



DOI: <http://dx.doi.org/10.15688/jvolsu10.2015.2.2>

УДК 338.27

ББК 65.23

## ОПТИМАЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ПО КРИТЕРИЮ МАКСИМУМА ОЖИДАЕМОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

**Кайль Яков Яковлевич**

Доктор экономических наук,  
профессор кафедры управления персоналом,  
Волгоградский государственный социально-педагогический университет  
kailjakow@mail.ru, up@vspu.ru  
просп. им. В.И. Ленина, 27, 400066 г. Волгоград, Российская Федерация

**Великанов Василий Викторович**

Кандидат экономических наук,  
доцент кафедры управления персоналом,  
Волгоградский государственный социально-педагогический университет  
kailjakow@mail.ru, up@vspu.ru  
просп. им. В.И. Ленина, 27, 400066 г. Волгоград, Российская Федерация

**Епинина Вероника Сергеевна**

Кандидат экономических наук,  
старший преподаватель кафедры менеджмента,  
Волгоградский государственный университет  
econmanag@volsu.ru  
просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация

**Аннотация.** В данной статье описываются принципы планирования проведения НИОКР на основе объемных детерминированных моделей. Рассматриваются преимущественно задачи, относящиеся к верхнему уровню иерархии, а именно задачи определения плана-графика реализации основных этапов НИОКР и необходимых для этого объемов затрат. Наиболее эффективным и современным подходом к реализации такого обоснования является использование математических моделей.

**Ключевые слова:** объемные детерминированные модели, планирование инновационной деятельности на предприятии, эффективность планирования, математическое моделирование, принципы планирования, неполнота информации.

На первый взгляд представляется, что хотя бы для предприятий, из года в год выпускающих стабильную по составу продукцию, спрос на результаты улучшающих НИОКР может быть оценен на основе прямой статистической обработки

временных рядов отчетных данных. На самом деле такой подход мало эффективен, причем не только в силу обычной недостаточности статистических данных, но и ввиду принципиальных организационно-экономических свойств НИОКР,

в частности, значительной системности и неоднородности их результатов.

То же подтверждает и существующая, хотя и весьма ограниченная, статистика. Так, показано, что вид эмпирических функции распределения фактического выполнения по экономическим показателям, утвержденным в плане, примерно соответствует показанному на рисунке 1, причем доля случаев невыполнения – не более 3–5 %. В то же время для других показателей характерным является нормальный разброс относительно прогнозируемого в плане уровня.

Существенно, что такая закономерность подтверждалась и для одного и того же экономического показателя, но переходившего из разряда «утверждаемых» в разряд «неутверждаемых» (например, для производительности труда персонала проекта).

Таким образом, прямая статистическая оценка даже для предприятий с устойчивой структурой производства мало полезна для поставленной задачи. Тем более нет реальных оснований пользоваться ею для предприятий-инноваторов с резко меняющейся технологиями либо с появляющимися инновационными продуктами.

Единственной возможностью при этом представляется расчетная оценка функции распределения фактического выпуска на основе математической модели производства, связывающей экономические показатели с располагаемыми уровнями ресурсов. Источником неопределенности при этом становятся флуктуации уровней ресурсов, не зависящие от плана НИОКР. Возможность статистической обработки этих флуктуаций для оцен-

ки вероятностных характеристик обычно существует. Хотя, конечно, и здесь имеют место и принципиальные, и чисто вычислительные трудности, но в дальнейшем эти характеристики будут считаться известными. Для демонстрации методики рассмотрим первоначально простейшую модель, в которой уровень только одного из ограничивающих ресурсов является случайным, а производство использует только один технологический способ.

Обозначим интенсивность способа (объем выпуска) через  $\chi$ , затраты ресурса на единицу выпуска –  $\alpha$ , располагаемое количество ресурса –  $\omega$ , прибыль на единицу –  $c$ . Тогда при плановой интенсивности  $\chi_{\text{п}}$  плановая прибыль  $\Pi_{\text{п}}$  равна  $c\chi_{\text{п}}$ , причем реализация  $\chi_f$  ограничена в силу ограниченности ресурса условием  $\chi_f \leq \omega/\alpha$ , а также, в силу иных детерминированных ограничений, условием  $0 \leq \chi_f \leq \chi$ .

Плановое решение реализуется только в пределах действительного наличия ресурсов, то есть фактическая прибыль  $\Pi_f$  равна:

$$\Pi_f = c \min \left\{ \chi_{\text{п}}, \chi, \frac{\omega}{\alpha} \right\}. \quad (1)$$

Таким образом, фактическая прибыль является функцией не только внешних случайных факторов, но и принимаемого решения. Функции типа (1), выражающие зависимость показателя выпуска как от факторов, определяющих условия производства, так и от планового решения, в дальнейшем будем именовать плано-производственными функциями.

В отличие от принимавшегося выше, распределение фактического значения прибыли

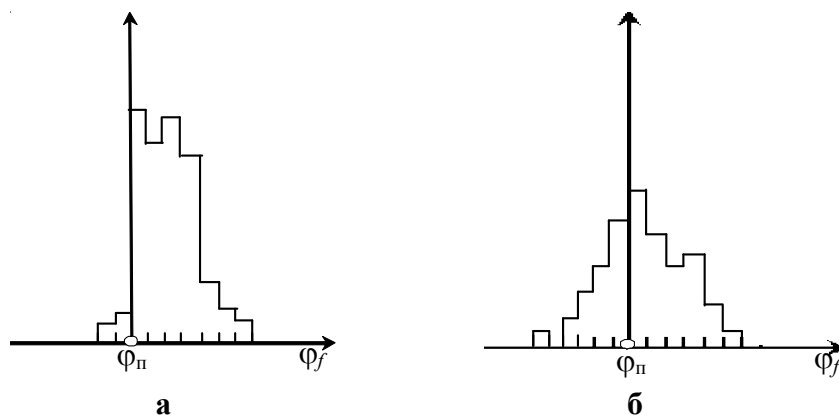


Рис. 1. Фактическое значение эффективности деятельности предприятия для показателей, утверждаемых планом (а) и не утверждаемых планом (б)

Примечание. Составлено авторами.

ли само по себе оказывается зависящим от планового решения как от параметра.

В силу условия (1) имеем при  $\Pi_{\Pi} \triangleq c\chi_{\Pi} \leq c\bar{\chi}$ :

$$P\{\Pi_f \leq \mathfrak{J}\} = W_f(\mathfrak{J}\Pi_{\Pi}) = \begin{cases} 1 & \mathfrak{J} \geq \Pi_{\Pi} \\ W_{\omega}\left(\frac{\mathfrak{J}}{c}\right) & \mathfrak{J} < \Pi_{\Pi} \end{cases} \quad (2)$$

Именно такой закон распределений и должен быть теперь использован для оценки ожидаемого значения функции эффективности  $F(\Pi_f, \Pi_{\Pi})$ :

$$M\{F(\Pi_f, \Pi_{\Pi})\} = \int F(\mathfrak{J}\Pi_{\Pi}) d_{\mathfrak{J}}W_f(\mathfrak{J}\Pi_{\Pi}). \quad (3)$$

В соответствии с представленной концепцией плановое решение, то есть в данном случае планируемую интенсивность использования производственного способа, целесообразно искать как решение задачи:

$$\max \left[ M\{F(\Pi_f, \Pi_{\Pi})\} = \int \frac{F(\mathfrak{J}\Pi_{\Pi}) d_{\mathfrak{J}}W_f(\mathfrak{J}\Pi_{\Pi})}{\Pi_{\Pi}} = c\chi_{\Pi} \leq c\bar{\chi} \right]. \quad (4)$$

Очевидно, что для окончательной формулировки задачи нет необходимости в предварительном вычислении функции распределения фактической прибыли, поскольку задача (4) эквивалентна следующей:

$$\max \left\{ \int F\left(\frac{c}{6}\omega c\chi_{\Pi}\right) dW_{\omega}(\omega) / 0 \leq \chi_{\Pi} \leq \bar{\chi} \right\}, \quad (5)$$

где  $W_{\omega}$ , как и ранее, – заданная функция распределения располагаемого уровня ресурса  $\omega$ .

Приведем пример вычисления оптимального плана для случая смещенного экспоненциального распределения  $\omega$ :

$$W_{\omega}(\omega) = 1 - \exp\left[-m_{\omega}\max(\omega - \underline{\omega}, 0)\right], \quad (6)$$

где  $\underline{\omega}$  – гарантированный нижний уровень располагаемого ресурса;  $m_{\omega}^{-1}$  – среднее (и среднеквадратичное) значение случайного дополнения к нему.

В силу равенств (3) и (6) распределение фактической прибыли дается формулой:

$$W_f(\mathfrak{J}\Pi_{\Pi}) = \begin{cases} 1 & \mathfrak{J} \geq \Pi_{\Pi} \\ 1 - \exp\left[-m_{\omega}\max\left(\frac{a}{c}\mathfrak{J} - \underline{\omega}, 0\right)\right] & \mathfrak{J} < \Pi_{\Pi} \end{cases}, \quad (7)$$

где  $\Pi_{\Pi} = c\chi_{\Pi} \leq c\bar{\chi}$  (можно считать, что  $\underline{\omega} < a\bar{\chi}$ , поскольку в противном случае недетерминированность не существенна).

Если функцию эффективности принять в виде функции стимулирования типа (5), то, как нетрудно убедиться, оптимальный план по прибыли должен быть

$$\Pi_{\Pi} = c\chi_{\Pi} = \min \left\{ \frac{c}{a} \left( \underline{\omega} + m_{\omega}^{-1} \ln \frac{k^- - k^+}{k^- - 1} \right), c\bar{\chi} \right\}, \quad (8)$$

то есть совпадать с решением задачи:

$$\max \left\{ \Pi_{\Pi} = c\chi_{\Pi} / a\chi_{\Pi} \leq \underline{\omega} + m_{\omega}^{-1} \ln \frac{k^- - k^+}{k^- - 1}, \right. \\ \left. 0 \leq \chi_{\Pi} \leq \bar{\chi} \right\}. \quad (9)$$

Если бы планирование велось по детерминированной схеме с ориентацией на средний уровень ресурсов  $m_{\omega} = \underline{\omega} + m_{\omega}^{-1}$ , то использовалась бы почти та же формулировка. Ясно также, что план, максимизирующий ожидаемую эффективность, совпадает с планом-решением задачи:

$$\max \left\{ \Pi = \frac{c\chi}{P} \{ a\chi \leq \underline{\omega} \} \geq 1 - \gamma, 0 \leq \chi \leq \bar{\chi} \right\}. \quad (10)$$

Однако значение «допустимого риска»  $\gamma$  принимается не произвольно, а равным  $\gamma_{\text{opt}}$  и, следовательно, зависящим от параметров функции стимулирования.

Перейдем далее к рассмотрению многомерных задач, где ситуация значительно сложнее. Действительно, неясно, какой будет структура фактического выпуска, если окажется, что для выполнения планового задания НИОКР будет недостаточно ресурсов, или, напротив, после выполнения планового задания еще останутся ресурсы, достаточные для дополнительного выпуска.

Построение планово-производственных функций (п.п.ф.) вида

$$\begin{cases} x_f = x_f(x_{\Pi}, \omega), \\ \Pi_f = \Pi_f(x_{\Pi}, \omega), \end{cases} \quad (11)$$

где  $x_{\Pi}$  – плановый уровень интенсивности производственных способов;  $\omega$  – случайные уровни располагаемых ресурсов;  $x_f, \Pi_f$  – фактические интенсивности и прибыль, требуют введения дополнительной информации о способе реализации планового задания, не содержащейся в соответствующей статической детерминированной модели системы.

Пусть  $a_{ij}, i=1, \dots, m; j=1, \dots, n$ , – затраты ресурса  $i$  при единичной интенсивности способа  $j$ . Тогда для любой реализации должны выполняться соотношения:

$$a^i c_f \triangleq \sum_{j=1}^n a_{ij} x_{fj} \leq \underline{w}_i, \quad i=1, \dots, m, \quad (12)$$

где  $a^i \triangleq \{a_{ij}, j=1, \dots, n\}$ .

Причем далее и качестве гипотезы следующий вид п.п.ф:

$$x_f = c x_u, \quad (13)$$

где  $\rho$  – случайная величина:

$$c = \min_i \left[ 1, \frac{\underline{w}_i}{a^i x_{\Pi}} \right], \quad i=1, \dots, m \quad (14)$$

Очевидно, что вектор  $x_f$  определенный в силу равенств (13) и (14), удовлетворяет условиям соотношения (12) и условию  $x_f \in X$ , если  $x_{\Pi} \in X$  и  $0 \in X$ , а  $X$  – область, определяемая детерминированными ограничениями. Принятую формальную гипотезу можно назвать гипотезой сохранения структуры плана или гипотезой равномерности выполнения планового задания. Последнее наименование связано с такой интерпретацией. Предположим, что плановое задание  $x_{\Pi}$  выполняется в течение планового периода длительностью  $T$  равномерно, а работы по плану продолжают вплоть до момента исчерпания какого-либо из ресурсов или выполнения плана. Тогда затраты  $i$ -го ресурса в единицу времени равны  $\frac{1}{T} a^i x_{\Pi}$ , а фактическая продолжительность времени работы  $T_f$  должна удовлетворять условию  $T_f = T \min \left[ 1, \frac{\underline{w}_i}{a^i x_{\Pi}} \right]$ , а следовательно, фактическое выполнение равно  $x_f = \frac{T_f}{T} x_{\Pi}$ , что и приводит к равенствам (13) и (14).

Можно несколько обобщить гипотезу сохранения структуры плана следующим образом. Пусть  $\underline{w}$  – нижний гарантированный уровень наличия ресурсов,  $x$  – обязательная для выполнения компонента плана, заведомо обеспеченная ресурсами, то есть

$$Ax \leq \underline{w}. \quad (15)$$

Примем, что

$$x_f = \underline{x} + c(x_{\Pi} - \underline{x}), \quad (16)$$

где

$$p = \min \left[ 1, \frac{\underline{w}_i - a^i \underline{x}}{a^i (x_{\Pi} - \underline{x})}, \quad i=1, \dots, m \right]. \quad (17)$$

Формулы (16) и (17) могут быть интерпретированы как следствие гипотезы выполнения обязательного задания в первую очередь, а остальных заданий – равномерно.

Если принята та или иная гипотеза, определяющая вид п.п.ф., то далее построение плана, обеспечивающего максимум ожидаемого значения функции эффективности, производится чисто формально, как и в одномерном случае.

Предположим для простоты, что величины взаимно независимы, и используем формулу

$$W_x(o) = 1 - \Pi_i [1 - W_{z_i}(o)], \quad (18)$$

справедливую, если

$$x = \min_i z_{ij}, \quad (19)$$

а  $\eta_i$  независимы и распределены согласно  $W_{z_i}(o)$ .

Поскольку в силу равенств (13) и (14)

$$\Pi_f = c_x x_f = \Pi_{\Pi} \min \left\{ 1, \frac{\underline{w}_i - a^i \underline{x}}{a^i (x_{\Pi} - \underline{x})}, \quad i=1, \dots, m \right\}, \quad (20)$$

где  $c = (c_j)$  – вектор с элементами, равными прибыли при единичном использовании способа  $j$ ,

то

$$W_f(\zeta \Pi_{\Pi}) = \begin{cases} 1 & \zeta \geq \Pi_{\Pi} \\ 1 - \Pi_{i=1}^m \left[ 1 - W_{w_i} \left( \frac{\zeta}{\Pi_{\Pi}} a^i x \right) \right] & \zeta < \Pi_{\Pi} \end{cases} \quad (21)$$

Примем в качестве функции эффективности функцию  $F(\Pi_{\Pi}, P_f)$  типа (15). Тогда задача выбора оптимального плана приобретает вид:

$$\max \left[ (1 + \delta_b \Pi_{\Pi}) P \{ \Pi_f \geq \Pi_{\Pi} \} / \Pi_{\Pi} = c x_{\Pi}, x_{\Pi} \in X \right]. \quad (22)$$

Отметим, что в силу разрывности  $W_f(\zeta \Pi_{\Pi})$  при  $\zeta = \Pi_{\Pi}$

$$P \{ \Pi_f \geq \Pi_{\Pi} \} = \lim_{\zeta \rightarrow \Pi_{\Pi}} \left[ 1 - W_f(\zeta \Pi_{\Pi}) \right] = \Pi_{i=1}^m \left[ 1 - W_{w_i}(a^i x_{\Pi}) \right]. \quad (23)$$

Решение задач (22) и (23) целесообразно проводить последовательно: сначала осуществлять оптимизацию выбора плана НИОКР  $x_{\Pi}$  при

фиксированном в качестве параметра плана  $\Pi_n$  по прибыли, а затем выбираем  $\Pi_f$ . Это соответствует естественной логике: план НИОКР окажется функцией принимаемых стратегических решений руководства предприятия.

Очевидно, что при фиксированном  $\Pi_n$  решение задачи (22) эквивалентно решению задачи

$$\max\{P\{\Pi_f \geq \Pi_n\} / \Pi_n = cx_n, x_n \in X\}, \quad (24)$$

имеющей простой смысл требования выбора плана НИОКР, обеспечивающего при заданном уровне плановой прибыли наибольшую вероятность выполнения плана.

Предположим далее, что каждое из  $\psi$  ( $i=1, \dots, M$ ) распределено согласно смещенному экспоненциальному закону (6) с параметрами  $\psi_i, c_i$ . Тогда задачи (23) и (24) принимают вид:

$$\max\{\exp[\sum_i c_i \max(a^i x_n - \psi_i, 0)] / cx_n = \Pi_n, x_n \in X\}. \quad (25)$$

Ввиду монотонности экспоненты можно ограничиться решением задачи:

$$\min\{\sum_i c_i \max(a^i x_n - \psi_i, 0) / cx_n = \Pi_n, x_n \in X\}. \quad (26)$$

В свою очередь, если  $X$  – многогранное множество, то задача (26) эквивалентна задаче линейного однопараметрического программирования:

$$\psi(\Pi_n) \triangleq \min\{\sum_i c_i \psi_i / a^i x_n \leq \psi + \psi_i, \quad i=1, \dots, m, cx_n = \Pi_n, x_n \in X\}, \quad (27)$$

которую можно интерпретировать как требование выбора плана, при котором наиболее расходуются негарантированные по уровню ресурсы. Если функция  $f(\Pi_n)$  найдена, то оптимальное значение плановой прибыли определяется путем решения задачи (22). Очевидно, она эквивалентна следующей:

$$\max\left[(1 - a_i \Pi_n) e^{-\psi(\Pi_n)}\right], \quad (28)$$

где максимизация производится на отрезке существования в формуле (27). Решение такой одномерной задачи оптимизации не представляет труда.

Отметим, что решение задачи (24) имеет и самостоятельное значение. Зачастую целесообразно вместо выбора окончательного варианта плана (или наряду с этим вариантом) представлять руководству предприятия

график зависимости «прибыль – риск», получающейся непосредственно из задачи (24).

Приведенную схему нетрудно формально перенести и на другие варианты функции эффективности или другие планово-производственные функции.

Опишем подход, связанный с использованием функций эффективности и п.п.ф. в обобщенной форме.

Пусть  $x_n$  – плановое решение,  $x_f$  – его реализация,  $\omega$  – случайные факторы («ресурсы»). Ограничения, определяемые свойствами системы, налагаются не на план, а на реализацию. Запишем их в виде:

$$g(x_f, \psi) \leq 0. \quad (29)$$

Планируемые экономические показатели  $\Pi_n$  зависят от планового решения  $x_n$ . Фактически достигнутые значения  $\Pi_f$  таким же образом зависят от реализации решения  $x_f$ :

$$\Pi_n = f(x_n), \Pi_f = f(x_f), \quad (30)$$

где  $f$  – некоторые функции.

Эффективность системы зависит от

$$F = F(\Pi_n, \Pi_f). \quad (31)$$

Планирование преследует своей целью выбор решения  $x_n$ , обеспечивающего максимум ожидаемой эффективности. Задача становится определенной, если использована какая-либо гипотеза о связи между решением и его реализацией, выражающейся в задании планово-производственной функции:

$$x_f = x_f(x_n, \psi). \quad (32)$$

Поскольку вектор  $x_f$  должен удовлетворять условию (32), то выбор ограничен требованием

$$g[x_f(x_n, \psi), \psi] \leq 0 \quad (33)$$

при возможных  $\psi, x_n \in X$ , где  $X$  – детерминированная область.

Таким образом, задача оптимального планирования сводится к следующей проблеме математического программирования:

$$\max\left[\frac{M_{\psi}\{F[\Pi_n, f(x_f(x_n, \psi))]\}}{f(x_n)} = \Pi_n, x \in X\right]. \quad (34)$$

Эта проблема, в частности, может решаться последовательно, поскольку она эквивалентна паре задач:

$$\pi(\Pi_n) = \max_x \{M_{\pi} [f(x), f(x_f(x, \pi))] / f(x) = \Pi_n, x \in X\}, \quad (35)$$

$$\max R_{\pi} [f(\Pi_n)], \quad (36)$$

где  $R_{\pi}(\bullet)$  – любая монотонно возрастающая функция.

Описанная схема, за исключением некоторых частных случаев, несомненно, сложнее в вычислительном отношении, чем формальные способы приведения стохастической задачи к детерминированной, но гибкость процедуры и ее соответствие внутренней сущности задачи планирования НИОКР достаточно привлекательны.

В заключение необходимо обратить внимание на связь схемы оптимизации по функции эффективности с задачей разработки плана НИОКР, обеспечивающей максимум вероятности его выполнения и одновременно удовлетворяющей ограничениям по уровню экономических показателей плана. Именно такой смысл имела задача (24). Но надо иметь в виду и то, что самая идея выбора плана НИОКР по условию наименьшего риска при заданных ограничениях по экономическим показателям (необязательно по прибыли) достаточно популярна, разумна и конечна. Совершенно независима от приведенных выше рассуждений, касающихся функции эффективности, и п.п.ф. Если при фиксированных  $\omega$  модель имеет линейно-программный вид (то есть  $A_x \leq x, x \in X, \omega_i$  – случайные и независимые величины при заданных ограничениях  $\Pi_i$  на показатели  $\Pi_i(x, l = 1, \dots, L)$ ), то задача на максимум риска имеет вид

$$\max \left\{ \Pi_l \frac{[1 - W_{\omega}(a^l x)]}{\Pi_l(x)} \geq \underline{\Pi}_l, L = 1, \dots, L, \right\} x \in X, \quad (37)$$

или, что то же самое,

$$\max \left\{ \sum_l \frac{[1 - W_{\omega}(a^l x)]}{\Pi_l(x)} \geq \underline{\Pi}_l, L = 1, \dots, L, \right\} x \in X. \quad (38)$$

Вогнутость целевой функции в задаче (38) для ряда стандартных вероятностных моделей (нормального, равномерного, треугольного распределений) значительно затрудняет решение задачи ее оптимизации.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ методов исследования и прогнозирования инновационной активности на региональном уровне / А. Ф. Московцев, Р. А. Косенков, В. В. Великанов, А. Б. Симонов, В. Н. Цыганкова // Вопросы инновационной экономики. – 2012. – № 2. – С. 15–29.
2. Бахрачева, Ю. С. Исследование инновационного потенциала холдинга ОАО «Российские железные дороги» / Ю. С. Бахрачева, Е. В. Акатова // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 10, Инновационная деятельность. – 2014. – № 5. – С. 6–11.
3. Бережная, Е. В. Математические методы моделирования экономических систем / Е. В. Бережная, В. И. Бережной. – М.: Финансы и статистика, 2007. – 275 с.
4. Бондаренко, Н. И. Долгосрочный прогноз и управление многоуровневыми социально-экономическими системами. Методология. Теория. Практика / Н. И. Бондаренко. – Великий Новгород: Новгород, 2006. – 189 с.
5. Великанов, В. В. Методика планирования НИОКР на основе объемных детерминированных моделей / В. В. Великанов, А. А. Сидунов // Известия ВГПУ. Серия «Социально-экономические науки и искусство». – 2012. – № 3. – С. 107–110.
6. Венецкий, И. Г. Основные математико-статистические понятия и формулы в экономическом анализе / И. Г. Венецкий, В. И. Венецкая. – М.: Статистика, 2004. – 356 с.
7. Вентцель, Е. С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология / Е. С. Вентцель. – М.: Высшая школа, 2001. – 318 с.
8. Капица, С. П. Синергетика и прогнозы будущего / С. П. Капица, С. П. Курдюмов, Г. Г. Малинецкий. – М.: Наука, 1997. – 297 с.
9. Качество управления производством с позиции синергетики / Л. М. Семенова, В. Б. Хлебников, Ю. С. Бахрачева, С. И. Семенов // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 10, Инновационная деятельность. – 2012. – № 7. – С. 120–126.
10. Медведев, Р. С. Применение статистических методов управления качеством для оптимизации производства по ремонту пути / Р. С. Медведев, Ю. С. Бахрачева // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 10, Инновационная деятельность. – 2014. – № 3 (12). – С. 93–97.

## REFERENCES

1. Moskovtsev A.F., Kosenkov R.A., Velikanov V.V., Simonov A.B., Tsygankova V.N. Analiz metodov issledovaniya i prognozirovaniya

innovatsionnoy aktivnosti na regionalnom urovne [The Analysis of Research Methods and Forecasting the Innovative Activity at the Regional Level]. *Voprosy innovatsionnoy ekonomiki*, 2012, no. 2, pp. 15-29.

2. Bakhracheva Yu.S., Akatova E.V. Issledovanie innovatsionnogo potentsiala kholdinga OAO "Rossiyskie zheleznye dorogi" [A Study of Innovative Potential of the Russian Railways Holding]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 10, Innovatsionnaya deyatel'nost* [Science Journal of Volgograd State University. Technology and Innovations], 2014, no. 5, pp. 6-11.

3. Berezhnaya E.V., Berezhnoy V.I. *Matematicheskie metody modelirovaniya ekonomicheskikh sistem* [Mathematical Methods of Economic Systems Modeling]. Moscow, Finansy i statistika Publ., 2007. 275 p.

4. Bondarenko N.I. *Dolgosrochnyy prognoz i upravlenie mnogourovnevnyimi sotsialno-ekonomicheskimi sistemami. Metodologiya. Teoriya. Praktika* [Long-Term Prognosis and Management of Multi-Level Social and Economic Systems. Methodology. Theory. Practice]. Velikiy Novgorod, Novgorod Publ., 2006. 189 p.

5. Velikanov V.V., Sidunov A.A. Metodika planirovaniya NIOKR na osnove obyemnykh determinirovannykh modeley [The Technique of R&D Planning on the Basis of Volumetric Determined Models]. *Izvestiya VGPU. Seriya "Sotsialno-ekonomicheskie nauki i iskusstvo"*, 2012, no. 3, pp. 107-110.

6. Venetskiy I.G., Venetskaya V.I. *Osnovnye matematiko-statisticheskie ponyatiya i formuly v ekonomicheskoy analize* [Basic Mathematical and Statistical Concepts and Formulas in the Economic Analysis]. Moscow, Statistika Publ., 2004. 356 p.

7. Ventsel E.S. *Issledovanie operatsiy. Zadachi, printsipy, metodologiya* [Operations Research. Objectives, Principles, Methodology]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 2001. 318 p.

8. Kapitsa S.P., Kurdyumov S.P., Malinetskiy G.G. *Sinergetika i prognozy budushchego* [Synergetics and Forecasts of the Future]. Moscow, Nauka Publ., 1997. 297 p.

9. Semenova L.M., Khlebnikov V.B., Bakhracheva Yu.S., Semenov S.I. Kachestvo upravleniya proizvodstvom s pozitsiy sinergetiki [The Quality of Production Management From the Positions of Synergetics]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 10, Innovatsionnaya deyatel'nost* [Science Journal of Volgograd State University. Technology and Innovations], 2012, no. 7, pp. 120-126.

10. Medvedev R.S., Bakhracheva Yu.S. Primenenie statisticheskikh metodov upravleniya kachestvom dlya optimizatsii proizvodstva po remontu puti [The Use of Statistical Methods of Quality Management for Optimizing the Production on Track Repair]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 10, Innovatsionnaya deyatel'nost* [Science Journal of Volgograd State University. Technology and Innovations], 2014, no. 3 (12), pp. 93-97.

## OPTIMAL PLANNING BY THE CRITERION OF MAXIMUM EXPECTED EFFICIENCY

**Kayl Yakov Yakovlevich**

Doctor of Economic Sciences, Professor,  
Department of Staff Management,  
Volgograd State Socio-Pedagogic University  
kailjakow@mail.ru, up@vspu.ru  
Prosp. Lenina, 27, 400066 Volgograd, Russian Federation

**Velikanov Vasiliy Viktorovich**

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,  
Department of Staff Management,  
Volgograd State Socio-Pedagogic University  
kailjakow@mail.ru, up@vspu.ru  
Prosp. Lenina, 27, 400066 Volgograd, Russian Federation

**Епинина Вероника Сергеевна**

Candidate of Economic Sciences, Assistant Professor,  
Department of Management,  
Volgograd State University  
econmanag@volsu.ru  
Prosp. Universitesky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation

**Abstract.** In the given article the technique of R&D planning on the basis of the volume determined models is described. Basically the problems concerning top level of hierarchy, namely, problems of defining the plan-scheme of realization of the basic stages of research and development and the necessary volumes of expenses are considered. The most effective and modern approach to realization of such substantiation is the use of mathematical models. It is thus essential that the models applied to the decision of problems of this level, should consider not only inner organization of the enterprise, but also pay attention to the property of environment of the enterprise with accessible completeness. As this completeness is rather limited, in view of incompleteness of the information on properties of environment of the enterprise, the planning technique should provide possibility of correction of planned offers, their recalculation under the specified data.

Thus, a direct statistical estimation even for companies with a sustainable structure of production is of little use for the task. Moreover, there is no real reason to use it for businesses and innovators with dramatically changing and emerging technologies or innovative products.

The only possibility which is suggested – estimation of the distribution function of the actual production on the basis of mathematical models of production, linking economic performance with the available levels of resources.

**Key words:** volume determined models, planning of innovative activity at the enterprise, efficiency of planning, mathematical modeling, principles of planning, insufficiency of information.