

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича»

Методика формирования расширенной объектно-ориентированной модели априорно-неопределённой интеграции сервис-ориентированных средств

д.т.н. профессор Птицына Л.К.

Объект и предмет исследования:

Объект:

Процесс функционирования систем
интеграции сервис-ориентированных
средств.

Предмет:

Факторы, влияющие на качество интеграции
сервис-ориентированных средств.

Научная новизна

- предложена концептуальная основа формирования статистических критериев качества интеграции сервис-ориентированных средств, ориентированная на обеспечение возможности его оптимизации;
- впервые формализован процесс формирования расширенных объектно-ориентированных моделей интеграции сервис-ориентированных средств при априорной неопределённости в её описаниях, связанной с изменяющимися условиями поведения окружающих инфокоммуникационных сред;
- выведена новая система аналитических определений показателей качества систем интеграции сервис-ориентированных средств с учётом априорной неопределённости в синхронизации параллельных действий и при вероятных воздействиях инфокоммуникационной среды.

Практическая значимость

- обеспечена возможность аналитической оценки показателей качества интеграции сервис-ориентированных средств при априорной неопределённости в её описаниях, связанной с изменяющимися условиями поведения окружающих инфокоммуникационных сред;
- подтверждена правильность основных процедур аналитической оценки показателей интеграции сервис-ориентированных средств при априорной неопределённости в её описаниях, связанной с изменяющимися условиями поведения окружающих инфокоммуникационных сред;
- сформировано математическое обеспечение для разработки сервиса по управлению качеством интеграции сервис-ориентированных средств при априорной неопределённости в её описаниях, связанной с изменяющимися условиями поведения окружающих инфокоммуникационных сред.

Цель исследования:

Расширение методологического сопровождения жизненного цикла систем интеграции сервис-ориентированных средств, предусматривающего определение и оценивание качества функционирования при априорной неопределённости в описаниях их организации, связанной с изменяющимися условиями поведения окружающих инфокоммуникационных сред.

Задачи исследования

- систематизировать представления о качестве информационных систем и выбрать показатели качества функционирования систем интеграции сервис-ориентированных средств при априорной неопределённости
- сформировать с позиции теории исследования операций концептуальную основу для определения критериев качества функционирования систем интеграции сервис-ориентированных средств при априорной неопределённости в описаниях их организации, связанной с изменяющимися условиями поведения окружающих инфокоммуникационных сред;
- обосновать выбор подхода к описанию и класса моделей априорной неопределённости интеграции сервис-ориентированной архитектуры;

Задачи исследования

- разработать методику формирования расширенной объектно-ориентированной модели интеграции сервис-ориентированных средств при априорной неопределённости характеризующейся условиями поведения окружающих инфокоммуникационных сред;
- определить показатели качества систем интеграции сервис-ориентированных средств с учётом априорной неопределённости в синхронизации параллельных действий;
- разработать аналитические определения характеристик качества функционирования системы интеграции сервис-ориентированных средств при вероятных воздействиях инфокоммуникационной среды;

Задачи исследования

- разработать инструментарий для проверки правильности основных процедур оценки показателей качества функционирования систем интеграции сервис-ориентированных средств при априорной неопределённости.
- подтвердить правильность основных процедур оценки показателей качества функционирования систем интеграции сервис-ориентированных средств при априорной.

Выводы по результатам анализа исследований:

Не учитывается решение проблемных ситуаций преодоления априорной неопределённости в объединении сервисов, учёта асинхронности в их функционировании и активности окружающей среды.

Определение показателей качества

Группы показателей качества:

- **Системные**

- **Прикладные**

- ***Ресурсные***

- *потребление ресурсов процессоров (CPU);*
- *потребление оперативной памяти (MEM)*
- *потребление ресурсов файловой системы (IO);*
- *потребление ресурсов сетевого канала связи (NET).*

- ***Процессные***

- *плотность распределения*
- *функция распределения*
- *риск срыва требуемого временного регламента*
- *математическое ожидание*
- *дисперсия и иные числовые характеристики*

Интеграция сервис-ориентированных средств с позиции теории исследования операций

M_0 – множество рассматриваемых стратегий интеграции сервис-ориентированных средств;

Y – прикладные показатели, определяющие оптимальность выполнения сервисных функций при конкретной задаче;

Z – характеристики среды функционирования сервис-ориентированных средств.

Соблюдается условия:

- Отношение \geq на множестве M_0 является слабым упорядочением.
- Множество сервисов M_0 исчислимо.

Интеграция сервис-ориентированных средств с позиции теории исследования операций

$$x_i \geq x_j : f(x_i) \geq f(x_j), \forall x_i, x_j \in M_0$$

Типы стратегий	При заданных u и x	При любых x и u
Наилучшая	$F(x^*, y', z') = \min_{x \in M_0} F(x, y', z'),$ $(y', z') \in Y \times Z$	$F(x, y, z) = \min_{x \in M_0} F(x, y, z),$ $\forall (y, z) \in Y \times Z.$
Квазинаилучшая стратегия	$F(x^*, y', z') \leq (1 + \varepsilon) \min_{x \in M_0} F(x, y', z'),$ $(y', z') \in Y \times Z.$	$F(x, y, z) = (1 + \varepsilon) \min_{x \in M_0} F(x, y, z),$ $\forall (y, z) \in Y \times Z.$
Оптимальная стратегия интеграции	—	$F(x^*, y, z) = \max_{x \in M_0} \min_{(y, z) \in M_0} F(x, y, z).$

Интеграция сервис-ориентированных средств с позиции теории исследования операций

Для многокритериального выбора используется метод свертки, для построения которого необходимо:

- Определить принцип оптимальности выбора альтернативы интеграции сервис-ориентированных средств на основе свертки частных критериев.
- Выбрать вид свертки .
- Определить параметры свертки критериев для полного ее восстановления со свойствами:

$$x_1 \geq x_2 : \mu(f(x_1)) \geq \mu(f(x_2)) \sim f(x_1) \geq f(x_2),$$

В общем случае свертка исходных критериев имеет вид:

$$\mu(f(x)) = \mu(u_1(f_1(x)), u_2(f_2(x)), \dots, u_n(f_n(x)))$$

$x \in M_0$ – множество допустимых вариантов реализации интеграции;

$f(x) = (f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x))$ – вектор исходных критериев качества интеграции,

Определение показателей качества системы интеграции сервис-ориентированных средств с учетом априорной неопределенности

1. Определение вида деятельности
2. Определение множества действий \mathbf{D} ($|\mathbf{D}|=I$) в деятельности сервис-ориентированных средств.
3. Описание каждого действия $a_i, i = 0, 1, 2, \dots, I$, плотностью вероятности $u_i(k_i), k_i = 1, 2, \dots, K_i$
4. Организация потока управления из узлов координации действий сервис-ориентированных средств.
5. Представление каждой альтернативной вариации всех узлов решения соответствующей вероятностью с $p_{j,l}, j = 1, 2, \dots, J; l = 1, 2, \dots, L_j$. Введенные вероятности определяются средствами системы мониторинга или оценками вероятности событий, совершающихся при выполнении действий в деятельности сервис-ориентированных средств. В случаях отсутствия возможности применения указанных вариантов, вероятность альтернативного выбора характеризуется как изменяемый параметр, принимающий случайные значения на интервале $[0, 1]$ при соблюдении требования.

Определение показателей качества системы интеграции сервис-ориентированных средств с учетом априорной неопределенности

6. Формирование матрицы инцидентий для узлов разъединения и узлов соединения A размера $(n \times n)$, где n – общее число узлов разъединения и узлов соединения; $a_{ij} = 0$, если узлы не связаны через узлы действий; $a_{ij} = 1$, если j -ому узлу предшествуют узлы действий, следующие в последовательности узлов после i -ого узла; $a_{ij} = -1$, если узлы действий, предшествующие i -ому узлу, следуют после j -ого узла.

7. Описание спецификаций всех узлов соединений, характеризующих взаимодействие сервис-ориентированных средств.

В описание вводятся представления следующих функций:

- булевой функции $\wedge(N)$;
- булевой функции $\vee(N)$;
- мажоритарной функции « M из N », где N – степень параллельности, M – число выполненных действий, по окончании которых завершается соединение параллельных действий;
- априорно неопределённой функции $AU(N)$.

Определение показателей качества системы интеграции сервис-ориентированных средств с учетом априорной неопределенности

1. Анализ модели интеграции и нахождение последовательностей узлов действий, замещение каждой последовательности узлом более сложного действия с нахождением соответствующей характеристики в виде плотности вероятности времени его выполнения по следующему выражению:

$$u(k_{0,1,\dots,m}) = \sum_{\min k_{0,1,\dots,(m-1)}}^{\max k_{0,1,\dots,(m-1)}} u(k_{0,1,\dots,(m-1)}) u_m(k_{0,1,\dots,m} - k_{0,1,\dots,(m-1)})$$

$$k_{0,1,\dots,m} = \min(k_0 + k_1 + \dots + k_m), \dots, \max(k_0 + k_1 + \dots + k_m), m = 0, 1, \dots, M_j$$

$$u(k_0) = u_0(k_0)$$

$k_{0,1,\dots,m}$ – дискретное время выполнения последовательности m действий;

$u(k_{0,1,\dots,m})$ – плотность вероятности времени выполнения последовательности $(m+1)$ действий.

Определение показателей качества системы интеграции сервис-ориентированных средств с учетом априорной неопределенности

3. Нахождение последовательностей узлов новых более трудоемких действий с последующей заменой, каждой найденной последовательности новым узлом укрупненного действия с определением эквивалентной характеристик по формуле в виде плотности вероятности его исполнения.
4. Выделение спецификации узла соединений параллельных действий в модели интеграции сервис-ориентированных средств, представляемой функцией $\wedge(N)$, где N – уровень параллельности.

Определение показателей качества системы интеграции сервис-ориентированных средств с учетом априорной неопределенности

5. Выделение в модели групп узлов параллельных действий с последующей заменой на узел укрупнённого действия. Характеристика нового узла эквивалентной характеристикой выделенной группы в виде плотности вероятности времени его выполнения посредством вычисления следующим формулам:

$$u_{\wedge}(k_{1,2,\dots,n,\dots,N}) = \prod_{n=1}^N \left(\sum_{k_n=1}^{k_{1,2,\dots,n,\dots,N}} u_n(k_n) \right) - \prod_{n=1}^N \left(\sum_{k_n=1}^{k_{1,2,\dots,n,\dots,N}-1} u_n(k_n) \right)$$
$$k_{1,2,\dots,n,\dots,N} = \max_n (\min k_1, \min k_2, \dots, \min k_n, \dots, \min k_N), \dots,$$
$$\dots, \max_n (\max k_1, \max k_2, \dots, \max k_n, \dots, \max k_N)$$

$k_{1,2,\dots,n,\dots,N}$ – время выполнения параллельных действий;

$u_{\wedge}(k_{1,2,\dots,n,\dots,N})$ – плотность вероятности времени выполнения параллельных действий при соединении согласно булевой функции $\wedge(N)$

Определение показателей качества системы интеграции сервис-ориентированных средств с учетом априорной неопределенности

6. Выделение спецификации узла соединений параллельных действий в модели интеграции сервис-ориентированных средств, представляемой функцией $\vee(N)$, где N – уровень параллельности.
7. Выделение в модели групп узлов параллельных действий с последующей заменой на узел укрупнённого действия. Характеристика нового узла эквивалентной характеристикой выделенной группы и выражение её в виде плотности вероятности времени его выполнения по формулам:

$$u_{\vee}(k_{1,2,\dots,n,\dots,N}) = \prod_{n=1}^N (1 - \sum_{k_n=1}^{k_{1,2,\dots,n,\dots,N-1}} u_n(k_n)) - \prod_{n=1}^N (1 - \sum_{k_n=1}^{k_{1,2,\dots,n,\dots,N}} u_n(k_n))$$

$$k_{1,2,\dots,n,\dots,N} = \min_n (\min k_1, \min k_2, \dots, \min k_n, \dots, \min k_N), \dots,$$

$$\dots, \min_n (\max k_1, \max k_2, \dots, \max k_n, \dots, \max k_N)$$

$u_{\vee}(k_{1,2,\dots,n,\dots,N})$ – плотность вероятности времени выполнения параллельных действий при соединении согласно булевой функции $\vee(N)$

Определение показателей качества системы интеграции сервис-ориентированных средств с учетом априорной неопределенности

8. Выделение спецификации узла соединения параллельных действий в модели интеграции сервис-ориентированных средств, представляемой функцией « M из N », где N – уровень параллельности, M – число выполненных действий, являющихся условием завершения соединений параллельных действий.
9. Выделение в модели групп узлов параллельных действий с последующей заменой на узел укрупнённого действия. Характеристики нового узла эквивалентной характеристикой выделенной группы и её выражение в виде плотности вероятности времени его выполнения по формулам:

$$u_{M,N}(k_{1,2,\dots,n,\dots,N}) = U_{M,N}(k_{1,2,\dots,n,\dots,N}) - U_{M,N}(k_{1,2,\dots,n,\dots,N} - 1)$$

$$U_{M,N}(k_{1,2,\dots,n,\dots,N}) = \sum_{r=1}^{k_{1,2,\dots,n,\dots,N}} u_{\wedge}(r) \text{ при } M = N$$

$$U_{M,N}(k_{1,2,\dots,n,\dots,N}) = \sum_{r=1}^{k_{1,2,\dots,n,\dots,N}} u_{\vee}(r) \text{ при } M = 1$$

Определение показателей качества системы интеграции сервис-ориентированных средств с учетом априорной неопределенности

$$U_{M,N}(k_{1,2,\dots,n,\dots,N}) = G(N, M, N, k_{1,2,\dots,n,\dots,N}) \text{ при } 1 < M < N,$$

$$G(N, M, IND, k_{1,2,\dots,n,\dots,N}) = \begin{cases} 0, \text{ если } M > N; \\ \sum_{r=1}^{k_{1,2,\dots,n,\dots,N}} u_{\vee}(r), \text{ если } M = 1; \\ \sum_{r=1}^{k_{1,2,\dots,n,\dots,N}} u_{\wedge}(r), \text{ если } M = N; \\ U_{IND}(k_{1,2,\dots,n,\dots,N})G(N-1, M-1, IND-1, k_{1,2,\dots,n,\dots,N}) + \\ + (1 - U_{IND}(k_{1,2,\dots,n,\dots,N})) \times \\ \times G(N-1, M, IND-1, k_{1,2,\dots,n,\dots,N}), \text{ если } M < N; \end{cases}$$

$$U_{IND}(k_{1,2,\dots,n,\dots,N}) = \sum_{r=1}^{k_{1,2,\dots,n,\dots,N}} u_{IND}(r) \quad , \text{ где } IND = 1, 2, \dots, N$$

$u_{M,N}(k_{1,2,\dots,n,\dots,N})$ – плотность вероятности времени выполнения параллельных действий при соединении согласно функции « M из N »;

$U_{M,N}(k_{1,2,\dots,n,\dots,N})$ – функция распределения времени выполнения параллельных действий при соединении согласно функции « M из N ».

Определение показателей качества системы интеграции сервис-ориентированных средств с учетом априорной неопределенности

10. Выделение последовательностей узлов параллельных действий с априорно неопределенным описанием соединения параллельных действий и дальнейшая замена новым узлом укрупненного действия, где характеристика эквивалентна выражению вида плотности вероятности его выполнения, находимой по формулам :

$$u_{AU}(k_{1,2,\dots,n,\dots,N}) = p_1 u_1(k_1) + p_2 u_2(k_2) + \dots + p_N u_N(k_N)$$

$$k_{1,2,\dots,n,\dots,N} = \min_n(\min k_1, \min k_2, \dots, \min k_n, \dots, \min k_N),$$

...

$$\max_n(\max k_1, \max k_2, \dots, \max k_n, \dots, \max k_N)$$

$u_{AU}(k_{1,2,\dots,n,\dots,N})$ – плотность вероятности времени выполнения параллельных действий с учетом априорной неопределенности;

Определение показателей качества системы интеграции сервис-ориентированных средств с учетом априорной неопределенности

11. Определение последовательности узлов укрупненных действий и вычисление $u(k_{0,1,\dots,i,\dots,I})$ плотности вероятности времени выполнения деятельности согласно соотношению п.1.
12. Вычисление показателей качества процесса интеграции сервис-ориентированных средств происходит в виде $E[k_{0,1,\dots,i,\dots,I}]$ математического ожидания, $D[k_{0,1,\dots,i,\dots,I}]$ дисперсии времени выполнения деятельности в среде сервис-ориентированной архитектуры и $R(k_{0,1,\dots,i,\dots,I} > C)$ риска срыва временного регламента по формулам:

$$E[k_{0,1,\dots,i,\dots,I}] = \sum_{\min k_{0,1,\dots,i,\dots,I}}^{\max k_{0,1,\dots,i,\dots,I}} k_{0,1,\dots,i,\dots,I} u(k_{0,1,\dots,i,\dots,I})$$
$$D[k_{0,1,\dots,i,\dots,I}] = \sum_{\min k_{0,1,\dots,i,\dots,I}}^{\max k_{0,1,\dots,i,\dots,I}} (k_{0,1,\dots,i,\dots,I} - E[k_{0,1,\dots,i,\dots,I}])^2 u(k_{0,1,\dots,i,\dots,I})$$
$$R(k_{0,1,\dots,i,\dots,I} > C) = 1 - \sum_{\min k_{0,1,\dots,i,\dots,I}}^C u(k_{0,1,\dots,i,\dots,I})$$

Определение показателей качества системы интеграции сервис-ориентированных средств при вероятных воздействиях инфокоммуникационной среды

1. Отметка в модели множества действий, связанных с воздействием инфокоммуникационной среды второго типа и формирование эквивалентной модели в виде конечной цепи Маркова с поглощающим состоянием в матричной форме для каждого i -го действия из выделенного множества

$$\mathbf{P} = \begin{bmatrix}
 0 & f(N) & f(N-1) & f(N-2) & f(N-3) & \dots & f(1) & 0 \\
 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & \dots & 0 & 0 \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & 0 \\
 r_i & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & (1-r_i) \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 1
 \end{bmatrix}$$

\mathbf{P} – квадратная матрица $((N+2) \times (N+2))$ переходов во множестве дискретных состояний \mathcal{S} , $|\mathcal{S}| = N+2$, где $(N+2)$ -ое псевдосостояние является поглощающим;

$$f(n) = u_i(k_i), k_i = 1, 2, \dots, K_i \quad n = k_i \quad N = K_i$$

Определение показателей качества системы интеграции сервис-ориентированных средств при вероятных воздействиях инфокоммуникационной среды

1. Отметка в модели множества действий, связанных с воздействием инфокоммуникационной среды второго типа и формирование эквивалентной модели в виде конечной цепи Маркова с поглощающим состоянием в матричной форме для каждого i -го действия из выделенного множества

$$\mathbf{P} = \begin{bmatrix} 0 & f(N) & f(N-1) & f(N-2) & f(N-3) & \dots & f(1) & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & 0 \\ r_i & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & (1-r_i) \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$f(n) = u_i(k_i), k_i = 1, 2, \dots, K_i \quad n = k_i \quad N = K_i$$

r_i – вероятность возврата к выполнению i -го действия, i -ый элемент вектора \mathbf{R} .

Определение показателей качества системы интеграции сервис-ориентированных средств при вероятных воздействиях инфокоммуникационной среды

Определение $u(k_{i,i})$ плотности распределения вероятностей времени выполнения i -го действия при воздействии инфокоммуникационной среды второго типа:

$$u(k_{i,i}) = P_{1,N+2}^{(k_{i,i})} - P_{1,N+2}^{(k_{i,i}-1)}$$

$$k_{i,i} = 1, 2, \dots, N, \dots$$

Подмена каждого действия из выделенной группы новым узлом укрупнённого действия с определением эквивалентной характеристики в виде плотности вероятности времени его выполнения $u(k_{i,i})$

Определение показателей качества системы интеграции сервис-ориентированных средств при вероятных воздействиях инфокоммуникационной среды

2. Разметка в расширенной, объектно-ориентированной модели последовательностей узлов действий, подмена каждой последовательности новым узлом более сложного действия с определением эквивалентной характеристики в виде плотности вероятности времени его выполнения по следующей формуле:

$$u(k_{0,1,\dots,m}) = \sum_{\min k_{0,1,\dots,(m-1)}}^{\max k_{0,1,\dots,(m-1)}} u(k_{0,1,\dots,(m-1)}) u_m(k_{0,1,\dots,m} - k_{0,1,\dots,(m-1)})$$
$$k_{0,1,\dots,m} = \min(k_0 + k_1 + \dots + k_m), \dots, \max(k_0 + k_1 + \dots + k_m), m = 0, 1, \dots, M_j$$

$$u(k_0) = u_0(k_0)$$

3. Выделение в расширенной объектно-ориентированной модели группы узлов альтернативных действий, подмена каждой найденной группы новым узлом более сложного действия с определением эквивалентной характеристики в виде плотности вероятности времени его выполнения согласно соотношению:

$$u(k_{1,2,\dots,l,\dots,L_j}) = \sum_{l=1}^{L_j} p_{j,l} u_l(k_l)$$
$$k_{1,2,\dots,l,\dots,L_j} = \min_l k_l, \dots, \max_l k_l; \quad l = 1, 2, \dots, L_j$$

Определение показателей качества системы интеграции сервис-ориентированных средств при вероятных воздействиях инфокоммуникационной среды

4. Разметка последовательностей узлов новых более сложных действий, подмена каждой выделенной последовательности новым узлом укрупненного действия с определением по формуле п.2 эквивалентной характеристики в виде плотности вероятности его выполнения.
5. Нахождение узлов, представляющих действия, связанные с воздействием инфокоммуникационной среды по первому типу, подмена каждой найденной группы новым узлом более сложного действия с определением эквивалентной характеристики в виде плотности вероятности времени его выполнения согласно соотношению п.3 с использованием элементов вектора \mathbf{G} вместо элементов $P_{j,l}$

Определение показателей качества системы интеграции сервис-ориентированных средств при вероятных воздействиях инфокоммуникационной среды

6. Детализация спецификаций узлов соединений расширенной объектно-ориентированной модели запроса с подтверждением в базисе функций $\wedge(N)$, $\vee(N)$, « M из N », где N – степень параллельности, M – число выполненных действий, по окончании которых завершается соединение параллельных действий.
7. Разметка в модели групп узлов параллельных действий, подмена каждой группы новым узлом укрупненного действия с определением эквивалентной характеристики в виде плотности вероятности времени его выполнения для следующих типов соединений:

$u_{\wedge}(k_{1,2,\dots,n,\dots,N})$ соединении согласно булевой функции $\wedge(N)$

$u_{\vee}(k_{1,2,\dots,n,\dots,N})$ соединении согласно булевой функции $\vee(N)$

$u_{M,N}(k_{1,2,\dots,n,\dots,N})$ соединении согласно булевой функции функции « M из N »

Определение показателей качества системы интеграции сервис-ориентированных средств при вероятных воздействиях инфокоммуникационной среды

8. Выделение последовательности узлов укрупненных действий и определение $u(k_{0,1,\dots,i,\dots,I})$ плотности вероятности времени $k_{0,1,\dots,i,\dots,I} = 1, 2, \dots, K_{0,1,\dots,i,\dots,I}$ их выполнения согласно соотношению п.2
9. Формирование в модели групп узлов укрупнённых действий, связанных с активизацией инфокоммуникационной среды по третьему типу и формирование для каждой группы эквивалентной модели в виде конечной цепи Маркова с поглощающим состоянием в матричной форме, которая подобна матрицу в п.1:

$$\mathbf{P} = \begin{bmatrix}
 0 & f(N) & f(N-1) & f(N-2) & f(N-3) & \dots & f(1) & 0 \\
 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & \dots & 0 & 0 \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & 0 \\
 q_i & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & (1-q_i) \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 1
 \end{bmatrix}$$

q_i – вероятность воздействия инфокоммуникационной среды по третьему типу, i -ый элемент вектора Q

Определение показателей качества системы интеграции сервис-ориентированных средств при вероятных воздействиях инфокоммуникационной среды

Определение $u(k_{0,1,\dots,i,\dots,I})$ плотности распределения вероятностей $k_{0,1,\dots,i,\dots,I} = 1, 2, \dots, K_{0,1,\dots,i,\dots,I}$ времени выполнения действий, связанных с воздействием инфокоммуникационной среды по третьему типу:

$$u(k_{l,l+1,\dots,j}) = P_{1,N+2}^{(k_{l,l+1,\dots,j})} - P_{1,N+2}^{(k_{l,l+1,\dots,j}-1)}$$

$$k_{l,l+1,\dots,j} = 1, 2, \dots, N, \dots$$

Замена выделенной группы новым узлом укрупненного действия с определением эквивалентной характеристики в виде $u(k_{0,1,\dots,i,\dots,I})$ плотности вероятности времени его выполнения. Подобные преобразования, основанные на описании п. 9, осуществляются для каждой группы действий, связанных с воздействием инфокоммуникационной среды по третьему типу.

Определение показателей качества системы интеграции сервис-ориентированных средств при вероятных воздействиях инфокоммуникационной среды

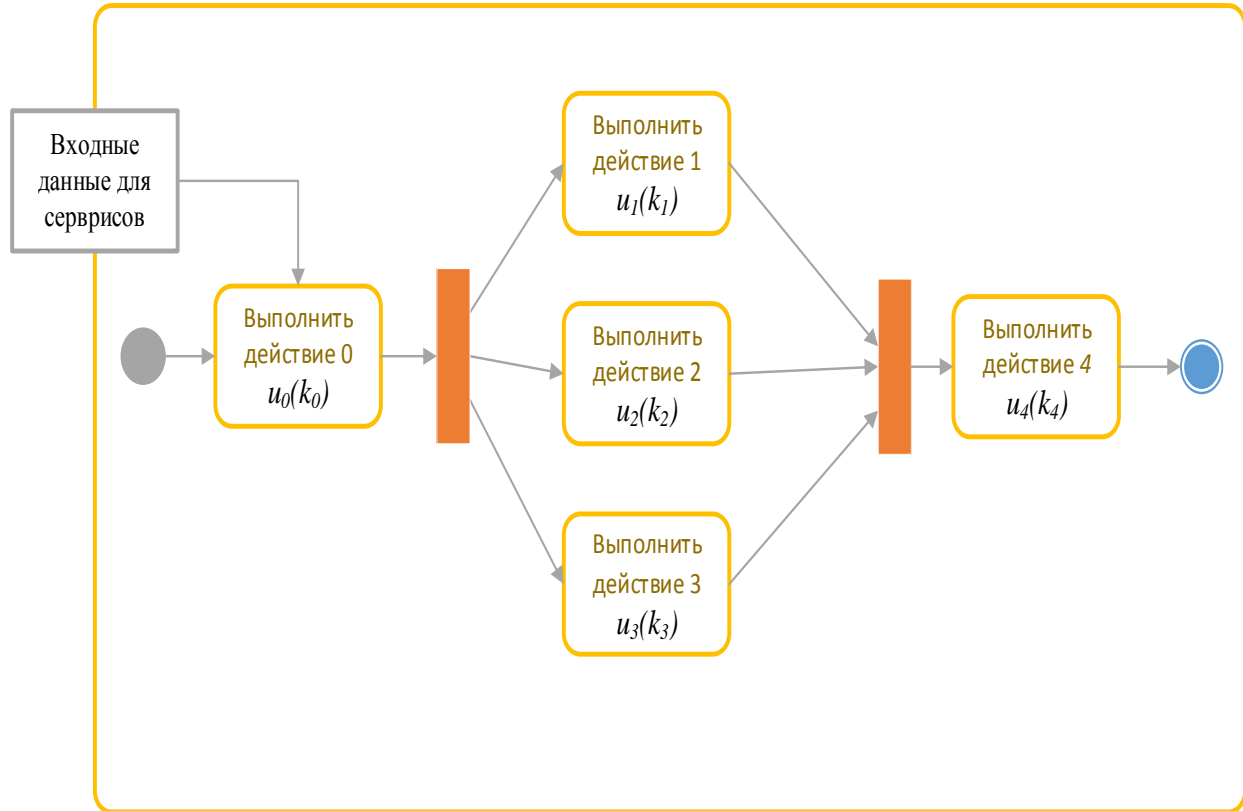
10. Выделение *последовательности узлов укрупненных действий* и определение $u(k_{0,1,\dots,i,\dots,I})$ плотности вероятности времени $k_{0,1,\dots,i,\dots,I} = 1, 2, \dots, K_{0,1,\dots,i,\dots,I}$ их выполнения согласно соотношению п.2
11. Нахождение $E[k_{0,1,\dots,i,\dots,I,(I+1)}]$ *математического ожидания*, $D[k_{0,1,\dots,i,\dots,I,(I+1)}]$ *дисперсии* дискретного времени функционирования системы интеграции сервис-ориентированных средств при вероятных воздействиях инфокоммуникационной среды и *риска срыва временного регламента*

$$E[k_{0,1,\dots,i,\dots,I,(I+1)}] = \sum_{\min k_{0,1,\dots,i,\dots,I,(I+1)}}^{\max k_{0,1,\dots,i,\dots,I,(I+1)}} k_{0,1,\dots,i,\dots,I,(I+1)} u(k_{0,1,\dots,i,\dots,I,(I+1)})$$

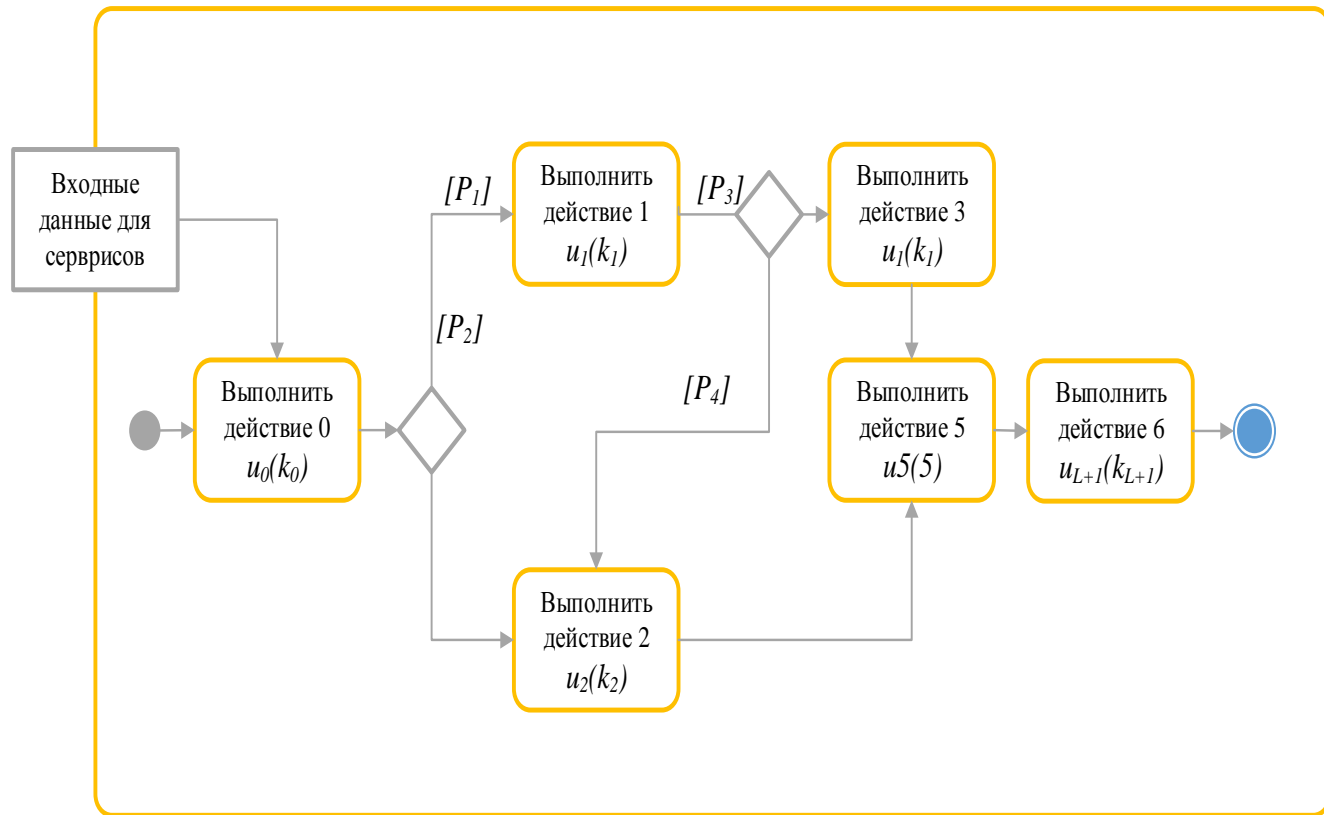
$$D[k_{0,1,\dots,i,\dots,I,(I+1)}] = \sum_{\min k_{0,1,\dots,i,\dots,I,(I+1)}}^{\max k_{0,1,\dots,i,\dots,I,(I+1)}} (k_{0,1,\dots,i,\dots,I,(I+1)} - E[k_{0,1,\dots,i,\dots,I,(I+1)}])^2 u(k_{0,1,\dots,i,\dots,I,(I+1)})$$

$$R[C] = \sum_{k_{0,1,\dots,i,\dots,I,(I+1)} > C} u(k_{0,1,\dots,i,\dots,I,(I+1)})$$

Модель системы интеграции сервис-ориентированных средств при вероятных воздействиях инфокоммуникационной среды для проведения экспериментов



Модель системы интеграции сервис-ориентированных средств при вероятных воздействиях инфокоммуникационной среды для проведения экспериментов

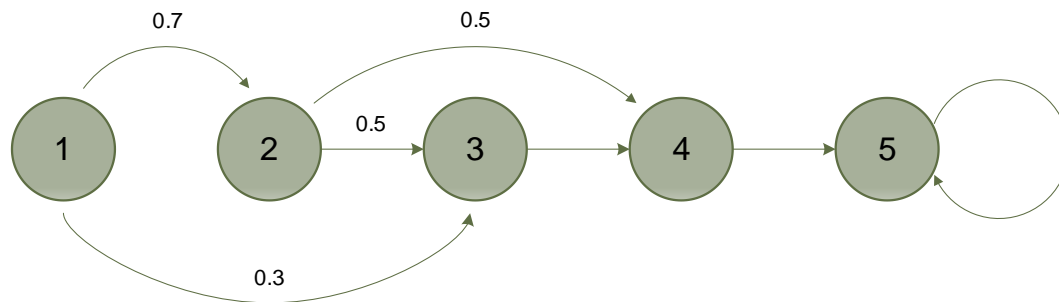


Результат определения показателей качества системы интеграции сервис-ориентированных средств инструментальным программным средством

```
C:\Windows\System32\cmd.exe
C:\Users\home\Dropbox\учеба\СПбГУТ\MPI_TEST\target\classes>mpjrun -np 2 test.Sys
temS0A
MPJ Express (0.44) is started in the multicore configuration
0.0 0.7 0.3 0.0 0.0
0.0 0.0 0.5 0.5 0.0
0.0 0.0 0.0 1.0 0.0
0.0 0.0 0.0 0.0 1.0
0.0 0.0 0.0 0.0 1.0
fk[2]=0,000000
fk[3]=0,650000
fk[4]=0,350000
Mx=3,350000, Dx=0,227500, Matrix will be built in a degree 4
0.0 0.0 0.0 0.0 1.0
0.0 0.0 0.0 0.0 1.0
0.0 0.0 0.0 0.0 1.0
0.0 0.0 0.0 0.0 1.0
0.0 0.0 0.0 0.0 1.0
Option 1: Y[2] = 0,000000, Y[3] = 0,274625, Y[4] = 0,725375, Summa = 1,000000,
Option 2: Y[2] = 0,000000, Y[3] = 0,274625, Y[4] = 0,725375, Summa = 1,000000,
Option 3: Y[2] = 0,000000, Y[3] = 0,274625, Y[4] = 0,725375, Summa = 1,000000,
Executing time is 2618,000000
C:\Users\home\Dropbox\учеба\СПбГУТ\MPI_TEST\target\classes>_
```

Результат определения показателей качества системы интеграции сервис-ориентированных средств программными средствами анализа

$$P = \begin{bmatrix} 0 & 0.7 & 0.3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.5 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



$$u_1(3) = p_{1,2}p_{2,4}p_{4,5} = 0.7 \cdot 0.5 \cdot 1 = 0.35$$

$$u_2(3) = p_{1,3}p_{3,4}p_{4,5} = 0.3 \cdot 1 \cdot 1 = 0.3$$

$$u(3) = u_1(3) + u_2(3) = 0.35 + 0.30 = 0.65$$

$$u(4) = p_{1,2}p_{2,3}p_{3,4}p_{4,5} = 0.7 \cdot 0.5 \cdot 1 \cdot 1 = 0.35$$

$$E = \sum_1^4 ku(k) = 0 + 0 + 3 \cdot 0.65 + 4 \cdot 0.35 = 3,35$$

$$D[k] = \sum_1^4 (k - E[k])^2 u(k) =$$

$$0 + 0 + (3 - 3.35)^2 \cdot 0.65 + (4 - 3.35)^2 \cdot 0.35 =$$

$$0,079625 + 0,147875 = 0,2275$$

$$u_{\wedge}(3) = P_{5,1,1}^{(3)}P_{5,1,2}^{(3)}P_{5,1,2}^{(3)} - P_{5,1,2}^{(2)}P_{5,1,2}^{(2)}P_{5,1,1}^{(2)} = 0.65 \cdot 0.65 \cdot 0.65 - 0 = 0.274625$$

$$u_{\wedge}(3) + u_{\wedge}(4) = 0.274625 + 0.725375 = 1$$

Результат определения показателей качества системы интеграции сервис-ориентированных средств средствами аналитического моделирования

Показатель	Результаты аналитического моделирования		Результаты инструментального моделирования	
	$k = 3$	$k = 4$	$k = 3$	$k = 4$
E[k]	3.35		3.35	
D[k]	0,2275		0,2275	

Номер способа вычисления	Результаты аналитического моделирования		Результаты инструментального моделирования	
	$k = 3$	$k = 4$	$k = 3$	$k = 4$
1	0,274625	0,725375	0,274625	0,725375
2	0,274625	0,725375	0,274625	0,725375
3	0,274625	0,725375	0,274625	0,725375

Выводы

;

- Обосновано с системных позиций предлагаемое формирование множества показателей качества функционирования систем интеграции сервис-ориентированных средств при априорной неопределённости в описаниях их организации, связанной с изменяющимися условиями поведения окружающих инфокоммуникационных сред.
- Определена с позиций теории исследования операций концептуальная основа для формирования критериев качества функционирования систем интеграции сервис-ориентированных средств при априорной неопределённости в описаниях их организации, связанной с изменяющимися условиями поведения окружающих инфокоммуникационных сред.
- Аргументированно выбран объектно-ориентированный подход к описанию априорной неопределенности в интеграции сервис-ориентированных средств, класс конечных автоматов и класс диаграмм деятельности для формирования соответствующих моделей.

Выводы

- Разработана методика формирования расширенной объектно-ориентированной модели интеграции сервис-ориентированных средств, предусматривающая в отличие от традиционных представлений учет априорной неопределённости в описаниях её организации, связанной с изменяющимися условиями поведения окружающих инфокоммуникационных сред.
- Впервые формализован процесс аналитического определения показателей качества функционирования систем интеграции сервис-ориентированных средств с учётом априорной неопределённости в синхронизации параллельных действий модели и при вероятных воздействиях инфокоммуникационной среды.
- Предложены и описаны параметры и характеристики расширенных типовых шаблонов моделей интеграции сервис-ориентированных средств для проведения экспериментов по исследованию её качества.
- Проанализирована и подтверждена правильность функционирования масштабируемого инструментального программного приложения для оценки качества функционирования систем интеграции сервис-ориентированных средств с учётом априорной неопределённости в синхронизации параллельных действий модели и при вероятных воздействиях инфокоммуникационной среды.



Спасибо за внимание