

МОДЕЛЬ ПРОЦЕССОВ АУДИТА КАЧЕСТВА ИТ-СЕРВИСОВ В ОБЛАЧНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ

А.В. Скатков, Е.Н. Мащенко, В.И. Шевченко (Севастополь)

Введение

В настоящее время для облачных инфраструктур особенно актуальной является проблема сервисного обслуживания, в связи с повышенными требованиями к параметрам качества KPI (Key Performance Indicators)[1] и дифференциации степени критичности приложений в облачной архитектуре. Одним из современных способов организации сервисного обслуживания является концепция ITSM (IT Service Management), изложенная в ITIL (IT Infrastructure Library) [2].

В рамках данной работы проводится исследование процессов аудита качества ИТ-сервисов, предоставляемых облачными провайдерами пользователям облачной вычислительной среды. Взаимодействия акторов «пользователь» - «провайдер» - «аудитор» осуществляется при посредничестве брокера облачных вычислений. Описание специфики акторов приведено в референтной модели облачной инфраструктуры, разработанной Национальным институтом стандартов и технологий (NIST, США) [3] и адаптированной для крупномасштабных научных вычислений в [4]. В качестве формального аппарата для описания модели использованы полумарковские процессы с общим фазовым пространством состояний. Схема информационного взаимодействия акторов облачной инфраструктуры приведена на рис. 1.

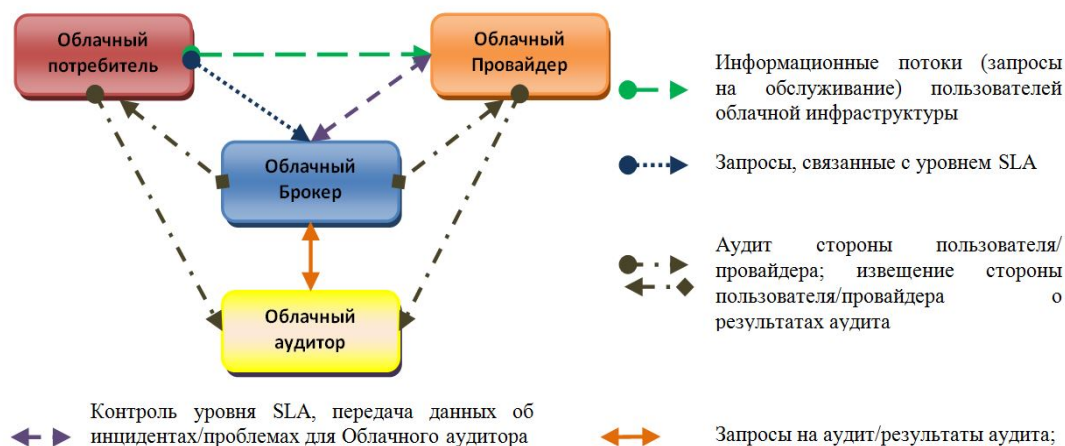


Рис.1. Схема информационного взаимодействия акторов облачной инфраструктуры

Постановка задачи

Процесс контроля и аудита качества облачной услуги с использованием облачного брокера [5] как посредника (инструмента взаимодействия) между потребителем и провайдером включает три основных сценария: 1) пользователь обращается к брокеру с запросом на изменение параметров соглашения об уровне качества (Service Level Agreement, SLA), брокер инициирует этот процесс для провайдера и контролирует его исполнение; 2) пользователь обращается к брокеру с запросом о возникновении инцидента – некритического нарушения SLA (например, уменьшения производительности сервиса), брокер инициирует процесс аудита качества

сервиса, по результатам аудита провайдер устраняет инцидент; 3) пользователь обращается к брокеру с запросом о возникновении проблемы – критического нарушения SLA (например, нарушения доступности сервиса), брокер инициирует процесс аудита качества сервиса, по результатам аудита провайдер устраняет проблему. Завершающим этапом каждого из сценариев является извещение пользователя о результатах аудита и управления качеством сервисов. Таким образом, процесс управления качеством облачных сервисов включает три цикла, реализующих три основных сценария, описанных выше.

Задача заключается в построении аналитической модели процессов аудита качества сервисов облачных услуг и нахождении следующих характеристик: средних времен обслуживания запросов пользователей облачной инфраструктуры по классам, вероятностей обслуживания запросов различных классов. Методика построения полумарковских моделей изложена в [6].

Описание модели организации процессов аудита качества ИТ-сервисов в облачной вычислительной среде

Рассмотрим случайный процесс функционирования облачной архитектуры (далее - системы) с точки зрения управления качеством сервисов. Все случайные величины (СВ) этого процесса имеют произвольные функции распределения (ФР). Каждая СВ отображает определенную стадию процесса управления качеством облачных сервисов.

В начальный момент времени система находится в состоянии полного соответствия параметров качества сервисов уровню SLA, облачный брокер находится в состоянии готовности к приему запросов на обслуживание.

Введем следующую кодировку состояний процесса аудита качества сервисов облачных сервисов: $i j k m$; где i – индикатор состояния удовлетворенности пользователя качеством облачных сервисов, $i = \{0; 1; 2; 3\}$: $i = 0$ – пользователь удовлетворен качеством сервисов; $i = 1$ – пользователь направляет брокеру запрос на изменение параметров SLA; $i = 2$ – пользователь направляет запрос на устранение инцидента (допустимого нарушения уровня качества сервисов); $i = 3$ – пользователь направляет запрос на устранение проблемы (недопустимого нарушения уровня качества сервисов); j – индикатор состояния облачного брокера, $j = \{0; 1; 2; 3\}$: $j = 0$ – работа в стандартном режиме; $j = 1$ – передача запроса на изменение параметров SLA провайдеру облачной услуги и контроль процесса изменений; $j = 2$ – прием запроса на устранение инцидента, активизация процесса аудита, контроль процесса устранения инцидента провайдером; $j = 3$ – прием запроса на устранение проблемы, активизация процесса аудита провайдера, контроль процесса устранения проблемы провайдером; k – индикатор состояния провайдера, $k = \{0; 1; 2; 3\}$: $k = 0$ – работа в стандартном режиме; $k = 1$ – работа в режиме изменения параметров SLA, $k = 2$ – работа по устранению инцидента; $k = 3$ – работа по устранению проблемы; m – индикатор состояния аудитора, $m = \{0; 1; 2\}$: $j = 0$ – запросы на аудит отсутствуют, $j = 1$ – проводится аудит со стороны пользователя, $j = 2$ – проводится аудит со стороны провайдера.

Стохастическое функционирование системы определяется следующими случайными временами: 1) время возникновения запроса о необходимости изменения параметров SLA – СВ α_1 с ФР $F_1 \{ \alpha_1 \leq t \}$; 2) время возникновения инцидента α_2 с ФР $F_2 \{ \alpha_2 \leq t \}$; 3) время возникновения проблемы α_3 с ФР $F_3 \{ \alpha_3 \leq t \}$; 4) время подготовки запроса (ВПЗ) пользователем о необходимости изменения параметров SLA – СВ β_1 с

ФР $G_1 \{ \beta_1 \leq t \}$; 4) ВПЗ пользователем о возникновении инцидента – СВ β_2 с ФР $G_2 \{ \beta_2 \leq t \}$; 5) ВПЗ пользователем о возникновении проблемы – СВ β_3 с ФР $G_3 \{ \beta_3 \leq t \}$; 6) время обработки запроса (ВОЗ) на изменение параметров SLA на уровне брокера – СВ γ_1^1 с ФР $H_1^1 \{ \gamma_1^1 \leq t \}$; 7) ВОЗ на изменение параметров SLA на уровне провайдера – СВ γ_3^1 с ФР $H_3^1 \{ \gamma_3^1 \leq t \}$; 8) время обработки инцидента (ВОИ) на уровне брокера – СВ γ_1^2 с ФР $H_1^2 \{ \gamma_1^2 \leq t \}$; 7) время аудита инцидента – СВ γ_2^2 с ФР $H_2^2 \{ \gamma_2^2 \leq t \}$; 8) ВОИ на уровне провайдера – СВ γ_3^2 с ФР $H_3^2 \{ \gamma_3^2 \leq t \}$; 9) время обработки проблемы (ВОП) на уровне брокера – СВ γ_1^3 с ФР $H_1^3 \{ \gamma_1^3 \leq t \}$; 10) время аудита проблемы – СВ γ_2^3 с ФР $H_2^3 \{ \gamma_2^3 \leq t \}$; 11) ВОП на уровне провайдера - СВ γ_3^3 с ФР $H_3^3 \{ \gamma_3^3 \leq t \}$.

Процесс функционирования системы определен следующими полумарковскими состояниями: 1) 0000 – состояние полного соответствия параметров качества сервисов уровню SLA, брокер находится в состоянии готовности к приему запросов на обслуживание; 2) 1000 – подготовка запроса на изменение SLA со стороны потребителя; 3) 1100 – запрос на изменение SLA принят и обрабатывается брокером; 4) 1110 – запрос на изменение SLA принят и обрабатывается провайдером; 5) 2000 – подготовка запроса на возникновение инцидента со стороны потребителя; 6) 2200 – запрос на возникновение инцидента принят и обрабатывается брокером; 7) 2201 – проводится аудит инцидента; 8) 2220 – информация по аудиту инцидента принята и обрабатывается провайдером; 9) 3000 – подготовка запроса на возникновение проблемы со стороны потребителя; 10) 3300 – запрос на возникновение проблемы принят и обрабатывается брокером; 11) 3302 – проводится аудит проблемы; 12) 3330 – информация по аудиту проблемы принята и обрабатывается провайдером.

Таким образом, пространство состояний системы E имеет вид:

$$E = \{0000, 1000, 1100, 1110, 2000, 2200, 2201, 2220, 3000, 3300, 3302, 3330\}.$$

Диаграмма состояний и переходов системы приведена на рис. 2.

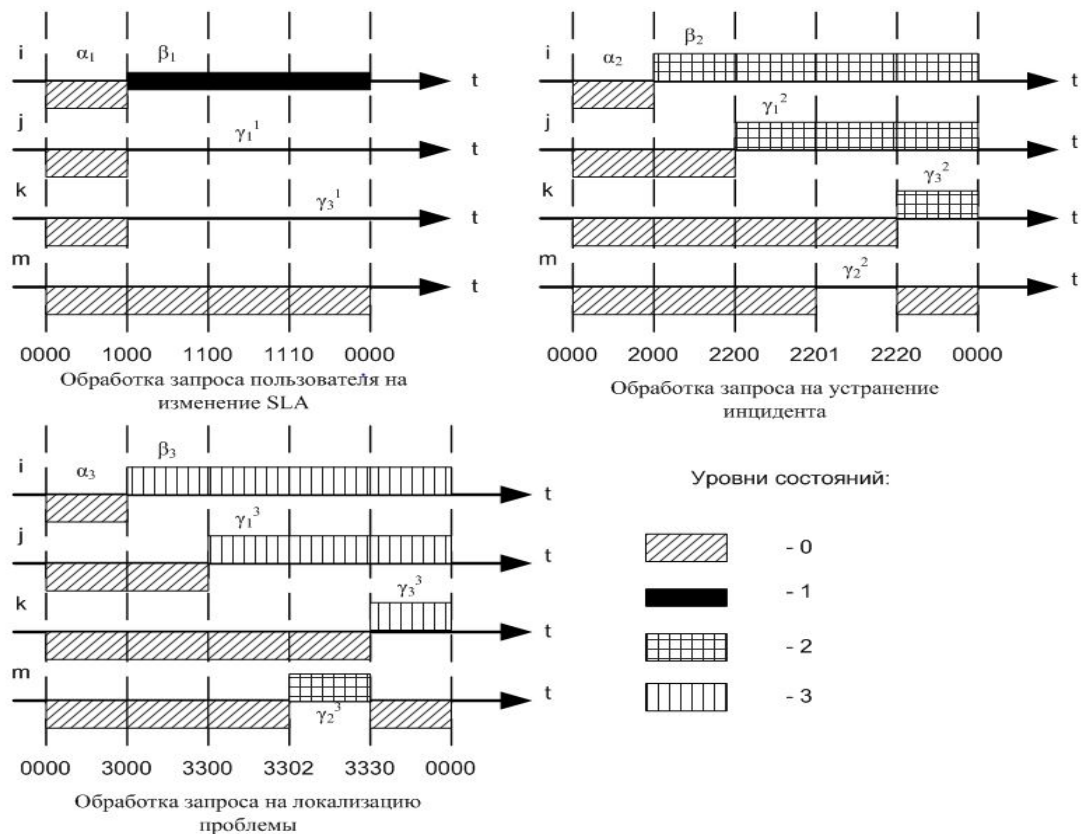


Рис. 2. Диаграмма состояний и переходов системы
 Определим времена пребывания в состояниях системы, согласно[6]:

$$\theta_{0000} = \min\{\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3\}; \theta_{1000} = \beta_1; \theta_{1100} = \gamma_1^1; \theta_{1110} = \gamma_3^1; \theta_{2000} = \beta_2; \theta_{2200} = \gamma_1^2;$$

$$\theta_{2201} = \gamma_2^2; \theta_{2220} = \gamma_3^2; \theta_{3000} = \beta_3; \theta_{3300} = \gamma_1^3; \theta_{3302} = \gamma_2^3; \theta_{3330} = \gamma_3^3.$$

На основе построенной модели могут быть получены следующие системные характеристики: 1) P_1 – вероятность нахождения системы в подмножестве состояний обработки запроса о необходимости изменения параметров SLA; 2) P_2 – вероятность нахождения системы в подмножестве состояний обработки инцидента; 3) P_3 – вероятность нахождения системы в подмножестве состояний обработки проблемы; 4) T_1 – среднее время обработки запроса о необходимости изменения параметров SLA; 5) T_2 – среднее время обработки инцидента; 6) T_3 – среднее время обработки проблемы.

Определим необходимые для вычисления данных характеристик подмножества состояний: 1) E_1 – подмножество состояний, в которых происходит цикл обработки обработки запроса о необходимости изменения параметров SLA: $E_1 = \{1000, 1100, 1110\}$; 2) E_2 – подмножество состояний, в которых происходит цикл обработки инцидента: $E_2 = \{2000, 2200, 2201, 2220\}$; 3) E_3 – подмножество состояний, в которых происходит цикл обработки проблемы: $E_3 = \{3000, 3300, 3302, 3330\}$.

Тогда искомые характеристики системы определяются следующим образом:

$$P_1 = \frac{T_1}{\bar{T}} = \frac{\sum_{i \in E_1} \bar{T}_i}{\bar{T}}; \quad P_2 = \frac{T_2}{\bar{T}} = \frac{\sum_{i \in E_2} \bar{T}_i}{\bar{T}}; \quad P_3 = \frac{T_3}{\bar{T}} = \frac{\sum_{i \in E_3} \bar{T}_i}{\bar{T}}$$

где \bar{T}_i – средние времена пребывания в состояниях заданного подмножества;
 \bar{T} – среднее время функционирования системы от события изменения либо нарушения требований SLA до следующего такого события.

Средние времена обработки запроса на изменение SLA, обработки инцидента и проблемы определяются числителями формул для определения вероятностей P_1, P_2, P_3 соответственно.

Выводы

Таким образом, в результате исследований формализованы процессы аудита качества сервисов облачных услуг. Построена аналитическая модель на основе полумарковских процессов; получены выражения для нахождения следующих системных характеристик: вероятности нахождения системы в подмножестве состояний обработки запроса о необходимости изменения параметров SLA; вероятности нахождения системы в подмножестве состояний обработки инцидента; вероятности нахождения системы в подмножестве состояний обработки проблемы; среднего времени обработки запроса о необходимости изменения параметров SLA; среднего времени обработки инцидента; среднего времени обработки проблемы.

Перспективами дальнейших исследований являются: подбор параметров для построенной модели на основе анализа статистических данных по функционированию облачной инфраструктуры и исследование полученных характеристик качества ИТ-сервисов. Планируется построение гибридной аналитико-имитационной модели исследуемых процессов с использованием алгоритма имитационного моделирования полумарковских процессов, рассмотренного в [7].

Применение такой модели позволит: повысить адекватность описания процессов аудита ИТ-сервисов на основе доступной априорной информации; повысить эффективность проактивного управления рисками возникновения критических ситуаций потери уровня SLA в облачных инфраструктурах за счет своевременного перераспределения вычислительных ресурсов, основанного на рекомендациях облачных аудиторов и комплексных стратегиях управления брокеров облачной среды.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 15-29-07936).

Литература

1. Брукс П. Метрики для управления ИТ-услугами: пер. с англ. [Текст] / Питер Брукс. – М: Альпина Бизнес Букс, 2008. – 283 с.
2. Ян Ван Бон. ИТ Сервис-менеджмент, введение [Текст] // Я.В. Бон, Г. Кеммерлинг, Д. Пондаман; М: IT Expert, 2003. – 215 с.
3. NIST.gov — Computer Security Division — Computer Security Resource Center [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://csrc.nist.gov/groups/SNS/cloud-computing/>. Дата доступа – 20.05.2015.

4. Скатков А.В. Концептуальная модель взаимодействия агентов облачного сервиса при проведении крупномасштабных научных исследований / А.В. Скатков, В.И. Шевченко, Ю.П. Николаева, Д.В. Сигаев // Информационные технологии и информационная безопасность в науке, технике и образовании “ИНФОТЕХ-2015”. Материалы международной научно-практической конференции, 2015 — Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2015. – С. 45 – 46.
5. В. Грайнер. Посредники между облаками. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.osp.ru/lan/2012/05/13015725/>. Дата доступа – 1.09.15
6. Королюк В.С. Стохастические модели систем [Текст] / В.С. Королюк. – К.: Наук. думка, 1989. – 208 с.
7. Мащенко Е.Н. Исследование процессов сервисного обслуживания критических ИТ-инфраструктур на основе полумарковской модели / Е.Н. Мащенко, В.И. Шевченко / Радиоэлектронные и компьютерные системы. - Харьков, НАУ ХАИ, 2013. - 5(64). 426 с., стр.57– 64.