

## ОСНАЩЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО КЛАССА ДЛЯ КРАТКОСРОЧНОГО ОБУЧЕНИЯ

### COMPUTER CLASS EQUIPMENT FOR SHORT-TERM TRAINING

**A. Arhangelsky  
R. Yukhimuk**

*Summary.* The article describes a model of reliability of computer class equipment during short-term training in field conditions. The practical significance of the approach described in the article is to increase the probability of the working condition of individual computer class equipment.

Currently, the organization of educational activities based on computer classes is widely used. The software allows you to create a simulator for operator training at an individual workplace. It is a specialized set of technical means that ensures the reproduction of conditions like those that appear during the operator's work when controlling a real object. A positive assessment of the organization of the learning process by specialists plays an important role in developing their motivation to perceive theoretical material and work independently in practical classes. One of the important signs of the correct organization of the learning process in a computer class is the presence of a full set of individual workstations and their serviceability. The basis for training in computer classes is specialized organizational and technical systems, the intensive use of which may cause equipment malfunction during short-term training. The considered structure for connecting individual workstations refers to general reservation with replacement, where a group of main computers is reserved by one element. The structure operates in a loaded reserve mode, in which an additional computer is used in the learning process. As a result of the consideration, the redundancy structure and probabilistic reliability characteristics of individual equipment for the restored system were determined.

*Keywords:* short-term training, computer class, reservation of individual equipment, structure of inclusion of individual equipment, simulator.

**Архангельский Алексей Алексеевич**

старший научный сотрудник, кандидат  
технических наук, Военно-космическая академия  
имени А.Ф. Можайского, г. Санкт-Петербург vka@mil.ru

**Юхимук Роман Алексеевич**

научный сотрудник, Военно-космическая академия  
имени А.Ф. Можайского, г. Санкт-Петербург  
vka@mil.ru

*Аннотация.* В статье приведено описание модели надежности оборудования компьютерных классов, при проведении краткосрочного обучения в полевых условиях. Практическая значимость подхода, описанного в статье, заключается в увеличении вероятности работоспособного состояния индивидуального оборудования компьютерного класса.

В настоящее время широко используется организация образовательной деятельности на основе компьютерных классов. Программное обеспечение позволяет создать на индивидуальном рабочем месте тренажер для обучения операторов. Он представляет собой специализированный комплекс технических средств, обеспечивающий воспроизведение условий, аналогичных тем, которые появляются в процессе работы оператора при управлении реальным объектом. Положительная оценка организации процесса обучения специалистами играет важную роль при формировании у них мотивации к восприятию теоретического материала и самостоятельной работе на практических занятиях. Одним из важных признаков правильной организации процесса обучения в компьютерном классе является наличие полного комплекта индивидуальных рабочих мест и их исправность.

Основой для обучения в компьютерных классах являются специализированные организационно-технические системы, при интенсивной эксплуатации которых во время краткосрочного обучения может возникнуть неисправность оборудования. Рассматриваемая структура подключения индивидуальных рабочих мест относится к общему резервированию с замещением, при котором группа основных компьютеров резервируется одним элементом. Структура работает в режиме нагруженного резерва, при котором дополнительный компьютер используется в процессе обучения. В результате рассмотрения определена структура резервирования и вероятностные характеристики надежности индивидуального оборудования для восстанавливаемой системы.

*Ключевые слова:* краткосрочное обучение, компьютерный класс, резервирование индивидуального оборудования, структура включения индивидуального оборудования, тренажер.

**А**ктуальность темы статьи определяется необходимостью повышения надежности компьютерных систем, используемых при краткосрочном обучении в полевых условиях.

В работе содержится решение задачи повышения уровня надежности компьютерных систем, при проведении краткосрочного обучения.

Целью статьи является определение вероятностных характеристик надежности системы индивидуального оборудования компьютерного класса.

Одним из средств получения навыков, необходимых оператору в современных условиях, являются тренажеры. В общем случае тренажер представляет собой специализированный комплекс технических средств, обе-

спечивающий воспроизведение условий, аналогичных тем, которые появляются в процессе работы оператора при управлении реальным объектом.

Тренажеры выполняют следующие функции:

- моделирование в реальном масштабе времени функционирования объекта и отображение внешней обстановки;
- контроль и регистрацию деятельности операторов в процессе обучения;
- воспроизведение информации, зафиксированной при обучении, с возможностью возврата на любой предыдущий этап процесса обучения.

Тренажеры для операторов специальной техники (погрузчики, трейлеры, строительная техника) должны соответствовать следующим требованиям [1]:

- навыки, формируемые на тренажере, должны быть такими же как при управлении специальной техникой;
- информационная модель, реализуемая в тренажере, должна с высокой достоверностью имитировать внешнюю обстановку;
- тренажер должен обеспечивать оператору возможность воспринимать результаты своих действий.

Информационная часть тренажеров реализуется на основе компьютерной техники.

В соответствии со строительными нормами СН 512–78 в помещениях (серверных), где функционирует компьютерная техника, должны поддерживаться определенные параметры микроклимата [2]:

- температура воздуха в помещениях  $+ 20^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$  (не более  $25^{\circ} \text{C}$ );
- относительная влажность воздуха от 20 % до 70 % (не более 75 % в холодный период, не более 65 % при температуре  $+ 25^{\circ} \text{C}$  и выше);
- запыленность воздуха в серверной (пыль, сажа, дым) не должна превышать  $0,75 \text{ мг/м}^3$  (с размерами частиц не более 3 мкм);
- допустимый уровень вибрации не должен превышать по амплитуде 0,1 мм и по частоте 25 Гц.

В полевых условиях нормативные параметры микроклимата для мест, где функционирует компьютерная техника, не соблюдаются и она быстрее становится неработоспособной. Для использования в полевых условиях обычной компьютерной техники необходимо увеличить ее надежность. Резервирование позволяет разрешить эту проблему без использования аппаратной части компьютеров в дорогостоящем специальном оформлении.

### Особенности краткосрочного обучения

В настоящее время получила распространение форма обучения, в которой преподаватель играет роль координатора, создающего возможности для обучения.

При организации краткосрочного обучения необходимо учитывать следующие особенности [3]:

- осознанное отношение у обучаемых специалистов к процессу обучения;
- практическая направленность специалистов в отношении обучения, стремление к применению полученных знаний, умений и навыков;
- различная скорость освоения материала и получения практических навыков обучаемыми специалистами;
- большое значение внутренней мотивации обучаемых операторов.

Существуют различные виды внутренней мотивации к обучению, например, получение навыков или престиж данного вида деятельности. В работе [4] отмечается, что факторами развития мотивации достижения являются, такие как актуализация, уровень притязаний и самооценка, которые связаны между собой. В соответствии с данными из материалов [5] доверие специалистов цифровым технологиям поддерживается их надежностью и удобством работы с ними. Положительная оценка организации процесса обучения специалистами играет важную роль при формировании у них мотивации на восприятие теоретического материала и самостоятельную работу на практических занятиях.

Одним из важных признаков правильной организации процесса обучения в компьютерном классе является наличие полного комплекта индивидуальных рабочих мест и их исправность.

Обучение проводится в компьютерном классе, оснащение которого должно соответствовать ГОСТ 53623–2009 Информационно-вычислительные системы. Комплекты вычислительной техники (компьютерные классы) для общеобразовательных учреждений [6]. Увеличение надежности индивидуальной части оборудования компьютерного класса достигается оборудованием резервного рабочего места для обучаемых специалистов. Техническое обслуживание компьютерной техники производится в соответствии с ГОСТ 18322 2016 Система технического обслуживания и ремонта техники; ГОСТ Р МЭК 61078–2021 Надежность в технике. Структурная схема надежности; ГОСТ 28470–90 Система технического обслуживания и ремонта технических средств вычислительной техники и информатики [7–9].

На рисунке 1 показана структурная схема подключения компьютеров. Для обучаемых специалистов предназначено 6 рабочих мест, постоянно используется 5 рабочих мест, а одно используется в режиме нагруженного резерва.

По виду подключения индивидуальных компьютеров рассматриваемая структура относится к общему

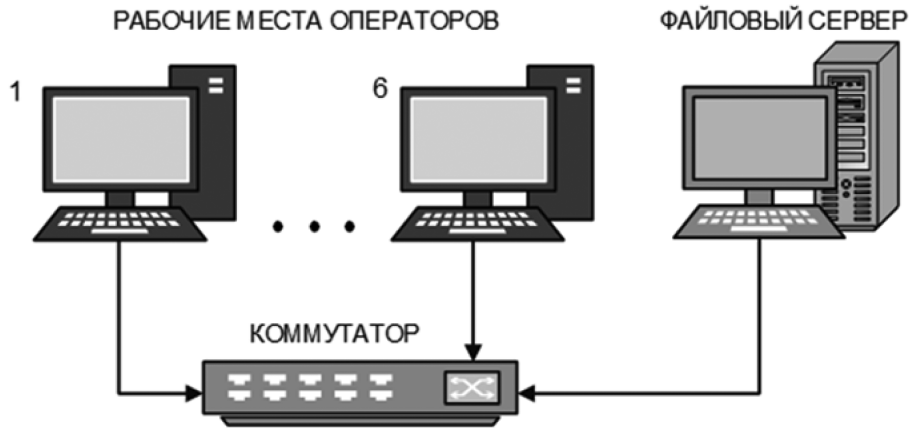


Рис. 1. Структурная схема подключения оборудования компьютерного класса

резервированию с замещением, при котором группа основных компьютеров резервируется одним элементом, который может заменить любой отказавший компьютер в данной группе [10].

Структура работает в режиме нагруженного резерва, при котором дополнительный компьютер используется в процессе обучения. Для равномерной загрузки компьютеров на индивидуальных местах используется следующая процедура циклического сдвига: в первый день работают РМО 1–5; во второй день работают РМО 2–6 и т.д. При таком порядке подключения РМО происходит равномерный износ оборудования.

В составе сети выделен отдельный компьютер — файловый сервер, который применяется для хранения общих ресурсов (архива учебных материалов, дистрибутивов программ и т. д.), также сервер используется для разграничения прав пользователей.

В базовую конфигурацию ПК включаются следующие основные устройства:

- системный блок;
- монитор;
- клавиатура;
- координатный указатель.

Компьютер с точки зрения надежности представляет собой соединение сложных устройств, каждое из которых оказывает влияние на работу других компонентов.

Далее приведен перечень основных элементов ПК в порядке увеличения срока работоспособного состояния:

- видеокарта (3 года);
- блок питания ПК (4 года);
- материнская плата (4 года);
- жесткий диск (5 лет).

Средняя длительность работы ПК без ремонта в нормальных условиях по температуре и влажности составляет от 3 до 5 лет.

Данная структура включения индивидуального оборудования описывается марковской моделью, которая приведена ниже.

#### Математическая модель

Для определения вероятностно-временных характеристик индивидуального оборудования компьютерного класса рассмотрим аналитическую модель обработки запросов на восстановление компьютера в виде системы массового обслуживания (СМО)  $M|M|1$ .

В соответствии с обозначениями классификации видов СМО и случайных процессов [11]:

$M$  — марковский процесс поступления заявок на обслуживание (интервалы времени между приходом заявок распределены по экспоненциальному закону), в данном случае поступлению заявки соответствует запрос клиента на восстановление работоспособности компьютера;

$M$  — марковский процесс времени обслуживания заявок (время обслуживания заявок распределено по экспоненциальному закону), процессу обслуживания соответствует процесс ремонта компьютера, вышедшего из строя;

1 — количество обслуживающих приборов, функции обслуживающего прибора выполняет ремонтная бригада.

В данном случае принимается модель потока, в котором заявки появляются в разные интервалы времени, на бесконечно малом интервале времени появляется не более одной заявки (ординарность потока). Для данного потока существуют характеристики случайного процесса (среднее значение, дисперсия и т. д.), которые не зависят от времени поступления заявок (стационарность потока). Заявки не зависят друг от друга, и порядок их поступления не влияет на процесс обслуживания (поток без последствия).

Для данной структуры существенной является работоспособность 2 компьютеров, в этом случае один из обучаемых специалистов остается без индивидуального рабочего места.

Процесс повреждения-восстановления компьютеров можно представить в виде графа модели СМО (рис. 2).

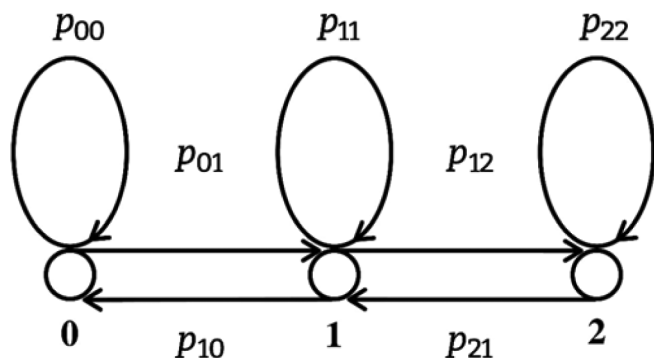


Рис. 2. Граф модели СМО для определения надежности системы индивидуального оборудования компьютерного класса

Система может находиться в трех состояниях [12]:

- 0 — все компьютеры исправны;
- 1 — один компьютер неработоспособен;
- 2 — два компьютера неработоспособны.

Это восстанавливаемая система многократного использования с нагруженным резервом и одной ремонтной бригадой.

Финальным вероятностям для данной модели соответствует система алгебраических уравнений при условии, что исходно система находится в состоянии 0 (работоспособны все компьютеры) [12]:

$$-\lambda p_0 + \mu p_1 = 0, \tag{1}$$

$$\lambda p_0 - (\lambda + \mu)p_1 + \mu p_2 = 0, \tag{2}$$

$$\lambda p_1 - \mu p_2 = 0, \tag{3}$$

где  $p_0$  — вероятность того, что все компьютеры работоспособны;

$p_1$  — вероятность того, что не работоспособен один компьютер;

$p_2$  — вероятность того, что 2 компьютера неработоспособны;

$\lambda$  — интенсивность отказа;

$\mu$  — интенсивность восстановления;

$n$  — количество обслуживающих ремонтных бригад.

Учитывая дополнительное условие,

$$p_0 + p_1 + p_2 = 1 \tag{4}$$

получаем следующие значения вероятностей, выраженные через  $p_0$ :

$$p_1 = \lambda p_0 / \mu, \tag{5}$$

$$p_2 = [\lambda / \mu] p_1 = [\lambda^2 / \mu^2] p_0, \tag{6}$$

$$p_0 = [1 + \lambda / \mu + \lambda^2 / \mu^2]^{-1}. \tag{7}$$

Пример расчета:

- $m = 5$  — количество одновременно работающих компьютеров;
- $\lambda = 1,28 \times 10^{-7}$  1/сек (повреждение компьютера индивидуального рабочего места происходит в среднем 1 раз в квартал);
- $\mu_1 = 3,85 \times 10^{-6}$  1/сек (восстановление работоспособности компьютера занимает в среднем 3 суток);
- $n = 1$  — количество ремонтных бригад;

$$p_0 = \lambda / \mu = 1,28 \times 10^{-7} / 3,85 \times 10^{-6} = 0,332 \times 10^{-1} = 3,32 \times 10^{-2}.$$

Поскольку 5 компьютеров работают одновременно (нагруженный резерв), то при вычислениях в формулы вместо значения  $\lambda$  следует подставлять  $5\lambda$ .

Определим вероятности  $p_0$ ,  $p_1$  и  $p_{\text{раб}}$  — вероятность того, что система из 5 компьютеров будет работоспособна:

$$\begin{aligned} p_0 &= [1 + m p_0 + m^2 p_0^2]^{-1} = \\ &= [1 + 5 p_0 + (5 p_0)^2]^{-1} = [1 + 5 \times 3,32 \times 10^{-2} + (5 \times 3,32 \times 10^{-2})^2]^{-1} = \\ &= [1 + 16,6 \times 10^{-2} + 0,0275]^{-1} = [1 + 16,6 \times 10^{-2} + 0,0275]^{-1} = \\ &= [1 + 0,193556]^{-1} = 0,837. \end{aligned}$$

Вероятность того, что все компьютеры будут исправны, равна  $p_0 = 0,837$ .

Вероятность того, что неработоспособен 1 компьютер:

$$p_1 = 5 p_0 p_0 = 5 \times 3,32 \times 10^{-2} \times 0,837 = 0,139,$$

$$p_{\text{раб}} = p_0 + p_1 = 0,837 + 0,139 = 0,976.$$

При наличии одного индивидуального рабочего места, работающего в режиме нагруженного резерва, вероятность того, что можно использовать для занятий 5 индивидуальных рабочих мест  $p_{\text{раб}} = 0,976$ .

### Заключение

В статье приведено решение задачи повышения уровня надежности компьютерных систем, при проведении краткосрочного обучения в полевых условиях. Практическая значимость подхода, описанного в статье, заключается в увеличении вероятности работоспособного состояния индивидуального оборудования компьютерного класса.

Рассмотрена марковская модель надежности обслуживания компьютерного класса. В данном случае структура подключения индивидуальных рабочих мест относится к системам общего резервирования с замещением. При этом группа основных компьютеров резервируется одним элементом, заменяющим любой отказавший компьютер в данной группе. Структура работает в режиме нагруженного резерва, при котором дополнительный компьютер используется в процессе обучения. Для равномерной загрузки компьютеров при-

менена процедура циклического сдвига имеющихся рабочих мест. Определены вероятностные характеристики такой структуры и по полученным значениям видно, что при резервировании существенно увеличивается вероятность работоспособного состояния индивидуального оборудования компьютерного класса. Практическая значимость подхода, описанного в статье, заключается в увеличении вероятности работоспособного состояния индивидуального оборудования компьютерного класса при функционировании в полевых условиях.

## ЛИТЕРАТУРА

1. А.В. Белякова, Б.В. Савельев. Анализ информационных моделей тренажеров для обучения водителей транспортных средств // Вестник СибАДИ 2019, том 16, № 5 (69) — С. 559–71.
2. СН 512–78 Строительные нормы. Инструкция по проектированию зданий и помещений для электронно-вычислительных машин. — М.: Стройиздат, 1979. — 28 с.
3. Лебедева Н.В. Обучение взрослых на курсах переподготовки и повышения квалификации: принципы и условия // Научный диалог. — 2013. — № 4(16): Психология. Педагогика. — С. 63–73.
4. Николаева Ю.Р., Силутина О.В. Мотивация достижения студентов вузов: факторы развития, диагностика // Менеджмент и социально-гуманитарное знание: тенденции и вызовы: сборник материалов Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, 27 апреля 2023 г. / редкол.: Ю.В. Вакулин, Н.В. Боковая [и др.]; Воронежский филиал РЭУ им. Г.В. Плеханова. — Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2023. — С.185–192.
5. Гардеева Е.Н. Доверие специалистов цифровым технологиям // Психология XXI века — 2023: наука как свобода и творчество. Сборник тезисов участников XXVII Международной научной конференции молодых ученых 10–12 мая 2023 г. / Под ред. А.В. Шаболтас. СПб.: Скифия-принт, 2023. — С.194–195.
6. ГОСТ 53623–2009 Национальный стандарт Российской Федерации. Информационные технологии. Информационно-вычислительные системы. Комплекты вычислительной техники (компьютерные классы) для общеобразовательных учреждений. — М.: Стандартинформ, 2019. — 41 с.
7. ГОСТ 18322–2016 Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения. — М.: Стандартинформ, 2017. — 16 с.
8. ГОСТ Р МЭК 61078–2021 Надежность в технике. Структурная схема надежности. М.: Стандартинформ, 2021. — 98 с.
9. ГОСТ 28470–90 Система технического обслуживания и ремонта технических средств вычислительной техники и информатики. Виды и методы технического обслуживания и ремонта. — М.: Стандартинформ, 2005. — 4 с.
10. Надежность и безопасность систем управления: учеб. пособие / А.Б. Кузнецов, В.В. Кузнецов, Н.А. Осипов и др. — СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2015. — 100 с.
11. Теория массового обслуживания. / Клейнрок Л. — М.: Машиностроение, 1979. — 432 с.
12. Теория надежности радиотехнических систем (математические основы) / Левин Б.Р. — М.: Сов. радио, 1978. — 264 с.

© Архангельский Алексей Алексеевич (vka@mil.ru); Юхимук Роман Алексеевич (vka@mil.ru)  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»