

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Полоцкий государственный университет»

**ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ:  
ДОСТИЖЕНИЯ, ПРОБЛЕМЫ, ИННОВАЦИИ  
(ИКТ-2018)**

Электронный сборник статей

I Международной научно-практической конференции,  
посвященной 50-летию Полоцкого государственного университета

(Новополоцк, 14–15 июня 2018 г.)

Новополоцк  
Полоцкий государственный университет  
2018

**Информационно-коммуникационные технологии: достижения, проблемы, инновации (ИКТ-2018)** [Электронный ресурс] : электронный сборник статей I международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию Полоцкого государственного университета, Новополоцк, 14–15 июня 2018 г. / Полоцкий государственный университет. – Новополоцк, 2018. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

Представлены результаты новейших научных исследований, в области информационно-коммуникационных и интернет-технологий, а именно: методы и технологии математического и имитационного моделирования систем; автоматизация и управление производственными процессами; программная инженерия; тестирование и верификация программ; обработка сигналов, изображений и видео; защита информации и технологии информационной безопасности; электронный маркетинг; проблемы и инновационные технологии подготовки специалистов в данной области.

*Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса. Регистрационное свидетельство № 3201815009 от 28.03.2018.*

Компьютерный дизайн М. Э. Дистанова.

Технические редакторы: Т. А. Дарьянова, О. П. Михайлова.

Компьютерная верстка Д. М. Севастьяновой.

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь  
тел. 8 (0214) 53-21-23, e-mail: irina.psu@gmail.com

**МОДЕЛЬ АНОМАЛИИ КАЧЕСТВА ИНТЕРАКТИВНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РУКОВОДСТВ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ**

**д-р техн. наук, проф. Я.А. ИВАКИН, канд. техн. наук, доц. Е.А. ФРОЛОВА**  
**(Санкт-Петербургский государственный университет**  
**аэрокосмического приборостроения» Россия)**

Научно-методическая концепция менеджмента качества интерактивных электронных технических руководств (ИЭТР) по эксплуатации и ремонту авиационной техники предусматривает, что улучшение программно-технологического качества указанных электронных руководств осуществляется с использованием известного квалиметрического инструментария для программных и информационных продуктов. Она предусматривает концентрацию на улучшении качества контента ИЭТР. В свою очередь, метод логических схем предметного контента (ЛСПК) для обеспечения качества разрабатываемых ИЭТР предоставляет разработчикам средство обеспечения именно качества контента ИЭТР по эксплуатации и ремонту авиационной техники. Однако, разработка электронного контента для ИЭТР с использованием ЛСПК не гарантирует отсутствия аномалий качества в нем. В случае, если применение метода многоуровневой оценки качества ИЭТР для авиационной техники покажет низкий результат достигнутого в результате разработки качества, то объективно возникает необходимость улучшения этого качества. Соответственно, такая необходимость определяет и задачу поиска аномалий в электронном контенте оцененного ИЭТР. Именно для решения этой задачи и предназначен метод выявления аномалий качества ИЭТР по эксплуатации и ремонту авиационной техники, которые были первоначально разработаны на базе соответствующих ЛСПК.

Модель аномалии качества ИЭТР предусматривает рассмотрение структуры ЛСПК как некоторого базового графа, а аномалии как более частного графа. Такой более частный граф представляет собой графическое описание различных частных искажений логики, описываемой в виде ЛСПК.

Существует целый ряд типовых искажений логики в построении электронного контента ИЭТР, в последовательности предъявления кадров и пр. В качестве наиболее простых примеров можно привести следующие:

- логическое кольцо. Эта ошибка свойственна ЛСПК со сложной и громоздкой структурой, изобилующей условными переходами. Суть её представима в виде продукции (1):

**Если установлен <факт А> то принимается <факт В>;** (1)  
**и установлен <факт В> то принимается <факт С>.**  
**и установлен <факт С> то принимается <факт А>.**

При всей очевидности существа этой ошибки, в условиях большого числа учитываемых и принимаемых факторов, и условных переходов в ЛСПК, она является самой массовой.

– транзитивное замыкание. Существо этой ошибки заключается в появлении логических связей в ЛСПК, которые игнорируют всю цепочку причинно-следственных свя-

зей установления тех или иных фактов. Суть её представима в одновременном наличии в ЛСПК структурных составляющих схемы представимых (2) и (3).

**Если** установлен <факт A> **то** принимается <факт B>; (2)  
**и** установлен <факт B> **то** принимается <факт C>;  
**и** установлен <факт C> **то** принимается <факт D>.

**Если** установлен <факт A> **то** принимается <факт D>; (3)

– не обусловленный факт (не выполненное условие). Существо этой ошибки заключается в появлении в ЛСПК фактов – вершин в их структуре, которые являются начальными в цепочке рассуждений, но сами контекстно не относятся к данной области рассуждений и логически не обусловлены. Аналогично, это относится к фактам, которые обуславливают другие факты как условия их установления, но последние не установлены в ЛСПК (обрыв). Графически такие ошибки представляются в виде вырожденных графов в одну вершину.

Иными словами, структура ЛСПК рассматривается как базовый граф в рамках которого определяется подграф изоморфный заданному. При этом изоморфизм графов понимается как отношение эквивалентности на множестве графов. Изоморфным отображением одного графа на другой называется взаимно однозначное отображение вершин и рёбер одного графа соответственно на вершины и рёбра другого графа, при котором сохраняется отношение инцидентности. Два графа называются изоморфными, если существует изоморфное отображение одного из этих графов на другой [62]. При этом, инцидентность - геометрический термин, употребляемый для обозначения отношения принадлежности (связи, соединения) между основными объектами геометрии (точками, прямыми, плоскостями и т.д. [1]. Граф на изоморфность, к которому определяется подграф в составе базового графа, представляющего структуру ЛСПК, графически задает соответствующий вид логической аномалии контента в ИЭТР по эксплуатации и ремонту авиационной техники (аномалии логики изложения предметного контента согласно ЛСПК).

Процесс представления аномалии графом изоморфно вложенным в структуру ЛСПК ИЭТР, при формализации описания модели указанной аномалии, используя математические методы аппарата теории графов, приобретает вид, представленный на Рисунке. Собственно алгоритм распознавания изоморфного вложения графа-аномалии в ЛСПК ИЭТР, по отношению к общему методу выявления аномалий качества ИЭТР по эксплуатации и ремонту авиационной техники, не будет иметь значительных логико-структурных изменений. В нём, прежде всего, конкретизированы процедуры декомпозиции ЛСПК и распознавания вложения аномальных структур на базе аппарата теории графов. Сложность применения такого подхода связана с тем, что задача распознавания аномалий качества в ЛСПК ИЭТР в этом случае определяется как задача распознавания изоморфного вложения графов (или изоморфизм подграфу), существующие алгоритмы решения которой имеют экспоненциальную временная сложность программной реализации [1].

Для любой алгоритмической задачи теории графов удаётся построить полиномиальный алгоритм или доказать её принадлежность к классу NP-полных задач. Задача определения изоморфизма графов – это одна из немногих задач теории графов, для которой не удалось осуществить синтез обобщенного полиномиального алгоритма решения, но для некоторых специальных классов графов удалось построить полиноми-

альные алгоритмы частных решений. Задачу определения изоморфного вложения графа большинство исследователей относят к классу NP-полных задач [1,2].



**Рисунок. – Основные этапы представления аномалии графом, изоморфно-вложенным в структуру ЛСПК ИЭТР**

Именно поэтому в работе был проведен дополнительный учет особенностей построения структур ЛСПК как направленных графов.

Задача распознавания изоморфизма графов имеет корректную интерпретацию в предметной области проектирования и создания ИЭТР по эксплуатации и ремонту авиационной техники. В частности, разработан целый ряд эффективных алгоритмов распознавания в составе сложного графа, каким является структура ЛСПК реального практически-применимого ИЭТР по эксплуатации и ремонту авиационной техники, подграфа изоморфного заданному (подграфа-аномалии качества) [1. Вместе с тем, решение задачи изоморфного вложения подграфа в состав графа-ЛСПК ИЭТР по эксплуатации и ремонту авиационной техники в программно-алгоритмическом плане является тривиальным и описано в работах [1, 2].

Таким образом, репрезентация аномалии качества ИЭТР по эксплуатации и ремонту авиационной техники графом, изоморфно вложенным в структуру его ЛСПК, позволяет свести выявление указанных аномалий к математико-алгоритмической задаче распознавания или поиска соответствующего изоморфного подграфа в структуре соответствующей логической схемы. Это позволяет обнаружить и распознать устойчивые структурные вложения, характеризующие логические ошибки подачи электронного контента в ИЭТР по эксплуатации и ремонту авиационной техники из перечня/базы заранее определённых аномальных логических подструктур.

### Литература

1. Алгоритмы и программы решения задач на графах и сетях / М.И. Нечепуренко [и др.]. — Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1990. — 515 с.
2. Зыков, А.А. Основы теории графов. — М. : Вузовская книга, 2004. — 664 с.