

УДК 658(075.8)

DOI: 10.46548/21vek-2020-0952-0013

**ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ НОВЫХ
ОБРАЗЦОВ ТЕХНИКИ В ПРОЦЕССЕ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ
ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

© 2020

Божук Николай Михайлович, кандидат педагогических наук, доцент
заведующий кафедрой радиосвязи на морском флоте

*Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова
(198035, Россия, Санкт-Петербург, ул. Двинская, 5/7, e-mail: bozhuknm@gumrf.ru)*

Каверзнева Татьяна Тимофеевна, кандидат технических наук, доцент,
доцент Высшей школы техносферной безопасности

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
(195251, Россия, Санкт-Петербург, Политехническая улица, 29, e-mail: kaverztt@mail.ru)*

Скрипник Игорь Леонидович, кандидат технических наук, доцент,
профессор кафедры Пожарной безопасности технологических процессов и производств

Ксенофонтов Юрий Геннадьевич, кандидат технических наук,
доцент кафедры Пожарной безопасности технологических процессов и производств
*Санкт-Петербургский университет государственной противопожарной службы МЧС России
(196105, Россия, Санкт-Петербург, Московский проспект, 149,
e-mails: ig.skrpnick2011@yandex.ru, ksenofontov.ura@mail.ru)*

Щербакова Ирина Олеговна, кандидат педагогических наук, доцент
заведующая кафедрой английского языка навигации и связи

*Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова
(198035, Россия, Санкт-Петербург, ул. Двинская, 5/7, e-mail: irinashcherbakova@yandex.ru)*

Аннотация. Сегодня большинство организаций-разработчиков имеют заинтересованность в получении госзаказа на научно-техническую продукцию за счет низких налоговых отчислений, различного рода поощрительных надбавок к договорным ценам, в то время, как заказывающие организации наоборот стремятся получить эффективные образцы техники в максимально короткие сроки при минимальной стоимости. В этом случае наиболее рациональным вариантом нахождения компромисса может стать проведение конкурса, на котором будут представлены новые образцы техники, требующие качественной оценки по определенной совокупности показателей. Для оценки эффективности использования изделия может быть использован такой показатель, как технический уровень. Однако, действующая методика оценки технического уровня имеет ряд серьезных недостатков и практически не пригодна к сложным изделиям. Следовательно, необходимо совершенно новая перспективная концепция, исключающая несовершенство и практическую необъективность ныне действующей. В статье рассматриваются вопросы оптимизации выбора лучшего нового образца техники, исходя из оценки его функционирования в составе сложной системы. В качестве такой оценочной характеристики предложено рассматривать комплексный показатель технического уровня изделия, представленный шестью базовыми составляющими, который может быть использован на всех стадиях разработки образца. Подготовлены модели и способы расчета обобщенного показателя качества, новизны технических решений, функциональной и конструктивной организованности, приспособленности к прогрессивной технологии, надежности образца, его графическое представление на основе классических методов теории вероятности, экспертных и эвристических оценок, идеального центра, теории графов с учетом аппарата функционально-стоимостного анализа.

Ключевые слова: образцы техники, технический уровень, научно-техническая продукция, критерий, оценка, прогрессивная технология производства, тактико-техническое задание, функциональная организованность, функционально-стоимостный анализ, новизна технических решений.

APPROACHES TO ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF NEW ENGINEERING DESIGNS

© 2020

Bozhuk Nicolay Mihaylovich, candidate of pedagogical sciences, associate professor,
Head of the Department of the Radio communication in maritime fleet

*Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping
(198035, Russia, St. Petersburg, Dvinskaya street, 5/7, e-mail: bozhuknm@gumrf.ru)*

Kaverzneva Tatyana Timofeevna, candidate of technical sciences, associate professor,
associate professor of the Graduate school of Technosphere

*Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
(195251, Russia, St. Petersburg, Polytechnic street, 29, e-mail: e-mail: kaverztt@mail.ru)*

Skrpnik Igor Leonidovich, candidate of technical sciences, associate professor, professor of the department of

Fire safety of technological processes and production

Ksenofontov Yuriy Gennadievich, candidate of technical sciences,
associate professor of the department of Fire safety of technological processes and production
Saint Petersburg University of the state fire service of the EMERCOM of Russia
(196105, Russia, St. Petersburg, Moskovsky prospekt, 149,
e-mails: ig.skripnick2011@yandex.ru, ksenofontov.ura@mail.ru)

Shcherbakova Irina Olegovna, candidate of pedagogical sciences, associate professor,
Head of the Department of English of Navigation and Communication
Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping
(198035, Russia, St. Petersburg, Dvinskaya street, 5/7, e-mail: irinashcherbakova@yandex.ru)

Abstract. Today, most of involved in development organizations have an interest in receiving a state order for scientific and technical products due to low tax deductions, various types of incentive premiums to contractual prices, while ordering organizations, on the contrary, seek to obtain effective samples of equipment as soon as possible at a minimum cost. In this case, the most rational option for finding a compromise may be to hold a competition at which new models of equipment will be presented that require a qualitative assessment of a certain set of indicators. An indicator such as a technical level can be used to assess the use efficiency of the product. However, the current technique of assessing the technical level has a number of serious shortcomings and is practically unsuitable for complex products. Therefore, a completely new perspective concept is needed, eliminating the imperfection and practical bias of the current one. The article discusses the issues of optimizing the selection of the best new equipment, based on the assessment of its functioning as part of a complex system. As such an evaluation characteristic, it is proposed to consider a complex indicator of the technical level of the product, represented by six basic components, which can be used at all stages of sample development. Models and methods of calculating a generalized quality index, novelty of technical solutions, functional and constructive organization, adaptability to progressive technology, sample reliability, its graphical representation on the basis of classical methods of probability theory, expert and heuristic estimates, ideal center, graph theory taking into account the apparatus of functional-cost analysis have been prepared.

Keywords: samples of equipment, technical level, scientific and technical products, criteria, evaluation, progressive production technology, tactical and technical task, functional organization, functional and cost analysis, novelty of technical solutions.

Введение. В современных условиях одной из важных задач является своевременная разработка новых эффективных образцов техники [1]. Разрабатывающие организации заинтересованы в получении госзаказа из-за снижения размеров налоговых отчислений, установления поощрительных надбавок к договорным ценам на научно-техническую продукцию, сохранения квалифицированных работников и т.д. С другой стороны, заказывающие организации хотят получить более эффективный технический объект в короткие сроки и с минимальной стоимостью. Разрешением этого противоречия может служить конкурс, под которым понимается отбор лучшего из предлагаемых технических объектов, разработанных параллельно несколькими разработчиками [2].

При разработке техники нового поколения необходимо выполнить следующие этапы: подготовить функциональную структуру; определить принцип действия; конкретизировать технические решения (ТР); найти оптимальные параметры [3]. Вопрос о целесообразности выбора того или иного ТР определятся, исходя из оценок эффективности его применения в составе системы или объекта [4]. В качестве характеристики для оценки эффективности использования может рассматриваться показатель технического уровня (ТУ) изделия. Выбор данного показателя объясняется следующим: он зависит только от ТР и не зависит от качества его изготовления, то есть показатель ТУ может быть использован на любой из стадий создания продукции [5]. Это особенно важно

на ранних этапах при выборе принципиальной схемы разрабатываемого объекта. При этом, принимая в качестве базы для сравнения лучшие мировые образцы, можно спрогнозировать технико-экономические показатели разрабатываемой продукции, что позволяет исключить ситуацию, когда уже при проектировании создаваемая техника оказывается морально устаревшей. Современная инженерная практика создания новых образцов техники однозначно пытается решить вопрос разработки таких изделий, которые отвечали бы лучшим мировым образцам [6]. Выбор базового образца для моделирования лучшего мирового прогнозируемого облика с достигаемым ТУ выполняется на основе обработки патентных материалов. Такая обработка патентной информации с привлечением электронных технических ресурсов позволяет улучшить информационную составляющую новых разработок, что влияет на появление современной техники. Анализ описаний изобретений служит индикатором развития технических идей. Разрабатываемый технический объект – это сложная техническая система, состоящая из многих узлов, деталей, элементов. Поэтому надо выяснить – какой узел является самым важным, с точки зрения его технического совершенства. Также наиболее важным параметром, определяющим тенденции современного этапа развития изделий, является «универсализация» (стандартизация, унификация), под которой понимается единство технологий, отдельных блоков, позволяющих использовать их без дополнительных доработок в любом объекте, предпо-

лагающим совмещение функций отдельных элементов [7].

Существующая методика оценки *TU* предполагает суммирование «средневзвешенных» значений групп показателей свойств изделия и коэффициентов их весомости. Эта методика ошибочно перенесена на сложные изделия из области оценки товаров народного потребления.

Многочисленные попытки совершенствования методики путем изменения значений показателей и коэффициентов их весомости не привели к объективной оценке. Наоборот, доминирующие показатели «растворились» в обилии второстепенных, что создало видимость «точной» оценки и исказило истинное положение дел.

Таким образом, теоретическое несовершенство и практическая необъективность действующей концепции оценки *TU* изделий делают ее неперспективной.

Цель статьи – раскрыть сущность инновационного подхода к оценке эффективности разрабатываемых новых образцов техники для формирования новой концепция, при разработке которой предлагается использовать следующие основные принципы [8]:

- концепция должна опираться на новое определение термина *TU* в его широком, современном толковании;
- при разработке критерия оценки *TU* следует исходить из физической сущности работы изделий, т.е. рассматривать его как процесс достижения полезного эффекта, присущего данному виду устройств;
- функциональной мерой оценки работы изделий может быть только физическая величина, отражающая энергетические, временные, вероятностные и др. характеристики;
- результат оценки должен выражаться в абсолютных единицах (как это принято в физике), отражать количественную и качественную стороны, иметь свою размерность, сопоставляться с абсолютной шкалой измерения *TU* подобных изделий, конкурентоспособных на мировом уровне;
- абсолютная величина критерия *TU* должна быть основой для определения динамики развития всех видов изделий, исходя из современных потребностей, прогнозирования прогресса и выработки обязательных норм для их разработки;
- критерий *TU* должен гарантировать полную независимость и объективность на всех этапах технической экспертизы изделий, по всем стадиям жизненного цикла, по единым показателям и методике для всех видов устройств определенного функционального назначения.

Материалы и результаты исследования. Оценка *TU* создаваемых изделий предусмотрена существующими системами стандартов и номенклатурой типовых показателей качества разработки и производства.

В соответствии с основными положениями нормативных документов *TU* изделия – это относительная характеристика его качества, получаемая посредством сравнения значений показателей, определяющих тех-

ническое совершенство оцениваемого ее вида с соответствующими базовыми значениями.

При этом техническое совершенство изделия определяют по специальным картам *TU* соответствующими комиссиями или отдельными лицами. Это значит, что данная оценка в определенной мере будет зависеть от субъективных взглядов исполнителя и заказчика. Изменить сложившуюся практику возможно лишь усовершенствовав содержание понятия *TU* образцов. Для этого была проделана следующая работа:

- произведено обоснование состава базовых составляющих комплексного показателя технического уровня (*КПТУ*);
- подготовлены модели и способы их расчета;
- предложен алгоритм расчета *КПТУ* [7];
- выполнен способ графического изображения составляющих *КПТУ* [8].

В качестве таких базовых составляющих, позволяющих оценить *TU* новых разработок, использованы:

- качество разработки образца, выражающееся в численном определении обобщенного показателя качества (*ОПК*) изделия [9];
- новизна технических решений (*НТР*), определяющаяся коэффициентом новых технических решений ($K_{НТР}$) [10];
- функциональная организованность (*ФО*) разработки образца, характеризующаяся коэффициентом функциональной организованности образца ($K_{ФО}$) [11];
- конструктивная организованность (*КО*) образца, выражающееся в численном определении коэффициента конструктивной организованности образца ($K_{орз}$);
- приспособленность образца к прогрессивной технологии производства ($K_{пт}$) [12];
- надежность образца, рассчитываемая через коэффициент готовности (носит вероятностный характер) или наработку образца на отказ [13].

В каждой группе определяются соответствующие показатели на основе известных методов теории вероятности, экспертных и эвристических оценок, идеального центра, одномерного метрического шкалирования, теории графов, аппарата функционально-стоимостного анализа, логико-статистических моделей [14, 15].

Поэтому предлагается новый подход для определения одной из составляющих *КПТУ* – *ОПК*, которая должна определяться, исходя из реализации следующих положений [16, 17]:

- выбора значений показателей качества;
- определения базы сравнения, в качестве которой предлагается использовать совокупность показателей, установленных в виде требования тактико-технического задания (*ТТЗ*) на разработку изделий;
- разбиения показателей, на две группы: существенные, имеющие условно-пропорциональный характер, определяющие основное назначение изделия, и не существенные, носящие условно-альтернативный характер, характеризующие второстепенные функции изделия.

Данное разбиение выполняется по степени их влияния на TU и превышения фактически достигнутых значений показателей над заданными в $TTЗ$, с учетом коэффициента корреляции.

- расчета $ОПК$, представляющего собой взвешенную среднеарифметическую, среднегеометрическую или среднегармоническую свертку показателей выделенных групп.

Проведенные ранее исследования показали необходимость планирования для каждого изделия $ОПК$, который представляет собой показатель, численное значение которого может быть получено сопоставлением характеристик разрабатываемого изделия и лучшего из имеющихся мировых аналогов, принимая коэффициент корреляции R «стоимость-показатель» в качестве критерия (рис. 1).

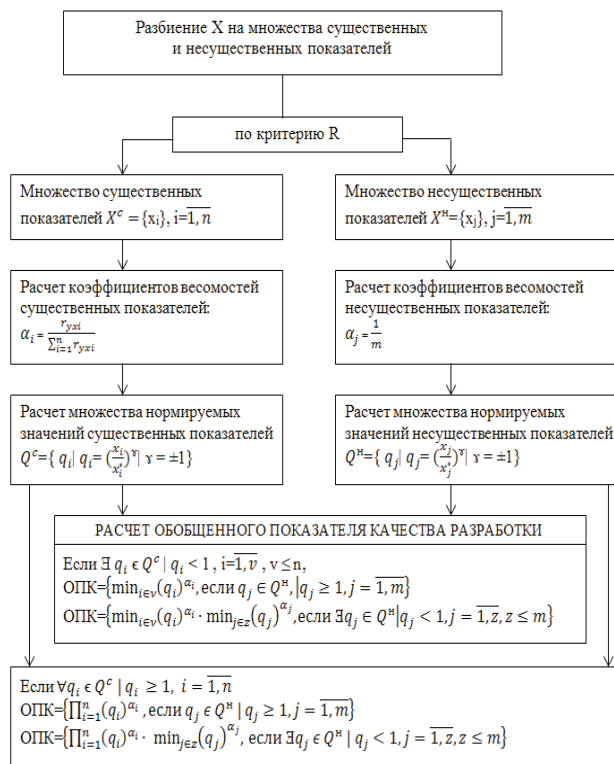


Рисунок 1 – Модель расчета $ОПК$

Для оценки $НТР$ применяется подход, взятый с предметной области упорядочивания патентной информации. Согласно [17] и применительно к рассматриваемой задаче подготавливаются таблицы. В них качественным характеристикам $ТР$ ставятся в однозначное соответствие численные значения. Если характеристики по значимости одинаковые, то коэффициент их весомости (K_j) рассчитывается как:

$$K_j = \frac{1}{d}, j = \overline{1, d}$$

Если они имеют разную важность, то можно использовать формулу Фишберна, тогда веса их характеристик уже при $d=4$ будут иметь большую разницу. В этом случае для уменьшения резкого снижения коэффициента весомости между характеристиками используется следующий подход. Вводят допущения:

а) значимость первой характеристики (b_1) – наибольшая и равна единице, последней – нулю (1);

$$\text{б) } \lim_{j \rightarrow \infty} \frac{b^{j+1}}{b^j} < S \quad (1)$$

где:

S – некоторое число, к которому должен стремиться ряд по сходимости;

в) коэффициенты значимости характеристик, пред-

ставляют собой убывающую последовательность (2):

$$b^j > b^{j+1} \dots > b^d \quad (2)$$

где d – количество характеристик;

г) относительное отношение рядом, находящихся характеристик должно иметь наименьшее значение (3):

$$\frac{b^j - b^{j+1}}{b^j} \rightarrow \min \quad (3)$$

Методом комбинаторного подбора коэффициента, вида функции на основе предположений (1-3) получаем, что она имеет вид (4):

$$b^j = \frac{1}{2 \cdot 1^{j-1}}, j = \overline{1, d} \quad (4)$$

Тогда:

$$K_{НТР} = \sum_{j=1}^d \sum_{i=1}^s B_{ji} \cdot \text{sign} B_{ji} \quad (5)$$

где:

$$\text{sign} B_{ji} = \begin{cases} 1, & \text{если по } j\text{-той характеристике выбирается } i\text{-я позиция,} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Для разработки модели $ФО$ используется аппарат функционально-стоимостного анализа и функционально-физического описания образцов (рис. 2). Поэтому $КФО$ рассчитывается как (6):

$$K_{\Phi 0} = \sqrt{K_{\text{акт-га}} + K_{\text{акт-вт}} + K_{\text{сф}} + K_{\text{рф}}}, \quad (6)$$

где:

коэффициенты $K_{\text{акт-пл(вт)}}$ – актуализации главных (второстепенных) функций; $K_{\text{сф}}$ – сосредоточения главных функций; $K_{\text{рф}}$ – расширения, определяемый в зависимости от количества второстепенных и главных функций.

Разработка нового изделия предполагает информационные, энергетические связи между элементами, определенные TP с физическими принципами действия, поэтому вводится $K_{\text{орс}}$, рассчитываемый по выражению (7):

$$K_{\text{орс}} = \frac{\ln(E) \cdot D}{E^2}, \quad (7)$$

где:

число E – элементов в образце; D – связей.

При разработке опытного образца надо учитывать:

- современные технологии с учетом научно-технического прогресса [18];
- новые режимы функционирования при необходимых условиях эксплуатации [19];
- «умные» материалы», сохраняющие свои показатели в условиях влияния на них агрессивных факторов различных чрезвычайных ситуаций [20];
- мировые тенденции для подготовки квалифицированных специалистов [21-25], обеспечивающих «прорыв» технических идей в этой области.

Это учитывается введением в $K_{\text{ПТУ}}$ определяемого с помощью экспертных оценок.

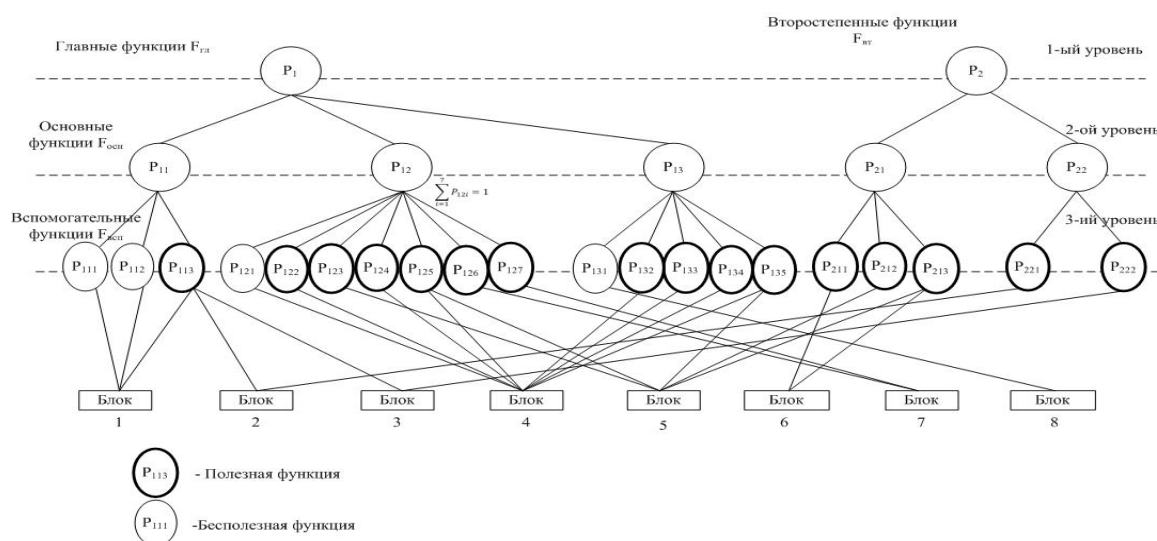


Рисунок 2 – Примерная модель ФО изделия

Если организация, формирующая $TTЗ$ и выставяющая его на тендер (конкурс), имеет данные об особенностях технологического процесса, используемых материалов, уровне подготовки инженерно-технических работников, то это дает возможность, используя современные методики, быстрее, качественнее выявить несоответствие разработанных изделий, требованиям действующих нормативных документов.

Заключение. Данная совокупность базовых составляющих $K_{\text{ПТУ}}$ позволит заказчику всесторонне оценить предлагаемую разработку, с учетом динамики жизненного цикла изделия, выбрать лучший образец из совокупности разработок, представляемых на конкурс. Последовательно оцениваемые заказчиком $K_{\text{ПТУ}}$ объектов также даст ему возможность поэтапно снимать часть из них с конкурса. Это отличает предлагаемый подход оценки $ТУ$ изделий, от действующих в практике деятельности заказывающих организаций. Такой подход позволил заказчику правильно сформулировать $TTЗ$ на разработку, с учетом перспектив развития изделий, а разработчику качественно, без излишних затрат, реализовать их в проектно-конструкторских решениях.

Таким образом, заказчик в сжатые сроки с минимальными затратами решает проблему создания эф-

фективных технических объектов, проводит оптимизацию процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Современные подходы повышения эффективности разработок образцов пожарной техники // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 13 апреля 2017 г. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. С. 224-226.
2. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Совершенствование организационного механизма управления разработкой образцов пожарной техники // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 13 апреля 2017 г. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. С. 222-224.
3. Скрипник И.Л., Воронин С.В., Каверзнева Т.Т. Особенности модификации процедур морфологического анализа технических систем // Научно-аналитический журнал. Проблемы управления рисками в техносфере. 2018. № 1 (45). С. 112-121.
4. Скрипник И.Л. Представление новых разрабатываемых изделий через теорию сложных технических систем // Передовые инновационные разработки. Перспективы и опыт использования, проблемы внедрения в производство: сборник научных статей международной научной конференции.

28 февраля 2019 г. – Казань: ООО “Конверт”, – 2019. С. 23-25

5. Скрипник И. Л., Воронин С.В. Расчетная процедура оценки технического уровня разработок изделий пожарной техники // Научно-аналитический журнал. Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). 2017. № 2 (22). С. 36-46.

6. Скрипник И.Л., Воронин С.В. К вопросу о современном состоянии теории проектирования новых образцов пожарной техники // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 13 апреля 2017 г. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. С. 218-220.

7. Бардулин Е.Н., Скрипник И.Л., Воронин С.В. Подходы к созданию современных приборов приемно-контрольных пожарных // Научно-аналитический журнал. Проблемы управления рисками в техносфере. 2018. № 2 (46). С. 105-110.

8. Скрипник И. Л., Воронин С.В. Обоснование размерности комплексного показателя технического уровня и его графическое представление // Научно-аналитический журнал. Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). 2017. № 3 (23). С. 23-27.

9. Скрипник И. Л., Воронин С.В. Модель качества разработки изделий пожарной техники // Научно-аналитический журнал. Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). 2017. № 4 (24). С. 35-42.

10. Скрипник И.Л., Воронин С.В., Каверзнева Т.Т. Модель новизны технических решений разработок образцов пожарной техники // Сборник статей по материалам IX Всероссийской научно-практической конференции “Сервис безопасности в России: Опыт, проблемы, перспективы. Обеспечение комплексной жизнедеятельности населения” 27 сентября 2017 года. – Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России. С. 291-296.

11. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Модель функциональной организованности образцов пожарной техники // Научно-аналитический журнал. Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности. 2017. № 3. С. 16-20.

12. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Способ расчета показателя приспособленности образца к прогрессивной технологии производства // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 13 апреля 2017 г. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. С. 213-215.

13. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Способ расчета показателя надежности образца пожарной техники // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 13 апреля 2017 г. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. С. 215-218.

14. Рыбин О.А., Скрипник И.Л., Воронин С.В. Подходы к методологии создания современных образцов пожарной техники // Научно-аналитический журнал. «Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России». 2017. № 4. С. 133-137.

15. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Расчет вероятности возникновения пожара от электрического изделия // Научно-аналитический журнал. Проблемы управления рисками в техносфере. 2017. № 1 (41). С. 50-59.

16. I L Skrypnik, Yu G Ksenofontov, T T Kaverzneva, N V Rumyantseva, V V Kiss. Assessment of technical level of new, promising models of equipment at the stage of their development in modern engineering practice. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 862 (2020) 042031. doi:10.1088/1757-899X/862/4/042031.

17. Скрипник И.Л., Воронин С.В., Каверзнева Т.Т. Применение комплексного показателя технического уровня и его основных составляющих для выбора лучшего изделия // Научно-аналитический журнал. «Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России». 2020. № 1. С. 60-68.

18. Иванов А.В., Скрипник И.Л., Воронин С.В. Уменьшение процесса коррозии металла при воздействии переменного частотно-модулированного сигнала // Научно-аналитический журнал. Проблемы управления рисками в техносфере. 2019. № 1 (49). С. 14-24.

19. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Технические решения задачи согласования критериев безопасности в электрических сетях // Научно-аналитический журнал. Проблемы управления рисками в техносфере. 2017. № 2 (42). С. 110-117.

20. Иванов А.В., Мифтахутдинова А.А., Скрипник И.Л., Шугаилов Р.А. Реализация технологии управления свойствами наноструктур в жидких углеводородах для снижения пожарного риска на объектах нефтегазового комплекса // Научный электронный журнал. Вестник Уральского института государственной противопожарной службы МЧС России. 2019. № 2 (23). С. 49-58.

21. Leonova N., Avdeeva M., Kaverzneva T. Developing Individuals' Professional Qualities in the course of Technosphere Safety Specialists Training // 2019. E3S Web of Conferences. EEE-2019. Volume 140, 08008 (2019). DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201914008008>.

22. Leonova, N.A., Kaverzneva, T.T., Borisova, M.A., Skripnik, I.L. Integration of Physics Courses and Operating Security Courses in the Education in the Technosphere Safety Area / Proceedings of 2018 17th Russian Scientific and Practical Conference on Planning and Teaching Engineering Staff for the Industrial and Economic Complex of the Region, PTES 2018.

23. Леонова Н.А., Каверзнева Т.Т. Развитие профессионально важных качеств обучающихся в инженерном образовательном процессе по направлению "Техносферная безопасность" / Безопасность жизнедеятельности. 2018. № 11 (215). С. 56-59.

24. Леонова Н.А., Каверзнева Т.Т., Ульянов А.И. Междисциплинарная связь курсов физики, безопасности жизнедеятельности и техносферной безопасности // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Гуманитарные и общественные науки. 2014. Вып. 3(203). С. 160-165.

25. Каверзнева Т.Т., Леонова Н.А. Обеспечение преемственности лабораторных практикумов в инженерной подготовке выпускника высшей школы по направлению "Техносферная безопасность" // Безопасность жизнедеятельности. 2015. №12. С. 52-55.

Статья поступила в редакцию 20.08.2020

Статья принята к публикации 14.09.2020