

ISSN 2311-8342



Всемирная ассоциация выставочной индустрии
Российский союз выставок и ярмарок
Торгово-промышленная Палата РФ



УГОЛЬ и МАЙНИНГ
РОССИИ
2 0 1 7



Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов



Новокузнецк
2017

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»
ВК «Кузбасская ярмарка»



Посвящается 400-летию города Новокузнецка

НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№3 - 2017

Главный редактор
д.т.н., проф. Фрянов В.Н.

Редакционная коллегия:
чл.-корр. РАН, д.т.н., проф. Клишин В.И., д.т.н., проф. Мышляев Л.П.,
д.т.н. Павлова Л.Д. (технический редактор), д.т.н. Палеев Д.Ю.,
д.т.н., проф. Домрачев А.Н., д.э.н., проф. Петрова Т.В.

Н 340 Научно-технические технологии разработки и использования минеральных ресурсов : науч. журнал / Сиб. гос. индустр. ун-т; под общей ред. В.Н. Фрянова. – Новокузнецк, 2017. - № 3. – 484 с.

Рассмотрены аспекты развития инновационных наукоёмких технологий диверсификации угольного производства и обобщены результаты научных исследований, в том числе создание роботизированных и автоматизированных угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий, базирующиеся на использовании прорывных технологий добычи угля и метана, комплексной переработке этих продуктов в угледобывающих регионах и реализации энергетической продукции потребителям в виде тепловой и электрической энергии.

Журнал предназначен для научных и научно-технических работников, специалистов угольной промышленности, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

Номер подготовлен на основе материалов Международной научно-практической конференции «Научно-технические технологии разработки и использования минеральных ресурсов», проводимой в рамках специализированной выставки технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг» (Новокузнецк, 6-9 июня 2017 г).

Конференция проведена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 17-05-20150

Основан в 2015 г.
Выходит 1 раз в год

Учредитель - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

УДК 622.2
ББК 33.1

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2017

ОПТИМАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСОВ ПРИ НЕЗАВИСИМОМ И СИСТЕМНОМ ТЕСТИРОВАНИИ РЕЛИЗОВ ИТ-СЕРВИСА.....	314
к.т.н. Зимин В.В., д.т.н. Киселева Т.В., Маслова Е.В.	
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЙ КОМПЛЕКС ГИДРО-ГАЗОВЫХ ЭНДОГЕННЫХ ШАХТНЫХ ПРОЦЕССОВ	321
¹ Давкаев К.С., ² к.т.н. Ляховец М.В., ² к.т.н. Гулевич Т.М., ² Золин К.А.	
1 - ООО «Синерго Софт Системс», г. Новокузнецк, Россия	
2 - Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ТОПЛИВНО-СЫРЬЕВОГО РЕГИОНА: ДИВЕРСИФИКАЦИЯ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ	326
д.т.н. Новичихин А.В., д.т.н. Фрянов В.Н., д.э.н. Петрова Т.В., д.т.н. Павлова Л.Д.	
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	
ОЦЕНКА СТРАТЕГИЙ РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА И МЕТОДА КВАЛИМЕТРИИ	330
к.э.н. Новоселов С.В.	
Международная академия наук экологии и безопасности жизнедеятельности, г. Кемерово, Россия	
ОЦЕНКА ОТХОДОВ УГЛЕОБОГАЩЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЮЖНОГО КУЗБАССА КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ	335
д.т.н. Столбоушкин А.Ю., Акст Д.В., к.т.н. Фомина О.А., Иванов А.И., Сыромясов В.А.	
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	
РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМА ПРИНЯТИЯ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПОЭТАПНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕООРУЖЕНИЯ УГОЛЬНЫХ ШАХТ.....	341
¹ Кулак В.Ю., ² д.э.н. Петрова Т.В., ² д.т.н. Новичихин А.В.	
¹ ЗАО «Промуглепроект», г. Новокузнецк, Россия	
² Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СОВОКУПНОЙ СТОИМОСТИ ВЛАДЕНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ ЗАКУПОК РЕСУРСОВ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	346
д.э.н. Петрова Т.В., Стрекалов С.В., д.т.н. Новичихин А.В.	
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	
МЕХАНИЗМЫ УПРАВЛЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЕМ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ РЕСУРСОВ НА РЕКУЛЬТИВАЦИЮ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ (НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЙ УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ)	351
Франк Е.Я.	
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	
ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ КЛАСТЕРОВ КАК ЭЛЕМЕНТОВ МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИКОЙ РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ).....	355
к.э.н. Иванова Е.В.	
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	
ПРОМЫШЛЕННАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	359
ОБ ИСТИННЫХ ПРИЧИНАХ ВЗРЫВОВ МЕТАНА НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ РОССИИ И НЕОБХОДИМОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ГОРНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА	361
д.т.н. Ордин А.А., к.т.н. Никольский А.М.	
Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск, Россия	
О ВЗРЫВООПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ МНОГОШТРЕКОВОЙ ПОДГОТОВКИ И ОТРАБОТКИ ПОЛОГИХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ.....	365
д.т.н. Скрицкий В.А.	
Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск, Россия	
МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ УДАРНЫХ ВОЛН ОТ ВЗРЫВА И ГОРЕНИЯ ГАЗОПЫЛЕВОЙ СМЕСИ В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ.....	371

ОПТИМАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСОВ ПРИ НЕЗАВИСИМОМ И СИСТЕМНОМ ТЕСТИРОВАНИИ РЕЛИЗОВ ИТ-СЕРВИСА

к.т.н. Зимин В.В., д.т.н. Киселева Т.В., Маслова Е.В.

Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия

Аннотация. Выполнена постановка задачи оптимального распределения ресурсов при независимом и системном тестировании релизов ИТ-сервисов. Для решения этой задачи предлагается использовать метод сетевого (дихотомического) программирования. Приведены конкретные примеры решения этой задачи.

Ключевые слова: ИТ-сервис, релиз, тестирование, сетевое программирование, оптимизация, затраты.

ИТ-сервис – это комплекс взаимодействующих ИТ-активов, цель которого состоит в производстве ценности для потребителя, определяемой полезностью, доступностью, мощностью, непрерывностью и безопасностью сервиса, или совокупность активов.

Жизненный цикл любого ИТ-сервиса состоит из стадий стратегии, проектирования, внедрения и эксплуатации. На стадии внедрения в эксплуатационную среду ИТ-сервис подвергается риску полной или частичной потери, кроме того, возможно разрушение самой эксплуатационной среды. Для снижения вероятности реализации такого риска предлагается разбивать внедряемый ИТ-сервис на релизы, встраивать их в специально созданную тестовую среду и проводить предварительное тестирование. Релизы могут встраиваться и тестироваться последовательно друг за другом, такое тестирование называется независимым. Если же релизы тестируются параллельно, то говорят о проведении системного тестирования. Чем выше качество проведенного тестирования, тем меньше вероятность возникновения какого-либо инцидента во время эксплуатации ИТ-сервиса

Для создания тестовой среды и проведения самого тестирования необходимо обеспечить организацию дополнительными ресурсами, и важной является задача минимизации затрат, необходимых при внедрении релизов ИТ-сервисов в эксплуатационную среду.

Ниже на рисунке 1 приведена схема изменения текущих базовых состояний эксплуатационной среды на новые состояния в результате встраивания в среду релизов ИТ-сервиса, которые обновляют технологические активы (релиз A_1), активы приложений (релиз A_2), активы портфеля сервисов (релиз A_3) и активы бизнеса (релиз A_4).

Обозначим через $P(A_i), i = \overline{1,4}$ – вероятность возникновения ИТ-происшествий в эксплуатационной среде при встраивании соответствующего релиза после тестирования. Качество K тестирования оценивается по трехбалльной шкале измерения: 1 – «плохо», что соответствует большому риску возникновения ИТ-происшествий, 2 – «удовлетворительно», что соответствует среднему риску, 3 – «хорошо», что соответствует малому риску.

Обозначим затраты на тестирование релиза A_i через $z(A_i), i = \overline{1,4}$. Функции затрат от качества тестирования релизов $z_K(A_i), K = \overline{1,3}, i = \overline{1,4}$ заданы, это показано в табл. 1.

Таблица 1

Функции затрат в зависимости от качества тестирования релизов

$K(A_i)$	3	2	1
$z_K(A_i)$	$z_3(A_i)$	$z_2(A_i)$	$z_1(A_i)$

Дадим постановку задачи оптимального распределения ресурсов при независимом и системном тестировании релизов ИТ-сервисов.

Дано:

1. Эксплуатационная среда, состав которой показан на рис. 1.
2. Пакет релизов $A_i=1, 2, 3, 4$.
3. Качество тестирования релизов $K(A_i)$.
4. Вероятности возникновения инцидентов $P(A_i), i = \overline{1,4}$.

5. Затраты на тестирование релизов: $z_k(A_i), K = \overline{1,3}, i = \overline{1,n}$.

6. Ограничение: $K(A_1 \cup A_2 \cup A_3 \cup A_4) \geq K^*$ при независимом тестировании ИТ-сервиса и $K(A_i | A_1, A_2, \dots, A_{i-1}) \geq K^*$ при системном тестировании ИТ-сервиса.

7. Критерий: суммарные затраты на тестирование релизов: $\sum_{i=1}^4 z_k(A_i)$.

Требуется:

Оптимизировать распределение ресурсов на тестирование при соблюдении ограничения и минимизации критерия, т.е. $\sum_{i=1}^4 z_k(A_i) \rightarrow \min$. Иначе, требуется определить такие минимальные

затраты $z_k(A_i), i = \overline{1,n}$, которые обеспечивают качество $K(A_1 \cup A_2 \cup A_3 \cup A_4) \geq K^*$ при независимом тестировании ИТ-сервиса и $K(A_i | A_1, A_2, \dots, A_{i-1}) \geq K^*$ при системном тестировании ИТ-сервиса, т.е. не ниже заданного уровня K^* .

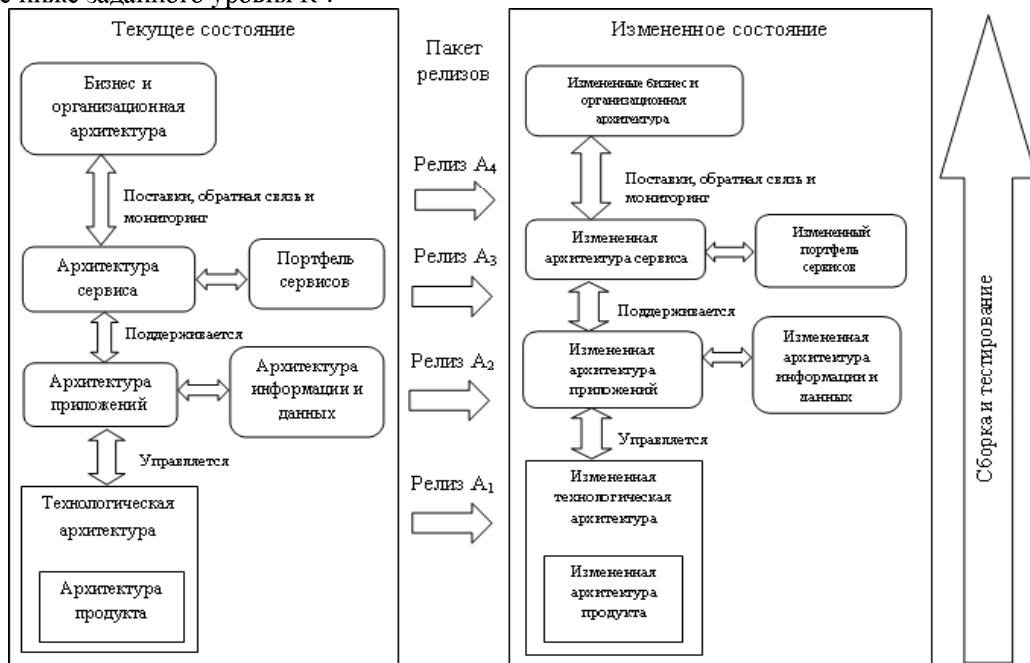


Рис. 1. Изменения текущих базовых состояний ИТ-среды на новые базовые состояния

Для упрощения процедуры решения поставленных задач предлагается использовать метод сетевого программирования. Для этого сложные функции представляются в виде композиции более простых, а само представление функции удобно использовать в виде сети (сетевое представление), где входами являются переменные функций, выходами – сами функции, промежуточные вершины – это функции, входящие в композицию. Две функции являются структурно подобными, если их сетевые представления совпадают, что является необходимым условием применения метода сетевого программирования.

Рассмотрим решение задачи оптимального распределения ресурсов сначала для случая системного тестирования релизов ИТ-сервисов при их внедрении в эксплуатационную среду.

На рис. 2 показаны сетевые представления функций затрат на тестирование и вероятности возникновения инцидентов при проведении тестирования. Очевидно, что они совпадают, то есть, эти функции структурно подобны, следовательно, возможно применение метода сетевого программирования.

Внедряемый ИТ-сервис S состоит в общем случае из n релизов A_i , т.е. $S=(A_1, A_2, \dots, A_n)$. Вероятность $P(S)=P(A_1, A_2, \dots, A_n)$ возникновения различных инцидентов при внедрении сервиса связана с числом связей сервисов между собой и со средой. Согласно теореме умножения вероятностей вероятность возникновения инцидентов будет рассчитываться по формуле:

$$P(A_1, A_2, \dots, A_n) = P(A_1)P(A_2 | A_1) \dots P(A_n | A_1, A_2, \dots, A_{n-1}). \quad (1)$$

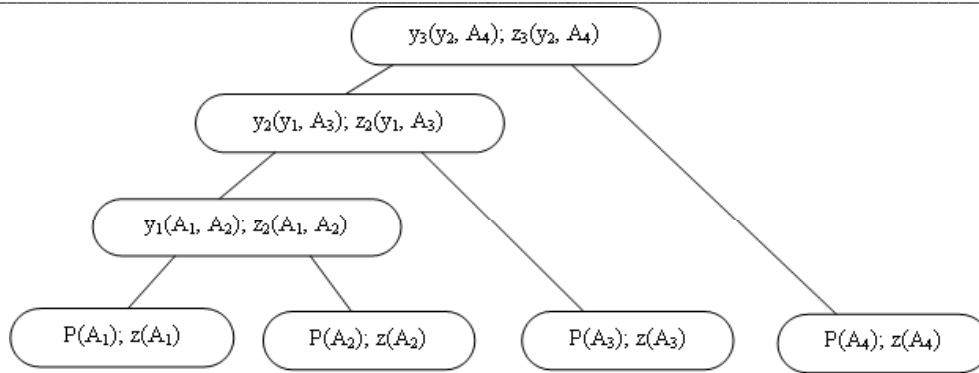


Рис. 2. Сетевое представление функций $P(A_i)$ и $z(A_i)$

На рис. 3 для примера приведен граф, который описывает связи между четырьмя релизами с компонентами самой среды, при этом числа на ветвях графа – это количества связей релизов между собой и со средой.

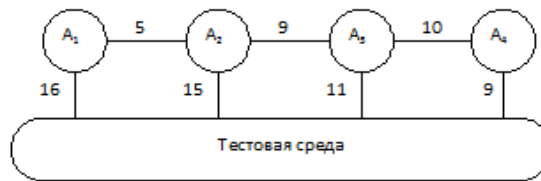


Рис. 3. Взаимные связи сервисов и их связи с эксплуатационной средой

В табл. 2 приведены числовые значения взаимных связей сервисов и связей с эксплуатационной средой.

Таблица 2

Численные значения связей сервисов

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
A ₁	16	5	0	0
A ₂	5	15	9	0
A ₃	0	9	11	10
A ₄	0	0	10	9

Положим, что:

$$P(A_i | A_1, A_2, \dots, A_{i-1}) = \frac{A_{ii} + A_{i(i-1)}}{\sum_{i=1}^n (A_{ii} + A_{i(i-1)})}, \quad (2)$$

где $A_{10}=0$.

Тогда:

$$P(A_1, A_2, \dots, A_n) = \prod_{i=1}^n \left(\frac{A_{ii} + A_{i(i-1)}}{\sum_{i=1}^n (A_{ii} + A_{i(i-1)})} \right). \quad (3)$$

Интервал $(0 \div P(A_i | A_1, A_2, \dots, A_{i-1}))$ делится на три равных подинтервала, после чего оценивается качество тестирования в зависимости от значения вероятности тестирования. Функции затрат $z_K(A_i/A_1, A_2, \dots, A_{i-1}), K = \overline{1,3}, i = \overline{1, n}$ от качества тестирования релизов известны.

Для функции затрат тогда имеют место следующие соотношения:

$$z_1 = \sum_{i=1}^2 z(A_i); z_2 = z_1 + z(A_3); z_3 = z_2 + z(A_4). \quad (4)$$

Для вероятностей справедливы следующие соотношения:

$$y_1 = P(A_1); y_2 = P(A_1)P(A_2 | A_1); \dots; y_{n-1} = P(A_1)P(A_2 | A_1) \dots P(A_n | A_1, \dots, A_{n-1}). \quad (5)$$

Для решения исходной задачи методом сетевого программирования необходимо последовательно решить $(n-1)$ задач:

Задача первого уровня:

$$z_1 = \sum_{i=1}^2 z(A_i) \rightarrow \min; K(y_1) = K(P(A_1)P(A_2 | A_1)) \geq K^*. \quad (6)$$

Задача второго уровня:

$$z_2 = z_1 + z(A_3) \rightarrow \min; K(y_2) = K(P(A_1)P(A_2 | A_1)P(A_3 | A_1, A_2)) \geq K^*. \quad (7)$$

...

Последней (n-1) задачей решается задача, которая соответствует выходу из сети:

$$z_{n-1} = z_{n-2} + z(A_n); K(y_{n-1}) = K(P(A_1)P(A_2 | A_1)...P(A_n | A_1, \dots, A_{n-1})) \geq K^*. \quad (8)$$

Решение (n-1) задачи является решением исходной задачи.

В случае с тестированием четырех релизов, связи которых приведены на рис. 3 и в табл. 2, по формуле 2 получаем:

$$P(A_1) = \frac{16}{75} = 0,21; P(A_2|A_1) = \frac{20}{75} = 0,27; \quad (9)$$

$$P(A_3|A_1, A_2) = \frac{20}{75} = 0,27; P(A_4|A_1, A_2, A_3) = \frac{19}{75} = 0,25.$$

Пусть затраты на тестирование релизов A_1 и A_2 в зависимости от качества проводимого тестирования описываются функциями $z_K(A_i)$, их значения заданы и приведены в табл. 3 и 4. Вычисленные интервалы $P(A_i)$ делим на три равных подинтервала.

Таблица 3

Значения затрат $z_K(A_1)$ при различных интервалах вероятностей и показателей качества тестирования

$K(P(A_1))$	3	2	1
$P(A_1)$	$(0 \div 0,07)$	$(0,07 \div 0,14)$	$(0,14 \div 0,21)$
$z_K(A_1)$	15	12	8

Таблица 4

Значения затрат $z_K(A_2|A_1)$ при различных интервалах вероятностей и показателей качества тестирования

$K(P(A_2 A_1))$	3	2	1
$P(A_2 A_1)$	$(0 \div 0,09)$	$(0,09 \div 0,18)$	$(0,18 \div 0,27)$
$z_K(A_2 A_1)$	21	17	9

Перемножая значения середин каждого полученных интервалов $P(A_1)$ и $P(A_2|A_1)$ при соответствующих значениях качества, получаем значения вероятности y_1 . Затраты, необходимые для тестирования, вычисляются путем суммирования затрат $z_K(A_1)$ и $z_K(A_2|A_1)$. Эти результаты приведены в табл. 5.

Таблица 5

Значения вероятностей y_1 и затрат $z(y_1)$ в зависимости от качества тестирования релизов

$K(P(A_1))$	3	3	3	2	2	2	1	1	1
$K(P(A_2 A_1))$	3	2	1	3	2	1	3	2	1
y_1	0,0016	0,0047	0,079	0,0047	0,0141	0,0236	0,0079	0,0236	0,0394
$z(y_1)$	36	32	24	33	29	21	29	25	17

Далее интервал $(0 \div \max(y_1))$ делится на три равных подинтервала, проверяется вхождение каждого полученного значения вероятности y_1 в эти интервалы. Из каждого интервала выбирается такое значение вероятности, при котором затраты будут минимальными, таким образом, получаем решение задачи первого уровня, приведенное в табл. 6.

Таблица 6

Итоговые значения вероятностей и затрат на тестирование релизов (A_1) и $(A_2|A_1)$

$K(y_1)$	3	2	1
y_1	0,0079	0,0141	0,0394
$z_K(y_1)$	24	29	17

Далее рассчитываем значения вероятности возникновения инцидентов и затрат на тестирование релизов A_1 и $(A_2|A_1)$ с релизом A_3 . y_1 и $z(y_1)$ вычислены на предыдущем шаге, значения $P(A_3|A_2, A_1)$ и $z_K(A_3|A_2, A_1)$ приведены в табл. 7.

Таблица 7

Значения затрат $z_K(A_3|A_2, A_1)$ при различных интервалах вероятностей и показателей качества тестирования

$K(P(A_3 A_2, A_1))$	3	2	1
$P(A_3 A_2, A_1)$	$(0 \div 0,09)$	$(0,09 \div 0,18)$	$(0,18 \div 0,27)$
$z_K(A_3 A_2, A_1)$	22	19	11

Расчет значений вероятности y_2 и затрат $z(y_2)$ проводится аналогично вышеизложенному, то есть решается задача второго уровня, ее результат приведен в табл. 8 и 9.

Таблица 8

Значения затрат $z(y_2)$ и вероятности y_2 при различном качестве тестирования

$K(y_1)$	3	3	3	2	2	2	1	1	1
$K(P(A_3 A_2, A_1))$	3	2	1	3	2	1	3	2	1
y_2	0,0004	0,0011	0,0018	0,0006	0,0019	0,0032	0,0014	0,0041	0,0068
$z(y_2)$	46	43	35	51	48	40	39	36	28

Таблица 9

Итоговые значения вероятности возникновения инцидентов при тестировании релиза $(A_3|A_2, A_1)$ и необходимых для этого затрат

$K(y_2)$	3	2	1
y_2	0,0014	0,0041	0,0068
$z_K(y_2)$	39	36	28

Далее аналогично рассчитываются значения вероятности и затраты на тестирование релиза A_4 . Вероятности и затраты на тестирование релиза A_4 описываются функциями $P(A_4|A_3, A_2, A_1)$ и $z_K(A_4|A_3, A_2, A_1)$, их значения приведены в табл. 10, они также заданы заранее.

Таблица 10

Значения затраты $z_K(A_4|A_3, A_2, A_1)$

$P(A_4 A_3, A_2, A_1)$	$(0 \div 0,08)$	$(0,08 \div 0,16)$	$(0,16 \div 0,25)$
$K(P(A_4 A_3, A_2, A_1))$	3	2	1
$z_K(A_4 A_3, A_2, A_1)$	15	10	8

По аналогии с приведенными выше расчетами вычисляем вероятность и затраты, необходимые при системном тестировании релизов с релизом A_4 . Все полученные при этом результаты приведены в табл. 11 и 12.

Таблица 11

Значения вероятностей возникновения инцидентов y_3 и затрат $z(y_3)$

$K(y_2)$	3	3	3	2	2	2	1	1	1
$K(P(A_4 A_3, A_2, A_1))$	3	2	1	3	2	1	3	2	1
y_3	0,0000	0,0002	0,0002	0,0001	0,0004	0,0008	0,0002	0,0008	0,00139
$z_K(y_3)$	6	0	9	6	9	6	7	1	4
$z_K(y_3)$	54	49	47	51	46	44	43	38	36

Таблица 12

Итоговые значения вероятности возникновения инцидентов и затрат на тестирование релиза $(A_4|A_3, A_2, A_1)$

$K(y_3)$	3	2	1
y_3	0,00027	0,00086	0,001394
$z_K(y_3)$	43	44	36

Следовательно, минимальные затраты на тестирование ИТ-сервиса с наилучшей оценкой качества тестирования, соответствующей 3 («хорошо»), составляют 43 единицы ресурсов, а вероятность возникновения инцидентов при внедрении ИТ-сервиса ничтожно мала и равна 0,00027.

В случае независимого тестирования релизов ИТ-сервисов вероятность возникновения ИТ-происшествий рассчитывается иначе.

Сетевые представления функций затрат и вероятностей возникновения при таком виде тестирования аналогичны сетевым представлениям, рассмотренным выше (рис. 2). Затраты в этом случае также рассчитываются по формуле (4).

Вероятность суммы двух совместных событий А и В определяется по формуле:

$$P(A + B) = P(A) + P(B) - P(AB). \tag{10}$$

Тогда вероятность y_1 возникновения ИТ-происшествий рассчитывается по формулам:

$$y_1(A_1, A_2) = P(A_1 + A_2) = P(A_1) + P(A_2) - P(A_1 \cap A_2), \tag{11}$$

$$y_2 = (y_1, A_3) = y_1 + P(A_3) - y_1 P(A_3), \tag{12}$$

$$y_3 = (y_2, A_4) = P(A_1 + A_2 + A_3 + A_4) = y_2 + P(A_4) - y_2 P(A_4). \tag{13}$$

Для решения задачи оптимального распределения ресурсов на тестирование релизов, как и в предыдущей задаче, ее следует разбить на несколько подзадач. Сначала рассчитываются значения $y_1(A_1, A_2)$ и $z_1(A_1, A_2)$. При этом

$$z_1 = \sum_{i=1}^2 z(A_i) \rightarrow \min; K(y_1) = K(A_1 + A_2) \geq K^*. \tag{14}$$

Далее с использованием полученных значений рассчитываются $y_2(y_1, A_3)$, $z_2(y_1, A_3)$ при следующих условиях:

$$z_2 = z_1 + z(A_3) \rightarrow \min; K(y_2) = K(A_1 + A_2 + A_3) \geq K^*. \tag{15}$$

После чего аналогично рассчитываются значения $y_3(y_2, A_4)$; $z_3(y_2, A_4)$ при условиях:

$$z_3 = z_2 + z(A_4) \rightarrow \min; K(y_3) = K(A_1 + A_2 + A_3 + A_4) \geq K^*. \tag{16}$$

Это и является решением исходной задачи.

Поясним вышеизложенное на примере четырех релизов из предыдущего примера. В качестве начальных значений вероятностей возникновения инцидентов используем значения $P(A_i)$, рассчитанные по формуле (2). Аналогично полученные интервалы $(0 \div P(A_i))$ разбиваются на три равных подинтервала. Значения функций затрат $z(A_i)$ заданы. Качество тестирования в зависимости от значений вероятностей возникновения инцидентов оценивается так же, как в предыдущем примере. Заданные значения затрат, вероятностей и качества тестирования при внедрении релизов A_1 и A_2 приведены в табл. 13 и 14.

Таблица 13

Значения затрат $z_k(A_1)$ при различных интервалах вероятностей и показателей качества тестирования

$K(P(A_1))$	3	2	1
$P(A_1)$	$(0 \div 0,07)$	$(0,07 \div 0,14)$	$(0,14 \div 0,21)$
$z_k(A_1)$	15	12	8

Таблица 14

Значения затрат $z_k(A_2)$ при различных интервалах вероятностей и показателей качества тестирования

$K(P(A_2))$	3	2	1
$P(A_2)$	$(0 \div 0,09)$	$(0,09 \div 0,18)$	$(0,18 \div 0,27)$
$z_k(A_2)$	21	17	9

В зависимости от качества тестирования релизов A_1 и A_2 , а значит и вероятностей возникновения инцидентов при внедрении этих релизов, рассчитываются вероятности y_1 (по формуле (11)) и затраты $z(y_1)$ (по формуле (4)), причем вероятности $P(A_i)$ возникновения ИТ-происшествий при внедрении релиза на каждом интервале берутся максимальными, итоговые вычисления представлены в табл. 15.

Таблица 15

Значения вероятностей возникновения инцидентов при тестировании релизов A_1, A_2 и затрат, необходимых для этого

$K(P(A_1))$	3	3	3	2	2	2	1	1	1
$K(P(A_2))$	3	2	1	3	2	1	3	2	1
y_1	0,154	0,237	0,321	0,217	0,295	0,372	0,281	0,352	0,423
$z(y_1)$	36	32	24	33	29	21	29	25	17

Таким образом, был получен интервал вероятностей $y_1 = (0,154 \div 0,423)$, который, в свою очередь, делится на три равных подинтервала, и качество тестирования релизов A_1 и A_2 приводится к трехбалльной шкале измерения. Для каждого подинтервала выбирается значение вероятности y_1 , при котором затраты на тестирование минимальны. Если таких значений вероятности несколько, то выбирается минимальное значение y_1 . Заключительное решение задачи первого уровня приведено в табл. 16.

Таблица 16

Итоговые значения y_1 и $z(y_1)$

$K(y_1)$	3	2	1
y_1	0,237	0,321	0,423
$z(y_1)$	32	24	17

Далее решается задача второго уровня, значения затрат, вероятностей и качества тестирования при внедрении релиза A_3 заданы и приведены в табл. 17. Определяются значения вероятностей y_2 возникновения ИТ-происшествий при внедрении релиза A_3 и затрат $z(y_2)$, необходимых для обеспечения соответствующего качества. Результаты этих расчетов представлены в табл. 18.

Таблица 17

Значения затрат $z_K(A_3)$ при различных интервалах вероятностей и показателей качества тестирования

$K(P(A_3))$	3	2	1
$P(A_3)$	$(0 \div 0,09)$	$(0,09 \div 0,18)$	$(0,18 \div 0,27)$
$z_K(A_3)$	22	19	11

Таблица 18

Значения вероятностей y_2 и затрат $z(y_2)$

$K(y_1)$	3	3	3	2	2	2	1	1	1
$K(P(A_3))$	3	2	1	3	2	1	3	2	1
y_2	0,306	0,375	0,443	0,382	0,443	0,504	0,475	0,527	0,579
$z(y_2)$	54	51	43	46	43	35	39	36	28

Определенный интервал $y_2 = (0,306 \div 0,579)$ разбивается на три равных подинтервала, на каждом из них выбирается такое значение вероятности, при котором значение функции затрат минимально. Полученное решение приведено в табл. 19.

Таблица 19

Итоговые значения y_2 и $z(y_2)$

$K(y_2)$	3	2	1
y_2	0,382	0,443	0,579
$z(y_2)$	46	43	28

В приведенном примере задача третьего уровня является последней, для ее решения используются значения вероятностей y_2 и затрат $z(y_2)$, а также заданные заранее значения затрат z_4 на тестирование релиза A_4 и вычисленные вероятности возникновения инцидентов $P(A_4)$. Исходные данные для решения задачи третьего уровня приведены в табл. 20, промежуточные результаты – в табл. 21.

Таблица 20

Значения затрат $z_k(A_4)$			
$P(A_4)$	$(0 \div 0,08)$	$(0,08 \div 0,16)$	$(0,16 \div 0,25)$
$K(P(A_4))$	3	2	1
$z_k(A_4)$	15	10	8

Таблица 21

Значения вероятностей y_3 и затрат $z(y_3)$									
$K(y_2)$	3	3	3	2	2	2	1	1	1
$K(P(A_4))$	3	2	1	3	2	1	3	2	1
y_3	0,438	0,493	0,549	0,493	0,543	0,594	0,617	0,655	0,693
$z(y_3)$	61	56	54	58	53	51	43	38	36

Аналогично предыдущим шагам полученный интервал $y_3 = (y_{\min} \div y_{\max})$ делится на три подинтервала, из каждого выбирается такое значение y_3 , при котором затраты будут минимальными. Это является итоговым результатом, представленным в табл. 22.

Таблица 22

Итоговые значения y_3 и $z(y_3)$			
$K(y_3)$	3	2	1
y_3	0,493	0,594	0,693
$z(y_3)$	56	51	36

Вывод. Таким образом, минимальные затраты на тестирование ИТ-релиза с оценкой «хорошо» составляют 56 единиц ресурсов. При этом вероятность возникновения ИТ-происшествий при внедрении ИТ-сервиса равна 0,493.

При сравнении полученных результатов решения задач оптимального распределения ресурсов при независимом и системном тестированиях, установлено, что проведение системного тестирования целесообразнее, так как при наилучшем его качестве и меньших затратах, требующихся для этого, вероятность возникновения ИТ-происшествий значительно ниже, чем при проведении независимого тестирования.

Библиографический список

1. Зимин, В.В. Оптимальное распределение ресурсов, необходимых для тестирования релизов ИТ-сервисов / В.В. Зимин, Т.В. Киселева, Е.В. Маслова // Моделирование и наукоемкие технологии в технических и социально-экономических системах: материалы IV всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2016. – С. 220-225.
2. Киселева, Т.В. Оптимальное распределение ресурсов при совместном испытании релизов ИТ-сервисов / Т.В. Киселева, Е.В. Маслова // «Технологии разработки информационных систем ТРИС-2016»: сб. труд. VII между. науч.-техн. конф. – Таганрог: изд. ЮФУ, 2016. – С. 40-44.

УДК 681.5.017

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЙ КОМПЛЕКС ГИДРО-ГАЗОВЫХ ЭНДОГЕННЫХ ШАХТНЫХ ПРОЦЕССОВ

¹Давкаев К.С., ²к.т.н. Ляховец М.В., ²к.т.н. Гулевич Т.М., ²Золн К.А.

1 - ООО «Синерго Софт Системс», г. Новокузнецк, Россия

2 - Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия

Аннотация. Рассматривается автоматизированный информационно-управляющий комплекс, предназначенный для предотвращения аварий, связанных с аэрологической обстановкой в подземных выработках, учета приема (выдачи) индивидуальных устройств, передачи и отображения данных измерительной информации и формирования упреждающих решений. Разработан адаптивный (многовариантный) алгоритм обработки измерительной информации непрерывных многомерных величин и влияющих воздействий.

Научное издание

НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Под общей редакцией профессора В.Н. Фрянова

Компьютерная верстка Л.Д. Павловой

Подписано в печать 25.05.2017 г.

Формат бумаги 60x84 1/16. Бумага писчая. Печать офсетная.

Усл.печ.л. 28,8 Уч.-изд. л. 30,4 Тираж 1000 экз. Заказ 295

Сибирский государственный индустриальный университет

654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42.

Издательский центр СибГИУ