\bar{ij}, ij)})\}), \quad (6)$$

где: f_{ae} – функционал зависимости устойчивости a_{ij} от эффективности и стабильности;

$a_{\bar{ij}}$ – устойчивость влияющей деятельности;

$w_{(\bar{ij}, ij)}$ – вес ребра $\bar{r}_{(\bar{ij}, ij)}$ между узлами деятельности;

f_{aa} – функционал зависимости устойчивости a_{ij} от устойчивости иной деятельности;

f_a – функционал устойчивости деятельности a_{ij} ;

(\bar{ij}, ij) – отображение влияния какой \bar{ij} на какую ij деятельность

Уровень стабильности принимает значения из диапазона $[0..1]$, где 0 характеризует полностью нестабильный показатель (отсутствие уверенности в сохранении уровня), а 1 – полностью стабильный (вероятность, близкая к 100%, в сохранении уровня). Вывод формулы расчета коэффициента стабильности является вопросом будущих исследований.

Уровень эффективности может принимать любые значения, но в конечном итоге должен быть нормализован для релевантности дальнейших расчетов. В ситуациях, когда показатель не является дискретным, определяется «мягкий максимум», при котором он является достаточно

удовлетворительным, а также «жесткой максимум», после которого дальнейшее повышение будет иметь постоянно уменьшающуюся эффективность. При нормализации жесткий максимум и все, что выше, воспринимается как 1. Представление мягкого максимума определяется эмпирически и впоследствии является ключевым для расчета нормализованных значений.

Как следствие, результат взаимодействия e_{li} и e_{si} в виде a_{ij} будет принимать значение в диапазоне $[0..1]$, интерпретация которого означает полную неустойчивость компонента в случае 0 и полную устойчивость в случае 1.

Рассмотрим пример модели на плоскости (рисунок 3):



Рисунок 3 – Двумерная модель расчета устойчивости деятельности

Точка на плоскости отражает текущее состояние показателей деятельности. Точка с координатами (1;1) является эталоном – абсолютная устойчивость деятельности в текущий момент времени. Для определения уровня устойчивости можно использовать несколько вариантов применения этих показателей в качестве переменных.

Первый вариант – это представление точки эталона в качестве центра окружности (рисунок 4). В этом случае расстояние точки деятельности от точки эталона будет определять устойчивость: чем выше его значение, тем ниже устойчивость.

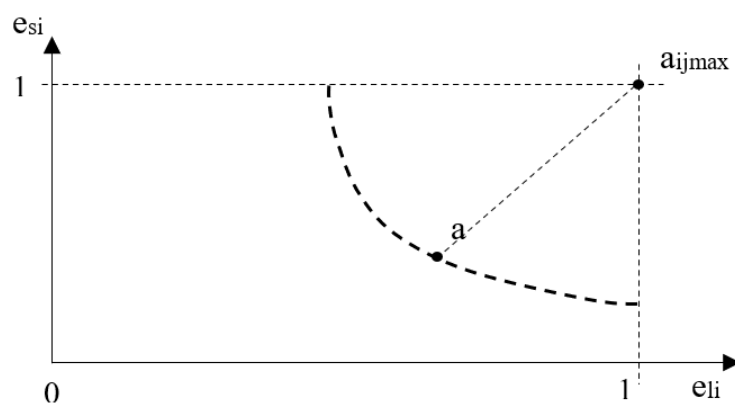


Рисунок 4 – Устойчивость как расстояние от эталона

Таким образом, формула расчета f_{ae} при обеспечении нормализации данных будет иметь следующий вид:

$$f_{ae} = 1 - \sqrt{(1 - e_{li})^2 + (1 - e_{si})^2}. \quad (7)$$

Однако при использовании этого варианта возможны отрицательные значения f_{ae} . В зависимости от специфики деятельности они могут восприниматься как нулевое значение, либо быть подвергнуты нормализации.

Второй вариант является разновидностью первого и предполагает смещение точки эталона (формирование точки квазиэталона) в зависимости от важности показателей эффективности или стабильности. В этом случае необходимо вывести пороги каждого показателя, на основании которых определяется центр окружности (рисунок 5).

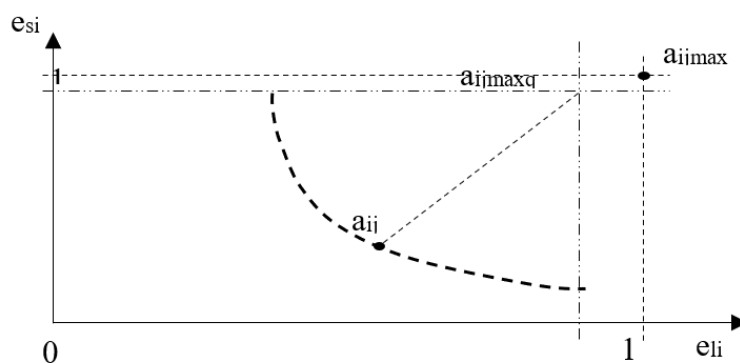


Рисунок 5 – Развитие модели окружности

Проблемой обоих вариантов является то, что можно получить ответ на вопрос «Насколько устойчива деятельность?», но тяжело дать ответ на нечеткий неоднозначный вопрос «Устойчива ли деятельность?».

Альтернативным развитием первого варианта является отказ от окружности в пользу сектор-эллипса, если важность эффективности и стабильности различаются (рисунок 6). В таком случае расчет расстояния от точки эталона уходит на второй план и приоритетным становится нахождение точки в той или иной области. Однако тонкий расчет уровня устойчивости становится затруднительным, и уже проще получить ответ на вопрос «Устойчива ли деятельность?», чем на вопрос «Насколько устойчива деятельность?».

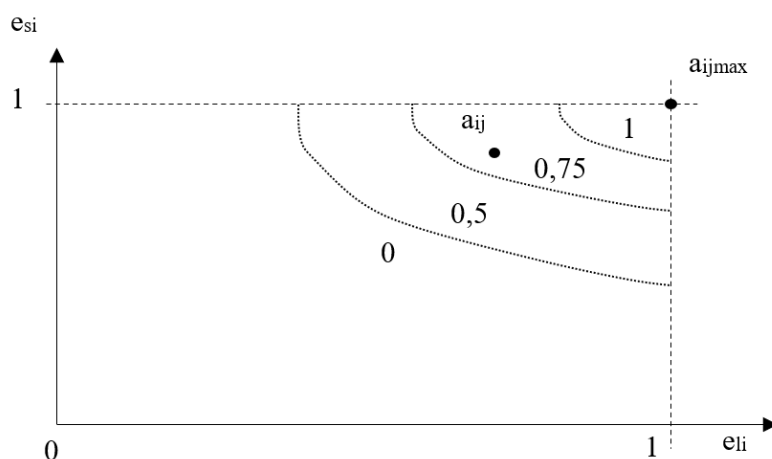


Рисунок 6 – Сектор-эллипс модель

Таким образом, мы приходим к общему виду третьего варианта: разделение плоскости на области, которые являются ответом на вопрос «Устойчива ли деятельность?». Форма областей может быть любая и варьироваться в зависимости от специфики деятельности (рисунок 7). Каждому ответу в таком случае присваивается значение от 0 до 1, а вывод формулы более точного расчета для сравнения деятельностей становится предметом дальнейшего развития модели.

Наконец, проблему первых двух вариантов можно решить через применение методов нечеткой логики, которые позволят преобразовать расстояние от точки эталона до точки деятельности в ответ на поставленный в ходе принятия решения вопрос. В частности, представление понятий эффективности и стабильности в виде лингвистических переменных со своими терм-множествами и использованием стандартных 01-классификаторов для покрытия универсального множества, где формализуется семантика значений термов.

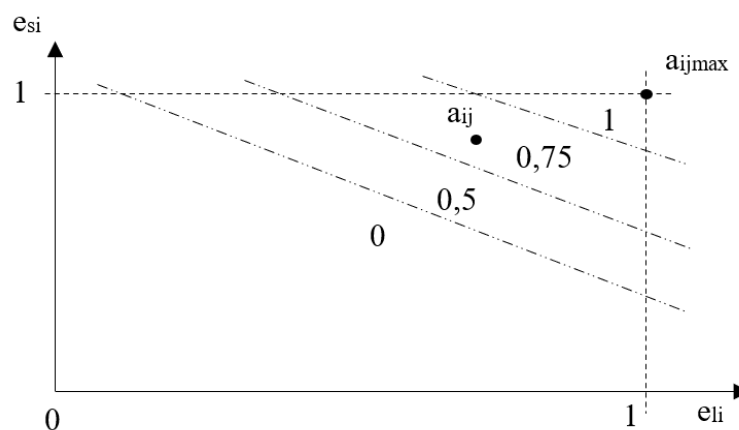


Рисунок 7 – Областная модель

Подводя итоги, следует отметить, что механизм функционирования и развития бизнес-сетей еще недостаточно изучен, не сформулирована окончательно парадигма управления сетевыми структурами. Поэтому эти вопросы требуют дальнейшей проработки. Организационная среда динамично меняется за счет множества факторов, на которые сеть должна реагировать. Иначе невозможно обеспечить экономическую устойчивость сети и сохранить или ускорить темпы ее развития. Проблема обеспечения экономической устойчивости предприятий особенно актуальна для предприятий сектора МСП, где сегодня наблюдается наибольшая концентрация сетей. Методология оценки сетевых экономических

структур находится в стадии становления. Это говорит о целесообразности продолжения исследований в данном направлении.

Список литературы

1. Ефанова Н.В. К вопросу организации и управления сетевыми структурами предприятий малого и среднего бизнеса // Трансформация социально-экономического пространства России и мира : сб. статей Международной научно-практической конференции (Сочи, 01–03 октября 2020 года). Под редакцией Г.Б. Клейнера, Х.А. Константиныди, В.В. Сорокожердьева, З.М. Хашевой. – Москва: изд-во АНО «Научно-исследовательский институт истории, экономики и права», 2020. – С. 32-39

2. Ефанова Н.В. Исследование понятия устойчивости экономических сетевых структур / Н.В. Ефанова, К.А. Ковалева // Современная экономика: проблемы и решения. – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2020. – №11(131). – С.91-101

3. Pereira J. P., Efanova N., Slesarenko I. A new model for evaluation of human resources: case study of catering industry //World Conference on In-formation Systems and Technologies. – Springer, Cham, 2019. – С. 612-621.

References

1. Efanova N.V. K voprosu organizacii i upravlenija setevymi strukturami predpriyatij malogo i srednego biznesa // Transformacija social'no-jekonomicheskogo prostranstva Rossii i mira : sb. statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii (Sochi, 01–03 oktjabrja 2020 goda). Pod redakciej G.B. Klejnera, H.A. Konstantinidi, V.V. Sorokozherd'eva, Z.M. Hashevoj. – Moskva: izd-vo ANO «Nauchno-issledovatel'skij institut istorii, jekonomiki i prava», 2020. – S. 32-39

2. Efanova N.V. Issledovanie ponjatija ustojchivosti jekonomicheskikh setevyh struktur / N.V. Efanova, K.A. Kovaleva // Covremennaja jekonomika: problemy i reshenija. – Voronezh: Voronezhskij gosudarstvennyj universitet, 2020. – №11(131). – S.91-101

3. Pereira J. P., Efanova N., Slesarenko I. A new model for evaluation of human resources: case study of catering industry //World Conference on In-formation Systems and Technologies. – Springer, Cham, 2019. – S. 612-621.