



# ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ ECONOMY AND MANAGEMENT OF NATIONAL ECONOMY

УДК 332.14

<https://doi.org/10.23947/2413-1474-2023-7-1-20-27>

**Методика оценки эффективности управления развитием территорий бассейна реки Хуанхэ**

**Чжао Цзыцян<sup>1</sup>, Киреева М. С.<sup>1</sup>, Мурзин А. Д.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Южный федеральный университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

<sup>2</sup> Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Территории речных бассейнов исторически имеют высокий потенциал и выступают катализатором развития региональных систем за счет доступа к природным ресурсам, выгодным транспортным условиям и рекреации. Река Хуанхэ своим бассейном связывает восточные и западные регионы Китая, формируя единый экономический вектор для прилегающих территорий. Определение эффективности программ и проектов комплексного развития территорий водных бассейнов должно основываться на системе оценочных критериев. Цель данной статьи — представить методический аппарат, позволяющий в перспективе определять наиболее эффективные направления развития бассейновых территорий, опирающийся на предложенную систему оценочных индексов.

**Ключевые слова:** региональная экономика, развитие бассейновых территорий, институты регионального развития, TOPSIS, модель DPSIR, экология, концепция.

**Для цитирования:** Чжао Цзыцян, Киреева М.С., Мурзин А.Д. Методика оценки эффективности управления развитием территорий бассейна реки Хуанхэ. *Экономика и экология территориальных образований*. 2023;7(1):20–27. <https://doi.org/10.23947/2413-1474-2023-7-1-20-27>

**Assessment methodology for the development management efficiency of the Huanghe river basin territories**

**Zhao Ziqiang<sup>1</sup>, Kireeva M.<sup>1</sup>, Murzin A.D.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Southern Federal University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

<sup>2</sup>Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

The territories of river basins historically have a high potential and act as a catalyst for the development of regional systems through access to natural resources, favorable transport conditions and recreation. The Yellow River connects the eastern and western regions of China with its basin, forming a single economic vector for the adjacent territories. Determining the effectiveness of programs and projects for the integrated development of water basin territories should be based on a system of evaluation criteria. The article presents a methodological apparatus that allows in the future to determine the most effective directions for the development of basin territories, based on the proposed system of evaluation indices.

**Keywords:** regional economy, development of basin territories, institutions of regional development, TOPSIS, DPSIR model, ecology, concept.

**For citation:** Zhao Ziqiang, Kireeva M., Murzin A. Assessment methodology for the development management efficiency of the Huanghe river basin territories. *Economy and ecology of territorial formations*. 2023;7(1):20–27. <https://doi.org/10.23947/2413-1474-2023-7-1-20-27>

**Введение.** Река Хуанхэ берет свое начало у северного подножия гор Баян-Хар на Цинхай-Тибетском плато и протекает через девять провинций и регионов Китая. Общая протяженность бассейна составляет 5464 км. Это вторая по величине река в Китае. Бассейн Хуанхэ граничит с горами Куньлунь на западе, горами Иньшань на севере, горами Циньлин на юге и Бохайским морем на востоке, охватывая восточные, центральные и западные регионы. Это значимый рубеж экологической безопасности Китая, важный район для экономического развития страны, обладающий стратегическим государственным значением для социалистической модернизации.

Правительство Китая рассматривает экологическую безопасность и устойчивое развитие бассейна реки Хуанхэ как элемент долгосрочного плана возрождения китайской нации. В настоящее время всесторонне поддерживается формирование экологической доктрины Китая. Концепция «зеленая вода и зеленые горы — золотые горы и серебряные горы» глубоко укоренилась в сознании населения. Жители территорий реки Хуанхэ придерживаются данной концепции.

Политика ускоренного эколого-экономического роста открывает новые возможности для развития территории бассейна реки Хуанхэ. В частности, движущей силой качественного экономического роста в новых условиях стали приоритеты строительства экологической цивилизации Китая, а также становление экологического государственного управления.

**Основная часть.** Экологическая система реки Хуанхэ всегда имела ряд проблем: плохой экологический фон, дефицит водных ресурсов, потеря плодородности прибрежных территорий, слабая пропускная способность русла и др [1].

Самой острой экологической проблемой в бассейне реки Хуанхэ является нехватка водных ресурсов и периодическая маловодность. Климат в районе реки сухой с небольшим годовым количеством осадков. Среднегодовое количество осадков — 446 мм, что составляет всего 40 % от бассейна реки Янцзы. Среднегодовые стоки водных ресурсов насчитывают 64,7 млрд куб. м, что составляет менее 7 % реки Янцзы. Уровень освоения и использования водных ресурсов достигает 80 %, что намного превышает экологический норматив в 40 %.

Еще одной проблемой реки Хуанхэ является экологическая несбалансированность и нестабильность прилегающей территории. Экологически уязвимые районы в бассейне реки Хуанхэ имеют широкий диапазон типов: плато-ледники и пастбищные луга в верховьях гор Цилян, лессовое плато в среднем течении, а также дельта реки Хуанхэ в низовьях. Все районы подвержены деградации и сильному загрязнению окружающей среды, качество воды значительно ниже среднего по стране.

Важным фактором нестабильности бассейна является угроза наводнений. Баланс водности и русловых отложений неустойчив. Проблемы отложений наносов в низовьях, «висения реки на грунте» до конца так и не решены. В низовьях реки проживает около миллиона человек, которым постоянно угрожают наводнения, вызванные изменением климата и экстремальными погодными условиями.

Самой острой проблемой бассейна Хуанхэ является низкое качество жизни населения, несбалансированное и недостаточное развитие прилегающих провинций и целых экономических районов, расположенных вдоль реки. Промышленность в провинциях вдоль реки Хуанхэ

высоко энергозависима, отличается низкой оснащенностью и малой эффективностью. В приречных регионах концентрируется энергетическая, химическая, добывающая промышленность, функционирует сельское хозяйство и животноводство, но отсутствуют новые промышленные кластеры с высокой конкурентоспособностью. Имеет место отток трудовых ресурсов из регионов, а природные ресурсы скудны [2].

Провинции и автономные районы вдоль реки имеют много исторических проблем в сфере коммунальной инфраструктуры, здесь недостаточно медицинских учреждений. Население испытывает нехватку продовольственных товаров. Уровень доходов городских и сельских жителей приречных районов намного ниже, чем в среднем по стране.

Кроме того, ввиду географических условий и ландшафтных ограничений экономические связи провинций и регионов вдоль реки Хуанхэ имеют препятствия к развитию. Требуют дополнительного изучения и координации в проектном управлении организация регионального разделения и кооперации труда, направления модернизации системы управления водосбором, системы культурного и духовного наследия.

Охрана окружающей среды и задачи устойчивого развития бассейна реки Хуанхэ имеют большое историческое и стратегическое значение для страны. В целях экологической защиты бассейна и качественного экономического развития территорий реки Хуанхэ необходимо решать проблемы баланса водотока и водозабора, преодолевать противоречия между потребностями и возможностями водных ресурсов, а также обеспечения безопасности при использовании водных ресурсов.

В целях содействия всестороннему экономическому росту речных бассейнов реки Хуанхэ в Китае действуют различные департаменты, отвечающие за охрану окружающей среды и управление развитием территорий (рис. 1).

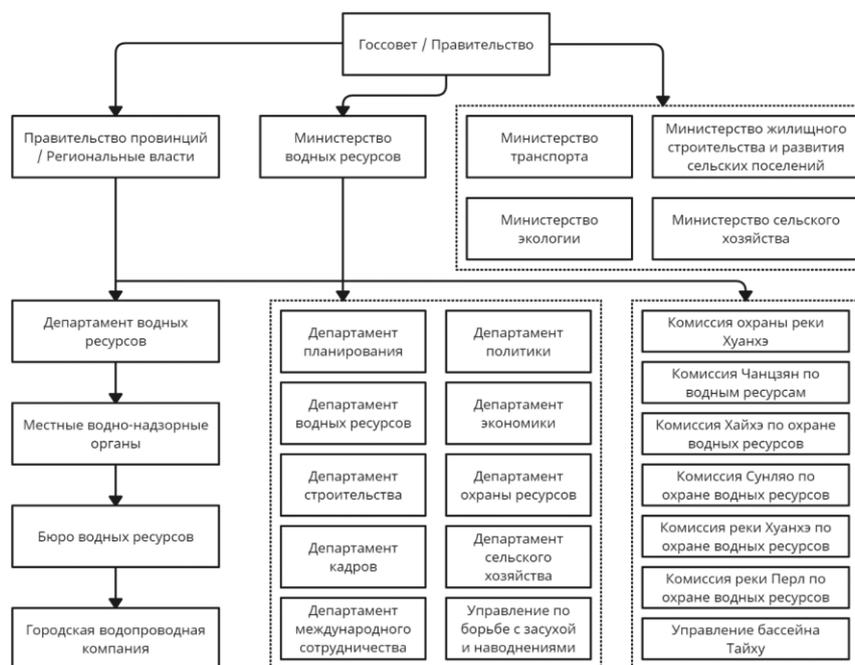


Рис. 1. Организационная структура системы управления водными ресурсами в Китае

Стратегической необходимостью является укрепление сотрудничества регионов бассейна, направленное на сокращение экономического разрыва в развитии между севером и югом, на содействие улучшению условий жизни людей. Решение этих внутренних проблем позволит повысить уровень жизни и экономический потенциал регионов.

Особое положение реки Хуанхэ определяет уникальность системы управления водоразделом. В 1949 году река Хуанхэ перешла под контроль комиссии по охране водных ресурсов, которая стала единственным агентством по управлению речными бассейнами в Китае. Комиссия Хуанхэ взяла на себя ответственность за единое управление экологией, объемом и качеством водных ресурсов, за благоустройство русел нижнего течения и проекты по борьбе с наводнениями. На основе принятого в 1988 году закона о воде в Китайской народной республике создана система управления речными бассейнами и региональным развитием. В это же время на государственном уровне созданы координационные и управленческие структуры по охране водных ресурсов и почв средней реки (1964 год), по регулированию вод верховий и средней реки (1968 год), по борьбе с наводнениями и засухой реки Хуанхэ (2007 год).

В настоящее время система управления и регулирование бассейна реки Хуанхэ постепенно совершенствуются. Сейчас уже полностью внедрена система речных и озерных ведомств. Кроме того, постепенно усилилась функция административного управления водными ресурсами бассейна, реализующая функции борьбы с наводнениями восьми провинций (автономных районов). Утверждена концепция расширения водозаборов, внедрено единое регулирование основного водного русла и притоков, определены механизмы аварийного реагирования на случаи загрязнения вод. Первоначально был сформирован механизм управления с единым управляющим центром и органами местного самоуправления на местах. Утверждено управление строительными проектами на территориях реки [3].

Хозяйственная деятельность в бассейне реки Хуанхэ сложна и многогранна, регулированием хозяйственных процессов занимается множество государственных структур. Главными направлениями деятельности регулирующих органов являются охрана окружающей среды и природных ресурсов, реагирование на чрезвычайные ситуации, развитие сельского хозяйства, рыболовства и лесного хозяйства, а также контроль за строительной деятельностью и транспортными магистралями. В связи с тем, что множество департаментов вовлечены в процесс регулирования, их деятельность не всегда синхронизирована, функции дублируются, возникают хаотичные ситуации в вопросах, связанных с водными ресурсами реки.

По сравнению с другими крупными реками Китая, река Хуанхэ имеет особое положение и множество проблем с водностью. Важное место в управлении занимают проблема нехватки водных ресурсов, контроль прибрежных зон, благоустройство речного русла и борьба с эрозией почвы. В совершенствовании нуждается система прогнозирования и мониторинга воды, необходимо решать проблему речных наносов.

Информационно-управленческая инфраструктура и технологии бизнес-интеграции хозяйствующих субъектов на территории реки Хуанхэ имеют существенные недостатки в части методического обеспечения, слабо используется научно-технический потенциал в вопросах прогнозирования и интеллектуальной поддержки управленческих решений, отбора инвестиционно-строительных проектов развития территорий. Отсутствует нормативная база, закрепляющая единые подходы к регулированию речного бассейна. В ходе реформы комплексной системы административного правоприменения так и не были сформированы единые механизмы предупреждения, контроля и координации деятельности между управлением речным бассейном и администрациями районов, между управлениями водного хозяйства и различными ведомствами. Поэтому первоочередной задачей должна стать выработка единого методического подхода к развитию территорий речного бассейна.

Анализ существующей литературы по оценке устойчивого развития территорий позволил выявить два адекватных подхода к ней: модель DPSIR, предполагающая установление системы оценочных индексов, и метод компенсационного агрегирования TOPSIS, позволяющий проводить оценку на основе комплекса оценочных показателей.

Модель DPSIR включает в себя пять подсистем: движущие силы, давление, состояние, воздействие и реакция. Основное предположение модели заключается в том, что развитие социальных или экономических движущих сил будет оказывать воздействие на экосистему и приводить к изменениям экологического состояния, которые будут иметь потенциальное значение для развития общества и позволят скоординировать политику развития.

На основе взаимосвязи между различными элементами модели DPSIR может формироваться эффект динамического моделирования для построения индикаторной системы, способствующей анализу несущей способности экосистемы.

Рассмотрим порядок применения модели DPSIR.

Этап 1. Построение системы индексов. Построение системы оценочных индексов является основой для интерпретации полученных результатов развития территорий. Для примера в данном исследовании за основу взят национальный индекс городского строительства, направленный на достижение стратегических целей национальной экологической цивилизации Китая [4].

Индекс фактического развития территорий бассейна реки Хуанхэ составлен по открытым и достоверным источникам, оперативно публикуемым в статистических сборниках. В ходе структуризации выявлено 24 индикатора на пяти уровнях. Окончательная структура модели состоит из двух уровней: целевого и критериального. Система индексов оценки устойчивого развития бассейна реки Хуанхэ по индикативным слоям представлена в таблице 1.

Таблица 1

Индексная система устойчивого развития территорий в бассейне реки Хуанхэ

Целевой слой	Критериальный слой	Индикативный слой	Ед. изм	Тип
Потенциал устойчивого развития территорий бассейна реки Хуанхэ	Движущий	ВВП на душу населения, $D_1$	Юань	+
		Темп роста ВВП, $D_2$	%	+
		Естественный прирост населения, $D_3$	%	+
		Среднедушевой доход городских жителей, $D_4$	Юань	+
		Среднедушевой доход сельских жителей, $D_5$	Юань	+
	Давления	Эмиссия технического диоксида серы, $P_1$	Тонна	–
		Сброс промышленных сточных вод, $P_2$	Тонна	–
		Промышленный дым (пыль), выброс, $P_3$	Тонна	–
		Плотность населения, $P_4$	человек	–
		Уровень урбанизации, $P_5$	%	–
	Состояния	Степень озеленения застроенной территории, $S_1$	%	+
		Доля городских земель под застройку, $S_2$	%	+
		Общий объем водных ресурсов, $S_3$	10000 куб. м	+
		Количество больничных коек в учреждениях здравоохранения, $S_4$	Кровать	+
	Влияния	Местные фискальные доходы, $I_1$	10000 юаней	+
		Количество студентов колледжей и университетов, $I_2$	Человек	+
		Доля третичной промышленности в ВВП, $I_3$	%	+

Реагирования	Уровень зарегистрированной безработицы в городах на конец года, $I_4$	%	–
	Посевная площадь на душу населения, $I_5$	Га	+
	Потребление энергии на единицу ВВП, $R_1$	Тонна / 10000 юаней	–
	Коэффициент утилизации твердых промышленных отходов, $R_2$	%	+
	Скорость централизованной очистки сточных вод, $R_3$	%	+
	Скорость обезвреживания бытового мусора, $R_4$	%	+
	Инвестиции в основной капитал всего общества, $R_5$	10000 юаней	+

Целевой слой представляет собой состояние устойчивого развития бассейна реки Хуанхэ. Критериальный слой представляет собой пять подсистем: движущая сила, давление, состояние, влияние и реагирование. Индикаторный слой состоит из 24 показателей.

Подсистема движущей силы отражает социально-экономическое развитие и основывается на таких показателях, как ВВП на душу населения, темпы роста ВВП, предполагаемый доход на душу населения. Подсистема давления отражает экологическое, ресурсное и социальное влияние и состоит из таких показателей, как выброс загрязняющих веществ, плотность населения и уровень урбанизации. Подсистема состояния включает в себя характеристики экосистемы и основывается на показателях водных ресурсов, количества коек в медицинских учреждениях и уровня безработицы в городах. Подсистема влияния отражает влияние экологии на общество и экономику и базируется на таких показателях, как площадь обрабатываемых земель на душу населения, местные налоговые поступления и розничные продажи социальных потребительских товаров. Подсистема реагирования предполагает реакцию правительства на улучшение экологической обстановки и включает в себя такие показатели, как потребление энергии ВВП и уровень централизованной очистки сточных вод.

Этап 2. Метод энтропийного веса TOPSIS. В целях измерения устойчивого развития бассейна реки Хуанхэ в данном исследовании использован метод энтропийного веса TOPSIS. Его главная идея заключается в том, что на основе стандартизированной обработки каждому оценочному индексу присваивается вес значимости с последующим количественным ранжированием устойчивого развития региона.

Комплексная оценка устойчивого развития бассейна реки Хуанхэ по методу TOPSIS включает в себя следующую последовательность действий:

шаг 1. Для устранения несоответствия различных показателей оценки по величинам и размерности используется метод диапазонов стандартизации показателей в модели:

$$\text{Положительный индекс: } Y_{ij} = \frac{X_{ij} - \min(X_{ij})}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})} \quad (1)$$

$$\text{Отрицательный индекс: } Y_{ij} = \frac{\max(X_{ij}) - X_{ij}}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})} \quad (2)$$

При этом конкретный индекс  $i$  определяется для каждого региона  $j$ , индексы  $X_{ij}$  и  $Y_{ij}$  представляют исходные и стандартизированные оценочные значения,  $\max(X_{ij})$  и  $\min(X_{ij})$ , соответственно, представляют максимальное и минимальное значения индекса;

шаг 2. После стандартизации проводится расчёт информационной энтропии  $E_j$  каждого индекса  $Y_{ij}$ :

$$E_j = \ln \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [(Y_{ij} / \sum_{i=1}^n Y_{ij}) \ln (Y_{ij} / \sum_{i=1}^n Y_{ij})]; \quad (3)$$

шаг 3. Рассчитывается вес каждого индекса оценки  $W_j$ :

$$W_j = (1 - E_j) / \sum_{j=1}^m E_j; \quad (4)$$

шаг 4. Строится весовая матрица для индекса оценки уровня экологической пропускной способности R:

$$R = (r_{ij})_{n \times m}, \quad (5)$$

при этом  $r_{ij} = W_i \times Y_{ij}$ ;

шаг 5. По матрице весов R определяется оптимистичный план  $Q_j^+$  и пессимистичный план  $Q_j^-$ :

$$Q_j^+ = (\max r_{i1}, \max r_{i2}, \dots, \max r_{im}), \quad (6)$$

$$Q_j^- = (\min r_{i1}, \min r_{i2}, \dots, \min r_{im}), \quad (7)$$

при этом  $\max r_{ij}$  и  $\min r_{ij}$  представляют максимальное и минимальное значения элементов j соответственно;

шаг 6. Рассчитывается каждый объект оценки, а также оптимистичный план  $Q_j^+$  и пессимистичный план  $Q_j^-$  на евклидово расстояние  $d_i^+$  и  $d_i^-$ :

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (Q_j^+ - r_{ij})^2}, \quad (8)$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (Q_j^- - r_{ij})^2}, \quad (9)$$

$d_i^+$  определяет степень приближения к оптимистичному результату,  $d_i^-$  определяет степень приближения к пессимистичному результату;

шаг 7. Вычисляется комплексная оценка каждого объекта, то есть относительная близость каждого значения индекса к оптимистичному плану  $C_i$ :

$$C_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}. \quad (10)$$

Этап 3. Для дальнейшего определения ограничений каждой подсистемы модели TPSIR используется метод диагностики факторов с негативным влиянием на устойчивое развитие в регионе. Последовательность расчетов предполагает:

шаг 1. Расчет степени отклонения показателя  $I_{ij}$ , который определяет разницу между фактическим значением и оптимальным значением j-го показателя в i-м регионе:

$$I_{ij} = 1 - r_{ij} \quad ; \quad (11)$$

шаг 2. Расчет степени ограничений устойчивого развития:

$$O_{ij} = \frac{I_{ij} w_j}{\sum_{j=1}^n I_{ij} w_j}, \quad (12)$$

при этом  $O_{ij}$ ,  $r_{ij}$ ,  $w_j$  соответственно представляют собой степень препятствия j-го показателя i-го региона устойчивому развитию подсистемы, их нормированное значение и вес показателя.

Этап 4. Источники данных. Исходные данные для расчета фактических показателей предполагается брать из открытых официальных источников, например, из Китайского статистического ежегодника, а также статистических ежегодников провинций и регионов в бассейне Хуанхэ, а некоторые отсутствующие данные рассчитываются путем среднего арифметического, интерполяции, экспертных оценок и другими методами.

Этап 5. Интерпретация и анализ результатов. Стандартизация оценочных подходов к определению уровня устойчивого развития является основой для сопоставления статуса устойчивого развития провинций и регионов в бассейне реки Хуанхэ. На основе классификации существующих результатов исследований предложен следующий подход к ранжированию уровней устойчивого развития: (0.0–0.3) — низкий уровень, (0.3–0.5) — уровень ниже

среднего, (0.5–0.7) — средний уровень, (0.7–0.9) — хороший уровень, (0.9–1.0) — отличный уровень.

**Заключение.** Таким образом, можно сделать вывод, что предложенная системы оценочных индикаторов и методический аппарат расчетного инструментария позволят повысить объективность компаративных процедур и обоснованность выбора направлений мероприятий и программ по управлению развитием территорий речных бассейнов. В последующих исследованиях предполагается провести анализ существующих программ и проектов развития территорий бассейна реки Хуанхэ на фактических данных.

### **Библиографический список**

1. Белковский Р.Б., Мурзин А.Д. *Факторы повышения эффективности водохозяйственной практики региональной социально-экономической системы Ростовской области*. В: Материалы всероссийской молодежной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и творчество: вклад молодежи». Махачкала; 2021. С. 238–241.

2. Косолапов А.Б. *Перспективы российско-китайской инициативы по развитию проекта речного туризма в бассейне реки Амур*. В: Сборник IV Российско-Китайского форума по приграничному туризму между регионами Дальнего Востока и Восточной Сибири Российской Федерации и Северо-Востока Китайской Народной Республики. Владивосток; 2014. С. 184–189.

3. Лихацкая Е.А. Экономическая оценка водных ресурсов как инструмент рационализации водообеспечения стратегических программ социально-экономического развития регионов речного бассейна. *Вестник Алтайской академии экономики и права*. 2018;6:126–129.

4. Мурзин А.Д., Абраменко И.П., Ушаков А.Е. и др. Специфика и пути интенсификации водопользования Ростовской области на современном этапе. *Московский экономический журнал*. 2021;8:338–345.

*Об авторах:*

**Чжао Цзыцян**, аспирант Южного федерального университета (344006, РФ, г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, 105/46), [zhaoziqiang@hafu.edu.cn](mailto:zhaoziqiang@hafu.edu.cn)

**Киреева Мария Сергеевна**, магистрант Южного федерального университета (344006, РФ, г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, 105/46), [maanufrienko@sfedu.ru](mailto:maanufrienko@sfedu.ru)

**Мурзин Антон Дмитриевич**, профессор кафедры «Менеджмент и бизнес-технологии» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), доктор техн. наук, канд. эконом. наук, доцент, [admurzin@yandex.ru](mailto:admurzin@yandex.ru)

*Authors:*

**Zhao Ziyang**, postgraduate student of the Southern Federal University (105/46 Bolshaya Sadovaya str., Rostov-on-Don, 344006, RF), [zhaoziqiang@hafu.edu.cn](mailto:zhaoziqiang@hafu.edu.cn)

**Kireeva Maria Sergeevna**, Master's student of the Southern Federal University (105/46 Bolshaya Sadovaya str., Rostov-on-Don, 344006, RF), [maanufrienko@sfedu.ru](mailto:maanufrienko@sfedu.ru)

**Murzin Anton Dmitrievich**, Professor of the Department of Management and Business Technologies at the Don State Technical University (1 Gagarin Square, Rostov-on-Don, 344003, RF), Doctor of Technical Sciences, Candidate of Economics. sciences, associate professor, [admurzin@yandex.ru](mailto:admurzin@yandex.ru)