

**Васильев Алексей Сергеевич**

кандидат технических наук, доцент, начальник кафедры информационно-вычислительных систем и сетей, Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского Министерства обороны Российской Федерации, Санкт-Петербург. SPIN-код: 8032-8665, AuthorID: 790437

Электронный адрес: vka\_24kaf1@mil.ru

**Alexey S. Vasiliev**

Ph.D. of Engineering Sciences, Docent, Head of the Department of information and computing systems and networks, Mozhaisky Military Aerospace Academy of the Ministry of Defense of the Russian Federation, St. Petersburg. SPIN-code: 8032-8665, AuthorID: 790437

E-mail address: vka\_24kaf1@mil.ru

**Кузнецов Вадим Викторович**

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационно-вычислительных систем и сетей, Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского Министерства обороны Российской Федерации, Санкт-Петербург. SPIN-код: 3809-6670, AuthorID: 883096

Электронный адрес: vka\_24kaf1@mil.ru

**Vadim V. Kuznetsov**

Ph.D. of Engineering Sciences, Docent, Associate Professor at the Department of Information and Computing Systems and Networks, Mozhaisky Military Aerospace Academy of the Ministry of Defense of the Russian Federation, St. Petersburg. SPIN-code: 3809-6670, AuthorID: 883096

E-mail address: vka\_24kaf1@mil.ru

**Тимофеев Владимир Васильевич**

кандидат технических наук, доцент, преподаватель кафедры информационно-вычислительных систем и сетей, Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского Министерства обороны Российской Федерации, Санкт-Петербург. SPIN-код: 6165-8794, AuthorID: 883597

Электронный адрес: vka\_24kaf1@mil.ru

**Vladimir V. Timofeev**

Ph.D. of Engineering Sciences, Docent, Lecturer at the Department of information and computing systems and networks, Mozhaisky Military Aerospace Academy of the Ministry of Defense of the Russian Federation, St. Petersburg. SPIN-code: 6165-8794, AuthorID: 883597

E-mail address: vka\_24kaf1@mil.ru

**Факхро Файруз**

адъюнкт кафедры информационно-вычислительных систем и сетей, Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского Министерства обороны Российской Федерации, Санкт-Петербург.

Электронный адрес: vka\_24kaf\_1@mil.ru

**Fairouz Fakhro**

Adjunct at the Department of information and computing systems and networks, Mozhaisky Military Aerospace Academy of the Ministry of Defense of the Russian Federation, St. Petersburg.

E-mail address: vka\_24kaf1@mil.ru

---

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ АЛГОРИТМОВ КОНТРОЛЯ  
ПРИГОДНОСТИ ПО НАЗНАЧЕНИЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ  
ОБЪЕКТОВ С УЧЕТОМ ПОРЯДКА ИХ ВЫБОРА НА ПРОВЕРКУ

---

## Оценка результативности алгоритмов контроля пригодности по назначению информационных объектов с учетом порядка их выбора на проверку

**Аннотация.** В статье предлагается вероятностный подход к оценке качества плана выбора из множества очередного объекта для проверки его пригодности к дальнейшему использованию. Показателем качества плана выбрана вероятность обнаружения дефектного объекта в исходном множестве при заданном объеме выборки. Номер объекта, который является дефектным, представлен как дискретная случайная величина с целочисленными значениями. В качестве закона распределения случайной величины рассматриваются равномерный и биномиальный законы.

**Ключевые слова:** распределенная обработка информации, результативность алгоритмов контроля, дефектный объект, качество алгоритма.

**Для цитирования:** Васильев А.С., Кузнецов В.В., Тимофеев В.В., Факхро Ф. Оценка результативности алгоритмов контроля пригодности по назначению информационных объектов с учетом порядка их выбора на проверку // Вестник Российского нового университета. Серия: Сложные системы: модели, анализ, управление. 2025. № 3. С. 36 – 44. DOI: 10.18137/RNUV9187.25.03.P.36

---

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF ALGORITHMS  
FOR MONITORING THE SUITABILITY OF INFORMATION OBJECTS FOR  
THEIR INTENDED PURPOSE, TAKING INTO ACCOUNT  
THE ORDER IN WHICH THEY ARE SELECTED FOR VERIFICATION

---

**Abstract.** The article suggests a probabilistic approach to assessing the quality of a plan for selecting a new object from a set to verify its suitability for further use. The indicator of the quality of the plan is the probability of detecting a defective object in the initial set for a given sample size. The number of an object that is defective is represented as a discrete random variable with integer values. The uniform and binomial laws are considered as the distribution law of a random variable.

**Keywords:** distributed information processing, effectiveness of control algorithms, defective object, algorithm quality.

**For citation:** Vasiliev A.S., Kuznetsov V.V., Timofeev V.V., Fakhro F. (2025) Evaluation of the effectiveness of algorithms for monitoring the suitability of information objects for their intended purpose, taking into account the order in which they are selected for verification. *Vestnik of Russian New University. Series: Complex Systems: Models, analysis, management.* No. 3. Pp. 36 – 44. DOI: 10.18137/RNUV9187.25.03.P.36 (In Russian).

### Введение

Технологии распределенной обработки информации могут содержать этап предварительной обработки полученной информации с целью отбраковки той ее части, которая не пригодна для дальнейшего использования. Как правило, целевая информация структурно представлена в виде блоков данных (далее – БД) стандартной длины [1–3], а отбраковка негодной информации осуществляется на уровне БД. При этом число непригодных (дефектных) к дальнейшему использованию БД значительно меньше пригодных. Если представить всю информацию в виде множества  $O = \{o_1, o_2, \dots, o_n\}$  объектов, а под объектом понимать БД, то дефектные объекты могут располагаться в множестве произвольным образом. Для решения задачи рациональной выборки дефектных объектов из множества  $O$  необходимо определиться с объемом выборки и алгоритмом (правилом) выбора очередного объекта из множества для проверки на пригодность к дальнейшему использованию.

При большом числе объектов объем выборки можно определить из теории статистики [1]. Например, для точности, достаточной для практического применения, можно использовать формулу

$$v = \frac{n}{n\Delta^2 + 1},$$

где  $n$  – мощность множества объектов;

$v$  – объем выборки;

$\Delta$  – допустимая ошибка.

План выбора очередного объекта из множества  $O$  на практике опирается на один из трех наиболее распространенных алгоритмов:

- множество  $O = \{o_1, o_2, \dots, o_n\}$  информационных объектов, среди которых могут быть пригодные к дальнейшему использованию или дефектные;

- множество  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$  алгоритмов выбора из множества  $O$  очередного объекта для проверки пригодности по назначению, годные объекты остаются в множестве  $O$ , а дефектные удаляются.

Требуется:

- найти значение показателя качества алгоритма выбора из множества очередного объекта для проверки его пригодности по назначению;

- провести сравнительный анализ качества алгоритмов выбора объектов из множества  $U$  для равномерного и группового распределения дефектных объектов среди множества подобных.

#### ***Оценка качества алгоритмов выбора из множества очередного объекта для проверки его пригодности по назначению***

Назначением любого алгоритма выборки очередного объекта из множества подобных является обнаружение дефектных объектов с целью дальнейшей их отбраковки. Для оценивания качества алгоритма исходя из его назначения целесообразно выбрать такой показатель, как вероятность обнаружения дефектного объекта в множестве  $O$  при заданной выборке  $v$  ( $v \ll n$ ). Обозначим данную вероятность как  $P(u_i, v, n)$ ; так как априори не известно, какой из  $n$  объектов является дефектным, то номер объекта из множества  $O$ , который является дефектным, можно считать дискретной случайной величиной  $N$  со значениями  $[1, 2, \dots, n]$ . Пусть случайная величина  $N$  может иметь одно из известных законов распределения вероятностей дискретной случайной величины и отражать характер размещения дефектных объектов в множестве  $O$ . К таким распределениям можно отнести равномерный и биномиальный законы. Например, равномерный закон хорошо описывает равномерное распределение дефектных объектов среди объектов множества  $O$ , а биномиальный закон можно применять, когда дефектные объекты чаще встречаются в какой-то области множества  $O$ .

Вычислим вероятность  $P(u_i, v, n)$  для двух дискретных законов (равномерный и биномиальный) распределения дефектного объекта среди объектов множества  $O$  и трех распространенных алгоритмов выборки:

1) алгоритм  $u_1$  заключается в том, что очередной объект из множества  $O$  выбирается для проверки его пригодности по назначению последовательно, начиная с первого;

Оценка результативности алгоритмов контроля пригодности по назначению информационных объектов с учетом порядка их выбора на проверку

2) алгоритм  $u_2$  заключается в том, что очередной объект из множества  $O$  выбирается для проверки его пригодности для дальнейшего использования по методу половинного деления;

3) алгоритм  $u_3$  заключается в том, что очередной объект из множества  $O$  выбирается случайным образом.

**Вычисление вероятности  $P(u_1, v, n)$  для алгоритма  $u_1$**

Рассмотрим вычисление вероятности  $P(u_1, v, n)$  для биномиального закона распределения вероятностей случайной величины  $N$ . Для данного закона значениями случайной величины  $N$  являются натуральные целые числа  $[1, 2, \dots, n]$ , а их вероятности определяются по формуле Бернулли  $p_i = C_{n-1}^{i-1} p^{i-1} q^{n-i}$ , где  $0 \leq p, q \leq 1$  и  $p + q = 1$ . От значений  $p$  и  $q$  зависит, в какой области множества  $O$  наиболее вероятно появление дефектного объекта.

В Таблице 1 (а, б, в) показаны распределения вероятностей случайной величины  $N$  для  $n = 10$  и различных значений  $p$  и  $q$ .

Таблица 1

**Распределения вероятностей случайной величины  $N$  для  $n = 10$  и различных значений  $p$  и  $q$**

а) при $p = q = 0,5$										
$x_i$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$p_i$	0,002	0,018	0,07	0,164	0,246	0,246	0,164	0,07	0,018	0,002
б) при $p = 0,2$ и $q = 0,8$										
$x_i$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$p_i$	0,134	0,302	0,302	0,176	0,066	0,017	0,003	0,000	0,000	0,000
в) при $p = 0,8$ и $q = 0,2$										
$x_i$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$p_i$	0,000	0,000	0,000	0,003	0,017	0,066	0,176	0,302	0,302	0,134

Вероятность попадания дефектного объекта в диапазон номеров  $[1, 2, \dots, v]$  равна сумме вероятностей  $v$  первых значений в законе распределения случайной величины  $N$ . Тогда

$$P(u_1, v, n) = \sum_{i=1}^v p_i, \tag{1}$$

где  $p_i = C_{n-1}^{i-1} p^{i-1} q^{n-i}$ .

Например:

для Таблицы 1, а  $P(u_1, 3, 10) = 0,002 + 0,018 + 0,07 = 0,09$ ;

для Таблицы 1, б  $P(u_1, 3, 10) = 0,134 + 0,302 + 0,302 = 0,738$ ;

для Таблицы 1, в  $P(u_1, 3, 10) = 0,0 + 0,0 + 0,0 = 0,0$ .

Рассмотрим вычисление вероятности  $P(u_1, v, n)$  для равномерного закона распределения вероятностей случайной величиной  $N$ . Для данного закона значениями случайной величины  $N$  также являются натуральные целые числа в диапазоне  $[1, 2, \dots, n]$  с одинаковыми вероятностями их появления  $p = \frac{1}{n}$  (см. Таблицу 2).

Таблица 2

**Равномерный закон распределения дискретной случайной величины  $N$  для  $n = 10$** 

$x_i$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$p_i$	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Выражение (1) справедливо и для равномерного закона распределения дискретной случайной величины  $N$ , но  $p = \frac{1}{n}$ . Тогда

$$P(u_i, v, n) = \sum_{i=1}^v p_i = \frac{v}{n}. \quad (2)$$

Для Таблицы 2  $P(u_1, 3, 10) = 0,1 + 0,1 + 0,1 = 0,3$ .

**Вычисление вероятности  $P(u_2, v, n)$  для алгоритма  $u_2$** 

Алгоритм  $u_2$  заключается в том, что очередной объект из множества  $O$  выбирается для проверки его пригодности для дальнейшего использования по методу половинного деления (метод Ньютона). Суть этого метода проиллюстрируем для множества  $O$ .

Номер объекта, который выбирается из множества  $O$  первым, определяется как середина кортежа  $\{1, 2, 3, \dots, 10\}$  по формуле  $\frac{10+1}{2} = 5$ .

Здесь и в дальнейшем берется только целая часть результата деления.

Номер объекта, который выбирается из множества  $O$  вторым, определяется как середина кортежа  $\{1, 2, \dots, 5\}$  по формуле  $\frac{5+1}{2} = 3$ .

Номер объекта, выбираемого третьим, определяется как середина кортежа  $\{1, 2, 3\}$  по формуле  $\frac{3+1}{2} = 2$ .

Номер объекта, выбираемого четвертым, определяется как середина кортежа  $\{1, 2\}$  по формуле  $\frac{2+1}{2} = 1$ .

Номер объекта, выбираемого пятым, определяется как середина кортежа  $\{3, 4, 5\}$  по формуле  $\frac{3+5}{2} = 4$ .

Номер объекта, выбираемого шестым, определяется как середина кортежа  $\{5, 6, \dots, 10\}$  по формуле  $\frac{5+10}{2} = 7$ .

Номер объекта, выбираемого седьмым, определяется как середина кортежа  $\{5, 6, 7\}$  по формуле  $\frac{5+7}{2} = 6$ .

Номер объекта, выбираемого восьмым, определяется как середина кортежа  $\{7, 8, 9, 10\}$  по формуле  $\frac{7+10}{2} = 8$ .

Оценка результативности алгоритмов контроля пригодности по назначению информационных объектов с учетом порядка их выбора на проверку

Номер объекта, выбираемого девятым, определяется как середина кортежа {8,9,10}

по формуле  $\frac{8+10}{2} = 9$ .

Последним выбирается объект с номером 10.

Порядок выборки объектов из множества  $O$  для алгоритма  $u_2$  показан в Таблице 3.

Таблица 3

**Порядок выборки объектов из множества  $O = \{o_1, o_2, \dots, o_{10}\}$  для алгоритма  $u_2$**

№ объекта	Порядок выборки из множества $O = \{o_1, o_2, \dots, o_{10}\}$									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	5	3	2	1	4	7	6	8	9	10

Как видно из Таблицы 3 и описания алгоритма  $u_2$ , множество номеров объектов, соответствующее множеству  $O$ , разбивается на два равных отрезка. Затем один из них, например отрезок с младшими номерами относительно среднего номера, снова разбивается на два отрезка, которые потом также делятся на два, и т. д. Объекты из множества  $O$  с номерами, соответствующими серединным номерам отрезков, выбираются для проверки.

Рассмотрим вычисление вероятности  $P(u_2, v, n)$  для биномиального закона распределения вероятностей случайной величины  $N$ :

$$P(u_2, v, n) = \sum_{i=1}^v h_i, \tag{3}$$

где  $h_i$  соответствует вероятности из биномиального закона распределения случайной величины  $N$  для номера, который определяется  $i$ -м шагом алгоритма  $u_2$ . Рассмотрим примеры определения вероятности  $P(u_2, v, n)$  для биномиальных распределений, представленных в Таблице 1, и порядка выборки объектов из множества  $O = \{o_1, o_2, \dots, o_{10}\}$  для алгоритма  $u_2$ , представленного в Таблице 3:

для Таблицы 1, а  $P(u_2, 3, 10) = p_5 + p_3 + p_2 = 0,246 + 0,07 + 0,018 = 0,334$ ;

для Таблицы 1, б  $P(u_2, 3, 10) = p_5 + p_3 + p_2 = 0,066 + 0,302 + 0,302 = 0,67$ ;

для Таблицы 1, в  $P(u_2, 3, 10) = p_5 + p_3 + p_2 = 0,017 + 0,0 + 0,0 = 0,017$ .

Для равномерного закона распределения дискретной случайной величины  $N$  также справедливо выражение (3), но  $h_i$  соответствует вероятности из равномерного закона распределения случайной величины  $N$  для номера, который определяется  $i$ -м шагом алгоритма  $u_2$ . Так как для равномерного закона  $p_i = \frac{1}{n}$ , то

$$P(u_2, v, n) = \sum_{i=1}^v h_i = \frac{v}{n}. \tag{4}$$

Для Таблицы 2  $P(u_2, 3, 10) = 0,3$ .

Для равномерного закона распределения вероятности  $P(u_2, v, n)$  и  $P(u_1, v, n)$  равны.

Это следует из того, что все значения случайной величины  $N$  равновероятны ( $p_i = \frac{1}{n}$ ), и вероятность попадания дефектного объекта в выборку будет определяться только ее объемом, независимо от того, какие объекты из множества  $O$  в нее входят. То есть для равно-

мерного закона распределения при достаточно большом числе реализаций не важно, какой алгоритм выборки будет использован. В итоге их эффективность будет одинакова. Однако для конкретной реализации результаты применения того или иного алгоритма могут различаться.

### Вычисление вероятности $P(u_3, v, n)$ для алгоритма $u_3$

Алгоритм  $u_3$  заключается в том, что очередной объект из множества  $O$  выбирается случайным образом, для чего может быть использован программный датчик генерирования случайных чисел, распределенных на интервале  $[1, 2, \dots, n]$ . Как правило, используется датчик равномерно распределенных случайных чисел. При выборке объемом  $v$  датчик последовательно генерирует  $v$  чисел из диапазона  $[1, 2, \dots, n]$ , реализуя заложенный закон распределения.

Для биномиального закона распределения вероятностей случайной величины  $N$

$$P(u_3, v, n) = \sum_{i=1}^v h_i, \quad (5)$$

где  $h_i$  соответствует вероятности из биномиального закона распределения случайной величины  $N$  для номера, который генерируется датчиком случайных чисел.

Рассмотрим примеры определения вероятности  $P(u_3, v, n)$  для биномиальных распределений, представленных в Таблице 1, и трех чисел  $(6, 8, 3)$ , сформированных датчиком равномерно распределенных случайных чисел в диапазоне  $[1, 2, \dots, n]$ :

для Таблицы 1, а  $P(u_3, 3, 10) = p_6 + p_8 + p_3 = 0,246 + 0,07 + 0,07 = 0,386$ ;

для Таблицы 1, б  $P(u_3, 3, 10) = p_6 + p_8 + p_3 = 0,017 + 0,0 + 0,302 = 0,319$ ;

для Таблицы 1, в  $P(u_3, 3, 10) = p_6 + p_8 + p_3 = 0,066 + 0,302 + 0,0 = 0,368$ .

Так как для равномерного закона распределения дискретной случайной величины  $N$  вероятность попадания дефектного объекта в выборку будет определяться только ее объемом, независимо от того, какие объекты из множества  $O$  в нее входят, то

$$P(u_3, v, n) = \frac{v}{n}. \quad (6)$$

Для Таблицы 2  $P(u_3, 3, 10) = 0,3$ .

Для сравнения эффективности рассмотренных алгоритмов для биномиального распределения случайной величины  $N$  примеры расчета вероятности  $P(u_i, v, n)$  сведены в Таблицу 4.

Таблица 4

### Результаты расчета вероятности $P(u_i, v, n)$ для биномиального распределения

Реализации биномиального закона распределения	Алгоритмы выборки		
	$u_1$	$u_2$	$u_3$
Таблица 1, а	0,09	0,334	0,386
Таблица 1, б	0,738	0,67	0,319
Таблица 1, в	0,0	0,17	0,368

Реализация, представленная в Таблице 1, а, соответствует скоплению дефектных объектов в центре множества  $O$ . Реализация, представленная в Таблице 1, б, соответствует

Оценка результативности алгоритмов контроля пригодности по назначению информационных объектов с учетом порядка их выбора на проверку

скоплению дефектных объектов в области младших номеров объектов множества  $O$ . Реализация, представленная в Таблице 1,  $v$ , соответствует скоплению дефектных объектов в области старших номеров объектов множества  $O$ .

Примеры расчета вероятности  $P(u_i, v, n)$  для трех наиболее распространенных на практике алгоритмов выборки очередного объекта и двух дискретных законов распределения случайной величины, отражающих типовые размещения дефектных объектов в множестве  $O$ , несмотря на кажущуюся их простоту, позволяют сделать определенные выводы по эффективности рассмотренных алгоритмов:

- при равномерном размещении дефектных объектов среди множества  $O$  все алгоритмы выборки равно эффективны, поэтому использовать целесообразно тот из них, который легче реализовать;
- при скоплении дефектных объектов в некоторой области множества  $O$  эффективнее использовать выборку по методу половинного деления или случайную выборку;
- при случайной выборке очередного объекта следует учитывать возможность генерации одинаковых номеров.

### Заключение

Представленный в статье подход к оценке качества алгоритмов выбора из множества очередного объекта для проверки его пригодности к дальнейшему использованию наряду с теоретическим значением имеет и прикладную значимость. Новизной является то, что в отличие от известных подходов [4–6] выбор алгоритма опирается на аналитические расчеты. При этом номер объекта, который является дефектным, представлен дискретной случайной величиной с целочисленными значениями, а в качестве законов ее распределения рассматриваются равномерный и биномиальный. Это позволяет в большинстве практических задач предварительной обработки целевой информации обоснованно применять тот или иной алгоритм выбора из множества очередного объекта для проверки его пригодности к дальнейшему использованию.

Прикладной аспект полученных результатов заключается в том, что предложенный подход может быть использован не только для решения задачи предварительной обработки целевой информации, но и в других практических задачах, например, при организации периодического контроля технического состояния РЭА при длительном хранении [7].

### Литература

1. *Вентцель Е.С.* Теория вероятностей: учеб. для вузов. 5-е изд. М. : Высшая школа, 1998. 576 с. ISBN 5-06-003522-0.
2. *Басыров А.Г., Факхро Ф.* Алгоритм планирования информационного обмена на основе бортовой ресурсосберегающей предобработки данных с использованием байесовского подхода // Интеллектуальные технологии на транспорте. 2024. Вып. 4 (40). С. 24–30. DOI: 10.20295/2413-2527-2024-440-24-30. EDN BUKWEE.
3. *Васильев А.А.* Теория вероятностей и математическая статистика. М. : Юрайт, 2024. 224 с. ISBN 978-5-534-16714-6.
4. *Лунашко М.Н., Степанов И.В., Тимофеев В.В.* Модель энергосберегающих информационных процессов в космическом аппарате с использованием байесовского подхода // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. 2021. Вып. 677. С. 20–25. EDN NUVFPK.



5. Басыров А.Г., Кузнецов В.В., Лушако М.Н. Алгоритмы ресурсосберегающего автономного контроля массива данных наблюдения в беспилотных летательных аппаратах // Вестник Российского нового университета. Серия: Сложные системы: модели, анализ и управление. 2022. № 3. С. 3–10. DOI: 10.18137/RNU.V9187.22.03.P.003. EDN EXMAHS.
6. Басыров А.Г., Факхро Ф. Модель распределенного ресурсосберегающего информационного обмена в условиях априорной неопределенности качества информации // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. 2024. Вып. 692. С. 24–32. EDN UGFYMW.
7. Басыров А.Г., Васильев А.С., Степанов А.В., Тимофеев В.В. Алгоритм оперативного контроля технического состояния радиоэлектронной аппаратуры при длительном хранении // Авиакосмическое приборостроение. 2023. Вып. № 7. С. 11–18. DOI: 10.25791/aviakosmos.7.2023.1348. EDN SEFPHU.

### References

1. Ventsel E.S. (1998) *Teoriya veroyatnostoni* [Probability theory]. 5<sup>th</sup> edition. Moscow : Vyshaya shkola Publ. 576 p. ISBN 5-06-003522-0. (In Russian).
2. Basyrov A.G., Fakhro F. (2024) An algorithm for planning information exchange based on on-board resource-saving data preprocessing using a Bayesian approach. *Intellectual Technologies on Transport*. Vol. 4 (40). Pp. 24–30. DOI: 10.20295/2413-2527-2024-440-24-30 (In Russian).
3. Vasiliev A.A. (2024) *Teoriy averoyatnostoni i matematicheskaya statistika* [Probability theory and mathematical statistics]. Moscow : Yurait Publ. 224 p. ISBN 978-5-534-16714-6. (In Russian).
4. Lupashko M.N., Stepanov I.V., Timofeev V.V. (2021) A model of energy-saving information processes in a spacecraft using a Bayesian approach. *Proceedings of the Mozhaisky Military Space Academy*. Vol. 677. Pp. 20–25. (In Russian).
5. Basyrov A.G., Kuznetsov V.V., Lupashko M.N. (2022) Algorithms for resource-saving autonomous monitoring of an array of surveillance data in unmanned aerial vehicles. *Vestnik of Russian New University. Series: Complex Systems: Models, analysis, management*. Vol. 3. Pp. 3–10. DOI: 10.18137/RNU.V9187.22.03.P.003 (In Russian).
6. Basyrov A.G., Fakhro F. (2024) A model of distributed resource-saving information exchange in conditions of a priori uncertainty of information quality. *Proceedings of the Mozhaisky Military Space Academy*. Vol. 692. Pp. 24–32. (In Russian).
7. Basyrov A.G., Vasilev A.S. Stepanov A.V., Timofeev V.V. (2023) The algorithm of operational control of the technical condition of electronic equipment during long-term storage. *Aerospace Instrument-Making*. Vol. 7. Pp. 11–18. DOI: 10.25791/aviakosmos.7.2023.1348 (In Russian).

Поступила в редакцию: 24.06.2025

Received: 24.06.2025

Поступила после рецензирования: 23.07.2025

Revised: 23.07.2025

Принята к публикации: 13.08.2025

Accepted: 13.08.2025