

ЛЕКЦИЯ 7. СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ РИСКОВ

Профессор Раҳметулина Ж.Б.



ПЛАН

- *Основные инструменты статистического метода оценки риска: среднее значение изучаемой случайной величины, дисперсия, стандартное отклонение (среднеквадратическое), коэффициент вариации, распределение вероятности изучаемой случайной величины.*
- *Определения, расчетные формулы*
- *Количественные методы оценки риска на основе статистической информации*



Статистические методы



СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

Суть статистических методов оценки риска – в определении данных предшествующего периода и установление зоны риска

Инструменты:

- среднее значение (\bar{X}) изучаемой величины;
- дисперсия (σ^2);
- стандартное (среднеквадратическое) отклонение (σ);
- коэффициент вариации (V);
- распределение вероятности изучаемой случайной величины

Из теории статистики известно, что для ограниченного числа (n) возможных значений случайной величины ее среднее значение определяется из выражения:

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n X_i * p_i \quad (4.1)$$

где X_i – значение случайной величины;

p_i – вероятность появления случайной величины.

В случае, когда не известны вероятности появления случайной величины, а известны лишь частоты наблюдений рассматриваемых величин, то среднее ожидаемое значение определяется по формуле средней арифметической взвешенной:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i \cdot n_i}{\sum_{i=1}^n n_i} \quad (4.2)$$

где \bar{X} – среднее ожидаемое значение;

X_i – ожидаемое значение для каждого случая;

Дисперсия

Средневзвешенное из квадратов отклонений действительных результатов от средних

$$\overline{\sigma^2} = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 * p_i, \quad (4.3)$$

а также очень близко с ним связанное среднеквадратическое отклонение, являющееся мерой разброса случайной величины относительно среднего значения и определяемое из выражения

$$\sigma = \sqrt{\overline{\sigma^2}} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 * p_i} \quad (4.4)$$

В случае, когда не известны вероятности появления случайной величины, а известны лишь частоты наблюдений рассматриваемых величин, дисперсия и среднеквадратическое отклонение определяются по формулам:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \cdot n_i}{\sum_{i=1}^n n_i} \quad (4.5)$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \cdot n_i}{\sum_{i=1}^n n_i}} \quad (4.6)$$

где X_i – ожидаемое значение для каждого случая наблюдения;

\bar{X} – среднее ожидаемое значение;

n – частота случаев, или число наблюдений.

Дисперсия и среднеквадратическое отклонение служат мерами абсолютного рассеивания.

Коэффициент вариации

При вложении капитала в мероприятие А меньше, чем при вложении в капитал В.

Следовательно, мероприятие А сопряжено с меньшим риском, т.е. предпочтительнее

Для анализа меры изменчивости часто используют коэффициент вариации, который представляет собой отношение среднего квадратического отклонения к средней арифметической и показывает степень отклонения полученных значений от среднего значения.

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \quad (4.7)$$

Коэффициент вариации – относительная величина. Поэтому с его помощью можно сравнивать изменчивость признаков, имеющих разные единицы измерения.

Чем выше коэффициент вариации, тем сильнее изменчивость признака. Установлена следующая оценка коэффициентов вариации:

- до 10% – слабая изменчивость;
- 11–25% – умеренная изменчивость;
- свыше 25% – высокая изменчивость.

Пример

Выбор наиболее эффективного инвестиционного проекта на основе статистического метода

Возможная конъюнктура рынка	«1-й» проект		«2-й» проект	
	Прибыль, млн.руб.	Значение вероятности	Прибыль, млн.руб.	Значение вероятности
Благоприятная	300	0,3	350	0,2
Посредственная	150	0,4	180	0,4
Неблагоприятная	50	0,3	40	0,4
В целом	-	1,00	-	1,00

Решение.

1. Рассчитаем средневзвешенное значение прибыли

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n X_i * p_i$$

$$\bar{X}_1 = 300 * 0,3 + 150 * 0,4 + 50 * 0,3 = 165 \text{ млн. руб.}$$

$$\bar{X}_2 = 350 * 0,2 + 180 * 0,4 + 40 * 0,4 = 158 \text{ млн. руб.}$$

По величине средневзвешенной прибыли преимущество у 1-го проекта, но чтобы сделать окончательный вывод необходимо дополнительно рассчитать коэффициент вариации, который покажет степень колеблемости возможного результата.

2. Рассчитаем дисперсию

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 * p_i,$$

$$\sigma_1^2 = (300 - 165)^2 * 0,3 + (150 - 165)^2 * 0,4 + (50 - 165)^2 * 0,3 = 9525$$

$$\sigma_2^2 = (350 - 158)^2 * 0,2 + (180 - 158)^2 * 0,4 + (40 - 158)^2 * 0,4 = 13136$$

3. Рассчитаем среднеквадратическое отклонение

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 * p_i}$$

$$\sigma_1 = \sqrt{9525} = 98$$

$$\sigma_2 = \sqrt{13136} = 114$$

4. Рассчитаем коэффициент вариации

$$V = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

$$V_1 = \frac{98}{165} = 0,59$$

$$V_2 = \frac{114}{158} = 0,72$$

Коэффициент вариации у 1-го проекта ниже, а средневзвешенная прибыль выше, поэтому выбираем именно 1-й инвестиционный проект.

Использование коэффициента вариации

Если среднеквадратическое отклонение дохода сравниваемых проектов окажется одинаковым, то для оценки риска можно воспользоваться *коэффициентом вариации*, который характеризует относительное отклонение случайной величины от своего среднего значения:

$$V(\%) = \frac{s}{\bar{q}} \cdot 100.$$

Пример 4.3. Рассмотрим два рисковых проекта (табл. 4.2). Оценка риска с помощью среднеквадратического отклонения для обоих вариантов получилась одинаковой. Однако, коэффициент вариации для 2-го проекта меньше.

Таблица 4.2

Проекты	Будущие состояния экономики			Средний ожидаемый доход \bar{q}_i , тыс. руб.	Среднее квадратическое отклонение σ_i , тыс. руб.	Коэффициент вариации V_i , %
	1	2	3			
	$p_1 = 0,3$	$p_2 = 0,3$	$p_3 = 0,4$			
	Ожидаемый доход q_i , тыс. руб.					
1	20	30	25	25	3,87	15,5
2	25	35	30	30	3,87	12,9

Расчет величины среднего ожидаемого

$$\bar{q}_i = \sum_{j=1}^m q_{ij} p_j,$$

где \bar{q}_i – средний ожидаемый доход i -го инвестиционного проекта;

q_{ij} – доход по i -му проекту в j -ом состоянии экономики;

p_j – вероятность наступления j -го состояния экономики;

m – число возможных состояний экономики.

Пример
Выбор наиболее эффективного инвестиционного проекта на основе статистического метода

Пример 4.1. Имеются два рисковых проекта (табл. 4.1) и определены три возможных состояния экономики в будущем.

Таблица 4.1

Проекты	Будущие состояния экономики			Средний ожидаемый доход \bar{q}_i , тыс. руб.
	1	2	3	
	$p_1 = 0,3$	$p_2 = 0,4$	$p_3 = 0,3$	
1	125	200	150	162,5
2	150	225	125	172,5

Если принять в качестве критерия оценки проекта средний ожидаемый доход, то предпочтение следует отдать второму проекту:

$$\bar{q}_1 = 125 \cdot 0,3 + 200 \cdot 0,4 + 150 \cdot 0,3 = 162,5 \text{ (тыс. руб.)};$$

$$\bar{q}_2 = 150 \cdot 0,3 + 225 \cdot 0,4 + 125 \cdot 0,3 = 172,5 \text{ (тыс. руб.)}.$$

Выбор проекта в данном случае не учитывает инвестиционные риски.

Оценим риск в **примере 4.1**:

$$s_1^2 = (125 - 162,5)^2 \times 0,3 + (200 - 162,5)^2 \times 0,4 + (150 - 162,5)^2 \times 0,3 = 1\,031,25;$$

$$s_2^2 = (150 - 172,5)^2 \times 0,3 + (225 - 172,5)^2 \times 0,4 + (125 - 172,5)^2 \times 0,3 = 1\,931,25.$$

Следовательно, если в качестве оценки риска взять дисперсию, то более рисковым будет 2-й проект.

Пример. Рассмотрим два проекта: первый- имеет гарантированный доход, равный 1200 тыс. тенге, второй- рисковый. Он с вероятностью 0,4 может принести убыток в размере 2400 тыс. тенге и с вероятностью 0,6 - доход в размере 3600 тыс. тенге.

Средний ожидаемый доход в данном случае составит:

$\bar{g}_2 = 0,4 * (-2400) + 0,6 * 3600 = 1200$ тыс. тенге, то есть, ожидаемый доход по 2-му проекту совпадает с гарантированным доходом по 1-му проекту. Однако, для 2-го проекта существует риск получения убытка в размере 2400 тыс. тенге, что

Анализ финансового состояния предприятия

Финансовое состояние предприятия

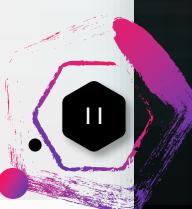
Характеризуется системой абсолютных и относительных показателей, отражающих использования финансовых ресурсов предприятия

Платежеспособность

Готовность предприятия погасить долги в случае одновременного предъявления требований со стороны всех кредиторов фирмы о платежах по краткосрочным обязательствам

Ликвидность

Способность активов предприятия использоватьсь в качестве непосредственного платежа или быстро превращаться в денежную форму с целью погашения предприятием своих обязательств



Коэффициент абсолютной ликвидности (Кал) характеризует степень мобильности активов предприятия, обеспечивающей своевременную оплату по своей задолженности, и определяется из выражения:

$$K_{\text{ал}} = \frac{C_b}{T_o}, \quad (4.8)$$

где C_b – стоимость высоколиквидных средств (денежные средства в банках и кассах, ценные бумаги, депозиты и т.п.);

T_o – текущие обязательства предприятия (сумма краткосрочной задолженности).

Коэффициент текущей ликвидности (Ктл) показывает, в какой степени текущие потребности обеспечены собственными средствами предприятия, без привлечения кредиторов извне, и определяется из выражения:

$$K_{\text{тл}} = \frac{C_b + C_c}{T_o}, \quad (4.9)$$

где C_c – стоимость средств средней ликвидности (товарные запасы, дебиторская задолженность и т.п.).

Задача. Расчет дисперсии портфеля акций

Инвестор купил акции компании А на 600 тыс. долл., компании В на 400 тыс. долл. Стандартное отклонение доходности акции компании А в расчете на день составляет 1,4%, компании В – 1,55%. Курс 1 долл. = 420 тенге. Стандартное отклонение валютного курса в расчете на один день 0,43%, коэффициент ковариации между курсом доллара и доходностью акции компании А равен 0,0903, доходность компании В – 0,05332. Ковариация доходностей акции компаний А и В равна 1,736. Определить стандартное отклонение доходности портфеля в расчете на один день.

Риск портфеля, состоящего из двух видов активов (А и В) рассчитывается по формуле:

$$\sigma_{\Pi}^2 = \sigma_A^2 \times w_A^2 + \sigma_B^2 \times w_B^2 + 2 \times \rho_{AB} \times w_A \times w_B \times \sigma_A \times \sigma_B.$$

С учетом трех видов рисков расчет осуществляется следующим образом:

$$\sigma^2 = \sigma_A^2 \times w_A^2 + \sigma_B^2 \times w_B^2 + \sigma_{BK}^2 - 2 \times w_A \times w_B \times cov_{A и B} + 2 \times cov_{A и BK} \times w_A - 2 \times cov_{B и BK} \times w_B.$$

Величина $-2 \times w_A \times w_B \times cov_{A и B}$ с минусом, поскольку имеет место короткая и длинная позиция; величина $+2 \times cov_{A и BK} \times w_A$ – с плюсом, т.к. в данном случае длинная позиция; величина $-2 \times cov_{B и BK} \times w_B$ – с минусом, т.к. в данном случае короткая позиция.

Осуществляем расчет:

$$\begin{aligned} \sigma^2 &= 1,4^2 \times 0,6^2 + 1,55^2 \times 0,4^2 + 0,43^2 - 2 \times 1,736 \times 0,6 \times 0,4 + 2 \times 0,0903 \times 0,6 - 2 \\ &\quad \times 0,05332 \times 0,4 = 0,50732. \end{aligned}$$

Стандартное отклонение доходности портфеля в расчете на один день составляет:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{0,50732} = 0,71227\%.$$

Коэффициент корреляции рассчитывается по формуле:

$$r_{xy} = \frac{n \times \sum xy - \sum x \times \sum y}{\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \times \sqrt{n \sum y^2 - (\sum y)^2}}.$$

Рассчитываем вспомогательные величины:

$$\sum x = 10 + 14 + 10 + 8 + (-5) + (-3) + 3 + 7 = 44;$$

$$\sum y = 14 + 18 + 13 + 10 + (-2) + (-7) + (-2) + 10 = 54;$$

$$\begin{aligned}\sum xy &= 10 \times 14 + 14 \times 18 + 10 \times 13 + 8 \times 10 + (-5) \times (-2) + (-3) \times (-7) + 3 \times (-2) + 7 \\ &\quad \times 10 = 697;\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sum x^2 &= 10^2 + 14^2 + 10^2 + 8^2 + (-5)^2 + (-3)^2 + 3^2 + 7^2 \\ &= 100 + 196 + 100 + 64 + 25 + 9 + 9 + 49 = 552;\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sum y^2 &= 14^2 + 18^2 + 13^2 + 10^2 + (-2)^2 + (-7)^2 + (-2)^2 + 10^2 \\ &= 196 + 324 + 169 + 100 + 4 + 49 + 4 + 100 = 946;\end{aligned}$$

Теперь рассчитываем коэффициент корреляции:

$$r_{xy} = \frac{8 \times 697 - 44 \times 54}{\sqrt{8 \times 552 - 44^2} \times \sqrt{8 \times 946 - 54^2}} = 0,942.$$

Абсолютная величина r_{xy} , лежащая между 0 и 1, служит мерой тесноты связи. В зависимости от величины r_{xy} можно сделать следующие заключения о степени тесноты связи:

$0 < r_{xy} < 0,2$ – практически нет связи;

$0,2 < r_{xy} < 0,5$ – слабая (не тесная) связь;

$0,5 < r_{xy} < 0,75$ – средняя связь;

$0,75 < r_{xy} < 0,95$ – сильная (тесная) связь;

$0,95 < r_{xy} < 1,00$ – практически функциональная связь.

Если r_{xy} по абсолютной величине равен 1, это свидетельствует о том, что связь между признаками является функциональной, т.е. факторный признак полностью определяет результативный.

В данном случае между доходностями активов X и Y имеет место сильная прямая связь.

Задача.

Расчет коэффициента корреляции доходностей активов

Доходность двух активов за 8 периодов представлена в таблице.

Определить коэффициент корреляции доходностей активов X и Y.

Периоды	1	2	3	4	5	6	7	8
Доходность актива X	10	14	10	8	-5	-3	3	7
Доходность актива Y	14	18	13	10	-2	-7	-2	10

Коэффициент выборочной ковариации рассчитывается по формуле:

$$cov_{xy} = \frac{\sum(X_i - \bar{X}) \times (Y_i - \bar{Y})}{n}.$$

Для того, чтобы воспользоваться этой формулой, рассчитываем средние доходности активов.

Средняя доходность актива X:

$$\bar{X} = \frac{10 + 14 + 10 + 8 + (-5) + (-3) + 3 + 7}{8} = \frac{44}{8} = 5,50\%.$$

Средняя доходность актива Y:

$$\bar{Y} = \frac{14 + 18 + 13 + 10 + (-2) + (-7) + (-2) + 10}{8} = \frac{54}{8} = 6,75\%.$$

Рассчитываем коэффициент выборочной ковариации:

$$\begin{aligned} cov_{xy} &= \frac{\left(\frac{10}{100} - \frac{5,50}{100}\right) \times \left(\frac{14}{100} - \frac{6,75}{100}\right) + \left(\frac{14}{100} - \frac{5,50}{100}\right) \times \left(\frac{18}{100} - \frac{6,75}{100}\right)}{8} \\ &\quad + \frac{\left(\frac{10}{100} - \frac{5,50}{100}\right) \times \left(\frac{13}{100} - \frac{6,75}{100}\right) + \left(\frac{8}{100} - \frac{5,50}{100}\right) \times \left(\frac{10}{100} - \frac{6,75}{100}\right)}{8} \\ &\quad + \frac{\left(\frac{-5}{100} - \frac{5,50}{100}\right) \times \left(\frac{-2}{100} - \frac{6,75}{100}\right) + \left(\frac{-3}{100} - \frac{5,50}{100}\right) \times \left(\frac{-7}{100} - \frac{6,75}{100}\right)}{8} \\ &\quad + \frac{\left(\frac{3}{100} - \frac{5,50}{100}\right) \times \left(\frac{-2}{100} - \frac{6,75}{100}\right) + \left(\frac{7}{100} - \frac{5,50}{100}\right) \times \left(\frac{10}{100} - \frac{6,75}{100}\right)}{8} = \frac{0,04}{8} \\ &= 0,005. \end{aligned}$$

Ковариация несет тот же смысл, что и коэффициент корреляции: она показывает, есть ли линейная взаимосвязь между двумя случайными величинами, и может рассматриваться как «двумерная дисперсия». Однако, в отличие от коэффициента корреляции, который меняется от -1 до 1, ковариация не инвариантна относительно масштаба, т.е. зависит единицы измерения и масштаба случайных величин. Знак ковариации указывает на вид линейной связи между рассматриваемыми величинами: если она > 0 – это означает прямую связь (при росте одной величины растет и другая), ковариация < 0 указывает на обратную связь. При ковариации = 0 линейная связь между переменными отсутствует.

Задача

Расчет коэффициентов выборочной ковариации

Доходность двух активов за 8 периодов

представлена в таблице.
Определить коэффициент выборочной ковариации доходностей активов.

Периоды	1	2	3	4	5	6	7	8
Доходность актива X	10	14	10	8	-5	-3	3	7
Доходность актива Y	14	18	13	10	-2	-7	-2	10

Основные методы снижения предпринимательских рисков

Методы уклонения от рисков

- отказ от рискованных решений и событий;
- отказ от ненадежных партнеров и поставщиков;
- отказ от рискованных рынков и т.д.

Методы распределения предпринимательских рисков

- горизонтальная, вертикальная, диверсифицированная интеграция бизнеса;
- страхование хозяйственных рисков (например, хеджирование);
- распределение ответственности между участниками бизнес-процессов;
- использование гарантов и залога для обеспечения выполнения обязательств должника и т.д.

Методы оптимизации предпринимательских рисков

- стратегическое планирование деятельности организации;
- прогнозирование развития внешней среды;
- мониторинг социально-экономической и правовой среды;
- создание системы резервов и т.д.

Методы диверсификации предпринимательских рисков

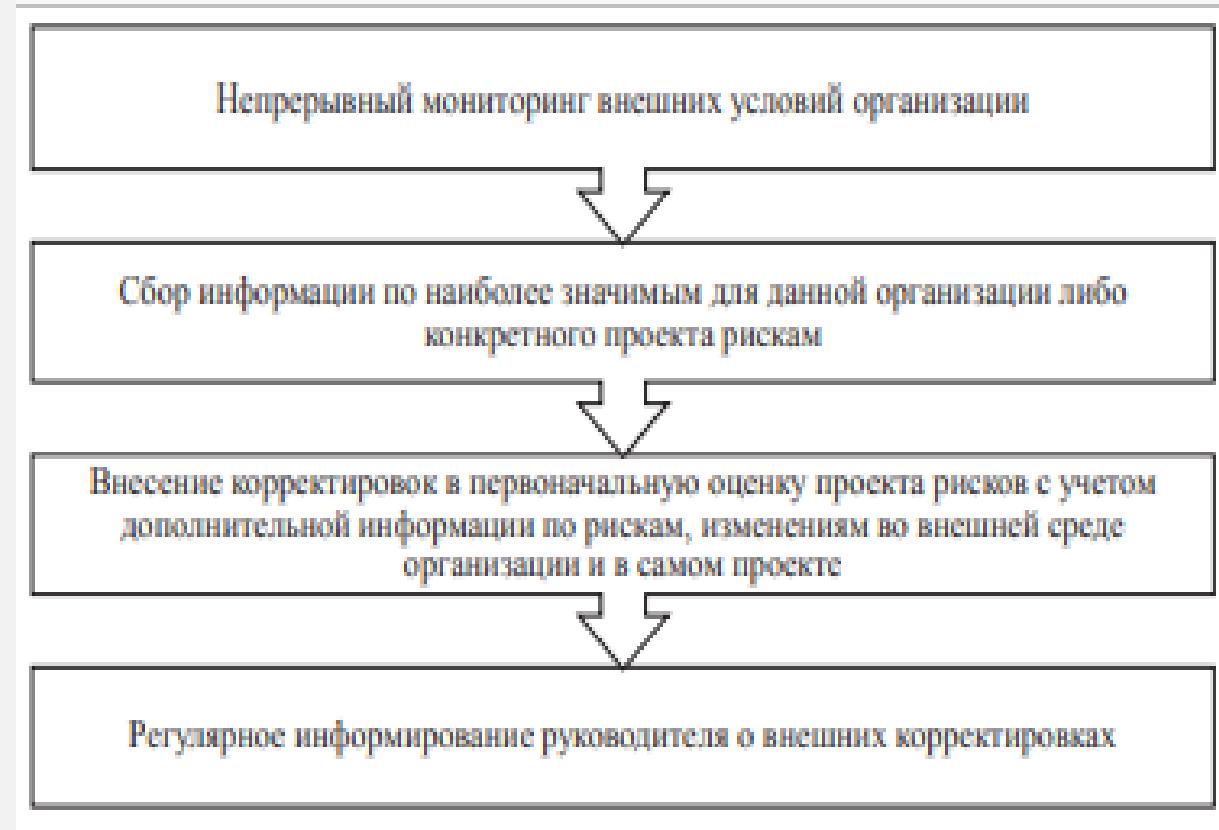
- диверсификация видов экономической деятельности;
- диверсификация рынков сбыта и источников поставок сырья и материалов;
- диверсификация инвестиций и т.д.

Методы локализации предпринимательских рисков

- создание венчурных предприятий;
- создание специальных структурных подразделений для реализации рискованных проектов и т.д.

Повышение качества и автоматизация информационных процессов о предпринимательских рисках и т.д.

Этапы стратегического управления рисками на основе анализа внешней среды предприятия



Основные методы диверсификации рисков предпринимательской деятельности

Расширение сфер деятельности организации

- данное направление предполагает **увеличение расширения ассортимента выпускаемой продукции или предоставляемых услуг**

Увеличение числа поставщиков сырья, материалов, комплектующих и т.д.

- данное направление позволяет **снизить потери от ненадежности отдельных поставщиков, нарушения графика или условий поставок**

Расширение рынков сбыта

- данное направление предполагает **позиционирование на нескольких товарных рынках, ориентацию на различные социальные группы потребителей, предприятия разных регионов и т.д.**

Диверсификация инвестиционной политики

- данное направление предполагает **реализацию нескольких проектов с относительно небольшой капиталоёмкостью или инвестирование капитала в различные виды деятельности, в различные виды ценных бумаг, оптимизацию структуры инвестиционного портфеля и т.д.**



Спасибо
за
внимание!

Рахметулина Ж.Б.

✉ rahmetulina_zh@mail.ru