

Набережночелнинский институт
Казанского Федерального Университета

Электронный журнал

Социально-экономические
и технические системы:
исследование,
проектирование,
оптимизация

№1(93)2023г.



*Журнал " основан в 2003 г. и является рецензируемым сетевым научным изданием.
Учредитель – ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».*

*Издатель – Набережночелнинский институт Казанского (Приволжского) федерального
университета.*

*Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).
Свидетельство о регистрации Эл № ФС77-84008 от 11.10.2022..*

ISSN: 1991-6302

*Материалы журнала размещаются на сайте Научной электронной библиотеки,
включаются в национальную информационно-аналитическую систему РИНЦ
(Российский индекс научного цитирования)*

Адрес редакции: 423823, г. Набережные Челны, пр. Мира, д. 68/19

Контактный телефон: (8552) 39-71-40

Сайт журнала: <https://kpfu.ru/chelny/science/sets>

E-mail: SETS_KFU@mail.ru

Главный редактор

Ганиев М.М., доктор технических наук, профессор

Заместитель главного редактора

Симонова Л.А. – доктор технических наук, профессор

Ответственный секретарь

Макарова И.В., доктор технических наук, профессор

Технический редактор

Валиев А.М.

Редколлегия:

Валиев Р.З., доктор физико-математических наук, профессор, Уфимский государственный авиационный технический университет (г. Уфа).

Ваславская И.Ю. доктор экономических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г.Набережные Челны).

Виноградов А.Ю., доктор технических наук, профессор, Тольяттинский государственный университет (г. Тольятти).

Габбасов Н.С., доктор физико-математических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

Гунаре М.Г., доктор политических наук, Балтийская международная академия (г. Рига, Латвия).

Дмитриев А.М., доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, Московский государственный технологический университет «Станкин», (г. Москва).

Зазнаев О.И., доктор юридических наук, профессор, член Российской академии политических наук, Американской ассоциации политической науки, Международной ассоциации политической науки, Казанский федеральный университет (г.Казань)

Ильин В.В. – доктор философских наук, профессор, Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева (г. Москва)

- Исавнин А.Г.**, доктор технических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).
- Исрафилов И.Х.** - доктор технических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).
- Киричек П.Н.**, доктор социологических наук, профессор, Международный государственный университет природы, общества и человека "Дубна" (г. Москва)
- Комадорова И.В.**, доктор философских наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).
- Кулаков А.Т.**, доктор технических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).
- Маврин Г.В.**, кандидат химических наук, доцент, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).
- Макаров А.Н.** доктор экономических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).
- Макарова И.В.**, доктор технических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).
- Мустафина Д.Н.**, доктор филологических наук, доцент, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).
- Панкратов Д.Л.**, доктор технических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).
- Пуряев А.С.**, доктор экономических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).
- Рааб Г.И.**, доктор технических наук, профессор, Уфимский государственный авиационный технический университет (г. Уфа).
- Сакаева Л.Р.**, доктор филологических наук, профессор, Казанский федеральный университет (г. Казань).
- Сибгатуллин Э.С.**, доктор физико-математических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).
- Филькин Н.М.**, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова (г. Ижевск).
- Шибakov В.Г.**, доктор технических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ: ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ, ЭКСПЛУАТАЦИЯ	6
<i>Аглямзянова Г.Н., Гумерова Л.З., Гарипова Р.Ф.</i> МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ИМПУЛЬСНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ.....	6
<i>Баринов А.С., Челтыбашев А.А., Халятин И.В.</i> ПРИМЕНЕНИЕ АВТОНОМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА	13
<i>Барыкин А.Ю.</i> ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ НАДЕЖНОСТЬ АВТОМОБИЛЬНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛА	21
<i>Гарипов С.Г., Казаков А.В., Нуретдинов Д.И.</i> ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ЭЛЕКТРОБУСА КАМАЗ-6282 И УСЛОВИЯ ЕГО ЭКСПЛУАТАЦИИ	29
<i>Макарова И.В., Мавляутдинова Г.Р., Габсалихова Л.М.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПЛАНИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА.....	37
<i>Макарова И.В., Мавляутдинова Г.Р.</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧНОСТИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ..	49
<i>Макарова И. В., Мавляутдинова Г.Р., Буйвол П. А., Гарявина Е. Е.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ АРКТИЧЕСКИХ ТЕРРИТОРИЙ	65
<i>Насыров И.Н., Насыров И.И., Насыров Р.И.</i> МАТРИЧНЫЙ МЕТОД МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОГО РАНЖИРОВАНИЯ НАКОПИТЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ ПО НАДЕЖНОСТИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ДАТА-ЦЕНТРОВ.....	75
<i>Румянцев В.В., Бакирова Э.Р., Валиев Р.Ф.</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ДИЗЕЛЕЙ БОЛЬШЕГРУЗНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ.....	86
<i>Румянцев В.В., Нуриев Г. А.</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИВОДНОГО НАГНЕТАТЕЛЯ И	

ТУРБОКОМПРЕССОРА В СОСТАВЕ ДВИГАТЕЛЯХ ИСКРОВОГО ЗАЖИГАНИЯ НА АВТОМОБИЛЯХ КАТЕГОРИИ М1	97
<i>Сафронов Н.Н., Харисов Л.Р., Фазлыев М.Р.</i> ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ ЛИГАТУРЫ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ AL-TI-V, ПОЛУЧЕННОЙ ЭЛЕКТРОШЛАКОВОЙ ТЕХНОЛОГИЕЙ ИЗ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ МАШИНОСТРОЕНИЯ	106
<i>Челтыбашев А.А., Баринов А.С., Нерубащенко Н.Ю.</i> ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА МУРМАНСКА.....	121
ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ И ФИНАНСЫ В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ	131
<i>Ханнанова С.А.</i> ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ ПУТЕМ РАННЕГО ВОВЛЕЧЕНИЯ ИХ В ПРОФЕССИОНАЛЬНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ.....	131
ЯЗЫК В СИСТЕМЕ КОММУНИКАЦИЙ: ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ И ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	143
<i>Салимзанова Д.А.</i> ДИСКУРС ТРАВЕЛОГА: ПОИСК УНИВЕРСАЛЬНОЙ ДЕФИНИЦИИ И РАЗНООБРАЗИЕ ЖАНРОВ.....	143
<i>Соколова И.А.</i> МНОГОЯЗЫЧИЕ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ	149

УДК 658.155:330.13:004.33

*Насыров И.Н., профессор, доктор экономических наук, доцент,
Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский)
федеральный университет», ecoseti@yandex.ru*

*Насыров И.И., доцент, кандидат технических наук, Набережночелнинский
институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,
ecoseti@yandex.ru*

*Насыров Р.И., старший преподаватель, Набережночелнинский институт ФГАОУ
ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», ecoseti@yandex.ru*

МАТРИЧНЫЙ МЕТОД МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОГО РАНЖИРОВАНИЯ НАКОПИТЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ ПО НАДЕЖНОСТИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ DATA-ЦЕНТРОВ

*Аннотация: Выполнено многопараметрическое ранжирование продолжающих
функционировать, снятых досрочно, вышедших из строя накопителей по
диапазонам надежности на основе находящихся в открытом доступе данных
одного из крупнейших в мире коммерческих data-центров компании Backblaze.
Обнаружено, что большое число работающих накопителей имеет низкие
показатели надежности со значениями, отличными от нуля. Предложен
матричный метод увеличения эффективности (прибыли) для промышленных data-
центров за счет распределения информации по степени важности с ценой
хранения соответственно степени надежности накопителей.*

*Ключевые слова: накопитель; информация; надежность; показатель;
эффективность; data-центр.*

Введение

При многопараметрическом ранжировании продолжающих функционировать, снятых досрочно, вышедших из строя накопителей по диапазонам надежности обнаружено, что большое число работающих накопителей имеет низкие показатели надежности со значениями, отличными от нуля. В связи с этим представляется актуальным снизить риск их применения на основе дифференциации записываемой информации по степени важности с целью увеличения прибыли при использовании в промышленных data-центрах. Научная проблема заключается в необходимости разработки специального метода повышения эффективности хозяйственной деятельности предприятий,

адаптированного к объектам указанного типа. Предлагается решение на основе установления соответствия между степенью важности информации и ценой ее хранения в зависимости от надежности накопителей.

Методы исследования

Для повышения эффективности (прибыли) data-центров надо как увеличивать доходы, так и снижать расходы. Доходы можно увеличить за счет расширения круга клиентов, в том числе внешних. Расходы можно снизить за счет продолжения эксплуатации накопителей с пониженной надежностью вместо их досрочного снятия. Однако для промышленных data-центров вследствие требований безопасности как к объектам критической информационной инфраструктуры есть некоторые ограничения на клиентуру.

С учетом указанных обстоятельств конкретными задачами в рамках обозначенной проблемы являются:

- 1) выявление среди параметров состояния накопителей информации универсальных (существующих для всех торговых марок и одинаково интерпретируемых производителями) показателей надежности;
- 2) подбор критериев в виде границ диапазонов значений показателей для группировки продолжающих работать, снятых досрочно и вышедших из строя накопителей информации по степени надежности;
- 3) формулировка матричной модели многопараметрического ранжирования накопителей информации по надежности.

Для решения указанных задач предлагается использовать следующие методы: сортировки, группировки, структуризации.

Информационной базой исследования являются опубликованные в открытом доступе ежедневные записи SMART-данных (self-monitoring, analysis and reporting technology – технология самоконтроля, анализа и отчетности) около 200 тысяч накопителей информации группы data-центров облачного хранения одной из крупнейших в мире коммерческих компаний Backblaze (<https://www.backblaze.com/b2/hard-drive-test-data.html>) за период с 01.04.2013 по 30.06.2022 [1]. Использование исследователями по всему миру одной и той же базы

данных о надежности накопителей информации позволяет адекватно сравнивать полученные ими выводы [2].

Результаты

Не только хранимые свыше одного зеттабайта сведения, но и сами 325415056 строк ежедневных записей состояния накопителей за рассмотренный период представляют из себя большие данные [3]. Для обеспечения возможности их анализа были выбраны строки на последнюю упоминаемую дату по каждому из 318826 накопителей, имеющих отличающиеся друг от друга серийные номера. После устранения неточностей в данных они были сгруппированы в 151 модель, из них 137 на жестких дисках (HDD – hard disk drive), 14 твердотельные на микросхемах (SSD – solid state drive).

Для универсальности нужно не просто наличие непустых значений у параметров [4], но и чтобы они были у большинства накопителей более чем половины торговых марок. В таблице 1 приведены доли параметров в процентах для HDD накопителей, в таблице 2 – для SSD.

Таблица 1

Доли параметров SMART, имеющие непустые значения, для HDD накопителей разных торговых марок, %

SMART	00MD00	HGST	Hitachi	Samsung	ST	Toshiba	WDC
1	100,00	100,00	100,00	100,00	99,97	100,00	99,73
2		100,00	99,07		0,49	99,99	75,22
3	100,00	100,00	99,07	100,00	99,22	99,99	98,31
4	100,00	100,00	99,07	100,00	99,22	99,99	98,31
5	100,00	100,00	100,00	100,00	99,97	100,00	99,99
7	100,00	100,00	99,07	100,00	99,22	99,99	98,31
8		100,00	99,07	100,00	0,49	99,99	75,22
9	100,00	100,00	100,00	100,00	99,97	100,00	99,99
10	100,00	100,00	99,07	100,00	99,22	99,99	98,31
11		0,01		100,00	0,49	0,01	23,09
12	100,00	100,00	99,07	100,00	99,22	99,99	98,57
13		0,01		100,00	0,02	0,01	
15		0,01			0,02	0,01	
16		0,01			0,02	0,01	
17		0,01			0,02	0,01	
18		0,01			35,65	0,01	

SMART	00MD00	HGST	Hitachi	Samsung	ST	Toshiba	WDC
22		52,68			0,02	0,01	75,22
23		0,01			0,02	97,50	
24		0,01			0,02	97,50	
160		0,01			0,02	0,01	
161		0,01			0,02	0,01	
163		0,01			0,02	0,01	
164		0,01			0,02	0,01	
165		0,01			0,02	0,01	0,26
166		0,01			0,02	0,01	0,26
167		0,01			0,02	0,01	0,26
168		0,01			0,02	0,01	0,26
169		0,01			0,02	0,01	0,26
170		0,01			0,02	0,01	0,26
171		0,01			0,02	0,01	0,26
172		0,01			0,02	0,01	0,26
173		0,01			0,02	0,01	0,26
174		0,01			0,02	0,01	0,26
175		0,01			0,02	0,01	
176		0,01			0,02	0,01	
177		0,01			0,02	0,01	
178		0,01			0,02	0,01	
179		0,01			0,02	0,01	
180		0,01			0,02	0,01	
181		0,01			0,02	0,01	
182		0,01			0,02	0,01	
183	100,00	0,01		100,00	25,93	0,01	
184	100,00	0,01		100,00	41,51	0,01	0,27
187	100,00	0,01		100,00	98,75	0,01	0,27
188	100,00	0,01		100,00	98,75	0,01	0,27
189	100,00	0,01			41,51	0,01	
190	100,00	0,01		100,00	98,75	0,01	0,01
191	100,00	0,01			40,42	91,32	1,26
192	100,00	100,00	99,07		97,66	99,99	97,83
193	100,00	100,00	99,07		97,19	99,99	97,83
194	100,00	100,00	100,00	100,00	99,97	100,00	99,99
195		0,01		100,00	52,96	0,01	
196		100,00	99,07	100,00	0,49	99,99	98,31
197	100,00	100,00	100,00	100,00	99,97	91,43	99,73
198	100,00	100,00	99,07	100,00	99,22	99,99	98,31
199	100,00	100,00	99,07	100,00	99,22	99,99	98,57
200		0,01		100,00	58,42	0,01	23,09
201		0,01		100,00	0,02	0,01	
202		0,01			0,02	0,01	
206		0,01			0,02	0,01	
210		0,01			0,02	0,01	

SMART	00MD00	HGST	Hitachi	Samsung	ST	Toshiba	WDC
218		0,01			0,02	0,01	
220		0,01			0,02	91,32	
222		0,01			0,02	91,32	
223		4,92			0,49	91,32	16,47
224		0,01			0,02	91,32	
225		0,01			0,49	0,01	
226		0,01			0,02	91,32	
230		0,01			0,02	0,01	0,26
231		0,01			0,02	0,01	
232		0,01			0,02	0,01	0,26
233		0,01			0,02	0,01	0,26
234		0,01			0,02	0,01	0,26
235		0,01			0,02	0,01	
240	100,00	0,01			98,69	91,32	0,68
241	100,00	4,92			98,69	8,57	16,90
242	100,00	4,92			98,69	8,57	16,90
244		0,01			0,02	0,01	0,26
245		0,01			0,02	0,01	
246		0,01			0,02	0,01	
247		0,01			0,02	0,01	
248		0,01			0,02	0,01	
250		0,01			0,08	0,01	
251		0,01			0,08	0,01	
252		0,01			0,08	0,01	
254		0,01			0,31	0,01	0,15
255		0,01			0,02	0,01	

Таблица 2

Доли параметров SMART, имеющие непустые значения, для SSD накопителей
разных торговых марок, %

SMART	CT	DELLBOSS	HP SSD	MTFDDAV	Samsung SSD	Seagate	SSDSCKKB
1	100,00		100,00	100,00		100,00	100,00
5	100,00		100,00	100,00	100,00		100,00
9	100,00		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
12	100,00		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
13				100,00			100,00
16						100,00	
17						100,00	
160			100,00				
161			100,00				
163			100,00				
164			100,00				
165			100,00				

SMART	CT	DELLBOSS	HP SSD	MTFDDAV	Samsung SSD	Seagate	SSDSCKKB
166			100,00				
167			100,00				
168			100,00			100,00	
169			100,00				
170						100,00	100,00
171	100,00						
172	100,00						
173	100,00			2,02		100,00	100,00
174	100,00			2,02		100,00	100,00
175			100,00	2,02			100,00
176			100,00				
177			100,00		100,00	100,00	
178			100,00				
179				100,00	100,00		100,00
180	100,00			100,00			100,00
181			100,00	100,00	100,00		100,00
182			100,00	100,00	100,00		100,00
183	100,00			2,02	100,00		
184	100,00			2,02			100,00
187	100,00				100,00		
188				2,02			
190					100,00		
192			100,00			100,00	
194	100,00		100,00	100,00		100,00	100,00
195			100,00	100,00	100,00		100,00
196	100,00		100,00	2,02			
197	100,00		100,00				100,00
198	100,00		100,00	100,00			100,00
199	100,00		100,00	100,00	100,00		100,00
201				100,00			100,00
202	100,00			100,00			100,00
206	100,00			2,02			
210	100,00			2,02			
218						100,00	
231						100,00	
232			100,00			100,00	
233				100,00		100,00	100,00
234						19,97	100,00
235				2,02	100,00	100,00	100,00
241			100,00	2,02	100,00	100,00	100,00
242			100,00			100,00	100,00
245			100,00	100,00			100,00
246	100,00						
247	100,00			2,02			
248	100,00			2,02			

Сравнение значений параметров состояния отказавших и работающих HDD накопителей позволило выявить среди них следующие универсальные показатели надежности: 1, 5, 7, 10, 196, 197, 198.

Для накопителей отдельных торговых марок могут хорошо подходить не универсальные показатели, значения которых вообще отсутствуют у других торговых марок [5].

Для SSD накопителей таких универсальных показателей нет. В связи с этим для отдельных торговых марок рассматривались параметры 177, 198, 199, 232, 235, 241, 245.

Исходя из распределения числа накопителей информации в зависимости от значений показателей были подобраны следующие критерии в виде границ: 0 – для точечного диапазона с нулевыми значениями показателей надежности; 1 – для точечного диапазона, в котором хоть один показатель надежности имеет значение, равное единице; 2-8 – для диапазона, в котором значение хотя бы одного показателя надежности больше единицы, но не превышает восьми, т.е. одну дорожку секторов записи/считывания; >8 – полуоткрытый диапазон со значениями хотя бы одного показателя надежности больше восьми.

Группировка продолжающих работать накопителей информации по диапазонам согласно степени их надежности и соответствующей долей оплаты от максимального тарифа для HDD приведена в таблице 3, для SSD – в таблице 4. На 30.06.2022 нет работающих HDD накопителей торговых марок 00MD00 и Samsung, а также SSD накопителей торговых марок CT, HP, MTFDDAV, Samsung, SSDSCKKB. У SSD накопителей DELLBOSS (Boot Optimized Storage Solution – оптимизированное для загрузки решение для хранения данных) отсутствуют значения всех показателей за весь временной период.

Там же указаны упущенная выгода, рассчитанная как неполученный по максимальному тарифу доход, а также дополнительный доход по сниженным тарифам, экономия за счет отказа от досрочного снятия накопителей, прибыль при оплате услуг по хранению 3 терабайт информации по тарифу 5700 руб. в год

(Яндекс) и базовой цене накопителя такой емкости в 5000 руб.

Таблица 3

Матричная модель ранжирования HDD накопителей по надежности, отн. ед.

надежность	0	1	2-8	>8	упущен. выгода	дополн. доход	экономия на накоп.	прибыль, руб./шт.
оплата	1,00	0,75	0,50	0,25				
00MD00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00
HGST	0,978	0,003	0,003	0,003	0,022	0,009	0,022	38,05
Hitachi	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00
Samsung	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00
ST	0,000	0,000	0,000	0,250	1,000	0,250	1,000	725,55
Toshiba	0,986	0,006	0,002	0,001	0,014	0,008	0,014	36,98
WDC	0,989	0,001	0,003	0,001	0,011	0,005	0,011	20,37

Таблица 4

Матричная модель ранжирования SSD накопителей по надежности, отн. ед.

надежность	0	1	2-8	>8	упущен. выгода	дополн. доход	экономия на накоп.	прибыль, руб./шт.
оплата	1,00	0,75	0,50	0,25				
CT	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00
DELLBOSS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00
HP	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00
MTFDDAV	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00
Samsung	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00
Seagate	0,000	0,000	0,000	0,250	1,000	0,250	1,000	725,00
SSDSCKKB	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00

На рисунках 1 и 2 приведены зависимости прибыли за год от доли базовой цены HDD и SSD накопителей за шт.

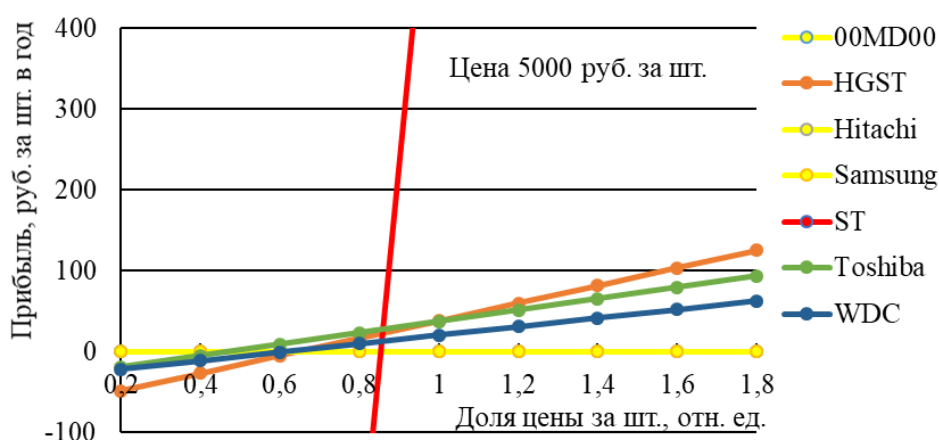


Рис. 1. Зависимость прибыли за год от цены HDD накопителя за шт. при оплате услуг по хранению 5700 руб. за 3 Тб

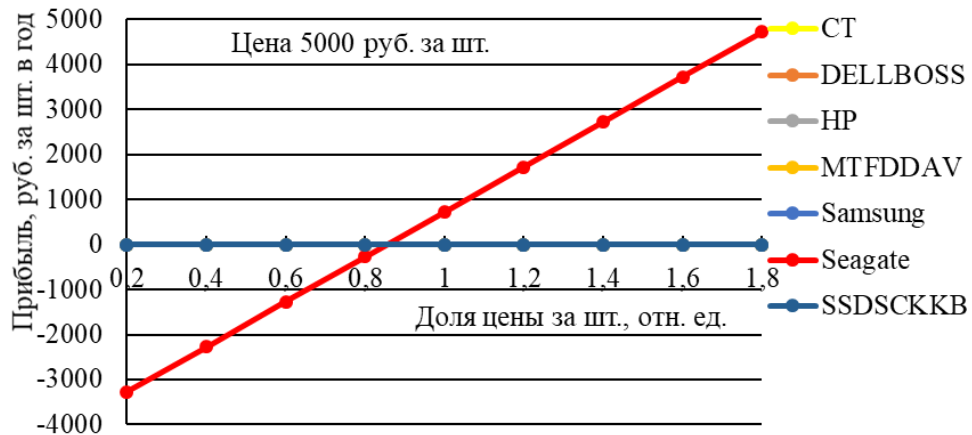


Рис. 2. Зависимость прибыли за год от цены SSD накопителя за шт. при оплате услуг по хранению 5700 руб. за 3 Тб

Для лучшей детализации ось ординат на рисунке 1 растянута. При этом зависимость для накопителей торговой марки ST совпадает с Seagate на рисунке 2.

Прибыль получается за счет значительной экономии на накопителях при их высокой цене по сравнению с уменьшением дохода при сниженной оплате от услуг хранения на не вполне надежных накопителях.

Обсуждение и выводы

По определению надежностью считается время наработки на отказ. Однако из-за большой «младенческой смертности» HDD и SSD накопителей в виде выхода из строя в начальный период эксплуатации соответствующий параметр 9 Power-on hours (количество часов во включенном состоянии) не удовлетворил предъявляемым требованиям универсальности.

Как видно из таблиц 1 и 2 число накопителей с ненулевыми значениями параметров SMART, имеющимися в наличии сразу у всех или хотя бы у большинства торговых марок, невелико. Отсюда можно сделать первый вывод: скорее всего, при практической реализации метода придется подбирать показатели надежности под каждую торговую марку отдельно.

Судя по таблице 3 среди продолжающих работать HDD накопителей торговой марки ST фирмы Seagate имеется большое число тех, у которых значения показателей надежности находятся в зоне с наибольшим риском отказа. Детальный

анализ показывает, что речь идет о конкретном показателе 7 Seek error rate, указывающим на ошибки позиционирования блока магнитных головок. Похожее распределение по диапазонам надежности в таблице 4 наблюдается и у SSD накопителей торговой марки Seagate той же фирмы. Исходя из этого можно сделать второй вывод: не приобретать накопители торговых марок с конструктивными недостатками.

Однако, как следует из рисунков 1 и 2, эти накопители с большими значениями показателей надежности при высоких ценах выгодно продолжать эксплуатировать, а не снимать досрочно. Поэтому можно сделать третий вывод: для повышения эффективности функционирования data-центров следует уменьшить цену хранения на таких накопителях соответственно степени их надежности тем самым повысив привлекательность услуги для хранения некритической информации.

Заключение

Научная новизна исследования заключается в формулировке матричной модели многопараметрического ранжирования накопителей информации по диапазонам надежности, основанной на установлении соответствия между степенью важности информации и ценой ее хранения в зависимости от надежности накопителей, позволяющей повысить эффективность хозяйственной деятельности data-центров за счет экономии на накопителях.

Перспективными областями применения предложенного метода являются не только крупные промышленные предприятия, но и обслуживающие их банки, торговля, а также экотуризм для работников.

Список использованных источников

1. Ходжаева Д.Ф. Лучшие облачные сервисы, используемые в сфере образования // Проблемы современной науки и образования. 2022. № 1 (170). С. 24-27. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48118613>
2. Diallo M.S., Mokeddem S.A., Braud A., Frey G., Lachiche N. Identifying benchmarks for failure prediction in industry 4.0 // Informatics. 2021. 8 (4). P. 68.

<https://doi.org/10.3390/informatics8040068>

3. Насыров И.Н., Насыров И.И., Насыров Р.И. Большие данные по надежности накопителей информации в data-центрах // Цифровая экономика. 2022. № 2 (18). С. 33-37. <https://doi.org/10.34706/DE-2022-02-04>

4. Cahyadi, Forshaw M. Hard disk failure prediction on highly imbalanced data using LSTM network // IEEE International Conference on Big Data (Big Data, 15-18 December 2021, Orlando, FL, USA). 2021. P. 3985-3991. <https://doi.org/10.1109/BigData52589.2021.9671555>

5. Демидова Л.А., Филатов А.В. Разработка модели классификации состояния жестких дисков на основе LSTM-нейронных сетей // Высокопроизводительные вычислительные системы и технологии. 2021. Т. 5. № 1. С. 37-42. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46592613>

Nasyrov I.N., professor, doctor of economic Sciences, assistant professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University, ecoseti@yandex.ru

Nasyrov I.I., assistant professor, candidate of technical Sciences, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University, ecoseti@yandex.ru

Nasyrov R.I., senior teacher, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University, ecoseti@yandex.ru

MATRIX METHOD OF INFORMATION STORAGE DEVICES MULTIPARAMETRIC RANKING BY RELIABILITY TO IMPROVE INDUSTRIAL DATA CENTERS EFFICIENCY

Abstract: A multiparametric ranking of continuing functioning, prematurely removed, failed drives by reliability ranges was performed based on publicly available data from one of the world's largest commercial data centers of Backblaze. It was found that a large number of working drives have poor reliability indicators with values other than zero. A matrix method of increasing efficiency (profit) for industrial data centers is proposed due to information distribution according to importance with the cost of storage depending drives' reliability degree.

Key words: drive; information; reliability; indicator; efficiency; data-center.