

# МАКСИМИЗАЦИЯ КАЧЕСТВА ПОСТАВЛЯЕМОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ПРИ ОГРАНИЧЕННОМ ПОТЕНЦИАЛЕ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

## MAXIMIZING THE QUALITY OF THE SUPPLIED TECHNOLOGICAL VALUE WITH THE LIMITED POTENTIAL OF THE ORGANIZATIONAL SYSTEM

**A. Petrunina  
N. Tsygankov  
A. Moskalev**

*Summary.* Industrial enterprises in the high-tech sector are characterized by the task of creating a complex technological value for the customer under strict constraints characterized by a fixed internal potential, set deadlines and an acceptable level of risk. Existing management approaches either focus on maximizing internal economic efficiency or require complex adaptation without offering tools to quantify the achievable quality level. In this regard, the goal was set to develop principles and tools for determining the optimal (maximum achievable) level of quality of the supplied technological value, based on the current capabilities of the organizational system, time frame and acceptable risk. The author's probabilistic model is proposed, which establishes a relationship between the probability of project success and the parameters of quality requirements, potential and activity of the system. Based on the model, the existence of an area of fundamentally impossible requirements with given resources is proved. Three management patterns have been identified: 1) stricter quality requirements lead to a decrease in the probability of successful completion of the project on time; 2) for any system with a fixed potential, there is a threshold of requirements, exceeding which makes the project unrealizable even with a significant increase in time; 3) raising the quality bar shifts the most likely duration of the project upward. The proposed approach allows for an objective assessment and coordination of realistic quality parameters with the customer at the planning stage, minimizing the risks of project failure.

*Keywords:* organizational system potential, technological value, quality.

**Петрунина Анастасия Эдуардовна**  
старший преподаватель,

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск  
kafedra\_efit@bk.ru

**Цыганков Никита Сергеевич**

кандидат технических наук, доцент,  
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск  
tsyganikita@yandex.ru

**Москалев Александр Константинович**

кандидат физико-математических наук, доцент,  
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск  
amoskalev@sfu-kras.ru

*Аннотация.* Для промышленных предприятий высокотехнологического сектора характерна задача создания сложной технологической ценности для заказчика в условиях жестких ограничений, характеризующихся фиксированным внутренним потенциалом, заданными сроками и допустимым уровнем риска. Существующие управленческие подходы либо фокусируются на максимизации внутренней экономической эффективности, либо требуют сложной адаптации, не предлагая инструментов для количественной оценки достижимого уровня качества. В связи с чем была поставлена цель — разработка принципов и инструментария для определения оптимального/максимально достижимого уровня качества поставляемой технологической ценности, исходя из текущих возможностей организационной системы, временных рамок и приемлемого риска.

Предложена авторская вероятностная модель, устанавливающая связь между вероятностью успеха проекта и параметрами требований к качеству, потенциалом и активностью системы. На основе модели доказано существование области принципиально невыполнимых требований при заданных ресурсах. Выявлены три управленческие закономерности: 1) ужесточение требований к качеству ведет к снижению вероятности успешного завершения проекта в установленные сроки; 2) для любой системы с фиксированным потенциалом существует порог требований, превышение которого делает проект нереализуемым даже при значительном увеличении времени; 3) повышение планки качества сдвигает наиболее вероятный срок реализации проекта в сторону увеличения. Предложенный подход позволяет на этапе планирования объективно оценить и согласовать с заказчиком реалистичные параметры качества, минимизируя риски срыва проекта.

*Ключевые слова:* потенциал организационной системы, технологическая ценность, качество.

Промышленные предприятия высокотехнологичного сектора играют ключевую роль в экономическом развитии, что обуславливает важность совершенствования их организационных систем. В условиях ограниченности ресурсов и возрастающих требований к качеству продукции необходимы новые управленческие механизмы, обеспечивающие их устойчивость в нестабильных условиях внешней среды.

В исследованиях, результаты которых опубликованы ранее [1–3], нами предполагается, что для высокотехнологических производств устойчивость организационной системы зависит от предъявляемых требований к качеству поставляемой технологической ценности, потенциала и активности организационной системы. Утверждение, лежащее в парадигме общемировых обсуждений тенденций взаимного влияния инноваций на качество создаваемой продукции, подтверждаются многочисленными публикациями на основе анализа аналитических исследований современных предприятий различных передовых производств [4–7].

Исследование на эмпирических данных, представленное в работе [8], свидетельствует, что для эффективного внедрения инноваций и достижения высокого качества необходимы адаптивные методики, выбор которых зависит от конкретных временных и ситуационных условий.

В теоретическом плане представляет интерес методологическая разработка [9], направленная на преодоление фундаментального противоречия в управлении между необходимостью ускорения принятия решений (в условиях ограниченного времени) и требованием повышения их качества (что обычно требует времени на сбор и анализ информации). В его основе предлагается пятиэтапный алгоритм, охватывающий цикл от выявления проблемной ситуации до контроля реализации решения, с явным акцентом на итерационный характер уточнения исходных данных. Для формализации процесса оценки альтернатив в условиях полной неопределенности используется аппарат теории латентных переменных, а именно модель Раша, позволяющая проводить не только ранжирование вариантов, но и оценивать их чувствительность к изменению внешних сценариев. Однако для прямого практического применения в задачах клиентоориентированного планирования поставки ценности предложенный подход требует существенной контекстуализации и развития. Клиент рассматривается как внешний фактор, влияющий на сценарии. Его активная роль как источника требований к качеству, обратной связи и со-создателя ценности в модели не отражена. Удовлетворение клиента не является явной целевой функцией, а выступает как следствие минимизации рисков. Практическое использование модели Раша и калибровка марковской модели требуют высокой

квалификации аналитиков и наличия соответствующих программных средств. В условиях оперативного управления на промышленном предприятии это может стать барьером.

Другой рассмотренный подход предлагает комплексную систему многоуровневого планирования, интегрирующую стратегический, тактический и оперативный контуры управления в условиях неопределенности [10]. Его сильной стороной является системность и явный акцент на управлении рисками для оптимизации внутренних экономических показателей предприятия (прибыль, загрузка мощностей). Однако в данной модели критерии, непосредственно связанные с созданием ценности для клиента — качество, скорость, удовлетворенность — не заложены в качестве целевых.

Проведенный анализ выявил существенный пробел в существующих исследованиях. Отсутствуют комплексные решения, которые, с одной стороны, учитывали бы ограниченность внутреннего потенциала системы и стохастичность внешней среды, а с другой — фокусировались бы не на максимизации внутренней экономической эффективности, а на качестве создаваемой технологической ценности для клиента. При этом остаются неучтенными такие факторы, как практики кооперации и жесткие временные ограничения на принятие решений.

Целью данного исследования является разработка теоретических основ и практических принципов максимизации качества поставляемой технологической ценности для клиента при ограниченном внутреннем потенциале организационной системы. В основу работы положен опыт практической деятельности, требующий концентрации усилий на наиболее критичных аспектах создания ценности и непрерывного поиска путей повышения эффективности использования имеющихся ресурсов.

## Материалы и методы

Методологическую основу исследования составил системный подход, в рамках которого организационная система рассматривается как сложный объект, создающий технологическую ценность в условиях ограниченного потенциала.

Для формализации задачи управления был применен аппарат теории вероятностей. На его основе разработана оригинальная вероятностная модель, связывающая вероятность успешной поставки ценности с ключевыми параметрами системы: требованиями к качеству, внутренним потенциалом и активностью.

На основе общей модели для случая системы с тремя последовательными барьерами (этапами) методами ин-

тегрального и дифференциального исчисления получено компактное аналитическое выражение для плотности распределения вероятности успешного прохождения всех стадий за определенное время. Для исследования свойств данной функции, визуализации результатов и верификации выявленных закономерностей было проведено численное моделирование в среде Maple.

Для обработки и интерпретации результатов применялись общенаучные методы анализа и синтеза, а также методы графической визуализации данных, позволившие выявить и наглядно представить ключевые управленческие закономерности, вытекающие из модели.

### Оптимизация качества технологической ценности в организационных системах

Нами предложена модель управления устойчивостью организационной системы промышленного предприятия [1–3]. Ключевая предпосылка модели заключается в том, что устойчивость является функцией предъявляемых требований к качеству выпускаемой продукции, а также от потенциала и активности системы. В результате формализации данной предпосылки получено выражение (1) для вероятности безотказного создания и поставки ценности.

$$p_n(t, W) = \int_0^t \dots \int_0^{\infty} \prod_{k=1}^n v_k e^{-v_k \Delta t_k} \rho(W_k) \delta\left(t - \sum_{k=1}^n \Delta t_k\right) dt_k dW_k \quad (1)$$

где  $v_k$  — частота попыток осуществления перехода через барьер с номером  $k$ , определяется по формуле (2),

$\Delta t_k = t_k - t_{k-1}$  — время, затрачиваемое на обеспечение технологического объекта необходимым уровнем качества для удовлетворения условия перехода на следующую стадию в организационной системе.

$$v = v_0 \exp\left(-\frac{W}{A}\right) \quad (2)$$

где  $W_k$  — общий объем работы, которую должна произвести система, определяется по формуле (3),

$A$  — активность организационной системы,

$v_0$  — частота попыток технологического объекта совершить переход на следующую стадию жизненного цикла при отсутствии каких-либо требований к качеству, формирующих данный барьер.

$$W = W_0 - W' \quad (3)$$

где  $W_0$  — массив параметров, количественно характеризующих требуемый уровень качества, который необходимо достичь на каждой стадии жизненного цикла:

$\{W_0^1, W_0^2, \dots, W_0^n\} \in W_0$ , где  $n$  — количество стадий жизненного цикла,

$W'$  — количественная мера затрат, необходимая для преодоления технологическим объектом барьера, т.е. потенциал организационной системы.

Функция Дирака в выражении (1) обеспечивает выполнение условия, что суммарное время ожидания перехода технологическим объектом до конечной стадии равно сумме ожидания перехода на всех стадиях жизненного цикла, то есть:

$$t = (t_1 - 0) + \dots + (t_k - t_{k-1}) + \dots + (t_n - t_{n-1}) \quad (4)$$

Непосредственное использование модели (1) ограничено в условиях, когда система не может гибко наращивать потенциал и активность за счет внешних участников, что требует разработки соответствующих методических рекомендаций. Кроме того, модель должна учитывать априорно заданный уровень риска, характерный для инновационных проектов разработки технологических ценностей и не подлежащий прямой калькуляции.

Изложенное обуславливает необходимость корректировки алгоритма практического применения модели с учетом допустимого уровня риска. В высокотехнологичных отраслях, где риски носят системный характер, их приемлемый уровень не является универсальным и детерминирован, главным образом, типом заказчика (с более строгими требованиями у государственных и стратегических структур) и источником финансирования проекта.

Задача управления состоит в максимизации качества выходной технологической ценности в условиях ограниченного организационного потенциала, фиксированного времени реализации и установленного приемлемого уровня риска. Формальная постановка задачи имеет следующий вид (8):

$$W_0(W', r) \rightarrow \max, \text{ при } \begin{cases} W' \in (W'_{min}, W'_{max}) \\ t \leq t_0 \\ r \leq r_{max} \end{cases} \quad (5)$$

где  $W'$  — значение потенциала организационной системы,

$r$  — допустимый уровень риска

$W'_{min}, W'_{max}, r_{max}$  — предельно допустимые значения соответствующих параметров.

Актуальность оценки достижимых параметров качества технологических решений обусловлена комплексом факторов.

Технологические ограничения. Производственные и технические барьеры делают недостижимыми целевые значения ряда показателей, задаваемых заказчиком. Дополнительным аспектом является наличие компромиссов между различными параметрами качества, что требует поиска оптимального баланса.

Экономическая эффективность. Предельные затраты на достижение требуемого уровня качества могут превышать его воспринимаемую ценность, снижая экономическую целесообразность проекта для заказчика.

Временные ограничения. Жесткие сроки реализации проекта накладывают технологические и организационные ограничения, исключающие достижение части качественных показателей.

Дифференциация значимости параметров. Различный вес критериев качества позволяет проводить оптимизацию требований за счет ослабления второстепенных параметров и концентрации ресурсов на ключевых характеристиках, что сохраняет общую ценность решения.

Следовательно, ключевой задачей управления организационной системой является определение оптимального (достижимого) уровня качества выходных параметров в условиях заданных внешних и внутренних ограничений.

**Обсуждение и результаты**

Область применения предложенной модели имеет определенные границы, обусловленные характером управленческой ситуации. Методология релевантна в условиях, когда целевые показатели качества технологического решения превышают текущую производственную способность организационной системы. В случае полного соответствия потенциала предприятия поставленным задачам управленческая проблема теряет актуальность, поскольку компания уже располагает готовым решением, исключающим риск невыполнения.

Практическая значимость модели проявляется наиболее ярко в условиях значительного разрыва между требуемыми и текущими показателями, позволяя объекту управления определить достижимый уровень качества в заданных временных рамках и минимизировать проектные риски.

Важным ограничением модели является невозможность отрицательных значений активности. Устойчивое снижение потенциала свидетельствует о процессах организационной деградации, при которых создание технологических ценностей становится невозможным.

Отдельно рассматривается случай стагнации потенциала, характерный для организаций с изначально высоким ресурсным уровнем, достаточным для поддержания конкурентоспособности. В данной конфигурации модель сохраняет практическую применимость, обеспечивая оценку накопленных организационных ресурсов для гарантированного обеспечения требуемого качества технологического решения.

Для верификации предложенного подхода выполнено численное моделирование системы, включающей три барьера. Поскольку на каждом этапе жизненного цикла критерии качества являются уникальными, в моделировании детально рассматриваются требования одного этапа, в то время как параметры остальных этапов фиксируются. Плотность вероятности успешного прохождения технологическим объектом последовательности из трех барьеров описывается выражением (6).

$$dP_3(t) = \frac{v_1 v_2 v_3 ((v_3 - v_2) e^{-v_1 t} - (v_3 - v_1) e^{-v_2 t} + (v_2 - v_1) e^{-v_3 t})}{(v_3 - v_1)(v_3 - v_2)(v_2 - v_1)} \quad (6)$$

В процессе численных экспериментов будем варьировать значение величины  $v_1$ , зависящим от соотношения  $(W_0 - W') / A$ . Данное значение определяется по формуле (2).

Поверхность, построенная в соответствии с полученным аналитическим выражением (6), изображена на рисунке 1. Временной интервал задан в условных единицах ( $t = 0, \dots, 10$ ).

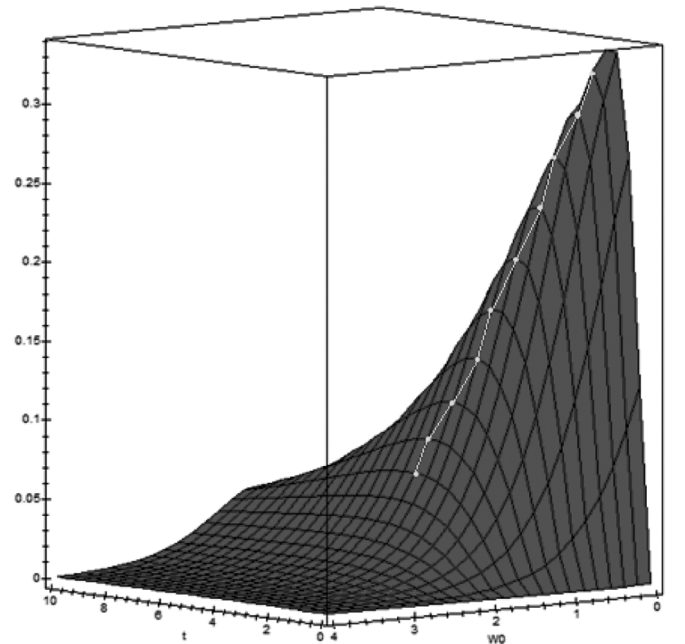


Рис. 1. Динамика распределения вероятности успешного прохождения трех стадий проекта при заданных ограничениях потенциала ( $W'$ ) и активности ( $A$ ) системы, проекция 1

Рисунок иллюстрирует распределение плотности вероятности прохождения траектории, состоящей из трех барьеров, при следующих значениях параметров: потенциал организации  $W'=50\%$ , активность предприятия  $A=50\%$ .

Представленные на рисунке 1 данные моделирования подтверждают существование решения поставленной управленческой задачи. При заданных значениях потенциала и активности организационная система демонстрирует ненулевую вероятность достижения определенного уровня качества.

Анализ выявил три ключевые закономерности. Во-первых, при фиксированном сроке реализации технологического проекта рост требований к качеству выходной продукции ведет к снижению вероятности его достижения в рамках заданного потенциала организационной системы. Данная зависимость соответствует ожидаемой динамике. Во-вторых, как видно на рисунке 1, высокие показатели качества оказываются недостижимыми (вероятность равна нулю) даже при значительном увеличении длительности проекта. Следовательно, для данной системы существует область заведомо невыполнимых требований по качеству.

В-третьих, анализ рисунка 1 показывает, что повышение требований к качеству смещает наиболее вероятное значение выходного параметра в область больших длительностей проекта. Указанная зависимость представлена на отдельной проекции на рисунке 2. Из рисунка видно, что расширение временных рамок проекта приводит к смещению наиболее вероятного значения показателей качества в область более высоких значений.

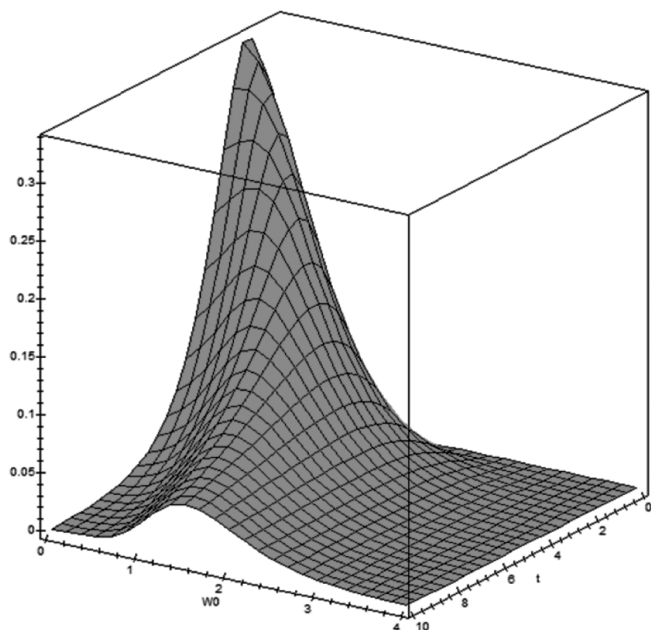


Рис. 2. Динамика распределения вероятности успешного прохождения трех стадий проекта при заданных ограничениях потенциала ( $W'$ ) и активности ( $A$ ) системы, проекция 2

В ходе решения данной задачи объект управления идентифицирует достижимые значения показателей качества, соответствующие текущему уровню потенциала организационной системы. Полученные параметры проходят процедуру согласования с заказчиком, после чего при положительном решении осуществляется авторизация запуска проекта с одновременным выделением необходимых ресурсов и назначением ответственных исполнителей. Данный механизм обеспечивает переход от стадии планирования к практической реализации при соблюдении соответствия между требованиями заказчика и потенциальными возможностями исполнителя работ.

### Заключение

В рамках проведенного исследования решена задача разработки модели для управления качеством создаваемой технологической ценности в организационных системах в условиях ограниченных возможностей наращивания потенциала. Данная проблема актуальна для высокотехнологичных секторов, где традиционные модели, ориентированные на максимизацию внутренней прибыли, оказываются недостаточными. В качестве решения предложена вероятностная модель, в которой вероятность успешного создания и поставки ценности является функцией от предъявляемых требований к качеству, текущего потенциала и активности организационной системы. На ее основе сформулирована задача оптимизации (5), направленная на поиск достижимого уровня качества при заданных ограничениях. Теоретически доказано, и подтверждено численным моделированием существование области заведомо невыполнимых требований к качеству при фиксированных потенциале и активности системы. Выявлена и визуализирована закономерность, заключающаяся в том, что ужесточение требований к качеству ведет не только к снижению вероятности успеха, но и к смещению наиболее вероятного времени реализации проекта в сторону увеличения.

Предложенная модель актуальна для ситуаций, когда целевые показатели превышают текущую способность системы. В условиях стагнации или деградации потенциала ее применение требует адаптации.

Таким образом, работа вносит вклад в развитие теории управления организационными системами, предлагая ценностно-ориентированный количественный подход к определению достижимого уровня качества технологической ценности в условиях ограниченного внутреннего потенциала системы и заданного допустимого уровня риска его недостижения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Петрунина А.Э. Управление цепочками поставки ценности в организационных системах промышленных предприятий // Проспект Свободный–2025: материалы XXI Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Красноярск, 21–26 апреля 2025 г.: в 4 ч. / М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Сиб. федер. ун-т; отв. за вып. А.К. Губанов, И.А. Чижов, Э.Д. Бречко [и др.]. — Электрон. дан. — Красноярск: СФУ, 2025. — Ч. I: Естественные науки. — С. 209–211. — ISBN 978-5-7638-5170-0. — URL: <https://bik.sfu-kras.ru/ft/LIB2/ELIB/b72/free/i-859311473.pdf> (дата обращения: 10.12.2025).
2. Петрунина А.Э. Модель управления устойчивостью организационной системы промышленного предприятия / А.Э. Петрунина, А.К. Москалев // Управление инновациями в условиях цифровой трансформации : сборник научных трудов Всероссийской студенческой учебно-научной конференции, 11–12 апреля 2025 года / Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Институт машиностроения, материалов и транспорта, Высшая школа проектной деятельности и инноваций в промышленности ; [ред. коллегия: С.Г. Редько и др.]. — Санкт-Петербург, 2025. — С. 105–110. — DOI: 10.18720/SPBPU/2/id25-290. — URL: <http://elib.spbstu.ru/dl/2/id25-290.pdf> (дата обращения: 10.12.2025).
3. Петрунина А.Э., Москалев А.К. Формирование модели цепочки поставки ценности в организационных системах промышленных предприятий // ИННОВАЦИИ. — 2025. — № 2 (304). — С.
4. Schniederjans D., Schniederjans M. Quality management and innovation: new insights on a structural contingency framework // International Journal of Quality Innovation. — 2015. — Vol. 1. — P. 2. — DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/s40887-015-0004-8>
5. Martinez-Costa M., Martinez-Lorente A.R. Does quality management foster or hinder innovation? An empirical study of Spanish companies // Total Quality Management & Business Excellence. — 2008. — Vol. 19, No. 3. — P. 209–221.
6. Kim D.Y., Kumar V., Kumar U. Relationship between quality management practices and innovation // Journal of Operations Management. — 2012. — Vol. 30, No. 4. — P. 295–315.
7. Bourke J., Roper S. Innovation, quality management and learning: Short-term and longer-term effects // Research Policy. — 2017. — Vol. 46, No. 8. — P. 1505–1518.
8. Pinto C.M.L., Romero F.C. The relationship between quality management and innovation // China-USA Business Review. — May 2020. — Vol. 19, No. 5. — P. 148–157. — DOI: 10.17265/1537-1514/2020.05.002.
9. Баркалов С.А. Алгоритм и методы принятия управленческих решений на основе теории латентных переменных в условиях временных ограничений / С.А. Баркалов, А.В. Ананьев, К.С. Иванников, С.И. Моисеев // Вестник ЮУрГУ. Сер. Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. — 2022. — Т. 22, № 3. — С. 106–116. — DOI: 10.14529/ctcr220310.
10. Титов В.В. Планирование функционирования предприятия в условиях риска и неопределенности во внешней и внутренней среде / В.В. Титов, Д.А. Безмельницын, С.К. Напреева // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. Экономические науки. — 2017. — Т. 10, № 5. — С. 172–183. — DOI: 10.18721/JE.10516.
11. Механизмы управления: учебное пособие / под ред. Д.А. Новикова. — Москва: УРСС, 2011. — 87 с. — (Умное управление). — ISBN 978-5-397-01718-0.

---

© Петрунина Анастасия Эдуардовна ([kafedra\\_efit@bk.ru](mailto:kafedra_efit@bk.ru)); Цыганков Никита Сергеевич ([cyganikita@yandex.ru](mailto:cyganikita@yandex.ru));  
Москалев Александр Константинович ([amoskalev@sfu-kras.ru](mailto:amoskalev@sfu-kras.ru))  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»