

УДК 330.46

UDC 330.46

08.00.00 Экономические науки

Economics

**МАКСИМИЗАЦИЯ ОЖИДАЕМОЙ ПРИБЫЛИ  
КОНСАЛТИНГОВОЙ КОМПАНИИ МЕТО-  
ДАМИ ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРО-  
ВАНИЯ**

**EXPECTED PROFIT OPTIMIZATION OF CON-  
SULTING COMPANY USING THE METHODS  
OF DYNAMIC PROGRAMMING**

Ариничев Игорь Владимирович  
к.э.н.  
SPIN-код: 7555-6470

Arinichev Igor Vladimirovich  
Cand.Econ.Sci  
SPIN-code: 7555-6470

Ариничева Ирина Владимировна  
д.б.н., доцент  
SPIN-код: 6169-1334  
*Кубанский государственный аграрный универси-  
тет, Краснодар, Россия*

Arinicheva Irina Vladimirovna  
Dr.Biol.Sci  
SPIN-code: 7555-6470  
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

В данной статье, в соответствии с методологией динамического программирования, предложена методика распределения специалистов консалтинговой компании между ее проектами, с целью максимизации ожидаемой прибыли. Для ее реализации формируется математическая модель с нелинейной целевой функцией и линейными ограничениями. Нелинейность целевой функции обусловлена спецификой деятельности консалтинговых предприятий и их размером. В модель входят вероятностные параметры, определяемые методом экспертных оценок основываясь на предыдущем опыте работы фирмы на аналогичных работах и характеризующие успешность реализации каждого проекта входящего в портфель компании. Далее, рассматривается параметр и функция состояния, удовлетворяющие рекуррентному соотношению и производится линейная замена, чтобы зарезервировать минимальное количество специалистов на каждую работу. В работе приводится гипотетический пример консалтингового предприятия, включающего в свой портфель пять проектов с указанными прибылями в случае их успешного исхода и на его основе реализуется разработанная методика в виде 5-шаговой процедуры моделирования неизвестных параметров. Оценивается экономический эффект от применения данной методики. Разработанная модель и методика могут использоваться специалистами в консалтинговых компаниях, а также на предприятиях сферы услуг

The article presents the methods of specialists' distribution for a consulting company between its projects in accordance with the methodology of dynamic programming for expected profit maximization. For its implementation, a mathematical model is being formed with nonlinear objective function and linear restrictions. The non-linearity of the objective function is due to the specifics of consulting companies and their size. The model includes probability parameters determined by expert evaluations method based on previous experience of the company in the analogical works and describing successful implementation of each project in its portfolio. Then the parameter and function of the state, satisfying recurrence are considered and linear replacement is performed to reserve a minimum number of experts on each job. The article gives a hypothetical example of a consulting company, including in its portfolio five projects with the mentioned profits in case of their success. On its basis, the developed method is implemented as a 5-step procedure of modeling of unknown parameters. Economic impact of the methods' application is estimated. The developed model and method can be used by specialists in consulting companies, as well as in service industries

Ключевые слова: КОНСАЛТИНГОВАЯ КОМПАНИЯ, ОЖИДАЕМАЯ ПРИБЫЛЬ, ДИНАМИЧЕСКОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ, НЕЛИНЕЙНАЯ ЦЕЛЕВАЯ ФУНКЦИЯ, ТРУДОВЫЕ РЕСУРСЫ

Keywords: CONSULTING COMPANY, EXPECTED PROFIT, DYNAMIC PROGRAMMING, NONLINEAR OBJECTIVE FUNCTION, LABOR RESOURCES, WORKFORCE

В странах с развитой рыночной экономикой консалтинговые услуги являются важнейшим элементом поддержания ее инфраструктуры. В России данный рынок относительно молод, если сравнивать его с аналогичным рынком на Западе, однако уже обладает сформировавшимися взглядами, крупными игроками и конкурентной борьбой. В условиях постоянного экономического кризиса развитие консалтинговых услуг замедлилось. Компании данной отрасли испытывают те же трудности, что и их клиенты. Очередной ежегодный рэнкинг ведущих консалтинговых групп, подготовленный рейтинговым агентством RAEX, выявил застой на этом рынке. Сокращение бюджетов на консалтинг привело к уменьшению средней стоимости заказа, что в свою очередь обостряет ценовую конкуренцию между игроками рынка. В результате часть компаний вынуждена уйти с рынка, часть заморозить свою деятельность. По оценкам экспертов «рынок консалтинга колеблется на границе между застоем и сжатием» [6].

Поддержку своему бизнесу консультанты ждут в основном от проектов, реализуемых государством, и в меньшей степени от бизнеса, стремящегося в кризис снизить издержки. Так в соответствии с Федеральным Законом РФ [1] в ближайшее время на федеральном, региональном и муниципальном уровнях должны быть разработаны стратегии, координирующие процессы целеполагания, прогнозирования, планирования и программирования социально-экономического развития Российской Федерации, субъектов Российской Федерации и муниципальных образований. Учитывая колоссальный объем работ, для реализации данных проектов могут быть привлечены консалтинговые компании.

Чтобы сохранить долю рынка и выжить в тяжелой конкурентной борьбе, в числе прочего, компаниям консультантам необходимо рационально рас-

пределять имеющиеся ресурсы, формировать портфели проектов, оптимизировав, таким образом, свою деятельность.

Цель данной работы – предложить методику максимизации, ожидаемой прибыли консалтинговой компании, основанную на оптимальном распределении консультантов между проектами компании.

Предположим, что на предприятии имеется  $m$  консультантов-экспертов, которых нужно оптимальным образом распределить между  $n$  проектами, входящих в портфель данной компании. С каждым проектом будем ассоциировать вероятность успеха его реализации  $p_i$ , которая является нелинейной функцией от числа занятых на проекте экспертов. Нелинейность зависимости является естественным ограничением. Например, если на проекте уже задействовано 50 человек, то еще один консультант, за редким исключением, вряд ли изменит вероятность успеха так же, как если бы на работу изначально было поставлено 5 человек. В данной ситуации прослеживается аналогия с принципом убывающей предельной полезности.

Графически зависимость между вероятностью успеха и количеством специалистов можно представить в виде кривой, изображенной на рисунке 1.

Уравнение кривой (рис. 1) задается как отношение

$$p = \frac{k}{k + \lambda} \quad (1)$$

где  $\lambda$  – постоянный параметр, назначается для каждого проекта и определяется на основе экспертных оценок с учетом предыдущего опыта компании на аналогичных работах. Из формулы (1) следует, чем больше значение  $\lambda$ , тем меньше вероятность успешной реализации рассматриваемого проекта. В пределе при  $\lambda \rightarrow \infty$  ( $k$  – фиксировано) вероятность успеха приближается к нулю. В противном случае, если  $\lambda=0$ , то  $p=1$  (успешное выполнение достоверно).

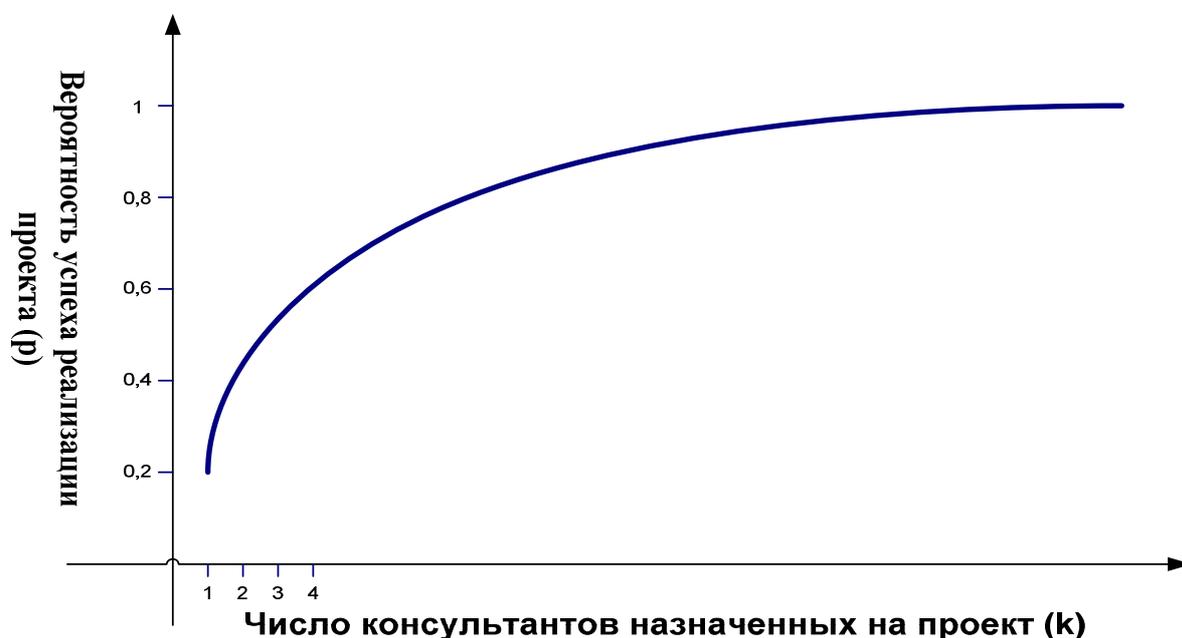


Рисунок 1 – Нелинейная зависимость между числом специалистов на проекте консалтинговой компании и вероятностью его успешной реализации

Кроме этого, с каждой работой  $i$ , в случае ее успешной реализации, будем связывать прибыль  $\pi_i$ . Тогда задача распределения сотрудников консалтинговой компании формулируется следующим образом: требуется найти вектор  $\bar{u} = (u_1, u_2, \dots, u_n)$ , условиям

$$\begin{aligned}
 Z &= p_1\pi_1 + p_2\pi_2 + \dots + p_n\pi_n \rightarrow \max; \\
 p_i &= \frac{u_i}{u_i + \lambda_i}, \\
 u_1 + u_2 + \dots + u_n &= m, \\
 u_i &\geq C_i, \\
 u_i &\in N, i = 1, \dots, n.
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

Целевая функция  $Z$  здесь представляет собой *ожидаемую* прибыль консалтинговой компании, после распределения всех экспертов. Второе уравнение, входящее в ограничение (2), определяет совокупность вероятностей, рас-

смотренных выше (см. (1)). Равенство три и неравенство четыре есть ограничения на число сотрудников: общее их число должно быть равно  $m$  (все имеющиеся специалисты должны быть задействованы) и на каждую работу не может быть сопоставлено консультантов меньше  $C_i > 0$ . Последнее условие есть ограничение на целочисленность переменных.

Задача (2) представляет собой задачу целочисленного нелинейного программирования, которая может быть решена методами динамического программирования. В первую очередь произведем замены переменных  $v_i = u_i - C_i$ , чтобы зарезервировать на каждую работу не менее  $C_i$  специалистов. Тогда задача (2) преобразуется к виду

$$\begin{aligned} Z &= p_1\pi_1 + p_2\pi_2 + \dots + p_n\pi_n \rightarrow \max; \\ p_i &= \frac{v_i + C_i}{v_i + C_i + \lambda_i}, \\ v_1 + v_2 + \dots + v_n + C_1 + C_2 + \dots + C_n &= m, \\ v_i &\geq 0, \\ v_i &\in N, i = 1, \dots, n. \end{aligned} \tag{3}$$

Введем параметр состояния и определим функцию состояния. За параметр состояния  $x$  примем количество сотрудников, выделяемое несколькими проектам, а функцию состояния  $F_k(x)$  определим как максимальную ожидаемую прибыль на первых  $k$  проектах, если им вместе сопоставлено  $x$  сотрудников, где после замены переменных  $x \in \{0, 1, \dots, 15\}$ . Можно показать [5], что функции  $F_k(x)$  удовлетворяет рекуррентному соотношению:

$$\begin{aligned} F_k(x) &= \max_{0 \leq v_k \leq x} \{p_k\pi_k + F_{k-1}(x - v_k)\}, k = 2, 3, \dots, n \\ F_1(x) &= p_1\pi_1, k = 1 \end{aligned} \tag{4}$$

В начале процесса состояние системы нам известно, и делать какие-то предположения не нужно. Поэтому, имея

в виду, что все последующие шаги спланированы для различных состояний системы, остается выбрать управление на первом шаге так, чтобы оно было оптимальным с учетом всех управлений, уже принятых наилучшим образом на всех последующих шагах.

Рассмотрим гипотетический пример, в котором консалтинговая компания сформировала портфель из пяти проектов управленческого-консалтинга для различных бизнес-структур ( $n=5$ ):

- обеспечение эффективного слияния;
- построение оптимальной системы документооборота;
- анализ и оптимизация действующей бизнес-модели;
- анализ регионального рынка сырья;
- построение эффективной маркетинговой стратегии.

В общей сложности для реализации указанных проектов предприятие располагает сорока специалистами ( $m=40$ ). На основе экспертных оценок были получены значения вероятностных параметров  $\lambda_i$  (соответственно списку) (см. рис. 2). Также будем считать, что на каждый проект должно быть сопоставлено не менее 5 сотрудников ( $C_i=5$ ).

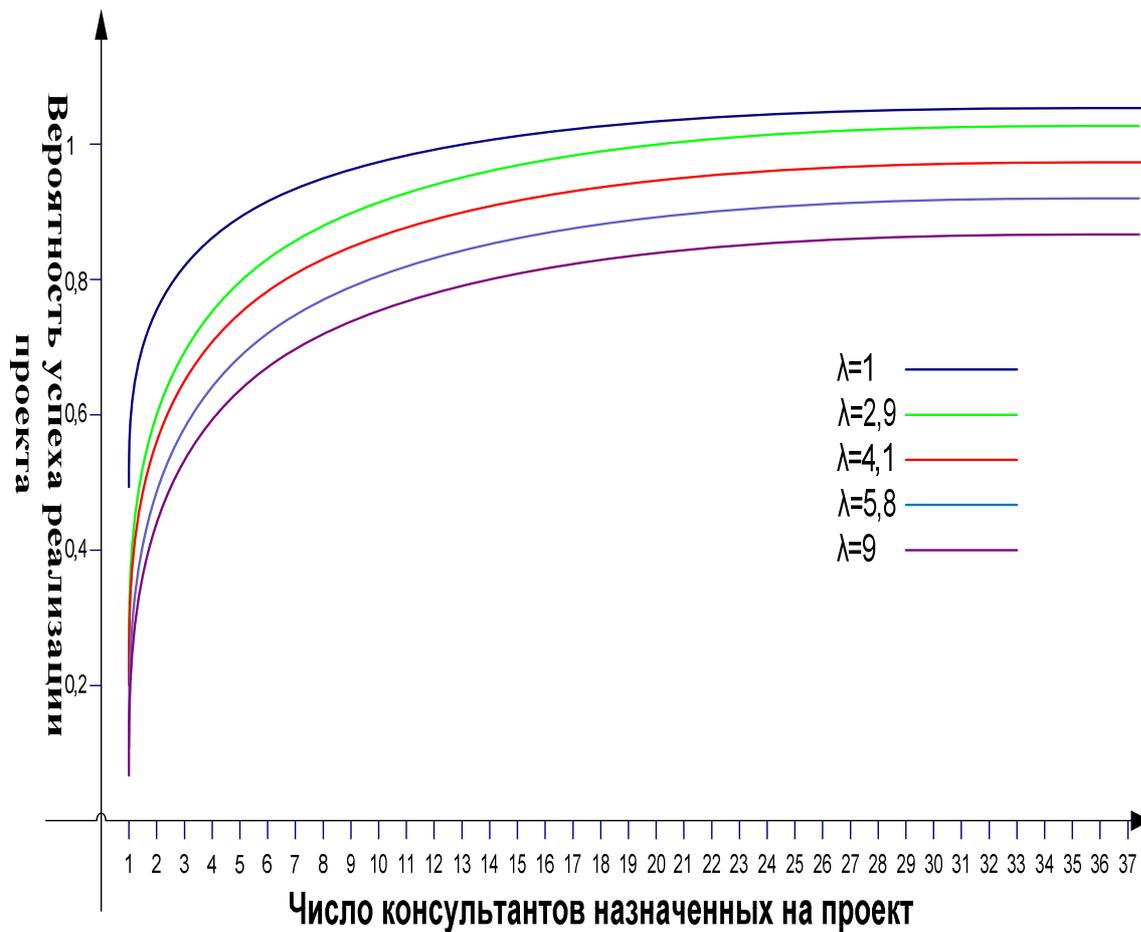


Рисунок 2 – Вероятности успешной реализации бизнес-проектов

Рассмотрим случай, когда все специалисты компании поровну распределены между пятью проектами (Таблица 1).

Таблица 1 – Показатели бизнес-проектов консалтинговой компании до оптимизации

Наименование проекта	Количество назначенных экспертов	Параметр $\lambda_i$	Вероятность успеха $p_i$	Прибыль в случае успеха, руб.	Ожидаемая прибыль
Обеспечение эффективного слияния	8	1	0,889	1500000	1333500
Построение оптимальной системы документооборота	8	2,9	0,734	1650000	1211100
Анализ и оптимизация действующей бизнес-модели	8	4,1	0,661	1180000	779980
Анализ регионального рынка сырья	8	5,8	0,58	470000	272600
Построение эффективной маркетинговой стратегии	8	9	0,47	250000	117500
<b>Всего</b>	<b>40</b>	<b>-</b>	<b>-</b>		<b>3417680</b>

В четвертой колонке таблицы 1 отображаются результаты оценивания вероятности успеха каждого проекта (1), с учетом параметров  $\lambda_i$  при  $k=8$ . В пятом столбце показана примерная прибыль компании в случае успешного исхода проекта. Умножив эти числа на ожидаемые вероятности успеха, мы получим значения последней колонки – ожидаемую прибыль.

Для максимизации суммарной ожидаемой прибыли рассмотрим задачу (4). Для ее решения нами были получены значения функций состояния  $F_i(x)$  и

искомых параметров  $v_i(x)$ ,  $i=1, \dots, 5$  при каждом  $x \in \{0, 1, \dots, 15\}$ . В таблице 2 указаны значения величин  $v_i(x)$  на каждом шаге

Таблица 2 – Результаты распределения специалистов компании

<b>x</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>v<sub>1</sub>(x)</b>	0	1	2	3	4	5	<b>6</b>	7
<b>v<sub>2</sub>(x)</b>	0	0	1	1	2	2	3	4
<b>v<sub>3</sub>(x)</b>	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>v<sub>4</sub>(x)</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>v<sub>5</sub>(x)</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>x</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>v<sub>1</sub>(x)</b>	8	9	10	11	12	13	15	15
<b>v<sub>2</sub>(x)</b>	4	5	5	6	<b>6</b>	7	7	8
<b>v<sub>3</sub>(x)</b>	1	1	2	2	2	3	3	<b>3</b>
<b>v<sub>4</sub>(x)</b>	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>v<sub>5</sub>(x)</b>	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>

Из таблицы 2 видно, при  $x=15$ , количество сотрудников, сопоставленных пятому проекту равно  $v_5(15)=0$ . На долю оставшихся четырех проектов по-прежнему остается 15 консультантов. На четвертый проект должно быть выделено  $v_4(15)=0$  консультантов. Продолжая процесс было найдено  $v_3(15)=3$ ,  $v_2(12)=6$ ,  $v_1(6)=6$ . Возвращаясь к исходным переменным по формулам  $u_i = v_i + C_i$ , окончательно находим:  $u_1=11$ ,  $u_2=11$ ,  $u_3=8$ ,  $u_4=5$ ,  $u_5=5$ .

Вычислим ожидаемое значение прибыли для найденного (оптимального) распределения (таблица 3)

Таблица 3 – Показатели бизнес-проектов консалтинговой компании после оптимизации

Наименование проекта	Количество назначенных экспертов	Параметр $\lambda_i$	Вероятность успеха $p_i$	Прибыль в случае успеха, руб.	Ожидаемая прибыль
Обеспечение эффективного слияния	11	1	0,916	1500000	1374000
Построение оптимальной системы документооборота	11	2,9	0,791	1650000	1305150
Анализ и оптимизация действующей бизнес-модели	8	4,1	0,661	1180000	779980
Анализ регионального рынка сырья	5	5,8	0,463	470000	217610
Построение эффективной маркетинговой стратегии	5	9	0,357	250000	89250
<b>Всего</b>	<b>40</b>	<b>-</b>	<b>-</b>		<b>3765990</b>

Сравнивая значения ожидаемой прибыли до и после оптимизации, замечаем, что экономический эффект составил более 340 тыс. руб., что говорит о неэффективном (см. табл. 1) исходном распределении экспертов предприятия между всевозможными работами.

Напоследок заметим, что представленная в работе методика максимизации ожидаемой прибыли консалтинговой компании не учитывает профессиональных особенностей каждого сотрудника в отдельности. Мы предполагали, что все специалисты обладают одинаковыми профессиональными навыками и опытом, а также, что каждый из них может быть поставлен на любую работу. Конечно, на практике это не всегда выполнимо. Снятие ука-

занных предпосылок и решение вытекающих из этого задач будет представлено авторами в последующих работах.

### Список литературы

1. Федеральный закон от 28.06.2014 г. № 172 «О стратегическом планировании в Российской Федерации» // СПС Консультант Плюс
2. Ариничев И.В. Математическое и имитационное моделирование производственной деятельности консалтинговых предприятий: Дис. ... канд. экон. наук. Ставропольский государственный университет, Ставрополь, 2010.
3. Ариничев И.В. Имитационная модель процесса приема и обслуживания заявок в консалтинговых компаниях / И.В. Ариничев, Е.А. Семенчин //Труды Кубанского государственного аграрного университета. -2010г. -№22. -С. 7-13.
4. Гайдук В.И. Стратегическое планирование основного капитала на малых предприятиях / В.И. Гайдук, И.В. Ариничев, Э.Е. Такахо//Труды Кубанского государственного аграрного университета. -2012. -№6(39). -С. 54-58.
5. Смоленцев В. М. Моделирование конкурентоспособности агропредприятия с учетом качества производимой продукции / В. М. Смоленцев / /Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. -2006. -№4. -С. 169-172.
6. Соловьев В.И. Методы оптимальных решений / В.И. Соловьев. – Москва: Финансовый университет, 2012. – 364 с.
7. Ханферян В. Консультант в стране советов [Электронный ресурс] // Российская газета. – 2015. - №6676 (19.05.2015). – URL: <http://www.rg.ru/2015/05/20/consulting.html>

### References

1. Federal'nyj zakon ot 28.06.2014 g. № 172 «O strategicheskom planirovanii v Rossijskoj Federacii» // SPS Konsul'tant Plyus
2. Arinichev I.V. Matematicheskoe i imitacionnoe modelirovanie proizvodstvennoj deyatel'nosti konsaltingovyh predpriyatij: Dis. ... kand. ehkon. nauk. Stavropol'skij gosudarstvennyj universitet, Stavropol', 2010.
3. Arinichev I.V. Imitacionnaya model' processa priema i obsluzhivaniya zayavok v konsaltingovyh kompaniyah / I.V. Arinichev, E.A. Semenchin //Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. -2010g. -№22. -S. 7-13.
4. Gajduk V.I. Strategicheskoe planirovanie osnovnogo kapitala na malyh predpriyatiyah / V.I. Gajduk, I.V. Arinichev, E.H.E. Takaho//Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. -2012. -№6(39). -S. 54-58.
5. Smolencev V. M. Modelirovanie konkurentosposobnosti agropredpriyatiya s uchetom kachestva proizvodimoy produkcii / V. M. Smolencev / /Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii. -2006. -№4. -S. 169-172.
6. Solov'ev V.I. Metody optimal'nyh reshenij / V.I. Solov'ev. – Moskva: Finansovyj universitet, 2012. – 364 s.
7. Hanferyan V. Konsul'tant v strane sovetov [EHlektronnyj resurs] // Ros-sijskaya gazeta. – 2015. - №6676 (19.05.2015). – URL: <http://www.rg.ru/2015/05/20/consulting.html>