



<http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2021-19-7-72-79>

Оригинальная статья  
Original paper

УДК 303.448

## СИСТЕМА ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЯ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОПЕРАТОРОВ ИЕРАРХИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ ПРИНЯТИИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Н.В. ПУШКАРЕВА

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
(г. Минск, Республика Беларусь)  
Военная академия Республики Беларусь (г. Минск, Республика Беларусь)*

*Поступила в редакцию 27 августа 2021*

© Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, 2021

**Аннотация.** Представлена система проведения оперативного контроля психофизиологических показателей операторов. В ее состав входит комплекс тестовых методик подбора психологически совместимых операторов систем высокой ответственности. Проведен отбор операторов на ПЭВМ. Приведены результаты электронных протоколов в повествовательном и графическом видах. После этого применена методика подбора психологически совместимых операторов систем высокой ответственности. Она использует математическую модель подбора операторов на базе ПЭВМ с помощью регрессионного анализа. Коэффициенты этой модели принимаются в качестве критерия подбора. Предельно допустимый максимальный критерий соответствует коэффициенту математической модели работы операторов с относительно высоким уровнем профессионально важных качеств, а предельно допустимый минимальный критерий соответствует коэффициенту математической модели работы операторов с относительно средним уровнем профессионально важных качеств. В дальнейшем расчет комплектуется по разработанному алгоритму подбора психологически совместимых операторов. Оперативный контроль психофизиологического состояния (ПФС) операторов выполняется при контрольном сопровождении отметок от цели в оптимальных условиях с помощью иерархической системы группового слежения на примере звеньев системы автоматического управления. В качестве критерия оценки устойчивости ПФС операторов на момент времени проведения контроля принимается диапазон изменения величины среднеквадратической ошибки при сопровождении контрольной отметки.

**Ключевые слова:** профессиональные качества, отбор операторов, психофизиологические показатели, иерархическая система высокой ответственности, подбор психологически совместимых операторов.

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования.** Пушкарева Н.В. Система оперативного контроля психофизиологических показателей операторов иерархических систем при принятии управленческих решений. Доклады БГУИР. 2021; 19(7): 72-79.

## SYSTEM OF OPERATIONAL CONTROL OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL INDICATORS OF OPERATORS OF HIERARCHICAL SYSTEMS IN MAKING MANAGEMENT DECISIONS

NATALIA V. PUSHKAREVA

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics (Minsk, Republic of Belarus)  
Military Academy of the Republic of Belarus (Minsk, Republic of Belarus)*

*Submitted 27 August 2021*

© Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, 2021

**Abstract.** A system of operational control of psychophysiological indicators of operators is presented. It includes a set of test methods for selecting psychologically compatible operators of high-responsibility systems. The selection of operators on a PC is carried out. The results of electronic protocols in narrative and graphical form are given. After that, the method of selecting psychologically compatible operators of high-responsibility systems is applied. It uses a mathematical model selection of PC-based operators using regression analysis. The coefficients of this model are taken as a selection criterion. The maximum permissible maximum criterion corresponds to the coefficient of the mathematical model of the work of operators with a relatively high level of professionally important qualities. And the maximum permissible minimum criterion corresponds to the coefficient of the mathematical model of the work of operators with a relatively average level of professionally important qualities. In future, the calculation is completed according to the developed algorithm for the selection of psychologically compatible operators. Operational control of the psychophysiological state (PFS) of operators is performed with the control support of marks from the target in optimal conditions using a hierarchical system of group tracking on the example of links of the automatic control system. As a criterion for assessing the stability of the PFS operators at the time of the control, the range of changes in the value of the RMS error when accompanying the control mark is taken.

**Keywords:** professional qualities, selection of operators, psychophysiological indicators, hierarchical system of high responsibility, selection of psychologically compatible operators.

**Conflict of interests.** The author states that there is no conflict of interests.

**For citation.** Pushkareva N.V. System of operational control of psychophysiological indicators of operators of hierarchical systems in making management decisions. Doklady BGUIR. 2021; 19(7): 72-79.

### Введение

Одной из основных обязанностей операторов систем высокой ответственности (сотрудники спецподразделений силовых ведомств, АЭС и лица других категорий) является принятие правильных управленческих решений, особенно в случае возникновения аварийных ситуаций, в том числе техногенного характера. Психическая способность лиц экстремальных профессий к решению внезапно появляющихся задач является залогом их успешного выполнения. Наиболее эффективно принимают управленческие решения в сложных ситуациях психологически подобранные операторы расчетов систем высокой ответственности (СВО). Контроль психофизиологических показателей таких операторов позволяет быстро оценивать состояние их организма в экстремальных условиях деятельности. Поэтому для включения лиц экстремальных профессий в состав расчета СВО необходимо последовательно применять сначала тестовый отбор по профессионально важным качествам, а в последующем проводить подбор психологически совместимых операторов.

### Аппаратно-программный комплекс тестовых методик принятия управленческих решений операторами систем высокой ответственности

В зависимости от выставленного респондентами рангового места операторов [1] предлагается применять методики, оценивающие:

– высокие профессионально важные качества оператора (относительно высокого ранга) при ранговом месте оператора (один – четыре): измерение скорости реагирования, а также деятельности по точности совмещения, ошибок при сопровождении изменяющихся сигналов, влияния помех на безошибочность выполнения различных действий;

– средние профессионально важные качества оператора (относительно среднего ранга) при ранговом месте оператора (пять – восемь): быстроту переключаемости и произвольность внимания, как и каким образом в сознании представляется динамический процесс, принимаются ли решения вне рабочей обстановки, как производится прогнозирование ситуации, какова ответственность за принятие собственных решений;

– низкие профессионально важные качества оператора (относительно низкого ранга) при ранговом месте оператора (девять – двенадцать): имеется ли оперативно динамическая составляющая памяти и ее величина, насколько правильно выбирается главное в любой ситуации, быстрота умственного утомления, насколько гибко и эффективно происходит переключение на решение других (промежуточных) задач.

### Система оперативного контроля принятия решений о психофизиологическом состоянии человека

Контроль исполнения управленческого решения операторами боевых расчетов иерархических систем группового слежения (ИСГС) по их психофизиологическому состоянию (ПФС) выполняется поэтапно в соответствии с системой, схематическое изображение которой представлено на рис. 1. На первом этапе производится отбор операторов боевых расчетов (БР) по комплексу тестовых методик принятия управленческих решений операторами систем высокой ответственности.



Рис. 1. Схематическое изображение системы оперативного контроля принятия решения о ПФС человека

Fig. 1. A schematic image of the system of operational control of the decision-making on the human PFS

Кандидаты, отвечающие требованиям относительно низких профессионально важных качеств операторов (относительно низкого ранга), не допускаются ко второму уровню тестирования. Отобранные кандидаты переходят ко второму этапу – разработке критерия для подбора психологически совместимых операторов.

Отбор проводится путем индивидуального тестирования по тестам методом опроса на бумажном носителе или на ПЭВМ. Обработка результатов опроса, например, на ПЭВМ комплектом программ «STEND-2», представлена в виде электронного протокола (рис. 2). В режиме «Завести» в электронный протокол выбранного архива (например, с номером 7) вводится фамилия испытуемого (ф. и. о.), дата проведения тестирования (дата заведения), год рождения (г. р.) и пол испытуемого (пол).

Затем выбирается режим «Тестировать» (рис. 3). В зависимости от количества и качества требуемых входных воздействий  $X_i$  выбираются тесты (А, В, С, ... Р), которые помечаются в электронном протоколе звездочкой, например, В, С, F, К, L.

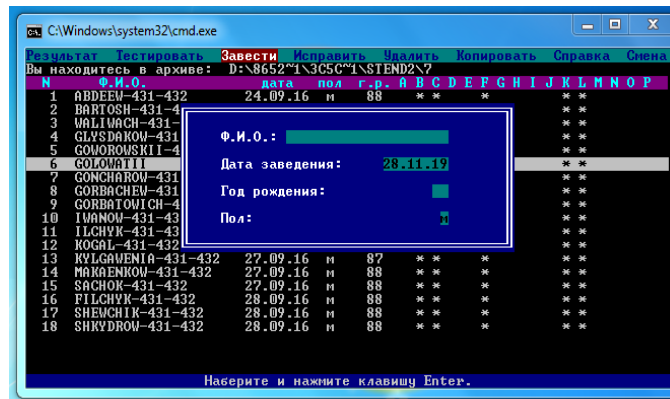


Рис. 2. Электронный протокол для проведения тестирования в режиме «Завести»  
Fig. 2. Electronic protocol for testing in “Start” mode

Тестируемый вводит полученные в результате опроса данные с заполненных бланков в ПЭВМ или выбирает один из представленных ответов на каждый вопрос из электронного варианта. Затем нажатием клавиши «Enter» подтверждает правильность выбора. По окончании тестирования руководителю предоставляется возможность работы в нескольких режимах: «Исправить», «Удалить», «Копировать».

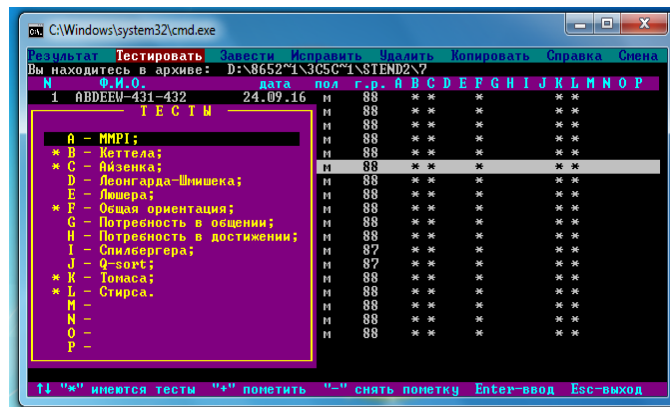


Рис. 3. Электронный протокол для проведения тестирования в режиме «Тестировать»  
Fig. 3. Electronic protocol for testing in “Test” mode

Режим «Смена» предоставляет руководителю возможность смены архива (номера архива) – проверочной группы с целью проведения последующего анализа. Вывод результатов на экран производится в режиме «Результат». В электронном протоколе данные отображаются, например, в графическом режиме в виде диаграммы, представленной на рис. 4.

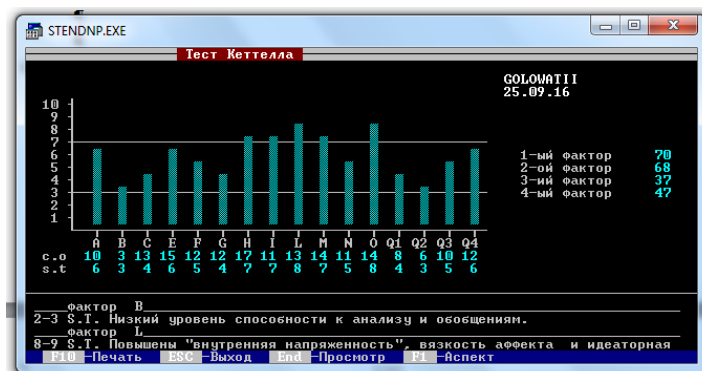


Рис. 4. Графическое представление результатов тестирования в режиме «Результат»  
Fig. 4. Graphic view of test results in “Result” mode

Результат в электронном протоколе может отображаться также и в повествовательном виде (рис. 5). Для переноса результатов на бумажный носитель применяется режим «Печать».

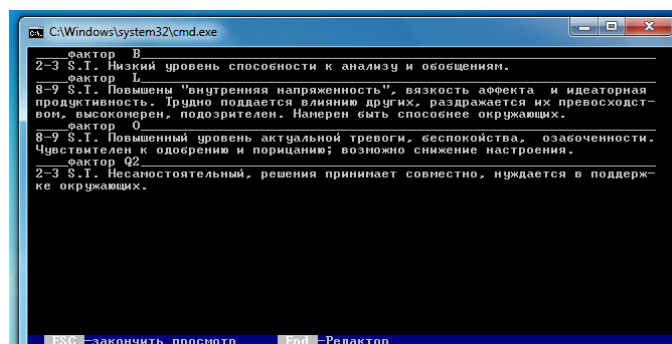


Рис. 5. Повествовательное представление результатов (по тесту Кеттелла) в электронном протоколе в режиме «Результат»

Fig. 5. Narrative presentation of results (by Kettlella test) in electronic protocol in "Result" mode

Результат в электронном протоколе может отображаться одновременно в графическом режиме в виде диаграммы и в повествовательном виде (рис. 6).

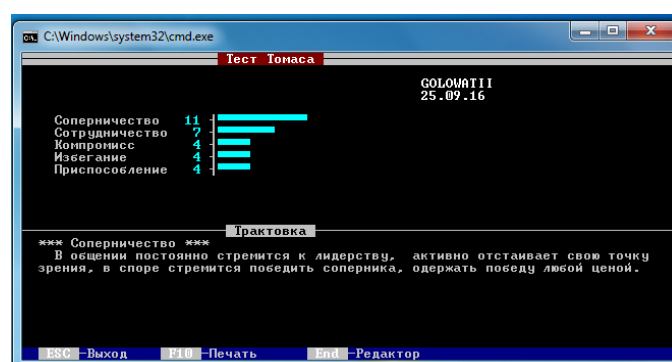


Рис. 6. Повествовательное представление результатов (по тесту Томаса) в электронном протоколе в режиме «Результат»

Fig. 6. Narrative presentation of results (by Thomas test) in electronic protocol in "Result" mode

Таким образом, первый вариант, предполагающий проведение тестирования по вопроснику фронтальным методом с последующей обработкой результатов на ПЭВМ, является более эффективным и наглядным.

На втором этапе (рис. 1) комплектуется расчет из операторов, ранее прошедших отбор, с профессионально важными качествами ( $X_1, X_2, \dots$ ) относительно высокой или относительно средней величины. Разрабатываются математические модели подбора операторов для расчета ИСГС на базе ПЭВМ при наибольшей эффективности их деятельности (наименьшей величине ошибки сопровождения цели). Коэффициенты полученной регрессионной модели ( $b_{ij}$ ) расчета операторов с относительно высоким уровнем профессионально важных качеств принимаются в качестве максимального уровня ( $K_{ijmax}$ ) критерия подбора. Коэффициенты полученной регрессионной модели расчета операторов с относительно средним уровнем профессионально важных качеств принимаются в качестве минимального уровня ( $K_{ijmin}$ ) данного критерия подбора.

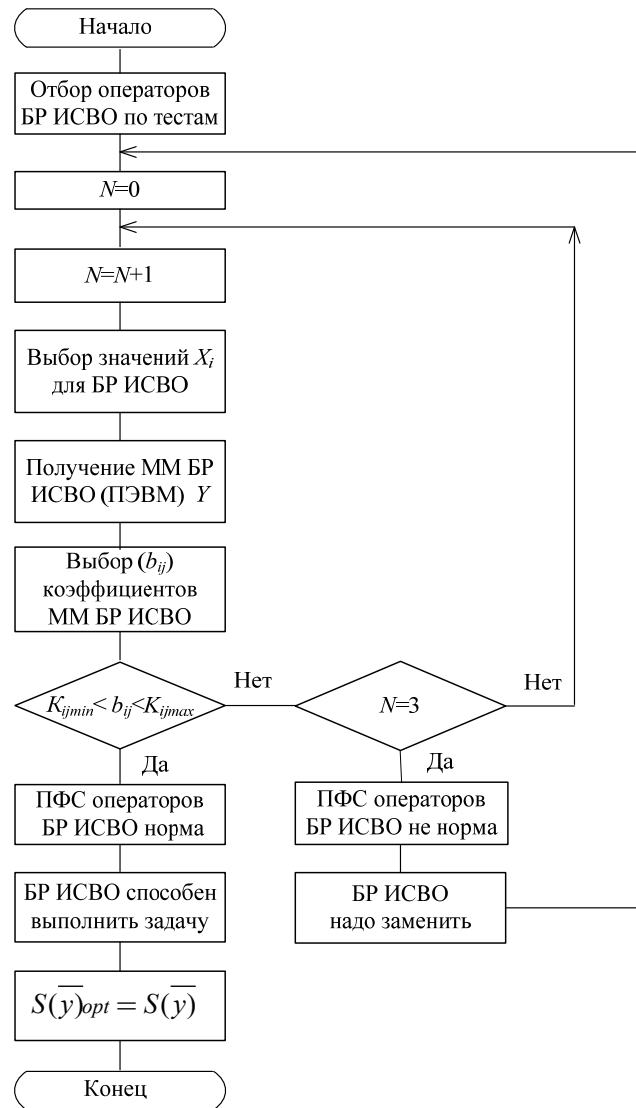
На третьем этапе (рис. 1) производится контроль правильности подбора любых из ранее отобранных психологически совместимых операторов [4] для расчетов ИСВО по алгоритму, представленному на рис. 7. Для каждого из скомплектованных расчетов операторов ИСГС разрабатываются математические модели на основе регрессионного анализа [2, 3].

Коэффициенты полученных математических моделей сравниваются с имеющимися максимальными (минимальными) значениями критерия уровня подбора расчетов ИСВО на базе ПЭВМ. Если коэффициенты полученной математической модели отличаются от полученных значений критерия уровня подбора расчетов ИСВО на базе ПЭВМ, то производится изменение в комплектовании операторами каждого из расчетов.

Для вновь скомплектованных расчетов разрабатываются математические модели на основе регрессионного анализа и сравниваются полученные величины коэффициентов с критериями уровня подбора расчетов ИСВО до получения соответствия предъявляемому

критерию. Боевые расчеты, укомплектованные подобранными таким образом операторами, приступают к выполнению возложенных на них обязанностей.

Наименьшая величина среднеквадратической ошибки сопровождения цели  $S(\bar{y})$  такими расчетами принимается в качестве оптимальной  $S(\bar{y})_{opt}$  для косвенной оценки психофизиологического состояния (ПФС) операторов в процессе принятия управленческих решений (критерий оптимальной согласованности).



**Рис. 7.** Алгоритм подбора психологически совместимых операторов для БР ИСВО  
**Fig. 7.** Algorithm for selecting psychologically compatible operators for BR SVO

На четвертом этапе (рис. 1) выполняется оперативная оценка ПФС операторов расчетов ИСГС и контроль их деятельности в соответствии с алгоритмом, представленным на рис. 8. Для этого выполняется контрольное сопровождение отметок цели в оптимальных условиях с помощью ИСГС на основе индивидуальных и групповых характеристик человека на примере звеньев системы автоматического управления [4, 5].

В качестве критерия для оценки ПФС операторов принимается диапазон изменения величины среднеквадратической ошибки сопровождения в заданных пределах от ранее [6] полученного значения  $S(\bar{y})_{opt}$ .

Если значение величины ошибки  $S(\bar{y})$  сопровождения цели системой группового слежения на примере звеньев системы автоматического управления:

– находится в диапазоне  $\pm 10\%$  от полученного значения  $S(\bar{y})_{opt}$ , то принимается решение об устойчивости ПФС операторов на момент времени проведения контроля, что позволяет им выполнять свои обязанности качественно;

– выходит за указанный диапазон, но не превышает предела в  $\pm 20\%$  от полученного значения  $S(\bar{y})_{opt}$ , то принимается решение о проведении повторного контроля. Повторный контроль производится с ограничениями по количеству и возможному времени, отводимому для этого мероприятия. Отводимое количество контролей для исключения возможной ошибки должно быть не менее трех, а промежуток времени  $T$ , отводимый на проведение проверки, выбирается в зависимости от обстановки и сложности ситуации ( $T_{кр}$ ). Чем выше сложность и ответственность принимаемых решений, тем чаще необходимо производить проверки ПФС операторов [7];

– превышает предел в  $\pm 20\%$  от полученного значения  $S(\bar{y})_{opt}$ , то принимается решение о необходимости замены расчета операторов.

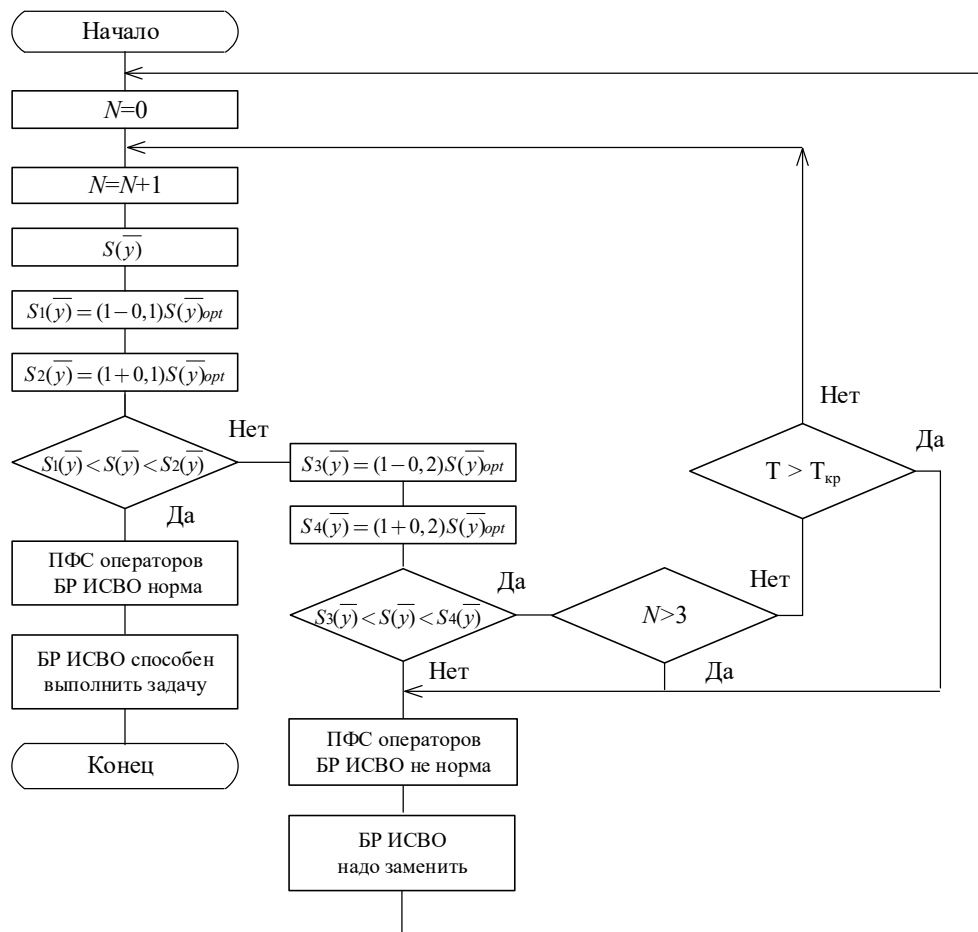


Рис. 8. Алгоритм оперативного контроля ПФС операторов БР ИСВО  
Fig. 8. Algorithm of operational control of PFS operators of BR SVO

### Заключение

Аппаратно-программный комплекс методик позволяет диагностировать состояние профессионально важных психофизиологических качеств у операторов ИСГС. Предложена система оперативного контроля принятия управленческих решений операторскими группами с высоким уровнем психологической совместимости.

Научная новизна результатов заключается в том, что для выявления операторов расчетов ИСВО, у которых ухудшились психофизиологические показатели, предлагается применять разработанную систему оперативного контроля. Практическая значимость –

разработана система, косвенно оценивающая ПФС операторов ИСВО по принятым критериям выходных сигналов. Это позволяет уменьшить вероятность появления ошибок в работе операторов ИСВО при выполнении управленческих решений в условиях возникновения чрезвычайных ситуаций.

### Список литературы

1. Пушкарева Н.В., Гушо В.А. Средства диагностики психофизиологических показателей операторов иерархических систем высокой ответственности в экстремальных ситуациях. *Доклады БГУИР*. 2017;6(108).
2. Пушкарева Н.В., Гушо В.А. Математическое моделирование для оценки психофизиологического состояния операторов систем управления сложными техническими объектами. *Доклады БГУИР*, 2015;4(90).
3. Гринберг А.С., Горбачев Н.И., Тепляков А.А. *Технологии защиты информационных ресурсов государственного управления*. Минск; 2002.
4. Акимов В.А., Лесных В.В., Радаев Н.Н. *Основы анализа и управление риском в природной и техногенной сферах*. Москва: Деловой экспресс; 2004.
5. Ямалов И.У. *Моделирование процессов управления и принятия решений в условиях чрезвычайных ситуаций*. Москва: Лаб. Базовых Знаний; 2007.
6. Калачев Б.Ф.; под ред. Модестова С.А. *Национальная безопасность: информационная составляющая*. Москва: Российская академия государственной службы при Президенте Российской Федерации; 2000.
7. Грачев Г.; под общ. ред. Анисимова С.А., Деркача А.А. *Информационно-психологическая безопасность личности: состояние и возможности психологической защиты*. Москва; 1998.

### References

1. Pushkareva N.V., Guscho V.A. [Means of diagnosing psychophysiological]. *Doklady BGUIR = Doklady BGUIR*. 2017;6(108). (In Russ.)
2. Pushkareva N.V., Guscho V.A. [Mathematical modeling to assess the psychophysiological state of operators of complex technical objects management systems]. *Doklady BGUIR = Doklady BGUIR*. 2015;4(90). (In Russ.)
3. Greenberg A.S., Gorbachev N.I., Teplyakov A.A. [*Technology to Protect The Information Resources of Public Administration*]. Minsk; 2002. (In Russ.)
4. Akimov V.A., Lesnykh V.V., Radaev N. N. [*Osnovy analyze i management riskom v natural'noi i technogennoy sferah*]. Moscow: Delovoy express; 2004. (In Russ.)
5. Yamalov I.U. [*Modeling of management processes and decision-making in emergency situations*]. Moscow: Lab. Basic Knowledge; 2007. (In Russ.)
6. Kalachev B.F.; pod red. Modestova S.A. [*National Security: Information Component*]. Moscow: Rossijskaya akademiya gosudarstvennoj sluzhby pri Prezidente Rossijskoj Federacii; 2000. (In Russ.)
7. Grachev G.; pod obshch. red. Anisimova S.A., Derkacha A.A. [*Information and psychological security of the personality: state and possibilities of psychological protection*]. Moscow; 1998. (In Russ.)

### Сведения об авторе

Пушкарева Н.В., магистр технических наук, инженер кафедры связи Военной академии Республики Беларусь.

### Information about the author

Pushkareva N.V., M.Sc, Engineer of the Department of Communication of the Military Academy of the Republic of Belarus.

### Адрес для корреспонденции

220057, Республика Беларусь, г. Минск, пр. Независимости, 220, Военная академия Республики Беларусь; тел. +375-29-270-70-99; e-mail: n.guscho@gmail.com  
Пушкарева Наталья Владимировна

### Address for correspondence

220057, Republic of Belarus, Minsk, Nezavisimosty ave., 220, Military academy of the Republic of Belarus; tel. +375-29-270-70-99; e-mail: n.guscho@gmail.com  
Pushkareva Natalia Vladimirovna