

СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИИ: ФАКТОРЫ МИНИМУМА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ЦЕЛЕВОЙ ФУНКЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

STRATEGIC PLANNING IN THE ENTERPRISE: THE MINIMUM FACTORS IN THE FORMATION OF THE OBJECTIVE FUNCTION OF THE ENTERPRISE

I. Samarin

Annotation

Different variants of performances optimization problems on the justification of rational plans of the company in a dynamic strategic planning mode. Variants of the generalized problem of strategic planning of the budget to more general cases where the scarce resource can also be a work (professional) and / or material resources. These situations may arise in the complexity of the conversion during the plan period, the financial resources to other types of resources, which is often observed at the enterprises of high-tech industries. It has been shown that in these cases the objective function that characterizes the success of the enterprise plan and used in the formation of rational planning solutions, becomes non-linear, and the system is taken into account when planning restrictions greatly extended. This leads to the use of more complex numerical optimization methods, such as method of normalized functions.

The variants of optimization problems in mathematical programming formulations of solutions which in this time period determined by rational parameters and structure of the plan of the company, focused on progress towards the strategic goal.

Keywords: Aggregate index algorithm, dynamic mode, a mathematical programming method, optimization, limitation plan, restructuring, resources, strategic planning, the minimum factor of formalization, the objective function, numerical methods.

Аннотация

Рассмотрены различные варианты постановок оптимизационных задач по обоснованию рациональных планов предприятия в динамическом режиме стратегического планирования. Представлены варианты обобщения задач бюджетного стратегического планирования на более общие случаи, когда дефицитным ресурсом может оказаться также трудовой (профессиональный) и/или материальный ресурсы. Эти ситуации могут возникнуть при сложности конвертирования в течение планового периода располагаемого финансового ресурса в другие виды ресурсов, что часто наблюдается у предприятий высокотехнологических отраслей промышленности. Показано, что в этих случаях целевая функция, характеризующая успешность реализации плана предприятия и применяемая при формировании рационального планового решения, становится нелинейной, а система учитываемых при планировании ограничений существенно расширяется. Это обуславливает применение более сложных численных методов оптимизации, например, метода нормированных функций.

Представлены варианты формулировок оптимизационных задач математического программирования, из решения которых в рассматриваемом временном периоде определяются рациональные параметры и структура плана деятельности предприятия, ориентированного на продвижение к стратегической цели.

Ключевые слова:

Агрегатный показатель, алгоритм, динамический режим, математическое программирование, метод, оптимизация, ограничение, план, реструктуризация, ресурсы, стратегическое планирование, фактор минимума, формализация, целевая функция, численные методы.

Основным отличием любого плана деятельности организаций или предприятий от простого перечня предполагаемых мероприятий является условие рациональности (оптимальности) плана [1,2].

Другими словами, в пределах одинаковых общих ресурсных ограничений комплекс вошедших в план мероприятий должен обеспечивать лучшее продвижение к заданной цели, чем любой другой набор мероприятий, даже при условии, что эти все эти мероприятия вписываются в общие ресурсные ограничения.

В работах [3,4] рассмотрены различные подходы к организации стратегического планирования в современных условиях. Показано, что наиболее адекватной современной реальности схемой планирования является планирование в динамическом режиме, предполагающее замену долгосрочного плана на систему последовательных, взаимосвязанных по срокам и результатам, среднесрочных планов с периодической реструктуризацией условий планирования и с постоянной ориентацией на реализацию неизменной общей долгосрочной стратегической цели, которая в этом случае выполняет роль некото-

рой системной "константы".

Таким образом, динамический характер стратегического планирования предполагает разработку не одного глобального стратегического плана или программы действий, а последовательности среднесрочных планов, адаптированных к изменяющимся внешним и внутренним условиям, но при этом постоянно ориентированных на продвижение в направлении к неизменной стратегической цели.

Нужно отдавать себе отчёт, что такая замена долгосрочных планов на систему среднесрочных планов приводит к заведомому перерасходу ресурсов и (или) снижению уровня достижения стратегической цели. Эта – своеобразная плата за невозможность точного долгосрочного прогноза внешних условий. Но с этим приходится мириться, чтобы планировать и осуществлять реальную деятельность.

Процедура обоснования среднесрочного плана деятельности предполагает постановку и решение некоторой оптимизационной задачи, как правило, задачи математического программирования. Её запись с использованием стандартных математических символов и выражений, понятных разработчикам алгоритмов, называется формализацией.

Вопросы формализации процедур среднесрочного планирования подробно рассматривались в работах [1–4]. Было показано, что ключевой научной проблемой при этом является формирование целевой функции, определяющей качество деятельности предприятия в среднесрочном периоде. В общем случае, особенно для крупных предприятий, для этого необходимо применение экспертно-расчётных методов, наиболее важным из которых является комплексный метод анализа целевых иерархий, который сочетает методы решающих матриц и парных сравнений [5].

Для важного частного случая – стратегического бюджетного планирования (т.е. когда дефицитным ресурсом является только финансовый ресурс) целевая функция W деятельности предприятия в очередном среднесрочном периоде имеет следующий вид

$$W(s_1, s_2, s_3, \dots, s_n) = \sum_{i=1}^n \beta_i \times \eta_i(s_i)_i = \sum_{i=1}^n \beta_i(s_i), \quad (1)$$

где n – количество мероприятий, предполагаемых к включению в рассматриваемый среднесрочный план (некоторые из них могут не войти в окончательный вариант плана из-за нехватки общего ресурса);

$s_1, s_2, s_3, \dots, s_n$ – уровни финансирования мероприятий;

β_i – вклады различных мероприятий в продвижение к

стратегической цели в рассматриваемом среднесрочном периоде; эти параметры определяются методом анализа иерархий, который проводится при условии, что выполняются все мероприятия и ни одно из них при этом не испытывает недостатка в ресурсах; при этом для удобства дополнительно принято

$$\sum_{i=1}^n \beta_i = 1$$

что не принципиально, т.к. целевая функция определяется с точностью до монотонного положительного преобразования;

$\eta_i(s_i)_i$ – корректирующие факторы, которые по аналогии с макроэкономикой названы производственными функциями мероприятий; они зависят от уровней s_i финансирования мероприятий и определяют степени их выполнения по отношению к идеальному случаю требуемого финансирования: очевидно, что если уровень финансирования некоторого мероприятия будет ниже требуемого ($s_i < S_i$), то такое мероприятие не может быть полностью реализовано, что в свою очередь скажется на снижении степени продвижения к стратегической цели при выполнении всего комплекса мероприятий;

$R_i(s_i) = \beta_i \times \eta_i(s_i)_i$ – вклад i -го мероприятия в продвижении к стратегической цели в общем случае финансирования мероприятия, когда для всех их или части $s_i < S_i$.

В работах [3,4] отмечено, что функциональные зависимости $\eta_i(s_i)_i$ устанавливаются на основе анализа относительной трудоёмкости этапов мероприятий. Здесь возможны 2 подхода.

Первый из них наиболее прост, но при этом не менее актуален и жизнеспособен, чем второй. Его основная идея заключается в том, что если какое-то мероприятие включено в план деятельности предприятия, то оно обязательно должно быть выполнено в плановом периоде, и не частично, а в полном объёме. Такой подход имеет существенную положительную особенность – на следующих этапах реализации плана развития предприятия (в следующие периоды) не надо будет доделывать уже начатые работы.

В этом случае

$$\eta(s_i) = \begin{cases} 0 & \text{при } s_i < S_i \\ 1 & \text{при } s_i = S_i \end{cases}$$

Если мероприятия (работы) имеют комплексный характер, состоят из различных этапов, то зависимости $(s_i)_i$ представляются нелинейными вогнутыми (не выпуклыми) производственными функциями (рис. 1).

Например, когда комплексное мероприятие предполагает создание не одного, а серии технических средств, которые будут поставляться на объекты, имеющую для предприятия различную значимость.

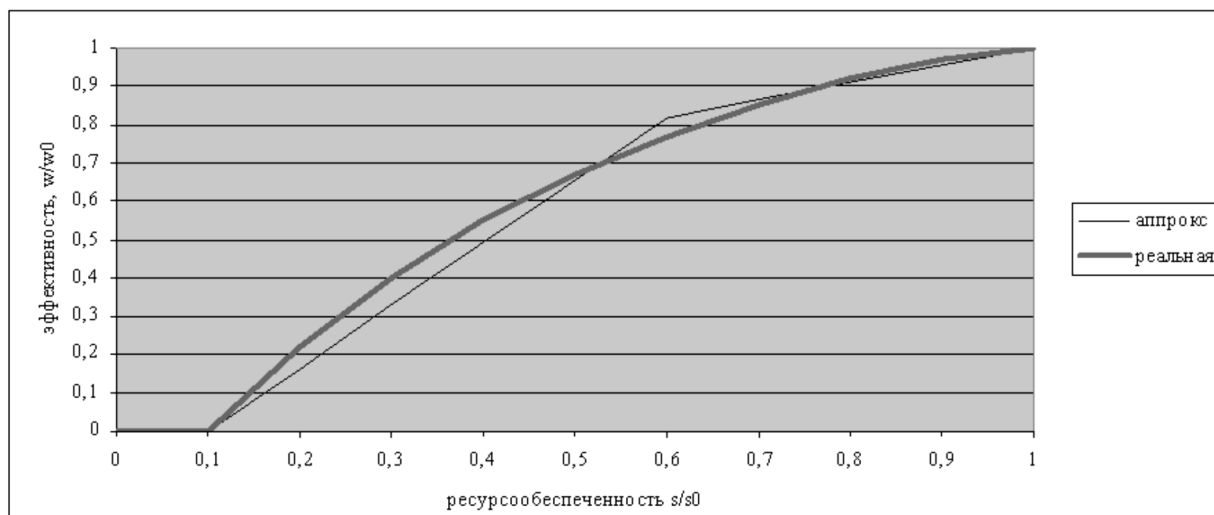


Рисунок 1. Производственная функция мероприятия.

Схемы формирования производственных функций, математические постановки различных оптимизационных задач формирования рациональных бюджетных планов предприятия подробно рассмотрены в работах [3,4].

Для дальнейшего следует ещё раз обозначить те случаи, когда применяется стратегическое бюджетное планирование, т.е. планирование, когда дефицитным ресурсом является финансовый ресурс.

Во-первых, когда на предприятии не заняты работники уникальных профессий и навыков. Т.е. когда руководство предприятия всегда может привлечь с рынка труда рабочих требуемых квалификаций, затратив на это соответствующую величину финансового ресурса.

Во-вторых, когда среднесрочные периоды, на которые декомпозируется долгосрочная деятельность предприятия по достижению стратегической цели, настолько велики, что работники могут успеть обучиться необходимым специальностям и приобрести необходимые квалификации. Следует заметить, что для одних предприятий среднесрочный период может продолжаться 1 год, для других – 3 года, а для некоторых 5 и даже 10 лет.

В указанных случаях имеется возможность конвертирования финансового ресурса в трудовой, и расчётная схема стратегического бюджетного планирования оказывается вполне адекватной реальности.

Значительно более сложный в методическом отношении случай реализуется когда, наряду с финансовым ресурсом необходимо учитывать также трудовой (профессиональный) ресурс. Т.е. следует учитывать дополнительные ограничения, связанные с располагаемым количеством уникальных специалистов необходимой квалификации. Это тот случай, когда не все вопросы можно решить

только за деньги и когда существуют проблемы конвертирования финансового ресурса в трудовой ресурс. Как правило, он характерен для высокотехнологичных отраслей промышленности.

Если на предприятии существует дефицит профессиональных кадров, то его трудно, а часто – невозможно, компенсировать финансовым ресурсом. Поэтому кадровый дефицит может стать определяющим при стратегическом планировании на предприятии.

Далее будем полагать, что общее число необходимых видов трудового (профессионального) ресурса составляет P (количество требуемых на предприятии профессий), и для реализации мероприятий применяются трудовые ресурсы разных видов. При необходимости некоторые работники предприятия одинаковой специальности могут переходить с одного участка работы на другой, концентрируясь на выполнении наиболее важных работ.

Естественно, что такой переход возможен только в пределах выполняемых мероприятий, где эта специальность востребована.

Рассмотрим некоторое i -е мероприятие. Предположим, что рассматривается случай, когда оно финансируется на уровне s_i и обеспечивается персоналом на уровне t_{ip} , где p – номер вида кадрового (профессионального) ресурса.

Введём в рассмотрение совокупность параметров γ_{ip} , определяемых следующим образом. Рассмотрим уровень s_i^* финансового обеспечения мероприятия и зададимся вопросом: какое количество специалистов p -й специальности потребуется, чтобы полностью освоить финансовые средства s_i^* ? При ответе на этот вопрос можно пока не принимать в расчёт специалистов других специаль-

ностей, считая, что их при этом будет столько, сколько потребуется для сбалансированного выполнения мероприятия.

Предположим, что для полного освоения финансового ресурса s_i^* потребуется t_{ip}^* работников р-й специальности.

Определим $\gamma_{ip} = s_i^*/t_{ip}^*$

Заметим, что γ_{ip} – это не доля трудозатрат работников р-й специальности в общей стоимости продукции, как это иногда ошибочно считается. Параметр γ_{ip} определяет стоимость продукции, создаваемой одним работником рассматриваемой профессии, если он будет работать на рассматриваемом рабочем месте (т.е. над реализацией i-го мероприятия) вместе с необходимым (т.е. сбалансированным) количеством работников других специальностей.

При этом считается, что если специалисты q-й специальности не привлекаются для выполнения мероприятия, то $\gamma_{ip} = 0$.

Тогда очевидно, что в общем случае произведённая коллективом работников всех необходимых специальностей стоимость продукции составит

$$\min (\gamma_{i1} \times t_{i1}, \gamma_{i2} \times t_{i2}, \gamma_{i3} \times t_{i3}, \dots, \gamma_{ip} \times t_{ip})$$

при условии, что учитываются только те специальности, для которых $\gamma_{ip} > 0$.

Таким образом, срабатывает "фактор минимума": конечный результат выполнения некоторого мероприятия определяется наиболее дефицитным ресурсом, в данном случае – профессиональным (трудовым).

А для того, чтобы учесть и стоимостное ограничение, т.е. ограничение на финансовый ресурс, нужно записать

$$\min\{ s_i, \min (\gamma_{i1} \times t_{i1}, \gamma_{i2} \times t_{i2}, \gamma_{i3} \times t_{i3}, \dots, \gamma_{ip} \times t_{ip}) \} \quad (2)$$

$(\gamma_{ip} > 0)$

или в эквивалентной записи:

$$\min\{ s_i, \gamma_{i1} \times t_{i1}, \gamma_{i2} \times t_{i2}, \gamma_{i3} \times t_{i3}, \dots, \gamma_{ip} \times t_{ip} \}$$

$(\gamma_{ip} > 0)$

Это второе проявление "фактора минимума": когда денег, выделяемых на реализацию некоторого мероприятия, мало, результат определяется их количеством, а когда их много (при работе алгоритма оптимизации целевой функции вполне может образоваться и такой случай), то результат будет определяться количеством рабочих наиболе дефицитной специальности.

Выражение (2), которое устанавливают эффективные затраты по финансированию мероприятия, кратко может быть записано в виде

$$\min\{ s_i, \min (\gamma_{i1} \times t_{i1}) \} \quad (3)$$

P

Для наглядности в табл. 1 рассмотрены несколько случаев ресурсного обеспечения некоторого мероприятия, для выполнения которого привлекаются 4 категории специалистов. Показана схема формирования дефицитного ресурса, исходя из фактора минимума.

Понятно, что именно на выражение (2) или (3) нужно заменить аргументы целевой функции в выражении (2), чтобы рассмотреть более общий случай ресурсного обеспечения мероприятий. Поэтому модифицированная производственная функция теперь будет зависеть от большего количества переменных, причём эта зависимость такова, что η_i – вогнутая (не выпуклая) функция:

$$\eta_i \{ \min [s_i, \min (\gamma_{ip} \times t_{ip}) \}$$

P

где

$\gamma_{ip} > 0$ – удельные затраты на 1-го работающего р-й профессии в максимальной освоенной стоимости i-го мероприятия (т.е. при отсутствии ограничений на специалистов других смежных профессий).

Таблица 1.

Варианты ресурсного обеспечения мероприятия.

№ варианта	Параметры $\gamma_p \times t_p$				Эквивалентное стоимостное ограничение по трудовому ресурсу	Финансовый ресурс	Эффективный финансовый ресурс
	1	2	3	4			
1	0,3	0,4	0,25	0,35	0,25	0,4	0,25
2	0,35	0,15	0,2	0,2	0,15	0,1	0,1
3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,15	0,15
4	0,4	0,6	0,7	0,5	0,4	0,5	0,4
5	0,7	0,9	0,8	0,75	0,7	0,6	0,6
6	1	1,5	2	2,5	1	1,5	1

Откуда

$$R_i[\min[s_i, \min_p(\gamma_{ip} \times t_{ip})]] = \beta_i \times \eta_i \{ \min[s_i, \min_p(\gamma_{ip} \times t_{ip})] \},$$

При формировании среднесрочного стратегического плана с учётом трудового ресурса решается оптимизационная задача в следующей постановке [3,4]:

$$W_0 = \max_{v \leq V} \{ \max_{k(v)} [\sum R_i[\min(s_i, \min_p(\gamma_{ip} \times t_{ip}))] + \dots + \sum_{m(v)} R_i[\min(s_i, \min_p(\gamma_{ip} \times t_{ip}))] + \dots + \sum_{q(v)} R_i[\min(s_i, \min_p(\gamma_{ip} \times t_{ip}))] \} \quad (4)$$

при ограничениях:

$$\sum_{k(v)} s_i \leq S_1 \quad (5)$$

$$\sum_{m(v)} s_i \leq S_2 \quad (6)$$

$$\sum_{q(v)} s_i \leq S_b \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^n t_{i1} \leq T_1 \quad (8)$$

$$\sum_{i=1}^n t_{i2} \leq T_2 \quad (9)$$

$$\sum_{i=1}^n t_{i3} \leq T_3 \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^n t_{ip} \leq T_p \quad (11)$$

$$s_i \leq S_1 \quad \forall i=1, \dots, n \quad (12)$$

$$s_i \geq S_{i \min} \quad \forall i=1, \dots, n \quad (13)$$

$$t_{ip} \leq T_{ip} \quad \forall i=1, \dots, n, p=1, \dots, P \quad (14)$$

$$t_{ip} \leq T_{ip \min} \quad \forall i=1, \dots, n, p=1, \dots, P \quad (15)$$

где

W_0 – максимальное значение целевой функции;

b – количество источников финансирования, в которых содержится располагаемый финансовый ресурс;

S_1-S_b – объёмы финансового ресурса, содержащегося в разных источниках финансирования;

$S_i, S_{i \min}, s_i$ – соответственно максимальный, минимальный и установленный в процессе планирования уровни финансирования i -го предполагаемого мероприятия;

$v \leq V$ – номер варианта финансирования мероприятий из различных источников финансирования при общем

количестве вариантов V ;

$k(v), m(v), j(v), \dots, q(v)$ – количество мероприятий, предполагаемых к финансированию из разных источников, соответствующее варианту размещения v ;

$T_{ip}, T_{ip \min}, t_{ip}$, – соответственно максимальный, минимальный и установленный в процессе планирования уровни обеспечения i -го предполагаемого мероприятия p -м профессиональным ресурсом;

T_1-T_P – располагаемые предприятием общие профессиональные (трудовые) ресурсы разных видов.

При формализации (4)–(15) задачи рационального планирования так же, как в [4] учитывается, что располагаемый финансовый ресурс может содержаться в нескольких источниках финансирования. Поэтому требуется дополнительный внешний контур оптимизации по выбору рациональных вариантов финансирования мероприятий из различных источников. Подробное описание этой вычислительной процедуры и связанные с ней сложности представлены в работах [4]; здесь достаточно отметить, что общее количество V рассматриваемых вариантов связи мероприятий с различными источниками финансирования может составлять несколько тысяч.

Но если схему внешней оптимизации по вариантам финансирования мероприятий из разных источников можно считать достаточно универсальной, то для осуществления внутренней оптимизации метод последовательных приращений, используемый при бюджетном планировании, уже не подойдёт. Нужно использовать более общий метод оптимизации, рассчитанный на работу с нелинейными функциями нескольких разнотипных переменных, например, метод нормированных функций [3,4]. При этом сложность алгоритма численного решения оптимизационной задачи и продолжительность этого процесса существенно возрастают по сравнению со случаем бюджетного планирования. Тем более, что теперь целевую функцию уже нельзя считать сепарабельной.

Блок-схема алгоритма решения оптимизационной задачи (10)–(22) методом нормированных функций представлена в работах [3,4].

Поступая аналогичным образом, можно учесть также дефицитные материальные ресурсы, например, проанализировать случаи, когда для выполнения мероприятий может не оказаться в достаточном количестве необходимого уникального оборудования, и придётся его рационально распределять для выполнения различных мероприятий. Этот случай особенно актуален при небольшой продолжительности среднесрочных периодов, когда оборудование сложно вовремя заказать и закупить.

Схема учёта этого вида ограничений следующая: вводим в рассмотрение параметры η_{im} , аналогичные γ_{ip}

$$\mu_{if} = s_i^* / m_{if}^*$$

Тогда вклад i -го мероприятия в продвижении к стратегической цели будет определяться следующим образом:

$$R_i[\min[s_i, \min(\gamma_{ip} \times t_{ip}), \min(\mu_{if} \times m_{if})]] = \beta_i \times \eta_i \{ \min[s_i, \min(\gamma_{ip} \times t_{ip}), \min(\mu_{if} \times m_{if})] \},$$

где

μ_{if} – количества единиц оборудования вида $f = 1, \dots, M$, задействованного при выполнении i -го мероприятия;

M – общее количество видов применяемого на предприятии оборудования.

Как и в предыдущем случае, при внутренней минимизации учитываются только $\mu_{if} > 0$. Как и в предыдущем случае, обобщение производится при помощи использования понятия о "факторе минимума".

При формировании среднесрочного стратегического плана с учётом трудового и материального ресурсов оптимизационная задача решается в следующей постановке (для сокращения записи, стоимостные и трудовые ограничения, аналогичные предыдущей задаче, не выписаны подробно, а только обозначены; записаны только новые ограничения, свойственные материальным ресурсам):

$$W_0 = \max_{v \leq V} \{ \max_{k(v)} \sum R_i[\min(s_i, \min(\gamma_{ip} \times t_{ip}), \min(s_i, \min(\mu_{if} \times m_{if})))] + \sum_{m(v)} R_i[\min(s_i, \min(\gamma_{ip} \times t_{ip}), \min(\mu_{if} \times m_{if}))]] + \dots + \sum_{q(v)} R_i[\min(s_i, \min(\gamma_{ip} \times t_{ip}), \min(\mu_{if} \times m_{if}))]] \}$$

при ограничениях:

– стоимостные ограничения – аналогичны (5)–(7), (12), (13) предыдущей задачи

– ограничения на трудовые ресурсы – аналогичны (8)–(11), (14), (15) предыдущей задачи

$$\sum_{i=1}^n m_{i1} \leq M_1 \quad (17)$$

$$\sum_{i=1}^n m_{i2} \leq M_2 \quad (18)$$

$$\sum_{i=1}^n m_{i3} \leq M_3 \quad (19)$$

$$\sum_{i=1}^n m_{iM} \leq M_M \quad (20)$$

$$m_{if} \leq M_{if} \quad \forall i=1, \dots, n, f=1, \dots, M \quad (21)$$

$$m_{if} \geq M_{if \min} \quad \forall i=1, \dots, n, f=1, \dots, M \quad (22)$$

где M_{if} , $M_{if \min}$, m_{if} – соответственно максимальный, минимальный и установленный в процессе планирования уровни обеспечения i -го предполагаемого мероприятия f -м материальным ресурсом;

M_1 – M_M – располагаемые предприятием общие материальные ресурсы разных видов.

При численном решении оптимизационной задачи (16)–(22) также используется метод нормированных функций с последующим выбором рациональной привязки мероприятий к различным источникам финансирования (внешний контур оптимизации). При этом количество видов учитываемых ресурсов составляет $b + P + M$.

Таким образом, в результате проведённого анализа предложен вариант обобщения постановки оптимизационной задачи рационального планирования на более общий случай нескольких видов располагаемых дефицитных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Самарин И.В. Формализация задачи обоснования среднесрочного плана деятельности для построения автоматизированной системы управления стратегического планирования на предприятии // ж. "Инновации и инвестиции" №4 – М., 2014, с. 177–183
2. Самарин И.В., Орлов А.И. Стратегическое планирование на предприятии: численные методы оптимизации многопараметрических функций в задачах стратегического планирования // Научно-практический журнал "Экономика, статистика, информатика. Вестник УМО" – М., МЭСИ, 2014
3. Самарин И.В., Баскаков В.В., Федосеев С.А., Фомин А.Н. Научно-методический инструментальный стратегического планирования на крупных предприятиях. Учебное пособие // РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, Академия военных наук – М., "Авансд Солюшиз", 2014
4. Самарин И.В., Баскаков В.В., Федосеев С.А., Фомин А.Н. Теоретические и программно-инструментальные основы стратегического планирования на предприятиях оборонно-промышленного комплекса в современных условиях. Монография // Министерство обороны РФ – М., Типография ВА РВСН им. Петра Великого, 2015
5. Самарин И.В., Фомин А.Н. Стратегическое планирование на предприятии: применение метода анализа иерархий для анализа системы целевых установок // "Инновации и инвестиции" №6 – М., 2014, с. 132–141