

# **Использование методов теории вероятности и математической статистики при управлении проектами**

## **Using the methods of probability theory and mathematical statistics in project management**

### **Тебекин А.В.**

д-р техн. наук, д-р экон. наук, профессор, почетный работник науки и техники Российской Федерации, профессор кафедры менеджмента Одинцовского филиала Московского государственного института международных отношений (Университета) МИД России  
e-mail: Tebekin@gmail.com

### **Tebekin A.V.**

Doctor of Engineering, Doctor of Economics, professor, honorary worker of science and technology of the Russian Federation, professor of department of management of the Odintsovo branch of the Moscow State Institute of International Relations (University) MFA of Russia  
e-mail: Tebekin@gmail.com

### **Тебекин П.А.**

главный сетевой инженер ООО «Сентинел»

### **Tebekin P.A.**

chief network engineer of LLC Sentinel

### **Тебекина А.А.**

магистрант Российского химико-технологического университета им. Д. И. Менделеева

### **Tebekina A.A.**

undergraduate of Mendeleev University of Chemical Technology of Russia

### **Аннотация**

показано место методов теории вероятности и математической статистики в системе общенаучных методов управления проектами. Описан состав методов теории вероятности и математической статистики, наиболее востребованных при управлении проектами. Показаны возможности управления проектами, обеспечиваемые методами теории вероятности и математической статистики при управлении проектами по методологии PMBoK.

**Ключевые слова:** методы, теория вероятности, математическая статистика, управление проектами.

### **Abstract**

The place of the methods of probability theory and mathematical statistics in the system of general scientific methods of project management is shown. The composition of the methods of probability theory and mathematical statistics is described most in demand in project management. The possibilities of project management, provided by the methods of probability theory and mathematical statistics, are shown in PMBOK project management.

**Keywords:** methods, probability theory, mathematical statistics, project management.

По мере ускорения научно-технического прогресса, сопровождающегося сокращением жизненного цикла продукции (товаров, работ, услуг) и повышением степени индивидуализации продукции (расширением ассортимента) проектный подход находит все более широкое применение [1].

Усложнение рыночных условий хозяйствования в условиях динамично развивающегося рынка предъявляет все более серьезные требования к сложным процессам управления проектами.

Целью данного исследования является рассмотрение вопросов использования методов теории вероятности и математической статистики при управлении проектами.

При проведении указанных исследований были учтены известные работы в области методов управления проектами Балашова А.И. [2], Верзуха Э. [3], Гонтаревой И.В. [4], Джалоты П. [5], Зуба А.Т. [6], Керцнера Г. [7], Ларсона Э.У. [8], Ньютона Р. [9], Полковникова А.В. [10], Ройса У. [11], Соолятэ А.Ю. [12], Тебекина А.В. [13], Шапиро В.Д. [14] и др.

Рассматривая специфику проектного управления в современных условиях, И. Ашманов писал: «При росте объема проектов и количества используемых человеческих ресурсов управление ими становится всё более похоже на сложную инженерную задачу (которая сама по себе постепенно становится проектом - более высокого уровня)» [15].

Сложное здание арсенала методов управления проектами строится на фундаменте общенаучной методологии. Подходы, способы, приемы, с помощью которых осуществляются различные виды управленческих работ, как конкретные методы управления характеризуются большим разнообразием, отражая множественность, различную сложность и состав управленческих задач, решаемых в рамках проектов.

Общенаучная методология, представленная системой методов, используемых в управлении проектами, приведена в табл. 1 [16].

*Таблица 1*

**Методологическая основа управления проектами**

№	Группа методов	Состав методов
1	Методы на основе законов диалектики	Метод на основе закона перехода количественных изменений в качественные
		Метод на основе закона единства и борьбы противоположностей
		Метод на основе закона отрицания отрицания
2	Общенаучные методы исследования	Методы анализа и синтеза
		Методы индукции и дедукции
		Метод восхождения от абстрактного к конкретному
		Метод единства логического и исторического
		Метод исследования на основе конкретно-исторического подхода
		Метод социологических исследований
3	Эмпирические методы	Метод сравнения
		Метод наблюдения
		Метод эксперимента
		Метод аналогии
4	Методы моделирования	Метод формализации
		Методы теории вероятности и математической статистики
		Методы экономико-математического моделирования и прогнозирования
5	Методы теории систем	Методы на основе системного подхода
		Методы на основе комплексного подхода

Данное рассмотрение посвящено методам теории вероятности и математической статистики как представителям группы методов моделирования (табл. 1) с точки зрения их использования при управлении проектами и является логическим продолжением рассмотрения с этих позиций методов на основе законов диалектики, общенаучных и эмпирических методов исследования [16].

Методы моделирования нашли широкое применение в управлении проектами, поскольку при управлении проектами решаются сложные проблемы, требующие одновременного использования системного и комплексного подходов.

Решение проблем управления проектами сегодня немыслимо без применения моделей, под которыми понимается представление систем, в которых предполагается решать проблемы, в форме, отражающей свойства, взаимосвязи, структурные и функциональные параметры этой системы, существенные для целей функционирования этой системы, с одной стороны, и для разрешения выявленных проблем, с другой стороны.

Моделирование при управлении проектами обычно осуществляется в несколько этапов, на которых уточняются цели управления, осуществляется постановка задач, конструируется модель, проводится ее теоретический и (или) экспериментальный анализ на достоверность, осуществляется практическая реализация в рамках проекта, проводится последующий анализ полученных данных, после чего (в случае необходимости) осуществляется корректировка путем введения в модель дополнительных факторов и данных, ограничений, критериев и т.п.

Методы теории вероятности и математической статистики представляют собой математические методы, позволяющие изучать закономерности случайных явлений (событий и величин), их свойства и операции над ними.

Основные методы теории вероятностей представлены в табл. 2.

Таблица 2

### Основные методы теории вероятностей

№	Название метода	Основные характеристики метода
1	Классический метод (определение исходов по бинарному принципу «да» или «нет»)	Предполагает определение вероятности (P) события A через отношение числа благоприятствующих этому событию исходов (m) к общему числу всех равновозможных несовместных элементарных исходов (n), образующих полную группу: $P(A) = m/n$
2	Геометрический метод	Предполагает определение вероятности попадания точки в заданную (допустимую) область значений, представляемую в виде отрезка, части плоскости, части объема в декартовой системе координат и т.д. В случае одномерного пространства рассматривается отрезок l, являющийся составной частью отрезка L, вероятность попадания точки на отрезок l при условии того, что вероятность попадания точки на отрезок L равна единице, определяется соотношением: $P = l/L$
3	Метод оценки вероятности суммы совместных событий	Гласит, что вероятность суммы, например, двух совместных событий равна сумме вероятностей этих событий за вычетом вероятности их совместного появления: $P(A+B) = P(A) + P(B) - P(A \cdot B)$ . Для случая трех совместных событий вероятность их совместного появления будет оценена как: $P(A+B+C) = P(A) + P(B) + P(C) - (AB) - P(A \cdot C) - P(B \cdot C) + P(A \cdot B \cdot C)$
4	Метод оценки вероятности суммы несовместных	Гласит, что вероятность суммы, несовместных событий равна сумме вероятностей этих событий: $P(A+B+C) = P(A) + P(B) + P(C)$

	событий	
5	Метод вероятности произведения событий	<p>Оценка вероятности появления, например, двух зависимых событий (А и В) равна произведению вероятностей появления одного из событий (А) на вероятность появления другого (В), определяемую при условии, что произошло первое событие (А) (условная вероятность В/А):  <math>P(A \cdot B) = P(A) \cdot P(B/A) = P(B) \cdot P(A/B)</math>.</p> <p>В случае множества событий вероятность их произведения равна произведению вероятностей этих событий, исходя из того, что вероятность каждого следующего события вычисляется при условии свершения предыдущих событий:  <math>P(A_1 \cdot A_2 \cdot \dots \cdot A_n) = P(A_1) \cdot P(A_2/A_1) \cdot \dots \cdot P(A_n/A_1, A_2, \dots, A_{n-1})</math></p>
6	Метод определения вероятности полной группы событий	<p>Если событие А может появиться вместе с одним из образующих полную группу попарно несовместных событий Н (Н<sub>1</sub>, Н<sub>2</sub>, ..., Н<sub>1</sub>, ..., Н<sub>п</sub>), именуемых гипотезами, то вероятность наступления события А вычисляется как сумма произведений вероятностей реализации каждой гипотезы Н<sub>1</sub> на вероятность наступления события А при этой гипотезе:  <math>P(A; H) = P(H_1) \cdot P(A/H_1) + \dots + P(H_n) \cdot P(A/H_n)</math></p>
7	Метод Бернулли	<p>Предназначен для проведения независимых испытаний, количество которых (n) должно быть заранее известно, а результаты представляются бинарным исходом: успех «да» или неудача «нет».</p> <p>Вероятность того, что в n испытаниях успех осуществится m раз, а неудача случится (n-m) раз <math>P_n(m)</math>, рассчитывается по формуле:  <math>P_n(m) = C_n^m \cdot p^m \cdot q^{n-m}</math>,</p> <p>где <math>C_n^m</math> – число сочетаний из n по m, определяемое соотношением:  <math>C_n^m = \frac{n!}{m!(n-m)!}</math>,</p> <p>p – вероятность успеха,  q – вероятность неудачи,  где p+q=1</p>
8	Метод Байеса	<p>Предполагает, что для полной группы попарно несовместных гипотез Н<sub>1</sub>, Н<sub>2</sub>, ..., Н<sub>1</sub>, ..., Н<sub>п</sub> с известными вероятностями появления, когда в результате проведения опыта появляется некоторое события А, оценка вероятности гипотез при условии, что событие А произошло определяется соотношением:  <math>P(H_i / A) = \frac{P(H_i) \cdot P(A / H_i)}{P(A)}</math>.</p>

Основные методы математической статистики, используемые при управлении проектами, представлены в табл. 3.

**Основные методы математической статистики, используемые при управлении проектами**

№	Название метода	Основные характеристики метода
1	<b>Метод однофакторного корреляционного анализа</b>	<p>Заключается в установлении факта и уровня зависимости исследуемой случайной величины <math>y</math> от воздействующего фактора <math>x</math> на основе расчета коэффициента парной корреляции <math>r(y; x)</math>:</p> $r(y, x) = \frac{\sum (y - \bar{y}) \cdot (x - \bar{x})}{\sqrt{\sum (y - \bar{y})^2 \cdot (x - \bar{x})^2}},$ <p>Таким образом, коэффициент корреляции <math>r(y; x)</math> демонстрирует степень синхронности изменения текущего результата <math>y</math> относительно среднего значения результата при изменении воздействия <math>x</math> относительно среднего результата</p>
2	<b>Метод многофакторного корреляционного анализа</b>	<p>Заключается в установлении факта и уровня зависимости исследуемой случайной величины <math>y</math> от каждого из множества воздействующих факторов <math>x</math> на основе расчета коэффициентов частной корреляции, пример которых для двухфакторной модели приведен ниже:</p> $r(y, x_1 / x_2) = \frac{r(y, x_1) - r(y, x_2) \cdot r(x_1, x_2)}{\sqrt{(1 - r^2(y, x_2)) \cdot (1 - r^2(x_1, x_2))}}$ $r(y, x_2 / x_1) = \frac{r(y, x_2) - r(y, x_1) \cdot r(x_1, x_2)}{\sqrt{(1 - r^2(y, x_1)) \cdot (1 - r^2(x_1, x_2))}},$ <p>где <math>r(y, x_1 / x_2)</math> – коэффициент частной корреляции функции <math>y</math> и воздействующего фактора <math>x_1</math> при элиминировании фактора <math>x_2</math>,</p> <p><math>r(y, x_2 / x_1)</math> – коэффициент частной корреляции функции <math>y</math> и воздействующего фактора <math>x_2</math> при элиминировании фактора <math>x_1</math>.</p>
3	<b>Метод однофакторного регрессионного анализа</b>	<p>Позволяет путем построения регрессионной модели оценить по полученной функциональной зависимости результативного показателя <math>Y</math> от значения выбранного фактора <math>X</math>, например, при линейной зависимости:</p> $y(x) = a_0 + a_1 \cdot x$ <p>в какой мере и в каком направлении (рост или спад) фактор <math>X</math> приводит к изменению результата <math>Y</math>. За это в однофакторной регрессионной модели отвечает параметр <math>a_1</math>. Соотношение параметров модели <math>a_1</math> и <math>a_0</math> демонстрирует насколько велик вклад учитываемого фактора <math>X</math> в изменении результата <math>Y</math> на фоне влияния других неучтенных факторов. Точность модели описывается коэффициентом детерминации <math>R^2</math>, находящимся в пределах от 0 (модель ничего не объясняет) до 1 (модель полностью описывает весь процесс)</p>
4	<b>Метод многофакторного регрессионного</b>	<p>Позволяет путем построения регрессионной модели оценить по полученной функциональной зависимости результативного показателя <math>y</math> от значений анализируемых факторов <math>x_i</math>:</p>

	<p><b>анализа</b></p>	<p><math>y = f(x_1, \dots, x_n)</math></p> <p>характер зависимости (линейный или нелинейный), а так же в какой мере и в каком направлении (рост или спад) факторы <math>x_i</math> приводят к изменению результата <math>y</math>.</p> <p>За это в многофакторной регрессионной модели отвечают параметры <math>a_i</math>.</p> <p>Соотношение параметров модели <math>a_i</math> и <math>a_0</math> демонстрирует, насколько велик вклад учитываемых факторов <math>x_i</math> в изменение результата <math>y</math> на фоне влияния других неучтенных факторов.</p> <p>Точность моделей описывается коэффициентом детерминации <math>R^2</math>, находящимся в пределах от 0 (модель ничего не объясняет) до 1 (модель полностью описывает весь процесс)</p>
5	<p><b>Метод коэффициентного анализа</b></p>	<p>Позволяет оценить влияние отдельных факторов <math>x_i</math> в регрессионной модели на величину результативного показателя <math>y</math> и включает расчет следующих коэффициентов:</p> <p>А) <i>коэффициента эластичности</i>, который показывает на сколько % изменится зависимая величина результирующего показателя <math>y</math> при изменении значения воздействующего фактора <math>x_i</math> на 1%:</p> $E(y, x_i) = \frac{\Delta y(\%) }{\Delta x_i(\%)}$ <p>При этом следует признать, что коэффициент эластичности <math>E(y, x_i)</math> не учитывает уровень вариабельности фактора <math>x_i</math>;</p> <p>Б) <i>бета-коэффициент</i>, который позволяет оценить степень связи (ковариацию – cov) воздействующего фактора <math>x_i</math> и результирующего показателя <math>y</math> – cov(<math>y, x_i</math>), взвешенную на соотношение величины среднего квадратического отклонения <math>\sigma(y)</math> результирующей переменной <math>y</math> и величины среднего квадратического отклонения <math>\sigma(x_i)</math> воздействующего фактора <math>x_i</math> при фиксированном значении (элиминировании) остальных независимых переменных <math>x_j</math>:</p> $\beta_i = \text{cov}(y, x_i) \cdot \frac{\sigma(x_i)}{\sigma(y)},$ <p>где <math>\sigma(y) = \sqrt{\frac{\sum_{m=1}^M (y_m - \bar{y})^2}{M - 1}}</math>,</p> <p><math>y_m</math> – значение переменной <math>y</math> в наблюдении <math>m</math>,  <math>\bar{y}</math> – среднее значение переменной <math>y</math> в общем объеме наблюдении <math>M</math>,</p> $\sigma(x_i) = \sqrt{\frac{\sum_{m=1}^M (x_{im} - \bar{x})^2}{M - 1}},$ <p><math>x_{im}</math> – значение переменной <math>x_i</math> в наблюдении <math>m</math>,</p>

	<p><math>\bar{x}_i</math> – среднее значение переменной <math>x_i</math> у в общем объеме наблюдении M,</p> <p>B) <i>дельта-коэффициент</i> <math>\delta_i</math>, который позволяет оценить долю влияния каждого воздействующего фактора <math>x_i</math> на результата <math>y</math> в суммарном влиянии всех учитываемых воздействующих факторов:</p> $\delta_i = \beta_i \cdot \frac{r(y, x_i)}{R^2},$ <p>где <math>\beta_i</math> – бетта-коэффициент,  <math>r(y, x_i)</math> – коэффициент парной корреляции между воздействующим фактором <math>x_i</math> и результирующим показателем <math>y</math> ;  <math>R^2</math> – коэффициент детерминации.</p>
--	---

При управлении проектами также активно используется моделирование по методу Монте-Карло.

Метод Монте-Карло по сути представляет собой автоматизированную математическую методику, предназначенную для учета риска в процессе количественного анализа характеристик проекта и принятия управленческих решений.

Метод Монте-Карло позволяет лицу, принимающему решение, в процессе моделирования не просто рассматривать различные варианты последствий, но и оценивать вероятность наступления каждого из них.

При использовании метода Монте-Карло влияние любого фактора, которому свойственна неопределенность, на результат описывается распределением вероятностей. Далее выполняются многократные расчеты ожидаемых результатов с различными наборами значений фактора, выбираемыми случайным образом с помощью генератора случайных чисел.

При исследовании по методу Монте-Карло распределения вероятностей переменных величин может принимать различные зависимости (табл. 4).

Таблица 4

**Наиболее часто встречаемые распределения вероятностей переменных величин, получаемые по методу Монте-Карло**

№	Тип распределения вероятностей	Характеристика типа распределения
1	Нормальное распределение (распределение Гаусса-Лапласа)	<p>Задаётся функцией плотности вероятности, именуемой функцией Гаусса:</p> $f(x) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\mu_x)^2}{2\sigma_x^2}}$ <p>где параметр <math>\mu</math> – математическое ожидание переменной величины <math>x</math>,  <math>\sigma</math> – среднеквадратическое отклонение переменной величины <math>x</math>.  Нормальное распределение является симметричным (рис. 1).  Широкое использование закона нормального распределения как для многих областей классической науки (математика, статистика, физика), так и прикладной науки (в том числе, управления проектами) вытекает из центральной предельной теоремы.  Центральную предельную теорему можно сформулировать</p>

		<p>следующим образом: суммарное воздействие большого количества слабо связанных между собой случайных величин, при условии, что влияние ни одной из них не носит доминирующего характера, дает распределение, близкое к нормальному.</p> <p>При этом, чем большее число слагаемых величин рассматривается, тем большее распределение центрированного и нормированного результата стремится к нормальному.</p>
2	Логнормальное распределение	<p>Логнормальное распределение характеризует двухпараметрическое семейство непрерывных распределений, в которых случайная величина имеет логнормальное распределение <math>LogN(\mu, \sigma^2)</math>, то есть её логарифм имеет нормальное распределение (рис. 2).</p> <p>Логнормальное распределение используется для отражения величин, которые не опускаются ниже нуля (например, время или стоимость выполнения проекта), но теоретически могут принимать неограниченные положительные значения</p>
3	Равномерное распределение	<p>Представляет собой распределение случайной вещественной величины, например, на интервале <math>[a, b]</math> с постоянной плотностью вероятности, равной при нормировании <math>1/(b-a)</math> (рис. 3)</p>
4	Гамма-распределение	<p>Двухпараметрическое семейство абсолютно непрерывных распределений (рис. 4), описываемых зависимостью:</p> $f_X(x) = \begin{cases} x^{k-1} \cdot \frac{e^{-x/\theta}}{\theta^k \cdot \Gamma(k)}, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases},$ <p>где <math>\Gamma(k)</math> – гамма-функция Эйлера;</p> <p><math>\theta, k</math> – параметры гамма-распределения.</p>

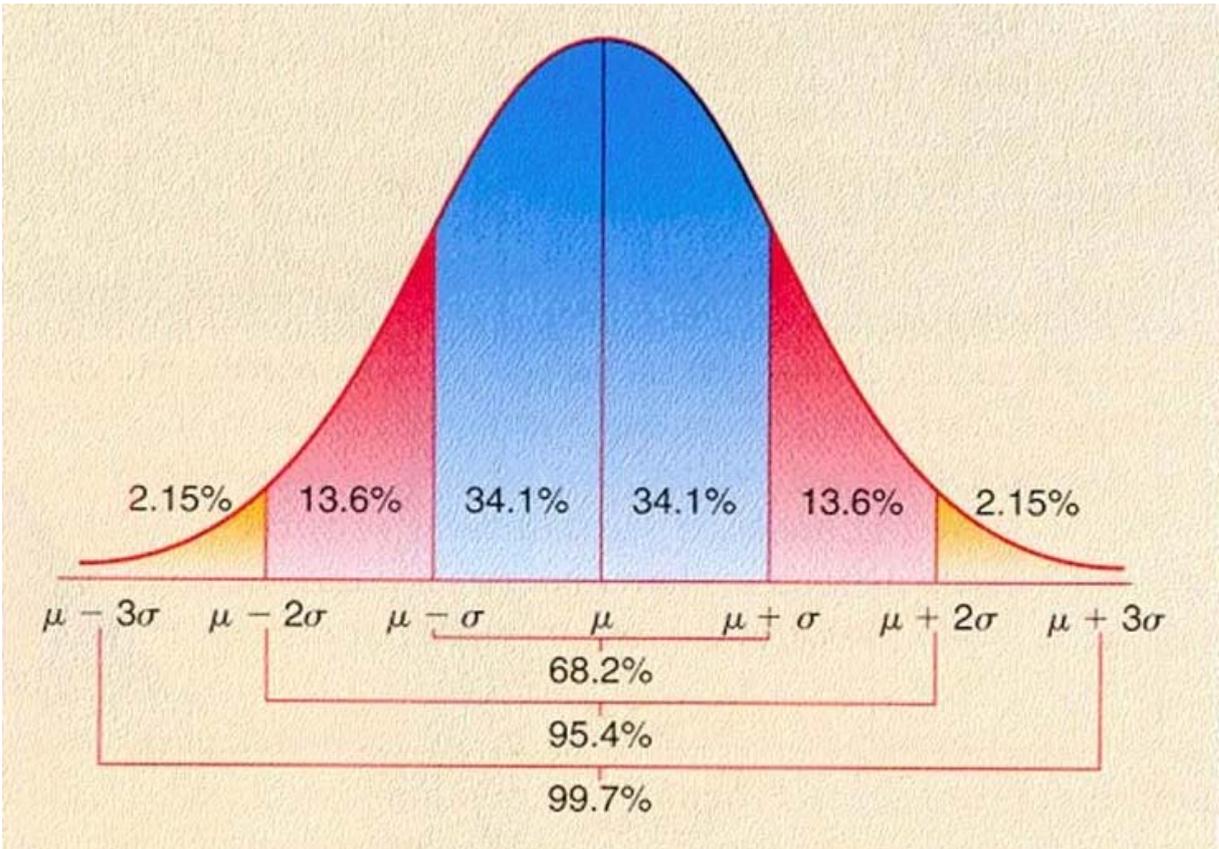


Рис. 1. Функция нормального распределения

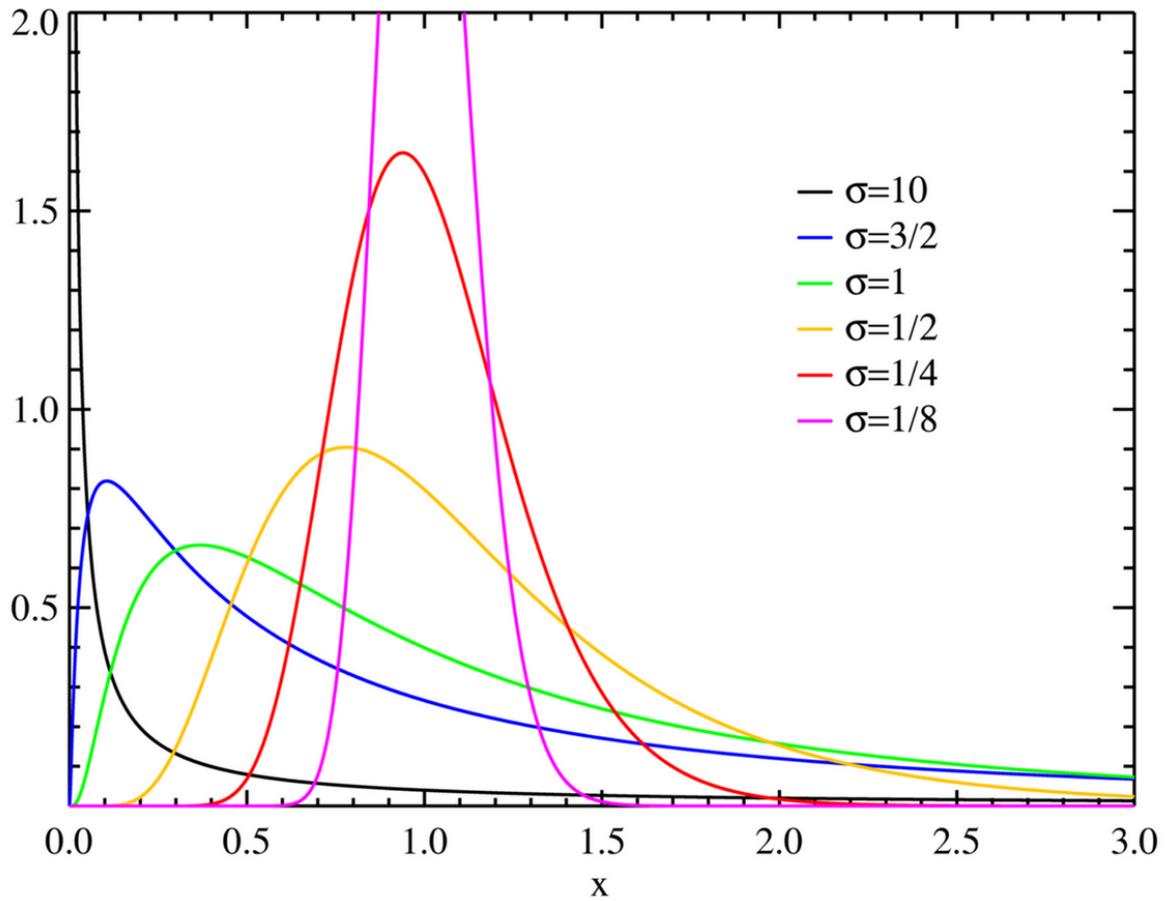


Рис. 2. Функция логонормального распределения

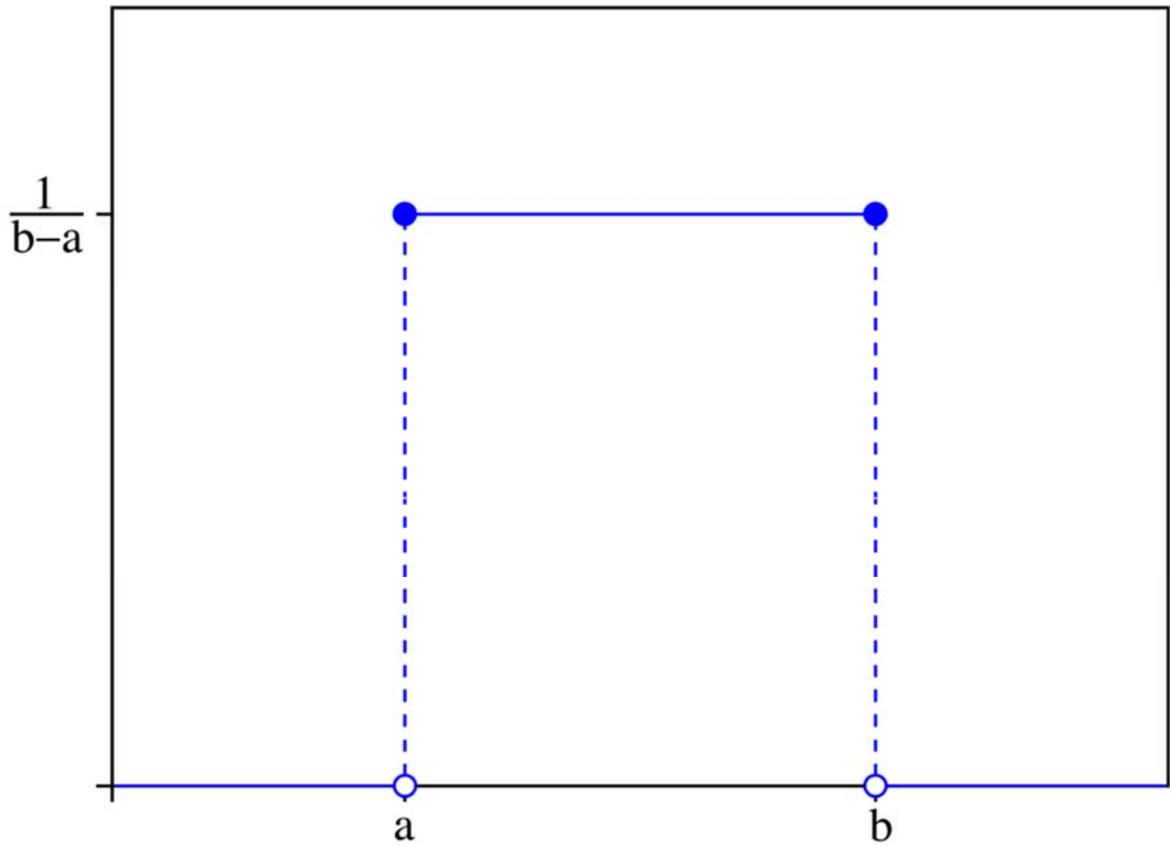


Рис. 3. Функция равномерного распределения

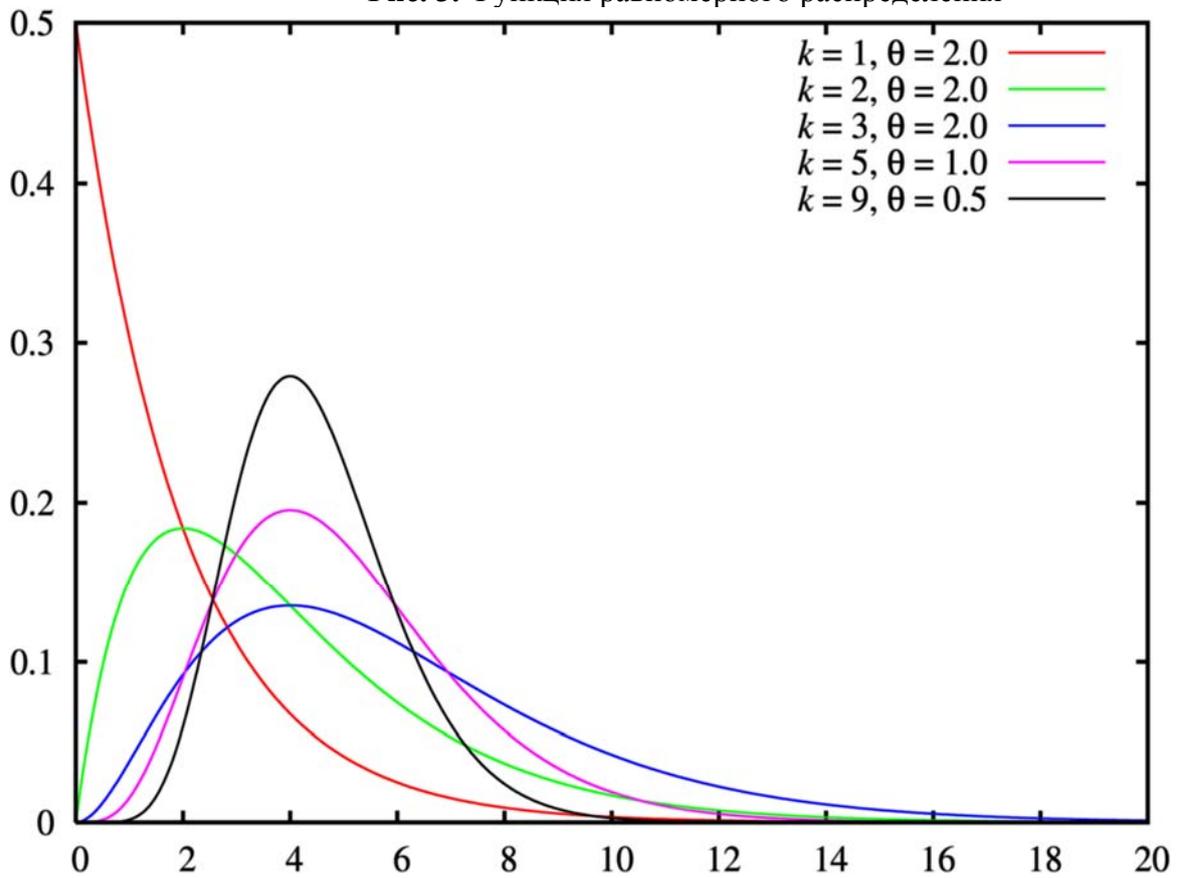


Рис. 4. Функция гамма-распределения

Моделирование по методу Монте-Карло дает широкое представление о возможных событиях при реализации проекта. Оно позволяет судить не только о том, что именно может произойти в ходе реализации проекта, но и о том, какова вероятность того или иного исхода.

Возможности использования методов теории вероятности и математической статистики при управлении проектами проанализируем применительно к методам управления проектами, именуемым сводом знаний по управлению проектами РМВОК (Project Management Body of Knowledge) [17].

Рассмотрим возможности использования методов теории вероятности и математической статистики при управлении проектами методами, именуемыми сводом знаний по управлению проектами РМВоК (Project Management Body of Knowledge).

Руководство РМВоК позволяет описать суть процессов управления проектами в терминах интеграции между процессами, разделенными на пять групп, именуемых «группами процессов управления проектом» (табл. 5).

Таблица 5

**Группы процессов управления проектом по методологии РМВоК**

№	Название группы	Характеристика группы
1	Группа процессов инициации проекта	Состоит из процессов, способствующих формальной авторизации начала нового проекта
2	Группа процессов планирования проекта	Определяет и уточняет цели и планирует действия, необходимые для достижения целей и содержания, ради которых был предпринят проект
3	Группа процессов исполнения проекта	Объединяет человеческие и другие ресурсы для выполнения плана управления проектом данного проекта
4	Группа процессов мониторинга и управления проектом	Направлена на регулярную оценку прогресса проекта и осуществление мониторинга, чтобы обнаружить отклонения от плана управления проектом, и, в случае необходимости, провести корректирующие действия для достижения целей проекта
5	Группа завершающих процессов по проекту	Формализует приемку продукта, услуги или результата и подводит проект или фазу проекта к правильному завершению.

Результаты определения возможностей использования методов теории вероятности и математической статистики при управлении проектами по методологии РМВоК, приведены в табл. 6.

Таблица 6

**Результаты определения возможностей использования методов теории вероятности и математической статистики при управлении проектами по методологии РМВоК**

№	Метод теории вероятности и математической статистики	Группы процессов управления проектом по методологии РМВоК				
		Группа процессов инициации проекта	Группа процессов планирования проекта	Группа процессов исполнения проекта	Группа процессов мониторинга и управления проектом	Группа завершающих процессов по проекту
1	Классический метод (определение исходов по бинарному	+	+	+	+	+

	принципу «да» или «нет»)					
2	Геометрический метод		+	+	+	
3	Метод оценки вероятности суммы совместных событий		+		+	+
4	Метод оценки вероятности суммы несовместных событий		+	+	+	
5	Метод вероятности произведения событий		+	+	+	
6	Метод определения вероятности полной группы событий	+	+	+	+	+
7	Метод Бернулли		+		+	
8	Метод Байеса		+		+	
9	Метод однофакторного корреляционного анализа	+	+	+	+	
10	Метод многофакторного корреляционного анализа	+	+	+	+	
11	Метод однофакторного регрессионного анализа		+	+	+	
12	Метод многофакторного регрессионного анализа		+	+	+	
13	Метод коэффициентного анализа	+	+	+	+	+
	Итого количество используемых методов	<b>5</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>4</b>

Таким образом, методы теории вероятности и математической статистики при управлении проектами по методологии РМВоК наиболее востребованы при реализации следующих групп процессов управления проектом: группа процессов планирования проекта, группа процессов мониторинга и управления проектом.

Пример результатов определения возможностей моделирования по методу Монте-Карло процессов управления проектами с использованием групп процессов управления проектом по методологии РМВоК приведен в табл. 7.

Таблица 7

**Результаты определения возможностей моделирования по методу Монте-Карло процессов управления проектами с использованием групп процессов управления проектом по методологии РМВоК**

№	Возможность моделирования по методу Монте-Карло	Группы процессов управления проектом по методологии РМВоК				
		Группа процессов инициации проекта	Группа процессов планирования проекта	Группа процессов исполнения проекта	Группа процессов мониторинга и управления проектом	Группа завершающих процессов по проекту
1	Вероятностного представления результатов	Определение уровня вероятности заинтересованности сторон проекта	Вероятностное представление результатов планирования проекта	Вероятностное представление процессов исполнения проекта	Вероятностного представления результатов мониторинга и управления работами проекта	Вероятностного представления результатов закрытия проекта
2	Графическое представление результатов	Графическое представление вероятных вариантов заинтересованных сторон проекта	Графическое представление параметров плана управления проектом	Графическое представление процессов исполнения проекта	Графическое представление процессов мониторинга и управления работами проекта	Графическое представление процессов закрытия проекта
3	Анализ чувствительности	Анализ чувствительности параметров проекта к составу и степени участия заинтересованных сторон проекта	Анализ чувствительности проекта к параметрам плана управления проектом	Анализ чувствительности проекта к параметрам процессов исполнения проекта	Анализ чувствительности проекта к параметрам управления проектом	Анализ чувствительности процессам закрытия проекта к параметрам проекта
4	Анализ сценариев	Анализ сценариев реализации проектов в зависимости от заинтересованных сторон проекта	Анализ сценариев планов управления проектом	Анализ сценариев процессов исполнения проекта	Анализ сценариев процессов мониторинга и управления проектом	Анализ сценариев закрытия проекта
5	Корреляция	Корреляция интересов	Корреляция планов	Корреляция	Корреляция	Корреляция

	исходных данных	сторон проекта.	управления проектом.	процессов исполнения проекта.	процессов мониторинга и управления проектом.	процессов закрытия проекта и закрытия контрактов.
--	-----------------	-----------------	----------------------	-------------------------------	--	---

Таким образом, проведенные исследования показали, что усложнение рыночных условий хозяйствования в условиях динамично развивающегося рынка предъявляет все более серьезные требования к сложным процессам управления проектами, что приводит к активному использованию методов моделирования в целом и методов теории вероятности и математической статистики.

Поскольку моделирование при управлении проектами обычно осуществляется в несколько этапов, на которых уточняются цели управления, осуществляется постановка задач, конструируется модель, проводится ее теоретический и (или) экспериментальный анализ на достоверность, осуществляется практическая реализация в рамках проекта, проводится последующий анализ полученных данных, после чего (в случае необходимости) осуществляется корректировка путем введения в модель дополнительных факторов и данных, ограничений, критериев и т.п., в данном рассмотрении были оценены возможности использования методов теории вероятности (включая: классический метод, геометрический метод, метод оценки вероятности суммы совместных событий, метод оценки вероятности суммы несовместных событий, метод вероятности произведения событий, метод определения вероятности полной группы событий, метод Бернулли, метод Байеса) и математической статистики (включая: метод однофакторного корреляционного анализа, метод многофакторного корреляционного анализа, метод однофакторного регрессионного анализа, метод многофакторного регрессионного анализа, метод коэффициентного анализа) применительно к методам управления проектами, именуемым сводом знаний по управлению проектами РМВоК, включающим следующие группы процессов управления проектом: группа процессов инициации проекта, группа процессов планирования проекта, группа процессов исполнения проекта, группа процессов мониторинга и управления проектом, группа завершающих процессов по проекту.

Показано, что методы теории вероятности и математической статистики при управлении проектами по методологии РМВоК наиболее востребованы при реализации следующих групп процессов управления проектом: группа процессов планирования проекта, группа процессов мониторинга и управления проектом.

## Литература

1. *Тебекин А.В.* Проекты в научно-техническом прогрессе и экономике. // Вестник Российской таможенной академии. – 2015. – № 2 (31). – С. 109–115.
2. *Балашов А.И.* Управление проектами: Учебник и практикум для СПО / А.И. Балашов, Е.М. Рогова, М.В. Тихонова и др. - Люберцы: Юрайт, 2016. – 383 с.
3. *Верзух, Эрик* Управление проектами: ускоренный курс по программе MBA / Эрик Верзух. - М.: Вильямс, 2015. – 480 с.
4. *Гонтарева И.В.* Управление проектами / И.В. Гонтарева, Р.М. Нижегородцев, Д.А. Новиков. - М.: КД Либроком, 2014. – 384 с.
5. *Джалота, П.* Управление проектами в области информационных технологий / П. Джалота. - М.: Лори, 2014. – 224 с.
6. *Зуб, А.Т.* Управление проектами: Учебник и практикум для академического бакалавриата / А.Т. Зуб. - Люберцы: Юрайт, 2016. – 422 с.
7. *Керцнер, Г.* Стратегическое управление в компании. Модель зрелого управления проектами / Г. Керцнер. - М.: ДМК, 2012. – 320 с.
8. *Ларсон Э.У.* Управление проектами: Учебник / Э.У. Ларсон, К.Ф. Грей; Пер. с англ. В.В. Дедюхин. - М.: ДиС, 2013. – 784 с.
9. *Ньютон, Р.* Управление проектами от А до Я / Р. Ньютон; Пер. с англ. А. Кириченко. – М.: Альпина Пабл., 2013. – 180 с.
10. *Полковников А.В.* Управление проектами. Полный курс MBA / А.В. Полковников, М.Ф. Дубовик. - М.: Олимп-Бизнес, 2013. – 552 с.
11. *Ройс, У.* Управление проектами по созданию программного обеспечения / У. Ройс. – М.: Лори, 2014. – 424 с.

12. *Сооляттэ, А.Ю.* Управление проектами в компании: методология, технологии, практика: Учебник / А.Ю. Сооляттэ. - М.: МФПУ Синергия, 2012. – 816 с.
13. *Тебекин А.В., Широкова Л.Н., Сурат И.Л.* Управление инновационными проектами. Монография, Москва, 2014.
14. *Шати́ро В.Д.* Управление проектами: Учебное пособие для студентов / И.И. Мазур, В.Д. Шапиро, Н.Г. Ольдерогге; Под общ. ред. И.И. Мазур. - М.: Омега-Л, 2014. – 960 с.
15. *Ашманов И.* "Правила Ашманова". Часть 2: об управлении проектами. <https://www.ashmanov.com/education/articles/pravila-ashmanova-2-upravlenie-proektami/>
16. *Тебекин А.В., Тебекина О.И.* Общенаучные методы управления проектами. // Журнал исследований по управлению. – 2016. – Т. 2. – № 12.
17. Whitty, S.J. and Schulz, M.F. THE\_PM\_BOK\_CODE. - 20th IPMA World Congress on Project Management, 1, 466-472, 2006.