

УДК 303.732.4

## ИНТЕГРАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ И РИСКОВ ОБЛАЧНЫХ ИТ-СЕРВИСОВ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЕ

Разумников С.В.

*ЮТИ ТПУ «Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского Томского политехнического университета», Юрга, e-mail: demolove7@inbox.ru*

Современная ИТ-отрасль становится все более мобильной, всепроникающей и, естественно, облачной. Организация процесса принятия управленческих решений на внедрение облачных технологий должна осуществляться на основе результатов оценки их экономической эффективности и рисков использования. В статье предложена интегральная модель оценки эффективности и рисков облачных ИТ-сервисов. В отличие от существующих моделей, здесь предлагается оценить количественные и качественные критерии эффективности и при помощи экспертных оценок получить балльную оценку показателей, свернув их в общий интегральный показатель «Эффективность внедрения облачного ИТ-сервиса». Интегральный показатель  $K_{\text{ces}}$  позволяет получить рекомендации по принятию решения о возможности внедрения облачного ИТ-сервиса на предприятие.

**Ключевые слова:** интегральная модель, облачные ИТ-сервисы, риски, эффективность, миграция, ИТ-приложения, критерии

## INTEGRAL MODEL FOR ASSESSING THE EFFECTIVENESS AND RISKS OF CLOUD IT SERVICES FOR IMPLEMENTATION IN THE ENTERPRISE

Razumnikov S.V.

*Yurga Technological Institute (branch) of National research Tomsk Polytechnic University, Yurga, e-mail: demolove7@inbox.ru*

Modern it industry is becoming more mobile, pervasive, and, of course, cloud. The organization of the process of managerial decision-making on the adoption of cloud technologies should be based on the results of the assessment of their economic efficiency and risks of using. The paper proposed an integral model for assessing the effectiveness and risks of cloud it services. Unlike existing models, this model is proposed to evaluate the quantitative and qualitative performance criteria and with the help of expert estimates to obtain a grading assessment indicators, turning them into a common integral indicator of the «Effectiveness of implementation of the cloud it service». Integral indicator  $K_{\text{ces}}$  allows you to get recommendations for deciding on the possible introduction of cloud it services to the enterprise.

**Keywords:** the integral model, cloud it services, risk, efficiency, migration, it applications, criteria

За последние годы в ИТ-отрасли начинает развиваться новая парадигма – это облачные вычисления. Облачные вычисления – это комплексное решение, предоставляющее ИТ-ресурсы в виде сервиса. Это основанное на интернет-технологиях решение, в котором ресурсы общего пользования предоставляются аналогично распределению электроэнергии по проводам [1].

В современных условиях в области внедрения облачных технологий остро встала проблема недостаточной проработанности комплексной методологической базы и инструментальной среды поддержки принятия решений, основанная на процессах оценки эффективности и рисков [2].

Главной особенностью стратегических решений является то, что они принимаются в условиях высокой неопределенности среды и неточности информации для анализа. Интуиция и знания руководителя (эксперта) являются главными решающими факторами при выборе облачного приложения. При этом руководитель при принятии решений всё-таки хочет полу-

чить количественные оценки возможных альтернатив. Таким образом, существует проблема соединения в методике анализа «количества» и «качества» [5].

Эту проблему можно решить, применив методы системного анализа [3], позволяющие моделировать плавное изменение свойств объекта, а также неизвестные функциональные зависимости, выраженные в виде качественных связей [3, 5]. Такие модели позволяют использовать при оценке альтернатив и принятии решений качественную экспертную информацию наравне с количественной, представлять информацию в виде экспертной оценки.

### Структура показателей эффективности и рисков при оценке облачных ИТ-сервисов

Предлагается следующий метод оценки эффективности применения облачных ИТ-сервисов, в основе которого лежит оценка 6-и групповых показателей. Их обзор приведен в табл. 1.

**Таблица 1**

Классификация критериев оценки эффективности применения облачных ИТ-сервисов в корпоративных информационных системах

Критерии и показатели эффективности	Роль показателя в оценке	Алгоритм расчёта критерия (правило расчёта показателя)
1	2	3
<b>1. Эффективность для бизнеса</b>		
Рост скорости (гибкости)	Скорость помогает снизить расходы на подключение новых пользователей (масштабирование) и нового функционала	В этом критерии оценивается – происходит ли повышение значений (оптимизация) приведенных показателей? Если да, то можно говорить об эффективности применения облачного сервиса для бизнеса. <i>Алгоритм расчета Критерия «Эффективность для бизнеса»:</i> 1. Определение качественных показателей эффективности. 2. Перевод показателей в баллы в соответствии со шкалой (табл. 2). 3. Расчёт критерия по аддитивной формуле
Производительность работы пользователей	Определяется сокращение затрат и сроков на обработку инцидентов и изменений	
Оптимизация использования ресурсов	Устанавливается сокращение простоев вычислительных систем, т. к. компании используют только те вычислительные ресурсы, которые необходимы	
Критичность для бизнеса	Определяется важность облачного приложения при основании нового бизнеса или выходе на новый рынок	
<b>2. Финансовые преимущества</b>		
Расходы на облачные сервисы	Затраты на внедрение сервиса (капитальные, операционные и потенциальные расходы)	<i>Алгоритм расчета Критерия «Финансовые преимущества»:</i> 1. Определение затрат и выгод на этапе запуска, операционных и потенциальных расходов. 2. Перевод количественных показателей в баллы в соответствии с формулой (3). 3. Расчёт общего балла критерия по (4)
Экономия средств	Оценка сокращения капитальных и операционных затрат от облачных сервисов	
<b>3. Критерий технического приоритета</b>		
Интеграция	Определяется простота интеграции	<i>Алгоритм расчета Критерия «Технический приоритет»:</i> 1. Определение качественных показателей технической возможности применения облачных технологий. 2. Перевод показателей в баллы в соответствии со шкалой (табл. 2). 3. Расчёт критерия по аддитивной формуле
Возможность миграции приложений в облако	Функциональная сложность миграции и размер приложений	
Технологический стек	Среда работы приложения (база данных, операционная система)	
Дизайн приложения	Удобство интерфейса и использование виртуализации	
<b>4. Критерий надежности работы и информационной безопасности</b>		
Сохранность хранимых данных	Работа сервиса-провайдера по обеспечению сохранности хранимых данных	<i>Алгоритм расчета Критерия «Надежность работы и информационная безопасность»:</i> 1. Сравнение с требуемыми показателями и стандартами, исходя из ответов провайдера облачного ИТ-сервиса. Главным принципом сравнения является принцип обеспечения сопоставимости результатов на основе принятой шкалы экспертных оценок (табл. 2). 2. Балльная оценка экспертом степени соответствия требованиям безопасности облачных вычислений в соответствии со шкалой. Для назначения баллов используется десятичная шкала от 0 до 1. 3. Расчет критерия по аддитивной формуле (5)
Защита данных при передаче	Обеспечение сохранности данных провайдером при их передаче (это должно быть как внутри облака, так и на пути от/к облаку)	
Аутентификация	Распознавание провайдером подлинности клиента	
Изоляция пользователей	Отделение данных и приложений одного клиента от данных и приложений других клиентов	
Бесперебойная работа	Неспособность гарантировать время бесперебойной работы, оговоренное в контракте	

Окончание табл. 1

1	2	3
<b>5. Критерий степени риска использования облачного сервиса</b>		
Нормативно-правовые вопросы	Степень использования провайдером законов и правил, применимых к сфере облачных вычислений	Аналогично нахождению <i>Критерия «Надежность работы и информационная безопасность»</i>
Реакция на происшествие (привязка к поставщику)	Реагирование провайдера на происшествие, степень вовлечения клиентов в инцидент; возможность передачи некоторых рисков облачному провайдеру	
Несовместимость	Определяется совместимость облачных сервисов с имеющейся ИТ-инфраструктурой	
Восстановление конфиденциальности и данных	Оговаривается в контракте, каким образом будет производиться восстановление данных в случае инцидента	
Переплата по схеме pay-as-you-go	Привлеченные дополнительные ресурсы могут остаться подключенными после окончания пикового спроса	
<b>6. Критерий влияния психологического фактора</b>		
Удовлетворённость сотрудников предприятия	Влияние мобильности и высоко-го быстродействия на сотрудников; сокращение времени отклика на инциденты и запросы	<p><i>Алгоритм расчета Критерия «Влияния психологического фактора»:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Каждый эксперт (руководитель структурного подразделения/отдела) независимо от других экспертов проводит оценку своего коллектива по приведенным пяти показателям по 10-балльной шкале. Баллы могут проставляться на основе проведенного анкетирования. В результате составляется матрица оценок.</li> <li>Составляется матрица нормированных оценок.</li> <li>Вычисляются искомые веса показателей, и рассчитывается критерий по аддитивной формуле (6).</li> </ol>
Удовлетворённость клиентов предприятия	Взаимодействия между предприятием и его клиентами; время реакции на запросы клиентов	
Индекс готовности к инновациям (изменениям)	Степень готовности сотрудников к внедрению новых технологий на производстве	
Умственные и интеллектуальные способности	Выявление воли, способности к монотонной работе, усидчивости; выявление возможности памяти, внимания, мышления сотрудника	
Показатель мотивации	Влияние мотивирующих факторов на работу	

Таблица 2

## Шкала предпочтительности показателей (критериев)

Значение показателя	Вербальное значение показателя (критерия) эффективности облачного сервиса
1	Показатель эффективности применения облачного сервиса очень высокий (превышение над стандартным в 2 раза и более)
1,00...0,75	Показатель эффективности довольно высокий (превышение над стандартным на 75–100%)
0,75...0,5	Показатель эффективности вроде бы высокий (превышение над стандартным на 50–75%)
0,5	Средний уровень показателя эффективности (на уровне стандартного)
0,5...0,25	Показатель эффективности вроде бы низкий (отставание от стандартного на 0–25%)
0,25...0	Показатель эффективности довольно низкий (отставание от стандартного от 25–50%)
0	Показатель эффективности очень низкий (отставание от стандартного на 100%)

Для обеспечения соответствия критерии имеют ранг (коэффициенты весомости). При определении коэффициентов эксперт должен принимать во внимание диапазон

шкалы критериев и среднестатистические балльные оценки критерия. Результаты исследований показывают, что имеются различия между весами, которые назначает

сам эксперт, и теми, которые выявляются на основе его действий. Обычно могут недооцениваться весомости наиболее существенных критериев и завышаться у незначительных. Поэтому при назначении весов для сглаживания субъективизма используется метод попарных сравнений.

**Интегральная модель оценки эффективности и рисков облачных ИТ-сервисов**

Расчет критериев и коэффициента «Эффективность облачного сервиса» проводится по аддитивной формуле:

$$K_{ecs} = \left( \sum_1^6 a_i \cdot \Pi_i \right) \cdot 100\%; \quad (1)$$

$$K_{ecs} = (a_1 \cdot \text{Эб} + a_2 \cdot \text{Фп} + a_3 \cdot \text{Тп} + a_4 \cdot \text{Иб} + a_5 \cdot \text{Ср} + a_6 \cdot \text{Пф}) \cdot 100\%, \quad (2)$$

где  $K_{ecs}$  – интегральный показатель «Эффективность облачного сервиса»; Эб – значение критерия «Эффективность для бизнеса»; Фп – значение критерия «Финансовые преимущества»; Тп – значение критерия «Технический приоритет»; Иб – значение критерия «Надежность работы и информационная безопасность»; Ср – значение критерия «Степень риска использования облачного сервиса»; Пф – значение критерия «Психологический фактор»;  $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6$  – коэффициенты степени влияния.

Критерий «Финансовые преимущества» находится на основе количественных данных показателей. При оценке приложения по количественному критерию приложения сравниваются друг с другом с учетом количественного значения критерия:

• Балл приложения по критерию, имеющему положительный эффект, рассчитывается путем нормирования значений на единицу. Для ряда чисел  $r_i, i = 1..n$  нормированное значение  $r_{in}$  представляет собой  $r_i$ , деленное на сумму всех последующих чисел в наборе.

$$r_{in} = \frac{r_i}{\sum_{i=1}^n r}. \quad (3)$$

• По критерию, имеющему отрицательный эффект, относительный балл приложения рассчитывается путем определения обратных значений и последующей их нормализации. Обратное значение – это мультипликативная инверсия числа; обратное значение числа  $x$  равно  $1/x$ . Например, в табл. 3 приведен расчет балла для количественного критерия «Стоимость миграции».

**Таблица 3**

Балл для количественного критерия «Стоимость миграции»

Оценка приложения	Стоимость миграции	Обратное значение (отрицательный эффект)	Балл
Управление производством (УП)	10000	0,0001	0,3
Управление инженерным циклом изделия (УИЦ)	12000	0,000083	0,24
Управление проектированием и электронным архивом в конструкторском бюро (УПЭФ)	11500	0,000087	0,267
Управление нормативно-справочной информацией (УНСИ)	13000	0,000077	0,21

После расчета балла для каждого оцениваемого приложения определяется общий балл по критерию эффективности по формуле

$$S_x = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^{N_j} (P_i) \cdot (P_{ij}) \cdot (s_{ijx}). \quad (4)$$

Этапы нахождения общего балла рассматривались в статьях [4, 5].

Критерии «Эффективность для бизнеса», «Технический приоритет», «Надежность работы и информационная безопасность», «Степень риска использования облачного сервиса» находятся преимущественно на основе качественных данных показателей. Для качественного критерия относительный балл приложения рассчитывается по аддитивной формуле.

Так, критерий «Надежность работы и информационная безопасность» определяется по следующей формуле:

$$\text{Иб} = a_{41} \cdot \text{Сд} + a_{42} \cdot \text{Зп} + a_{43} \cdot \text{Ау} + a_{44} \cdot \text{Ип} + a_{45} \cdot \text{Нпв} + a_{46} \cdot \text{Рп}, \quad (5)$$

где Сд – относительный показатель сохранности хранимых данных; Зп – показатель защиты данных при передаче; Ау – показатель аутентификации; Ип – относительный показатель изоляции пользователей; Нпв – коэффициент использования нормативно-правовых вопросов; Рп – относительный показатель реакции на происшествя;  $a_{41}, a_{42}, a_{43}, a_{44}, a_{45}, a_{46}$  – коэффициенты степени влияния.

Критерий влияния психологического фактора имеет невысокую важность для принятия решений внедрения облачных технологий, однако его применение считается целесообразным для выявления настроения и способностей персонала предприятия. Это необходимо для того, чтобы понять и выявить степень удовлетворенности работой каждого сотрудника, ведь для предприятия важно, чтобы их сотрудники комфортно чувствовали себя на работе, что повышает производительность бизнес-процессов. Помимо этого определяется необходимость проведения обучения персонала и/или повышения квалификации.

Данная оценка проводится при помощи опроса (анкетирования) сотрудников с последующей обработкой данных анкет экспертом или ЛПР.

$$\text{Пф} = a_1 \cdot \text{Ус} + a_2 \cdot \text{Ук} + a_3 \cdot \text{Ги} + a_4 \cdot \text{Ур} + a_5 \cdot \text{Ис} + a_6 \cdot \text{Пм}, \quad (6)$$

где Ус – Удовлетворённость сотрудников предприятия; Ук – Удовлетворённость клиентов предприятия; Ги – индекс готовности к инновациям; Ур – показатель умственной работоспособности; Ис – показатель интеллектуальных способностей; Пм – показатель мотивации.

### Заключение

В статье предложена интегральная модель оценки эффективности и рисков облачных ИТ-сервисов. В отличие от существующих моделей, здесь предлагается оценить количественные и качественные критерии эффективности и при помощи экспертных оценок получить балльную оценку показателей, свернув их в общий интегральный показатель «Эффективность внедрения облачного ИТ-сервиса». В модели осуществляется оценка возможности перехода ИТ-приложений в облако с учетом таких аспектов, как бизнес-ценность, техническая возможность и степень риска. Применение такого подхода для оценки позволяет использовать количественные и качественные критерии в процессе принятия решений, формализовывать опыт и знания экспертов. Интегральный показатель  $K_{ес}$  позволяет получить рекомендации по принятию решения о возможности внедрения облачного ИТ-сервиса на предприятие.

Предложенная модель оценки позволяет осуществлять оценку эффективности и рисков предполагаемого облачного сервиса

и определять возможность существующего приложения для миграции его в облако, что является актуальной задачей в условиях ограниченного ИТ-бюджета предприятия.

### Список литературы

1. Разумников С.В. Анализ возможности применения методов Octave, RiskWatch, Cramm для оценки рисков ИТ для облачных сервисов [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2014 – № 1. – С. 1. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/115-12197>.
2. Разумников С.В., Фисоченко (Кирдяшова) О.Н., Лунегов В.Ю. Информационная система оценки возможности корпоративных ИТ-приложений для миграции в облачную среду [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2014 – № 4. – С. 1. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/118-13924>.
3. Силич В.А., Силич И.П. Теория систем и системный анализ: учебное пособие. – Томск: Томский политехнический университет, 2010. – 281 с.
4. Razumnikov S.V. Assessing efficiency of cloud-based services by the method of linear programming // Applied Mechanics and Materials. – 2013 – Vol. 379. – P. 235–239.
5. Razumnikov S.V., Zakharova A.A., Kremneva M.S. A model of decision support on migration of enterprise IT-applications in the cloud environment // Applied Mechanics and Materials. – 2014. – Vol. 682. – P. 600–605.

### References

1. Razumnikov S.V. Analiz vozmozhnosti primeneniya metodov Octave, RiskWatch, Cramm dlja ocenki riskov IT dlja oblačnyh servisov [Jelektronnyj resurs] // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2014 no. 1. pp. 1. Rezhim dostupa: <http://www.science-education.ru/115-12197>.
2. Razumnikov S.V., Fisochenko (Kirdjashova) O.N., Lunegov V.Ju. Informacionnaja sistema ocenki vozmozhnosti korporativnyh IT-prilozhenij dlja migracii v oblačnuju sredu [Jelektronnyj resurs] // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2014 no. 4. pp. 1. Rezhim dostupa: <http://www.science-education.ru/118-13924>.
3. Silich V.A., Silich I.P. Teorija sistem i sistemnyj analiz: uchebnoe posobie. Tomsk: Tomskij politehnicheskij universitet, 2010. 281 p.
4. Razumnikov S.V. Assessing efficiency of cloud-based services by the method of linear programming // Applied Mechanics and Materials. 2013 Vol. 379. pp. 235–239.
5. Razumnikov S.V., Zakharova A.A., Kremneva M.S. A model of decision support on migration of enterprise IT-applications in the cloud environment // Applied Mechanics and Materials. 2014. Vol. 682. pp. 600–605.

### Рецензенты:

Мицель А.А., д.т.н., профессор кафедры автоматизированных систем управления, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, г. Томск;

Сапожков С.Б., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой естественнонаучного образования, Юргинский технологический институт (филиал) национального исследовательского Томского политехнического университета, г. Юрга.