

Повышение уровня инновационного развития IT-услуг предприятия*Improving the level of innovative development of enterprise IT services*

Юрча Ирина Александровна, старший преподаватель кафедры управления информационными ресурсами Института управленческих кадров Академии управления при Президенте Республики Беларусь

Yurcha Iryna, Senior Lecturer of the Department of Information Resources Management of Managerial Personnel Institute of the Academy of Public Administration under the Aegis of President of the Republic of Belarus

e-mail: uria@pac.by

Аннотация

В статье рассмотрена важность информационных систем предприятия как необходимое условие повышения его конкурентоспособности. Построена математическая модель выбора решений по повышению эффективности управления информационными ресурсами предприятия с использованием метода иерархий. Выбрано программное средство для компьютеризации разработанной модели.

Ключевые слова: информационное обеспечение, IT-услуги предприятия, метод анализа иерархий, матрица попарных сравнений, аутсорсинг, система поддержки принятия решений.

Abstract

The article considers the importance of enterprise information systems as a necessary condition for increasing the enterprise competitiveness. A mathematical model of the choice of solutions to improve the efficiency of enterprise information resources management using the hierarchy method has been built. A software tool has been selected for computerization of the developed model.

Keywords: information support, enterprise IT services, hierarchy analysis method, matrix of pairwise comparisons, outsourcing, decision support system.

Поступила в редакцию / Received: 28.11.2020

Web: <http://elibrary.miu.by/journals/item.eui/issue.7/article.10.html>

Введение

Главная цель любого предприятия в рыночных условиях – это повышение конкурентоспособности на мировом рынке. Достижение цели зависит от эффективно использования достаточно широкого спектра групп потенциалов: научно-технического, производственного, инвестиционного, рыночного, информационного и кадрового. Отсутствие или недостаточно высокий уровень наиболее значимых показателей любой группы препятствуют созданию высокотехнологичного производства и реализации инновационной продукции (услуг) и в целом инновационному развитию и инновационной деятельности [1, с. 3].

Век информатизации и цифровизации во всех сферах возрастает роль информационных систем и технологий (IT): при осуществлении различных видов производственной деятельности, принятии управленческих решений, разработке стратегии развития предприятия и т. д. Для эффективного осуществления инновационной деятельности необходим соответствующий информационный потенциал. Однако отношение некоторых руководителей и работников предприятий к IT-подразделениям, осуществляющим функции сопровождения информационных систем, неоднозначно. Это определяется рядом факторов:

1) со стороны руководства предприятия:

- отсутствие документов, регламентирующих механизм работы IT-подразделения, что говорит о недостаточной компетенции в понимании функций, задач, возникающих рисков и целей данных подразделений;

- необходимость увеличения инвестиций в информационные технологии, обосновать которые зачастую достаточно сложно;

- отсутствие объективных критериев оценки эффективности деятельности IT-подразделения;
- информационные технологии компаний, как правило, существуют, развиваются, оцениваются и финансируются без привязки к общей стратегии и задачам компании;

2) со стороны IT-подразделения:

- сосредоточенность на решении текущих вопросов пользователей;

- при решении чисто технических задач с целью обеспечения работы информационной системы не учитываются цели бизнеса;

- на многих предприятиях IT-подразделения до сих пор находятся в ранге второстепенного внутреннего сервиса. Нет четкого понимания требований с одной стороны, и их исполнения с другой, что порождает конфликты между подразделениями. Результатом такого подхода становится низкая экономическая эффективность решений;

- у IT-руководителей, как правило, нет четких показателей оценки работы своего отдела и, следовательно, нет возможности определения степени удовлетворения потребностей бизнеса;

- недостаточная компетенция в экономических знаниях мешает оценить стоимость IT-рисков, обосновать все возрастающие финансовые потоки в IT.

С одной стороны, руководители не видят необходимости в закупке нового оборудования и программного обеспечения, сокращают количество штатных еди-

ниц специалистов IT-подразделений, пытаются переложить часть функций по обслуживанию технических средств на самих работников. При этом требования к качеству информационных систем все возрастают, что в свою очередь отрицательно сказывается на конкурентоспособности бизнеса в целом.

С другой стороны, быстро развивающиеся технологии, насыщенность предприятий аппаратными и программными средствами IT требуют увеличения штата специалистов по их поддержке.

С третьей стороны, в свете развивающихся рынков и технологий возникает постоянная необходимость в получении новых знаний и активном использовании всего доступного технологического потенциала, а также необходимость во внедрении инноваций.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что наиболее важными задачами являются изменение отношения бизнеса к IT-службе и разработка новых принципов работы IT. Примером инновационного подхода в IT-сфере является передача IT-инфраструктуры предприятий на внешнее обслуживание.

Аутсорсинг информационных технологий (IT-аутсорсинг) – наиболее развитый вид услуг аутсорсинга, что связано с устойчивыми тенденциями к расширению сферы применения информационных технологий во всех областях деятельности современных организаций [2]. Именно передача третьей стороне функций сопровождения систем обработки информации породила в бизнес-практике сам термин «аутсорсинг».

По мнению специалистов IT-индустрии, аутсорсинг – это реальная возможность для бизнеса оптимизировать и освободить кадровые и финансовые ресурсы за счет передачи определенных функций и работ другой компании [3]. Плюсом аутсорсинга в первую очередь является сокращение расходов на обслуживание IT-инфраструктуры. Благодаря аутсорсингу повышаются производительность и уровень стабильности IT-систем, снижаются риски и издержки, минимизируются простои, а значит, и финансовые потери компании. Аутсорсинг – это на 90 % вопрос экономики. Дефицит сотрудников – вторая причина (помимо экономической) принятия решения об аутсорсинге.

При принятии управленческих решений и прогнозировании возможных результатов перехода на аутсорсинг руководитель предприятия обычно сталкивается со сложной системой взаимозависимых компонент (ресурсы, желаемые исходы или цели, лица или группа лиц и т. д.). Все возможности нужно проанализировать и выбрать из нескольких решений правильное. В этих условиях имеет место объективная необходимость применения аппарата математического моделирования для обоснования выбранных решений, что актуализирует тему настоящей работы.

Повышение уровня инновационного развития IT-услуг предприятия на основе метода анализа иерархий

В статье рассматривается задача принятия решений по повышению уровня инновационного развития IT-услуг предприятия. Для ее решения была разработана математическая модель на основе метода Саати – метода анализа иерархий (МАИ), разработан-

ного известным математиком Т. Саати еще в 70-х гг. XX века. Согласно определению, метод анализа иерархий – математический инструмент системного подхода к сложным проблемам принятия решений. МАИ не предписывает лицу, принимающему решение (ЛПР), какое-либо правильное решение, а позволяет ему в интерактивном режиме найти такой вариант (альтернативу), который наилучшим образом согласуется с его пониманием сути проблемы и требованиями к ее решению [4, с. 12].

Используя метод анализа иерархий для определения наиболее эффективного решения по повышению уровня инновационного развития IT-услуг предприятия, последовательно выполним следующие действия:

1) определим фокус иерархии (цель) – повышение качества IT-услуг предприятия;

2) определим факторы, от которых будет зависеть принятое решение (администрация предприятия, работники предприятия, IT-подразделение);

3) проведем декомпозицию проблемы на элементы и построим иерархии взаимодействия элементов всех уровней – получаем дерево от цели через критерии к альтернативам;

4) проведем попарное сравнение элементов одного уровня по отношению к элементу вышележащего уровня, который выступает при этом в качестве критерия сравнения. Для сравнения элементов будем использовать коэффициенты, выставленные специалистами-экспертами по 9-балльной шкале относительной важности (таблица 1), предложенной автором МАИ Т. Саати [5, с. 53]. В принятии решений участвуют представители от администрации, работников и IT-подразделения. Каждый из них отвечает за свой ряд критериев;

5) вычислим относительные коэффициенты важности (далее – веса) сравниваемых элементов данного уровня по отношению к выбранному критерию;

6) проведем последовательное взвешивание весов элементов данного уровня с использованием весов элементов вышележащих уровней;

7) получим относительные веса элементов нижнего уровня относительно цели проблемы.

Таблица 1 – Шкала относительной важности

Коэффициент относительной важности	Определение
1	Равная важность
3	Умеренное превосходство одного над другим
5	Существенное или сильное превосходство
7	Значительное превосходство
9	Очень сильное превосходство
2, 4, 6, 8	Промежуточные решения между двумя соседними суждениями

Для прогнозирования наиболее предпочтительного инновационного развития IT-услуг предприятия структурируем задачу повышения качества IT-ус-

луг в виде иерархии, представленной на рисунке 1, где отображены факторы, критерии и альтернативы. В качестве альтернатив рассматриваются три исхода:

1) A_1 – переход на стратегический аутсорсинг, который подразумевает комплексное обслуживание и управление всей ИТ-инфраструктурой заказчика;

2) A_2 – переход на функциональный ИТ-аутсорсинг, который подразумевает передачу заказчиком части функций или сервисов своей ИТ-службе компании-аутсорсеру;

3) A_3 – предоставление ИТ-услуг собственными силами.

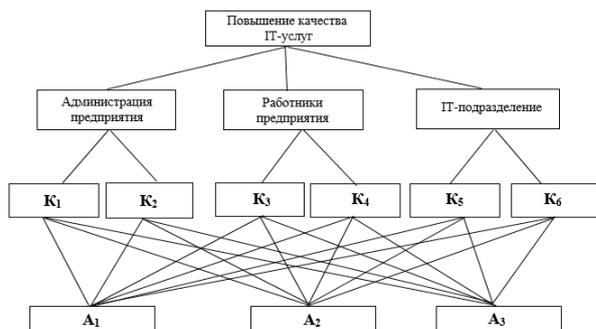


Рисунок 1 – Иерархическая модель принятия решений по повышению ИТ-услуг предприятия

Построим матрицы попарного сравнения элементов одного уровня по отношению к элементу вышележащего уровня, который выступает при этом в качестве критерия сравнения. Для каждой матрицы рассчитаем нормированный вектор приоритетов – весовой столбец критериев (W).

Определяем, какой из факторов имеет больший вес при принятии решения. Для этого составляем матрицу парных сравнений факторов относительно цели (таблица 2).

Таблица 2 – Матрица приоритетности факторов относительно цели

Факторы	Администрация	Работники	ИТ-подразделение
Администрация	1,00	3,00	5,00
Работники	0,13	1,00	6,00
ИТ-подразделение	0,20	0,17	1,00

Далее составим матрицы парных сравнений факторов и соответствующих им критериев:

1) снижение (без ущерба для эффективности) стоимости владения ИТ (K_1);

2) анализ структуры информационной системы организации (K_2);

3) удовлетворение потребностей в ИТ-сервисах (K_3);

4) универсальность и информативность (K_4);

5) обеспечение устойчивой работы ИТ-сервиса с требуемым уровнем производительности (K_5);

6) инвестиции в информационные технологии (K_6).

Для фактора «Администрация» попарное сравнение проводилось по критериям K_1 и K_2 (таблица 3).

Таблица 3 – Матрица парных сравнений фактора «Администрация» относительно критериев K_1 и K_2

Администрация	K_1	K_2
K_1	1,00	9,00
K_2	0,11	1,00

Составляем матрицы попарного сравнения альтернатив по каждому выбранному критерию. В таблице 4 проставлены коэффициенты, отражающие важность одной альтернативы относительно всех остальных, по критерию K_1 .

Таблица 4 – Матрица попарного сравнения альтернатив по критерию K_1

K_1	A_1	A_2	A_3
A_1	1,00	2,00	4,00
A_2	0,50	1,00	0,50
A_3	0,25	2,00	1,00

Для всех матриц выполняем нормирование и вычисляем важность выбранных факторов, критериев и альтернатив относительно поставленной цели. Для этого выполним следующие действия:

1. Находим среднегеометрическое значений каждой строки матрицы – цены факторов или критериев и альтернатив:

$$\omega_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}},$$

где a_{ij} – элементы матрицы;

ω_i – среднее значение строки матрицы;

n – количество столбцов матрицы.

2. Определяем веса факторов или критериев и альтернатив. Полученную величину каждой строки ω_i нормируем на сумму всех полученных значений ω_i :

$$W_i = \frac{\omega_i}{\sum_{i=1}^n \omega_i}.$$

Результирующий вектор весов – *весовой столбец критериев по цели*. При этом рассчитанный вектор нормирован следующим образом:

$$\sum_{i=1}^n W_i = 1.$$

В итоге получаем матрицу попарных сравнений факторов и цели и столбцы (векторы) весовых коэффициентов объектов сравнения с точки зрения соответствия факторов удовлетворению выбранной цели. В таблице 5 представлены расчеты весов факторов относительно цели.

Можно сделать промежуточный вывод о том, что с точки зрения достижения выбранной цели наиболее весомым являются требования администрации (61 %), далее работников (31 %) и сотрудников ИТ-подразделения (8 %).

Таблица 5 – Результаты попарных сравнений групп факторов относительно цели

Повышение качества IT-услуг	Администрация	Работники	IT-подразделение	Среднее геометрическое	W_1	Веса, %
Администрация	1,00	3,00	8,00	3,42	0,609	61
Работники	0,20	1,00	6,00	1,00	0,311	31
IT-подразделение	0,13	0,20	1,00	0,29	0,079	8
Сумма	1,33	6,20	14,00	4,71	1,000	
				λ_{\max}	3,186	
		Индекс согласованности			0,093	
		Отношение согласованности			0,160	

Сравниваем все факторы по каждому из соответствующих им критериев. В итоге получаем столбцы (векторы) весовых коэффициентов объектов сравнения с точки зрения соответствия критериев относительно факторов. В таблице 6 представлена матрица парных сравнений фактора «Администрация» и критериев K_1 и K_2 , а также весовые столбцы важности критериев.

Таблица 6 – Матрица важности критериев K_1 и K_2 относительно фактора «Администрация»

Администрация	K_1	K_2	W_2	Веса, %
K_1	1,00	9	0,90	90
K_2	0,11	1	0,10	10
Сумма			1,00	

Таким образом, с точки зрения администрации, наиболее весомым критерием является снижение (без ущерба для эффективности) стоимости владения IT.

Аналогично рассчитываются весовые коэффициенты для факторов «Работники предприятия» и «IT-подразделение».

Сравниваем все альтернативы относительно выбранных критериев и определяем предпочтительности данных альтернатив относительно выбранных критериев.

В таблице 7 представлены матрица попарных сравнений альтернатив и вектор локальных приоритетов относительно критерия K_1 – снижение (без ущерба для эффективности) стоимости владения IT.

В результате получаем промежуточный вывод: наиболее весомым является переход на стратегический аутсорсинг (58 %), далее следует предоставление IT-услуг собственными силами (23 %), менее интересен переход на функциональный IT-аутсорсинг (18 %).

Составляем аналогичные матрицы попарного сравнения альтернатив относительно оставшихся критериев. В итоге получаем столбцы (векторы) весовых коэффициентов объектов сравнения с точки зрения соответствия отдельным критериям.

Формируем:

- вектор весов факторов (таблица 8);
- матрицу весов альтернатив по каждому критерию (таблица 9).

Таблица 7 – Расчет коэффициентов важности альтернатив относительно критерия K_1

K_1	A_1	A_2	A_3	Среднее геометрическое	Вес в долях (W_2)	Веса, %
A_1	1,00	2,00	4,00	2,00	0,58	58
A_2	0,50	1,00	0,50	0,63	0,18	18
A_3	0,25	2,00	1,00	0,79	0,23	23
Сумма	1,75	5,00	5,50	3,42	1,00	
				λ_{\max}	3,217	
		Индекс согласованности			0,109	
		Отношение согласованности			0,187	

Таблица 8 – Вектор весов факторов относительно цели

Факторы	Веса в долях
Администрация	0,61
Работники	0,31
IT-подразделение	0,08

Таблица 9 – Собственные векторы весов критериев относительно факторов

Критерии Альтернативы	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6
	A_1	0,584	0,680	0,715	0,688	0,055
A_2	0,184	0,109	0,067	0,262	0,173	0,087
A_3	0,232	0,211	0,218	0,050	0,772	0,693

Определяем векторы приоритетов альтернатив относительно факторов «Администрация» ($W_{Ад}^A$), «Работники предприятия» ($W_{Р}^A$), «IT-подразделение» (W_{IT}^A).

Так, например, вектор приоритетов альтернатив относительно фактора «Администрация» ($W_{Ад}^A$) определяется путем перемножения матрицы, сформированной из значений векторов приоритетов W_5, W_6 на вектор W_2 , определяющий значимость критериев, расположенных под фактором «Администрация»:

$$W_{Ад}^A = [W_5, W_6] \times W_2.$$

Умножая полученную матрицу (W_5, W_6) на столбец W_2 по правилу «строка на столбец» (матрично), получаем веса альтернатив с точки зрения достижения цели:

$$W_{Ад}^A = \begin{bmatrix} 0,584 & 0,680 \\ 0,184 & \dots & 0,109 \\ 0,232 & 0,211 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,9 \\ 0,1 \end{bmatrix} \dots = \dots \begin{bmatrix} 0,594 \\ 0,177 \\ 0,230 \end{bmatrix}.$$

Аналогично определяются остальные векторы (W_P^A, W_{IT}^A).

Вектор приоритетов альтернатив относительно фокуса (цели) иерархии ($W_{Ц}^A$) определяется путем перемножения матрицы, сформированной из значений векторов приоритетов $W_{Ад}^A, W_P^A, W_{IT}^A$ на вектор W_1 , определяющий значимость факторов:

$$W_{Ц}^A = [W_{Ад}^A, W_P^A, W_{IT}^A] \times W_1.$$

Веса альтернатив относительно фокуса (цели) иерархии

$$W_{Ц}^A = \begin{bmatrix} 0,594 & 0,712 & 0,072 \\ 0,177 & \dots & 0,088 & \dots & 0,164 \\ 0,230 & 0,199 & 0,764 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,609 \\ 0,311 \\ 0,079 \end{bmatrix} \dots = \dots \begin{bmatrix} 0,582 \\ 0,196 \\ 0,222 \end{bmatrix}.$$

В итоге получаем вектор глобальных приоритетов с точки зрения достижения поставленной цели:

$$W_{Ц}^A = \begin{matrix} A_1 & A_2 & A_3 \\ (0,582 & 0,196 & 0,222) \end{matrix}$$

Общий индекс согласованности:

$$0,168.$$

Наиболее предпочтительной является альтернатива, имеющая максимальный вес. Таким образом, альтернатива перехода на стратегический аутсорсинг имеет наибольшее значение обобщенного приоритета (рисунок 2) и является наиболее привлекательным способом повышения уровня инновационного развития IT-услуг данного предприятия.

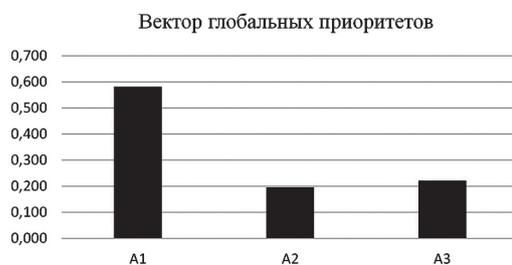


Рисунок 2 – Диаграмма вектора глобальных приоритетов альтернатив принятия решений по повышению качества IT-услуг

Для развивающегося «молодого» предприятия данное решение позволит освободившиеся финан-

совые и человеческие ресурсы направить на повышение эффективности работы основного бизнеса. Для предприятия «со стажем» переход на аутсорсинг дает возможность провести реструктуризацию, направив силы на стабилизацию основного производства.

Для компьютерной реализации построенной математической модели принятия решения была использована система поддержки принятия решений (СППР) «Выбор» [6]. Это аналитическая система, основанная на методе анализа иерархий, позволяет: структурировать проблему; построить набор альтернатив; выделить характеризующие их факторы; задать значимость этих факторов; оценить альтернативы по каждому из факторов; найти неточности и противоречия в суждениях лица, принимающего решение; провести анализ решения и обосновать полученные результаты.

С использованием системы «Выбор» была построена иерархия (рисунок 3), получены матрицы попарного сравнения (пример матрицы попарного сравнения альтернатив относительно критерия K_1 представлен на рисунке 4), рассчитан общий индекс согласованности (рисунок 5) и подсчитан глобальный вектор приоритетов (рисунок 6).

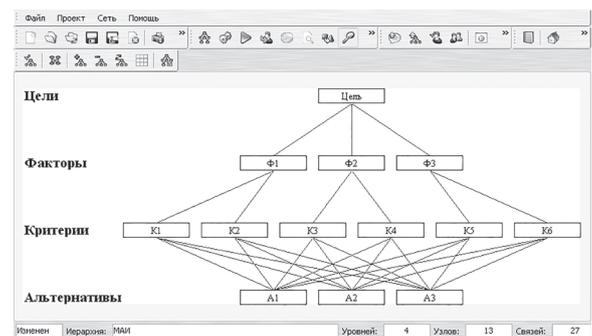


Рисунок 3 – Иерархическая модель принятия решений

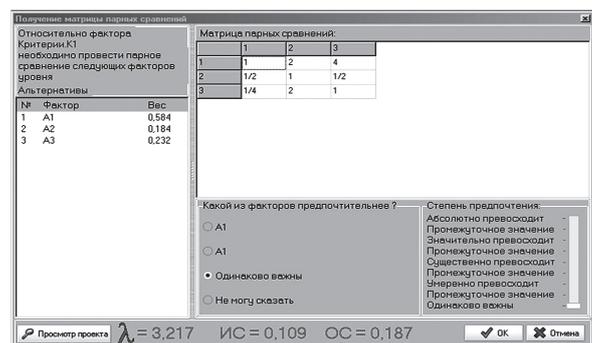


Рисунок 4 – Матрица попарного сравнения альтернатив относительно критерия K_1

Из полученной диаграммы (см. рисунок 6) можно сделать вывод, что для предприятия, у которого информационные технологии являются средством реализации основных бизнес-задач и уровень компетенции работников IT-подразделения недостаточен высок, переход на стратегический аутсорсинг (A_1) является предпочтительным.

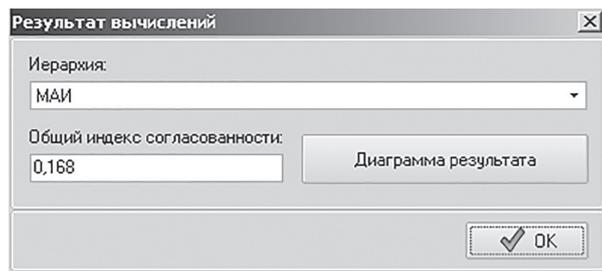


Рисунок 5 – Расчет общего индекса согласованности

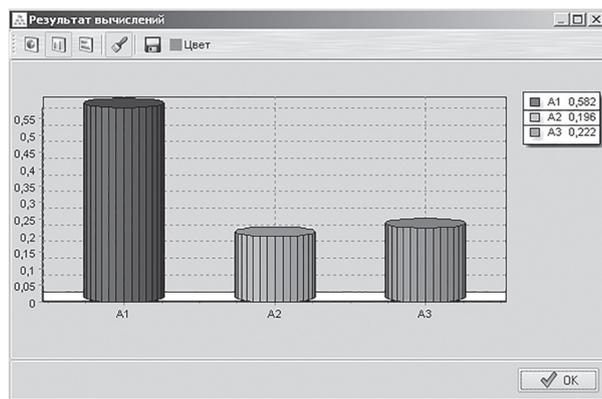


Рисунок 6 – Диаграмма предпочтения альтернатив

Представленная модель выбора наиболее эффективного метода повышения уровня развития IT-услуг предприятия используется в процессе обучения государственных слушателей. В процессе выполнения задания обучаемые в роли экспертов от администрации, затем работников, IT-специалистов выставляют коэффициенты важности выбранных критериев. Тем самым они анализируют и оценивают степень важности информационных технологий для основного бизнес-процесса их предприятий, уровень оснащённости компьютерной техникой и обеспеченности программным обеспечением, компетенции IT-специалистов. Имеют возможность сравнить полученные результаты с политикой администрации их предприятий по совершенствованию информационных технологий.

Заключение

Данная модель не даёт прямых указаний на какое-либо решение. Она даёт возможность выбора наиболее эффективной альтернативы повышения уровня инновационного развития IT-услуг предприятия, когда альтернатив достижения цели несколько и нет представления о том, какая из них лучшая.

Литература / References

- [1] Новыш, Б.В. Модель и инструментальное средство оценки инновационного потенциала регионов / Б.В. Новыш, И.А. Юрча // Научные труды Академии управления при Президенте Республики Беларусь. – 2018. – Т. 20. – С. 293–303.

Novysh, B.V. Model' i instrumental'noye sredstvo otsenki innovatsionnogo potentsiala regionov / B.V. Novysh, I.A. Yurcha // Nauchnyye trudy Akademii upravleniya pri Prezidente Respubliki Belarus'. – 2018. – Т. 20. – Р. 293–303.

- [2] Аутсорсинг в сфере информационных технологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bodrenko.org/auts/auts-16.htm>. – Дата доступа: 12.09.2019.

Autsorsing v sfere informatsionnykh tekhnologiy [Electronic resource]. – Mode of access: <http://bodrenko.org/auts/auts-16.htm>. – Date of access: 12.09.2019.

- [3] Все плюсы и минусы аутсорсинга в Беларуси [Электронный ресурс] // Клуб логистов. – Режим доступа: <http://www.logists.by/library/view/vse-plusy-i-minusy-autsorsinga>. – Дата доступа: 05.07.2019.

Vse plyusy i minusy autsorsinga v Belarusi [Electronic resource] // Klub logistov. – Mode of access: <http://www.logists.by/library/view/vse-plusy-i-minusy-autsorsinga>. – Date of access: 05.07.2019.

- [4] Кузнецова, О.Б. Расчет экономической эффективности от внедрения IT-проектов / О.Б. Кузнецова, С.А. Шиманский. – Мурманск: Мурманский государственный технический университет, 2012. – 31 с.

Kuznetsova, O.B. Raschet ekonomicheskoy effektivnosti ot vnedreniya IT-proyektov / O.B. Kuznetsova, S.A. Shimanskiy. – Murmansk: Murmanskii gosudarstvennyy tekhnicheskii universitet, 2012. – 31 p.

- [5] Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати; пер. с англ. Р.Г. Вачнадзе. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.

Saati, T. Prinyatiye resheniy. Metod analiza iyerarkhiy / T. Saati; per. s angl. R.G. Vachnadze. – M.: Radio i svyaz', 1993. – 278 p.

- [6] СППР «Выбор» 7.0.0.508 [Электронный ресурс] // SoftPortal. – Режим доступа: <https://www.softportal.com/software-7763-sppr-vibor.html>. – Дата доступа: 05.09.2019.

SPPR «Vybor» 7.0.0.508 [Electronic resource] // SoftPortal. – Mode of access: <https://www.softportal.com/software-7763-sppr-vibor.html>. – Date of access: 05.09.2019.