

## Применение метода анализа иерархий при выборе наиболее предпочтительных решений для совершенствования информационного обеспечения управления предприятием

**С.А. Борисов,**

канд. экон. наук, доцент кафедры «Менеджмент и государственное управление» Института Экономики и Предпринимательства, Нижегородский государственный университет им.Н. И. Лобачевского (ННГУ) (603950, г. Нижний Новгород, пр.Гагарина, 23; e-mail: ser211188@yandex.ru)

**Н.В. Усов,**

канд. экон. наук, доцент кафедры «Экономическая теория и эконометрика» Института Экономики и Управления, Нижегородский государственный технический университет им.П.Е. Алексеева (НГТУ) (603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24; e-mail: nick\_us87@mail.ru)

**В.Н. Новикова,**

канд. экон. наук, доцент кафедры «Экономическая теория и эконометрика» Института Экономики и Управления, Нижегородский государственный технический университет им.П.Е. Алексеева (НГТУ) (603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24; e-mail: Nvn1987@bk.ru)

*Аннотация. В настоящей статье представлена методика выбора наиболее предпочтительных решений для совершенствования информационного обеспечения управления предприятием, базирующаяся на методе анализа иерархий (МАИ). Представлена актуальность решаемой проблемы, обоснована возможность применения МАИ для решения поставленной задачи, приведена апробация методики на примере выбора наиболее предпочтительной информационной системы для совершенствования информационного обеспечения управления предприятием. Приведенные расчеты подтверждают возможность и эффективность применения методики к задачам, подобным той, которая рассматривается в статье.*

*Abstract. The article is about the methodology for selecting the most preferred solutions to improve an information support of enterprise management based on the analytic hierarchy process (AHP). The actuality of the solved problems is presented, the possibility of the AHP application to solve the problem is validated, the testing methodology on the example of selecting the most preferred information system for the information security management improvement is given in the article. The calculations confirm the possibility and efficiency of the methodology application to such tasks, that we can see in the article.*

*Ключевые слова: альтернативы, корпоративные информационные системы, критерии, метод анализа иерархий, предпочтительные решения, управление предприятием.*

*Keywords: alternatives, corporate information systems, criteria, analytic hierarchy process, preferred solutions, enterprise management.*

В настоящее время для того, чтобы выжить и преуспеть в условиях высокой конкуренции, современному предприятию требуется определить, поддерживать и развивать свои конкурентные преимущества. Одним из важнейших вопросов, стоящих перед современным предприятием, является совершенствование информационного обеспечения управления предприятием на основании внедрения интегрированных корпоративных информационных систем. От них зависит эффективность управления предприятием и контроля его деятельности, прозрачность протекающих на предприятии бизнес-процессов, возможность выстраивать бизнес - коммуникации с клиентами, партнерами, поставщиками, органами власти.

О важности использования информационных систем в управлении экономическими системами очень наглядно и обоснованно написано в работах [4], [5], [9], представленных в списке литературы.

Среди интегрированных корпоративных информационных систем важное место занимают системы комплексного управления предприятием, которые позволяют автоматизировать различные аспекты деятельности предприятия, включая: производство, финансы, контроллинг, бухгалтерский учет, логистику, управление взаимоотношениями с клиентами. Такие системы часто называют ERP или ERP -подобными системами.

На сегодняшний день на рынке информационных продуктов и услуг в России для совершенствования информационного обеспечения управления промышленными предприятиями наибольшую популярность получили такие системы, как: SAP Enterprise, Галактика, 1С: Предприятие. Каждая система имеет множество клиентов на территории РФ. Доли на рынке по проведенным на 2015 год исследованиям представлены на рис.1.



Рис. 1. Доли поставщиков информационных систем управления на российском рынке, % [Источник: консалтинговая компания IDC, 2015]

Безусловно, каждая из систем имеет свои ключевые достоинства и недостатки. Рассмотрим их более подробно.

Так, для системы SAP Enterprise немецкого производства основными достоинствами являются широкие функциональные возможности, надежность, известность марки в европейских странах, многолетний опыт использования. К недостаткам можно отнести очень высокую стоимость системы (около 2 млн стоимость самой системы и столько же может составлять стоимость поддержки) по сравнению с конкурентами, а также малое количество специалистов в России (это усложняет и удорожает стоимость обслуживания системы в режимах внедрения и эксплуатации), также недостатками являются сложность экспорта и импорта файлов системы с некоторым другим офисным программным обеспечением. Кроме того, невозможно приоб-

рести систему "по модулю", что является весьма затратной процедурой не только для мелких и средних предприятий, но и для некоторых крупных.

Система "Галактика" отечественного производства обладает дружелюбным для пользователя интерфейсом, содержит большое количество модулей, объединенных в контуры, которые поддерживают большинство требуемых функций, как для малых и средних, так и крупных предприятия, а также обладает достаточно высоким уровнем защиты информации. Имеет разновидности ERP и BI. Благодаря российскому происхождению, на территории РФ находятся представительства данной компании, которые могут оказать поддержку на этапе внедрения и эксплуатации системы. Пример интерфейса данной системы представлен на рис.2.



Рис. 2. Интерфейс системы Галактика [Источник: официальный сайт компании "Галактика"]

Система 1С: Предприятие является одной из самых известных информационных систем на отечественном рынке. Ее доля существенно выросла с 2011 года, хотя и до сих пор уступает решениям, представленным компанией SAP. Основными достоинствами данного программного продукта является относительно невысокая стоимость (около 120 тысяч рублей на 10 лицензионных версий), функционал достаточный для решения основных задач, стоящих перед пред-

приятием, возможность масштабирования системы в соответствии с размером предприятия, множество специализированных решений, таких как: 1С: Зарплата и Кадры, 1С: Торговля и Склад, 1С: Бухгалтерия и т.п. Благодаря этим качествам данную систему часто используют в качестве средства автоматизации российских предприятий.

Интерфейс системы 1С: Предприятие представлен на рис. 3.

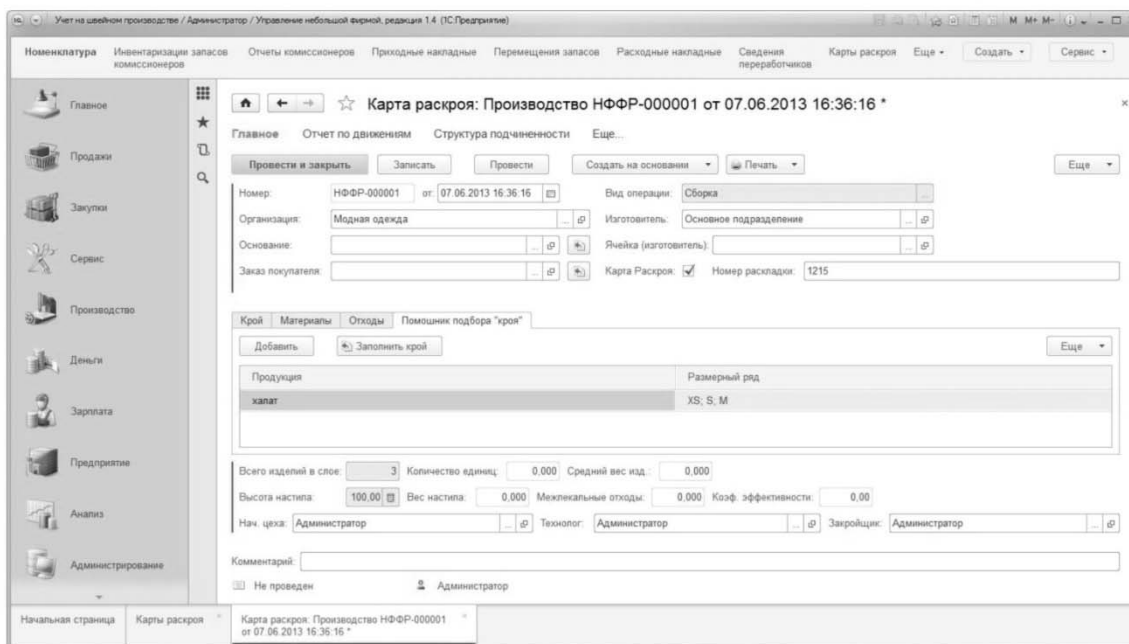


Рис. 3. Интерфейс программы 1С: Предприятие

Таким образом, как мы видим, каждое из представленных решений имеет как свои достоинства, так и недостатки. Требуется определить, какая же система является наиболее предпочтительной для большинства отечественных предприятий.

Необходимо отметить, что исследование проводилось на основании данных, предоставленных на специализированных сайтах и форумах в сети Интернет, поэтому носит обобщенный характер и на конкретном предприятии могут быть собственные предпочтения к выбираемой информационной системе. Тем не менее, предлагаемые в работе подход и критерии могут найти место при решении задачи по выбору наиболее предпочтительного решения совершенствования информационного обеспечения управления промышленным предприятием.

Предлагается для решения представленной задачи методика, базирующаяся на методе анализа иерархий, состоящая из следующих шагов:

**Шаг 1.** Построение "дерева" иерархии: определение проблемы, альтернативных путей решений (альтернатив), отбор групп факторов, связанных с решением проблемы, формирование перечня конкретных факторов;

**Шаг 2.** Расчет относительной предпочтительности групп факторов между собой экспертным путем (используются матрицы парных сравнений);

**Шаг 3.** Расчет предпочтительности критериев внутри групп;

**Шаг 4.** Определение относительной предпочтительности альтернатив в рамках групп критериев;

**Шаг 5.** Определение итоговых приоритетов и выбор наиболее предпочтительного решения. Наилучшим считается решение, которому соответствует наибольшее (максимальное) числовое значение.

В рамках реализации методики на шагах 2-5 требуется рассчитывать согласованность решений, характеризуемых такими показателя-

ми, как максимальное значение лямбда, индекс и отношение согласованности.

Для определения относительной важности используются матрицы парных сравнений. Предварительно производится ранжирование критериев, в результате которого они располагаются в порядке убывания важности (значимости). Далее формируется система парных сведений. Она приводит к результату, который может быть представлен в виде обратно симметричной матрицы. Элементом матрицы  $a(i,j)$  является интенсивность проявления элемента иерархии  $i$  относительно элемента иерархии  $j$ , оцениваемая по шкале интенсивности от 1 до 9. Также, если известны предпочтения одних сравниваемых вариантов над другими, для формирования матрицы парных сравнений используется величины, обратные к заданным предпочтениям.

Сущность шкалы интенсивности (относительной важности) представлена в табл.1.

Таблица 1  
Шкала интенсивности (относительной важности) по Т.Саати

Степень важности	Соответствующее цифровое значение
Равная важность	1
Умеренное превосходство	3
Значительное превосходство	5
Сильное превосходство	7
Очень сильное превосходство	9

В промежуточных случаях можно использовать четные оценки: 2, 4, 6, 8 (например, 4 – между умеренным и значительным превосходством).

Также для расчетов используются следующие формулы:

СГО - средняя геометрическая оценка, рассчитывается по следующей формуле (1):

$$СГО = \sqrt[n]{x_1 * x_2 * \dots * x_n}, \quad (1)$$

где  $x_1, x_n$  - сравниваемые варианты;  $n$  - количество сравниваемых вариантов

ВП - нормированный вектор приоритетов, определяется по следующей формуле (2):

$$ВП = \frac{СГО}{\sum СГО} \quad (2)$$

Индекс согласованности (ИС) определяется по формуле (3)

$$ИС = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1), \quad (3)$$

где лямбда макс рассчитывается по формуле (4):

лямбда макс = сумма произведений сумм по столбцам матрицы парных сравнений на веса нормированного вектора приоритетов;

Отношение согласованности (ОС) рассчитывается по формуле (5):

$$ОС = ИС / m \quad (5)$$

где  $m$  - число, которое зависит от размерности матрицы и может быть определено на основании табл.1. Отношение согласованности должно быть на уровне не более 0,1 - 0,15.

На заключительных этапах методики используются следующие формулы (6-8):

Оценка альтернативы =  $\sum$ (веса групп \* нормированные вектора приоритетов по каждой группе); (6)

Обобщенный индекс согласованности (ОИС) =  $\sum$  ИС по каждой группе \* вес каждой группы;

Обобщенное отношение согласованности (ООС) = ОИС /  $p$ ,

где  $p$  - число, соответствующее размерности матрицы (табл.1).

Таблица 1

Значение показателя случайной согласованности

Размер матрицы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ПСС	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Теоретическое обоснование и практическое применение метода представлено в работах [1]-[3], [6]-[7], [8], указанных в списке использованной литературы.

Итак, сформулируем нашу задачу в следующем виде, в соответствии с условиями мы имеем три уровня иерархии: факторы оценки, три группы факторов (экономические, эргономические, физические), в качестве альтернатив

рассматриваются три программных продукта, краткое описание которых представлено в статье выше: А 1 - SAP Enterprise, А 2 - Галактика, А 3 - 1С: Предприятие. Наименования рассматриваемых факторов и схематичное представление задачи в виде "дерева" иерархии представлены на рис.4.

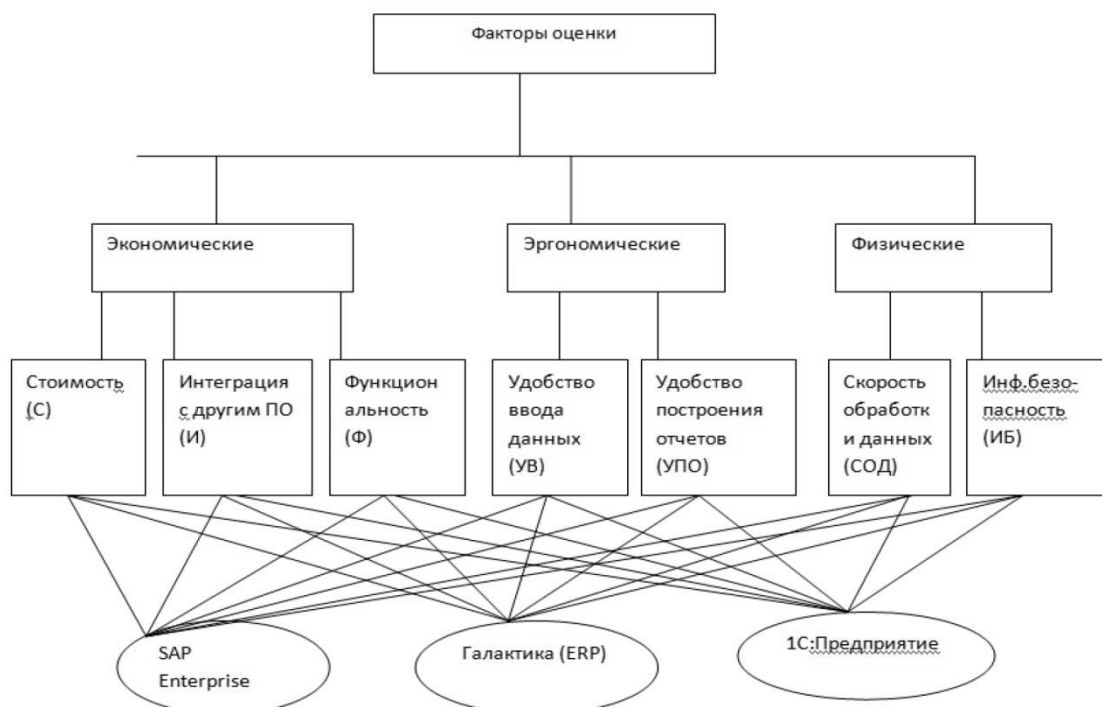


Рис. 4. Диаграмма иерархии для выбора наиболее предпочтительного программного обеспечения по автоматизации деятельности предприятия

Рассмотрим пошаговое решение рассматриваемой нами задачи.

1) Расчет относительной важности групп критериев с помощью матрицы парных сравнений представлены в табл.3.

Таблица 3

Расчет относительной важности групп критериев

	Экономические	Эргономические	Физические	СГО	ВП
Экономические	1,00	5,00	3,00	2,47	0,65
Эргономические	0,20	1,00	0,50	0,46	0,12
Физические	0,33	2,00	1,00	0,87	0,23
Сумма	1,53	8,00	4,50	3,80	1,00

Л макс 3,004  
 ИС 0,002  
 ОС 0,003

2) Расчет относительной важности критериев представлен в табл. 4-6.

Таблица 4

Расчет относительной важности экономических факторов

Веса экономических факторов	С	И	Ф	СГО	ВП
С	1,00	5,00	5,00	2,92	0,71
И	0,20	1,00	1,00	0,58	0,14
Ф	0,20	1,00	1,00	0,58	0,14
Сумма	1,40	7,00	7,00	4,09	1,00

Л макс 3,000  
 ИС 0,000  
 ОС 0,000

Таблица 5

**Расчет относительной важности эргономических факторов**

Веса эргономических факторов	УВ	УПО	СГО	ВП
УВ	1,00	2,00	1,41	0,67
УПО	0,50	1,00	0,71	0,33
Сумма	1,50	3,00	2,12	1,00

Λ макс 2,000  
 ИС 0,000  
 ОС 0,000

Таблица 6

**Расчет относительной важности физических факторов**

Веса физических факторов	СОД	ИБ	СГО	ВП
СОД	1,00	3,00	1,73	0,75
ИБ	0,33	1,00	0,58	0,25
Сумма	1,33	4,00	2,31	1,00

3) Расчет относительной важности альтернатив. Рассмотрим в качестве примера критерий "Стоимость". Расчеты по данному критерию представлены в табл. 7 -13.

терий "Стоимость". Расчеты по данному критерию представлены в табл. 7 -13.

Таблица 7

**Расчет относительной важности по критерию "Стоимость"**

	A1	A2	A3	СГО	ВП
A1	1,00	0,20	0,20	0,34	0,09
A2	5,00	1,00	3,00	2,47	0,62
A3	5,00	0,33	1,00	1,19	0,30
Сумма	11,00	1,53	4,20	3,99	1,00

Λ макс 3,136  
 ИС 0,068  
 ОС 0,117

Таблица 8

**Расчет относительной важности по критерию "Интеграция с другим ПО"**

	A1	A2	A3	СГО	ВП
A1	1,00	0,20	0,14	0,31	0,07
A2	5,00	1,00	0,33	1,19	0,28
A3	7,00	3,00	1,00	2,76	0,65
Сумма	13,00	4,20	1,48	4,25	1,00

Λ макс 3,065  
 ИС 0,032  
 ОС 0,056

Таблица 9

**Расчет относительной важности по критерию "Функциональность"**

	A1	A2	A3	СГО	ВП
A1	1,00	5,00	7,00	3,27	0,73
A2	0,20	1,00	3,00	0,84	0,19
A3	0,14	0,33	1,00	0,36	0,08
Сумма	1,34	6,33	11,00	4,48	1,00

Λ макс 3,065  
 ИС 0,032  
 ОС 0,056

Таблица 10

Расчет относительной важности по критерию "Удобство ввода данных"

	A1	A2	A3	СГО	ВП
A1	1,00	0,33	0,20	0,41	0,10
A2	3,00	1,00	0,33	1,00	0,26
A3	5,00	3,00	1,00	2,47	0,64
Сумма	9,00	4,33	1,53	3,87	1,00

Λ макс                    3,039  
 ИС                        0,019  
 ОС                        0,033

Таблица 11

Расчет относительной важности по критерию "Удобство построения отчетов"

	A1	A2	A3	СГО	ВП
A1	1,00	5,00	5,00	2,92	0,71
A2	0,20	1,00	1,00	0,58	0,14
A3	0,20	1,00	1,00	0,58	0,14
Сумма	1,40	7,00	7,00	4,09	1,00

Λ макс                    3,000  
 ИС                        0,000  
 ОС                        0,000

Таблица 12

Расчет относительной важности по критерию "Скорость обработки данных"

	A1	A2	A3	СГО	ВП
A1	1,00	3,00	3,00	2,08	0,60
A2	0,33	1,00	1,00	0,69	0,20
A3	0,33	1,00	1,00	0,69	0,20
Сумма	1,67	5,00	5,00	3,47	1,00

Λ макс                    3,000  
 ИС                        0,000  
 ОС                        0,000

Таблица 13

Расчет относительной важности по критерию "Информационная безопасность"

	A1	A2	A3	СГО	ВП
A1	1,00	3,00	5,00	2,47	0,64
A2	0,33	1,00	3,00	1,00	0,26
A3	0,20	0,33	1,00	0,41	0,10
Сумма	1,53	4,33	9,00	3,87	1,00

Λ макс                    3,039  
 ИС                        0,019  
 ОС                        0,033

4) Расчет относительной важности критериев в рамках групп. Осуществляется путем умножения весовых коэффициентов в рамках группы

на соответствующие нормированные вектора приоритетов. Расчеты представлены в табл.14 - 16.

Таблица 14

Расчет относительной важности критериев в рамках группы "Экономические"

Экономические	С	И	Ф	ВП
A1	0,09	0,07	0,73	0,18
A2	0,62	0,28	0,19	0,51
A3	0,30	0,65	0,08	0,32

Таблица 15

Расчет относительной важности критериев в рамках группы "Эргономические"

Эргономические	УВ	УПО	ВП
A1	0,10	0,71	0,31
A2	0,26	0,14	0,22
A3	0,64	0,14	0,47

Таблица 16

Расчет относительной важности критериев в рамках группы "Физические"

Физические	СОД	ИБ	ВП
A1	0,60	0,64	0,61
A2	0,20	0,26	0,21
A3	0,20	0,10	0,18

5) Определение итогового вектора приоритетов. Рассчитывается путем умножения ряда данных из п.4) и весовых коэффициентов, соответствующих группам факторов. В соответствии с табл. 5 используются следующие значения весовых коэффициентов: для экономических критериев - 0,71, для эргономических и физических критериев - 0,14. Результаты расчетов представлены в табл.17.

Таблица 17

Расчет итогового вектора приоритетов

A1 (SAP)	0,29
A2 (Галактика)	0,41
A3 (1 С: Предприятие)	0,30
ОИС	0
ООС	0

В соответствии с табл.10 наиболее предпочтительным средством для автоматизации отечественных промышленных предприятий является информационная корпоративная система "Галактика". На данный момент она существенно уступает своим конкурентам SAP Enterprise и 1С: Предприятие, однако, полученные результаты позволяют предположить, что в дальнейшем система сможет завоевать более значительную долю российского рынка из-за сбалансированности функциональности и стоимости.

**Библиографический список:**

1.Борисов, С.А., Ковылкин Д.Ю. Выбор эффективной информационной системы для автоматизации деятельности предприятия [Текст]/С.А.Борисов, Д.Ю. Ковылкин //Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. -2013. -№6.- С.102-108

2.Зайцев Д.А. Управление инновационной деятельностью ИТ - предприятий на основе совершенствования информационного обеспечения: диссертация на соискание ученой степени к.э.н., Нижний Новгород, 2015

3.Зайцев, Д.А. Методика принятия решения по внедрению информационного обеспечения инновационной деятельности на ИТ –предприятии [Текст]/Д.А. Зайцев, Д.А. Корнилов, С.А. Борисов // Фундаментальные исследования. -2015.- №12 (часть3). –С.566-570; URL: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=39582> (Дата обращения: 21.12.2016)

4.Завиваев Н.С., Шамин Е.А. Перспективы развития информационных услуг в различных отраслях экономики/Н.С. Завиваев, Е.А.Шамин//Проблемы и перспективы сельского хозяйства: материалы научно - практической конференции с международным участием.- 2016.- С.29-30

5.Завиваев, Н.С. Становление и перспективы развития информационного общества/Н.С.Завиваев, Е.А.Шамин//Гармонизация межнациональных отношений в условиях глобального общества. XX Нижегородская сессия молодых ученых. Гуманитарные науки. - 2015. - С.99-100.

6.Корнилов, Д.А. Выбор предпочтительного варианта потребительского инвестирования на основе метода анализа иерархий (МАИ)/Д.А.Корнилов, М.Н. Первышин, Е.В.Корнилова // Иннов: электронный научный журнал.- 2016. -№4 (29). URL: <http://www.innov.ru/science/economy/vybor-predpochtitelnogo-varianta-ro/>(Дата обращения: 21.12.2016)

7.Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий/Т.Саати. - М.: Радио и Связь, 1993. – 278 с.

8.Яшин, С.Н. Метод скользящих кривых в оценке инновационного развития промышленных предприятий/С.Н.Яшин, С.Д. Карлина// Финансовая аналитика: проблемы и решения. -2014.-№ 45 (231). -С. 24-34.

9.Яшин, С.Н. Оценка уровня инновационной активности промышленных предприятий на основе анализа показателей статистической и финансовой отчетности/С.Н.Яшин, С.Д. Карлина// Актуальные проблемы экономики и менеджмента. -2014.-№ 1 (1). -С. 71-76.