

О. Е. Безбородова, А. Г. Убиенных, В. В. Шерстнев, О. Н. Бодин

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

О. Е. Bezborodova, A. G. Ubiennykh, V. V. Sherstnev, O. N. Bodin

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF IMPROVEMENT OF INFORMATION-MEASURING AND MANAGEMENT SYSTEMS

А н н о т а ц и я. Актуальность и цели. Оценка результатов совершенствования информационно-измерительных и управляющих систем является важной задачей для специалистов. Учитывая, что такие системы могут быть построены на основе различных подходов и принципов, эта оценка необходима для сравнения и выбора лучшего из предлагаемых вариантов. На эту тему существует большое количество научных работ, но единого подхода пока нет. Анализ существующих источников приводит к выводу, что задача оценки результатов совершенствования информационно-измерительных и управляющих систем с точки зрения перспективы их использования является весьма актуальной. В статье предлагается метод, основанный на использовании взаимосвязи понятий «результативность» и «эффективность». **Материалы и методы.** В работе использованы качественный и количественный анализ результатов совершенствования систем, метод весовых коэффициентов. **Результаты.** Проведен анализ существующих методов оценки результатов совершенствования систем, большое внимание уделено выбору показателей и параметров для оценки, их взаимосвязи. Обоснован перечень показателей и параметров их характеризующих, предложена шкала оценки показателей. Предложен алгоритм оценки эффективности результатов научно-исследовательских работ. Приведены примеры оценки совершенствования информационно-измерительных и управляющих систем. **Выводы.** Предложенный метод позволяет провести оценку результатов совершенствования систем, которая может использоваться для определения целесообразности их дальнейшего использования.

A b s t r a c t. Background. Evaluating the results of improving information-measuring and control systems is an important task for specialists. Given that such systems can be built on the basis of different approaches and principles, this assessment is necessary to compare and choose the best of the proposed options. There is a large number of scientific papers on this topic, but there is no unified approach yet. Analysis of existing sources leads to the conclusion that the task of evaluating the results of improving information-measuring and control systems from the perspective of their use is very relevant. The article proposes a method based on the use of the relationship between the concepts of "effectiveness" and "efficiency". **Materials and methods.** The paper uses qualitative and quantitative analysis of the results of improving systems, the method of weight coefficients. **Results.** The article analyzes the existing methods for evaluating the results of improving systems. much attention is paid to the choice of indicators and parameters for evaluation, their relationship. The list of indicators and parameters that characterize them is justified, and a scale for evaluating indicators is proposed. An algorithm for evaluating the effectiveness of research results is proposed. Examples of evaluating the im-

provement of information-measuring and control systems are given. **Conclusions.** The proposed method allows us to evaluate the results of improving systems, which can be used to determine the feasibility of their further use.

К л ю ч е в ы е с л о в а: эффективность, результативность, ресурсы, усовершенствование, система.

К e y w o r d s: efficiency, effectiveness, resources, improvement, system.

Актуальность

Вопросы экономного использования ресурсов и совершенствования информационно-измерительных и управляющих систем (далее – систем) должны решаться с учетом выполнения одновременно требований надежности, экономичности, масштабируемости и конфигурируемости. Применяемые при построении системы решения должны отвечать требованиям информационной безопасности и иметь запас для расширения функциональности системы и ее перспективного развития.

Известно, что наука является наиболее эффективной сферой капиталовложений. В мировой практике принято считать, что прибыль от капиталовложений в науку составляет 100–200 %, что намного выше прибыли во многих отраслях промышленности [1]. Учитывая важную роль, которую играют научно-технические достижения в социально-экономическом развитии общества, подавляющее большинство ведущих мировых государств разрабатывают национальные программы создания прорывных научно-технических технологий. В России такой программой является Дорожная карта поддержки научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ «Дорожная карта развития «сквозной» цифровой технологии "Новые производственные технологии"» [2], согласно которой востребованы решения в области: «мобильных цифровых устройств, оснащенных модулями беспроводной связи для получения и передачи данных; программного обеспечения для получения, обработки и передачи информации, получаемой как от датчиков, встроенных в устройство, так и от сторонних источников, компоненты системы эксплуатируются в доверенной среде, устойчивы к отказам и попыткам несанкционированного доступа».

Наиболее используемыми параметрами для оценки результатов научных исследований являются «эффективность» и «результативность». Как синонимы их используют для оценки «новизны» предлагаемых решений. Развитие этой методологии в теоретическом плане рассмотрено в исследовании А. В. Бондаренко «О сущности понятий «результативность» и «эффективность» в экономике» [3], а в работе [4] рассмотрено с учетом специфики области применения. В настоящее время методология использования этих понятий совершенствуется в системе стандартов менеджмента качества [5, 6].

Анализ существующих источников показывает, что задача оценки результатов совершенствования информационно-измерительных и управляющих систем с точки зрения перспективы их использования является весьма актуальной.

Постановка проблемы

Оценка эффективности усовершенствования системы связана с определением величины результативности, т.е. степени достижения запланированных результатов и осуществления действий, направленных на их достижение. Эффективность используется для оценки, контроля и регулирования соответствующей деятельности. Она является наглядным показателем превосходства предлагаемого варианта системы по отношению к прототипу.

Однако в известных источниках не предлагаются методики оценки эффективности как системы в целом, так и отдельных показателей. Поэтому вопросы, связанные с проблемой адекватной и объективной оценки, а также последующего анализа эффективности, приобретают вид задачи как теоретической, так и практической значимости, и каждый исследователь сталкивается с необходимостью выбора своего способа определения эффективности. Это происходит потому, что для определения величины результативности есть достоверные методики, а для оценки эффективности таких методик нет [7]. Авторами предлагается определять эффективность усовершенствования системы, используя методику определения результативности.

Эффективность всей системы складывается из повышения эффективности отдельных показателей. Показатели характеризуются параметрами, которые должны быть определены как числовые величины, характеризующие функционирование самой системы.

Таким образом, для установленных показателей и параметров необходимо определить методику их вычисления (формулу расчета).

Количественные значения выбранных показателей результативности определяют исходя из методики, установленной для нахождения каждого показателя.

Показатели результативности и эффективности усовершенствованной системы можно классифицировать по природе происхождения: технические, технологические, экономические, организационно-управленческие, административные и пр. Причем каждый из них будет характеризоваться одним или несколькими параметрами. Например, быстродействие относится к техническим показателям и характеризуется параметром «количество операций за единицу времени».

При составлении перечня показателей необходимо отдать предпочтение тем из них, которые характеризуются параметрами, подлежащими количественному определению, что облегчает сравнение результатов, полученных для прототипа и усовершенствованной системы. Примеры выбора показателей и характеризующих их параметров в зависимости от функций систем приведены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели и параметры для оценки эффективности усовершенствования системы

Функции системы	Анализируемый показатель	Характеризующий параметр
Измерение	Точность	Погрешность
		Неопределенность результата измерения
Контроль	Механические	Масса (вес), длина, ширина, высота, толщина и пр.
	Гидродинамические	Давление и пр.
	Акустические	Уровни шума, вибрации и пр.
	Оптические	Яркость, освещенность и пр.
	Электрические	Напряжение, сила тока, сопротивление, проводимость, емкость, индуктивность и пр.
	Химические	Концентрация примесей и пр.
Оценка	Интервальные оценки	Доверительная вероятность, уровень значимости, доверительный интервал, доверительные границы
Работа системы	Быстродействие	Количество операций за единицу времени
	Коэффициент полезного действия	Энергопотребление, ресурсопотребление, материалоемкость и пр.
	Надежность	Вероятность безотказной работы, наработка на отказ
	Неопределенность внешней обстановки	Вероятность события
	Оперативность управления	Время принятия решения

Таким образом, показатели и параметры, выбранные для оценки эффективности системы, должны иметь количественные значения, которые могут быть определены по известным методикам и которыми можно было бы воспользоваться на практике для сравнения различных вариантов систем. Эти параметры должны отвечать следующим требованиям: быть функцией всех важнейших характеристик системы, отражать качество выполнения системой поставленных функций и задач, иметь простой физический смысл.

Теоретическое обоснование

Для подтверждения практической значимости совершенствования информационно-измерительных и управленческих систем (далее системы) авторами предлагается использовать методику, основанную на стандартах системы менеджмента качества, оперирующую понятиями «результативность», «эффективность» и «используемые ресурсы».

Согласно ГОСТу [5]:

– результативность (effectiveness) R – это степень соответствия достигнутого результата R_{ϕ} плановым показателям $R_{пл}$:

$$R = \frac{R_{\phi}}{R_{пл}}, \quad (1)$$

– эффективность (efficiency) E_f – это соотношение между достигнутым результатом R_{ϕ} и использованными ресурсами $P_{исп}$:

$$E_f = \frac{R_{\phi}}{P_{исп}}. \quad (2)$$

В соответствии с ГОСТом [6] ресурс (resource) $P_{исп}$ – это средства, используемые в производственном процессе. Ресурсы – это необходимые и достаточные возможности для достижения целей любой деятельности (научные исследования, бизнес, управление и пр.). При этом деятельность, основанная на использовании ресурсов, должна быть эффективной, т.е. затраты ресурсов должны обеспечивать максимальный прирост возможностей для расширения деятельности.

Перечень используемых ресурсов зависит от вида деятельности и включает, но не исчерпывается, следующие группы: материальные, нематериальные, кадровые, информационные, производственно-технические, финансовые, коммерческие, организационно-управленческие, временные, административные и пр.

Оценка результативности системы проводится с целью определения соответствия значений усовершенствованных показателей R_{ϕ} планируемыми значениями показателей $R_{пл}$ [8, 9].

В качестве планового показателя результативности $R_{пл}$ предпочтительнее брать результативность прототипа или ближайшего аналога рассматриваемой системы, рассчитанную по той же методике, что и R_{ϕ} .

Достигнутый результат R_{ϕ} складывается из значений достигнутых результатов по отдельным усовершенствованным показателям $R_i^{пок}$:

$$R_{\phi} = \sum_{i=1}^n R_i^{пок} \cdot B, \quad (3)$$

где B – весовой коэффициент усовершенствованного показателя [10]; n – число усовершенствованных показателей.

Результат усовершенствования по каждому показателю, характеризующему систему, рассчитывают по формуле

$$R_i^{пок} = \begin{cases} \frac{X_i}{Y_i} 100 \% , & \text{при } X_i \rightarrow \max, \\ \frac{Y_i}{X_i} 100 \% , & \text{при } X_i \rightarrow \min, \end{cases} \quad (4)$$

где X_i – фактическое значение параметра усовершенствованного показателя; Y_i – плановое значение параметра усовершенствованного показателя.

Если для разрабатываемой системы прототип или ближайший аналог отсутствует, то результат усовершенствования по каждому показателю определяется по формуле

$$R_i^{пок} = \begin{cases} (1 - X_i) 100 \% , & \text{при } X_i \rightarrow \max, \\ \frac{1}{X_i} 100 \% , & \text{при } X_i \rightarrow \min. \end{cases} \quad (5)$$

В случае если $R_{\phi} > R_{пл}$, то усовершенствование считается результативным.

Для определения эффективности усовершенствования системы необходимо провести расчет по формуле (2) для усовершенствованного варианта системы и для аналога или прототипа. Учитывая, что в знаменателе этой формулы стоит параметр, количество использованных ресурсов $P_{исп}$ можно отметить следующее. При $R_{\phi} = const$, если $P_{исп}^{np} > P_{исп}^{yc}$, то эффективность системы уменьшится, если $P_{исп}^{np} < P_{исп}^{yc}$, то эффективность системы увеличится, а при $P_{исп}^{np} = P_{исп}^{yc}$ все будет зависеть от соотношения R_{ϕ}^{np} и R_{ϕ}^{yc} . Чем больше будет R_{ϕ}^{yc} , тем больше будет эффективность E_f применения усовершенствованной системы. Таким образом, при условии равенства затрат ресурсов $P_{исп}$ более эффективным является вариант с большим значением R_{ϕ} .

Сравнивая значения, полученные по формуле (3) для прототипа и усовершенствованной системы, определяем наиболее эффективный вариант. Если $R_{\phi}^{np} \geq R_{\phi}^{yc}$, то усовершенствованная система не является эффективнее прототипа и нуждается в доработке. Если $R_{\phi}^{np} \ll R_{\phi}^{yc}$, то усовершенствованная система эффективнее прототипа.

При оценке эффективности усовершенствования системы необходимо, во-первых, правильно сформулировать задачу, которую система должна выполнять, и, во-вторых, цель усовершенствования. Следовательно, усовершенствование системы связано с выбором показателя и характеризующих его параметров для оценки эффективности.

Алгоритм оценки эффективности усовершенствования системы приведен на рис. 1.

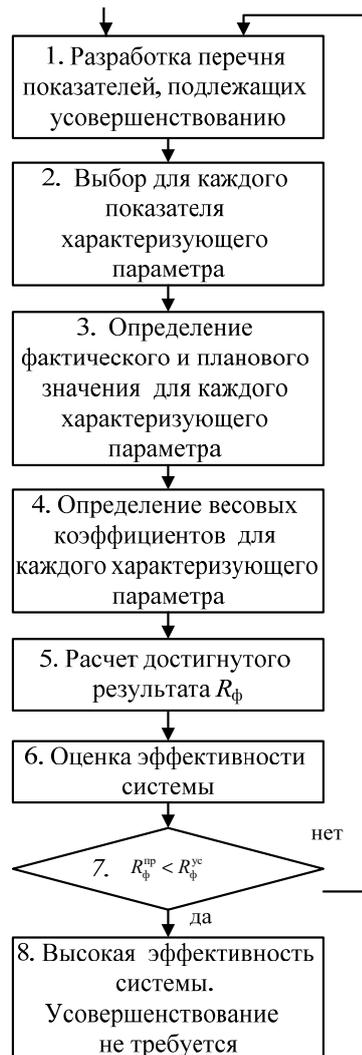


Рис. 1. Алгоритм оценки эффективности усовершенствования системы

Необходимость оценки эффективности системы обусловила разработку перечня показателей и параметров, их характеризующих, подлежащих усовершенствованию и которыми можно воспользоваться на практике для сравнения различных вариантов систем.

В процессе оценки усовершенствования для каждого параметра определяют фактическое и плановое значение. Фактическое значение получают как результат усовершенствования, а плановое значение параметра характеризует прототип, который хотели бы превзойти.

Для каждого характеризующего параметра определяют весовые коэффициенты, которые одинаковы для фактических и плановых параметров.

Используя собранные данные, проводят расчет достигнутого результата в ходе усовершенствования, оценивают полученную в ходе усовершенствования эффективность системы и делают вывод о возможности использования усовершенствованного варианта системы.

Результаты

Пример 1. По предлагаемой методике оценим эффективность использования в ходе поисково-спасательных работ (ПСР) гетерогенной группы беспилотных воздушных судов (БВС), входящих в состав боевого расчета спасателей [11, 12], оснащенного мобильным телемедицинским комплексом (МТМК). В качестве прототипа будем использовать традиционный способ проведения ПСР, проводимых боевым расчетом спасателей, оснащенных МТМК [12].

В медицине катастроф существует понятие «золотой час» – это время, в течение которого оказанная медицинская помощь на месте либо оперативная доставка пострадавшего в медицинскую организацию гарантирует ему максимальные шансы выжить и наименьший риск осложнений после травм. Человеческий организм, попадая в экстремальную ситуацию, реагирует моментально включением компенсаторных и защитных механизмов, причем на максимальном уровне, для того чтобы поддержать жизнедеятельность приблизительно в течение часа. Потом начинает уменьшаться кровенаполнение главных органов: сердца и мозга, при этом шансы врачей спасти пострадавшего резко уменьшаются. Поэтому показателем, подлежащим усовершенствованию (минимизации), является время проведения ПСР. Для проведения ПСР наименования, показатели и параметры заданий приведены в табл. 2.

Таблица 2

Исходные данные и результаты оценки эффективности использования в ходе ПСР гетерогенной группы БВС

Задания	Показатель	Параметр	Для прототипа					Для усовершенствованной системы				
			$X_i^{пр}$ [13]	$Y_i^{пр}$ [13]	$R_i^{пок}$	$B_i^{пр}$ [10]	$R_{\phi}^{пр}$	$X_i^{ус}$ [12]	$Y_i^{ус}$ [12]	$R_i^{пок}$	$B_i^{ус}$ [10]	$R_{\phi}^{ус}$
Разведка в зоне ЧС	Обнаружение источников поражающих факторов	Время, мин $X_i \rightarrow \min$	1600	1600	1	0,35	0,35	$k \cdot 15$	120	8	0,35	2,8
Поиск пострадавших	Обнаружение пострадавшего, определение его координат, отправка информации оператору МТМК	Время, мин $X_i \rightarrow \min$	1600	60	1	0,4	0,4	$n \cdot 10$	60	6	0,4	2,4
Помощь пострадавшему	Оценка функционального состояния, оказание экстренной медицинской помощи	Время, мин $X_i \rightarrow \min$	60	60	1	0,15	0,15	$n \cdot 30$	60	2	0,15	0,3
Эвакуация пострадавшего из зоны ЧС	Доставка в медицинскую организацию	Время, мин $X_i \rightarrow \min$	60	60	1	0,1	0,1	30	60	2	0,1	0,2
Эффективность, E_f		отн. ед.	1 – исходная					5,7 – повышенная				

Примечания: k – количество источников поражающих факторов, в отношении которых возможно проведение восстановительных мероприятий с использованием БВС; n – количество пострадавших, в отношении которых возможно проведение поддерживающих, медицинских и эвакуационных мероприятий с использованием БВС.

Результаты расчета показывают, что эффективность использования в ходе ПСР гетерогенной группы БВС, входящих в состав боевого расчета спасателей, оснащенного МТМК, по времени в 5,7 раза выше, чем использование традиционного способа проведения ПСР, проводимых боевым расчетом спасателей, оснащенных МТМК.

Пример 2. По предлагаемой методике оценим эффективность усовершенствования медицинской информационной системы медицинской организации (МИС МО) в результате подключения ее локальной вычислительной сети к единой государственной информационной системе здравоохранения (ЕГИСЗ). За счет этого МИС МО получит следующие преимущества:

– доступ к информационным базам данных медицинской информации, размещенной в ЕГИСЗ;

– автоматическое формирование электронных медицинских карт (ЭМК) пациентов, содержащие последние по времени данные о пациенте, что позволит уменьшить вероятность врачебных ошибок;

– моделирование функционального состояния организма пациента.

В табл. 3 приведены задания, показатели и параметры для определения эффективности МИС МО, подключенной к ЕГИСЗ.

Эффективность лечения пациентов при подключении МИС МО к ЕГИСЗ значительно увеличилась. Это произошло за счет уменьшения вероятности ошибки при внедрении автоматизации процесса сбора, анализа и обработки медицинских данных.

Таблица 3

Исходные данные и результаты оценки эффективности усовершенствования МИС МО

Задания	Показатель	Параметр	Для прототипа					Для усовершенствованной системы				
			X_i^{np} [14]	Y_i^{np} [14]	$R_i^{пок}$	B_i^{np} [10]	R_{ϕ}^{np}	X_i^{yc} [14]	Y_i^{yc} [14]	$R_i^{пок}$	B_i^{yc} [10]	R_{ϕ}^{yc}
Лечение пациента	Заполнение ЭМК пациента	Вероятность ошибки $X_i \rightarrow \min$	0,13	0	7,69	0,2	1,54	$1 \cdot 10^{-6}$	0	$1 \cdot 10^6$	0,2	$0,2 \cdot 10^6$
	Обновление данных о новых лекарствах и процедурах	Вероятность ошибки $X_i \rightarrow \min$	0,15	0	6,67	0,3	2	$1 \cdot 10^{-6}$	0	$1 \cdot 10^6$	0,3	$0,3 \cdot 10^6$
	Моделирование функционального состояния организма пациента	Вероятность ошибки $X_i \rightarrow \min$	0,35	0	2,88	0,5	1,44	$1 \cdot 10^{-6}$	0	$1 \cdot 10^6$	0,5	$0,5 \cdot 10^6$
Эффективность, E_f		отн. ед.	4,98 – исходная					$1 \cdot 10^6$ – повышенная				

Заключение

Для решения проблем, связанных с определением, отношением и совместным использованием категорий «результативность» и «эффективность», авторами предложена оценка эффективности совершенствования систем, применимая к системам различного назначения. При описании алгоритма оценки была установлена связь между «результативностью» и «эффективностью» через показатели и характеризующие их параметры. Полученные результаты позволяют оценить эффективность через показатели результативности, что продемонстрировано на примерах информационно-измерительных и управляющих систем при проведении поисково-спасательных работ и в области медицины.

Библиографический список

1. Титов, В. А. Эффективность капиталовложений в развитие российской экономики / В. А. Титов // Транспортное дело России. – 2010. – № 1. – С. 39–41.
2. Дорожная карта развития «сквозной» цифровой технологии «Новые производственные технологии». – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=335568&dst=100001&date=19.07.2020#0123722126231961> (дата обращения: 19.07.2020).
3. Бондаренко, А. В. О сущности понятий результативность и эффективность в экономике / А. В. Бондаренко. – URL: http://www.rusnauka.com/16_NPRT_2012/Economics/10_111530.doc.htm (дата обращения: 20.06.2020).
4. Щербакова, А. А. Информационно-измерительная система контроля концентраций компонентов топлива в аварийных ситуациях / А. А. Щербакова, Б. В. Чувькин // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2018. – № 4 (26). – С. 10–15. – DOI 10.21685/2307-5538-2018-4-2.
5. ГОСТ Р ИСО 9000–2015 Национальный стандарт Российской Федерации. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.
6. ГОСТ Р 58534–2019 Национальный стандарт Российской Федерации. Экологический менеджмент. Эффективность использования ресурсов. Часть 1. Основные принципы и стратегии.
7. Райченко, А. В. Проблемы оценки эффективности управления / А. В. Райченко // Вестник университета. – 2014. – № 2. – С. 204–207.
8. Искандерова, Р. Р. Методика оценки результативности СМК предприятия / Р. Р. Искандерова // Молодой ученый. – 2015. – № 5 (85). – С. 278–280. – URL: <https://moluch.ru/archive/85/15905/> (дата обращения: 14.07.2020).
9. Машичев, А. С. Оценка результативности и рисков процессов / А. С. Машичев, С. А. Трошин // Молодой ученый. – 2019. – № 50 (288). – С. 357–361. – URL: <https://moluch.ru/archive/288/65192/> (дата обращения: 14.07.2020).
10. Саати, Т. Принятие решений : метод анализа иерархий / Т. Саати ; пер. с англ. Р. Г. Вачнадзе. – Москва : Радио и связь, 1993. – 314 с.
11. Пат. 2694528 Российская Федерация № 2018139491. Способ проведения поисково-спасательных работ / Шерстнев В. В., Бодин О. Н., Безбородова О. Е. и др. ; заявл. 07.11.2018 ; опубл. 16.07.2019, Бюл. № 20. – 31 с.
12. Шерстнев, В. В. Планирование проведения поисково-спасательных работ с применением беспилотных воздушных судов / В. В. Шерстнев, О. Н. Бодин, О. Е. Безбородова // Science and technology innovations : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. (8 октября 2019 г.). – Петрозаводск : МЦНП «Новая наука», 2019. – С. 45–53.
13. Применение сетевых моделей при планировании аварийно-спасательных и других неотложных работ / Р. Г. Ахтямов, А. Н. Елизарьев, И. В. Вдовина, Ю. М. Планида, Э. С. Хаертдинова // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2012. – № 2. – С. 29–34.
14. Белов, П. Г. Моделирование опасных процессов в техносфере / П. Г. Белов. – Москва, 1999. – 124 с.

References

1. Titov V. A. *Transportnoe delo Rossii* [Transport business in Russia]. 2010, no. 1, pp. 39–41. [In Russian]
2. *Dorozhnaya karta razvitiya «skvoznoy» tsifrovoy tekhnologii «Novye proizvodstvennyye tekhnologii»* [Roadmap for the development of "end-to-end "digital technology" New production technologies]. Available at: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=335568&dst=100001&date=19.07.2020#0123722126231961> (accessed Jul. 19, 2020). [In Russian]
3. Bondarenko A. V. *O sushchnosti ponyatiy rezul'tativnost' i effektivnost' v ekonomike* [On the essence of the concepts of efficiency and effectiveness in the economy]. Available at: http://www.rusnauka.com/16_NPRT_2012/Economics/10_111530.doc.htm (accessed Jun. 20, 2020). [In Russian]
4. Shcherbakova A. A., Chuvykin B. V. *Izmerenie. Monitoring. Upravlenie. Kontrol'* [Measurement. Monitoring. Management. Control]. 2018, no. 4 (26), pp. 10–15. DOI 10.21685/2307-5538-2018-4-2. [In Russian]
5. GOST R ISO 9000–2015 *Natsional'nyy standart Rossiyskoy Federatsii. Sistemy menedzhmenta kachestva. Osnovnye polozheniya i slovar'* [GOST R ISO 9000-2015 national standard of the Russian Federation. Quality management system. Main provisions and vocabulary]. [In Russian]
6. GOST R 58534–2019 *Natsional'nyy standart Rossiyskoy Federatsii. Ekologicheskiy menedzhment. Effektivnost' ispol'zovaniya resursov. Chast' 1. Osnovnye printsipy i strategii* [GOST R 58534-2019 national standard of the Russian Federation. Environmental management. Resource efficiency. Part 1. Basic principles and strategies]. [In Russian]
7. Raychenko A. V. *Vestnik universiteta* [Bulletin of the University]. 2014, no. 2, pp. 204–207. [In Russian]
8. Iskanderova R. R. *Molodoy uchenyy* [Young scientist]. 2015, no. 5 (85), pp. 278–280. Available at: <https://moluch.ru/archive/85/15905/> (accessed Jul. 14, 2020). [In Russian]

9. Mashichev A. S., Troshin S. A. *Molodoy uchenyy* [Young scientist]. 2019, no. 50 (288), pp. 357–361. Available at: <https://moluch.ru/archive/288/65192/> (accessed Jul. 14, 2020). [In Russian]
10. Saati T. *Prinyatie resheniy: metod analiza ierarkhiy* [Decision making : the analytic hierarchy process]; transl. from Engl. by R. G. Vachnadze. Moscow: Radio i svyaz', 1993, 314 p. [In Russian]
11. Pat. 2694528 Russian Federation № 2018139491. *Sposob provedeniya poiskovo-spatatel'nykh rabot* [Method of conducting search and rescue operations]. Sherstnev V. V., Bodin O. N., Bezborodova O. E. et al.; appl. 07.11.2018; publ. 16.07.2019, bull. № 20, 31 p. [In Russian]
12. Sherstnev V. V., Bodin O. N., Bezborodova O. E. *Science and technology innovations: sb. st. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (8 oktyabrya 2019 g.)* [Science and technology innovations: collection of articles of the International scientific and practical conference (October 8, 2019)]. Petrozavodsk: MTsNP «Novaya nauka», 2019, pp. 45–53. [In Russian]
13. Akhtyamov R. G., Elizar'ev A. N., Vdovina I. V., Planida Yu. M., Khaertdinova E. S. *Nauchnye i obrazovatel'nye problemy grazhdanskoy zashchity* [Scientific and educational problems of civil protection]. 2012, no. 2, pp. 29–34. [In Russian]
14. Belov P. G. *Modelirovanie opasnykh protsessov v tekhnosfere* [Modeling of dangerous processes in the technosphere]. Moscow, 1999, 124 p. [In Russian]

Безбородова Оксана Евгеньевна

кандидат технических наук, доцент,
кафедра техносферной безопасности,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: ot@pnzgu.ru

Bezborodova Oksana Evgen'evna

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

Убиенных Анатолий Геннадьевич

старший преподаватель,
кафедра информационно-вычислительных систем,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: utolg@mail.ru

Ubiennykh Anatoliy Gennad'evich

senior lecturer,
sub-department of information
and computing systems,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Шерстнев Владислав Вадимович

соискатель,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: iit@pnzgu.ru

Sherstnev Vladislav Vadimovich

applicant,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Бодин Олег Николаевич

доктор технических наук, профессор,
кафедра информационно-измерительной техники
и метрологии,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: iit@pnzgu.ru

Bodin Oleg Nikolaevich

doctor of technical sciences, professor,
sub-department of information and measuring
equipment and metrology,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Образец цитирования:

Безбородова, О. Е. Оценка эффективности совершенствования информационно-измерительных и управляющих систем / О. Е. Безбородова, А. Г. Убиенных, В. В. Шерстнев, О. Н. Бодин // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2020. – № 3 (33). – С. 33–41. – DOI 10.21685/2307-5538-2020-3-4.