

КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДОВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ И РАСШИРЕННЫЙ ЭТАП ЭКСПЛУАТАЦИИ В СОВРЕМЕННЫХ МОДЕЛЯХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

© Д. И. Приходько¹, А. В. Мокряков², В. В. Горшков³

¹ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, г. Москва, Россия

²НИУ МАИ, г. Москва, Россия

³ФГБОУ ВО «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова»

В статье разобрано понятие технической эксплуатации информационных систем с точки зрения теории жизненного цикла применительно к информационным системам. Предлагается авторский подход к понятию технической эксплуатации применительно к современным информационным системам. Была предложена классификация технической эксплуатации по количеству изделий, по удаленности и по принадлежности к эксперименту. С учетом предложенного наполнения понятия современной технической эксплуатации были предложены расширенные представления блок-схем этапов эксплуатации применительно к основным типам жизненных циклов: каскадной и версионной модели жизненного цикла. Были обозначены особенности жизненного цикла информационных систем, находящихся в стадии тестирования, и были описаны особенности их жизненных циклов с точки зрения этапа разработки информационных систем. Было показано, что этап эксплуатации таких информационных систем имеет свои специфические особенности, которые могут быть использованы в процессе разработки информационных систем, предназначенных для работы в экстремальных условиях.

Ключевые слова: жизненный цикл информационных систем, техническая эксплуатация, эксплуатация как элемент жизненного цикла информационных систем.

Понятие эксплуатации [1] пришло из экономики с трудами Карла Маркса, однако в рамках статьи будут рассмотрены вопросы технической эксплуатации как зачатки отдельного нового направления. Причем современное понятие эксплуатации разрослось достаточно широко для того, чтобы его можно было рассмотреть в рамках простой последовательности операции, сегодня в зависимости от компании и производственных контрактов с подрядчиками на обслуживание вычислительной системы. Цепочка процесса технического обслуживания в зависимости от критериев может быть крайне простая – например, обслуживание компонентов ОС на персональном компьютере [2], а может включать в себя несколько сменяющих друг друга и даже включать перемещение оборудования между различными корпорациями.

Современное понятие эксплуатации с точки зрения теории жизненного цикла можно выразить как этап жизненного цикла, при котором вычислительная система находится в состоянии используемой, и для сохранения технических характеристик проводится ТО, состоящее в простейшем случае из обработки устранимых отказов, сбоев, проведении профилактики. Современное представление технической эксплуатации информационных систем можно классифицировать различными способами. Один из возможных вариантов классификации выглядит таким образом:

1. Эксплуатация с точки зрения теории жизненного цикла по числу рассматриваемых объектов:

а. Эксплуатация модельного ряда или марки. Анализируются технические особенности нескольких изделий, обладающих ана-

логичными характеристиками (однотипное оборудование одного производителя) при взаимодействии с окружающей средой. На основе полученных результатов создается методика эксплуатации этого набора оборудования.

б. Эксплуатация единичного изделия или экземпляра. Производится технический анализ использования оборудования применительно к условиям окружающей среды. При техническом анализе учитываются характеристики модельного ряда изготовителя. На выходе создаются нормативные документы правил использования и технического обслуживания изделия.

2. Эксплуатация по расположению от технического специалиста или пользователя:

а. Удаленная эксплуатация. Подразумевается тот факт, что пользователь или технический специалист, обслуживающий оборудование, не имеет физического доступа к оборудованию, а использует в своей работе специальное программное обеспечение.

б. Непосредственная эксплуатация. Подразумевается тот факт, что пользователь или технический специалист, обслуживающий оборудование, имеет физический доступ к оборудованию, и помимо программных средств может осуществлять аппаратные манипуляции с вверенным ему оборудованием.

3. Особая классификация эксплуатации в контексте разработки вычислительных систем:

а. Экспериментальная эксплуатация. Является служебным типом эксплуатации. Она предназначена для технического анализа возможных реализаций информационной системы или оборудования.

б. Базовая эксплуатация. Подразумевает техническую работу с итоговым оборудованием или информационной системой.

После описания классификации не менее актуальным вопросом становится анализ концептуального наполнения понятия эксплуатации:

1. Обслуживание ИС:

а. Обновление компонентов системы. Устаревший компонент удаляется и вместо него устанавливается новый. Старый компонент ожидает следующая участь: или попадает на хранение, или утилизируется.

б. Стандартное обслуживание. Это основной тип обслуживания. В некоторых случаях самостоятельно выполняется пользователем.

2. Пользовательская работа информационной системы.

Поэтому эксплуатацию можно в упрощенном варианте разделить на 2 процесса: процесс обслуживания и процесс использования. Поэтому основная проблема современной теории жизненного цикла заключается в том, что этапу эксплуатации уделено мало внимания. В большинстве случаев понятие рассматривается в контексте одной из своих характеристик – надежности.

Поэтому целью статьи является рассмотрение на основе приведенной классификации модификации классических моделей жизненного цикла в контексте этапа эксплуатации. Учитывая вышеизложенную классификацию понятия эксплуатации, теперь будут рассмотрены эксплуатационные циклы современных информационных систем в рамках теории жизненного цикла информационных систем. Прежде чем перейти к непосредственному рассмотрению существующих моделей жизненных циклов информационных систем с детализированным этапом эксплуатации, необходимо отметить, что в рамках статьи для моделей жизненного цикла будет детально прорисовываться только структура этапа жизненного цикла.

Техническая эксплуатация экземпляра из модельного ряда. Модель жизненного цикла единичного изделия (экземпляра модельного ряда) состоит из нескольких этапов:

1. Приобретение экземпляра под нужды компании.

2. Включение приобретенного компонента в систему.

3. Эксплуатация информационной системы и компонента.

4. Замена устаревшего компонента.

При этом следует отметить, что замена устаревшего компонента (вывод компонента из активной стадии эксплуатации) может быть выполнена несколькими путями:

1. *Стадия хранения на складе.* Используется как запчасти или как аварийная замена на случай выхода из строя новой версии экземпляра.

2. *Стадия списания.* Экземпляр может оставаться для служебных нужд – в качестве вспомогательного решения, однако для основной части не используется.

3. *Стадия утилизации.* Экземпляр выкидывается или любым другим способом физически выводится из компании.

Также важным является переход из третьего к четвёртому этапу. Так, например, желательно продлить работоспособность устройства в частично рабочем состоянии, если невозможно или нецелесообразно его заменить. Для микропроцессора в общем случае любое повреждение, скорее всего, приведёт к полной остановке всей системы, однако используя технологию отключения неработающих блоков можно добиться продолжения эксплуатации устройства [7, 8].

Важно отметить, что известные модели каскадных жизненных циклов вполне корректно отображают процессы жизненного цикла современных информационных систем [9], кроме этапа эксплуатации, который в последние годы претерпел серьезное изменение в связи с изменением социальной жизни. Процесс эксплуатации, проходящий по каскадному жизненному циклу, изображен на рисунке 1.

На рисунке 1 видно, что эксплуатация по каскадному стилю представляет собой подобие цикла по условиям. Причем условия выхода из цикла эксплуатации конкретной информационной системы выглядят таким образом:

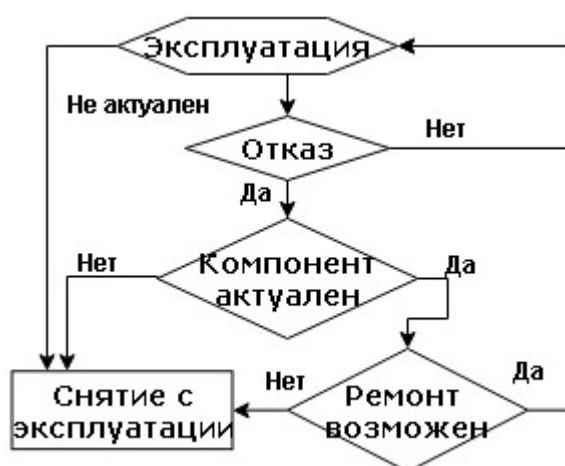


Рис. 1. Детализированный этап эксплуатации каскадной модели жизненного цикла

1. Технологическое устаревание компонента.

2. Потеря работоспособности вследствие неустранимого отказа (либо технического, либо по причине экономической нецелесообразности – ремонт стоит дороже с точки зрения процедуры покупки нового изделия).

На рисунке 1. Блок снятия с эксплуатации включает в себя сразу несколько вариантов действий:

1. Компонент полностью выведен из системы и перешел в стадию хранения, т.е. используется как дублер или набор запчастей.

2. Компонент отправлен в утилизацию.

3. Компонент разобран на запчасти.

В приведенных выше ситуациях процесс эксплуатации конкретной информационной системы прекращается. Теперь рассмотрим процесс эксплуатации модельного ряда.

Эксплуатация модельного ряда. Классическая модель жизненного цикла модельного ряда применительно к информационным системам может быть расписана в таком виде:

1. Разработка концепта модельного ряда. Проектирование первичного набора характеристик. Применительно к маркам операционных систем ядра NT 5x модельный ряд получился таким: NT 5x: 2000, xp, 2003, 2003 64bit, xp 64bit. Данный модельный ряд объединен практически одинаковым набором драйверов и приложений.

2. Выпуск тестовой серии. Обычно при выполнении разработки современных информационных систем и различного оборудования выпускают версии для тестирования.

3. Разработка усовершенствования. В процессе анализа результата выпуска нескольких версий beta информационных систем выполняются исправления (при выпуске Windows выполняются несколько обычных исправлений).

4. Непосредственный выпуск марки в жизнь. После исправления всех недоработок информационной системы выпускают итоговую версию информационной системы. Например, первые версии Windows 2000 были выпущены в 1994, а итоговая версия была представлена в 2000 году.

5. Эксплуатация марки в течение некоторого периода. Например, мы выпускаем ОС

со сроком поддержки. В течение этого срока обеспечивается поддержка эксплуатации данной марки.

6. Готовим на основе предыдущего пункта новый модельный ряд. По результатам выпуска предыдущего модельного ряда готовят следующий модельный ряд, при этом в некоторых случаях иногда часть функций из нового модельного ряда добавляют в экземпляр предыдущего ряда. Windows vista (первый представитель ядер NT 6x) начали разрабатывать раньше Windows XP, тем не менее Windows XP была выпущена на 5 лет раньше.

7. Начинаем запуск нового модельного ряда с процессом поддержания старого. Поскольку переход со старого модельного ряда на новый процесс не быстрый, то необходимо организовать поддержку старого модельного ряда (после того как вышла Windows vista – поддержку операционных систем Windows XP и 2000 не прекратили).

8. Постепенно сворачиваем выпуск старого модельного ряда. После того как новый модельный ряд был принят клиентами, имеет смысл сворачивать выпуск старого модельного ряда. Например, после выпуска Windows 7 продавать Windows XP перестали. Также перестали выпускать основные пакеты обновлений, оставив выпуск базовых заплаток.

9. Сворачиваем поддержку. Прекращаем поставку обновлений для информационной системы. Например, с полным прекращением поддержки пользователей Windows XP – система в текущем году используется для Интернета на 0,2% пользователей.

Данная последовательность действий является упрощенной, так как детально не отображены промежуточные стадии выпуска.

Для жизненного цикла модели Боэма структура этапа эксплуатации в кратком и более подробном варианте изображена на рисунке 2, и уточнённый вариант с прорисовкой эксплуатации экземпляра – на рисунке 3.

На рисунке 4 блок производства комплектующих для клиентов, который не был отображен в общей схеме модели Боэма, выполняет функции выпуска исправлений и запчастей. Его аналогом для старых моделей является блок поддержки производства комплектующих для клиентов на дополнительный период. Работа обоих блоков осуществляется до тех пор, пока в этом обнаруживается техническая необходимость со стороны компании.

Про особенности удаленной и непосредственной эксплуатации приводить детальное описание бессмысленно. С нашей точки зрения, необходимо отметить только одну особенность: для удаленной эксплуатации провести техническое обслуживание аппаратной части

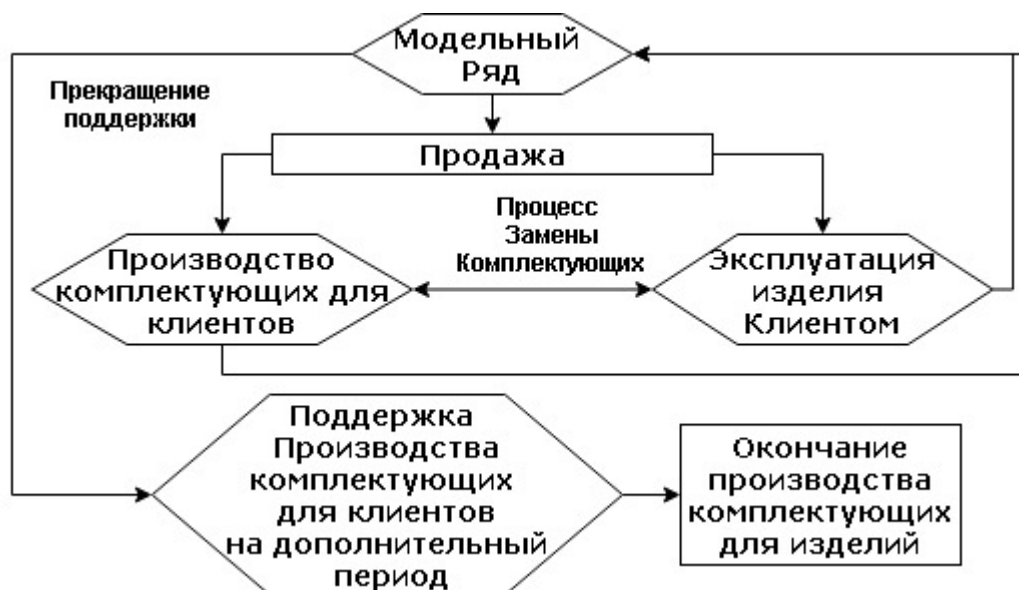


Рис. 2. Структурная схема этапа эксплуатации модели Боэма



Рис. 3. Схема с уточнением эксплуатации экземпляра в модели Боэма

невозможно. Максимум можно логически изолировать поврежденный компонент при наличии такого функционала.

Из последнего типа классификации имеет смысл рассмотреть только экстремальную эксплуатацию, так как базовая эксплуатация является общеизвестной, и поэтому в детализации не нуждается.

Эксплуатация экспериментального образца. Данный тип эксплуатации является особенным ввиду того, что данный вид эксплуатации входит в типы жизненных циклов, предназначенных для разработки экспериментальных вариантов информационных систем и технических изделий.

Особенности жизненного цикла экспериментального образца:

1. Возможным несовпадением заявленных в техническом задании характеристик с выбранным экземпляром для тестирования.

2. По своей структуре он похож на цикл Боэма. Это связано с тем, что зачастую используется механизм детализации данных.

3. По принадлежности – является эксплуатацией типа марки.

Следовательно, несмотря на технические различия в постановке задачи эксперимента, методологии, экономики и прочих важных параметров, экспериментальную эксплуатацию можно представить следующим образом:

1. Запускается цикл испытаний. Для информационных систем понятие «цикл испытаний» подразумевает цикл тестирований на ошибки.

2. Если результатом цикла испытаний являются ошибки – цикл обрывается. Если цикл испытаний пройден успешно по заданным критериям, можно считать, что информационная система или техническое изделие готово для выпуска в серии.

3. Для прерывания по причине ошибки запускается процесс анализа причин. Если по выбранным критериям имеются небольшие отклонения, которые не считаются критическими, тогда допускается доработка решения с последующим перезапуском цикла испытаний.

4. Если степень отклонения является критической, то тогда необходимо выполнить анализ на актуальность технического изделия или информационной системы. Такая необходимость продиктована особенностями разработки проекта.

5. В случае когда возможности исправлений представляют практическое применение с точки зрения заказчика и исполнителя, тогда ошибки исправляются в дополнительный срок. В ином случае проект прекращается с выработкой новой концепции и перезапуском цикла разработки.

В графическом варианте указанный алгоритм изображен на рисунке 4.

Таким образом, приведенная детализация понятия технической эксплуатации позволяет существенно улучшить возможности как со стороны заказчика, так как процесс рассматривается в первую очередь с его стороны, так и со стороны подрядчика.

Необходимость в расширенном представлении связана в простейшем случае с тем фактом, что понятие эксплуатация в технические науки пришло из экономики, а как было рассмотрено выше, это понятие в технике может быть разделено на непосредственное использование на месте и техническое обслуживание.

Особенность технического обслуживания заключается в том, что оно может быть следующим:

1. Глобальное – техническое изделие забирают в компанию подрядчика.
2. Локальное – техническое изделие не покидает здание компании.

В свою очередь, изделие в непосредственном использовании может выглядеть таким образом:

1. Изделие находится на складе. Оборудование не утилизировано, числится на балансе. Оно фактически не используется, од-

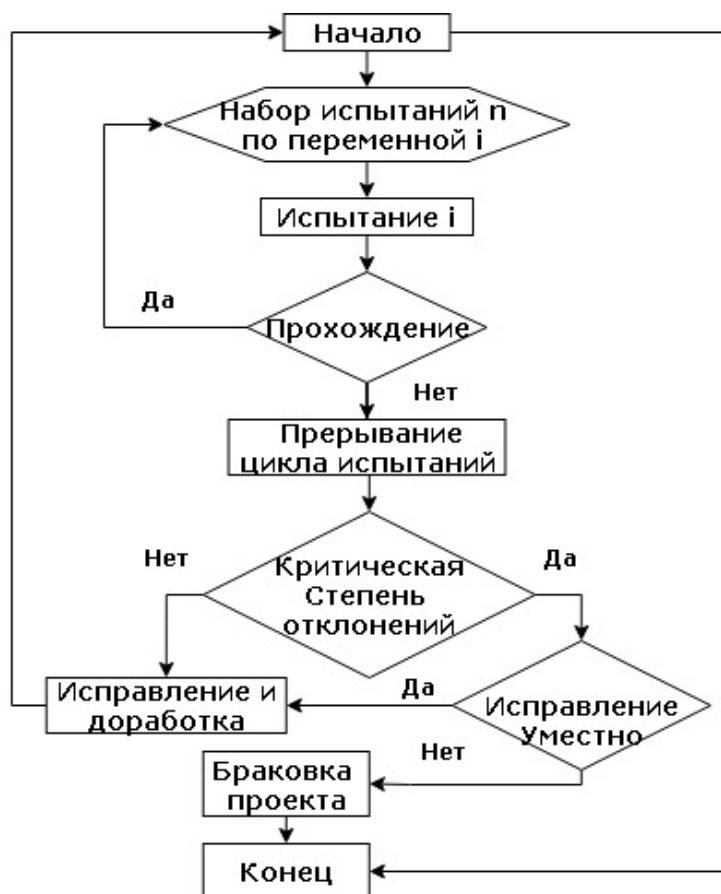


Рис. 4. Блок-схема эксплуатации экспериментального типа

нако при хранении происходит порча изделий полупроводника (процесс зависит от условий хранения, и, тем не менее, такое происходит регулярно).

2. Изделие используется непосредственно. Оборудование используется непосредственно.

Тем не менее, так как в 80-е годы вычислительная техника только получала распространение (это была эпоха 8-ми и 16-тибитных вычислительных систем), домашнего способа ремонтировать изделия не было. Современные же компьютеры во многих компаниях либо непосредственно на месте путем простой замены запчастей спокойно редактируются, или же через подрядные организации прекрасно ремонтируются.

Более того, механизмы обновления Windows с выпуска нескольких сервис-паков перешли на динамический назойливый механизм обновления, который иногда приходится отключать современным системным администраторам. Более того, в настоящее время появилось целое успешное поколение систем, основанных на стандартах GNU – например, это Linux и его коммерческий аналог, который был реализован корпорацией Google – операционная система android, используемая практически в каждом смартфоне сегодня.

В качестве практического применения приведенный в статье подход можно использовать

к полученному результату [11] автором работы.

Таким образом, детализация этапа эксплуатации позволяет максимально повысить эффективность использования финансовой составляющей на оборудование, так как расширенное представление об эксплуатации позволяет.

В рамках статьи была произведена классификация понятия техническая эксплуатация в рамках модели жизненного цикла информационных систем. Были рассмотрены основополагающие типы технической эксплуатации по различным признакам, в числе которых месторасположение эксплуатируемого объекта, по набору объектов, объединенных определенными общими признаками (марка и отдельный экземпляр), а также отдельно рассмотрено понятие испытаний, которое с точки зрения жизненного цикла информационных систем является особым типом эксплуатации системы.

При этом было показано, что все указанные типы эксплуатации имеют определенное влияние на разработку, проектирование и использование информационной системы. Более того, было показано, что экстремальный тип эксплуатации является постоянным спутником информационных систем и обладает отдельным, специфическим наполнением.

Дополнительно приведены общие модели этапов эксплуатации и рассмотрены изменения классической теории жизненных циклов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мокряков А. В. & Приходько Д. И. Общие концепции и идеи теории эксплуатации в контексте вычислительной техники // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2020. № 12. С. 88-92.
2. Мокряков А. В. & Приходько Д. И. Критерии анализа эксплуатационных характеристик первичных мультзагрузчиков // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2020. № 12. С. 93-96.
3. Dong Z., Guo Y., Gong Y., Li C. A high reliability radiation hardened on-board computer system for space application // Proceedings – 20166th International Conference on Instrumentation and Measurement, Computer, Communication and Control, IMCCC. 2016. № 7774866. Pp. 671-674. DOI: 10.1109/IMCCC. 2016.82.
4. Narita T., Taeda M., Kato M., Kusano M., Masukawa K., Takada M., Takada H., Ishida T., Fukuda S., Matsuzaki K., Takahashi T., Nomachi M. High-reliability SpaceWire engine implemented on the SOISOC3 microprocessor: Components, short paper // Proceedings of the 20167th International SpaceWire Conference, SpaceWire 2016. № 7771608. DOI: 10.1109/SpaceWire. 2016.7771608.

5. *Polo Ó.R., Sánchez J., da Silva A., Parra P., Hellín A.M., Carrasco A., Sánchez S.* Reliability-oriented design of on-board satellite boot software against single event effects // *Journal of Systems Architecture*, 114. 2021. №101920. DOI: 10.1016/j.sysarc.2020.101920
6. *Jung S., Choi J.P.* Predicting system failure rates of SRAM-based FPGA on-board processors in space radiation environments // *Reliability Engineering and System Safety*, 183. 2019. Pp. 374-386. DOI: 10.1016/j.res.2018.09.015.
7. *Горшков В. В., Приходько Д. И. & Мокряков А. В.* Устройство для управления конфигурацией вычислительной системы. (2021). Патент на полезную модель 207176 U1, 15.10.2021. Заявка №2021118609 от 25.06.2021.
8. *Горшков В. В., Приходько Д. И. & Мокряков А. В.* Устройство для управления разрядностью вычислений. (2022). Патент на полезную модель 209758 U1, 22.03.2022. Заявка №2021118607 от 25.06.2021.
9. *Chen H., Wang J., Chen X.* DSP and ARM9 based swift switchover device for auxiliary power (2009) *Dianli Zidonghua Shebei/Electric Power Automation Equipment*, 29 (12). Pp. 116-118.
10. *Velychko, O., Hrabovskyi, O., Gordiyenko, T., Volkov, S.* Modeling of the Process Approach to the Life Cycle of Measuring Instruments (2021) *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3. Pp. 93-102. DOI: 10.15587/1729-4061.2021.231225.
11. *Дебиев М. В., Магомадов Р. А-М., Амхаев Т. Ш., Зиниев Ш. З.* Эффекты внедрения автоматизированных электроэнергетических систем на основе интеллектуальных сетей // *Вестник ГГНТУ. Технические науки. Том XVII. 2021. № 1 (23). С. 15-20.*

CLASSIFICATION OF TECHNICAL OPERATION OF INFORMATION SYSTEM AND EXTENDED STAGE OF EXTRACTION IN MODERN LIFE CYCLE MODELS

© D. I. Prikhodko¹, A. V. Mokryakov², V. V. Gorshkov³

¹*FSU FNC NIISI RAS, Moscow, Russia*

²*MAI, Moscow, Russia*

³*Russian State University named after A. N. Kosygin, Moscow, Russia*

The article understands the concept of technical operation of information systems from the point of view of life cycle theory in relation to information systems. The author's approach to the concept of technical operation in relation to modern information systems is proposed. A classification of technical operation was proposed by the number of products, by remoteness, and by belonging to the experiment. Taking into account the proposed content of the concept of modern technical operation, extended representations of flow diagrams of operation stages were proposed for the main types of life cycles: cascade and version life cycle models. The features of the life cycle of the information systems under testing were identified and the features of their life cycles from the point of view of the stage of development of information systems were described. It has been shown that the operation stage of such information systems has its specific features that can be used in the development of information systems designed to operate in extreme conditions.

Keywords: life cycle of information systems, technical operation, operation as element life cycle.

REFERENCES

1. Mokryakov, A. V. and Prikhodko, D. I. (2020) Obshchie kontseptsii i idei teorii ekspluatatsii v kontekste vychislitel'noi tekhniki. *Sovremennaya nauka: aktual'nye problemy teorii i praktiki*. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki. [The general concepts and the ideas of the theory of operation in the context of computer facilities. Modern science: current problems of the theory and practice]. Series: Natural and technical science. № 12. Pp. 88-92.
2. Mokryakov, A. V. and Prikhodko, D.I. Kriterii analiza ekspluatatsionnykh kharakteristik pervichnykh mul'tizagruzchikov. *Sovremennaya nauka: aktual'nye problemy teorii i praktiki*. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki. [Criteria of the analysis of operational characteristics of primary multiloaders. (2020). Modern science: current problems of the theory and practice]. Series: Natural and technical science. № 12. Pp. 93-96.
3. Dong, Z., Guo, Y. and Gong, Y., Li, C. (2016) A high reliability radiation hardened on-board computer system for space application Proceedings – 20166th International Conference on Instrumentation and Measurement, Computer, Communication and Control, IMCCC 2016, № 7774866, pp. 671-674. DOI: 10.1109/IMCCC. 2016.82.
4. Narita, T., Taeda, M., Kato, M., Kusano, M., Masukawa, K., Takada, M., Takada, H., Ishida, T., Fukuda, S., Matsuzaki, K., Takahashi, T. and Nomachi, M. (2016) High-reliability SpaceWire engine implemented on the SOISOC3 microprocessor: Components, short paper Proceedings of the 20167th International SpaceWire Conference, SpaceWire 2016, № 7771608. DOI: 10.1109/SpaceWire. 2016.7771608.
5. Polo, Ó. R., Sánchez, J., da Silva, A., Parra, P., Hellín, A. M., Carrasco, A. and Sánchez, S. (2021) Reliability-oriented design of on-board satellite boot software against single event effects Journal of Systems Architecture, 114, № 101920. DOI: 10.1016/j. sysarc. 2020.101920
6. Jung, S. and Choi, J. P. (2019) Predicting system failure rates of SRAM-based FPGA on-board processors in space radiation environments Reliability Engineering and System Safety, 183, pp. 374-386. DOI: 10.1016/j. ress. 2018.09.015.
7. Gorshkov, V. V., Prikhodko, D. I. and Mokryakov, A. V. (2021) Ustroistvo dlya upravleniya konfiguratsiei vychislitel'noi sistemy. Patent na poleznuyu model' 207176 U1, 15.10.2021. Zayavka № 2021118609 ot 25.06.2021. [Device for managing the configuration of a computer system]. A patent for utility model 207176 U1, 15.10.2021. Application № 2021118609 dated 25.06.2021.
8. Gorshkov, V. V., Prikhodko, D. I. and Mokryakov, A. V. (2022) Ustroistvo dlya upravleniya razryadnost'yu vychislenii. [Device for managing the bit ratio of calculations]. A patent for utility model 209758 U1, 22.03.2022. Application № 2021118607 dated 25.06.2021.
9. Chen, H., Wang, J. and Chen, X. DSP and ARM9 based swift switchover device for auxiliary power (2009) Dianli Zidonghua Shebei/Electric Power Automation Equipment, 29 (12), pp. 116-118.
10. Velychko, O., Hrabovskyi, O., Gordiyenko, T. and Volkov, S. Modeling of the Process Approach to the Life Cycle of Measuring Instruments (2021) Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3, pp. 93-102. DOI: 10.15587/1729-4061.2021.231225.
11. Debiev M.V., Magomadov R. A-M., Amkhaev T.Sh. and Ziniev Sh.Z. (2021) Effekty vnedreniya avtomatizirovannykh elektroenergeticheskikh sistem na osnove intellektual'nykh setei. [Effects of introducing automated electric power systems based on smart grids]. GGNTU Bulletin. Engineering Sciences, Volume XVII, № 1 (23), pp. 15-20.