

DOI: 10.18721/JE.12615

УДК 330.356

## ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ УСТОЙЧИВЫМ РАЗВИТИЕМ ПРЕДПРИЯТИЯ С УЧЕТОМ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО РИСКА

**И.И. Коваленко, А.С. Соколицын**

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
Санкт-Петербург, Российская Федерация

Инновационный путь развития российской экономики ориентирован на технологическое развитие отечественного производственного комплекса, что требует разработки соответствующих механизмов, обеспечивающих устойчивое развитие экономики промышленных предприятий. Стабилизация производственной деятельности связана с управлением рисками. Поскольку долгосрочное сохранение конкурентного преимущества в условиях нового технологического уклада зависит не только от традиционной ресурсной базы, но и от развития социального и человеческого капитала, исследователи естественным образом повышают свое внимание к рискам предприятия, связанным с условиями труда работников и влиянием этих условий на экономические показатели производственной деятельности. Цель исследования состоит в разработке организационно-экономического механизма управления устойчивым развитием предприятия на основе оценки производственного риска. В статье решены задачи: проведен анализ подходов к дефиниции «устойчивое развитие предприятия»; дана оценка влияния производственного травматизма на показатели устойчивости предприятия; разработана система управления устойчивым развитием предприятия; сформулирован организационно-экономический механизм управления устойчивым развитием промышленного предприятия. В результате устойчивое развитие предприятия определяется авторами как прохождение предприятия через кривую жизненного цикла с минимальным разрывом между плановой и фактической характеристиками. Устойчивость предприятия рассмотрена в четырех аспектах: экономическом, социальном, экологическом и институциональном. Определены соответствующие показатели устойчивости предприятия. Выделены составляющие ущерба предприятия в результате производственного травматизма, выполнен расчет суммарного ущерба на примере нефтеперерабатывающего предприятия. Обосновано авторское определение риска, связанного с вредными условиями труда работников и производственным травматизмом в качестве производственного риска. Представлена поэтапная система управления устойчивым развитием предприятия с учетом производственного риска. Разработан организационно-экономический механизм управления устойчивым развитием предприятия с описанием субъекта и объекта управления, цели, задач, функций, принципов, методов, инструментов, а также основных этапов его реализации. Реализация организационно-экономического механизма позволит предприятию укрепить свои позиции в условиях нестабильной внешней среды – в институциональном, экономическом, социальном и экологическом аспектах. Направления дальнейших исследований видятся в разработке экономико-математической модели автоматизированной системы управления устойчивым развитием предприятия на основе оценки производственного риска в качестве инструмента описанного организационно-экономического механизма.

**Ключевые слова:** устойчивое развитие, организационно-экономический механизм, производственный риск, система управления, производственный травматизм

**Ссылка при цитировании:** Коваленко И.И., Соколицын А.С. Организационно-экономический механизм управления устойчивым развитием предприятия с учетом производственного риска // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2019. Т. 12, № 6. С. 174–188. DOI: 10.18721/JE.12615

Это статья открытого доступа, распространяемая по лицензии CC BY-NC 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

## ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC MECHANISM FOR MANAGING SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN ENTREPRISES SUBJECT TO PRODUCTION RISK

**I.I. Kovalenko, A.S. Sokolytsyn**

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,  
St. Petersburg, Russian Federation

The innovative way of development of the Russian economy is focused on technological development of the domestic production complex, which implies constructing the appropriate mechanisms to ensure sustainable economic development of industrial enterprises. Stabilization of production activities is associated with risk management. Since the long-term preservation of competitive advantage in the conditions of the new technological structure depends not only on the traditional resource base but also on the development of social and human capital, researchers naturally focus on the risks of the enterprise associated with the working conditions and their impact on economic indicators of production activities. The purpose of the study is to develop an organizational and economic mechanism for managing the sustainable development of an enterprise based on production risk assessment. The following problems are solved: approaches to defining sustainable development of an enterprise are analyzed; impact of industrial injuries on the indicators of enterprise sustainability is assessed; a system for managing sustainable development of the enterprise has been devised; an organizational and economic mechanism for managing the sustainable development of an industrial enterprise has been formulated. As a result, the sustainable development of enterprise is defined as the enterprise moving along a life-cycle curve with a minimum gap between planned and actual characteristics, subject to minimal costs for ensuring such a steady state. Enterprise sustainability is considered in four aspects: economic, social, environmental, and institutional. The relevant indicators of enterprise sustainability are identified. The components of damage to the enterprise as a result of industrial injuries are highlighted, the calculation of the total damage is made on the example of an oil refinery. Our definition of the risk associated with hazardous working conditions and industrial injuries as a production risk is substantiated. A step-by-step system for managing the sustainable development of enterprise taking into account production risk is presented. An organizational and economic mechanism for managing the sustainable development of an enterprise has been developed, describing management subject and management object, goals, objectives, functions, principles, methods, tools, and main stages of implementation. The implementation of the organizational and economic mechanism allows strengthening the company's position in an unstable external environment in its institutional, economic, social and environmental aspects. The directions for further research are seen in development of an economic mathematical model of the automated system for the managing the sustainable development of enterprise based on production risk assessment as a tool for the described organizational and economic mechanism.

**Keywords:** sustainable development, organizational and economic mechanism, production risk, management system, industrial injuries

**Citation:** I.I. Kovalenko, A.S. Sokolytsyn, Organizational and economic mechanism for managing sustainable development in enterprises subject to production risk. St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 12 (6) (2019) 174–188. DOI: 10.18721/JE.12615

This is an open access article under the CC BY-NC 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

*Введение.* Актуальные проблемы функционирования предприятий не могут быть разрешены без создания механизма, позволяющего эффективно управлять его устойчивым развитием, включая не только экономические показатели, но социальные и экологические: рациональное природопользование и ресурсосбережение, охрана труда и здоровьесбережение работников, внедрение передовых технологий и инновационная активность. Для современного предприятия по-прежнему ядром концепции устойчивого развития является экономическая эффективность, а развитие социальной сферы, человеческий капитал – «ключевым ресурсом конкурентного преимущества» [10, 13, 14].

В отечественной предпринимательской традиции распространен подход, согласно которому влияние вредных и опасных факторов производственной среды на здоровье и трудоспособность работника учитывается в качестве статьи расходов, требуемых для поддержания необходимого объема производства. Риски, связанные с производственным травматизмом работников, рассматриваются в качестве «профессионального» риска – риска расходов работника в силу его профессии, в то время как целесообразно эти риски рассматривать как производственные. Ключевым фактором в инновационном развитии экономики является человеческий капитал, привлечение кадров высокой квалификации и создание комплекса условий для максимального раскрытия их трудового потенциала. Несмотря на повышение автоматизации рутинного труда, ответственность человека в производственном процессе увеличивается. Перед работником ставятся задачи по оперативному принятию решений, основанных на специфических навыках и «профессиональной интуиции», которые не поддаются машинной алгоритмизации. Возрастают издержки для предприятия и общества в связи с внезапным исключением работника из производственного процесса или снижением его трудоспособности из-за профессионального заболевания или травмы [22–26]. Ряд ученых [10, 22–26] предлагают ввести в систему показателей устойчивого развития предприятия показатели профессионального здоровья и «здоровьесбережения» [10] сотрудников. При этом расходы предприятия на охрану труда и защиту здо-

ровья сотрудников рассматриваются не столько в качестве расходной части бюджета, но как инвестиция в устойчивое развитие предприятия.

*Цель и задачи исследования.* На основе изучения сущности производственного риска, а также концепции и механизма обеспечения устойчивого развития предприятия разработать организационно-экономический механизм управления устойчивым развитием промышленного предприятия на основе оценки производственного риска.

В соответствии с поставленной целью в данном исследовании стоят следующие задачи:

- 1) анализ определения «устойчивое развитие предприятия»;
- 2) оценка влияния производственного травматизма на показатели устойчивости предприятия;
- 2) разработка системы управления устойчивым развитием предприятия;
- 4) разработка организационно-экономического механизма управления устойчивым развитием промышленного предприятия.

*Методология исследования.*

*Исследование дефиниции «устойчивое развитие предприятия».* Концепция устойчивого развития зародилась в период глобальных энергетических кризисов 70-х гг. XX столетия, в период развития особого направления экономической мысли – «экостейт» (экономическая устойчивость государства). В 1987 г. Международной комиссией по окружающей среде и развитию был опубликован доклад «Наше общее будущее», где «устойчивое развитие» было определено как «развитие, удовлетворяющее потребности настоящего времени, но не ставящее под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности». Это определение закреплено современными международными стандартами системы ISO в области менеджмента устойчивого развития<sup>1</sup> [9]. Первоначально кон-

<sup>1</sup> ГОСТ Р 54598.1–2015. Менеджмент устойчивого развития. Ч. 1. Руководство (Устойчивое развитие); ГОСТ Р ИСО 20121–2014. Системы менеджмента устойчивого развития. Требования и практическое руководство по менеджменту устойчивости событий (Устойчивость, устойчивое развитие)

цепция устойчивого развития рассматривалась только в глобальном контексте, но позже была распространена на региональный и организационный уровни. В 1994 г. Дж. Элкингтоном было введено понятие «корпоративной устойчивости», основанное на трех составляющих устойчивого развития: экологическом, социальном и экономическом аспектах [17].

Сегодня в научной среде наблюдается двоякое отношение к термину «устойчивое развитие». Часть исследователей утверждает, что само понятие парадоксально, и, поскольку развитие любой организационной системы нелинейно, то оно и неустойчиво. Их оппоненты, напротив, указывают на тот факт, что именно устойчивость есть необходимая предпосылка развития социально-экономической системы [16]. Для более точного понимания стоит заметить, что термин «устойчивое развитие» является переводом с английского «sustainable development», где «sustainable» — это не только «устойчивый», но и «длительный,

непрерывный, стабильный, сбалансированный, равновесный» [7].

Изучению сущности и содержания термина «устойчивое развитие предприятия» посвящены работы отечественных ученых: Т.В. Алферовой, С.Н. Бобылева, Н.В. Горбуновой, Д.Д. Гудковой, И.С. Гусева, Ю.В. Карпович, К.П. Корсунь, В.С. Лапшина, Н.А. Лытневой, Ж.А. Мингалевой, В.Г. Ниязян, А.Н. Пухальского, Ю.И. Пуховой, Т.С. Ротарь, Т.А. Салимовой, Е.А. Третьяковой, О.В. Черданцевой, М.А. Шаталова и др. Анализ актуальных публикаций по теме устойчивого развития промышленных предприятий был проведен по трем параметрам: 1) *подходы к определению понятия устойчивого развития*; 2) *составные компоненты устойчивости предприятия*; 3) *методологический инструментарий оценки устойчивого развития предприятия*.

1. Проведенный авторами анализ подходов к определению устойчивого развития предприятия приведен в табл. 1.

Таблица 1

## Подходы к определению понятия «Устойчивое развитие предприятия»

## Approaches to the definition of the concept of «Sustainable development of the enterprise»

Подходы к определению	Авторы	Содержание подхода
1. Приоритет «развития», динамический подход	Алферова Т.В., Третьякова Е.А., Пухова В.И. [18], Ротарь Т.С., Ниязян В.Г. [16], Салимова Т.А., Гудкова Д.Д. [17]	Единый процесс, в результате которого наблюдается непрерывное улучшение основных экономических показателей предприятия, повышение эффективности использования имущества и полное выполнение всех обязательств организации
2. Приоритет «устойчивости», статический подход	Горшенина Е.В., Хомяченкова Н.А. [20], Лытнева [7], Ярулина Г.Р. [21]	Способность к осуществлению экономической деятельности в каждый отдельный момент времени в условиях неопределенности возмущающих воздействий среды, которые нарушают нормальное функционирование и развитие предприятия
3. Приоритет инновационного устойчивого развития, синергетический подход	Денисов К.А., Прокопенков С.В., Чечина О.С. [5], Лясковская Е.А. [9]	Развитие, при котором благодаря перманентному характеру инновационной составляющей достигается сбалансированность состояния эколого-социально-экономической системы (предприятия) в настоящем и сбалансированность ее развития в будущем
4. Стратегический подход, разработка механизма устойчивого развития предприятия	Гусев И.С. [4], Лапшин В.С., Горбунова Н.В. [6], Лясников Н.В. [8]	Развитие процесса качественных и количественных изменений при согласованном использовании всех имеющихся ресурсов, которые консолидируют инновационный потенциал и создают условия для формирования механизма обеспечения экономического роста в рамках рационального удовлетворения потребностей общества



Рис. 1. Составляющие устойчивости предприятия  
Fig. 1. Components of enterprise sustainability

С точки зрения теории организации, устойчивость является системным свойством предприятия как организации: оно «стремится восстановить нарушенное равновесие, компенсируя изменения, возникающие под действием внешних факторов»<sup>2</sup>. Для предприятия также справедливы и общие законы организации, к которым относится закон *развития*: система «стремится достичь наибольшего суммарного потенциала при прохождении всех этапов жизненного цикла»<sup>2</sup>. *Развитие*, таким образом, – это необратимое и направленное изменение предприятия в процессе прохождения им жизненных циклов. Кривая жизненного цикла предприятия предопределяет те возможные состояния, в которых оно может находиться в каждый момент в результате своего функционирования и взаимодействия с внешней средой. Воздействие факторов внешней среды инициируют отклонения от заданных показателей развития, что предопределяет его переход из одного состояния в другое и обуславливает измене-

ние входных и выходных параметров функционирования предприятия. После адаптации предприятие сохраняет устойчивое равновесие.

Таким образом, дана авторская трактовка дефиниции *устойчивое развитие предприятия* – прохождение предприятия по кривой жизненного цикла при минимальном разрыве между заданными (плановыми) и фактическими характеристиками при условии минимизации затрат на обеспечение такого устойчивого состояния. Устойчивое положение предприятия является предпосылкой для его развития. Анализ показателей устойчивости предприятия в динамике за определенный промежуток времени, например, 3–5 лет, дает возможность говорить об устойчивости развития предприятия.

Как отмечалось ранее, экологическая, социальная и экономическая стабильность являются стержневыми составными элементами устойчивости предприятия [6]. Однако, в рамках современного холистического подхода при рассмотрении устойчивости развития предприятия анализу подвергаются и культурные, и образовательные [6], и институциональные аспекты [3, 11, 15] – схема представлена на рис. 1.

<sup>2</sup>· Парахина В.Н., Федоренко Т.М. Теория организации: учебное пособие. 3-е изд. М.: КРОНУС, 2016. 296 с.

2. Как отмечает проф. С.Н. Бобылев, существует два принципиальных подхода к оценке устойчивого развития: «построение системы показателей и расчет агрегированного (интегрального) показателя» [3].

В основу первого подхода положена система индикаторов, отражающих отдельные аспекты устойчивого развития (экономические, социальные, экологические, институциональные). Подавляющее большинство исследователей рассматривают эти группы показателей, выделяя некоторые дополнительные аспекты устойчивости: рисковую устойчивость [1, 20], политическую устойчивость [16], технологическую и производственную [10], инновационную [4, 5]. Ин-

ституциональный аспект в исследованиях устойчивого развития предприятий представлен слабо и сводится, в основном, к изучению рисков внешней среды организации [1].

Второй подход к оценке устойчивого развития основан на расчете одного агрегированного индикатора, интегрирующего в себе на основе математического аппарата три группы показателей устойчивости: экономических, социальных и экологических.

Авторский подход к оценке устойчивого развития предприятия заключается в построении системы индикаторов на основе структурной схемы «тема/проблема – индикатор» [3]. Показатели представлены в табл. 2.

Таблица 2

## Составляющие устойчивости предприятия

## Components of enterprise sustainability

Показатели	Условное обозначение (рекомендованное значение)	
<b>1. Экономическая устойчивость</b>		
<b>1.1. Финансовая устойчивость</b>		
<b>Платежеспособность (коэффициенты):</b>		
– текущей ликвидности	$K_{\text{тек ликв}}$	$K_{\text{тек ликв}} \geq 2$
– обеспеченности собственными средствами	$K_{\text{обесп СС}}$	$K_{\text{обесп СС}} \geq 1$
– абсолютной ликвидности	$K_{\text{абс ликв}}$	$K_{\text{абс ликв}} \geq 0,2-0,5$
– срочной ликвидности	$K_{\text{срочн ликв}}$	$K_{\text{срочн ликв}} \geq 0,1-0,2$
– промежуточной ликвидности	$K_{\text{пром ликв}}$	$K_{\text{пром ликв}} \geq 0,7-1$
<b>Эффективность использования имущества (коэффициенты):</b>		
– автономии	$K_{\text{авт}}$	$K_{\text{авт}} \geq 0,5$
– чувствительности	$K_{\text{чувст}}$	$K_{\text{чувст}} \leq 1$
– маневренности	$K_{\text{маневр}}$	$K_{\text{маневр}} \geq 0,5$
<b>Рентабельность деятельности (коэффициенты):</b>		
– общей рентабельности предприятия	$R_{\text{общ}}$	$R_{\text{общ}} \geq 15-20 \%$
– рентабельности собственного капитала	$R_{\text{СК}}$	$R_{\text{СК}} \geq 20 \%$
– рентабельности продаж	$R_{\text{продаж}}$	$R_{\text{продаж}} \geq 15-20 \%$
– рентабельности продукции	$R_{\text{прод}}$	$R_{\text{прод}} \geq 10 \%$
<b>Деловая активность (коэффициенты оборачиваемости):</b>		
– активов	$K_{\text{об А}}$	$K_{\text{об А}} \geq 2...5$
– внеоборотных активов	$K_{\text{об ВНА}}$	$K_{\text{об ВНА}} \geq 0,5$
– оборотных активов	$K_{\text{об ОА}}$	$K_{\text{об ОА}} \geq 3$

Показатели	Условное обозначение (рекомендованное значение)	
– дебиторской задолженности	$K_{об\ ДЗ}$	$K_{об\ ДЗ} \geq 4,9$
– денежных средств и ценных бумаг	$K_{об\ ДС}$	$K_{об\ ДС} \geq 10, \dots, 12$
– собственного капитала	$K_{об\ СК}$	$K_{об\ СК} \geq 1$
<b>1.2. Маркетинговая (рыночная) устойчивость</b>		
Темп роста объема продаж	$K_{О\ прод}$	$K_{О\ прод} > 1$ (цепной)
Эластичность спроса по цене	$E_{цен}$	$E_{цен} \rightarrow 0$
Коэффициент обновления продукции	$K_{обновл\ прод}$	$K_{прогр} = 0,3...0,7$
<b>1.3. Производственная устойчивость</b>		
Уровень автоматизации производства	$K_{мех\ авт}$	$K_{мех\ авт} \rightarrow 100\ %$
Степень охвата рабочих механизированным трудом	$K_{охв\ мех}$	$K_{охв\ мех} \rightarrow 100\ %$
Уровень материалоемкости	$K_m$	$K_m < 1$ ; зависит от отрасли
Уровень зарплатоемкости	$K_{зп}$	$K_{зп} < 40\ %$
Коэффициент прогрессивности оборудования	$K_{прогр}$	$K_{прогр} = 0,4...0,6$
Коэффициент обновления активной части основных фондов и коэффициент выбытия основных фондов	$K_{обновл}, K_{выб}$	$K_{обновл} > K_{выб}$
Коэффициент опережения роста производительности труда по сравнению с ростом средней заработной платы	$K_{опер}$	$K_{опер} \geq 1$
<b>2. Социальная устойчивость</b>		
Коэффициент стабильности (постоянства) кадров	$K_{стаб\ кадров}$	$K_{стаб\ кадров} \geq 0,9$
Отношение средней зарплаты на предприятии к средней зарплате по отрасли	$K_{ср\ з/пл}$	$K_{ср\ з/пл} \geq 1$
Показатель обеспечения норм условий труда	$K_{от}$	$K_{от} \geq 0,9$
Коэффициент задолженности по зарплате	$K_{зад\ з/пл}$	$K_{зад\ з/пл} \rightarrow 0$
Удельный вес персонала высокой квалификации в общей численности	$K_{квал}$	$K_{квал} > 0,35$ ; коррелирует с $K_{мех\ авт}$ и $K_{охв\ мех}$
<b>3. Экологическая устойчивость</b>		
Коэффициент ресурсосберегающих технологий	$K_{рес\ техн}$	Устанавливаются природоохранными институтами в зависимости от вида деятельности.
Коэффициент загрязнения окружающей среды	$K_{загр\ окр}$	
Коэффициент природоохранных мероприятий	$K_{охр\ меропр}$	
Коэффициент природоемкости (удельные затраты природных ресурсов на конечный продукт)	$K_{прир}$	
<b>4. Институциональная устойчивость</b>		
Доля налоговых поступлений предприятия в общей сумме налоговых поступлений региона	$K_{налог}$	$K_{налог} \geq 0,08$
Доля госзаказа в общем объеме выпуска	$K_{гос\ зак}$	$K_{гос\ зак} \geq 0,15...0,2$
Индекс рыночной концентрации (индекс Херфиндаля-Хиршмана)	$I_{конц}$	$I_{конц} \in [100; 10000]$ , где $I_{конц} = 100$ , означает, что 100 фирм имеют по 1 % рынка; при $I_{конц} = 10\ 000$ – монополия

Говоря об институциональной устойчивости, следует учитывать размер (масштаб) предприятия и его возможности по контролю над ресурсами. Крупное стратегически значимое для государства предприятие, занимающее доминирующую позицию в отрасли, может не столько адаптироваться к условиям внешней среды, но и управлять ею, вынуждая других участников своей сети связей приспосабливаться к собственной структуре и формам взаимодействия. Кроме того, предприятие с низким уровнем технологического развития, но отвечающее приоритетам государственной промышленной политики, может оказаться квазиустойчивым – за счет институциональной ренты (даже при невозможности генерировать другие виды рент).

3. *Методологический инструментарий оценки устойчивого развития предприятия* разных авторов включает системы балльных оценок выбранных факторов устойчивого развития по группам показателей («финансы», «маркетинг», «внутренние процессы», «рост и развитие» и т. п.)<sup>3</sup>, экономико-математические методы (параметрический векторный функциональный граф<sup>4</sup>, многофакторные модели развития<sup>5</sup>, и прочие).

**Влияние производственного травматизма на показатели устойчивого развития предприятия.** Событие, повлекшее производственную травму, часто сопровождается значительными экономическими расходами, социальными и экологическими последствиями (в зависимости от природы инцидента, отрасли и т. п.) Структура ущерба от происшествия, повлекшего производственную травму, представлена в табл. 3.

<sup>3</sup> Грачева Е.С. Формирование организационно-экономического механизма повышения конкурентоспособности промышленных предприятий: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05. Самара, 2012. 25 с.

<sup>4</sup> Дубков С.В. Модели и методы обеспечения устойчивости инновационного развития экспортноориентированных предприятий: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05. М., 2015. 25 с.

<sup>5</sup> Гонова О.В. Методы и модели диагностики устойчивого развития регионального агропроизводственного комплекса: автореф. дис. ... д-ра экон. наук: 08.00.05. Иваново, 2011. 35 с.

Суммарный ущерб предприятия от события, повлекшего производственную травму, может быть выражен формулой (1):

$$P_a = P_{пп} + P_{ла} + P_{сэ} + P_{нв} + P_{экол} + P_{втр}, \quad (1)$$

где  $P_a$  – полный ущерб от аварий, руб.;  $P_{пп}$  – прямые потери организации, эксплуатирующей опасный производственный объект, руб.;  $P_{ла}$  – затраты на локализацию (ликвидацию) и расследование аварии, руб.;  $P_{сэ}$  – социально-экономические потери (затраты, понесенные вследствие гибели и травматизма людей), руб.;  $P_{нв}$  – косвенный ущерб, руб.;  $P_{экол}$  – экологический ущерб (урон, нанесенный объектам окружающей природной среды), руб.;  $P_{втр}$  – потери от выбытия трудовых ресурсов в результате потери трудоспособности или гибели людей.

Результат расчета ущерба от производственной травмы на предприятии нефтеперерабатывающей промышленности представлен в табл. 4. Как видно из таблицы, расходы предприятия, связанные с выплатой пособия по временной нетрудоспособности в связи с производственной травмой, составляют не более 5% всего ущерба предприятия. Более половины суммы составляют расходы в связи с ликвидацией основных фондов, 41% – косвенные расходы, в том числе недополученная прибыль за время простоя. Указанные расходы могут оказывать существенное влияние на экономическую устойчивость предприятия.

Расчеты показали, что, поскольку ущерб от производственной травмы на предприятии включается организациями в состав прочих расходов бухгалтерского учета и увеличивает производственную себестоимость продукции на 0,1–32%, это приводит к снижению рентабельности продукции  $R_{прод}$  на 0,1–25%. Аналогичные данные получены в исследованиях S. Murè, L. Comberti, M. Demichela [24], и A. Sobhani, M.I.M. Wahab, W.P. Neumann [25]. При эластичном спросе  $E_{цен} \rightarrow \infty$  и значении индекса рыночной концентрации  $I_{конц} < 1000$  предприятие ограничено в изменении цены продукции и восстановлении, таким образом, планового уровня рентабельности, что снижает его финансовую устойчивость.

Таблица 3

**Структура ущерба предприятия от происшествия, повлекшего производственную травму**  
**The structure of damage to the enterprise from an accident resulting in an industrial injury**

Категория ущерба	Составляющие показатели	Условное обозначение
1. Прямые потери $P_{пп}$	ущерб от уничтожения основных фондов ущерб от повреждения основных фондов потери товарно-материальных ценностей ущерб от уничтожения или повреждения основных фондов в собственности третьих лиц	$P_{уоф}$ $P_{поф}$ $P_{тмц}$ $P_{им}$
2. Расходы на расследование обстоятельств и ликвидацию последствий происшествия $P_{ла}$	расходы на расследование обстоятельств происшествия расходы в связи с ликвидацией последствий происшествий расходы на восстановительные работы расходы на оплату сверхурочных работ	$P_r$ $P_{л}$
3. Косвенные расходы $P_{нв}$	зарплата и условно-постоянные расходы за время простоя недополученная прибыль за время простоя убытки от уплаты штрафов, санкции ФСС РФ недополученная прибыль третьих лиц потери от выбытия трудовых ресурсов	$P_{зп}$ $P_{пп}$ $P_{ш}$ $P_{нптл}$ $P_{втр}$
4. Социально-экономические расходы $P_{эс}$	потери в связи с гибелью и травмированием персонала потери в связи с гибелью и травмированием третьих лиц	$P_{гп}; P_{тп}$ $P_{гтл}; P_{ттл}$
5. Экологический ущерб $P_{эко}$	ущерб от загрязнения атмосферы ущерб от загрязнения водных ресурсов ущерб от загрязнения почвы ущерб от загрязнения биологических ресурсов ущерб от засорения территории обломками	$\mathcal{E}_a$ $\mathcal{E}_в$ $\mathcal{E}_п$ $\mathcal{E}_б$ $\mathcal{E}_о$

Составлено авторами на основе: Методические рекомендации по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах (утв. постановлением Госгортехнадзора РФ от 29.10.2002 № 63); Положение о порядке технического расследования причин аварий на опасных производственных объектах (утв. постановлением Госгортехнадзора РФ от 08.06.1999 № 40); Методические указания по оценке и возмещению вреда, нанесенного окружающей природной среде в результате экологических правонарушений (утв. приказом Госкомэкологии России от 06.09.99 б/н).

Таблица 4

**Сводная таблица расчета ущерба от производственной травмы на предприятии**  
**Summary table of calculation of damage from industrial injury at the enterprise**

№ п/п	Категория расходов	Сумма, тыс. руб.
<b>1.</b>	<b>Прямые расходы</b>	<b>61 235,8</b>
1.1.	ущерб от уничтожения основных фондов	27 091,9
1.2.	ущерб от повреждения основных фондов	1 105,9
1.3.	потери товарно-материальных ценностей (потери продукции)	33 038,0
<b>2.</b>	<b>Расходы на расследование обстоятельств и ликвидацию последствий происшествия</b>	<b>941,8</b>
2.1.	расходы на расследование обстоятельств происшествия	400,0
2.2.	расходы в связи с ликвидацией последствий происшествий	541,8
<b>3.</b>	<b>Косвенные расходы</b>	<b>48 078,9</b>
3.1.	зарплата и условно-постоянные расходы за время простоя (за 10 дней, вынужденный простой 100 чел.)	2 090,3
3.2.	недополученная прибыль за время простоя	45 988,6
<b>4.</b>	<b>Социально-экономические расходы</b>	<b>5 176,7</b>
4.1.	потери в связи с гибелью и травмированием персонала	5 131,7
4.2.	потери в связи с гибелью и травмированием третьих лиц	45,0
<b>5.</b>	<b>Экологический ущерб</b>	<b>677,3</b>
5.1.	ущерб от загрязнения атмосферы	677,3
	<b>Итого:</b>	<b>116 110,5</b>

**Система управления устойчивым развитием промышленного предприятия**, спроектированная авторами и представленная на рис. 2, состоит из пяти последовательно выполняемых этапов:

1) Анализ экономических (социальных, экологических) показателей деятельности предприятия с последующей корректировкой стратегических задач, принципов, функций, методов и инструментов управления предприятием. На данном этапе закладываются основы управления устойчивым развитием предприятия.

2) Определение методического инструментария, необходимого для определения устойчивого развития предприятия.

3) Определение ключевых возможностей и угроз в ходе анализа внешних и внутренних факторов, выбор показателей устойчивого развития предприятия, оценка их значимости в общем интегрированном показателе устойчивого развития, анализ потенциала устойчивого развития предприятия.

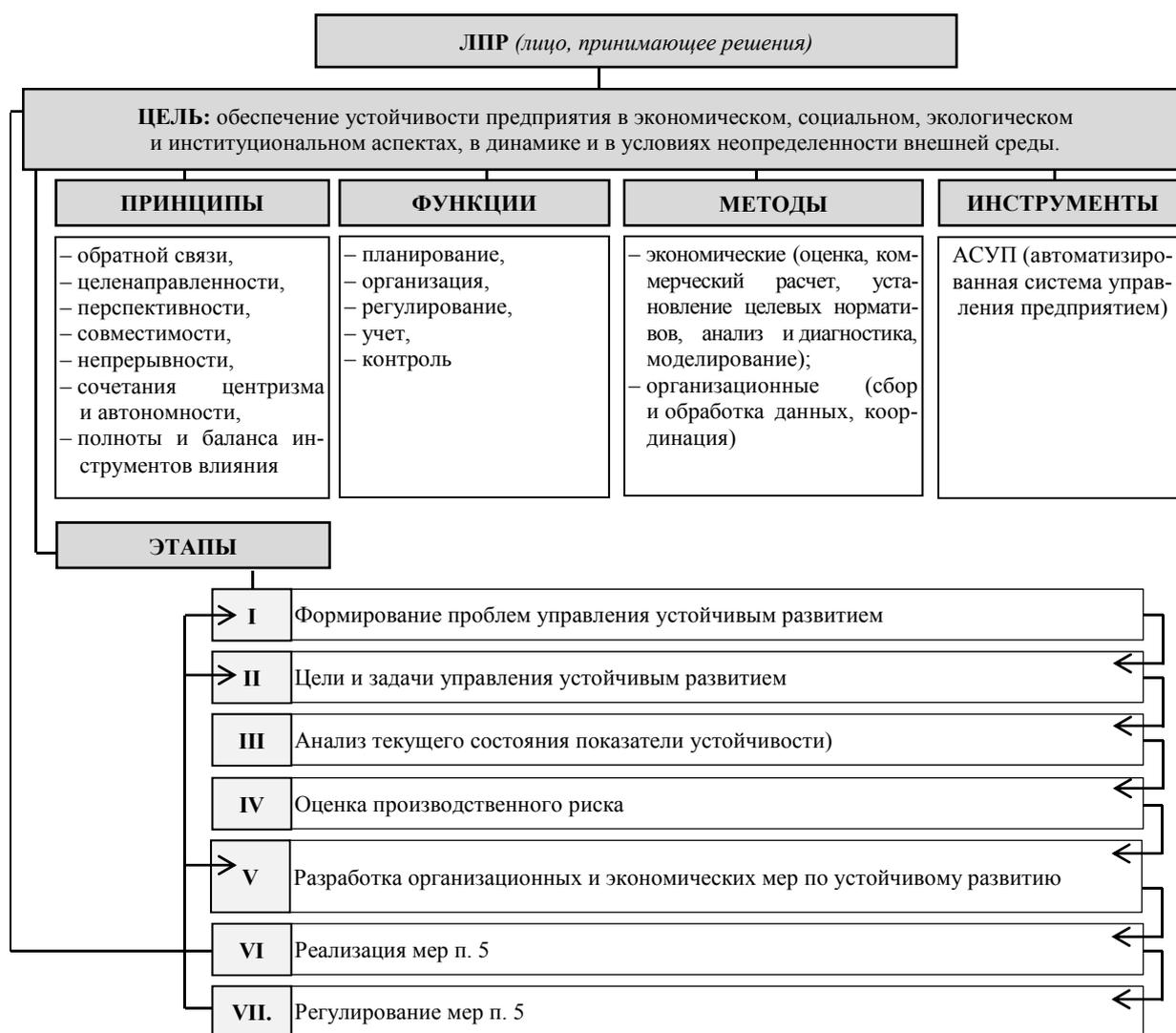
4) Контроль выбранных показателей устойчивого развития предприятия (экономических, социальных, экологических).

5) Разработка механизма управления устойчивым развитием предприятия с целью улучшения (стабилизации) выбранных показателей. Системы управления устойчивым развитием предприятия на основе оценки производственного риска включают мероприятия двух групп:

- создание резервов (финансовых, резервных мощностей и т. п.) для компенсации неизбежного неблагоприятного влияния на производственный процесс вредного производственного фактора;
- организация ряда специфических мероприятий для купирования последствий реализации производственного риска (производственный травматизм и порча имущества, неблагоприятный психологический климат, демотивация персонала, снижение производительности труда и т. п.).



**Рис. 2.** Модель системы управления устойчивым развитием предприятия  
**Fig. 2.** The model of the enterprise sustainable development management system



**Рис. 3.** Организационно-экономический механизм управления устойчивым развитием предприятия  
**Fig. 3.** Organizational and economic mechanism enterprise sustainability management

**Результаты. Разработка организационно-экономического механизма управления устойчивым развитием промышленного предприятия.** «Экономический механизм», согласно определению<sup>6</sup>, означает «совокупность методов и средств воздействия на экономические процессы с целью их регулирования». Задача механизма, с одной стороны, состоит в прогнозировании и предупреждении угроз потери устойчивости, а, с другой стороны, – в способности предприятия оперативно обрести устойчивость вновь, если рисковое событие таки наступило [14].

<sup>6</sup> Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Инфра-М, 2011.

Организационно-экономический механизм представляет собой совокупность правил воздействия субъекта управления на объект с целью обеспечения его (объекта) непрерывного устойчивого развития с использованием системы взаимосвязанных элементов, правил преобразования и вывода входных и выходных переменных, принципов применения прикладных функций, методов и инструментов, технологий и устоявшихся практик. Системные характеристики организационно-экономического механизма обусловлены присутствием в его составе: целей, задач и функций; взаимосвязанных элементов, определяющих его внутреннюю структуру; ресурсов; инструментов влияния (организационных и эконо-

мических); внешних связей с другими процессами и механизмами [2, 12, 19].

Авторами разработан организационно-экономический механизм управления устойчивым развитием промышленного предприятия, который представлен на рис. 3.

*Объектом управления* является устойчивое развитие предприятия по основным аспектам устойчивости: экономическому, социальному, экологическому и институциональному.

*Субъектом управления* является менеджмент предприятия (лицо, принимающее решение – ЛПП).

*Цель создания организационно-экономического механизма управления устойчивым развитием предприятия* является обеспечение его устойчивости в экономическом, социальном, экологическом и институциональном аспектах в динамике в условиях неопределенности внешней среды.

*Задачами функционирования организационно-экономического механизма управления устойчивым развитием предприятия* являются:

1) поддержание существующих и создание благоприятных условий для обеспечения устойчивого роста показателей эффективности экономической деятельности;

2) повышение социальной устойчивости предприятия: обеспечение безопасных условий труда работникам, повышение производительности труда и мотивации персонала;

3) повышение экологической устойчивости предприятия: минимизация вредного воздействия на окружающую среду (снижение вредных выбросов в окружающую среду, ресурсосбережение);

4) повышение институциональной устойчивости предприятия, расширение адаптивных свойств к изменениям факторов внешней среды.

В качестве *средства влияния организационно-экономического механизма* на процесс управления устойчивым развитием предприятия в контексте данного исследования рассматривается система оценки и страхования производственного риска на предприятии.

Принципы, функции, методы, инструменты и поэтапное описание организационно-экономического механизма управления устойчивым развитием предприятия представлены на схеме рис. 3.

*Выводы.* Таким образом, в результате проведенного исследования авторами получены следующие результаты.

1) Дана авторская трактовка дефиниции *устойчивое развитие предприятия* – прохождение предприятия по кривой жизненного цикла при минимальном разрыве между заданными (плановыми) и фактическими характеристиками при условии минимальных затрат на обеспечение такого устойчивого состояния. Устойчивость предприятия – это фактор его развития. Предприятие развивается при условии обеспечения устойчивости, в противном случае оно не сможет преодолеть очередной кризис (отклонение от устойчивого развития). Определены показатели устойчивости предприятия: экономической, социальной и экологической.

2) Обосновано авторское определение риска, связанного с вредными условиями труда работников и производственным травматизмом, в качестве производственного риска, с акцентом на риск возможных потерь предприятия и ухудшения показателей экономической, социальной и экологической устойчивости предприятия.

3) Разработана поэтапная система управления устойчивым развитием предприятия, представленная в виде системы взаимосвязанных элементов, в том числе субъекта и объекта управления, функций, принципов, методов и инструментов, а также ресурсов, контрагентов и объектов институциональной среды, взаимосвязанных и определяющих механизм управления предприятия с целью его устойчивого развития.

4) Разработан организационно-экономический механизм управления устойчивым развитием предприятия, призванный обеспечить устойчивость предприятия в экономическом, социальном, экологическом и институциональном аспектах, в динамике и в условиях неопределенности внешней среды.

*Направления дальнейших исследований* видятся в разработке экономико-математической модели автоматизированной системы управления устойчивым развитием предприятия на основе оценки производственного риска в качестве инструмента описанного организационно-экономического механизма.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] **Асаул М.А.** Управление устойчивостью предпринимательских структур. СПб.: Институт проблем экономического возрождения. 2008. 285 с.
- [2] **Бабкин А.В., Здольникова С.В., Козлов А.В., Бабкин И.А.** Организационно-экономический механизм управления инновационным потенциалом промышленного кластера // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2019. Т. 12, № 2. С. 71–83. DOI: 10.18721/JE.12207
- [3] **Бобылев С.Н.** Индикаторы устойчивого развития для России // Вестник МГГУ им. М.А. Шолохова. Социально-экологические технологии. 2011. С. 8–11.
- [4] **Гусев И.С.** Научно-методические обеспечение многоцелевого управления устойчивым развитием промышленного предприятия // Формирование новой экономики и кластерные инициативы: теория и практика. СПб.: СПбПУ. 2016. С. 236–254.
- [5] **Денисов К.А., Прокопенков С.В., Чечина О.С.** Стратегия устойчивого развития промышленных предприятий на инновационной основе как фактор обеспечения экологической безопасности региона. СПб.: СПбГЭУ. 2019. 103 с.
- [6] **Лапшин В.С., Горбунова Н.В.** Механизм формирования системы устойчивого развития предприятия // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2015. № 36(321). С. 30–44.
- [7] **Лытнева Н.А.** Теоретические основы управления устойчивым развитием предприятий промышленности // Инновации в системе бухгалтерского учета, анализа и аудита в условиях реформирования налоговой и финансовой политики коммерческих организаций. Международный экономический форум «Бакановские чтения». Орел: Орловский государственный университет экономики и торговли. 2013. С. 7–12.
- [8] **Лясников Н.В., Дудин М.Н., Музаев С.К., Медянова Е.В.** Модернизация и инновация промышленного производства как факторы обеспечения стратегической устойчивости и конкурентоспособности предпринимательских структур // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2013. № 5–1(15). С. 17–22.
- [9] **Лясковская Е.А., Савельева И.П.** Методологические аспекты обеспечения устойчивости развития предпринимательских структур в условиях нестабильной среды // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Экономика и менеджмент. 2012. № 9(268). С. 73–78.
- [10] **Мингалева Ж.А., Карпович Ю.В.** Совершенствование системы управления устойчивым развитием промышленного предприятия // Фундаментальные исследования. 2016. № 5–2. С. 382–385.
- [11] **Набиев А.М., Малёв В.А., Силова Е.С.** Анализ взаимосвязи устойчивости и эффективности фирмы в институциональной среде // Вестник Челябинского государственного университета. Экономика. 2007. № 1. С. 141–148.
- [12] **Паршинцева М.В., Филенкова Е.М., Бороненкова Н.В., Лактюшина О.В.** Совершенствование механизма взаимодействия со стейкхолдерами в области управления устойчивым развитием предприятия (на материалах АО «Мальцовский Портландцемент») // Актуальные аспекты управления и экономики в современных условиях. Сб. материалов IX Всероссийского молодежного научного форума. 2017. С. 137–140.
- [13] **Перский Ю.К., Лепихин В.В., Семенова Е.В.** Методика и модели оценки промышленного предприятия как устойчивой системы // Вестник Пермского университета. Экономика. 2015. № 31(24). С. 103–110.
- [14] **Пухальский А.Н., Корсунь К.П., Черданцева О.В.** Формирование механизма устойчивого развития предприятия // Вестник НГУ. Социально-экономические науки. 2012. № 1. С. 26–39.
- [15] **Родионов Д.Г., Мотгаева А.Б., Кошман А.В.** Устойчивое развитие и инновационная активность хозяйствующих субъектов нефтегазового комплекса // KANT. 2019. № 1(30). С. 325–330.
- [16] **Ротарь Т.С., Ниязян В.Г.** Устойчивое развитие предприятия: сущность и методика расчета интегрального индекса устойчивого развития предприятия // Статистика и экономика. 2015. № 4. С. 149–154.
- [17] **Салимова Т.А., Гудкова Д.Д.** Инструментарий оценки устойчивого развития организации // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2017. № 10–5. С. 151–160.
- [18] **Третьякова Е.А., Алферова Т.В., Пухова Ю.И.** Анализ методического инструментария оценки устойчивого развития промышленных предприятий // Вестник ПГУ. Экономика. 2015. № 4(27). С. 132–139.
- [19] **Фортунова У.В., Бабкин А.В.** Организационно-экономический механизм управления конкурентным устойчивым развитием предприятия радиоэлектронной промышленности // Российская экономика в условиях новых вызовов. Материалы Всероссийской научно-практической конференции (Саранск, 13–14 дек. 2018 г.). Саранск: Издатель Афанасьев В.С. 2018. С. 140–145.
- [20] **Хомяченкова Н.А., Горшенина Е.В.** Мониторинг устойчивого развития промышленного предприятия // Российское предпринимательство. 2011. № 1–2. С. 63–69.
- [21] **Яруллина Г.Р.** Методология обеспечения устойчивого развития промышленного предприятия. Казань: Казанский университет, 2010. 357 с.
- [22] **Grosse E.H., Calzavara M., Glock C.H., Sgarbossa F.** Incorporating human factors into decision sup-

port models for production and logistics: current state of research // IFAC-PapersOnLine. 2017. No. 50-1. P. 6900–6905.

[23] **Khan F., Rathnayaka S., Ahmed S.** Methods and models in process safety and risk management: Past, present and future // Process Safety and Environmental Protection. 2015. No. 98. P. 116–147.

[24] **Murè S., Comberti L., Demichela M.** How harsh work environments affect the occupational accident phenomenology? Risk assessment and decision making optimization // Safety Science. 2017. No. 95. P. 159–170.

[25] **Sobhani A., Wahab M.I.M., Neumann W.P.** Incorporating human factors-related performance variation in optimizing a serial system // European Journal of Operational Research. 2017. No. 257–1. P. 69–83.

[26] **Sokolitsyn A.S., Kovalenko I.I., Zvontsov A.V.** Production risk economic assessment based on the uzzy logic approaches // Proceedings of 20th IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements (St.Petersburg, Russian Federation, May 24–26, 2017). St.Petersburg, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. 2017. P. 834–836.

**КОВАЛЕНКО Инна Игоревна.** E-mail: inna@kovalenko.spb.ru

**СОКОЛИЦЫН Александр Сергеевич.** E-mail: alex.sokol1951@yandex.ru

*Статья поступила в редакцию: 19.06.2019*

## REFERENCES

[1] **M.A. Asaul,** Upravleniye ustoychivostyu predprinimatelskikh struktur [Enterprise resilience management]. St. Petersburg: Institut problem ekonomicheskogo vrozozhdeniya, 2008.

[2] **A.V. Babkin, S.V. Zdolnikova, A.V. Kozlov, I.A. Babkin,** Organizatsionno-ekonomicheskii mekhanizm upravleniya innovatsionnym potentsialom promyshlennogo klastera [Organizational and economic mechanism for managing the innovative potential of the industrial cluster], St. Petersburg State Polytechnical University Journal, Economics, 12 (2) (2019) 71–83. DOI: 10.18721/JE.12207

[3] **S.N. Bobylev,** Indikatory ustoychivogo razvitiya dlya Rossii [Sustainability indicators for Russia], Vestnik MGGU im. M.A. Sholokhova, Sotsialno-ekologicheskiiye tekhnologii, (2011) 8–11.

[4] **I.S. Gusev,** Nauchno-metodicheskiye obespecheniye mnogotselevogo upravleniya ustoychivym razvitiyem promyshlennogo predpriyatiya [Scientific and methodological support for multi-purpose management of sustainable development of an industrial enterprise], Formirovaniye novoy ekonomiki i klasternyye initsiativy: teoriya i praktika [Formation of a new economy and cluster initiatives: theory and practice]. St. Petersburg, (2016) 236–254.

[5] **K.A. Denisov, S.V. Prokopenkov, O.S. Chechina,** Strategiya ustoychivogo razvitiya promyshlennykh predpriyatiy na innovatsionnoy osnove kak faktor obespecheniya ekologicheskoy bezopasnosti regiona [The strategy of sustainable development of industrial enterprises on an innovative basis as a factor in ensuring the environmental safety of the region]. St. Petersburg: SPbGEU, 2019.

[6] **V.S. Lapshin, N.V. Gorbunova,** Mekhanizm formirovaniya sistemy ustoychivogo razvitiya predpriyatiya [The mechanism of formation of the enterprise sustainable development system], Natsionalnyye interesy: priority i bezopasnost, 36(321) (2015) 30–44.

[7] **N.A. Lytneva,** Teoreticheskiye osnovy upravleniya ustoychivym razvitiyem predpriyatiy promyshlennosti [Theoretical foundations of sustainable industrial development management], Innovatsii v sisteme bukhgalterskogo ucheta, analiza i audita v usloviyakh reformirovaniya nalogovoy i finansovoy politiki kommercheskikh organizatsiy [Innovations in the system of accounting, analysis and audit in the context of reforming the tax and financial policies of commercial organizations]. Orel: Orlovskiy gosudarstvennyy universitet ekonomiki i torgovli, (2013) 7–12.

[8] **N.V. Lyanikov, M.N. Dudin, S.K. Muzayev, Ye.V. Medyankova,** Modernizatsiya i innovatsiya promyshlennogo proizvodstva kak faktory obespecheniya strategicheskoy ustoychivosti i konkurentosposobnosti predprinimatelskikh struktur [Modernization and innovation of industrial production as factors for ensuring strategic sustainability and competitiveness of business structures], Izvestiya Moskovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta MAMI, 5–1(15) (2013) 17–22.

[9] **Ye.A. Lyasovskaya, I.P. Savelyeva,** Metodologicheskiye aspekty obespecheniya ustoychivosti razvitiya predprinimatelskikh struktur v usloviyakh nestabilnoy sredy [Methodological aspects of ensuring the sustainability of the development of business structures in an unstable environment], Vestnik Yuzhno-Uralskogo gosudarstvennogo universiteta, Ekonomika i menedzhment, 9(268) (2012) 73–78.

[10] **Zh.A. Mingaleva, Yu.V. Karpovich,** Sovershenstvovaniye sistemy upravleniya ustoychivym razvitiyem promyshlennogo predpriyatiya [Improving the management system for sustainable development of an industrial enterprise], Fundamentalnyye issledovaniya, 5–2 (2016) 382–385.

[11] **A.M. Nabiyeu, V.A. Malev, Ye.S. Silova,** Analiz vzaimosvyazi ustoychivosti i effektivnosti firmy v institutsionalnoy srede [Analysis of the relationship between the stability and

effectiveness of the company in the institutional environment], Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta, Ekonomika, 1 (2007) 141–148.

[12] **M.V. Parshintseva, Ye.M. Filenkova, N.V. Boronenkova, O.V. Laktyushina**, Sovershenstvovaniye mekhanizma vzaimodeystviya so steykholderami v oblasti upravleniya ustoychivym razvitiyem predpriyatiya (na materialakh AO «Maltsovskiy Portlandsement») [Improving the mechanism of interaction with stakeholders in the field of sustainable development management of an enterprise (based on materials of Maltsevsky Portlandcement JSC)], Proceedings of IX All-Russian youth scientific forum, (2017) 137–140.

[13] **Yu.K. Perskiy, V.V. Lepikhin, Ye.V. Semenova**, Metodika i modeli otsenki promyshlennogo predpriyatiya kak ustoychivoy sistemy [Methodology and models for evaluating an industrial enterprise as a sustainable system], Vestnik Permskogo universiteta, Ekonomika, 31(24) (2015) 103–110.

[14] **A.N. Pukhalskiy, K.P. Korsun, O.V. Cherdantseva**, Formirovaniye mekhanizma ustoychivogo razvitiya predpriyatiya [The formation of the mechanism of sustainable development of the enterprise], Vestnik NGU. Sotsialno-ekonomicheskiye nauki, 1 (2012) 26–39.

[15] **D.G. Rodionov, A.B. Mottayeva, A.V. Koshman**, Ustoychivoye razvitiye i innovatsionnaya aktivnost khozyaystvuyushchikh subyektov neftegazovogo kompleksa [Sustainable development and innovative activity of economic entities of the oil and gas complex], KANT, 1(30) (2019) 325–330.

[16] **T.S. Rotar, V.G. Niazyan**, Ustoychivoye razvitiye predpriyatiya: sushchnost i metodika rascheta integralnogo indeksa ustoychivogo razvitiya predpriyatiya [Sustainable development of the enterprise: the essence and methodology of calculating the integral index of sustainable development of the enterprise], Statistika i ekonomika, 4 (2015) 149–154.

[17] **T.A. Salimova, D.D. Gudkova**, Instrumentariy otsenki ustoychivogo razvitiya organizatsii [Organizational sustainability assessment toolkit], St. Petersburg State Polytechnical University Journal, Economics, 10–5 (2017) 151–160.

[18] **Ye.A. Tretyakova, T.V. Alferova, Yu.I. Pukhova**, Analiz metodicheskogo instrumentariya otsenki ustoychivogo razvitiya promyshlennykh predpriyatiy [Analysis of methodological tools for assessing the sustainable

development of industrial enterprises], Vestnik PGU, Ekonomika, 4(27) (2015) 132–139.

[19] **U.V. Fortunova, A.V. Babkin**, Organizatsionno-ekonomicheskii mekhanizm upravleniya konkurentnym ustoychivym razvitiyem predpriyatiya radioelektronnoy promyshlennosti [Organizational and economic mechanism for managing the competitive sustainable development of the radio-electronic industry], Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference (Saransk, December 13–14, 2018). Saransk: Izdatel Afanasyev V.S., (2018) 140–145.

[20] **N.A. Khomyachenkova, Ye.V. Gorshenina**, Monitoring ustoychivogo razvitiya promyshlennogo predpriyatiya [Monitoring the sustainable development of an industrial enterprise], Rossiyskoye predprinimatelstvo, 1–2 (2011) 63–69.

[21] **G.R. Yarullina**, Metodologiya obespecheniya ustoychivogo razvitiya promyshlennogo predpriyatiya [Methodology for ensuring the sustainable development of an industrial enterprise]. Kazan: Kazanskiy universitet, 2010.

[22] **E.H. Grosse, M. Calzavara, C.H. Glock, F. Sgarbossa**, Incorporating human factors into decision support models for production and logistics: current state of research, IFAC-Papers On Line, 50–1 (2017) 6900–6905.

[23] **F. Khan, S. Rathnayaka, S. Ahmed**, Methods and models in process safety and risk management: Past, present and future, Process Safety and Environmental Protection, 98 (2015) 116–147.

[24] **S. Murè, L. Comberti, M. Demichela**, How harsh work environments affect the occupational accident phenomenology? Risk assessment and decision making optimization, Safety Science, 95 (2017) 159–170.

[25] **A. Sobhani, M.I.M. Wahab, W.P. Neumann**, Incorporating human factors-related performance variation in optimizing a serial system, European Journal of Operational Research, 257–1 (2017) 69–83.

[26] **A.S. Sokolitsyn, I.I. Kovalenko, A.V. Zvontsov**, Production risk economic assessment based on the fuzzy logic approaches, Proceedings of 20th IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements (St. Petersburg, Russian Federation, May 24–26, 2017). St. Petersburg: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., (2017) 834–836.

**KOVALENKO Inna I.** E-mail: inna@kovalenko.spb.ru

**SOKOLYTSYN Alexander S.** E-mail: alex.sokol1951@yandex.ru