

Алгоритм оценки устойчивости цифровых данных*

А.В. СОЛОВЬЕВ¹

¹ Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук, г. Москва, Россия

Аннотация. В статье представлен алгоритм оценки устойчивости цифровых данных к дестабилизирующим воздействиям при организации долговременного хранения и передачи данных. Описаны основные шаги алгоритма, подчеркнута его связь с представленной в предыдущих статьях математической модели оценки устойчивости. Определены сферы возможного применения представленного алгоритмического, методологического и математического аппарата моделирования устойчивости цифровых данных. Работа является продолжением серии статей, посвященных устойчивости цифровых данных. Под устойчивостью цифровых данных понимается способность к восстановлению за минимально возможный период времени самих данных, а так же восстановление работоспособности программных приложений, ответственных за интерпретацию этих данных, и технических средств их хранения.

Ключевые слова: цифровые данные, долговременное хранение, алгоритм оценки устойчивости, цифровизация.

DOI: 10.14357/20790279210305

Введение

В предыдущих статьях автора, посвященных проблеме устойчивости цифровых данных были описаны и проанализированы проблемы устойчивости, предложена методология моделирования [1] и математическая модель оценки устойчивости цифровых данных при долговременном хранении [2]. Была доказана необходимость разработки алгоритмического аппарата оценки устойчивости цифровых данных. Также показана необходимость мониторинга устойчивости цифровых данных на основе созданных моделей. Дополнением к математической модели и методологии является предложенный в рамках данной статьи алгоритмический аппарат оценки устойчивости.

Под устойчивостью цифровых данных к дестабилизирующим воздействиям в данном исследовании понимается способность к восстановлению за минимальный период времени как самих данных, так и работоспособности приложений, ответственных за интерпретацию этих данных, а также работоспособности программных и технических средств, без которых использование цифровых данных по назначению невозможно.

* Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов № 18-29-03070 и № 18-29-03085.

Понятия долговременной сохранности введены в исследовании автора [3]. Математическая модель и общая схема информационного обмена данными в рамках цифровой экономики представлена в работе автора [4]. Проблемы оценки различных аспектов устойчивости так же приведены в [5,6].

1. Алгоритм оценки устойчивости цифровых данных при долговременном хранении и передаче данных

Разработанный алгоритм (рис. 1) и представленная в [2] математическая модель оценки устойчивости могут быть взяты за основу для разработки методики оценки устойчивости цифровых данных к внешним воздействиям при проектировании и создании информационных систем (ИС).

Как было доказано в [1], в основу моделирования устойчивости цифровых данных закладывается сценарный подход. То есть предположение, что внешнее дестабилизирующее воздействие произошло, необходимо оценить влияние его на сохранность цифровых данных при долговременном хранении и информационном обмене. Необходимо определить достаточность контрмер, в том числе

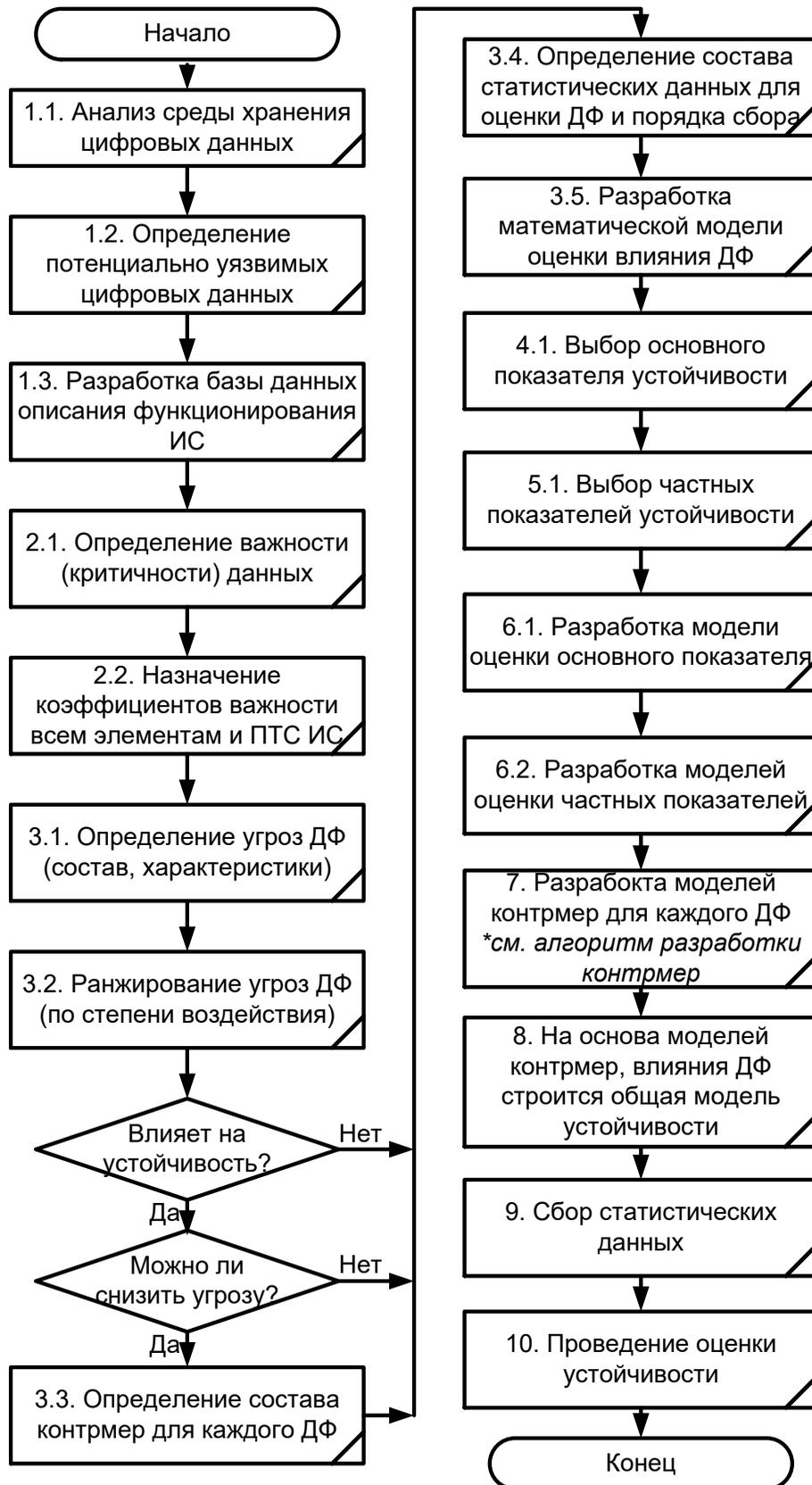


Рис. 1. Алгоритм оценки устойчивости цифровых данных

средств резервирования, для восстановления цифровых данных с возможностью их интерпретирования в полном объеме [2].

Характеристиками, определяющими критичность обеспечения сохранности цифровых данных, могут выступать их ценность, в том числе нематериальная, значения показателей надежности, эффективности, потенциальной пожарной опасности, доступности информационных ресурсов, устойчивости связи, энергетической безопасности и др. информационной системы, осуществляющей хранение и передачу данных.

Коэффициент важности каждого элемента ИС определяется в зависимости от выполняемых элементов функций, ценности данных, потенциальной уязвимости и т.д.

Числовые значения показателей, определяющих потенциально уязвимые элементы ИС, ответственные за сохранность цифровых данных, должны быть получены на основе исследований или статистического анализа функционирования ИС. Их хранение должно обеспечиваться в отдельной защищенной БД.

Должен быть определен состав ДФ, влияющих на сохранность цифровых данных, произведено их ранжирование по степени нанесения ущерба.

Для ДФ, на которые можно повлиять в сторону их уменьшения, составляются модели их влияния на устойчивость данных: создается модель ДФ, модели воздействия на данные и элементы ИС, ответственные за хранение и передачу данных, модели компенсации или предотвращения последствий реализации ДФ.

Для оценки ДФ определяются необходимые статистические данные и порядок их сбора (обследование, анкетирование, как один из методов экспертной оценки, получение данных от сервисных центров, подсистем контроля функционирования ИС и т.д.).

Затем производится сбор необходимых статистических данных для количественной оценки или, в случае невозможности, качественной оценки степени влияния ДФ.

Для ДФ, влияние которых на устойчивость может оцениваться только качественно, могут вводиться следующие значения показателей устойчивости: минимальная вероятность возникновения («оптимистический» прогноз), максимальная вероятность («пессимистический» прогноз), наибольшая вероятность (например, на основании усреднения двух предыдущих показателей).

Выбирается основной показатель модели устойчивости к внешним воздействиям, расчет

которого позволяет характеризовать устойчивость цифровых данных в целом.

Если объектом оценки устойчивости является ИС в целом, то в качестве основного показателя может быть выбран, например, коэффициент доступности цифровых данных ИС, характеризующий степень доступности (или процент доступных) данных для конечных пользователей системы, имеющих право доступа к этим данным.

После основного выбираются дополнительные (частные) показатели устойчивости цифровых данных. На их основе вычисляется основной показатель устойчивости к внешним воздействиям, или же частные показатели выступают в качестве ограничений к основному (подробнее см. методологию в [2]).

Состав частных показателей может дополняться и изменяться при проектировании различных ИС.

В итоге разрабатываются математические модели расчета показателей (основного и частных) устойчивости цифровых данных в зависимости от принципа функционирования элементов ИС, моделей ДФ, например, как разработана представленная в [2] математическая модель.

2. Алгоритм разработки модели снижения влияния ДФ на устойчивость данных

Как было показано в [2], для каждого вида ДФ разрабатываются модели контрмер, например, на основе собранной статистики или анализа причин возникновения ДФ (рис. 2).

В данной статье автором предложен алгоритм снижения влияния ДФ на устойчивость данных.

Для реализации алгоритма необходимо провести ранжирование элементов (массивов) цифровых данных, сохранность которых обеспечивают различные элементы ИС, по степени устойчивости к внешним воздействиям для:

- составления точной модели оценки вероятности восстановления данных после внешнего воздействия;
- определения достаточности контрмер для противодействия ДФ.

Ранжирование массивов цифровых данных предполагает два взаимосвязанных процесса:

- анализ уязвимости конкретного массива данных;
- оценка устойчивости конкретного массива данных.

Анализ уязвимости массивов цифровых данных должен проводиться для наиболее важных (опасных) по степени угроз ДФ:

- по максимальным нематериальным потерям;

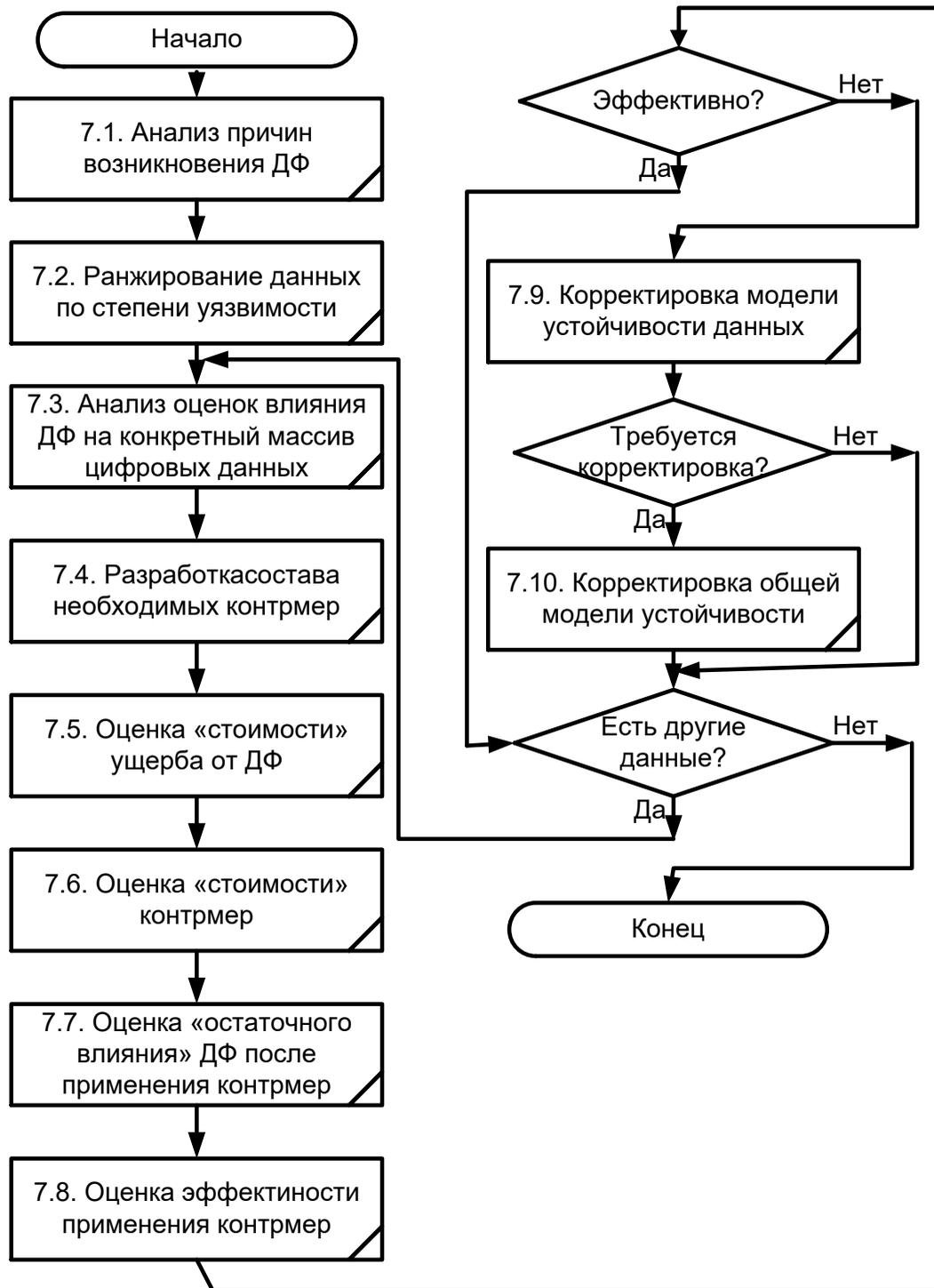


Рис. 2. Алгоритм разработки моделей контрмер ДФ для элементов (массивов) цифровых данных

- по источнику наибольших материальных потерь;
- по источнику наибольших потерь особо ценных данных;
- по наиболее вероятным угрозам ДФ.

Заключение

Поскольку цифровые данные в условиях стремительной цифровизации являются ключевым фактором как производства, так и функционирования государственных и негосударственных органи-

заций и структур, следовательно, тема исследования данной статьи является крайне актуальной и важной. В связи с переходом экономики на цифровые рельсы существенно повышается важность данных, как при хранении, так и при передаче между субъектами экономики. Тем самым, можно утверждать, что устойчивость цифровых данных к дестабилизирующим воздействиям, в том числе и катастрофического порядка, крайне важна при проектировании любой информационной системы в цифровой экономике и ее отдельных отраслях.

Утрата или искажение цифровых данных в этой связи может вызвать невосполнимые материальные и/или нематериальные потери или стать критичной. Следовательно, необходимо уделять большое внимание устойчивости цифровых данных к различным воздействиям, в том числе катастрофическим, не только природного, но и техногенного, и антропогенного характера (например, вследствие влияния человеческого фактора [4]). В связи с этим необходима разработка методического, алгоритмического и математического аппарата оценки устойчивости цифровых данных.

Предложенный в статье алгоритмический аппарат оценки устойчивости может применяться для решения этих проблем для широкого класса информационных систем как для цифровой экономики в целом, так и для отдельных отраслей и организаций.

В дальнейших исследованиях автор планирует разработать методический аппарат оценки

устойчивости цифровых данных, усовершенствовать математическую модель оценки устойчивости по результатам практического применения.

Литература

1. *Баканова Н.Б., Соловьев А.В.* Методология моделирования устойчивости цифровых данных // Информационные технологии и вычислительные системы. 2021. №2. С. 67-74.
2. *Соловьев А.В.* Методологический подход к оценке устойчивости цифровых данных // Информационные технологии и вычислительные системы. 2021. №3 (в печати).
3. *Solovyev A.V.* Long-Term Digital Documents Storage Technology // Lecture Notes in Electrical Engineering. 2020. Vol. 641. P. 901–911..
4. *Соловьев А.В., Тарханов И.А.* Электронные документы и задача обеспечения сохранности при обмене данными в цифровой экономике // Труды ИСА РАН. Том 68. Вып. 1. М.: 2018. С.42-53.
5. *Solovyev A.V.* Human Reliability Assessment in Control Systems // Lecture Notes in Electrical Engineering. 2021. Vol. 729. P. 1–10.
6. *Будзко В.И., Мельников Д.А., Фомичев В.М.* Основы организации обеспечения информационной безопасности и киберустойчивости в централизованных информационно-телекоммуникационных системах высокой доступности // Системы высокой доступности. 2019. Том 15. № 1. С. 70–77.

Соловьев Александр Владимирович. Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук, г. Москва, Россия. Главный научный сотрудник. Доктор технических наук. Количество печатных работ: 125. Область научных интересов: системный анализ, системы управления базами данных, теория надежности, математическое моделирование, долговременное хранение данных. E-mail: soloviev@isa.ru

Algorithm for assessing the stability of digital data

A.V. Solovyev¹

¹Federal Research Center “Computer Science and Control” of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Abstract. The article presents an algorithm for assessing the stability of digital data to destabilizing effects when organizing long-term storage and transmission of data. The author describes the main steps of the algorithm, emphasizes its connection with the mathematical model of stability assessment presented in previous articles. The areas of possible application of the presented algorithmic, methodological and mathematical apparatus for modeling the stability of digital data are determined. This article is a continuation of a series of articles on digital resilience. By the author, the stability of digital data means the ability to recover the data itself in the shortest possible period of time, as well as the restoration of the operability of software applications responsible for the interpretation of this data, and technical means of data storage.

Keywords: *digital data, long-term storage, stability assessment algorithm, digitalization*

DOI: 10.14357/20790279210305

References

1. *Bakanova N.B., and Solovyev A.V.* 2021. Metodologiya modelirovaniya ustoychivosti cifrovih dahhykh [Methodology for modeling the stability of digital data] // *Informatsionnyye tekhnologii i vychislitel'nyye sistemy* [Information Technology and Computing Systems]. 2: 67–74.
2. *Solovyev A.V.* 2021. Metodologicheskiy podkhod k otsenke ustoychivosti tsifrovyykh dannyykh [The methodological approach to the evaluation of the stability of the digital data] // *Informatsionnyye tekhnologii i vychislitel'nyye sistemy* [Information Technology and Computing Systems]. 3: (in print).
3. *Solovyev A.V.* 2020. Long-Term Digital Documents Storage Technology // *Lecture Notes in Electrical Engineering*. 641: 901–911.
4. *Solovyev A.V., and Tarkhanov I.A.* 2018. Elektronnyye dokumenty i zadacha obespecheniya sokhrannosti pri obmene dannymi v tsifrovoy ekonomike [Electronic documents and the problem of ensuring security in the exchange of data between information systems in the digital economy] // *Trudy ISA RAN* [Proceedings of the ISA RAS]. 68(1): 42–53.
5. *Solovyev A.V.* 2021. Human Reliability Assessment in Control Systems // *Lecture Notes in Electrical Engineering*. 729.
6. *Budzko V.I., Melnikov D.A. and Fomichev V.M.* 2019. Osnovy organizatsii obespecheniya informatsionnoy bezopasnosti i kiberustoychivosti v tsentralizovannykh informatsionno-telekommunikatsionnykh sistemakh vysokoy dostupnosti [The information security and cyber resilience managing basics in the centralized information telecommunication systems of high availability] // *Sistemy vysokoy dostupnosti* [High availability systems]. 15(1): 70–77.

Solovyev A.V. Chief Researcher, Doctor of Technical Sciences. Federal Research Center “Computer Science and Control” of Russian Academy of Sciences, 44/2 Vavilova str., Moscow, 119333, Russia. E-mail: soloviev@isa.ru